

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 19 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код и наименование специализации

Руководитель _____ ст. преподаватель _____ А.В.Целищев
подпись, дата _____ должность, ученая степень _____ инициалы, фамилия

Выпускник _____ А.С.Кулаков
подпись, дата инициалы, фамилия

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

Красноярск 2019

Содержание

| | |
|--|----|
| Содержание..... | 2 |
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1.Технологический раздел | 5 |
| 1.1 Общие указания | 5 |
| 1.2 Сочетание автономного и централизованного теплоснабжения | 6 |
| 1.3 Газовые котельные АТС | 8 |
| 1.3.1 Классификация котельных..... | 8 |
| 1.3.3 Комплектация газовой котельной. Типы газовых котлов и горелок..... | 9 |
| 1.3.3.1Типы горелок в газовом кotle..... | 9 |
| 1.3.3.1.1Атмосферные газовые горелки газовых котлов..... | 9 |
| 1.3.3.1.2Вентиляторные горелки газового котла..... | 10 |
| 1.3.3.1.3Комбинированные газовые горелки..... | 11 |
| 1.3.3.2Типы газовых горелок по регуляции горения..... | 11 |
| 1.3.4 Принципы работы газовой котельной..... | 11 |
| 1.4 Разработка горячего водоснабжения..... | 11 |
| 1.5 Предварительный вероятностный расчет разводящих трубопроводов... | 15 |
| 1.6 Определение потерь тепла и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах..... | 17 |
| 1.7 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов..... | 18 |
| 1.8 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной вет... | 20 |
| 1.9 Определение расходов воды и теплоты на ГВС..... | 21 |
| 1.10 Подбор водомера и определение его гидравлического сопротивления.. | 23 |
| 1.11 Система отопления здания | 24 |
| 1.12 Котлы и вспомогательное оборудование котельных..... | 24 |
| 1.12.1 Выбор теплогенератора..... | 25 |
| 1.13 Тепловые нагрузки..... | 26 |
| 1.14 Объемно-планировочные и конструктивные решения..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 1.15 Подбор сетевых (циркуляционных) насосов первичного контура и насосов ГВС..... | 27 |
| 1.16 Водоподготовка..... | 31 |
| 1.17 Технологические трубопроводы..... | 32 |
| 1.18 Топливоснабжение..... | 32 |
| 1.19 Газопроводы..... | 34 |
| 1.20 Тепловая изоляция..... | 34 |
| 1.21 Аккумулирование..... | 34 |
| 1.21.1 Расчёт объёма бака-аккумулятора..... | 35 |
| 1.22 КИП и автоматика | 38 |
| 2 Технология возведения инженерных систем..... | 38 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ..... | 42 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 43 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 44 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа бакалавра по теме «Автономное теплоснабжение жилого здания в пригороде г. Красноярска» содержит 52 страницы текстового документа, 5 иллюстрации, 5 таблиц, 62 формул, 12 использованных источников, 2 приложения, 5 листов 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 – самостоятельно применить умение проектирования автономного теплоснабжения от пристроенной к зданию котельной, т.к. проблема износа тепловых сетей централизованного теплоснабжения в нашем регионе очень актуальна.

Задачи ВКР:

- анализ способов автономного теплоснабжения, сочетание с централизованным;
- разработать СГВ жилого здания;
- определить расходы тепла на отопление, ГВС;
- выполнить гидравлический расчет СГВ;
- выполнить тепловой расчет подогревателя ГВС
- подобрать оборудование для автономной котельной.

В результате ВКР разработана тепловая схема автономной котельной, проработаны экологические вопросы.

1 Технологический раздел

1.1 Общие указания

В автономную систему теплоснабжения (АТС) входит водоподогреватель ГВС, теплогенераторы (котла), сетевой насос системы отопления, циркуляционный насос СГВ, системы водоочистки, системы отопления и СГВ здания.

В выпускной квалификационной работе разработана система АТС в виде пристроенной к жилому дому котельной.

Автономные котельные по размещению разделяют на:

- пристроенные к зданиям;
- отдельно стоящие;
- крышны;
- встроенные в здания.

Тепловые мощности встроенных, пристроенных и крышных котельных, для теплоснабжения которых они предназначены, не должны превышать потребности в теплоте того здания.,

Котельные не разрешается встраивать в многоквартирные жилые дома

Для жилых домов допускается интеграция крышных и встроенных котельных с применением водогрейных котлов с водой, которые не превышают температуру 115 °С. При этом тепловая мощность (производительность) котельных не должна быть более 3,0 МВт. Не допускается разработка котельных, которые примыкают к жилым домам со стороны входных подъездов и участков стен с оконными проемами, где расстояние от внешней стены котельной до ближайшего окна жилой квартиры менее 4 м по горизонтали, а расстояние от перекрытия котельной до ближайшего окна жилой квартиры менее 8 м по вертикали. Также котельную нельзя разместить смежно, под и над помещениями с одновременным пребыванием в нем более 51 человека.

Общая тепловая мощность автономных котельных не должна превышать:

- 3,0 МВт – для крышных и встроенных котельных с котлами на жидким и газообразном топливе;
- 1,5 МВт – для встроенных котельных с котлами на твердом топливе.

Общая тепловая мощность пристроенных котельных не ограничивается.

Тепловые нагрузки для расчета и выбора оборудования котельных должны определяться для трех режимов:

- максимального – при t^0 наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;
- среднего - при t^0 наружного воздуха в наиболее холодный месяц;
- летнего.

Указанные расчетные t^0 наружного воздуха принимают в соответствии со СНиП 23-01и 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 Сочетание автономного и централизованного теплоснабжения

В настоящее время в наивысшей степени велико внимание к автономному теплоснабжению. Это обосновано тем, что независимые источники теплоснабжения работают в автоматическом режиме и вследствие этого, они работают на газе. При данных критериях они становятся конкурентноспособными с централизованными источниками, которыми считаются ТЭЦ и гигантские котельные.

В любое централизованное теплоснабжение входит следующая технологическая последовательная цепочка:

- производство тепла в виде горячего теплоносителя;
- транспортировка горячего теплоносителя до потребителя;
- трансформирование горячего теплоносителя для нужд отопления и горячего водоснабжения потребителей;
- распределение тепловой энергии непосредственно по квартирам.

В этой технологической цепочке большое внимание уделяется производству тепла, его перемещению до потребителя и совершенно забываем о нем, как только теплоноситель доходит до жилого дома. Проведенные в рамках нашей программы исследования показывают, что в любом, хорошо отапливаемом доме, имеется большое распределение температур в квартирах. При средней t^0 в весьма благополучной квартире 210С, разброс значений t^0 в других квартирах может находиться в пределах от 14-15 и до 250С. В среднем различие в t^0 между хорошо отапливаемыми и плохо отапливаемыми квартирами составляет 5-70С.

Получается, что при использовании систем централизованного теплоснабжения для того, чтобы иметь возможность экономии тепла, необходимо вносить определенные технические усовершенствования в систему инженерного обеспечения подачи теплоносителя в жилом доме. Наиболее важными среди таких мероприятий являются: установка узлов регулирования подачи тепла на дом или подъезд, установка терmostатных вентилей в квартирах, улучшение распределения теплоносителя в системах горячего водоснабжения.

При плановой экономике, которая существовала в нашей стране, средства в системе теплоснабжения вкладывали в основном в источники тепла. Каждый источник по мощности был на 35-45% больше, чем максимальная нагрузка. Гораздо меньше средств вкладывали в транспортировку теплоносителя. Исходя из этого, сейчас наблюдается такая картина, что источников у нас много, и тепла из-за недостатка

топлива везде недостаточно. Для того, чтобы проиллюстрировать эданный тезис, расскажу о некоторых результатах наших исследований. До 1991-1992 годов все городские власти громко говорили, что нам не хватает мощностей порядка 200-300 ГКал/ч. Когда мы стали выяснять этот вопрос, оказалось, что для города вполне достаточно (и даже с лихвой) полутора миллионов гигакалорий тепла. Такое производство достигается при средней мощности 300-400 ГКал/ч. Это в первую очередь Владимирская ТЭЦ. Ее тепловая мощность 1049 ГКал/ч. Кроме того, в городе имеется целый ряд муниципальных котельных и котельных принадлежащих промышленным предприятиям. Около 78% тепла в городе производит Владимирская ТЭЦ, а оставшуюся часть - другие источники. Как видим, все источники перенасыщены мощностями. Запасы мощностей просто о громные. Переизбыток их составляет где-то 300 ГКал/ч.

Такое положение могло бы обеспечить основу для развития полноценного рынка тепла в регионе. Однако при приватизации была допущена, на мой взгляд, серьезная ошибка (причем это не только в нашем городе Владимир, но и наверное по всей России). 42 километра магистральных тепловых сетей, идущих от ТЭЦ, остались в собственности АО "Владимирэнерго", а 235 километров разводящих тепловых сетей находятся в муниципальной собственности. Это не дает возможности создать и развивать нормальные рыночные отношения в области теплоснабжения. Если бы магистральные сети находились в собственности города, то тогда можно было бы покупать тепло, производимое любыми иными источниками (а не только от ТЭЦ). Например, котельная Владимирского тракторного завода (ВТЗ) имеет мощность равную половине мощности (по тепловой энергии) ТЭЦ. Естественно, при этих условиях можно было бы часть тепла использовать на жилищно-коммунальные нужды, в том числе и от этой котельной.

Кроме того, при наличии в городской собственности магистральных сетей значительно проще решались бы вопросы установки рыночных цен на тепловую энергию. Причем цены были бы в этом случае ниже действующих в настоящее время.

Когда мы стали анализировать возможность установки автономных источников тепла, то одним из аргументов в пользу их применения было приздано обстоятельство, что это станет рычагом воздействия на снижение цены за единицу тепла от централизованных источников.

Но даже, если цена на тепло от централизованных источников не будет искусственно завышаться, даже при условии переизбытка тепловых мощностей, автономное теплоснабжение, на наш взгляд, должно иметь

место и в общей структуре теплоснабжения оно должно занимать долю в пределах 5-7%.

Тогда сразу же возникает вопрос: где и в каких случаях наиболее целесообразно автономное теплоснабжение? Мы тоже задались таким вопросом. Самые дальние участки магистральных тепловых сетей расположены во Владимире на расстоянии примерно 15 километров от ТЭЦ. Есть несколько тупиковых веток. Проанализировав схему тепловых сетей, мы пришли к выводу, что именно в таких местах следует устанавливать автономные источники. Это позволит не перекладывать и наращивать тепловые сети в отдаленных тупиковых ветках с целью нормализовать там теплоснабжение. Нам важно было понять: где газовые сети уже имеются в наличии и можно будет свободно использовать газ, а где будет необходима серьезная реконструкция газовых сетей, на которую сейчас нет денег. Наличие газа является серьезной предпосылкой для строительства автономного источника тепла. Ну и естественно автономные источники нужны тогда, когда идет новое строительство. В этом случае очень дорого стоит подключение к системе централизованного теплоснабжения. Поэтому, если есть газ, многие заказчики предпочитают строить автономные крышные котельные. Данный процесс никак не сдержать.

1.3 Газовые котельные АТС

Котельная установка - это инженерное сооружение в одном техническом помещении, которое предназначено для нагрева теплоносителя (рабочей жидкости), в основном воды, для использования в системах отопления или тепло-пароснабжения.

Котельные подключаются к потребителям, теплотрассами и/или паропроводами.

Протяженность теплотрассы и её теплоизоляция прямым образом влияют на тепловые потери, исходя из этого, котельную располагают в непосредственной близости с потребителем, либо на равном удалении при группе потребителей, для снижения потерь в теплотрасse.

В ряде случаев для более эффективного теплоснабжения переходят от крупных котельных, отапливающих целый район, к модульным котельным установкам, отапливаемым(отапливающим) группу домов или отдельное производство.

1.3.1 Классификация котельных

В зависимости от исполнения котельные подразделяются на:

- Стационарные котельные;
- Модульные (транспортабельные) котельные;
- Крышные котельные;
- Передвижные котельные на шасси.

1.3.2 Область применения газовых котельных в системах теплоснабжения

Для организации автономного теплоснабжения различных объектов используются газовые котельные:

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

1.3.3 Комплектация газовой котельной. Типы газовых котлов и горелок

В стандартная сборку газовой котельной входит один или несколько котлов, газовые горелки, насосная группа, газовая линия с отсечным и термозапорным клапанами, КИПиА, автоматика безопасности.

Котлы по типу производимого теплоносителя могут быть паровыми и водогрейными, по материалу изготовления — стальными и чугунными. Их выбор осуществляется в зависимости от потребностей объекта и предполагаемых условий эксплуатации. Стальные котлы имеют меньший вес, при этом чугунные значительно более долговечны (срок службы — до 50 лет).

Газовые котлы различаются в зависимости от используемых горелок.

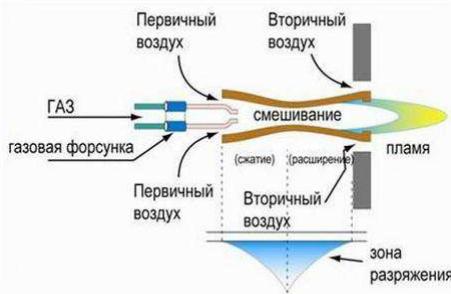
1.3.3.1 Типы горелок в газовом кotle

Различают следующие типы горелок, в зависимости от способа поступления воздуха в камеру сгорания котла:

- Атмосферные газовые горелки (работают в открытых камерах сгорания);
- Принудительные газовые горелки, они же надувные (работают в закрытых камерах сгорания).

1.3.3.1.1 Атмосферные газовые горелки газовых котлов

Атмосферная газовая горелка находится в котлах с открытой камерой сгорания. По типу работы очень похожи на простую газовую плиту: газ поступает в горелку и горит при смешивании с поступающим из комнаты воздухом.



Положительные черты атмосферной горелки, это простая конструкция и бесшумная работа. Недостатки – это низкий КПД (до 90-93%) и разреженный воздуха в комнате. По этому, эти котлы ставятся в специально оборудованных комнатах, топочных, которые оборудуются по специальным правилам.

По стандартам ЕС в магистралях должно быть стабильное давление газа не ниже 150 атмосфер. В России эти стандарты аналогичны, но могут снижаться в зимний период и повышаться весной. Такие перепады давления приводят к прогоранию горелки зимой, и прожигу теплообменника летом. Это значит, что в районах с нестабильным давлением газа лучше использовать надувные горелки, работа которых не зависит от давления газа.

1.3.3.1.2 Вентиляторные горелки газового котла

Вентиляторные или наддувные горелки, работают за счет поступления воздуха с улицы, при помощи вентилятора. Работа вентилятора регулируется. Горелки с внешним поступлением воздуха работают стабильно при любом давлении газа, для таких котлов не нужно делать вертикальные дымоходы, достаточно коаксиального дымохода, КПД таких котлов близко к 95%. Правда работают они шумно и стоят в 2 раза дороже атмосферных горелок.



Стоит отметить, что вентиляторные горелки, навешиваются на котел. Это дает возможность менять горелку и переходить с газа на жидкое топливо.

1.3.3.1.3 Комбинированные газовые горелки

Технологии не стоят на месте и на рынке уже есть комбинированные горелки для газа и жидкого топлива. Как и любая новая технология, комбинированная горелка стоит на порядок дороже. Но в комбинированных горелках возможно использовать другое топливо, если отсутствует газовое топливо.

1.3.3.2 Типы газовых горелок по регуляции горения

Для регулирования горения разделяют:

- Одноступенчатые горелки;
- Двухступенчатые горелки;
- Горелки модулирующие.

В модулирующих горелках происходит автоматическое изменение мощности горелки в зависимости от нужного тепла на выходе.

Двухступенчатые горелки позволяют работать в двух режимах, слабого и повышенного потребления.

1.3.4 Принципы работы газовой котельной

Принцип работы газовой котельной довольно прост. Газ из газопровода или от газгольдера подается к горелке котла.

Горелка обеспечивает сгорание газа в камере сгорания, выделяющееся в процессе горения тепло нагревает теплоноситель, циркулирующий через теплообменник котла.

Нагретый теплоноситель поступает в распределительный коллектор, который распределяет его по отопительным контурам (радиаторы отопления, теплые полы, бойлер ГВС и т.д.).

Проходя по отопительным контурам, теплоноситель отдает тепло - остывает, после чего по обратной линии подается в котел для повторного нагрева.

Цикл повторяется. В состав распределительного коллектора включает в себя различное оборудование обеспечивающее циркуляцию теплоносителя и управление его температурой.

Удаление продуктов сгорания обеспечивает дымоход, а управление работой всей системы автоматика котла

1.4 Разработка горячего водоснабжения

Установка для нагрева воды размещается в автономной котельной.

Трубопроводы СГВ делятся на магистрали, ответвления, стояки и подводки к водоразборной арматуре. Чтобы защетить от коррозии

трубопроводы следует проектировать из стальных оцинкованных или металлополимерных труб. Соединения труб предусмотреть на резьбе или на сварке.

Внутриквартальные сети прокладывают под землей в непроходных каналах или в подвалах и технических подпольях зданий. Подающие (разводящие) трубопроводы ведут справа, а циркуляционные – слева по ходу движения воды от пристроенной котельной к зданиям.

Системы ГВ в зданиях проектируют с нижней разводкой магистралей, это позволяет не прекращать водоснабжение нижних этажей дома при недостаточном давлении воды. Горизонтальные магистрали внутридомовой сети прокладывают в подвалах или технических подпольях, обычно под потолком (на кронштейнах вдоль внутренних стен). Для обеспечения выпуска воздуха и спуска воды трубопроводы ведут с уклоном не менее 0,002. Для спуска воды из системы в нижних её точках также устанавливают патрубки с запорной арматурой (вентилями) или тройники с пробками (на трубопроводах небольших диаметров). Выпуск воздуха возможен через присоединенные к верхней части стояков водоразборные приборы верхних этажей.

Стояки прокладывают по вспомогательным помещениям, а в жилых зданиях - в санузлах. Обычно, в туалете сооружают специальную закрытую шахту, в которой располагают стояки. Стояки ГВ устанавливают в шахте справа по отношению к стоякам холодной воды. Горизонтальную разводку труб от стояков к водоразборным приборам нужно вести у пола; трубопровод холодной воды должен быть на 100-150 мм выше уровня чистого пола, а горячей воды – на 100 мм выше водопровода. Подводки горячей и холодной воды к водоразборным приборам обычно выполняют из труб с условным диаметром 15 мм. Смеситель ванны устанавливают на высоте 1 м от пола до его центра, а смеситель мойки – в кухне, на высоте 1,1 м от пола.

В ванных и душевых комнатах предусматриваются постоянно обогреваемые полотенцесушители, которые следуя с нормами должны зимой и летом в этих помещениях поддерживать температуру около 25°C. Обычно условный диаметр полотенцесушителя составляет 25 мм, 32 мм или 40 мм, а длина 2-2,5 м. В зависимости от системы ГВ полотенцесушители присоединяют к циркуляционным или подающим водоразборным стоякам. В жилых многоэтажных домах полотенцесушители присоединяют к водоразборным стоякам.

Схемы стояков для систем горячего водоснабжения, обслуживающих зданий в настоящее время объединяют трубопроводы водоразборных и циркуляционных стояков в секционные узлы. При этом в каждой секции водоразборные стояки закольцовывают сверху перемычками и присоединяют их к общему циркуляционному стояку. Перемычки прокладывают по нежилым помещениям. Для унификации и индустриализации строительства водоразборные стояки по всей высоте здания выполняют из труб одного диаметра (обычно 20 мм, 25 мм или 32 мм). Диаметр перемычки берут равным диаметру водоразборных стояков . Общий циркуляционный стояк ведут через вспомогательные помещения (как правило, шахту). Для увязки потерь давления в секционных узлах циркуляционный стояк может составляться из труб разного диаметра.

В качестве запорной арматуры для отключения участков трубопроводов в системах ГВ используют бронзовые или латунные краны и вентили (при диаметре трубопроводов до 40 мм) и чугунные задвижки (при их диаметре 50 мм и более). Такую арматуру устанавливают на ответвлениях трубопровода к секционным узлам, отдельным зданиям, в каждой квартире или помещении, в котором есть водоразборные приборы, также у оснований и в верхней части одиночных подающих и циркуляционных стояков в зданиях высотой 3 этажа и более. Обратные клапаны, пропускающие воду только в одном направлении, размещают на линии холодного водопровода и на циркуляционной линии (перед подогревателем).

Дросселирующие диафрагмы (шайбы), используемые для увязки потерь давления в циркуляционных системах ГВС, выполняют из латуни или нержавеющей стали. Толщина диафрагмы в зависимости от диаметра трубы обычно 2-3 мм. Диаметр отверстия шайбы во избежание засорения накипью и шламом должен быть не менее 10 мм. Если по расчету диаметр шайбы получается менее 10 мм, то можно вместо шайбы предусмотреть установку кранов для регулирования давления (эти краны недопустимо использовать в качестве запорной арматуры).

Тепловая изоляция необходима для подающих и циркуляционных трубопроводов (включая и стояки), кроме подводок к водоразборным приборам. Её можно исключить для стояков и закольцовывающих перемычек, прокладываемых открыто через отапливаемые помещения, например кухни, коридоры, лестничные клетки (по эстетическим соображениям). Тепловую изоляцию, как правило, устраивают из минераловатных матов толщиной 30 мм для труб условным диаметром до 125 мм и толщиной 40 мм для труб диаметром более 125 мм. В качестве покровного слоя теплоизоляционной конструкции обычно применяют стеклоткань и рубероид.

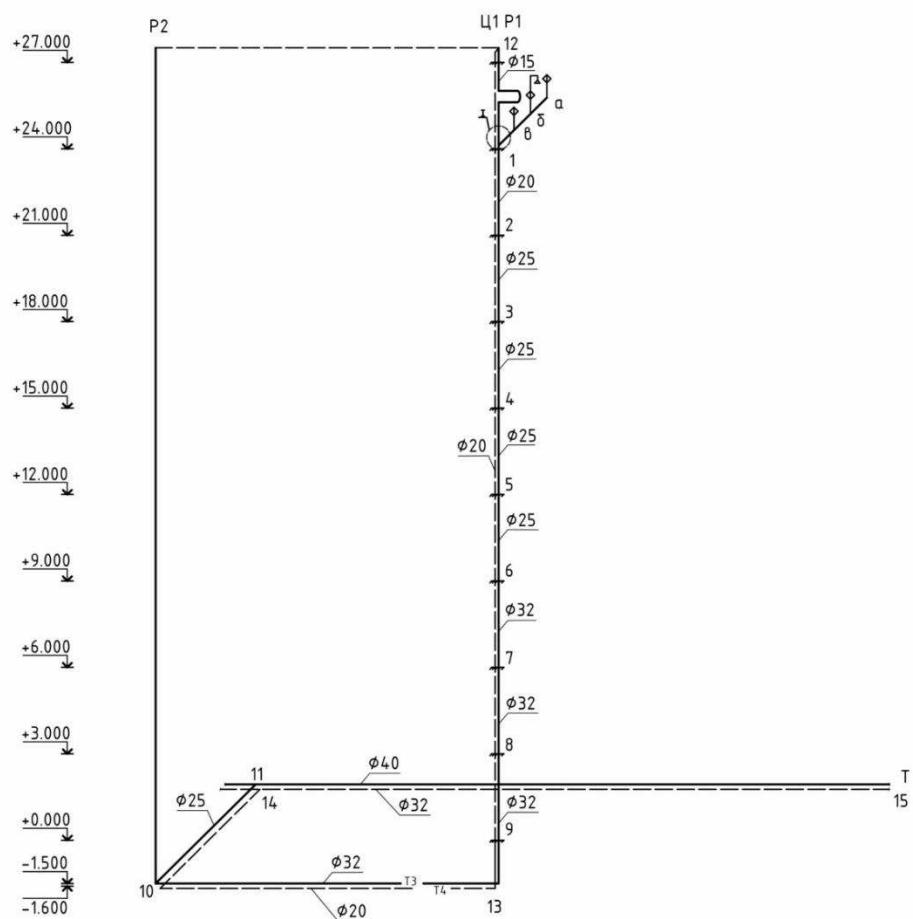


Рисунок 2 – Расчетная схема СГВ

1.5 Предварительный расчет разводящих трубопроводов

Количество горячей воды определяют в соответствии с требованиями [1].

Расход горячей воды q_0^h одним водоразборным прибором, л/с, принимают по [1], притом если предусмотрена установка различных водоразборных приборов, то значение q_0^h берут для прибора, имеющего наиболее большой расход воды. В данном дипломном проекте это смеситель ванны, для которого

$$q_0^h = 0,21 \text{ л/с.}$$

Норму расхода горячей воды $q_{hr,u}^h$, л, одним потребителем в час наибольшего водопотребления принимают точно также [1]. Например, для ванны длиной 1500–1800 мм, $q_{hr,u}^h$ равна 11 л/ч.

Примерно находим общее количество водоразборных установок N_Σ , для жилого дома по формуле

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

где n_1 – число квартир в секции одного этажа;

n_2 – число секций в жилом доме;

n_3 – число этажей в жилом доме;

n_4 – количество водоразборных установок в квартире.

$$N_\Sigma = 2 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 3 = 108;$$

Далее определяем количество потребителей горячей воды U в жилом доме:

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

где n_5 – число жилых квартир в секции одного этажа.

$$U = (7 + 1) \cdot 2 \cdot 9 = 144;$$

Следом рассчитываем вероятность использования действия P водоразборных приборов СГВ в час наивысшего водопотребления для отдельного жилого дома 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, л, потребителем в час наивысшего водопотребления, л/ч;

U - число потребителей горячей воды в жилом доме;

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

N_Σ - общее число установленных водоразборных установок.

$$P = \frac{10 \cdot 144}{3600 \cdot 0,2 \cdot 108} = 0,019;$$

В заключение определяем секундные расходы горячей воды на расчетных участках по формуле

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

где α - безразмерная величина, принимаемая в зависимости от общего количества водоразборных установок N на расчетном участке и вероятности их использования Рч в час наибольшего водопотребления, данные значения принимаются по [2].

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

При подборе диаметров трубопроводов имеются ограничения скорости движения воды: в разводящих трубопроводах до 1,5 м/с; в подводящих к приборам трубопроводах до 2,0 м/с.

Диаметры трубопроводов d , скорости движения воды v и удельных потерь давления на трение R для стальных трубопроводов определяют по [2].

На схеме трубопроводов выделяют расчетную наиболее протяженную и загруженную магистраль, которая исходит из точки присоединения наиболее высоко расположенного водоразборного прибора на самом

удаленном от подогревателя стояке. Результаты предварительного гидравлического расчета разводящих трубопроводов заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 -

Предварительный гидравлический расчет разводящих трубопроводов

| Номер участка | N | NP | α | q_o^h , л/с | d_y , мм | v , м/с | R , Па/м |
|---------------|-----|-------|----------|---------------|------------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| а-б | 1 | 0,019 | 0,212 | 0,212 | 15 | 1,6 | 10000 |
| б-в | 2 | 0,037 | 0,252 | 0,252 | 15 | 1,7 | 11500 |
| в-1 | 3 | 0,056 | 0,292 | 0,292 | 15 | 1,8 | 12200 |
| 1-2 | 3 | 0,056 | 0,292 | 0,292 | 20 | 1,2 | 4400 |
| 2-3 | 6 | 0,111 | 0,361 | 0,361 | 25 | 0,75 | 900 |
| 3-4 | 9 | 0,167 | 0,42 | 0,42 | 25 | 0,85 | 1200 |
| 4-5 | 12 | 0,222 | 0,485 | 0,485 | 25 | 0,95 | 1600 |
| 5-6 | 15 | 0,278 | 0,534 | 0,534 | 25 | 1,1 | 2000 |
| 6-7 | 18 | 0,333 | 0,565 | 0,565 | 25 | 1,2 | 2400 |
| 7-8 | 21 | 0,389 | 0,624 | 0,624 | 32 | 0,7 | 450 |
| 8-9 | 24 | 0,444 | 0,662 | 0,662 | 32 | 0,75 | 550 |
| 9-10 | 27 | 0,5 | 0,678 | 0,678 | 32 | 0,8 | 650 |
| 10-11 | 54 | 1,0 | 0,995 | 0,995 | 32 | 1,1 | 1800 |
| 11-Т | 108 | 2,0 | 1,479 | 1,479 | 40 | 1,1 | 1100 |

1.6 Определение теплопотерь и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах

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

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

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

c – теплоемкость воды, равная 4,186 кДж/кг·°С;

В данной таблице расчетными являются объединенные участки стояков, имеющие одинаковые диаметры, и участки магистральных трубопроводов.

Среднюю t^0 теплоносителя t_{cp} . берем примерно, согласно [1].

Удельные потери q^{ht} неизолированных труб определяем в зависимости от диаметра трубопровода и разности температур ($t_{cp.} - t_0$) по [2]. Теплоизоляция учитывается в расчетах коэффициентом $1 - \eta$. Если трубопровод стояка не изолирован, то $\eta = 0$, в противном случае $\eta = 0,7$. Теплопотери с учетом тепловой изоляции, Вт, определяются по формуле

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

где q^{ht} - удельные теплопотери неизолированных труб, Вт/м;

l - длина участка, м;

η - коэффициент, учитывающий изоляцию труб.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Определение потерь тепла и циркуляционных расходов

| № участка | d_y , мм | $t_{cp.}$, °C | t_o , °C | Δ_t , °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 | |
| Стойк 1 | | | | | | | | | | | |
| 1-2 | 20 | 55 | 20 | 33 | 27 | 6 | 198 | 0,65 | 128,7 | 128,7 | |
| 6-7 | 25 | 55 | 20 | 35 | 44 | 30 | 1320 | 0,65 | 858 | 986,7 | |
| 7-9 | 32 | 55 | 20 | 35 | 56 | 12 | 672 | 0,65 | 436,8 | 1423,5 | |
| 9-10 | 32 | 55 | 5 | 50 | 96 | 12 | 1152 | 0,3 | 345,6 | 1769,1 | 0,042 |
| Стойк 2 | | | | | | | | | 1423,5 | 3192,6 | |
| 10-11 | 40 | 55 | 5 | 50 | 110 | 4,8 | 528 | 0,3 | 158,4 | 3351 | 0,08 |
| Секция | | | | | | | | | 3351 | 6702 | |
| 11-Т | 50 | 60 | 5 | 55 | 125,5 | 17 | 2133,5 | 0,3 | 640,0 | 7342,0 | 0,175 |

1.7 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов

Суммарные расходы воды $q^{h,cir}$ являются определяющими для проведения окончательного гидравлического расчета главной ветки СГВ.

В конечном расчете скорость воды допускается не более 1,5 м/с в сто-

яках и магистралях и не выше 2,5 м/с в подводках к приборам.

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

Потери напора на участке, Па, находятся по формуле

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

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

l – длина участка трубопровода, м;

k_M – коэффициент местных потерь давления (для подающих трубопроводов – 0,2; для трубопроводов в пределах пристроенной к дому котельной – 0,5; для водоразборных стояков без полотенцесушителей – 0,1; для водоразборных стояков с полотенцесушителями – 0,5).

Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Окончательный гидравлический расчет разводящих трубопроводов СГВ

| № участка | q^h , л/с | q^{cir} , кг/с | $q^{h,cir}$, кг/с | d_y , мм | v , м/с | R , Па/м | l , м | k_M | ΔP_i , Па | $\sum_{i=1}^n \Delta P_i$, Па |
|-----------|-------------|------------------|--------------------|------------|-----------|------------|---------|-------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| a-б | 0,212 | | 0,212 | 15 | 1,6 | 10000 | 0,9 | 0,5 | 13500 | 13500 |
| б-в | 0,252 | | 0,252 | 15 | 1,7 | 11500 | 0,8 | 0,5 | 13800 | 27300 |
| в-1 | 0,292 | | 0,292 | 15 | 1,8 | 12200 | 1,0 | 0,5 | 18300 | 45600 |
| 1-2 | 0,292 | 0,042 | 0,334 | 20 | 1,2 | 4400 | 6,0 | 0,5 | 39600 | 85200 |
| 2-3 | 0,361 | 0,042 | 0,403 | 25 | 0,75 | 900 | 6,0 | 0,5 | 8100 | 93300 |
| 3-4 | 0,42 | 0,042 | 0,462 | 25 | 0,85 | 1200 | 6,0 | 0,5 | 10800 | 104100 |
| 4-5 | 0,485 | 0,042 | 0,527 | 25 | 0,95 | 1600 | 6,0 | 0,5 | 14400 | 118500 |
| 5-6 | 0,534 | 0,042 | 0,576 | 25 | 1,1 | 2000 | 6,0 | 0,5 | 18000 | 136500 |
| 6-7 | 0,565 | 0,042 | 0,607 | 25 | 1,2 | 2400 | 6,0 | 0,5 | 21600 | 158100 |
| 7-8 | 0,624 | 0,042 | 0,666 | 32 | 0,7 | 450 | 6,0 | 0,5 | 4050 | 162150 |
| 8-9 | 0,662 | 0,042 | 0,704 | 32 | 0,75 | 550 | 6,0 | 0,5 | 4950 | 167100 |
| 9-10 | 0,678 | 0,042 | 0,720 | 32 | 0,8 | 650 | 29 | 0,5 | 28275 | 195375 |
| 10-11 | 0,995 | 0,08 | 1,075 | 32 | 1,1 | 1800 | 15,1 | 0,5 | 40770 | 236145 |
| 11-Т | 1,479 | 0,175 | 1,654 | 40 | 1,1 | 1100 | 17 | 0,5 | 28050 | 264195 |

1.8 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной ветви

В этой части расчета рассматриваем режим циркуляции при отсутствии водоразбора.

Диаметры d для разводящих трубопроводов расчетных участков принять по [2], а диаметры циркуляционных участков – на один или два размера меньше, чем диаметры соответствующих им разводящих трубопроводов.

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

Диаметры этих трубопроводов следует назначить так, чтобы суммарные потери напора при циркуляционном расходе были в пределах 30000 Па.

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Гидравлический расчет СГВ в циркуляционном режиме

| № участка | q^{cir} , кг/с | d_y , мм | v , м/с | R , Па/м | l , м | k_m | ΔP_{cir} Па | $t_{cp.}$, °C | t_o , °C | Δt , °C | Q_{cir}^{ht} , Вт/м | $\sum Q_{cir}^{ht}$ Вт |
|-----------|------------------|------------|-----------|------------|---------|-------|---------------------|----------------|------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| T-11 | 0,175 | 40 | 0,15 | 18 | 17 | 0,5 | 459 | | | | | |
| 11-10 | 0,08 | 32 | 0,1 | 10 | 4,8 | 0,2 | 57,6 | | | | | |
| 10-9 | 0,042 | 32 | <0,1 | 4 | 12 | 0,2 | 57,6 | | | | | |
| 9-8 | 0,042 | 32 | <0,1 | 4 | 6,0 | 0,5 | 36 | | | | | |
| 8-7 | 0,042 | 32 | <0,1 | 4 | 6,0 | 0,5 | 36 | | | | | |
| 7-6 | 0,042 | 25 | <0,1 | 11 | 6,0 | 0,5 | 99 | | | | | |
| 6-5 | 0,042 | 25 | <0,1 | 11 | 6,0 | 0,5 | 99 | | | | | |
| 5-4 | 0,042 | 25 | <0,1 | 11 | 6,0 | 0,5 | 99 | | | | | |
| 4-3 | 0,042 | 25 | <0,1 | 11 | 6,0 | 0,5 | 99 | | | | | |
| 3-2 | 0,042 | 25 | <0,1 | 11 | 6,0 | 0,5 | 99 | | | | | |
| 2-1 | 0,042 | 20 | <0,1 | 90 | 6,0 | 0,5 | 810 | | | | | |
| 1-12 | 0,042 | 15 | 0,4 | 600 | 6,5 | 0,5 | 5850 | 55 | 20 | 35 | 84,5 | 84,50 |
| 12-13 | 0,042 | 20 | 0,2 | 100 | 29 | 0,1 | 3190 | 54 | -10 | 64 | 1658,8 | 1743,3 |
| 13-14 | 0,08 | 25 | 0,25 | 100 | 15,2 | 0,2 | 1824 | 53 | 5 | 48 | 869,44 | 2612,74 |
| 14-15 | 0,175 | 32 | 0,2 | 45 | 16,8 | 0,5 | 1134 | 52 | 5 | 47 | 928,2 | 3540,9 |

Для завершения гидравлического расчета необходимо выполнить увязку системы, увязка нужна для взвешенного распределения потоков воды по всем циркуляционным контурам жилого дома. Расчет невязки начинаем со сравнения самого удаленного стояка с ближайшим. Значения потерь давления берутся из таблицы 4. Если невязка (φ) меньше 10 % то расчет заканчиваем, в другом случае, т.е. если больше 10 % то устанавливаем диафрагму.

Невязку между стояками Р1 и Р2 (рисунок 1) находим по формуле

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

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

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

$$\varphi_3 = \frac{3462,3 - 3355}{3462,3} \cdot 100\% = 3\%;$$

1.9 Определение расходов воды и теплоты на ГВС

Вероятность использования водоразборных установок в системе горячего водоснабжения в час наивысшего водопотребления устанавливается по формуле

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

где P – вероятность действия водоразборных установок, определенная по формуле (3);

K_u – коэффициент использования водоразборных установок в час наибольшего водопотребления, принимаемый по [1], для установки с наивысшим расходом воды. В данном проекте для смесителей ванн принимаем $K_u = 0,29$.

$$P_{hr} = \frac{0,019}{0,28} = 0,066;$$

Расход горячей воды в час наивысшего водопотребления:

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

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

K_u – коэффициент использования водоразборных установок в час наивысшего водопотребления, равный 0,29;

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

$$q_{hr}^h = 18 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 3,275 = 3,301 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Максимальный теплорасход, Вт, определяется по формуле

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

где q_{hr}^h – расход горячей воды в час наивысшего водопотребления, $\text{м}^3\cdot\text{ч}$;

γ – объемный вес воды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

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

t_h – средняя t^0 горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков (для закрытых систем теплоснабжения $t_h = 55^\circ\text{C}$, для открытых систем $t_h = 65^\circ\text{C}$);

$t_c - t^0$ холодной воды в сети водопровода (5°C);

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

$\sum Q_{cir}^{ht}$ – теплопотери в циркуляционных трубопроводах, ранее определенные по таблице 2.

$$Q_{hmax} = Q_{hr}^h = \frac{3,301 \cdot 1000 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5)}{3,6} + 7342 + 3540,9 = 2028569 \text{ Вт}$$

Средний часовой теплорасход, Вт, находится по формуле

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

где T – период потребления ГВ, 24 ч;

q_T^h – средний часовое потребление ГВ, м³/ч, определяемый по формуле

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

где U – число жителей в жилом доме;

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

$$q_T^h = 144 \cdot 120 \cdot 0,001 = 17,3 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$Q_T^h = \frac{17,3 \cdot 1000 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5)}{3,6 \cdot 24} + 7342 + 3540,9 = 52753,0 \text{ Вт}$$

1.10 Подбор водомера и определение его гидравлического сопротивления

Счетчик воды (водомер) для ГВ устанавливается на трубопроводе ХВ, перед подогревателем. Выбор его ведется по [2].

В зависимости от номинального расхода, выбираем крыльчатый счетчик воды УВК с калибром 20 мм.

Потерю давления в водомере, кПа, находим по формуле

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

где S – сопротивление водомера, (кПа·с²)/кг², по [2];

G_{hm} – расход нагреваемой воды, кг/ч.

$$\Delta P_{BD} = 51 \cdot \left(\frac{824,7}{3600} \right)^2 = 2,6 \text{ кПа.}$$

При расчетах допустима потеря напора в крыльчатых водомерах до 0,025 МПа, в турбинных – до 0,01 МПа.

2,6 кПа < 0,025 Мпа

Выбираем крыльчатый водомер с калибром 20 мм, номинальным расходом – 1,6 м³ /ч, сопротивлением – 51 кПа с 2 /кг

1.11 Система отопления здания

В данном дипломном проекте система отопления не рассчитывается.

Гидравлические потери в системе отопления жилого дома условно принять равными 150 кПа (15 м в. ст.).

1.12 Котлы и вспомогательное оборудование котельных

Количество и единичную производительность котлов, устанавливаемых в автономной котельной, следует выбирать по расчетной производительности котельной, но не менее 2, проверяя режим работы котлов для ночного летнего периода года; притом в случае выхода из строя наибольшего по производительности котла остальные должны обеспечить отпуск теплоты на:

В автономных котельных при использовании котлов с более высоким тепловым напряжением топочного объема следует производить нагрев воды для систем отопления и вентиляции во вторичном контуре.

В автономных котельных рекомендуется применять водо-водяные горизонтальные секционные кожухотрубные или пластинчатые подогреватели.

Для систем горячего водоснабжения разрешается применение емкостных водоподогревателей с использованием их в качестве баков-аккумуляторов ГВ.

Для водо-водяных подогревателей нужно применять противоточную схему потоков теплоносителей.

Для горизонтальных секционных кожухотрубных водоподогревателей греющая вода от котлов должна поступать:

- для водоподогревателей системы отопления - в трубы;
- для водоподогревателей 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 нужно устанавливать следующие группы насосов.

При двухконтурной схеме:

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

— сетевые насосы систем горячего водоснабжения; циркуляционные насосы горячего водоснабжения.

При одноконтурной схеме:

— сетевые насосы систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;

— рециркуляционные насосы горячего водоснабжения.

1.12.1 Выбор теплогенератора

В дипломной работе для пристроенной к жилому дому котельной применяют двухконтурные котлы, предназначенные как для отопления, так и для ГВС.

Количество котлов устанавливается не менее 2-х так как в случае поломки одного котла, остальные должны обеспечить отпуск теплоты на отопление и ГВС жилого дома.

Современные котлы должны соответствовать следующим требованиям:

- высокий к.п.д. (у газовых и жидкотопливных – до 90 – 92 %, у электрических – до 95 – 98 %, у твердотопливных не менее 80 %);
- высокий уровень систем автоматизации систем АТС;
- надежность в работе (полный срок службы 20 лет);
- функциональные возможности;
- экономичность и экологичность;
- возможность отведения дымовых газов;
- материал котла: сталь или чугун.

Котлы производства РФ неприхотливы к давлению газа и относительно недорогие. Но они уступают импортным по КПД, экологичности и удобству в использовании. С другой стороны многие зарубежные горелки соответствуют заявленным техническим характеристикам при давлении газа 180 – 200 мм в. ст., а давление сетевого газа зимой в РФ не более 100 мм в. ст.

Выбор теплогенератора далее будет произведен по приложению 5 на твёрдом топливе в зависимости от рассчитанной тепловой нагрузки.

1.13 Тепловые нагрузки

Расчетная производительность автономной котельной, пристроенной к жилому дому определяется суммой расходов тепла на отопление при режиме максимальной мощности (Q_{omax}) и расходов тепла на ГВС в среднем режиме (Q_{hm}).

Из-за отсутствия проекта на отопление, тепловая нагрузка на отопление, Вт, для расчетного режима определяем по укрупненным показателям по формуле

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

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

A – общая площадь жилого дома, м².

$$A=344,4 \cdot 9=3099,6 \text{ м}^2$$

$$Q_{omax} = 81 * 3099,6 = 251067,6 \text{ Вт};$$

Расчетную производительность автономной котельной, кВт, находим по формуле

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

где Q_{omax} – максимальный теплопоток (нагрузка) на отопление, определенная по (17), кВт;

Q_{hm} – средний теплопоток на ГВС, определенный по (14), кВт.

$$Q = 251067,6 + 52753 = 303820,6 \text{ Вт};$$

Теплонагрузка на отопление жилого дома в среднем режиме, кВт, находится по формуле

$$Q_{om} = Q_{omax} \cdot \frac{t_b - t_{cp}}{t_b - t_{po}}, \quad (17)$$

где Q_{omax} – тоже, что в (17), кВт;

t_e –

средняя t^0 внутреннего воздуха отапливаемых помещений жилого дома, равная 20 °C;

t_{cp} – средняя t^0 наружного воздуха в самый холодный месяц, определяем по [3], °C;

t_{po} – расчетная t^0 наружного воздуха для проектирования отопления, определяем по [3], $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{om} = 251067,6 \cdot \frac{20 - (-22)}{20 - (-46)} = 159770,3 \text{ Вт} = 159,77 \text{ кВт};$$

Единичная мощность тепла теплогенератора находится по формуле

$$Q_{\text{котла}} = Q_{om} + Q_{hm} \quad (18)$$

где Q_{om} - тепловая нагрузка на отопление здания в среднем режиме, определенная по (19), кВт;

Q_{hm} – средний тепловой поток на ГВС, определенный по (14), кВт.

$$Q_{\text{котла}} = 159770,3 + 52753 = 212523,3 \text{ Вт.}$$

Исходя из расчетов, марка теплогенератора на жидком топливе КВа-0,25 для автономной котельной была принята по [2].

1.14 Объемно-планировочные и конструктивные решения

При проектировании здания автономной котельной следует руководствоваться требованиями СНиП II-35-76, а также требованиям СНиП техническим зданиям и сооружениям, для теплоснабжения которых она необходима.

В автономной котельной рекомендуется использовать котлы полной заводской готовности. Целесообразна поставка укрупненных блоков оборудования и трубопроводов, стыкующихся на месте монтажа.

В автономной котельной с постоянным пребыванием обслуживающего персонала (котлы, работающие на твердом топливе) необходимо предусматривать клозет с умывальником, шкаф для хранения одежды и место для приема еды.

Минимальная высота помещений котельной от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) должна быть не менее 2,6 м.

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

В автономных котельных необходимо устанавливать следующие виды насосов:

- насосы первичного контура для подачи воды от котлов подогревателям ГВС;
- сетевые насосы систем отопления (насосы вторичного контура);

- сетевые насосы ГВС;
- циркуляционные насосы ГВС.

Число насосов любого назначения принимается не менее двух (один - рабочий, один – резервный). Для предотвращения циркуляции через резервный насос в обвязке насосов установлены обратные клапаны.

Производительность насосов первичного контура (котел - водонагреватель ГВС), м³/ч находится по формуле

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

где Q_{hmax} – максимальный теплопоток на ГВС, определенный по (11), кВт;

τ_1 – t⁰ греющей воды на выходе из котла, принимаем 100 °C;

τ_2 - t⁰ воды на входе в котел, равная 70 °C;

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

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 202,9}{(115 - 70) \cdot 4,187} = 3,876 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор насосов первичного контура, м, находится по формуле

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

где ΔP_k – гидравлическое сопротивление котла, кПа, из за отсутствия данных, принимаем 5 кПа;

ΔP_{ep} – потери давления в пластинчатом водоподогревателе ГВС по греющей воде, определенные в прил. А, кПа;

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

$$H_d = 0,1 \cdot (5 + 31,52 + 3 + 30) = 6,95 \text{ м};$$

По данным производительности и напора выбираем насос первичного контура марки – Grundfos ALPHA2 30-80 180:

G=6,2 м³/ч,

H=8 м,

P=0,5 кВт,

m=2,3 кг.

Производительность сетевых насосов отопления, м³/ч, находится по формуле

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

где Q_{omax} – максимальный теплопоток на отопление, определенный по (15), кВт;
 $t_1 - t^0$ воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной t^0 наружного воздуха для проектирования отопления, равная 95 °C;

$t_2 - t^0$ воды в обратном трубопроводе системы отопления, равная 70 °C;

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 251,1}{(95-70) \cdot 4,187} = 8,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

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

По данным производительности и принятого напора выбираем сетевой насос отопления марки – GRUNDFOS CR 45-1 A-R-A-E-HBQE:
 $G=16,4$ м³/ч,
 $H=19,1$ м,
 $P=5,5$ кВт,
 $m= 104$ кг.

Производительность сетевых насосов СГВ, м³/ч, находится по формуле

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

где Q_{hmax} – теплопоток на ГВС, определенный по (11), кВт;
 $t_h - t^0$ ГВ, идущая в СГВ здания, равная 60 °C;
 $t_c - t^0$ водопроводной воды, равная 5 °C;

$$G_{dh} = \frac{3,6 \cdot 202,9}{(55 - 5) \cdot 4,187} = 3,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор сетевых насосов ГВС, м, находится по формуле

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

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

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

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

ΔP_{vd} – потери давления в водомере, найдены по (14), кПа;

ΔP_{ok} – потери давления в обратном клапане, равные 5 кПа;

ΔP_{sv} – свободное давление вытекания, равное 50 кПа;

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

$$H_{dh} = 0,1 \cdot (290 + 26,35 + 264,2 + 2,6 + 5 + 50 + 30) - 60 = 6,8\text{м};$$

По данным производительности и напора выбираем сетевой насос марки – Grundfos ALPHA2 42-90 180:

$G=10,5 \text{ м}^3/\text{ч},$

$H=42 \text{ м},$

$P=0,5 \text{ кВт},$

$m=23 \text{ кг.}$

Производительность циркуляционных насосов ГВС, $\text{м}^3/\text{ч}$, находится по формуле

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

где G_{dh} – расход, найденный по (22), $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$G_u = 0,1 \cdot 3,5 = 0,35 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор циркуляционных насосов ГВС, м, находится по формуле

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

где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери давления при застарании циркуляционных труб накипью и шламом;

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

ΔP_{ok} – потери давления в обратном клапане, 0,005 МПа;

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

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

ΔP_h – потери давления по нагреваемой воде в пластинчатом подогревателе ГВС, МПа, которые находят по прил. Б;

$\sum_{i=1}^n \Delta P_i$ – потери напора в разводящих трубопроводах главной ветви (берем по табл. 3), МПа.

$$H_{\Pi} = [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 15328,7 + 10^2 \cdot 0,005] + \\ + \left[\frac{0,175}{1,479 + 0,175} \cdot (0,026 + 1,2 \cdot 0,266) \cdot 10^2 \right] = 6,0 \text{ м};$$

По данным производительности и напора выбираем циркуляционный насос ГВС марки – Grundfos ALPHA2 32-60 180:

$Q=3 \text{ м}^3/\text{ч},$

$H=8 \text{ м},$

$P=0,4 \text{ кВт},$

$m=2,1 \text{ кг}$

1.16 Водоподготовка

Водоподготовка автономной котельной должна обеспечивать работу генераторов тепла, теплоиспользующего оборудования и трубопроводов автономной с теплоснабжения без коррозионных повреждений и отложений накипи и шлама на внутренних поверхностях.

Качество и технология обработки воды для водогрейных котлов и систем теплоснабжения должна соответствовать требованиям ГОСТ 21563, а для СГВ – санитарным нормам.

Источником водоснабжения для автономной котельной следует использовать хозяйственный водопровод.

В случае невозможности первоначального и аварийного заполнения системы отопления и контуров циркуляции котлов химически обработанной водой или конденсатом для защиты оборудования и систем теплоснабжения от коррозии и отложений накипи необходимо вводить ингибиторы коррозии (комплексоны).

Показатели исходной питательной воды, когда рекомендуется применять магнитную обработку воды для СГВ приведены в СП 41-104-2000.

1.17 Технологические трубопроводы

Трубопроводы в автономной котельной необходимо принимать из стальных труб по СП 41-104-2000, там же приведены минимальные расстояния в свету от трубопроводов до строительных конструкций и до смежных труб.

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

Уклоны трубопроводов необходимо предусматривать в сторону дренажей не менее 0,002. Для компенсации температурных удлинений трубопроводов в автономных котельных рекомендуется использовать углы поворотов трубопроводов (самокомпенсация) или устанавливать сальниковые компенсаторы.

Соединение трубопроводов выполняют на сварке. На фланцах допускается присоединять трубопроводы к арматуре и оборудованию. Использование муфтовых соединений разрешается на трубопроводах воды с условным проходом не более 100 мм.

В пределах котельной используется запорная арматура из ковкого, высокопрочного и серого чугуна, из бронзы и латуни. На спускных дренажных линиях использовать арматуру из серого чугуна не разрешается.

На трубопроводах необходимо предусматривать установку штуцеров с запорной арматурой:

- в высших точках всех трубопроводов – условным диаметром не менее 15 мм для выпуска воздуха;

- в нижних точках всех трубопроводов - условным диаметром не менее 25 мм для спуска воды.

1.18 Топливоснабжение

Для встроенных и пристроенных автономных котельных на твердом или жидким топливе необходимо предусматривать склад топлива, находящийся за пределами котельной и отапливаемых жилых домов, вместимостью, найденной по суточному расходу топлива, исходя из условий хранения, не менее:

- твердого топлива - 7 суток,
- жидкого топлива - 5 суток.

Количество резервуаров жидкого топлива при этом не нормируется. Суточный расход топлива котельной определяется:

- для паровых котлов исходя из режима их работы при расчетной тепловой мощности;
- для водогрейных котлов исходя из работы в режиме тепловой нагрузки котельной при средней t^0 самого холодного месяца.

Для встроенных и пристроенных котельных вместимость расходного бака, устанавливаемого в помещении котельной, не должна превышать 0,8 м.

Для встроенных, пристроенных и крыщных котельных для жилых и общественных домов необходимо предусматривать подвод природного газа давлением до 5 кПа, для производственных зданий - в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.08](#). При этом открытые участки газопровода следует прокладывать по наружной стене здания по простенку шириной не менее 1,5 м.

На подводящем газопроводе котельной должны быть 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 отводе к каждому котлу или газогорелочному устройству.

Для отключения от рабочего газопровода котлов или участков газопроводов с неисправной газовой арматурой, которые эксплуатируются с утечками газа, после отключающей запорной арматуры в котельных необходимо предусматривать установку заглушек.

Внутренние диаметры газопроводов следует находить расчетом из условия обеспечения газоснабжения в часы максимального использования газа.

При гидравлическом расчете надземных и внутренних газопроводов необходимо принимать скорость движения газа не более 7 м/с для газопроводов низкого давления и 15 м/с для газопроводов среднего давления.

Вводы газопроводов необходимо предусматривать непосредственно в помещения, где установлены котлы, или в коридоры.

Вводы газопроводов в здания промышленных предприятий и другие здания производственного характера необходимо предусматривать непосредственно в помещение, где находятся котлы, или в смежное с ним помещение при условии соединения этих помещений открытым проемом. При этом воздухообмен в смежном помещении должен быть не меньше трехкратного в час.

Не разрешается прокладывать газопроводы в подвалах, лифтовых помещениях, вентиляционных камерах и шахтах, помещениях мусоросборников, трансформаторных подстанций, распределительных устройств, машинных отделениях, складских помещениях, помещениях,

относящихся по взрывной и взрывопожарной опасности к категориям Аи Б

1.19 Газопроводы

Газопроводы в автономной котельной, как правило, изготавливают на сварке. Разъемные (фланцевые и муфтовые) соединения необходимо применять в местах установки запорной арматуры и КИП. Через наружные стены газопроводы прокладывают в футлярах. Прокладку газопроводов в местах прохождения людей выполняют на высоте не менее 2,2 м. Запорная арматура и отключающие устройства должны быть предназначены для газовой среды

1.20 Тепловая изоляция

Для трубопроводов, оборудования, арматуры и фланцевых соединений предусматривается тепловая изоляция, обеспечивающая t^0 на поверхности теплоизоляционной конструкции для теплоносителей с t^0 выше 100 °C – не более 45 °C, а с t^0 ниже 100 °C не более 35 °C. Материалы теплоизоляции и покровного слоя в пристроенных автономных котельных должны быть негорючими (пенополиуретан не применяется).

В зависимости от назначения трубопроводов и параметров среды поверхность теплоизоляции трубопроводов должна быть окрашена в соответствующий цвет и иметь марковочные надписи в соответствии с требованиями ПБ 03-75 Госгортехнадзора России.

1.21 Аккумулирование

Использование аккумуляторов ГВ для систем горячего водоснабжения:

- снижает тепловую производительность подогревателей ГВС с величины максимального теплового потока на ГВС Q_{hmax} до величины среднего теплопотока на ГВС Q_{hm} ;
- выравнивает неравномерность суточного графика расхода тепла на ГВС;
- снижает недогрев ГВ в часы максимального водопотребления.

Бак – аккумулятор (А) устанавливается в автономной котельной между подающим трубопроводом СГВ (Т3) и холодным трубопроводом (В1).

Принцип работы бака-аккумулятора похож на мембранный заключается в вытеснении горячей воды из бака холодной водой с более высоким напором в часы максимального водопотребления (бак-аккумулятор разряжается) в систему ГВС, где падает давление из-за большого водоразбора воды; в часы отсутствия водоразбора (ночью) в СГВ повышается давление и бак-аккумулятор заполняется горячей водой от подогревателя ГВС, вытесняя

холодную воду (бак-аккумулятор заряжается).

Объем бака-аккумулятора определяется графическим методом.

1.21.1 Расчёт объёма бака-аккумулятора

Для составления полной картины фактического теплопотребления на ГВС по часам суток разрабатывается таблице 5, заполняя пробелы по ряду позиций периодов суток расчетными значениями.

Таблица 5 - Фактический расход тепла на ГВС по часам суток

| № периода | Периоды с одинаковыми расходами тепла | Число часов в периоде, n_i | Расход тепла на ГВС | | | Суммарные расходы тепла | |
|-----------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|---|-------------------------|---|
| | | | $Q_{\text{пр}}, \%$ | Q_i, kBt | $Q \text{ за период, kBt} \cdot \text{ч}$ | $\sum n_i, \text{ч}$ | $Q_{\Sigma}, \text{kBt} \cdot \text{ч}$ |
| 1 | 0-1 | 1 | 60 | 31,7 | 31,7 | 1 | 31,7 |
| 2 | 1-6 | 5 | 10 | 5,3 | 26,5 | 6 | 58,2 |
| 3 | 6-7 | 1 | 50 | 26,4 | 26,4 | 7 | 84,6 |
| 4 | 7-9 | 2 | 92,5 | 48,9 | 97,8 | 9 | 182,4 |
| 5 | 9-13 | 4 | 120 | 63,4 | 253,6 | 13 | 436 |
| 6 | 13-16 | 3 | 92,5 | 48,9 | 146,7 | 16 | 582,7 |
| 7 | 16-18 | 2 | 100 | 52,8 | 105,6 | 18 | 688,3 |
| 8 | 18-20 | 2 | 92,5 | 48,9 | 97,8 | 20 | 786,1 |
| 9 | 20-22 | 2 | 360 | 190,2 | 380,4 | 22 | 1166,5 |
| 10 | 22-23 | 1 | 92,5 | 48,9 | 48,9 | 23 | 1215,4 |
| 11 | 23-24 | 1 | 100 | 52,8 | 52,8 | 24 | 1268,2 |

Коэффициент часовой неравномерности теплорасхода ГВС следует находить по формуле

$$K_u = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T^h}, \quad (26)$$

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

Q_{h}^{h} – среднечасовой теплорасход на ГВС, Вт.

$$K_q = 2028569 / 52753,0 = 3,84$$

Теплорасход в 9-ом периоде суток, %, в таблице 1 находится по формуле

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

где K_q – коэффициент часовой неравномерности теплорасхода на ГВС, определенный по (1).

$$Q_{\text{пр}} = 3,84 * 100 = 384\%$$

Теплорасход в 4; 6; 8; 10-ом периодах суток, %, в таблице 1 находится по формуле

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

где n_i – число часов i -го периода по таблице 1, ч;

$Q_{\text{пр}}$ – теплорасход в i -ом периоде по таблице 1, %.

$$Q_{\text{пр}}^{\text{пробел}} = (2400 - (60 + 50 + 50 + 480 + 200 + 720 + 100)) / 8 = 92,5\%$$

Теплорасход в любом периоде суток, кВт, в таблице 1 находится по формуле

$$Q_i = \frac{Q_{\text{hr}}^h \cdot Q_{\text{пр}}}{K_q \cdot 100}, \quad (29)$$

где Q_{hr}^h – тоже, что в (1);

K_q – тоже, что в (2);

$Q_{\text{пр}}$ – тоже , что в(3).

$$Q_{4,6,8,10} = 202,9 * 92,5 / 3,84 / 100 = 48,9 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 202,9 * 60 / 3,84 / 100 = 31,7 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 202,9 * 10 / 3,84 / 100 = 5,3 \text{ кВт}$$

$$Q_3 = 202,9 * 50 / 3,84 / 100 = 26,4 \text{ кВт}$$

$$Q_5 = 202,9 * 120 / 3,84 / 100 = 63,4 \text{ кВт}$$

$$Q_7 = 202,9 * 100 / 3,84 / 100 = 52,8 \text{ кВт}$$

$$Q_9 = 202,9 * 360 / 3,84 / 100 = 190,2 \text{ кВт}$$

$$Q_{11} = 202,9 * 100 / 3,84 / 100 = 52,8 \text{ кВт}$$

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

Практическое использование интегрального графика теплорасхода на ГВС заключается в нахождении объема бака-аккумулятора и среднечасового теплорасхода ГВС.

Объем бака-аккумулятора V_a , м³, находится по формуле

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

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

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³;

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

$t_h - t^0$ воды, поступающая в систему ГВС, равная $60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 $t_c - t^0$ холодной водопроводной воды, равная $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$V_a = 1,1 * 250 * 3600 / 1000 / 4,187 / (60-5) = 4,3, \text{ м}^2$$

Графическим методом среднечасовой теплорасход на ГВС Q_{hm} , кВт, находится по формуле

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

где Q_{Σ} - теплорасход за сутки из табл. 1, кВт·ч.

$$Q_{hm} = 1268,2 / 24 = 52,84 \text{ кВт}$$

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

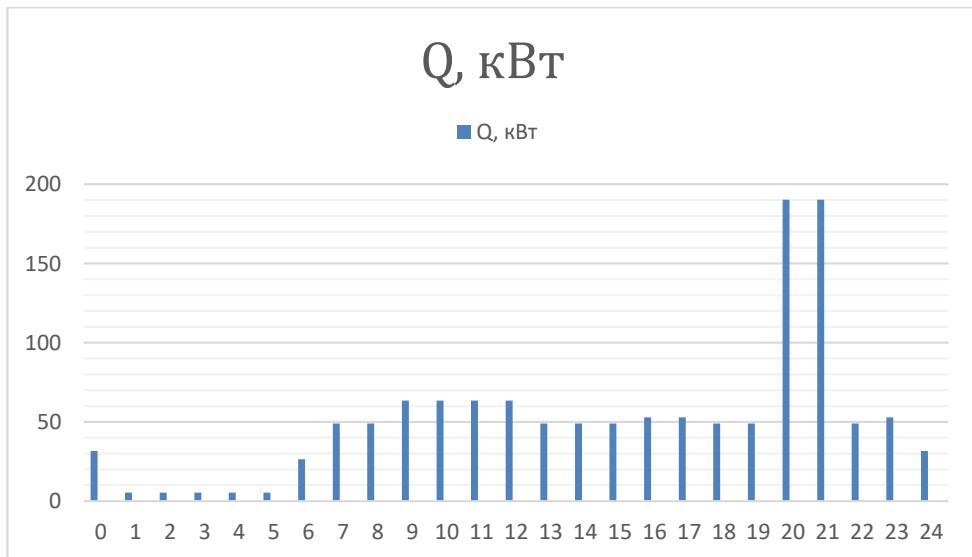


Рисунок 1 – Суточный график тепларасхода

Интегральный график теплорасхода на ГВС представлен на рисунке 2.

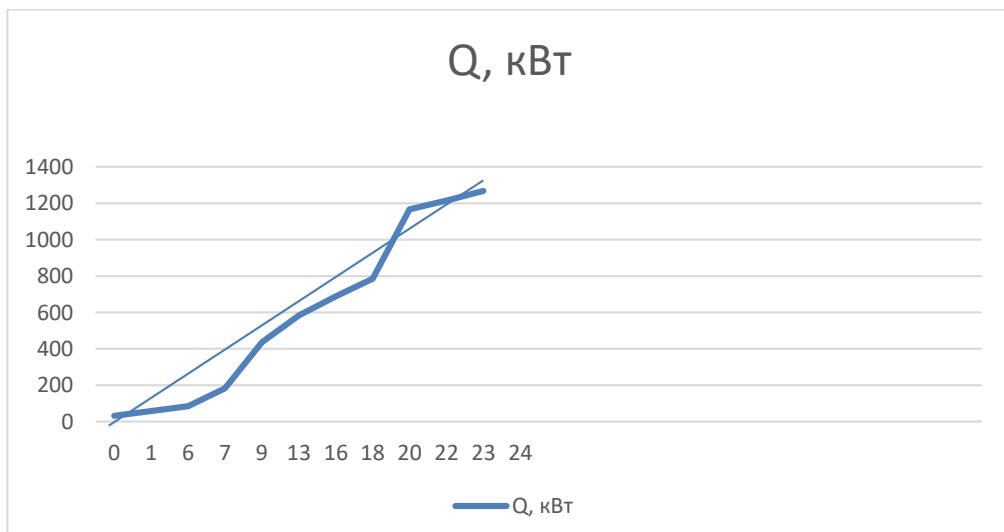


Рисунок 2 - Интегральный график теплорасхода

1.22 КИП и автоматика

Автоматическое регулирование автономных котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала должно предусматривать автоматическую работу основного и вспомогательного оборудования котельной в зависимости от заданных параметров работы и с учетом автоматизации теплоиспользующих установок.

В циркуляционных трубопроводах СГВ и передсетевыми насосами следует предусмотреть автоматическое поддерживание давления, а после подогревателя ГВС - автоматическое поддерживание температуры горячей воды.

В работе автономной котельной следует предусматривать регистрирующие приборы для измерения:

- температуру воды в подающем трубопроводе системы автономного теплоснабжения и ГВС и в каждом обратном трубопроводе системы теплоснабжения; - давление и температуру газа в общем газопроводе котельной;
- расход воды в каждом подающем трубопроводе автономной системы теплоснабжения и ГВС;
- расход циркуляционной воды ГВС;
- расход газа в общем газопроводе котельной (суммирующий);
- расход жидкого топлива в прямой и обратной магистрали (суммирующий).

Для насосных установок следует предусматривать показывающие приборы для измерения давления воды и твердого топлива во всасывающих патрубках (после запорной арматуры) и в напорных патрубках (до запорной арматуры) насосов.

В установках для нагрева воды и твердого топлива необходимо устанавливать показывающие приборы для измерения:

- температуры нагреваемой среды и греющей воды до и после каждого подогревателя;

2 Технология возведения инженерных систем

Для обеспечения индустриализации монтажных работ создают хорошо оснащенные производственно-комплектовочные базы монтажных управлений, предназначаемые для изготовления, сборки и автоматической сварки металлоконструкций, узлов трубопроводов и других монтажных заготовок, для сборки агрегированных блоков тепломеханического оборудования и для производства работ по ремонту и техническому обслуживанию монтажного оборудования.

Основные задачи организации монтажных работ — сокращение сроков монтажа и удешевление работ при высоком их качестве. Этого можно добиться на основе повышения производительности труда за счет инженерной подготовки производства, всемерной механизации и индустриализации монтажных работ, внедрения передовых методов монтажа.

Цель инженерной подготовки производства —обеспечение объектов до начала монтажных работ проектно-сметной и нормативной документацией, проектами производства работ, технологическим оборудованием, материалами, монтажными заготовками и механизмами, рабочей силой, а также создание соответствующей строительной готовности под монтаж. Для решения этих задач при монтажных управлении организуют участки подготовки производства, которые обычно состоят из технологической группы, группы инженерной комплектации объектов и группы инженерной подготовки производства.

При механизации монтажных работ сводится к минимуму ручной труд. Этого достигают оснащением монтажных организаций современными машинами, механизмами и приспособлениями (кранами, станками, механизированным инструментом и т.д.).

Эффективность монтажных работ зависит в значительной степени от уровня 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. В связи с тем, что на монтажные площадки оборудование и конструкции часто поступают отдельными сборочными единицами и деталями, до начала монтажа производят их укрупнительную сборку. 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 — основа для перехода на скоростной метод монтажа, который предусматривает строгое соблюдение графика, составленного для сборки монтажных блоков и установки их в проектное положение при совмещении производства этих работ.

При сооружении котельных и ТЭЦ с большим числом котлоагрегатов создаются условия для внедрения поточного метода монтажа, при котором каждая бригада или звено после окончания монтажа одного узла переходит на монтаж такого же узла на следующем котлоагрегате.

Поточно-совмещенный метод широко применяемый при строительстве котельных и ТЭЦ, заключается в ведении работ поточным методом с одновременным совмещением строительных и монтажных работ. Организация поточно-совмещенного монтажа требует точно разработанного и согласованного графика ведения как строительных, так и монтажных работ.

При комплектно-блочном методе монтажа основная часть работ, выполнявшихся ранее на монтажной площадке, перенесена в заводские условия. Монтаж котельных сводится к установке крупных транспортабельных блоков, в состав которых входят оборудование, трубопроводы, арматура, автоматика, электрическое оборудование и изоляция. Монтаж котельных таким методом позволяет значительно повысить производительность труда и сократить сроки строительства в два-три раза.

Организация строительно-монтажных работ, подготовка строительного производства, обеспечение технической документацией, материалами и оборудованием, должны вестись в соответствии со СНиП 3.01.01—85 «Организация строительного производства».

Работы по монтажу технологического оборудования и трубопроводов следует выполнять в соответствии со СНиП 3.05.05—84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы». Требования по организации работ в котельных изложены в ВСН 217—87 Минмонтажспецстроя СССР «Подготовка и организация строительно-монтажных работ при сооружении котельных», согласованные со всеми строительными ведомствами.

К началу работ по монтажу тепломеханического оборудования котельных должны быть выполнены следующие работы:

- подготовлены приобъектные склады и площадки для укрупнительной сборки оборудования;
- сооружены постоянные или временные подъездные пути, обеспечивающие подачу оборудования в монтажную зону и передвижение к ранов и других монтажных механизмов;
- подготовлены временные производственные и санитарно-бытовые здания и сооружения;
- проложены инженерные коммуникации и установлены устройства для подачи электроэнергии, воды и т. п.;
- смонтировано электрическое освещение зоны укрупнительной сборки и производства монтажных работ;
- выполнены для котельных с котлами паропроизводительностью до 25 т/с и теплопроизводительностью до 23 МВт в зданиях из сборного железобетона основные строительные работы по сооружению здания с кровлей, фундаменты под оборудование, а также основания под полы и каналы. Для монтажа оборудования должны быть оставлены монтажные проемы в соответствии с проектом производства работы (ППР).

При сооружении котельных с котлами паропроизводительностью 35...75 т/ч или теплопроизводительностью 35... 116 МВт строительная готовность устанавливается ППР в зависимости от типа котлов и компоновки котельной. Монтаж этих котлов выполняют до или одновременно с установкой несущих и ограждающих конструкций здания котельной, т. е. совмещенным способом.

При строительстве котельных блочно-комплектным методом в зданиях из легких металлоконструкций одновременно с монтажом здания устанавливают 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
РПЗ – расчетно-пояснительная записка.
ГВ – горячее водоснабжение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СНиП 2.04.01–85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Переизд. с изм. №1 и 2. - М.:Минстрой России, ГУП ЦПП, 1996.- 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 СНиП23–01–99. Строительная климатология. М., Госстрой России, 2000.
- 4 СП 41–104–2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения.
- 5 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>
- 6 В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский Автономное теплоснабжение: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.-152 с.
- 7 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет одноступенчатой параллельной схемы присоединения водоподогревателей ГВС

Исходные данные:

1. Температура теплоносителя (греющей воды) принята (при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -39^{\circ}\text{C}$):
 - в подающем трубопроводе $\tau_1 = 115^{\circ}\text{C}$;
 - в обратном $\tau_2 = 70^{\circ}\text{C}$.
2. Температура холодной водопроводной воды $t_c = 5^{\circ}\text{C}$.
3. Температура горячей воды, поступающей в СГВ $t_h = 60^{\circ}\text{C}$.
4. Расчетная тепловая производительность водоподогревателей, $Q_{sp\ h} = Q_{hm} = Q^h_T = 52753 \text{ Вт}$.
5. Плотность воды принимаем $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.
6. Максимальный расчетный секундный расход воды на ГВС $q^h = 1,479 \text{ л}/\text{с}$, по табл. 1.

Порядок расчета:

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

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \quad (32)$$

где Q_{hm} - расчетная тепловая производительность водоподогревателя, Вт;
 c – теплоемкость воды, равная $4,187 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot\text{град}$;
 τ_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, $^{\circ}\text{C}$;
 τ_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе, $^{\circ}\text{C}$.

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 52753}{4,187(115 - 70)} = 1007,9 \text{ кг}/\text{ч};$$

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

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c(t_h - t_c)}, \quad (33)$$

где t_h - температура горячей воды, поступающей в СГВ, $^{\circ}\text{C}$;
 t_c - температура холодной водопроводной воды, $^{\circ}\text{C}$.

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 52753}{4,187(60 - 5)} = 824,7 \text{ кг/ч};$$

Температурный напор водоподогревателя ГВС, °C, вычисляем по формуле

$$\Delta t = \frac{\Delta t_\delta - \Delta t_m}{2,31g \frac{\Delta t_\delta}{\Delta t_m}} = \frac{(\tau_2 - t_c) - (\tau_1 - t_h)}{2,31g \frac{\tau_2 - t_c}{\tau_1 - t_h}}, \quad (34)$$

$$\Delta t = \frac{(70 - 5) - (115 - 60)}{2,31g \frac{(70 - 5)}{(115 - 60)}} = 26 \text{ °C};$$

Необходимое сечение трубок водоподогревателя, м², при скорости воды в трубках $W_{mp} = 1 \text{ м/с}$ и $Q_{h\max} < 2 \text{ МВт}$ при одноточечной компоновке, вычисляем по формуле

$$f_{mp}^{ycl} = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot W_{mp} \cdot \rho}, \quad (35)$$

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

$$f_{mp}^{ycl} = \frac{824,7}{3600 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,0002 \text{ м}^2;$$

По полученной величине сечения трубок водоподогревателя подбираем тип секции водоподогревателя с характеристиками: $f_{mp} = 0,00062 \text{ м}^2$; $D_h = 57 \text{ мм}$; $f_{mmp} = 0,00116 \text{ м}^2$; $d_{ек} = 0,012 \text{ м}$; $f_{cek} = 0,65 \text{ м}^2$; $d_{bh} = 0,014 \text{ м}$.

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

$$W_{mp} = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot f_{mp} \cdot \rho}, \quad (36)$$

где f_{mp} - сечение трубок водоподогревателя, м².

$$W_{mp} = \frac{824,7}{3600 \cdot 0,00062 \cdot 1000} = 0,37 \text{ м/с};$$

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

$$W_{mmp} = \frac{G_d}{3600 \cdot f_{mmp} \cdot \rho}, \quad (37)$$

где f_{mmp} - сечение межтрубного пространства водоподогревателя, м^2 ;

G_d - расчетный расход греющей воды, кг/ч.

$$W_{mmp} = \frac{1007,9}{3600 \cdot 0,00116 \cdot 1000} = 0,241 \text{ м/с};$$

Средняя температура греющей воды, $^{\circ}\text{C}$, вычисляем по формуле

$$t_{cp}^{ep} = \frac{t_{ex}^{ep} + t_{вых}^{ep}}{2} = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}, \quad (38)$$

$$t_{cp}^{ep} = \frac{115 + 70}{2} = 92,5 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

Средняя температура нагреваемой воды, $^{\circ}\text{C}$, вычисляем по формуле

$$t_{cp}^h = \frac{t_{ex}^h + t_{вых}^h}{2} = \frac{t_c + t_h}{2}, \quad (39)$$

$$t_{cp}^h = \frac{5 + 60}{2} = 32,5;$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$, вычисляем по формуле

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot \left[1210 + 18 \cdot t_{cp}^{ep} - 0,038(t_{cp}^{ep})^2 \right] \cdot \frac{W_{mmp}^{0,8}}{d_{екб}^{0,2}}, \quad (40)$$

где t_{cp}^{ep} - средняя температура греющей воды, $^{\circ}\text{C}$.

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 92,5 - 0,038(92,5)^2] \cdot \frac{0,241^{0,8}}{0,0129^{0,2}} = 2264,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплоотдачи от стенок трубок к нагреваемой воде, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, вычисляем по формуле

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot t_{cp}^h - 0,038(t_{cp}^h)^2] \cdot \frac{W_{mp}^{0,8}}{d_{bh}^{0,2}}, \quad (41)$$

где t_{cp}^h - средняя температура нагреваемой воды, $^\circ\text{C}$.

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 32,5 - 0,038(32,5)^2] \cdot \frac{0,37^{0,8}}{0,014^{0,2}} = 2155,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, при $\beta = 0,9$; $\psi = 1,2$;
 $\lambda_{cm} = 105 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$, вычисляем по формуле

$$K = \frac{\psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (42)$$

$$K = \frac{1,2 \cdot 0,9}{\frac{1}{2264,6} + \frac{1}{2155,5} + \frac{0,001}{105}} = 1180,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

Требуемая поверхность нагрева, м^2 , вычисляем по формуле

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (43)$$

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

Δt_{cp} - температурный напор водоподогревателя ГВС, $^\circ\text{C}$.

$$F_{mp} = \frac{52753}{1180,3 \cdot 26} = 1,7 \text{ м}^2;$$

Число секций водоподогревателя ГВС вычисляем по формуле

$$n = \frac{F_{mp}}{f_{cek}}, \quad (44)$$

$$n = \frac{1,7}{0,37} = 5 \text{ шт};$$

Принимаем три секции, действительная поверхность нагрева:
 $F_{mp} = 0,37 \times 5 = 1,9 \text{ м}^2$.

В результате расчета получилось 3 секции в подогревателе с поверхностью нагрева $1,9 \text{ м}^2$.

Потери давления в водоподогревателях (3 последовательные секции длиной 2 м) для воды, проходящей в трубках с учетом $\varphi = 2$:

$$\Delta P_h = \varphi \cdot 5 \left(\frac{g^h}{f_{mp} \cdot \rho} \right)^2 \cdot (n_I), \quad (45)$$

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

$$\Delta P_h = 2 \cdot 5 \left(\frac{1,479}{0,00062 \cdot 1000} \right)^2 \cdot 5 = 284,5 \text{ кПа};$$

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

$$\Delta P_{gp} = B \cdot W_{mp}^2 \cdot n, \quad (46)$$

$$\Delta P_{gp} = 25 \cdot 0,241^2 \cdot 5 = 7,3 \text{ кПа}.$$

Принимаем обозначение данного рассчитанного теплообменника

$57 \times 2 - 1,0 - РГ - 3 - УЗ ГОСТ 27590-88$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Тепловой и гидравлический расчет пластинчатого водоподогревателя ГВС

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

Расчет:

1. Проверяем соотношение ходов в теплообменнике, принимая предварительно потери давления по нагреваемой воде $\Delta P_h = 689,7$ кПа, по греющей воде $\Delta P_{ep} = 24,8$ кПа.

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_{hm}}{G_d^{spI}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{ep}}{\Delta P_h} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - t_{cp}^h}{1000 - t_{cp}^{ep}}, \quad (47)$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{824,7}{1007,9} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{7,3}{284,5} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 32,5}{1000 - 92,5} = 0,25$$

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

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

$$m_h = \frac{G_{hm}}{W_{onm} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (48)$$

$$m_{ep} = \frac{G_d}{W_{onm} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (49)$$

$$m_h = \frac{824,7}{0,4 \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,521;$$

$$m_{ep} = \frac{1007,9}{0,4 \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,636$$

3. Общее живое сечение каналов в пакете по ходу нагреваемой и греющей воды (m_h принимаем равным 1, $m_{rp}=1$)

$$f_h = m_h \cdot f_k, \quad (50)$$

$$f_{ep} = m_{ep} \cdot f_k, \quad (51)$$

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

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

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

$$W_{ep} = \frac{G_d}{3600 \cdot \rho \cdot f_{ep}}, \quad (52)$$

$$W_h = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot \rho \cdot f_h}, \quad (53)$$

$$W_{ep} = \frac{1007,9}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,25 \text{ м/с},$$

$$W_h = \frac{824,7}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,21 \text{ м/с};$$

5. Получаем коэффициент теплоотдачи, Вт/м² · °C, от греющей воды к стенке пластины при $A = 0,368$:

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot A \cdot \left[23000 + 283t_{cp}^{ep} - 0,63(t_{cp}^{ep})^2 \right] \cdot W_{ep}^{0,73}, \quad (54)$$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot \left[23000 + 283 \times 92,5 - 0,63(92,5)^2 \right] \cdot 0,25^{0,73} = 6884 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

6. Коэффициент тепловосприятия от стенки пластины к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot A \cdot \left[23000 + 283t_{cp}^h - 0,63(t_{cp}^h)^2 \right] \cdot W_h^{0,73}, \quad (55)$$

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot \left[23000 + 283 \times 32,5 - 0,63(32,5)^2 \right] \cdot 0,21^{0,73} = 4281,8 \text{ Bt/m}^2 \cdot \text{C};$$

7. Коэффициент теплопередачи, $\text{Bt/m}^2 \text{C}$, при $\beta = 0,8$:

$$K = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (56)$$

$$K = \frac{0,8}{\frac{1}{6884} + \frac{1}{4281,8} + \frac{0,001}{16}} = 1812,8 \text{ Bt/m}^2 \text{C};$$

8. Требуемая поверхность нагрева, m^2 , водоподогревателя ГВС:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (57)$$

$$F_{mp} = \frac{52753}{1812,8 \cdot 26} = 1,12 \text{ m}^2;$$

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

$$X_{ep} = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_{ep} \cdot f_{nl}}, \quad (58)$$

$$X_h = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_h \cdot f_{nl}}, \quad (59)$$

$$X_{ep} = \frac{1,12 + 0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 2,37,$$

$$X_h = \frac{1,12 + 0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 2,37;$$

Принимаем по греющей воде $X_{ep} = 3$, по нагреваемой воде $X_h = 3$.

10. Действительная поверхность нагрева, м², подогревателя ГВС:

$$F = (2 \cdot m_{ep} \cdot X_{ep} - 1) \cdot f_{nl}, \quad (60)$$

$$F = (2 \cdot 2 \cdot 3 - 1) \cdot 0,3 = 1,5 \text{ м}^2;$$

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

$$\Delta P_{ep} = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^{ep}) \cdot W_{ep}^{1,75} \cdot X_{ep}, \quad (61)$$

$$\Delta P_n = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^n) \cdot W_n^{1,75} \cdot X_n, \quad (62)$$

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.

$$\Delta P_{ep} = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 92,5) \cdot 0,25^{1,75} \cdot 2 = 31,52 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_n = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 32,5) \cdot 0,21^{1,75} \cdot 2 = 26,35 \text{ кПа}.$$

В результате расчета в качестве подогревателя ГВС принимаем теплообменник разборной конструкции с пластинами типа 0,3р, толщиной 1 мм, из стали 12x18H10T, на консольной раме, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326-Г (ТУ 38-1051023-89). Поверхность нагрева 2,1 м².

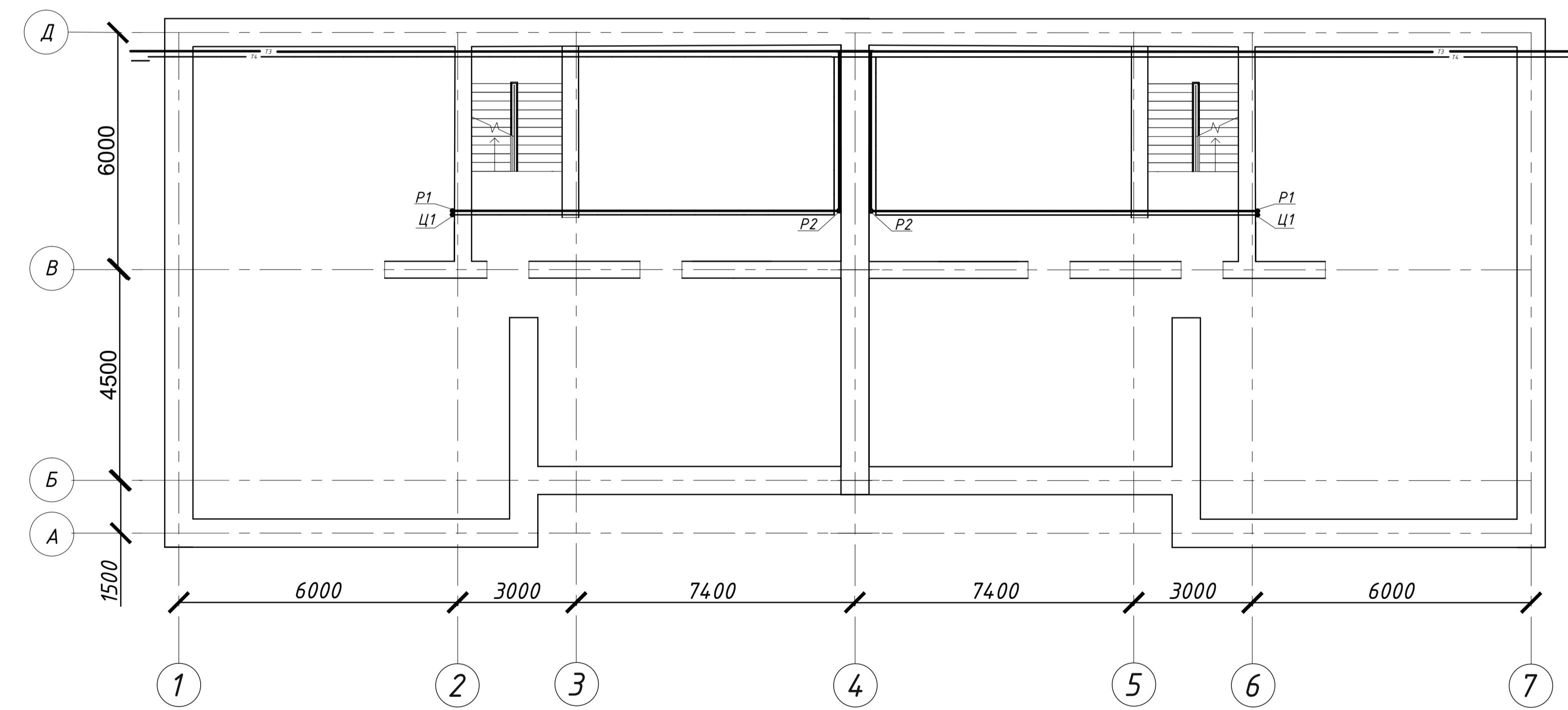
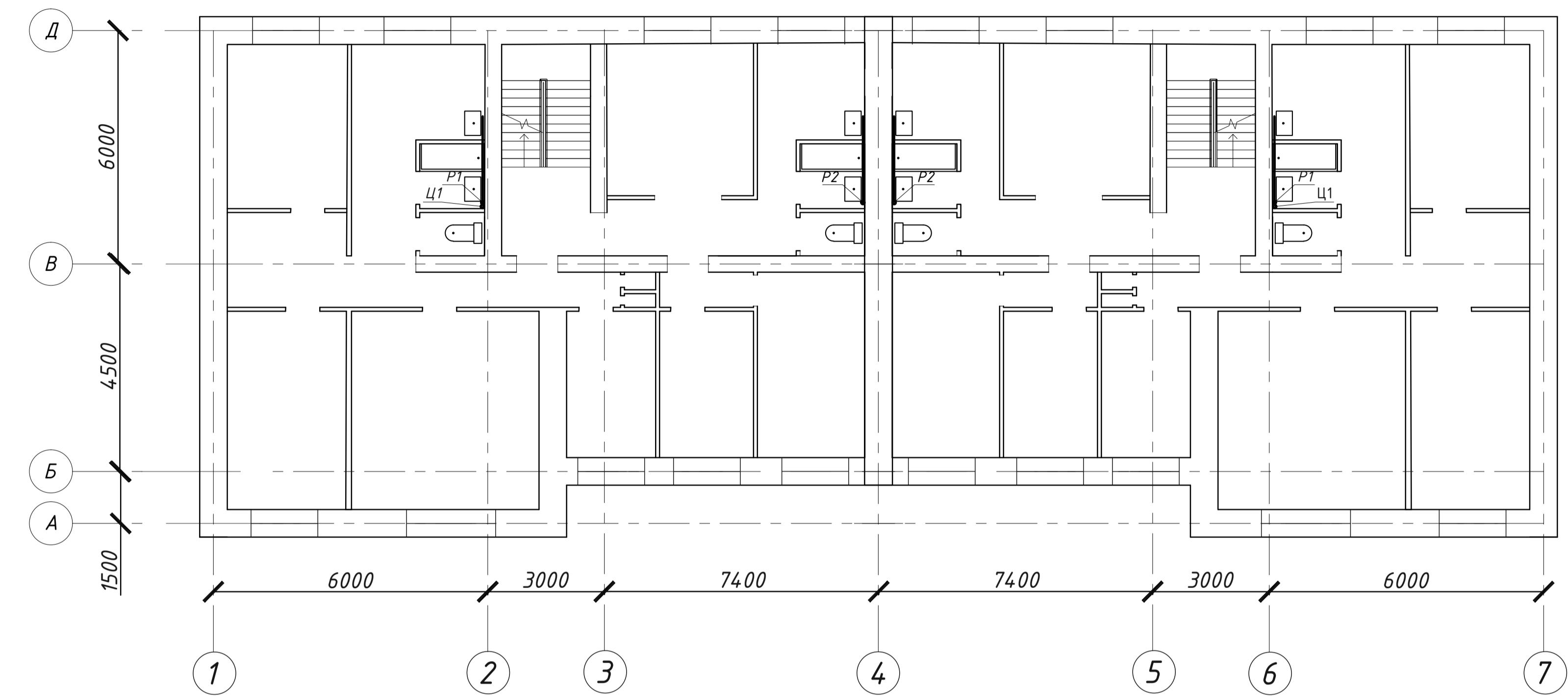
Условное обозначение теплообменника:

$$P\ 0,3p - 1 - 1,5 - 1k - 01 - 11\ Cx = \frac{3}{3}$$

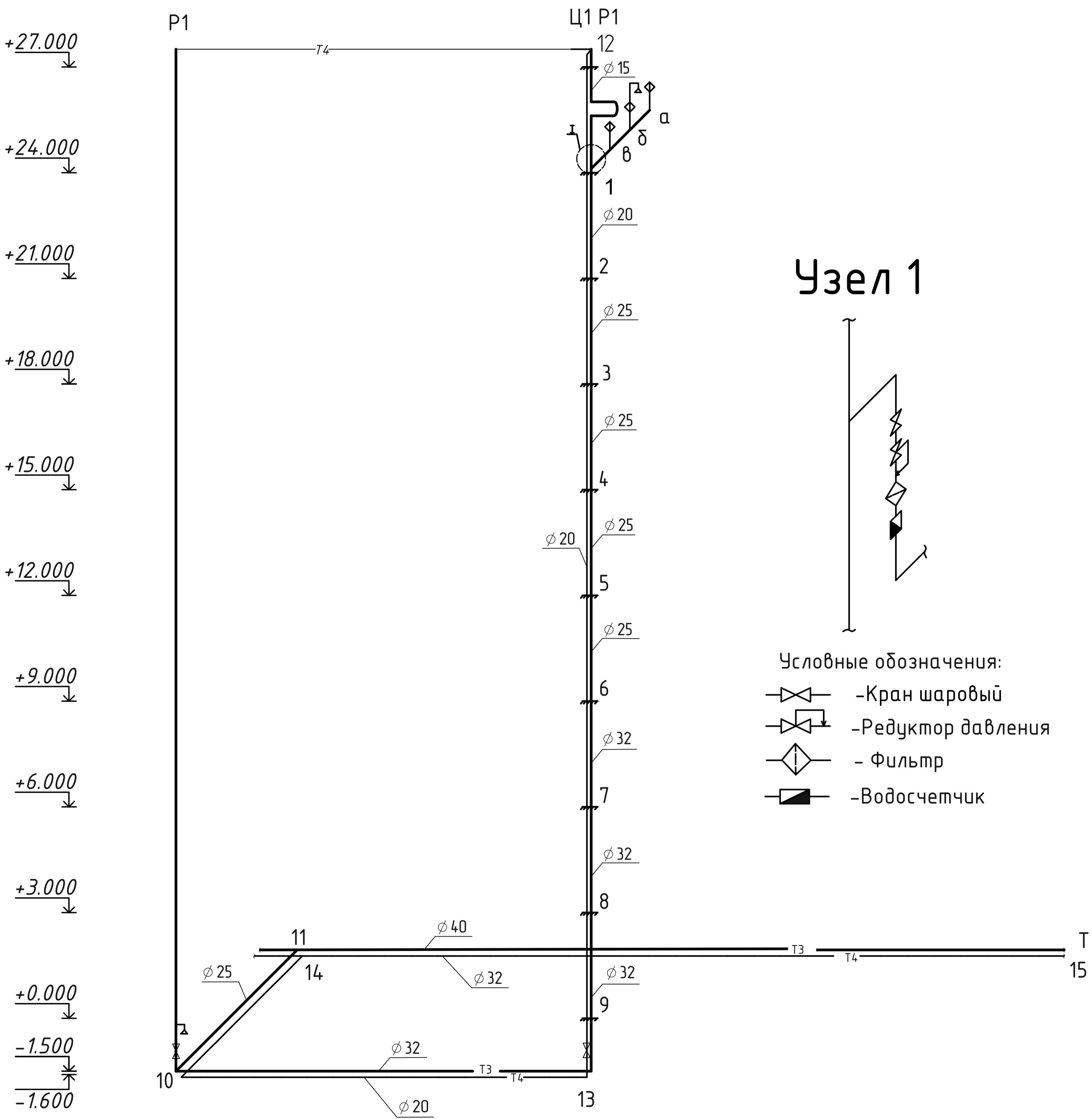
Сравнение пластинчатых теплообменников с кожухотрубчатыми.

Коэффициент теплопередачи в пластинчатых теплообменниках в 3–4 раза больше, чем в кожухотрубных, благодаря специальному гофрированному профилю проточной части пластины, обеспечивающему высокую степень турбулизации потоков теплоносителей. Соответственно, площадь теплопередающей поверхности теплообменников в 3–4 раза меньше, чем кожухотрубных. Высокая ремонтопригодность: в отличие от кожухотрубных они легко разбираются и быстро чистятся. Гибкость: в случае необходимости площадь поверхности теплообмена в пластинчатом теплообменнике может быть легко уменьшена или увеличена простым добавлением или убавлением пластин при необходимости.

План типового этажа и подвала М 1:100

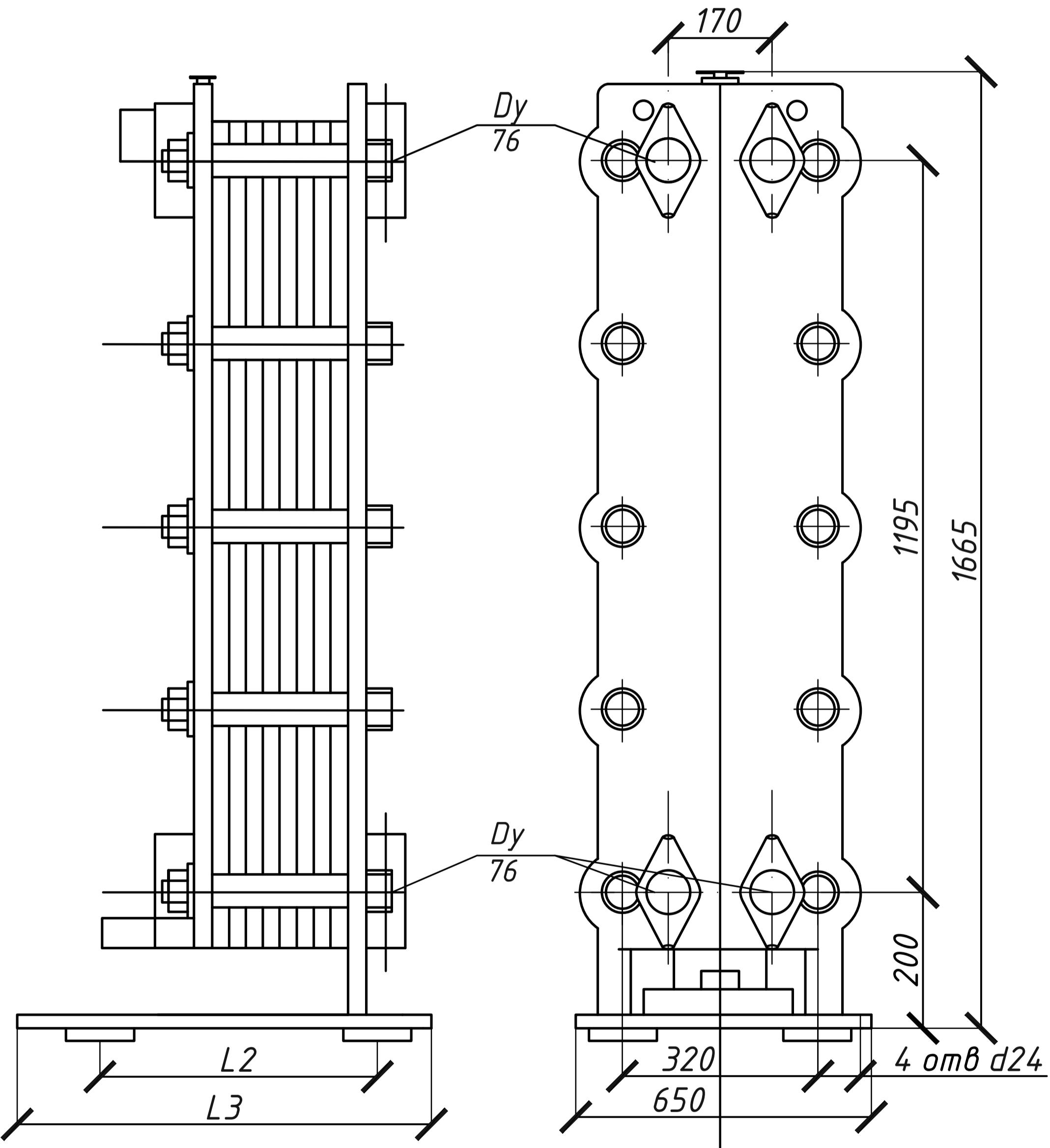


Аксонометрическая схема системы ГВС



Примечание: Трубопроводы Т3 и Т4 за исключением полотенцесушителей теплоизолировать.

Пластинчатый подогреватель
ГВС на консольной раме
Р 0,3р-1-1,5-1к-01-11 Сх= $\frac{3}{3}$

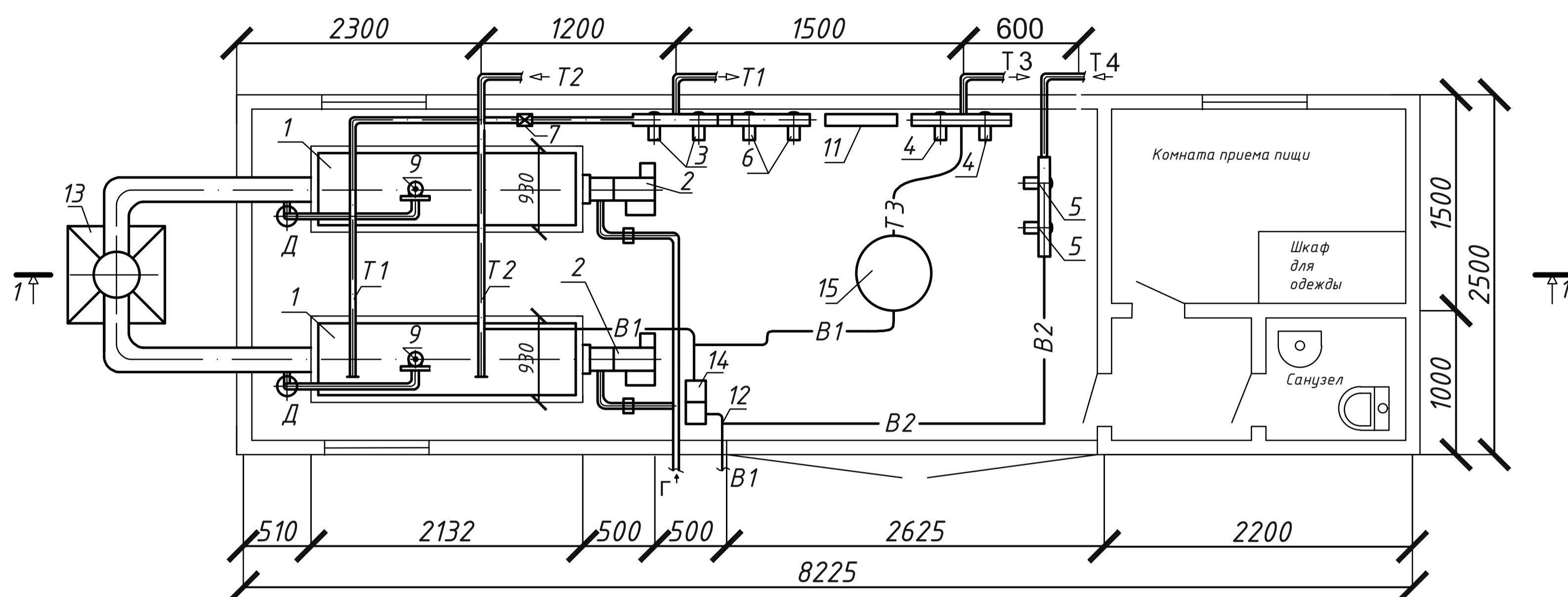


| БР-08.03.01.05-2019-ТС | |
|---|--------------------|
| Сибирский федеральный университет | |
| Инженерно-строительный институт | |
| Разраб. Кулаков | подпись Дата |
| Консул. Целищев | |
| Руковод. Целищев | |
| Н.контр. | |
| Зав. каф. Матюшенко | |
| Атомное теплоснабжение жилого многоэтажного здания в пригороде г. Красноярска | Стадия Лист Листов |
| | У 2 5 |
| Аксонометрическая схема системы ГВС, пластинчатый подогреватель | ИСЗ и С |

Условные обозначения

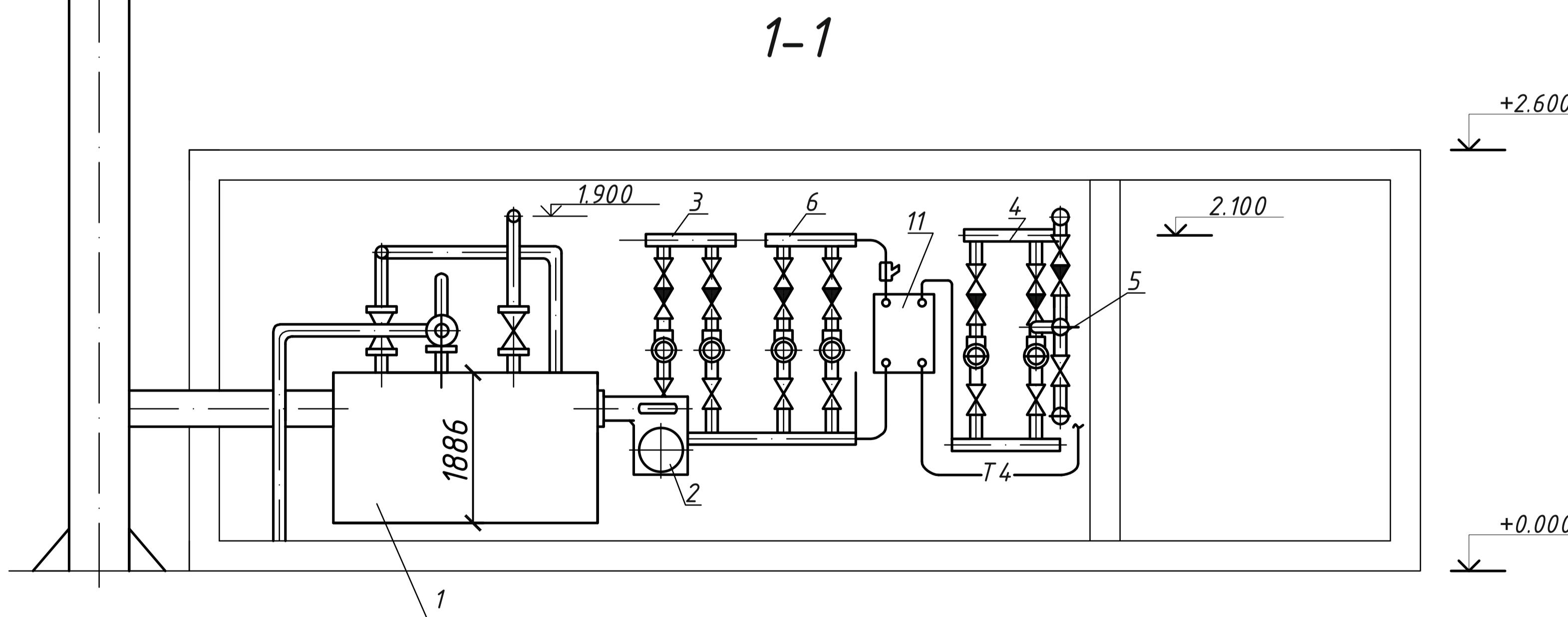
| Обозначения | Наименование |
|-------------|--|
| — T1 — | Подающий трубопровод в систему отопления |
| — T2 — | Обратный трубопровод из сист. отопления |
| — T3 — | Подающий трубопровод в СГВ |
| — T4 — | Циркуляционный трубопровод СГВ |
| — B1 — | Водопроводная вода |
| — B2 — | Вода после химвоздоочистки |
| — Г — | Ввод газа (мазута) |
| — Д — | Дренажный трубопровод |
| ДК | Дренажный колодец |
| — К — | Клапан запорный |
| — К — | Клапан обратный |
| — К — | Клапан предохранительный |
| — К — | Клапан регулирующий |
| — Н — | Насос |
| — С — | Водосчетчик |
| — Т — | Теплосчетчик |
| — В — | Водонагреватель ГВС пластинчатый |
| — С — | Смеситель для душа |
| — С — | Смеситель для мойки или раковины |
| — П — | Полотесушитель |
| — В — | Воздушник |
| — О — | Отопительный прибор |
| — Ф — | Фильтр сетчатый |

План пристроенной котельной



Экспликация оборудования

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



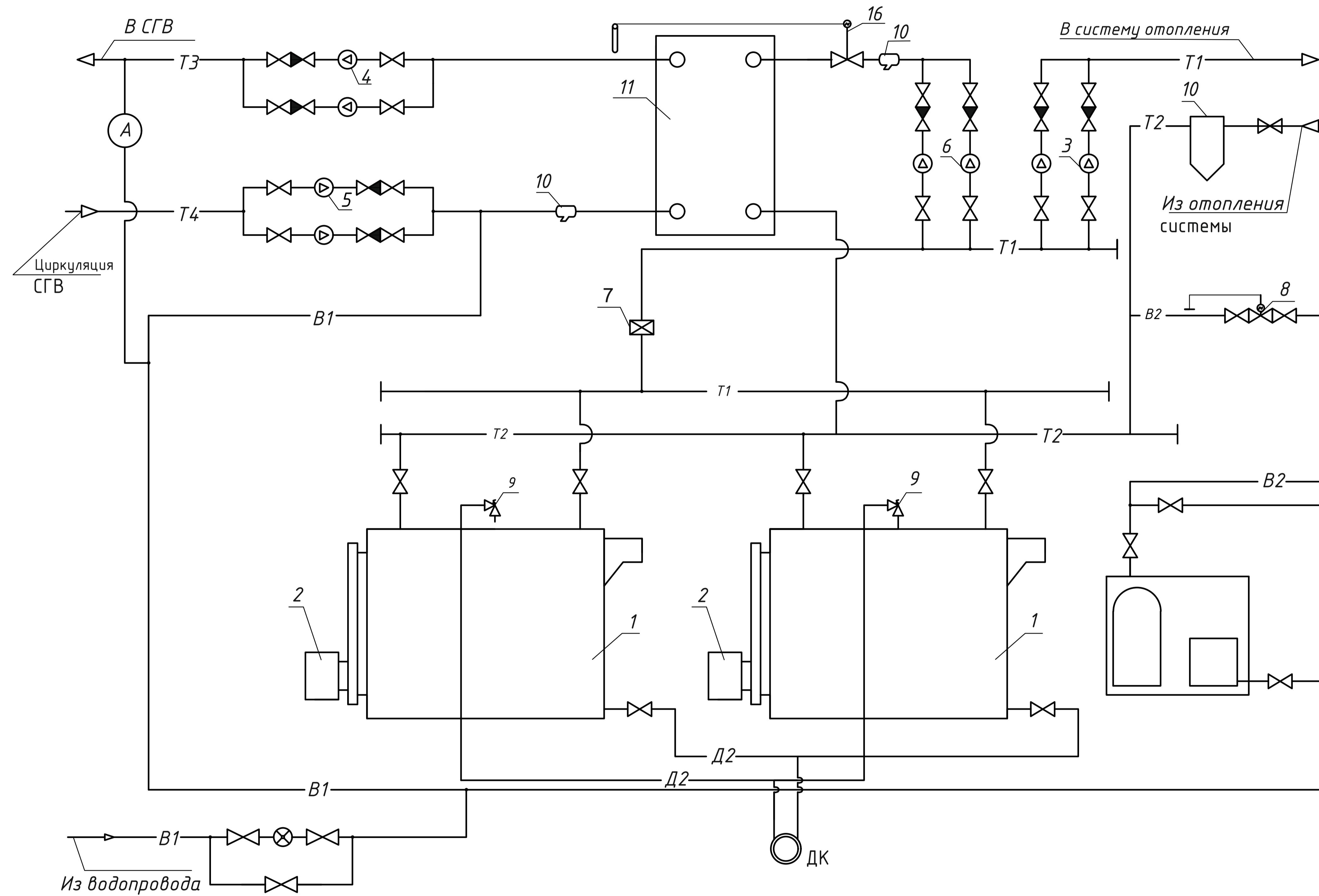
Согласовано

Инв. № Год. и дата Взам. инв. №

| БР-08.03.01.05-2019-ТС | | Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт | | |
|--|-----------|--|------|--------|
| подпись | | Дата | | |
| Разраб. | Кулаков | | | |
| Консул. | Целищев | | | |
| Руковод. | Целищев | | | |
| Н.контр. | | | | |
| Зав. каф. | Матюшенко | | | |
| Автономное теплоснабжение жилого многоэтажного здания в пригороде г. Красноярска | | Стадия | Лист | Листов |
| План пристроенной автономной котельной | | У | 3 | 5 |

ИСЗ и С

Тепловая схема пристроенной котельной

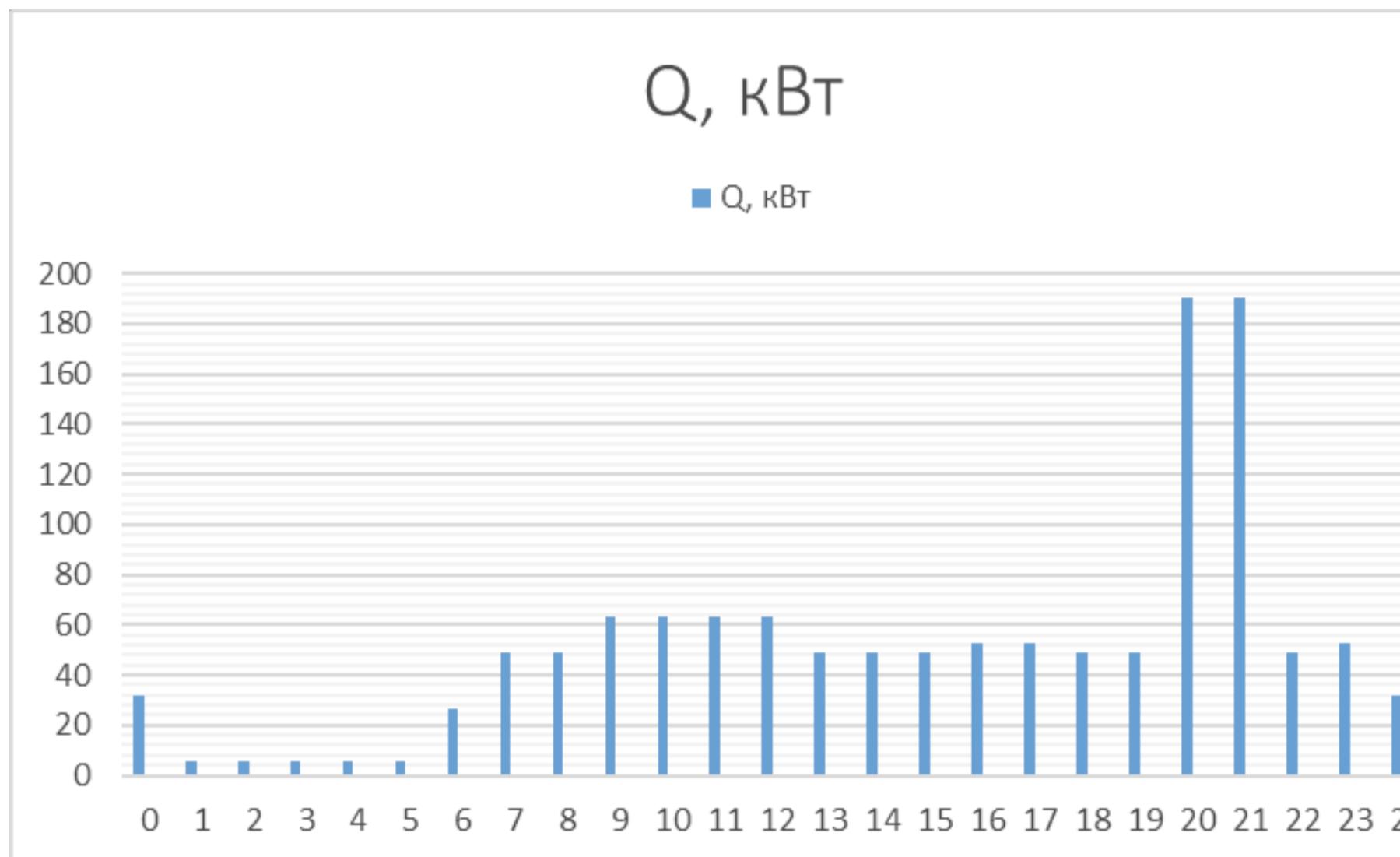


| <i>№</i> | <i>Наименование</i> |
|----------|--------------------------------------|
| 1 | <i>Котел водогрейный</i> |
| 2 | <i>Горелка (форсунка)</i> |
| 3 | <i>Насос сетевой</i> |
| 4 | <i>Насос подающий СГВ</i> |
| 5 | <i>Насос циркуляционный СГВ</i> |
| 6 | <i>Насос котел - водонагреватель</i> |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

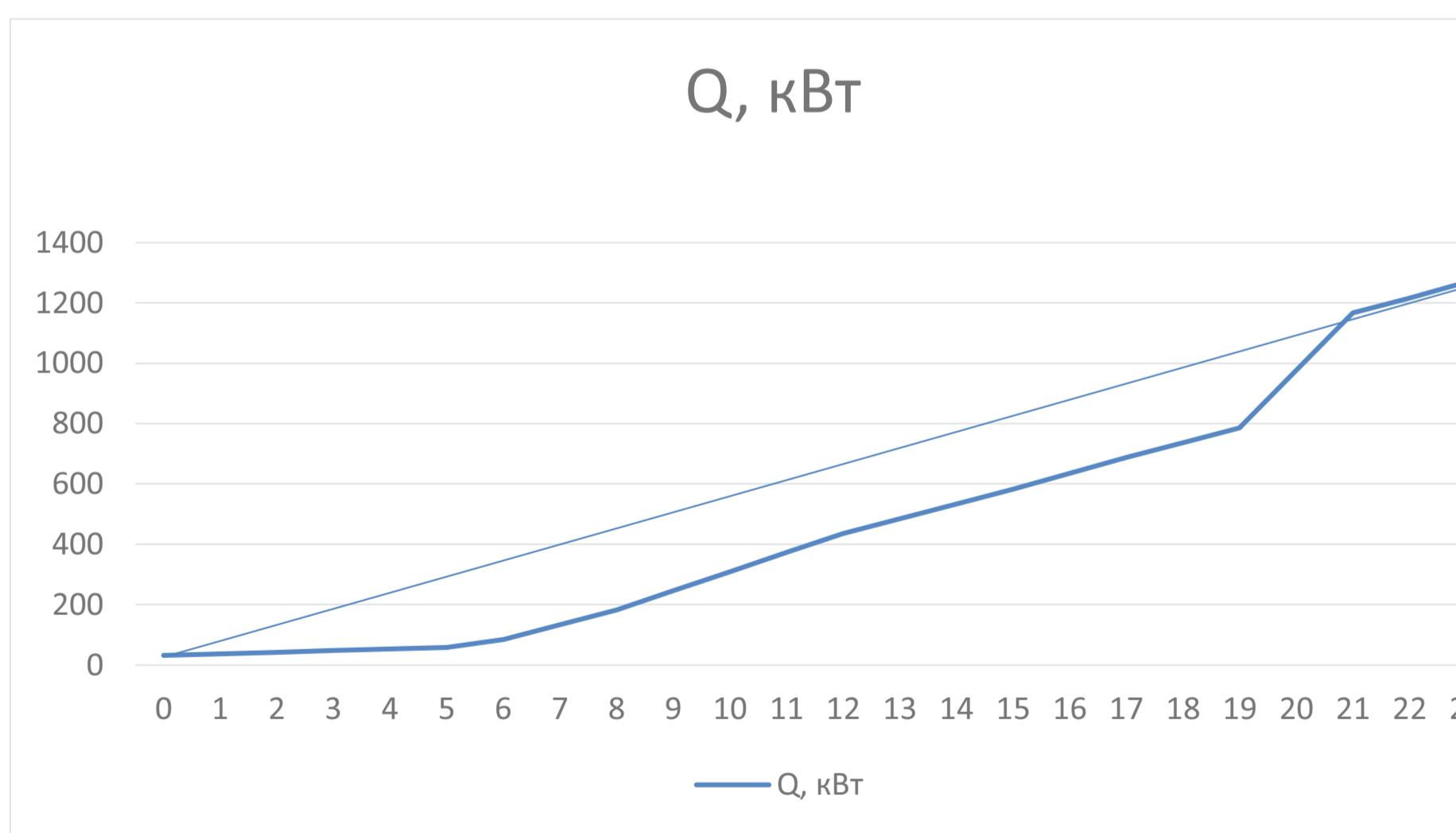
Таблица - Фактический расход тепла на ГВС по часам суток

| № peri- ода | Периоды с одинаковыми расходами тепла | Число часов в периоде, n_i | Расход тепла на ГВС | | | Суммарные расходы тепла | |
|-------------------|--|---------------------------------------|------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | $Q_{\text{пр}}$, % | Q_i , кВт | Q за период, кВт·ч | $\sum n_i$, ч | Q_{Σ} , кВт·ч |
| 1 | 0-1 | 1 | 60 | 31,7 | 31,7 | 1 | 31,7 |
| 2 | 1-6 | 5 | 10 | 5,3 | 26,5 | 6 | 58,2 |
| 3 | 6-7 | 1 | 50 | 26,4 | 26,4 | 7 | 84,6 |
| 4 | 7-9 | 2 | 92,5 | 48,9 | 97,8 | 9 | 182,4 |
| 5 | 9-13 | 4 | 120 | 63,4 | 253,6 | 13 | 436 |
| 6 | 13-16 | 3 | 92,5 | 48,9 | 146,7 | 16 | 582,7 |
| 7 | 16-18 | 2 | 100 | 52,8 | 105,6 | 18 | 688,3 |
| 8 | 18-20 | 2 | 92,5 | 48,9 | 97,8 | 20 | 786,1 |
| 9 | 20-22 | 2 | 360 | 190,2 | 380,4 | 22 | 1166,5 |
| 10 | 22-23 | 1 | 92,5 | 48,9 | 48,9 | 23 | 1215,4 |
| 11 | 23-24 | 1 | 100 | 52,8 | 52,8 | 24 | 12682 |

Суточный график расхода тепла



Интегральный график расхода тепла на ГВ



Коэффициент часовой неравномерности расхода тепла на ГВС

$$K_q = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T^h}$$

Объем бака-аккумулятора V_a , м²

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

$$V = a1,1 * 250 * 3600 / 1000 / 4,187 / (60 - 5) = 4,3, \text{ m}^2$$

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

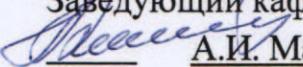
$$Q_{hm} = \frac{Q_\Sigma}{24}$$

где Q_{Σ} - расход тепла за сутки из табл. 1, кВт·ч.

$$Q_{hm} = 1268,2 / 24 = 52,84 \text{ kBt}$$

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|--|
| Согласовано | | | |
| Инв. № подл. | Погр. и гама | Взам. инв. № | |

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

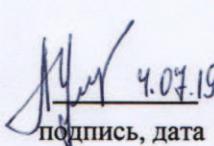
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« 4 » 07 2019 г.

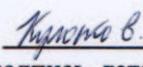
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

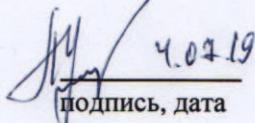
08.03.01 «Строительство»

код и наименование специализации

Автономное теплоснабжение жилого здания в пригороде г. Красноярска
тема

Руководитель  4.07.19 ст. преподаватель
подпись, дата должность, ученая степень А.В. Целищев
инициалы, фамилия

Выпускник  Кулаков А.
подпись, дата А.С. Кулаков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  4.07.19
подпись, дата А.В. Целищев
инициалы, фамилия

Красноярск 2019