



Муниципальное образование город Иваново

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Г. ИВАНОВО
НА ПЕРИОД ДО 2035 ГОДА
(актуализация на 2026 г.)**

Том 2. Обосновывающие материалы

**Глава 9. Предложения по переводу открытых систем
теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков
таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения**

ШИФР 002.37.1.СТ-ОМ.009.000

Москва, 2025 г.

Состав документов

Наименование документа	ШИФР
Схема теплоснабжения МО г. Иваново на период до 2035 года. Том 1. Утверждаемая часть	002.37.1.СТ-УЧ.001.00
Схема теплоснабжения МО г. Иваново на период до 2035 года. Том 2. Обосновывающие материалы	
Глава 1. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 1-4)	002.37.1.СТ-ОМ.001.01
Глава 1. Книга 2. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 5-7)	002.37.1.СТ-ОМ.001.02
Глава 1. Книга 3. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 8-13)	002.37.1.СТ-ОМ.001.03
Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.002.00
Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.003.00
Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	002.37.1.СТ-ОМ.004.00
Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.005.00
Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	002.37.1.СТ-ОМ.006.00
Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии	002.37.1.СТ-ОМ.007.00
Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей	002.37.1.СТ-ОМ.008.00
Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.009.00
Глава 10. Перспективные топливные балансы	002.37.1.СТ-ОМ.010.00
Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.011.00
Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию	002.37.1.СТ-ОМ.012.00
Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.013.00
Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия	002.37.1.СТ-ОМ.014.00
Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций	002.37.1.СТ-ОМ.015.00
Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.016.00
Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.017.00

Наименование документа	ШИФР
Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.018.00
Глава 19. Оценка экологической безопасности теплоснабжения	002.37.1.СТ-ОМ.019.00

Оглавление

1 Общие положения. Описание изменений, произошедших за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения.....	8
2 Техничко-экономическое обоснование предложений по типам присоединений теплопотребляющих установок потребителей (или присоединений абонентских вводов) к тепловым сетям, обеспечивающим перевод потребителей, подключенных к открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельным участкам такой системы, на закрытую систему горячего водоснабжения	10
2.1 Типы теплообменных аппаратов и особенности их выбора и эксплуатации	10
2.1.1 Пластинчатые разборные теплообменные аппараты.....	11
2.1.2 Пластинчатые паяные теплообменные аппараты	13
2.1.3 Пластинчатый моноблок: плюсы и минусы	15
2.1.4 Определение запаса теплообменной поверхности и продолжительности межпромывочного периода пластинчатого водонагревателя для ГВС	18
2.1.5 Кожухотрубные подогреватели	19
2.1.6 Теплообменные аппараты типа ТТАИ и специфические особенности индивидуальных тепловых пунктов созданных на их основе ..	25
2.1.7 Винтовые подогреватели	27
2.1.8 Сравнение пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов	29
2.1.9 Общие выводы по разделу	38
2.2 Техническая целесообразность комплексной реконструкции ИТП с переводом потребителей на независимую схему	39
2.3 Предложения по реконструкции тепловых сетей для обеспечения передачи тепловой энергии при переходе от открытой системы горячего водоснабжения к закрытой	41
3 Обоснование и пересмотр графика температур теплоносителя и его расхода в открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения)	42
4 Предложения по реконструкции тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения (горячего водоснабжения), на отдельных участках таких систем, обеспечивающих передачу тепловой энергии к потребителям	53

5	Расчет потребности инвестиций для перевода открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения	55
6	Оценка экономической эффективности мероприятий по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения	68
7	Оценка целевых показателей эффективности и качества теплоснабжения в открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения) и закрытой системе горячего водоснабжения.....	72

Перечень рисунков

Рис. 2.1. Моноблок для двухступенчатой системы ГВС	17
Рис. 2.2. Эскиз конструкции ТА.....	21
Рис. 2.3. Элементы схемы ИТП на базе кожухотрубных теплообменных аппаратов	24
Рис. 2.4. Технологическая схема ИТП.....	25
Рис. 2.5. Схема движения теплоносителей	28
Рис. 2.6. Расположение ИТП	31
Рис. 2.7. Сопоставимые характеристики теплообменных аппаратов по данным АСРС (06.2015 г.) – горячее водоснабжение	37
Рис. 2.8. Сопоставимые характеристики теплообменных аппаратов по данным АСРС (06.2015 г.) – отопление	38
Рис. 2.9. Принципиальная схема ТП с закрытой системой горячего водоснабжения и независимой схемой присоединения системы отопления	40
Рис. 3.1. Обращение Администрации города в адрес ЕТО-1 о необходимости увеличения температуры спрямления ГВС.....	Ошибка! Закладка не определена.
Рис. 3.2. Обращение управляющей компании в адрес Администрации города о необходимости увеличения температуры спрямления ГВС.....	Ошибка! Закладка не определена.
Рис. 4.1 Схема присоединения МКД по адресу г. Иваново, ул. Победы, 63 к тепловым сетям ГВС и отопления	53
Рис. 5.1. Сравнение удельной стоимости ИТП (закрытие ГВС + организация независимой схемы) для ТА JAD и ТТАИ.....	57
Рис. 5.2. Принятые цены на реконструкцию оборудования ИТП	58

Перечень таблиц

Табл. 1.1. Объем инвестиций в закрытие схемы ГВС.....	8
Табл. 2.1. Данные для подбора теплообменников	18
Табл. 2.2. Результаты сравнительного анализа теплообменников на нагрузку по отоплению 0,4184 Гкал/ч при расходе воды на ГВС 7,04 м ³ /ч	35
Табл. 2.3. Результаты расчетов габаритных объемов теплообменных аппаратов разных типов, м ³	36
Табл. 2.4. Результаты расчетов поставщиков теплообменных аппаратов ГВС разных типов	36
Табл. 2.5. Сравнение теплообменников по эксплуатационным требованиям	39
Табл. 3.1 Температурный график работы тепловых сетей ИвТЭЦ-2 и ИвТЭЦ-3	Ошибка! Закладка не определена.
Табл. 3.2 Эксплуатационные графики регулирования тепловой энергии на котельных АО «ИвГТЭ» и котельной № 42 ФГБУ ЦЖКУ Минобороны России	Ошибка! Закладка не определена.
Табл. 4.1. Объемы реконструкции ИТП потребителей в целях перевода схемы ГВС с открытой на закрытую в зоне деятельности ЕТО №1 Филиал «Владимирский» ПАО «Т плюс»	54
Табл. 5.1. Цены на реконструкцию ИТП, отнесенные к величине суммарной договорной нагрузке.....	59
Табл. 5.2. Затраты на оборудование ИТП в текущих ценах на примере 5 и 9-этажных домов, с теплообменными аппаратами типа JAD.....	60
Табл. 5.3. Капитальные затраты на мероприятия по организации закрытой схемы ГВС и план-график реализации по варианту №1 – Организация независимой схемы отопления, вентиляции и ГВС	62
Табл. 5.4. Капитальные затраты на мероприятия по организации закрытой схемы ГВС и план-график реализации по варианту №2 –закрытие ГВС	65
Табл. 6.1. Обязательная оценка экономической эффективности мероприятий по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения	69
Табл. 7.1. Показатели качества горячего водоснабжения в зоне деятельности ЕТО №01	73

1 Общие положения. Описание изменений, произошедших за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения

В городе Иваново преимущественно применяется открытая схема присоединения потребителей ГВС (открытая система теплоснабжения).

Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения разрабатываются в соответствии с ПП РФ №154 «Требования к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» и пунктом 68 и 69 ПП РФ №405 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

Необходимость перевода потребителей присоединенных по открытой схеме ГВС на закрытую в период до 2022 года была обусловлена требованиями Главы 7 Статьи 29 Федерального закона «О теплоснабжении» от 27.07.2010 № 190-ФЗ.

Утвержденная схема теплоснабжения (актуализация на 2024-ый год) рассматривала два варианта закрытия схемы ГВС – вариант с переходом на ИТП и организацией независимо схемы присоединения нагрузок отопления, вентиляции и ГВС, а также вариант установки только теплообменников ГВС.

Табл. 1.1. Объем инвестиций в закрытие схемы ГВС

№пп	Группа мероприятий	Потребность в инвестициях, тыс. руб. без НДС
1	Вариант №1. Организация независимой схемы присоединения нагрузок отопления, вентиляции, и ГВС, в том числе:	3 542 032
1.1	а) проектирование ИТП	237 324
1.2	б) подготовка помещений	12 720
1.3	в) оборудование ИТП	1 830 423
1.4	г) доставка оборудования	109 825
1.5	д) реконструкция внутридомовой разводки	274 564
1.6	е) установка ВПУ у потребителей	86 456
1.7	ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности	73 217
1.8	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.	917 503
2	Вариант №2. Организация закрытия ГВС через установку теплообменника	1 958 454
2.1	а) проектирование ИТП	152 014
2.2	б) подготовка помещений	12 720
2.3	в) оборудование ИТП	800 517
2.4	г) доставка оборудования	48 031
2.5	д) реконструкция внутридомовой разводки	274 564
2.6	е) установка ВПУ у потребителей	72 047
2.7	ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности	40 026
2.8	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.	558 535

Необходимость перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения в зоне действия, по состоянию на 2023 год отсутствует.

Согласно Федеральному закону от 30.12.2021 №438-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О теплоснабжении»:

1. часть 1 статьи 4 дополняется пунктом 15 следующего содержания:

«15) утверждение порядка определения экономической эффективности перевода открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения».

2. часть 3 статьи 23 дополняется подпунктом 7 следующего содержания:

«7) обязательную оценку экономической эффективности мероприятий по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения в порядке, установленном Правительством Российской Федерации»

3. часть 9 статьи 29 признается утратившей силу.

Таким образом, снимается запрет на использование с 1 января 2022 года централизованных открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения.

Решение о переходе на закрытые системы теплоснабжения должно приниматься на основе оценки экономической целесообразности и эффективности такого перехода.

Как показали расчеты, экономическая целесообразность закрытия схемы ГВС отсутствует. На основании результатов расчетов экономического эффекта перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения, можно сделать вывод, что данный проект характеризуется $NPV = -1,422$ млрд. руб. ($ЧПС (NPV) < 0$ на прогнозный период 10 лет).

Проект перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения оценивается как неэффективный.

При этом качество воды в существующей открытой системе горячего водоснабжения (раздел 7 данного документа) отвечает требованиям технических регламентов, санитарных правил и нормативов, определяющих ее безопасность.

Необходимость перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения в зоне действия, по состоянию на 2024 год отсутствует.

2 Технико-экономическое обоснование предложений по типам присоединений теплотребляющих установок потребителей (или присоединений абонентских вводов) к тепловым сетям, обеспечивающим перевод потребителей, подключенных к открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельным участкам такой системы, на закрытую систему горячего водоснабжения

В настоящее время подключение систем горячего водоснабжения потребителей по открытой схеме имеется в зонах теплоснабжения ИвТЭЦ-2 и ИвТЭЦ-3, а также котельных «ИвГТЭ» и ведомственных котельных.

Тепловая нагрузка подлежащих закрытию открытых систем ГВС составляет 49,16 Гкал/ч.

Возможности «закрытия» схемы ГВС у каждого потребителя (в том числе и в рамках одной серии жилых домов) различны и не существует единого технического решения, позволяющего унифицировать подходы и сформировать типовые технические решения по переходу на закрытую схему ГВС.

С целью создания вариативности выбора схемы ИТП и выбора комплектующих частей необходимо рассмотреть предварительно варианты реализации и эффективность от того или иного проектного решения.

2.1 Типы теплообменных аппаратов и особенности их выбора и эксплуатации

Наиболее распространены исторически на территории СССР были кожухотрубные теплообменные аппараты. Достаточно громоздкие, связанные «калачами», и имеющие всем известные недостатки, они были в каждой котельной или ТЭЦ. Появившиеся в начале 1990-х годов на их фоне пластинчатые (тогда в основном, импортные) теплообменники казались революционным технологическим прорывом. Правда, когда был накоплен первый опыт эксплуатации, стало ясно, что и они не идеальны, у них есть ряд существенных недостатков, основной - чувствительность к качеству теплоносителя. Отложение оксидов железа, кремния, солей жесткости и органики на теплообменных поверхностях при нагреве воды создает массу трудностей эксплуатационным службам - для восстановления теплотехнических показателей стандартного оборудования аппараты приходится останавливать на чистку, причем период между чистками может составлять непродолжительное время, в связи с чем иногда приходится иметь до 300% запаса поверхности подогревателей, что резко увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты. Ниже рассмотрим основные типы теплообменных аппаратов, представленных на рынке.

2.1.1 Пластинчатые разборные теплообменные аппараты

К преимуществам пластинчатых теплообменников обычно относят:

1. Высокий коэффициент теплопередачи в пластинчатых теплообменниках обуславливает их компактность;
2. Возможность полной разборки для очистки;
3. Возможность увеличить/уменьшить поверхность теплообмена, если изменилась тепловая нагрузка.

Требования к пластинчатым теплообменникам в системах теплоснабжения:

1. Если качество химводоподготовки сетевой воды невысокое, а водопроводная вода очень жесткая, то пластинчатые теплообменники должны быть обязательно разборными. Химическая промывка полностью не очищает теплообменники, поэтому должна существовать возможность их разборки;
2. Предпочтительно использовать одноходовые теплообменники. В этом случае все соединения расположены на неподвижной плите и при разборке теплообменника не требуется демонтаж трубопроводов;
3. При 2-х ступенчатой схеме подключения подогревателей ГВС на каждую ступень должен устанавливаться отдельный теплообменник. Моноблоки, которые некоторые производители предлагают в целях удешевления теплообменников, имеют ряд существенных недостатков:
 - в моноблоке на одной раме объединены 1-я и 2-я ступени ГВС. Это 2-х ходовой теплообменник, в котором каждый теплоноситель движется сначала вниз, затем вверх. Такая U -образная конструкция приводит к быстрому засорению нижнего коллектора моноблока;
 - при раздельной установке теплообменников в случае отключения одной ступени большую часть нагрузки ГВС возможно обеспечить при помощи оставшейся в работе ступени. При установке моноблока потребитель полностью лишается горячей воды в случае его ремонта;
 - в моноблоке трубопроводы присоединяются и к неподвижной, и к подвижной плитам. При разборке моноблока требуется демонтаж трубопроводов, что усложняет ремонт и увеличивает сроки его проведения.

Существует лишь одна причина, которая допускает установку моноблока - это отсутствие места для размещения двух теплообменников. Следует особо отметить, что расчет моноблоков чаще всего проводят неквалифицированно, что на практике приводит к занижению поверхности и превышению допустимых потерь напора. Расчет моноблока требует специальных знаний в области теплоснабжения и теплопередачи.

Пластины в теплообменниках должны быть из коррозионно-стойкой стали, устойчивой к воздействию хлора, AISI 316, уплотнительные прокладки - из термостойкой резины EPDM (максимальная рабочая температура - 150 °C). В этом случае срок службы

теплообменников составляет не менее 30 лет, а прокладки придется менять не чаще, чем раз в 7-9 лет.

Многие производители теплообменников в целях удешевления продукции используют пластины из менее качественной стали AISI 304, которые выходят из строя за 5-7 лет из-за сквозной коррозии, и прокладки NBR, для которых максимальная рабочая температура - 110 °С. В этом случае срок службы теплообменников значительно снижается, уплотнительные прокладки придется менять гораздо чаще. Следует отметить, что у многих производителей стоимость уплотнительных прокладок составляет большую долю от общей стоимости теплообменника;

Обычно максимальное рабочее давление в тепловом пункте составляет 12 кгс/см², при проведении гидравлических испытаний - 16 кгс/см². Именно с учетом данных параметров должны подбираться теплообменники. Рабочее давление в аппарате определяется в меньшей степени толщиной и конструкцией пластин, а в большей степени толщиной прижимных плит рамы и стяжными болтами теплообменника. На российском рынке появились производители, которые с целью удешевления теплообменников делают облегченные рамы. Вызывает опасение, что такой теплообменник сможет надежно работать при указанных выше давлениях, особенно при значительных изменениях температуры и давления;

Как правило, на тепловых пунктах принята двухступенчатая схема присоединения подогревателей ГВС и независимое присоединение системы отопления. Расчет пластинчатых теплообменников должен быть проведен с учетом схемы их присоединения, температурных графиков и располагаемых напоров. В расчете должна быть учтена также циркуляция ГВС;

Единичная мощность тепловых пунктов для разных городов России различна и находится в диапазоне от 0,1 Гкал/ч до 20 Гкал/ч. Для оптимального покрытия таких нагрузок предприятия производители должны иметь широкий типоразмерный ряд теплообменников, не менее 10-12 различных по площади проточной части и диаметру проходных отверстий пластин;

Следует также отметить, что зарубежные поставщики пластинчатых теплообменников привыкли к тому, что в европейских странах водопроводная (исходная) вода для ГВС обязательно умягчается перед поступлением в теплообменник. В России жесткость исходной воды очень высока, поэтому при установке пластинчатых теплообменников для систем ГВС необходимо принимать соответствующие меры. С этой целью надо обязательно автоматизировать систему ГВС. Желательно предусмотреть установку для умягчения исходной воды или применять другое техническое решение: стабилизировать температуру теплоносителя на входе в теплообменник горячего водоснабжения. Известно, что наиболее интенсивное образование карбонатных отложений происходит в диапазоне температур от 60 до 90 °С. Для стабилизации температуры теплоносителя можно установить насос на перемычке между подающим и обратным трубопроводами со встроенным частотным преобразователем. Управление частотным преобразователем и, следовательно, насосом осуществляет электронный

автоматический регулятор, контролирующей температуру теплоносителя на входе в теплообменник ГВС. Применение такой схемы позволяет продлить межремонтный цикл промывки теплообменников в несколько раз.

2.1.2 Пластинчатые паяные теплообменные аппараты

Паяные теплообменники по многим характеристикам, в том числе по энергоэффективности, превосходят разборные.

Уже многие российские теплоснабжающие организации имеют опыт эксплуатации пластинчатых теплообменников. На сегодняшний день при выборе между паяными и разборными теплообменниками потребитель чаще отдает предпочтение разборным. Почему это происходит? Основных причин две:

- разборные теплообменники поддаются механической очистке;
- в случае ошибки в расчетах или изменения присоединенной нагрузки количество пластин можно легко изменить на месте.

Между тем обе эти причины не являются объективным препятствием для использования паяных теплообменников на российском рынке.

В России (особенно в регионах) преимущественно используется механический способ, как более дешевый, между тем в западных странах в основном используется химическая промывка. По мнению г-на Вейкко Хокканена, начальника отдела теплоснабжения энергетической компании города Хельсинки, «если теплообменник загрязнен отложениями, которые не удаляются промывкой, как правило, их невозможно удалить и с помощью механической очистки».

Какие недостатки есть у механического метода очистки? Практика показала, что образовавшиеся в теплообменниках отложения имеют очень высокую адгезию. После чистки убирается только рыхлый осадок с пластин, тонкая поверхностная пленка, способствующая повторному накоплению загрязнений, остается нетронутой. Между тем промывочный состав, на основе, например, ортофосфорной кислоты с добавлением органических кислот, позволяет быстро очистить поверхности пластин, замедляя повторное образование отложений.

Процедура механической очистки разборных теплообменников трудоемка, требует применения ручного труда квалифицированных специалистов. При этом всегда присутствует риск повредить пластины и прокладки, особенно клеевого типа. Производители рекомендуют после каждой разборки теплообменника полностью заменять весь комплект уплотнений. Это предупреждение обоснованное, так как поврежденная прокладка может вызвать течь, особенно во время пиковых нагрузок.

В настоящий момент все больше организаций стали обращать внимание на возможность химической промывки теплообменников. В Санкт-Петербурге компания «Финрейла» использует для этих целей импортный промывочный агрегат. В качестве промывочной жидкости применяется 10-процентный раствор сульфаминовой кислоты. В

представительстве компании «Сететерм» собственный промывочный агрегат предоставляется постоянным партнерам - покупателям теплообменников. Промывочные машины имеются в Москве; кроме того, подобное оборудование и специальные химикаты поставляются во все города, участвующие в проектах Мирового банка, связанных с установкой тепловых пунктов с теплообменниками.

Таким образом, возможность механической очистки перестает восприниматься как бесценное преимущество разборных теплообменников перед паяными.

Обращаясь ко второй причине, влияющей на выбор потребителей в пользу разборных теплообменников, следует отметить, что самостоятельный ремонт разборного теплообменника весьма дорого обойдется потребителю. Ценовая политика производителей предусматривает продажу комплектующих по цене, в 1,5-2 раза превосходящую их себестоимость в готовом изделии. Стоимость только комплекта прокладок для разборного теплообменника составляет не менее чем 1/5 стоимости самого теплообменника. Поэтому целесообразнее в тех случаях, когда заранее известно о необходимости увеличения присоединенной нагрузки в будущем, сразу выбирать теплообменник максимальной проектной мощности.

Какие же преимущества есть у паяных теплообменников по сравнению с разборными? Теплоснабжающая компания г. Хельсинки называет три:

- продолжительный срок службы (в среднем 20 лет, при сроке службы разборных теплообменников менее 10 лет);
- высокая надежность, исключая возможность протечек между пластинами;
- более высокий коэффициент теплопередачи.

От себя добавим еще две причины, менее актуальные для Финляндии, где гидравлические режимы в сетях достаточно стабильны, а температура воды в подающем трубопроводе не превышает 115 °С. Это:

- устойчивость к длительным высокотемпературным нагрузкам (при температуре в подающем трубопроводе выше 120 °С срок службы прокладок в разборном теплообменнике существенно сокращается);
- высокая механическая прочность, позволяющая выдерживать гидравлические удары, выводящие из строя разборные теплообменники.

На основе первых трех причин в Хельсинки со второй половины 80-х годов не разрешается установка разборных пластинчатых теплообменников, за исключением особых случаев. В нормативных материалах, касающихся установки новых теплообменников в тепловых пунктах потребителей, запрещается использование уплотнений на основе резинокомпозитных материалов, опять же в особых случаях. В отношении эластичных уплотнительных материалов устанавливается требование продолжительного гарантийного срока фирмы-изготовителя (например, 10 лет). Аналогичного мнения придерживаются и в другой ведущей в области коммунальной энергетики стране - Швеции.

Однако не только эти причины должны определять выбор в пользу одного или другого типа теплообменника. В настоящий момент на российском рынке основным критерием остается стоимость оборудования и его монтажа.

С точки зрения стоимости, расчеты показали: чем меньше теплообменник, тем выгоднее выбирать паяный.

Однако настоящее исследование не будет полным, если не указать, что область применения паяных теплообменников имеет определенные ограничения. Таким ограничением является верхний предел мощности, который, по мнению специалистов, не должен превосходить 5 МВт, хотя некоторые производители называют и большие значения. Таким образом, становится понятным широкое распространение паяных теплообменников в Северной Европе, где используется двухтрубная система с ИТП сравнительно малой мощности в каждом доме.

2.1.3 Пластинчатый моноблок: плюсы и минусы

Двухступенчатая смешанная система горячего водоснабжения может быть реализована на таком типе пластинчатых теплообменников как моноблок.

Моноблок - специальный тип пластинчатого теплообменника для двухступенчатой системы ГВС, в котором обе ступени размещены в одном корпусе, такой теплообменник имеет шесть патрубков (см. рисунок 2).

Широту применения моноблока обусловили следующие факторы: большая компактность, по сравнению с двумя отдельными теплообменниками, и, соответственно, меньшая стоимость. Эти же факторы являются основными и, пожалуй, единственными плюсами моноблока. Попробуем определиться с минусами.

«Простота» монтажа. Кажется естественным то, что смонтировать маленький аппарат гораздо проще, чем два таких же. Но в результате монтажа моноблока - смонтированный моноблок выглядит как человек-паук, опутанный гирляндами трубопроводов арматуры и измерительных приборов, если они присутствуют, конечно. Сразу же теряется такая важная вещь, как удобство обслуживания. Если в обычном пластинчатом теплообменнике все патрубки расположены на неподвижной плите (Н1-Н4) и для его обслуживания и ремонта требуется всего лишь отключение теплообменника и сброс давления, то для разборки моноблока потребуется отсоединение патрубков от подвижной задней плиты. Далее, если трубопроводы задней плиты перекрывают доступ к моноблочному теплообменнику, то это также усложняет доступ к нему. То есть для нормальной эксплуатации моноблока следует, во-первых, сделать грамотный проект привязки его к существующим трубопроводам теплоносителя, холодной и горячей воды с целью обеспечения нормального доступа для обслуживания и ремонта. И, во-вторых, следует предусмотреть специальный вариант крепления трубопроводов к задней плите (через какие-либо съемные элементы) для того, чтобы обеспечить подвижность задней плиты без передвижения теплообменника с места. Поэтому зачастую смонтированный моноблок занимает объем не меньший, чем два отдельных теплообменника.

Вопросы надежности. Естественно, два отдельных аппарата надежнее одного, выполняющего такую же функцию. При выходе из строя одного из теплообменников можно работать с частичной нагрузкой системы ГВС, пока ремонтируется или обслуживается второй. Моноблок же при выходе из строя даже одной из ступеней должен быть выведен из работы весь, т.к. корпус один на обе ступени.

Функциональность, эффективность. В подборе моноблочного теплообменника тоже есть свои нюансы. Зачастую трудно или практически невозможно создать моноблочную компоновку двухступенчатой смешанной схемы ГВС, по эффективности равную двум отдельным теплообменникам. Это обусловлено тем, что используемый тип пластины в моноблоке для обеих ступеней один. И в пределах теплофизических свойств этого типа нам приходится решать задачу по компоновке пакетов для обеих ступеней, в то время, как первая и вторая ступени могут различаться, как минимум, по расходам, особенно по стороне теплоносителя. Например, требования для первой ступени - это способность пропустить суммарный расход теплоносителя системы отопления и теплоносителя второй ступени при обеспечении небольших гидравлических сопротивлений и среднем теплосъеме. Требования же для второй ступени - это относительно небольшие расходы по стороне теплоносителя и воды ГВС, более высокие допустимые гидравлические сопротивления и существенно больший теплосъем. То есть, если бы это были два отдельных теплообменника, то теплообменник первой ступени должен быть с большим диаметром патрубков и с «короткой» пластиной, а теплообменник второй ступени с меньшим диаметром патрубка и более «длинной» пластиной.

Рассмотрим вариант задания для подбора оборудования для двухступенчатой смешанной схемы. Исходные данные таковы: нагрузка системы ГВС 0,4 Гкал/ч, нагрев холодной воды с 5 °С до 60 °С, нагрузка системы отопления 1,2 Гкал/ч, температурный график 150/70.

Разбивая нагрузку по ступеням, в соответствии с СП 41-101-95, для заданных условий получаем исходные данные для подбора теплообменников ступеней (см. Табл. 2.1).

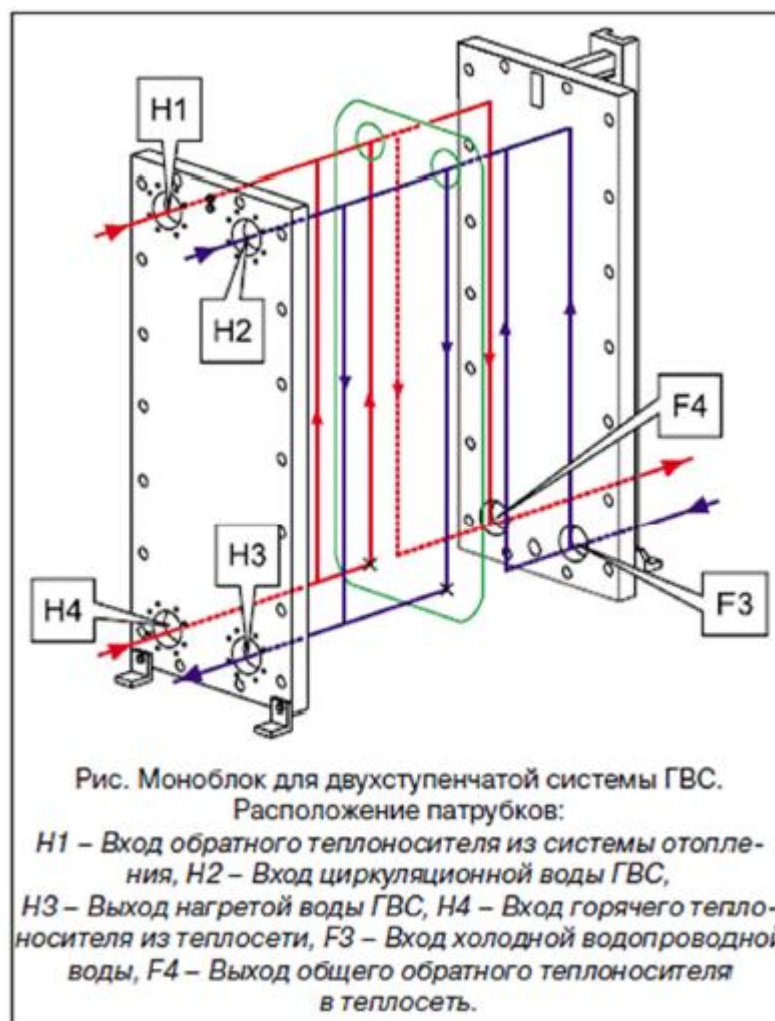


Рис. 2.1. Моноблок для двухступенчатой системы ГВС

Фактически величина NTU характеризует тот тепловой режим, на котором будет работать теплообменник. Чем больше NTU, тем больше должна быть тепловая «длина» пластины теплообменника.

В нашем случае видно, что теплообменник второй ступени должен обладать большей, почти на 50%, способностью к теплосъему (тепловой «длиной»), чем теплообменник первой ступени. Кроме того, расходы по греющей стороне обеих ступеней отличаются почти в три раза. Это означает, что если для теплообменника второй ступени достаточны патрубки Ду32, то для теплообменника первой ступени патрубки должны быть больше, не менее Ду50.

Пакет пластин. Как уже отмечалось выше, моноблок - это, по сути, два теплообменника, размещенных в одной раме. А значит, и два пакета пластин, размещенных в одной раме, разделенных разворотной пластиной, имеющей два (верхних или нижних) глухих отверстия порта. Обычно ближе к неподвижной плите находится пакет второй ступени, а за ней пакет первой ступени. Но из-за разных функций, выполняемых этими пакетами (см. выше), они имеют разную компоновку и количество пластин. И так как все эти пакеты находятся в одном корпусе, есть вероятность того, что в процессе обслуживания произойдет ошибка при сборке всего пакета пластин моноблока. То есть, если после разборки моноблока пакеты поменять местами или неправильно их

скомпоновать (например, пластины первой ступени с малой тепловой «длиной» установить для второй ступени и наоборот), то, вновь собрав аппарат, не будут получены характеристики, которые были заложены в него изначально.

Табл. 2.1. Данные для подбора теплообменников

I ступень	Единицы измерения	Греющая сторона	Нагреваемая сторона
Расход	м ³ /ч	21,4	7.3
Температура на входе	°C	42,2	5
Температура на выходе	°C	31,0	38
Величина NTU*		1.9	
II ступень	Единицы измерения	Греющая сторона	Нагреваемая сторона
Расход	м ³ /ч	6.4	7.3
Температура на входе	°C	70	38
Температура на выходе	°C	45	60
Величина NTU*		2.8	

*NTU - число единиц переноса теплоты. (Теплотехника В.Н. Луканин, М.Г. Шатров и др., Высшая школа, Москва. 1999 г.)

С двумя отдельными аппаратами ситуация проще. В этом случае, даже неправильно собрав весь пакет, не получится получить такого фатального снижения тепловой мощности, расходов и изменения гидравлического сопротивления, как в случае с моноблоком.

2.1.4 Определение запаса теплообменной поверхности и продолжительности межпромывочного периода пластинчатого водонагревателя для ГВС

Обеспечивая в несколько раз более высокий начальный коэффициент теплопередачи по сравнению с трубчатыми, пластинчатые водонагреватели, однако гораздо «чувствительнее» к влиянию отложений накипи, термическое сопротивление которой более резко уменьшает теплопередачу.

При высоком содержании накипеобразующих солей и продуктов коррозии в воде, характерном для большинства регионов РФ, расчетный режим работы ПВН быстро нарушается, уменьшение коэффициента теплопередачи компенсируется повышением температуры греющего теплоносителя или его расхода. На практике это не всегда возможно, поэтому в подавляющем большинстве случаев необходима промывка.

Для компенсации постепенного уменьшения коэффициента теплопередачи необходим запас поверхности теплообмена ΔF .

Отечественная практика заказов ПВН по опросным листам заимствована из зарубежной без учета собственного опыта т.е. запас теплообменной поверхности или отсутствует или составляет 2-10% от расчетной чистой поверхности F_0 .

Из опыта эксплуатации скоростных водонагревателей известно, что вследствие низкого качества противонакипной обработки водопроводной воды коэффициент теплопередачи уменьшается достаточно быстро. При среднем качестве воды в ЦТП г. Москвы за 4 месяца эксплуатации он уменьшился на 45-50%. Из этого следует, что при неизменных начальных температурах теплоносителей требуемая температура нагрева

воды может быть обеспечена лишь при 100% - ном запасе по сравнению с расчетной величиной теплообменной поверхности¹.

Недостаточная величина запаса ΔF обусловит короткий межпромывочный период и необходимость частой промывки водонагревателя; завышенная величина ΔF уменьшит количество промывок, но одновременно возрастут первоначальные затраты на ПВН.

Известно, что стоимость пластинчатых водонагревателей составляет основную долю затрат на оборудование теплового пункта, в то же время и затраты на химическую промывку, как показывает опыт, тоже значительны. Поэтому экономически оправдано определение поверхности теплообмена с учетом фактической интенсивности накипеобразования и необходимости ее регулярной промывки.

Основа методики такого определения заключается в обеспечении минимума годовых затрат на амортизацию запаса поверхности теплообмена ΔF и затрат на регулярную промывку водонагревателя; это условие выполняется равенством затрат.

Интенсивность накипеобразования определяется качеством воды, температурным и гидравлическим режимами работы ПВН.

С повышением удельной стоимости промывки теплообменной поверхности экономически целесообразный межпромывочный период будет увеличиваться. С другой стороны, при высокой стоимости теплообменника, что имеет место при уменьшении площади единичной пластины, величина экономически целесообразного запаса теплообменной поверхности уменьшается. Отсюда следует, в частности, что для обеспечения требуемого температурного режима горячего водоснабжения даже при умеренной жесткости водопроводной воды и ежемесячной промывке запас теплообменной поверхности должен быть не менее 60% по сравнению с ее величиной при безнакипном режиме работы.

Заметим, что сопутствующее образованию накипи возрастание гидравлического сопротивления ПВН при экономически целесообразных продолжительностях межпромывочного периода несущественно, поскольку в среднем проходное сечение межпластинчатых каналов уменьшается на 4-8%.

2.1.5 Кожухотрубные подогреватели

НПО ЦКТИ разработаны малогабаритные разборные подогреватели типа ПВМР по ТУ 4933-007-05762252-98.

Их основными конструктивными особенностями являются: трубная система длиной 2 м, двухходовая по нагреваемой воде, которая может быть вынута из корпуса без съема его с опор и отсоединения патрубков греющей воды. Для очистки внутренней

¹ Купленов Н.И., Мотовицкий С.В., Определение запаса теплообменной поверхности и продолжительности межпромывочного периода пластинчатого водонагревателя для ГВС, Журнал "Новости теплоснабжения" № 4, 2007 г.

поверхности труб, заглушки и подвальцовки их концов, замены поврежденных труб выемки трубной системы не требуется.

Выполнение малой водяной камеры подвижной обеспечивает компенсацию температурных расширений трубной системы. Последовательное соединение подогревателей по теплообменивающимся потокам осуществляется непосредственно с помощью патрубков без применения «калачей».

Средний уровень коэффициентов теплопередачи в подогревателях ПВМР при номинальных условиях и чистых поверхностях нагрева - 3500-3600 ккал/(м²ч·°С).

Повышенная тепловая мощность, меньшие габариты, разборность, возможность выполнения очистки и ремонтов непосредственно на объектах обуславливают превосходство подогревателей ПВМР над получающими широкое и зачастую необоснованное распространение пластинчатыми аппаратами, и дают основание применять подогреватели ПВМР в качестве базового варианта водо-водяных подогревателей для технического перевооружения систем теплоснабжения ЖКХ.

Всего на различных объектах промышленной и коммунальной энергетики установлено около 400 подогревателей рассмотренных типов.

В квартальных котельных предприятия ОАО «Выборгтеплоэнерго», было установлено следующее оборудование: котельная «Маяковская 5» - подогреватель ПП1-54кп/15ок-10-11 (в 2005 г.) для подогрева воды на деаэратор ГВС взамен паровых подогревателей старого типа (1974 г.); котельная «Микрорайон «А» - два подогревателя ПП1-54кп/15ок-10-11 (в 2002 и 2009 гг.) для подогрева сетевой воды взамен четырех подогревателей старого типа (1980 г.); котельная «Юго-восточная» - подогреватели ПП1-54кп/15ок-10-11 (в 2003 г.) и ПП1-75кп/15ок-16-11 (в 2007 г.) взамен пяти пластинчатых подогревателей из-за сложности автоматизации и ограниченного срока работы без промывки и чистки (один раз в три месяца).

Оценка надежности и эксплуатационных характеристик - положительная. Аппараты работают в автоматическом режиме, удаление конденсата осуществляется без использования бака для его сбора с применением конденсатных насосов с частотным регулированием.

В новой котельной п. Березово (Тюменская область) в 2000 г. были установлены 6 блоков ПВМР. Опыт эксплуатации в особых северных условиях подтвердил их надежность, компактность, удобство обслуживания и высокую тепловую эффективность.

2.1.5.1 Конструктивные особенности и опыт эксплуатации кожухотрубных ТА типа ВВПИ

В ЗАО «ЦЭЭВТ» был разработан ТА типа ВВПИ. В результате анализа известных решений по конструкции межтрубного пространства, было принято решение отказаться от интенсифицирующих теплоотдачу схем течения теплоносителя: поперечного омывания труб с помощью сегментных перегородок; закрутки потока в межтрубном пространстве с помощью системы особым образом выполненных поперечных перегородок или с помощью перегородки в межтрубном пространстве в виде закрученной

ленты и др. Поэтому рассматриваемые ТА имеют простую так называемую реверсивную схему тока теплоносителей, в межтрубном пространстве нет поперечных перегородок, устанавливается только одна продольная перегородка. Кроме этого пересмотрены решения по толщинам стенок труб, корпусов, фланцев, трубных решеток, крышек без снижения их прочности. Накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации ТА данного типа показал, что рассматриваемые аппараты в отличие от пластинчатых ТА мало чувствительны к резким скачкам температуры и давления. Их трубные пучки легко и без последствий выдерживают гидроудары, вибрацию, тряску.

Патрубки подвода и отвода сред располагаются в районе головки теплообменника (Рис. 2.2), что обеспечивает удобство обвязки подогревателей и уменьшение температурных деформаций.

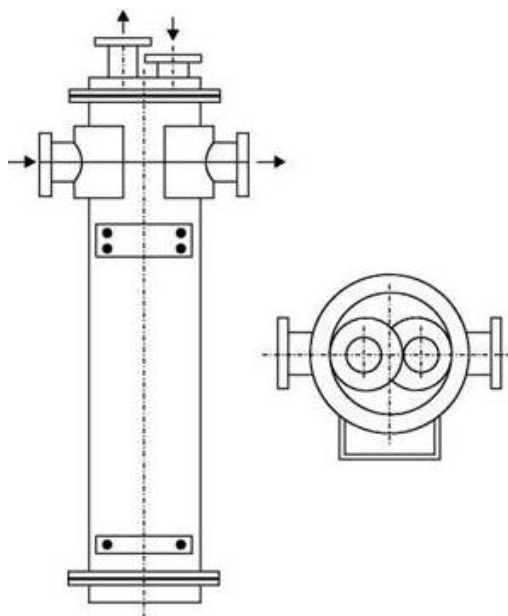


Рис. 2.2. Эскиз конструкции ТА

При номинальных значениях расходов ТА типа ВВПИ имеют умеренное гидравлическое сопротивление 20-50 кПа, что позволяет в случае необходимости получения больших тепловых потоков при малых температурных напорах соединять подогреватели в блоки параллельно или последовательно по обеим средам или комбинировать схемы их соединения в блоке.

Очистка полостей данных ТА может быть произведена любым известным способом: химическим (1,5% водным раствором азотной кислоты), кавитационно-ударным методом, стальными проволоочными ежиками и т.п.

Преимущество пластинчатых ТА по высоким значениям k , однако, сводится на нет в случае загрязнения этих теплообменников. Как известно, пластинчатый ТА с расчетным коэффициентом теплопередачи (без загрязнения теплообменной поверхности) $7000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ в случае нарастания на теплообменной поверхности слоя накипи толщиной 0,3 мм (для пластинчатых аппаратов рядовой случай) имеет коэффициент теплопередачи $2545 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, что в 2,75 раза меньше расчетного значения.

Более чем 13-летняя эксплуатация разработанных подогревателей в системах теплоснабжения показывает, что большая загрязняемость для данных аппаратов в силу эффекта самоочистки внутренней поверхности труб (наиболее загрязняемой сетевой водой), направленными в пограничный слой турбулентными вихрями, возникающими при обтекании плавно очерченных турбулизаторов определенной высоты, расположенных на оптимальном расстоянии друг от друга, и разрушающими отложения на той стадии, когда они представляют собой маловязкие структуры, нехарактерна.

Значения коэффициента теплопередачи с учетом загрязнений подогревателей типа ВВПИ при изменении расходов теплоносителей находятся в диапазоне от 1150 до 3300 Вт/(м²·К) при температуре греющей среды (воды) 110 °С и температуре нагреваемой среды (воды) 70 °С. Например, в подогревателе ВВПИ-350 число труб составляет 97 шт., а значения k с учетом загрязнений составляют 1150-3200 Вт/(м²·К). При этом максимальные значения k ограничены максимальными допускаемыми потерями давления 50 кПа (5 м вод. ст.); минимальные значения коэффициентов теплопередачи относятся к режимам работы ТА с малым теплосъемом.

Анализ параметров рассматриваемых аппаратов показывает, что они в загрязненном состоянии характеризуются коэффициентами теплопередачи, которые ничуть не хуже коэффициентов теплопередачи загрязненных пластинчатых ТА.

2.1.5.2 Вертикальные кожухотрубные теплообменные аппараты типа JAD, применяемые в г. Обнинске

В г. Обнинске имеется положительный опыт использования польских кожухотрубных подогревателей типа JAD, поставщик ООО «Немен» <https://www.nemen.ru/index/our-product/catalog/teploobmennik/>.

Теплообменники типа JAD являются кожухотрубными теплообменниками с уникальной конструкцией, состоящей из кожуха и расположенного внутри змеевика. Конструкция аппаратов представляет собой вертикальный аппарат с противоточным током греющей среды в патрубках (химочищенная сетевая вода), а обогреваемой – в межтрубном пространстве, где создается турбулентный поток, повышающий теплопередачу и способствующий самоочистке поверхностей (разность температурных расширений металла трубок и накипи. Присоединительные патрубки расположены в верхнем и нижнем днище корпуса под острым углом к оси теплообменника, что позволяет исключить скопления шлама в связи с отсутствием застойных зон.

Компактные размеры теплообменников по отношению к площади теплообмена, а также следующая из этого высокая эффективность по сравнению со стандартными решениями, оценены по достоинству многими монтажными и эксплуатирующими организациями. Следует отметить, ключевое преимущество, выявленное при более чем 10-летней эксплуатации аппаратов - небольшие эксплуатационные затраты, обусловленные устойчивостью к загрязнению за счет эффекта самоочищения вследствие витой U-образной конструкции расположения патрубков и профилированных трубок.

При обследовании существующих потребителей был проведен осмотр ИТП с закрытой схемой теплоснабжения на базе кожухотрубных теплообменников JAD.

На Рис. 2.3 представлен внешний вид теплообменных аппаратов в жилом доме по ул. Ленина, 205 с Х-образными патрубками. Схема присоединения потребителей к системе теплоснабжения – независимая (закрытая) по отоплению и закрытая по ГВС.

Технологическая схема ИТП представлена на Рис. 2.4.

Учитывая положительный опыт эксплуатации ИТП (согласно опросу специалистов УК и МП «Теплоснабжение», теплообменники не промывались ни разу), данная схема может быть предложена в качестве рациональной замены ставшей уже традиционной закрытой схеме ГВС на базе пластинчатых теплообменных аппаратов.

Вертикальное расположение позволяет полезно использовать пространство внутри помещения, располагая наибольшую часть оборудования вдоль стен.

Следует также отметить и положительный опыт внедрения независимой схемы отопления на базе кожухотрубных теплообменников. Во-первых, использование независимой схемы положительно влияет на режимы работы тепловой сети, во-вторых, улучшается качество теплоснабжения потребителей. В рассмотренном ИТП имеются устройства регулирования отпуска тепловой энергии по каждому стояку, в квартирах предусмотрены индивидуальные устройства регулирования теплопотребления (на радиаторах отопления). Проблематикой внедрения рассмотренной схемы может служить ограничения по высоте в существующих домах, построенных до 2000 г.



Рис. 2.3. Элементы схемы ИТП на базе кожухотрубных теплообменных аппаратов

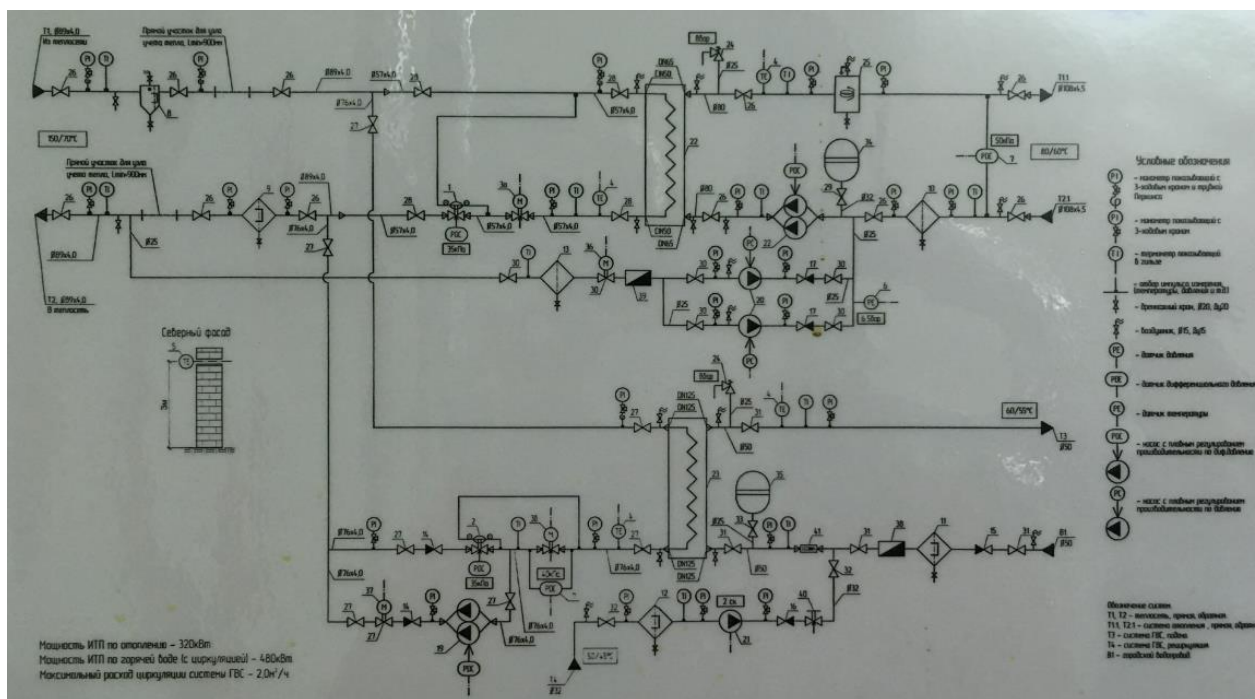


Рис. 2.4. Технологическая схема ИТП

2.1.6 Теплообменные аппараты типа ТТАИ и специфические особенности индивидуальных тепловых пунктов созданных на их основе

Предприятием «Теплообмен» в 1990 г. был разработан кожухотрубный теплообменник, не только не уступающий, но и зачастую превосходящий по комплексу потребительских свойств, современные, в т.ч. импортные, пластинчатые аппараты. Эти аппараты, получившие название ТТАИ (аббревиатура слов «тонкостенный теплообменный аппарат интенсифицированный») достаточно успешно конкурируют с современными пластинчатыми теплообменниками.

В настоящее время известны способы применения данных аппаратов в г. Обнинске. Учитывая проблемы и дорогостоящую эксплуатацию пластинчатых теплообменных аппаратов, было принято решение о переходе на теплообменные аппараты ТТАИ.

Кожухотрубные аппараты типа ТТАИ могут не только достойно конкурировать по показателям с современными пластинчатыми теплообменниками, но и в ряде случаев по комплексу своих потребительских свойств превосходить их. В частности, на сопоставимые условия аппараты типа ТТАИ примерно в 10 раз легче современных разборных пластинчатых теплообменников и имеют во много раз меньше габаритный объем. По этим характеристикам они близки к неразборным пластинчатым аппаратам, но разборные и имеют меньшее гидравлическое сопротивление. Т.е. эти аппараты, оставаясь по своей сути кожухотрубными и сохраняя их преимущества, приобретают ряд новых свойств. В частности, исключительно малые массо-габаритные характеристики, индивидуальный, почти

бесступенчатый, подбор, эффект самоочистки, реализуемый в процессе эксплуатации по прямому назначению, повышенное удобство при обслуживании, проявляющееся в доступности для осмотра и очистки не только трубного, но и межтрубного пространства. Рассматриваемые аппараты приобрели еще одно преимущество, которое не имели ни ранее применявшиеся кожухотрубные, ни современные пластинчатые аппараты - они не занимают места в плане, а как бы распределены по ограждающим конструкциям и в итоге зачастую как разновидность оборудования визуально вообще исчезают из технологического помещения - просто в пучке трубопроводов появляется еще одна труба несколько большего диаметра.

Благодаря этой особенности аппаратов ТТАИ была предложена принципиально новая идеология создания ИТП, при которой теплообменные аппараты не входят непосредственно в состав блок-модуля, т.е. все необходимые элементы ИТП, кроме теплообменников, komponуются на одной раме в блок-модуль, а теплообменные аппараты (один или несколько) устанавливаются отдельно (например, монтируются на стене). Такая идеология изначально всегда вызывает критику специалистов, сводящуюся в основном к тому, что теряются сразу два преимущества предварительно собранных и поставляемых в состоянии заводской готовности ИТП - компактность и минимальный объем монтажных работ на месте установки. Однако эти соображения справедливы, только если в качестве теплообменных аппаратов использовать любые из ныне применяемых теплообменников, кроме аппаратов типа ТТАИ. Действительно, вынесение из блок-модуля теплообменного аппарата, даже современного пластинчатого, в том числе и неразборного типа, неминуемо ведет к увеличению площади, которую необходимо отвести под тепловую точку, т.к. размеры блок-модуля уменьшатся при вынесении из его состава теплообменника на существенно меньшую величину, чем займет сам отдельно расположенный аппарат. Таким образом, решение о вынесении теплообменника представляется заведомо проигрышным. Но ситуация радикально меняется, если в ИТП в качестве теплообменников используются аппараты типа ТТАИ. Здесь на первый план выходят их массогабаритные особенности - псевдоодномерность и исключительно малый вес. Как неоднократно отмечалось, их незначительные массо-габаритные характеристики, конструктивное исполнение корпуса в виде трубы и отсутствие каких-либо требований к способам крепления (применяются, в частности, обычные способы крепления трубопроводов) приводит к тому, что аппараты типа ТТАИ воспринимаются как элементы трубопровода. В итоге эти теплообменники, как самостоятельный элемент оборудования как бы исчезают из помещения, т.е. в таких случаях будет правомерным утверждение о том, что теплообменники очень компактны, т.к. занимают мало места. Они, в случаях такого их размещения, не занимают места вообще.

Эта особенность аппаратов ТТАИ в первую очередь и была принята во внимание при разработке новой идеологии создания ИТП. В итоге тепловая точка, в блок-модуль которого не включены теплообменники, становится значительно компактнее,

т.е. может зачастую размещаться в тех помещениях, в которых не мог быть установлен ни один другой ИТП с идентичными тактико-техническими характеристиками. А теплообменный аппарат может располагаться где-то рядом, вообще не требуя для себя никакого отдельного места. Например, на стене в пучке трубопроводов, или быть установленным вертикально в углу, или расположен под потолком, над входной дверью и т.д. Аппарат может быть вынесен в соседнее помещение и размещен там на стене, если там проходят другие трубы инженерного обеспечения помещения. Предлагаемый ИТП обладает еще рядом некоторых особенностей, сообщающих ему дополнительные преимущества. В частности, в нем схемно предусмотрена возможность промывки теплообменников обратным током, предусмотрены патрубки и необходимая запорная арматура для проведения безразборной химической отмывки, специальное схемное решение обеспечивает снижение вероятности образования накипи на теплопередающих стенках теплообменников при любых режимах работы тепlopункта, предусмотрена защита от работы насосов «всухую».

Положительной особенностью аппаратов типа ТТАИ является также то, что оснастка и технология их изготовления позволяют выпускать не дискретный, а практически непрерывный типоразмерный ряд, а созданная математическая модель, адаптированная в ходе натурных полномасштабных экспериментов к особенностям этих аппаратов, обеспечивает подбор из этого ряда для каждого конкретного случая своего, наиболее полного удовлетворяющего всем требованиям и даже пожеланиям заказчика, типоразмера. Причем пожелания могут быть самыми разными, как то: максимально использовать для размещения аппаратов плоскость стены сложного профиля, учесть высоту помещения или ширину дверей и пр. Необходимо подчеркнуть, что такой индивидуальный подход к подбору и изготовлению аппаратов никак не отражается на сроках и цене изготовления.

К недостаткам данных аппаратов следует отнести опыт эксплуатации в условиях города Обнинска (как отмечалось ранее, эксплуатацию ИТП на базе рассматриваемых аппаратов осуществляет ЗАО «Быт-Сервис»). Несмотря на заявления производителя оборудования об эффекте самоочистки, а также положительном опыте применения аппаратов в других городах, требуется ежегодная промывка оборудования, что является достаточно затратным мероприятием.

2.1.7 Винтовые подогреватели

Внешне винтовые подогреватели не отличаются от обычных кожухотрубных - имеются кожух, крышка и трубчатка, а дальше начинаются различия: поверхность теплопередачи, выполненная из нержавеющей трубок диаметром 16-38 мм, в 2-4 раза меньше, чем у традиционных аппаратов одной теплопроизводительности (а значит и габариты), что достигается установкой системы перегородок, обеспечивающей винтовое движение греющей среды в межтрубном и пульсационно-вихревое нагреваемой среды в трубном пространствах подогревателей (Рис. 2.5).

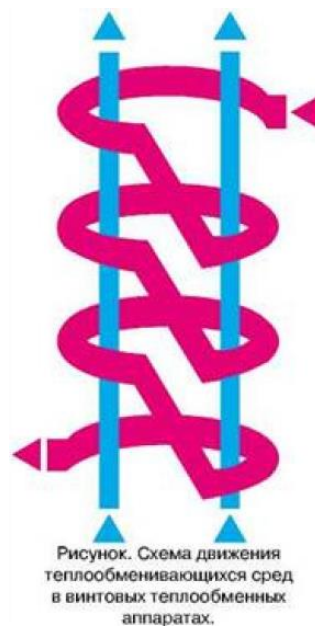


Рис. 2.5. Схема движения теплоносителей

Данная гидродинамическая схема аппарата позволяет не только достигать заданного уровня интенсивности теплообмена, но и сохраняет его довольно продолжительный срок даже при работе на воде низкого качества, создавая условия, когда адгезионные силы, действующие на частицы потенциальной накипи, оказываются меньше гидродинамических сил потока среды, срывающих эти частицы с теплообменной поверхности.

Необходимо отметить, что применение высокоинтенсивных, например, пластинчатых пароводоподогревателей требует определенной культуры производства, а именно, системы водоподготовки, после которой концентрация железа, солей кальция, магния и др. в подогреваемой воде не превышает определенных значений, порой находящихся ниже допустимых по СанПиН, в противном случае, слой накипи на теплообменной поверхности высокоинтенсивного аппарата резко снижает теплосъем, причем достаточно быстро.

В то же время, такой же слой накипи на теплообменной поверхности низкоинтенсивных подогревателей значительно меньше сказывается на теплосъеме аппарата в целом. Таким образом, просматривается так называемая задача на «оптимум», когда с одной стороны принимается допустимо высокий коэффициент теплопередачи, а с другой - организуется гидродинамический режим сред теплообмена, обеспечивающий минимальные отложения накипи на теплообменной поверхности в течение значимого по продолжительности срока эксплуатации (отопительный сезон, год и т.д.).

Винтовые подогреватели проектируются по этому принципу - уровень проектного коэффициента теплопередачи 4000-5000 Вт/м²·К, запас поверхности 15-20 %, регламентный теплосъем без чистки трубчатки гарантируется в течение 1-2 лет для воды любого качества. Указанные достоинства винтовых аппаратов позволяют

использовать их для подогрева воды с различным содержанием включений [1]. Для подтверждения вышесказанного приведем несколько примеров эксплуатации ПВВВ и ППВВ.

Более трех лет в г. Советский ХМАО работают ПВВВ взамен пластинчатых теплообменников для подогрева воды сушильных комплексов глубокой переработки древесины. В связи с низким качеством подогреваемой воды, в которой содержание железа составляет 3,0-49 мг/дм³ (что превышает нормы СанПиН 2.1.4.1074-01 более чем в 100 раз), применение пластинчатых теплообменников без глубокой предварительной очистки воды, связанной со значительным увеличением капитальных и эксплуатационных затрат, не представляется возможным.²

В процессе промышленной эксплуатации установлено, что винтовые подогреватели (ПВВВ) обеспечили требуемый температурный режим при тепловой нагрузке до 4 МВт, расходе нагреваемой и нагревающей воды до 250 м³/ч, температуре нагреваемой воды 70-95 °С и нагревающей воды 110-90 °С. Интенсивность теплообмена - коэффициент теплопередачи на максимальных расходах в течение всего срока эксплуатации составляет 4000 Вт/м²·К.

Многолетний опыт внедрения подогревателей с винтовым движением воды в межтрубном пространстве (ППВВ и ПВВВ) в системах ГВС и отопления показал, что можно рассчитывать и прогнозировать скорость отложения окислов железа и солей жесткости из водных потоков на теплообменных поверхностях и создавать условия пульсационно-вихревого движения водных потоков, при которых отложения за время многолетней эксплуатации отсутствуют или минимальны, что позволяет эксплуатировать теплообменное оборудование без постоянных остановок с разборкой и демонтажем аппаратов на чистку и ремонт.

2.1.8 Сравнение пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов

Ниже представлено объективное сравнение двух наиболее известных типов теплообменных аппаратов - пластинчатых и кожухотрубных.

Сравнение будем проводить по следующим параметрам: небольшой вес, небольшой габаритный объем, тонкостенность теплопередающих пластин и высокий коэффициент теплопередачи, легкость технического обслуживания.

Небольшой вес. Тезис о незначительном весе пластинчатых теплообменников сформировался в начале 90-х годов прошлого столетия, когда западноевропейские фирмы, придя на рынок стран СНГ, в массовом порядке столкнулись с кожухотрубными аппаратами, использовавшимися в коммунальном хозяйстве Советского Союза и разработанными более полувека тому назад. Грешно было не

⁴ Одинцов С.Ю., Болитэр В.А., «Особенности выбора и эксплуатации пароводоподогревателей», журнал "Новости теплоснабжения" №8 (84), 2007

использовать такой козырь. Но продолжать эксплуатировать эту легенду в настоящее время представляется просто непорядочным (ведь нельзя всерьез предположить, что абсолютно все представители фирм-поставщиков пластинчатых теплообменников совершенно не следят за событиями, происходящими на соответствующем сегменте научно-технического рынка). А в настоящее время на рынке есть кожухотрубные теплообменники фирмы САТЭКС, сравнение с которыми по весу уже не дает столь ошеломляющих преимуществ пластинчатым аппаратам, есть также теплообменники, разработанные ЦКТИ, по сравнению с которыми выигрыш по массе у пластинчатых аппаратов становится еще более скромным, есть достаточно компактные аппараты JAF и, наконец, есть аппараты ТТАИ предприятия «Теплообмен», сравнивать с которыми пластинчатые аппараты по массе никогда не возьмется ни один представитель фирм-поставщиков пластинчатых теплообменников, т.к. вес пластинчатых аппаратов будет выглядеть просто пугающе большим.

Для примера приведем конкретные данные по одному из объектов, для комплектации которого были даны предложения по западноевропейским пластинчатым теплообменникам и аппаратам ТТАИ предприятия «Теплообмен».

Для нагрева воды в бассейне требовался теплообменник. Заказчик, выбирая наиболее устраивающий его вариант, выдал исходные данные различным поставщикам (в обоих случаях предусматривалось титановое исполнение): требуется нагревать морскую воду с расходом 9,4 т/ч от 4 °С до 27 °С пресной водой с расходом 10,8 т/ч и температурой на входе в теплообменник 70 °С. Предложенный для решения этой задачи пластинчатый теплообменник имел сухой вес, равный 120 кг, а теплообменник ТТАИ имел вес, равный 5 кг. Комментарии, наверное, излишни.

Таким образом, становится очевидным, что малый вес пластинчатых аппаратов по сравнению с кожухотрубными не более, чем легенда.

Небольшой габаритный объем. Рекламируя преимущества пластинчатых теплообменников, почти всегда подчеркивают такое их достоинство, как небольшой габаритный объем, что позволяет радикальным образом экономить площади, необходимые для размещения теплообменного оборудования и высвободить их для использования по другому назначению. Для крупных городов, где каждый квадратный метр офисной или торговой площади в центре города стоит немалых денег, это действительно важное качество. Но всегда ли «пластинчатый» обеспечивает преимущество по этому показателю по сравнению «кожухотрубным»? Или честнее было бы писать «современный пластинчатый по сравнению с устаревшим, без малого вековой давности разработки, кожухотрубным». Представляется, что последняя формулировка была бы намного точнее.

Теплообменники JAD могут занимать гораздо меньшую площадь по сравнению с пластинчатыми аппаратами, учитывая вертикальное исполнение у стены помещения. Минимальная занимаемая площадь делает возможным установку аппаратов практически в любом помещении техподполья существующих

потребителей. Проблематика заключается в наличии ограничений по высоте помещений.

В случае недостаточности пространства по высоте всегда будет иметься возможность установки аппарата ТТАИ. Рассмотрим конкретный пример. Требуется осуществить 2-х ступенчатый нагрев воды горячего водоснабжения, при этом расход нагреваемой воды 8,4 т/ч, температуры нагреваемой воды (последовательно по ступеням) - 5 °С, 43 °С и 55 °С. По греющей среде были заданы следующие параметры: расход через 2-ю и 1-ю ступени соответственно 5,6 т/ч и 15,2 т/ч, температуры греющей среды на входе во 2-ю и 1-ю ступени соответственно - 70 °С и 52 °С.

Для решения стоящей задачи был предложен пластинчатый теплообменник одной из западноевропейских фирм, имеющий габаритный объем, равный 0,19 м³. Решение этой же задачи (при тех же потерях напора) с помощью теплообменников ТТАИ потребовало применения для 1-й ступени аппарата с габаритным объемом 0,03 м³, а для 2-й - 0,007 м³. Как видно, суммарный габаритный объем двух аппаратов ТТАИ в 5,1 раза меньше габаритного объема одного пластинчатого аппарата.

В тех случаях, где не требуется 2-х ступенчатого нагрева, выигрыш по габаритному объему в случае применения кожухотрубных теплообменников ТТАИ достигает 10 и более раз. И при этом надо еще учесть, что аппараты типа ТТАИ зачастую удобнее komponуются в помещении, что также создает выигрыш по производственным площадям.

Исключительно малый габаритный объем аппаратов ТТАИ, т.е. их псевдоодномерность, открывает неожиданные возможности по радикальной экономии производственных площадей при создании ИТП. Использование аппаратов ТТАИ позволило применить принципиально новую идеологию создания ИТП, т.н. «планшетные» ИТП. Такие ИТП вообще не занимают места в плане, а распределены по ограждающим конструкциям.



Рис. 2.6. Расположение ИТП

Приведенные цифровые и визуальные данные подтверждают, что небольшой габаритный объем пластинчатых аппаратов тоже относится к области пусть красивых, но все же легенд.

Тонкостенность теплопередающих поверхностей и высокий коэффициент теплопередачи. Описывая положительные потребительские свойства пластинчатых аппаратов, практически всегда отмечают их более высокий коэффициент теплопередачи, обосновывая это развитой турбулизацией потока и тонкостенностью теплопередающих пластин.

Сопоставительный анализ этого показателя для современных пластинчатых аппаратов и современных же кожухотрубных аппаратов, выпускаемых различными производителями, уже не дает основания излишне оптимистично оценивать соответствующие значения для пластинчатых аппаратов. Они, как правило, у пластинчатых аппаратов больше, но не настолько, чтобы придавать этому столь большое звучание. Но если же провести сравнение этого показателя пластинчатых теплообменников с теплообменниками JAD и ТТАИ, то ситуация и вовсе меняется на противоположную - коэффициенты теплопередачи пластинчатых аппаратов оказываются заметно меньше соответствующих величин указанных кожухотрубных аппаратов. Для наполнения этого утверждения конкретикой, приведем в качестве примера коэффициенты теплопередачи, характеризующие теплообменные аппараты для первого описанного в данной статье случая - с подогревом морской воды. Предложенный пластинчатый теплообменник имел значение $5854 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, а аппарат ТТАИ имел значение $8397 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$. Превышение почти в 1,5 раза у аппаратов ТТАИ не оставляет оснований утверждать о более высоких коэффициентах теплопередачи пластинчатых теплообменников.

Что касается рассуждений о высокой степени турбулизации и малой толщине пластин, то это совсем уж очевидно искусственный прием набора положительных качеств. Во-первых, это еще более узкоспециальные вопросы, чем даже коэффициент теплопередачи, и поэтому никак не должны выходить на уровень потребителя. Во-вторых, специалистам известно, что на сегодня методы турбулизации для труб разработаны не хуже, а даже лучше чем для пластин. Например, витые U-образные трубки в теплообменниках JAD. Поэтому, в современных кожухотрубных теплообменниках осуществляется оптимальная турбулизация потока, не уступающая турбулизации в современных пластинчатых аппаратах.

Говорить же об исключительно малой толщине пластин (к слову сказать, почти не влияющей в абсолютном большинстве случаев на коэффициент теплопередачи), достигающей 0,5 мм и даже, в пределе, 0,4 мм, тут же упоминая о достаточно высоких давлениях рабочих сред (на уровне 1,6 МПа), представляется даже не достаточно профессиональным. Ведь известно, что цилиндрическая оболочка лучше противостоит избыточным давлениям, чем плоская стенка. И действительно,

аппараты JAD и ТТАИ уже более 10-ти лет выпускаются с трубками, имеющими толщину стенки 0,3 мм. Очевидно, что это меньше, чем 0,5 мм и даже чем 0,4 мм.

Таким образом, становится ясно, что мнение о высоком коэффициенте теплопередачи пластинчатых теплообменников и об исключительно малых толщинах пластин вероятнее всего осознанно формировалось, как научно-техническая легенда.

Легкость технического обслуживания. В качестве одного из существенных преимуществ пластинчатых теплообменников выделяется такое его свойство, как легкость технического обслуживания. Это действительно важный показатель назначения теплообменников, т.к. не существует техники, которую не требовалось бы обслуживать, а обслуживание на месте эксплуатации, в условиях «подвала», всегда создает дополнительные сложности. Поэтому возможность разобрать пластинчатый теплообменник и доставить пластины, например, в мастерскую, чтобы их там очистить или заменить, дает этим аппаратам преимущество по сравнению с кожухотрубными, но опять же необходимо подчеркнуть, более полувековой давности, аппаратами. Если не лукавить и осуществлять сравнение с современными кожухотрубными теплообменниками (которые являются разборными вплоть до извлечения трубного пучка из корпуса), то это преимущество пластинчатых аппаратов также из разряда легенд. Дело в том, что при разборке и сборке пластинчатых теплообменников, что приходится выполнять на месте их эксплуатации, зачастую (а применительно к варианту использования клеевых уплотнительных прокладок - всегда) страдают многочисленные резиновые уплотнительные прокладки, имеющие сложную форму, и их требуется заменять. Однако стоимость комплекта таких прокладок сопоставима с ценой нового теплообменника (составляет порядка 20-30% полной стоимости нового пластинчатого теплообменника). В то же время в кожухотрубных теплообменниках резиновые прокладки имеют исключительно простую кольцевую формы, их всего две штуки, да и менять их (если в этом возникнет необходимость) придется не на месте эксплуатации, а в приспособленном для техобслуживания помещении. Обеспечивается это легкостью кожухотрубных аппаратов в среднем в 10 раз по сравнению с пластинчатыми. Поэтому всегда, когда возникает необходимость выполнить техобслуживание аппарата, имеется легко реализуемая возможность кожухотрубный аппарат целиком, не разбирая на месте, доставить в специально приспособленное для этого помещение (мастерскую, ремонтный участок и пр.). В соответствующих условиях осуществить необходимые работы и вернуть аппарат на место. Особенно данное преимущество отличает теплообменник ТТАИ, самый тяжелый теплообменник используемый уже не в ИТП, а в крупных ЦТП, весит порядка 60 кг. Очевидно, что такой теплообменник легко демонтирует и доставит к месту обслуживания бригада из 3-х и даже 2-х человек. Чего уж никак не скажешь про пластинчатый теплообменник весом более полутонны. Значит, его придется все же разбирать, а главное, потом собирать на месте. Это удастся успешно сделать

далеко не всегда даже специалистам, а штатному персоналу тепловых сетей тем более.

Выводы:

Вышеперечисленные и ряд не названных, менее популярных легенд, активно пропагандируемых в течение последнего десятилетия, создали миф о выдающихся свойствах зарубежных пластинчатых теплообменников, породивший, с одной стороны, мнение о необходимости применения только таких аппаратов, а с другой стороны, вызвавший к жизни бум по организации сборочных или даже почти полномасштабных производств таких аппаратов. На самом же деле это действительно высокоэффективные и высококачественные теплообменные аппараты, но они не являются панацеей. В ряде случаев их применение оправдано и на сегодня является наиболее оптимальным. Но в большинстве случаев им есть достойная альтернатива и даже больше, зачастую современные кожухотрубные аппараты, превосходят современные пластинчатые теплообменники по всему комплексу потребительских свойств (положительный опыт перехода от пластинчатых к кожухотрубным аппаратам имеется в г. Обнинске). Положительный опыт эксплуатации кожухотрубных аппаратов позволяет с уверенностью сказать, что утверждение о безальтернативности пластинчатых аппаратов (такие пассажи доводилось встречать в научно-технической периодике) не более чем миф.

Преимущества с точки зрения эксплуатации. Принятая в г. Казани программа ликвидации ЦТП с целью повышения качества теплоснабжения предполагает перевод более чем 1300 зданий на ИТП с погодным регулированием³. Очевидно, что в условиях недостатка свободного места в помещениях зданий, проект которых не предполагал размещение ИТП, применение вертикальных или планшетных тепловых пунктов является единственно возможным решением. При этом существенно сокращаются затраты на монтаж и сервисное обслуживание.

Основа решения заключается в применении высокоэффективных кожухотрубных аппаратов, обладающими такими конкурентными преимуществами как:

- низкая стоимость (дешевле на 30% ближайших конкурентов), малый вес (до 70%), ремонтпригодность (не требуется специальной оснастки), длительный срок службы, возможность установки на ограниченной площади (вдоль стен, под потолком, не требует фундаментов, опор);
- использование интенсифицированных теплообменных аппаратов позволяет эффективнее осуществлять передачу тепла в сравнении с существующими аналогами;

³ А.В. Васев «Преимущества «планшетной» компоновки индивидуальных тепловых пунктов», журнал «Новости теплоснабжения» № 3, 2017 г.

- в кожухотрубных аппаратах JAD реализован принцип самоочистки (подтвержденный 10 летним опытом эксплуатации без проведения промывок), что позволяет снизить эксплуатационные расходы при обслуживании теплообменников (до 40% по сравнению с пластинчатыми аппаратами);
- в ИТП на основе теплообменников ТТАИ применены комплектующие отечественного производства, что решает проблему импортного замещения.

Реальные условия перевода потребителей на закрытые схемы ГВС диктуют жесткие требования к компактности и удобству обслуживания современных ИТП. Это подтолкнуло разработчиков к реализации концепции «планшетных» тепловых пунктов.

В планшетных ИТП обеспечивается свободный доступ ко всем его элементам, позволяющим осуществить своевременное техобслуживание, наладку, замену без выполнения операций по демонтажу другого сопряженного оборудования⁴.

Для примера в Табл. 2.2 приведены результаты сравнительного анализа пластинчатых теплообменников и кожухотрубных теплообменников⁵.

Из изложенных выше данных в Табл. 2.3 сведена информация для сравнения массогабаритных характеристик ряда теплообменников, рассчитанных для следующих условий: требуется осуществить 2-ступенчатый нагрев воды ГВС, при этом расход нагреваемой воды составляет 8,4 т/ч, температуры нагреваемой воды (последовательно по ступеням) - 5, 43 и 55 °С. По греющей среде были заданы следующие параметры: расход через 2-ю и 1-ю ступени соответственно 5,6 и 15,2 т/ч; температуры греющей среды на входе во 2-ю и 1-ю ступени соответственно 70 и 52 С. По габаритным размерам прослеживается очевидное преимущество теплообменных аппаратов ТТАИ.

Табл. 2.2. Результаты сравнительного анализа теплообменников на нагрузку по отоплению 0,4184 Гкал/ч при расходе воды на ГВС 7,04 м³/ч

Критерий	ТТАИ	JAD	Пластинчатый разборный	Пластинчатый неразборный
Стоимость, руб. (без НДС)	126 820	269 849	350 016	220 017
Вес, кг	22	156	562,3	89
Габариты (ДхШхВ), мм	длина – 3295 диаметр - 108	высота – 1880 диаметр - 340	675x460x1772	84x474x1180
Обслуживаемость	разборный	разборный	разборный	неразборный
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6	2,5	2,1	2,2

⁴ Барон В.Г. «Возможность проведения реновации теплосетей, не требующая поиска денежных средств, или еще раз о «Планшетных» тепловых пунктах», журнал «Теплоэнергоэффективные технологии» № 1-2 (65-66), Санкт-Петербург, 2012

⁵ А.В. Васев «Преимущества «планшетной» компоновки индивидуальных тепловых пунктов», журнал «Новости теплоснабжения» № 3, 2017 г.

Потери давления, МПа	0,018	0,02	0,024	0,023
Диапазон рабочих температур, °С	до 250	до 250	расчетная 150	расчетная 150
Толщина стенки кожуха/толщина пластин	1 мм		0,4 мм	0,5 мм
Стоимость прокладок, % от стоимости ТА	0,015%	1%	30%	-

Табл. 2.3. Результаты расчетов габаритных объемов теплообменных аппаратов разных типов, м³

№ п/п	Параметр	Пластинчатый (моноблок)	ВВПИ	ТТАИ
1	Габаритный объем 1 ступени, м ³	0,19	0,416	0,03
2	Габаритный объем 2 ступени, м ³		0,124	0,007
ИТОГО, м³		0,19	0,54	0,037

Авторы настоящего исследования тоже запросили ряд компаний о подборе теплообменников для сравнения. Результаты расчета теплообменников для 2-х ступенчатой схемы ГВС (которые нагреют 7,5 м³/ч воды от 5 до 60 °С теплоносителем 70 °С (при условиях максимального разбора, мощность теплообменника - 0,42 Гкал/ч) приведены в Табл. 2.4.

Табл. 2.4. Результаты расчетов поставщиков теплообменных аппаратов ГВС разных типов

Тип	Пластинчатый разборный		Пластинчатый разборный		Кожухотрубный ТТАИ		Кожухотрубный JAD	
Производитель	ООО «Кельвион Машинпэкс»		ООО «Данфосс»		ООО «Теплообмен»		ООО «Немен»	
	1 ступень	2 ступень	1 ступень	2 ступень	1 ступень	2 ступень	1 ступень	2 ступень
Мощность, Гкал/ч	0,26	0,15	0,26	0,17	0,26	0,15	0,26	0,15
Вес, кг	180	168	285		19	13	50	43
Габариты, мм	430x323x1020	430x323x1020	535x395x960		длина- 2695x133 - диаметр	1587x322 108 - диаметр	высота – 1604 диаметр -159	высота – 1604 диаметр - 140
Стоимость (в текущих ценах, без НДС), тыс. руб.	77	62	219		68	62	102	93

Стоимость в таблице 4 указана по состоянию «на складе», т.е. без учета транспортных расходов. Из приведенных данных видно, что при практически схожих данных по стоимости, теплообменные аппараты ТТАИ заметно выигрывают по весу, а от веса зависят и затраты на транспорт, и на погрузку-разгрузку, и удобство монтажа/демонтажа, обслуживания, разборки/сборки, устройство фундамента, опор и т.д.

Независимый мониторинг и анализ сопоставительных характеристик теплообменных аппаратов в июле 2015 г. были проведены Агентством Стратегического Развития Севастополя (АСРС) с целью выбора оборудования для

реконструкции систем теплоснабжения и горячего водоснабжения субъекта федерации - г. Севастополя. В своем отчете АСРС приводит следующие графики сопоставимых характеристик теплообменных аппаратов:

- горячее водоснабжение (Рис. 2.7);
- отопление (Рис. 2.8).

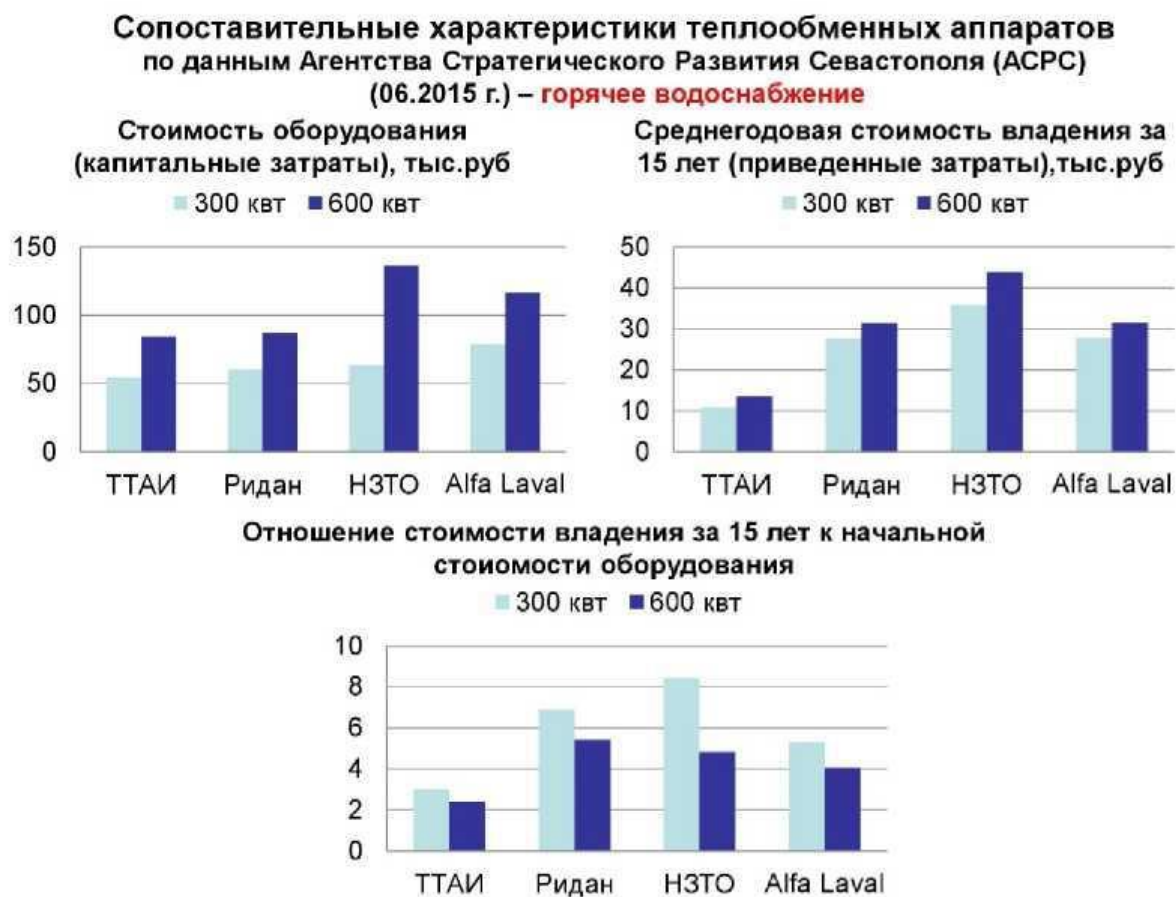


Рис. 2.7. Сопоставимые характеристики теплообменных аппаратов по данным АСРС (06.2015 г.) – горячее водоснабжение

Сопоставительные характеристики теплообменных аппаратов по данным АСРС (06.2015 г.) – отопление

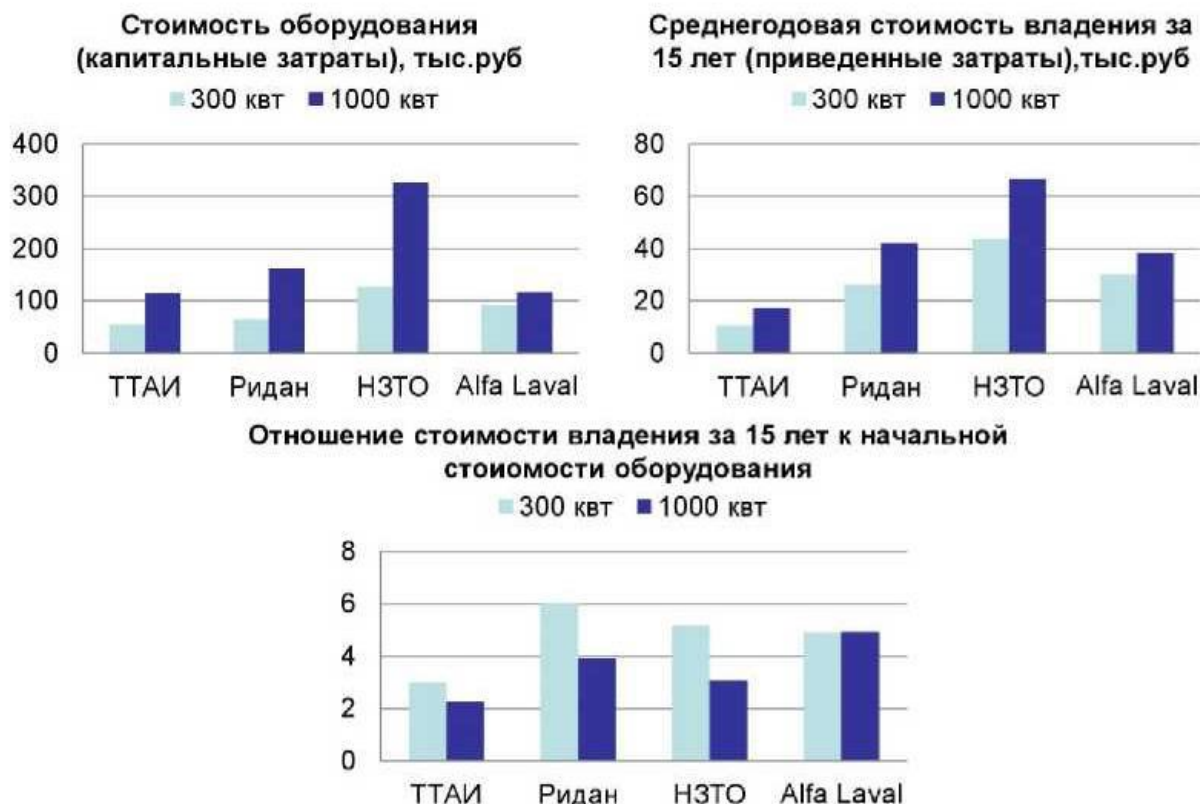


Рис. 2.8. Сопоставимые характеристики теплообменных аппаратов по данным АСРС (06.2015 г.) – отопление

При расчете стоимости владения были учтены как расходные материалы, так и затраты в человеко-часах на обслуживание теплообменников (в соответствии с регламентами производителей).

2.1.9 Общие выводы по разделу

Согласно анализу публикаций к теплообменникам при переходе на закрытую схему ГВС (или организации независимой схемы отопления) предъявляются следующие требования:

- Массогабаритные показатели. Например, в стесненных условиях подвальных ИТП могут быть «критичными» как длина теплообменного аппарата (могут отсутствовать монтажные проемы в подвалах), так и вес (необходимость вручную «доставлять» к месту монтажа без грузоподъемных механизмов);
- Низкая стоимость теплообменника и низкая стоимость владения (обслуживания);
- Доступность или даже возможность ремонта;
- Простота доступа к поверхностям для очистки от отложений;
- Невысокое гидродинамическое сопротивление;

- Склонность к самоочищению или минимальному загрязнению (при соблюдении скоростных режимов теплоносителя).

Сравнение по указанным параметрам представлено в Табл. 2.5. К сравнению приняты пластинчатые разборные, паяные и кожухотрубные интенсифицированные теплообменники.

Табл. 2.5. Сравнение теплообменников по эксплуатационным требованиям

Критерии	Пластинчатый разборный	Пластинчатый паяный	Кожухотрубный интенсифицированный		
			JAD (Польша)	ТТАИ (Севастополь)	винтовой
Компактность	-	+	+	++	+
Низкая масса	-	+	+	++	+
Низкая стоимость теплообменника	-	+	+	+	+
Низкая стоимость владения	--	-	+	+	+
Возможность ремонта	+	-	+	+	-
Простота доступа к поверхностям для очистки от отложений	-	-	+	+	-
Невысокое гидродинамическое сопротивление	+	+	+	+	+
Склонность к самоочищению или минимальному загрязнению	-	-	++	+	+

Кроме того, нужно учитывать следующие особенности поставщика:

- Срок изготовления и поставки, особенно при массовой установке теплообменных аппаратов;
- Обеспечение запасными частями и расходными материалами (для разборных пластинчатых), их стоимость и периодичность замены.
- Расположение склада запасных частей в непосредственной близости к потенциальному заказчику (для разборных пластинчатых).

Из Табл. 2.5 следует, что по всему комплексу потребительских свойств наиболее выделяются кожухотрубные теплообменники JAD (Польша) и ТТАИ (Севастополь).

2.2 Техническая целесообразность комплексной реконструкции ИТП с переводом потребителей на независимую схему

Как показал опыт эксплуатации, закрытая независимая схема теплоснабжения как по отоплению, так и по ГВС имеет ряд неоспоримых преимуществ с традиционными зависимыми элеваторными схемами:

- Возможность автоматического регулирования подачи тепловой энергии у потребителя. В результате повышение качества теплоснабжения, снижение потребления тепловой энергии вследствие исключения «перетопов» и эффективного распределения тепловой энергии.
- Возможность перехода на количественно-качественное регулирование.
- Возможность подключения новых потребителей без переделки сетей с увеличением диаметра, без строительства насосных станций.
- Уменьшение величины подпиточной воды и расходов на ее приготовление.

Гидравлическая взаимосвязь отдельных элементов системы при зависимом подключении отопительных систем и открытого водоразбора с течением времени неизбежно приводит к разрегулировке гидравлического режима работы системы. В большой степени этому способствуют нарушения (в т.ч. сливы теплоносителя со стороны потребителей тепла). В конечном итоге это оказывает отрицательное влияние на качество и стабильность теплоснабжения и снижает эффективность работы теплоисточников, а для потребителей тепла снижается комфортность жилья при одновременном повышении затрат.

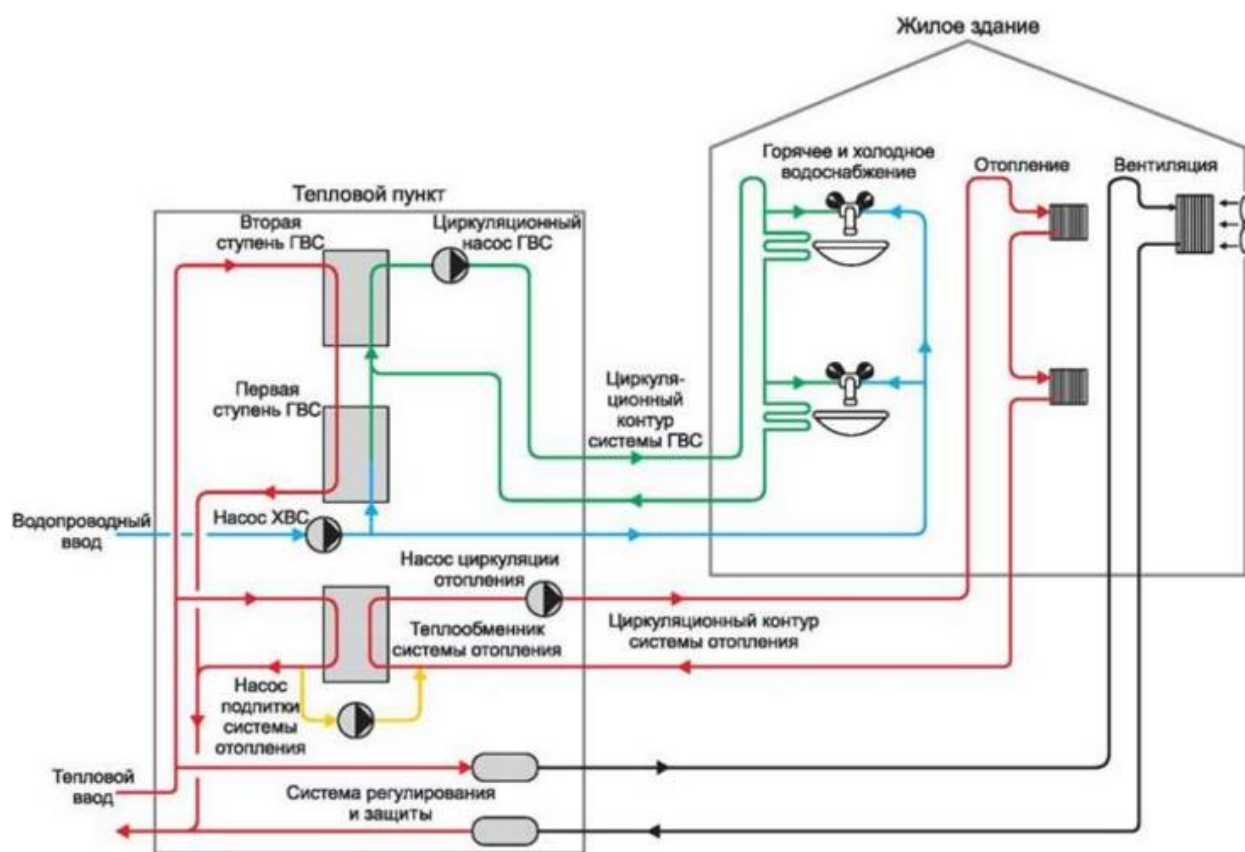


Рис. 2.9. Принципиальная схема ТП с закрытой системой горячего водоснабжения и независимой схемой присоединения системы отопления

Технически оправданным является комплексное решение, включающее одновременный переход на независимую схему присоединения системы отопления с установкой авторегуляторов и на повышенный скорректированный график отпуска тепловой энергии с «точкой излома» $T_1=70-75\text{ }^{\circ}\text{C}$, т.е. реконструкция аналогичная реконструкции закрытой системы теплоснабжения, сопровождаемая увеличением расхода сетевой воды на отопление и снижением расхода сетевой воды на ГВС. Переход на независимое присоединение системы отопления приведет к улучшению качества горячей воды, поскольку от системы теплоснабжения будут отключаться системы отопления зданий, которые являются наиболее загрязненными контурами.

Чтобы достичь максимальной энергоэффективности здания, необходима установка приборов учета входящих энергоресурсов, автоматического ИТП с погодозависимым управлением, балансировочных клапанов на стояки систем отопления, автоматических термостатов на приборы отопления в здании. Комплекс оборудования обеспечит диспетчеризацию в режиме онлайн и индивидуальный учет в каждой квартире, как на горизонтальных системах отопления, так и на вертикальных. Диспетчер должен контролировать, а при необходимости управлять ТП любого здания, которое подключено к системе. Система позволяет делать расчет потребления тепла в реальном режиме за день или месяц - она сразу формирует документы для УК, позволяет моментально реагировать, высылать ремонтную бригаду в случае необходимости.

2.3 Предложения по реконструкции тепловых сетей для обеспечения передачи тепловой энергии при переходе от открытой системы горячего водоснабжения к закрытой

Расчет перспективных гидравлических режимов с учетом закрытия схемы ГВС, выполненный при актуализации схемы теплоснабжения до 2035 г., не показал наличие необходимости реконструкции тепловых сетей с увеличением диаметра.

3 Обоснование и пересмотр графика температур теплоносителя и его расхода в открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения)

Основной задачей регулирования отпуска тепловой энергии в системах теплоснабжения является поддержание заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях при изменяющихся в течение отопительного сезона внешних климатических условиях и заданной температуры горячей воды, поступающей в системы горячего водоснабжения, при изменяющемся в течение суток расходе этой воды.

Регулирование отпуска тепловой энергии в виде горячей воды осуществляется качественно. Качественное регулирование предполагает изменение температуры теплоносителя без изменения расхода.

Ивановские ТЭЦ работают по температурному графику 150/70 со срезкой 125°C.

Табл. 3.1. Температурный график работы тепловых сетей ИвТЭЦ-2 и ИвТЭЦ-3

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из ТФУ в подающем теплопроводе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в ТФУ в обратном теплопроводе, °C
8	68,0	52,0
7	68,0	50,0
6	68,0	48,0
5	68,0	47,0
4	68,0	45,0
3	68,0	43,0
2	68,2	42,0
1	71,0	43,0
0	74,0	44,0
-1	77,0	45,0
-2	79,0	46,0
-3	82,0	47,0
-4	85,0	48,0
-5	87,0	49,0
-6	90,0	50,0
-7	93,0	51,0
-8	96,0	52,0
-9	98,0	53,0
-10	101,0	54,0
-11	103,0	55,0
-12	106,0	55,0
-13	109,0	56,0
-14	111,0	57,0
-15	114,0	58,0
-16	117,0	59,0
-17	119,0	60,0
-18	122,0	61,0
-19	124,0	61,0
-20	125,0	61,0
-21	125,0	61,0
-22	125,0	60,0
-23	125,0	60,0
-24	125,0	59,0
-25	125,0	59,0
-26	125,0	58,0

Температура наружного воздуха, °С	Нормативная температура теплоносителя на выходе из ТФУ в подающем теплопроводе, °С	Нормативная температура теплоносителя на входе в ТФУ в обратном теплопроводе, °С
-27	125,0	58,0
-28	125,0	57,0
-29	125,0	56,0

В соответствии с отчетом «Тепло-гидравлический расчет тепловых сетей в программно-расчетном комплексе «ZULU THERMO» от источников тепловой энергии Ивановских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 при переходе на новый индивидуальный температурный график 125/70 можно сделать вывод о целесообразности утверждения в схеме теплоснабжения г. Иваново нового индивидуального температурного графика с максимальной температурой в подающем трубопроводе $T_1=125^{\circ}\text{C}$. Более подробно см. Приложение 1 к УЧ ШИФР 002.37.1.СТ-УЧ.001.01.

Котельные № 2, 3, 17, 10, 24, 25, 30, 31, 41, 43, 44, 45, 46 АО «ИвГТЭ», котельная АО «Владгазкомпания», котельная ООО «Теплоснаб-2010», котельная ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет», котельная ФГБУ ЦЖКУ Минобороны России, котельная ОАО «СТС», котельная (ИБХР) ул. Окуловой, 74Б, котельная АО «ИСМА», Котельная ул. 23 Линия 18 ООО «Система Альфа», котельная ООО «РесурсЭнерго», котельная АО «Газпромнефть-Терминал», котельная ОАО «Ивановоглавснаб», котельная ПАО «Россети Центр и Приволжье» филиал Ивэнерго (ул.Суздальская), работают по температурному графику 95/70°C.

Котельные АО «Владгазкомпания» и АО «Железобетон» работают по температурному графику 95/70°C со спрямлением на ГВС 70°C.

Котельные №№39,43,44,45 АО «ИвГТЭ», котельная АО «Водоканал» работают по температурному графику 95/70°C. Нагрузка на горячее водоснабжение отсутствует. Тепловые сети котельной №46 АО «ИвГТЭ» работают на горячее водоснабжение по температурному графику 60/55°C

Котельные №№ 23, 33 АО «ИвГТЭ» работают по температурному графику 105/70°C. Тепловые сети котельной №33 АО «ИвГТЭ» работают на горячее водоснабжение по температурному графику 65/55°C. На котельной №23 АО «ИвГТЭ» ГВС отсутствует.

Котельная № 37 АО «ИвГТЭ» работает по температурному графику 105/70°C. Тепловые сети котельной №37 АО «ИвГТЭ» работают на горячее водоснабжение по открытой схеме, точка излома 63°C.

Котельная (ООО «ТДЛ Энерго») ул. Павла Большевикова, 27 работает по температурному графику 105/70°C.

Котельная №18 АО «ИвГТЭ» работает по температурному графику 95/70°C. Тепловые сети котельной №18 АО «ИвГТЭ» и котельной АО «Ивхимпром» работают с точкой излома 65°C.

Котельная №19 АО «ИвГТЭ» в 2024-2025 ОЗП работала по температурному графику 130/70°C. С ОЗП 2025-2026 на основании предложения АО «Ивгортеплоэнерго» были рассмотрены последствия перевода котельной №19 на температурный график 105/70. Как показали расчеты, переход на график 105/70 возможен без перекладки тепловой сети и приведет к увеличению надёжности и безопасности теплоснабжения. Данное решение

согласовано с ЕТО-1 ПАО «Т Плюс».

Утверждаемые для котельных температурные графики представлены ниже.



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ИВГОРТЕПЛОЭНЕРГО»**

Рабфаковская ул., д.2/1, г. Иваново, 153021
тел. 41-60-03, факс 38-45-41, e-mail: igte@igte.ru
ОКПО10719413, ОГРН 1143702016006, ИНН/КПП3702733438/370201001

06.02.2025 № 08-04-01-141
На № _____ от _____

Директору
Ивановского филиала
АО «ЭнергосбыТ Плюс»
А. В. Иванову

e-mail: ivanovo@esplus.ru

Техническому директору –
главному инженеру ИТС
филиала «Владимирский»
ПАО «Т Плюс»
А. К. Зорину

e-mail: vla-kanc@tplusgroup.ru

«О переводе котельной №19 АО «ИвГТЭ»
на другой температурный график»

**Уважаемый Александр Викторович!
Уважаемый Александр Константинович!**

В настоящее время специалистами АО «ИвГТЭ» в связи с технической необходимостью рассматривается вопрос о снижении температурного графика котельной №19 с 130/70°C на 105/70°C. С учетом предлагаемых изменений нами был выполнен новый тепло-гидравлический расчет.

В целях опробования нового режима работы котельной в текущем отопительно-зимнем периоде 2024-2025 г.г. предлагаем Вам выполнить регулировку расхода теплоносителя в тепловых пунктах потребителей согласно выполненного тепло-гидравлического расчета с установкой новых регулирующих устройств, которые в случае необходимости наше предприятие будет готово предоставить.

При положительном опробовании нового режима работы источника АО «ИвГТЭ» направит предложение по изменению температурного графика работы котельной №19 в схему теплоснабжения г. Иваново и в действующие договоры между нашими организациями.

Учитывая важность данного вопроса просим сообщить о готовности проведения мероприятий по регулировке потребителей в кратчайшие сроки.

Приложение:

- 1) Тепло-гидравлический расчет;
- 2) Температурный график 105/70°C с точкой излома 60°C.

Генеральный директор

исп. И. Д. Фефилов
тел. 301759

А. А. Мягков

Вх. №: 50100-02-1182
от 06.02.2025

Рис. 3.1. Предложение о переводе котельной №19 на температурный график 105/70

Результаты теплогидравлического расчета источника "Котельная №19"

Рпр=5.0 атм, Робр=3,0 атм. Нр=20м.вод.ст., T=105/70°C, Gцирк=64 т/ч

Наименование потребителя	Абонентский номер	Расход теплонос. т/ч Расчет	Напор (изб.), м Вход	Напор (изб.), м Выход	Располаг. напор на вводе, м	Тепл. нагр. ГКал/ч Расчет	Диам. рекомендуемого рег. устр. (конуса), мм	Тепл. нагр. СВ ГКал/ч Расчет	Расход теплонос. СВ т/ч	Диам. рекомендуемого рег. устр. СВ, мм	Расчетная нагр. ГВС ГКал/ч	Расчетная нагрузка на потери ГВС в цирк. Трубопр ГКал/ч	Расход теплонос. ГВС в цирк. трубопр т/ч Расчет	Диам. рекомендуемого рег. устр. на цирк ГВС, мм
ул Победы,20	N0010019	0.3	49.4	30.6	18.8	0.010	3.0							
ул Победы,20	N0009019	0.5	49.3	30.7	18.6	0.019	3.4							
ул Победы,20	N0012019	0.7	49.8	30.2	19.6	0.023	3.7	0.012	0.34	3.0				
ул Победы,20	N0005019	1.1	49.9	30.1	19.8	0.038	4.7				0.00442			
ул Победы,20	N0001019	3.0	49.9	30.1	19.9	0.104	7.8				0.001			
ул Победы,20	N0002019	5.5	49.6	30.4	19.2	0.191	10.7				0.02708			
ул Победы,20	N0004019	6.0	49.3	30.6	18.7	0.210	11.3							
ул Победы,20	N0003019	7.5	49.4	30.6	18.8	0.263	12.6				0.02708			
ул Победы,20	N0006019	12.3	49.7	30.3	19.4	0.431	16.0				0.0235			
ул Победы,20	N0008019	13.5	48.9	31.0	17.9	0.472	17.1							
ул Собинова,53а	N0011019/1	6.2	45.8	34.0	11.8	0.218	12.9				0.09502	0.0046	0.92	5.4
ул Собинова,53а	N0011019/2	6.2	45.8	34.0	11.8	0.218	12.9							

Рис. 3.2. Расчет режима работы котельной №19 при переходе к графику 105/70

Табл. 3.2. Температурные графики регулирования тепловой энергии

Температура наружного воздуха, °C	Котельная №19		Котельная №37		Котельная №48		Котельные №1,23,33		Котельные №2,3,10,17,24,25,30,31,41,46		Котельная №18		Котельные №39,43,44,45		ФГБУ ЦЖКУ Минобороны России (кот.42)	
	105/70°C		105/70°C		105/70°C		105/70°C		95/70°C		95/70°C		95/70°C		105/70°C	
	открытый водоразбор, точка излома 65°C		открытый водоразбор, точка излома 63°C		открытый водоразбор, точка излома 65°C		сети ГВС: кот №1 - 64/56°C, кот №33 65/55°C, кот №23 - ГВС нет		сети ГВС: кот №2 - 61/58°C, кот №3 - 62/53°C, кот №10 - 61/59°C, кот №17 - 61/54°C, кот №24 - 61/59°C, кот №25 - 62/56°C, кот №30 - 61/59°C, кот №31 - 61/52°C, кот №41 - 61/59°C, кот №46 - 60/55°C		точка излома 65°C, закрытая схема теплоснабжения		ГВС нет		точка излома 65°C, закрытая схема теплоснабжения	
	температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C	
Т нар	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат
8	65	48	63	50	65	48	42	34	39	34	65	55	39	34	65	52
7	65	48	63	50	65	48	44	36	41	35	65	54	41	35	65	51
6	65	47	63	50	65	47	46	37	43	36	65	54	43	36	65	51
5	65	47	63	49	65	47	48	38	45	38	65	54	45	38	65	51
4	65	47	63	49	65	47	50	39	46	39	65	54	46	39	65	51
3	65	47	63	49	65	47	51	40	48	40	65	54	48	40	65	50
2	65	46	63	49	65	46	53	41	49	41	65	53	49	41	65	50
1	65	46	63	48	65	46	55	42	51	42	65	53	51	42	65	50
0	65	46	63	48	65	46	57	44	53	43	65	53	53	43	65	49
-1	65	46	63	48	65	46	59	45	54	44	65	53	54	44	65	49
-2	65	46	63	47	65	46	61	46	56	45	65	52	56	45	65	49
-3	65	47	63	47	65	47	62	47	57	46	65	52	57	46	65	49
-4	65	48	64	48	65	48	64	48	59	47	65	52	59	47	65	48
-5	66	49	66	49	66	49	66	49	61	48	65	52	61	48	66	49
-6	68	50	68	50	68	50	68	50	62	49	65	52	62	49	68	50
-7	69	51	69	51	69	51	69	51	64	50	65	51	64	50	69	51
-8	71	52	71	52	71	52	71	52	65	51	65	51	65	51	71	52
-9	73	53	73	53	73	53	73	53	67	52	67	52	67	52	73	53
-10	74	54	74	54	74	54	74	54	68	53	68	53	68	53	74	54
-11	76	54	76	54	76	54	76	54	70	54	70	54	70	54	76	54
-12	78	55	78	55	78	55	78	55	71	55	71	55	71	55	78	55
-13	79	56	79	56	79	56	79	56	72	56	72	56	72	56	79	56
-14	81	57	81	57	81	57	81	57	74	57	74	57	74	57	81	57
-15	83	58	83	58	83	58	83	58	75	58	75	58	75	58	83	58

Температура наружного воздуха, °C	Котельная №19		Котельная №37		Котельная №48		Котельные №1,23,33		Котельные №2,3,10,17,24,25,30,31,41,46		Котельная №18		Котельные №39,43,44,45		ФГБУ ЦЖКУ Минобороны России (кот.42)	
	105/70°C		105/70°C		105/70°C		105/70°C		95/70°C		95/70°C		95/70°C		105/70°C	
	открытый водоразбор, точка излома 65°C		открытый водоразбор, точка излома 63°C		открытый водоразбор, точка излома 65°C		сети ГВС: кот №1 - 64/56°C, кот №33 65/55°C, кот №23 - ГВС нет		сети ГВС: кот №2 - 61/58°C, кот №3 - 62/53°C, кот №10 - 61/59°C, кот №17 - 61/54°C, кот №24 - 61/59°C, кот №25 - 62/56°C, кот №30 - 61/59°C, кот №31 - 61/52°C, кот №41 - 61/59°C, кот №46 - 60/55°C		точка излома 65°C, закрытая схема теплоснабжения		ГВС нет		точка излома 65°C, закрытая схема теплоснабжения	
	температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C		температура, °C	
Т нар	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат	Тпрям	Тобрат
-16	84	59	84	59	84	59	84	59	77	59	77	59	77	59	84	59
-17	86	60	86	60	86	60	86	60	78	60	78	60	78	60	86	60
-18	88	61	88	61	88	61	88	61	80	61	80	61	80	61	88	61
-19	89	62	89	62	89	62	89	62	81	61	81	61	81	61	89	62
-20	91	62	91	62	91	62	91	62	83	62	83	62	83	62	91	62
-21	92	63	92	63	92	63	92	63	84	63	84	63	84	63	92	63
-22	94	64	94	64	94	64	94	64	85	64	85	64	85	64	94	64
-23	96	65	96	65	96	65	96	65	87	65	87	65	87	65	96	65
-24	97	66	97	66	97	66	97	66	88	66	88	66	88	66	97	66
-25	99	67	99	67	99	67	99	67	90	67	90	67	90	67	99	67
-26	100	68	100	68	100	68	100	68	91	67	91	67	91	67	100	68
-27	102	68	102	68	102	68	102	68	92	68	92	68	92	68	102	68
-28	103	69	103	69	103	69	103	69	94	69	94	69	94	69	103	69
-29	105	70	105	70	105	70	105	70	95	70	95	70	95	70	105	70

Котельная (АО «ПСК») м. Минеево, Кранекс, 17 имеет температурный график: 95/70°C

Табл. 3.3. Нормативные температуры теплоносителя в тепловых сетях и на входе отапливаемый объект при центральном качественном методе регулирования отпуска тепловой энергии в тепловые сети по отопительной нагрузке (температурный график 95/70°C.)

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплотрассе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплотрассе, °C
8	39	34
7	41	35
6	43	36
5	45	38
4	46	39
3	48	40
2	49	41
1	51	42
0	53	43
-1	54	44
-2	56	45
-3	57	46
-4	59	47
-5	61	48
-6	62	49
-7	64	50
-8	65	51
-9	67	52
-10	68	53
-11	70	54
-12	71	55
-13	72	56
-14	74	57
-15	75	58
-16	77	59
-17	78	60
-18	80	61
-19	81	61
-20	83	62
-21	84	63
-22	85	64
-23	87	65
-24	88	66.
-25	90	67
-26	91	67
-27	92	68
-28	94	69
-29	95	70

Котельная (ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия») пр. Строителей, 33 имеет эксплуатационный температурный график: 95/70°C.

Табл. 3.4. Нормативные температуры теплоносителя в тепловых сетях и на входе отапливаемый объект при центральном качественном методе регулирования отпуска тепловой энергии в тепловые сети по отопительной нагрузке (температурный график 95/70°C.)

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплопроводе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплопроводе, °C
8	39	34
7	41	35
6	43	36
5	45	38
4	46	39
3	48	40
2	49	41
1	51	42
0	53	43
-1	54	44
-2	56	45
-3	57	46
-4	59	47
-5	61	48
-6	62	49
-7	64	50
-8	65	51
-9	67	52
-10	68	53
-11	70	54
-12	71	55
-13	72	56
-14	74	57
-15	75	58
-16	77	59
-17	78	60
-18	80	61
-19	81	61
-20	83	62
-21	84	63
-22	85	64
-23	87	65
-24	88	66.
-25	90	67
-26	91	67
-27	92	68
-28	94	69
-29	95	70

Котельная (ООО «ИнвестЭнерго») ул. Окуловой, 73 имеет эксплуатационный температурный график:95/70°C

Табл. 3.5. Нормативные температуры теплоносителя в тепловых сетях и на входе отапливаемый объект при центральном качественном методе регулирования отпуска тепловой энергии в тепловые сети по отопительной нагрузке (температурный график 95/70°C.)

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплопроводе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплопроводе, °C
8	39	34

Температура наружного воздуха, °С	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплотрассе, °С	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплотрассе, °С
7	41	35
6	43	36
5	45	38
4	46	39
3	48	40
2	49	41
1	51	42
0	53	43
-1	54	44
-2	56	45
-3	57	46
-4	59	47
-5	61	48
-6	62	49
-7	64	50
-8	65	51
-9	67	52
-10	68	53
-11	70	54
-12	71	55
-13	72	56
-14	74	57
-15	75	58
-16	77	59
-17	78	60
-18	80	61
-19	81	61
-20	83	62
-21	84	63
-22	85	64
-23	87	65
-24	88	66.
-25	90	67
-26	91	67
-27	92	68
-28	94	69
-29	95	70

Котельная (ЗАО «Новая тепловая компания») ул. Дзержинского, 39 имеет эксплуатационный температурный график: 95/70°С

Табл. 3.6. Нормативные температуры теплоносителя в тепловых сетях и на входе отапливаемый объект при центральном качественном методе регулирования отпуска тепловой энергии в тепловые сети по отопительной нагрузке (температурный график 95/70°С.)

Температура наружного воздуха, °С	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплотрассе, °С	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплотрассе, °С
8	39	34
7	41	35
6	43	36
5	45	38
4	46	39
3	48	40
2	49	41

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплотрассе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплотрассе, °C
1	51	42
0	53	43
-1	54	44
-2	56	45
-3	57	46
-4	59	47
-5	61	48
-6	62	49
-7	64	50
-8	65	51
-9	67	52
-10	68	53
-11	70	54
-12	71	55
-13	72	56
-14	74	57
-15	75	58
-16	77	59
-17	78	60
-18	80	61
-19	81	61
-20	83	62
-21	84	63
-22	85	64
-23	87	65
-24	88	66.
-25	90	67
-26	91	67
-27	92	68
-28	94	69
-29	95	70

Котельная (ООО «Нордекс») ул. Третьего Интернационала, 28 имеет эксплуатационный температурный график: 95/70°C.

Табл. 3.7. Нормативные температуры теплоносителя в тепловых сетях и на входе отапливаемый объект при центральном качественном методе регулирования отпуска тепловой энергии в тепловые сети по отопительной нагрузке (температурный график 95/70°C.)

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплотрассе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплотрассе, °C
8	39	34
7	41	35
6	43	36
5	45	38
4	46	39
3	48	40
2	49	41
1	51	42
0	53	43
-1	54	44
-2	56	45
-3	57	46
-4	59	47

Температура наружного воздуха, °C	Нормативная температура теплоносителя на выходе из котельной в подающем теплопроводе, °C	Нормативная температура теплоносителя на входе в котельную в обратном теплопроводе, °C
-5	61	48
-6	62	49
-7	64	50
-8	65	51
-9	67	52
-10	68	53
-11	70	54
-12	71	55
-13	72	56
-14	74	57
-15	75	58
-16	77	59
-17	78	60
-18	80	61
-19	81	61
-20	83	62
-21	84	63
-22	85	64
-23	87	65
-24	88	66.
-25	90	67
-26	91	67
-27	92	68
-28	94	69
-29	95	70

4 Предложения по реконструкции тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения (горячего водоснабжения), на отдельных участках таких систем, обеспечивающих передачу тепловой энергии к потребителям

Горячее водоснабжение потребителей МКД по адресу г. Иваново, ул. Победы, 63 осуществляется по однотрубной (тупиковой) сети ГВС с улицы 2-я Чайковского от ТК-ЖДТ070W, подключение по отоплению выполнено двухтрубной тепловой сетью со стороны 3й улицы Чайковского от ТК-ЖДТ075 (Рис. 4.1). Такая организация теплоснабжения указанного МКД приводит к недоотпуску тепловой энергии в части ГВС в часы минимального водоразбора, в особенности в зимний период.

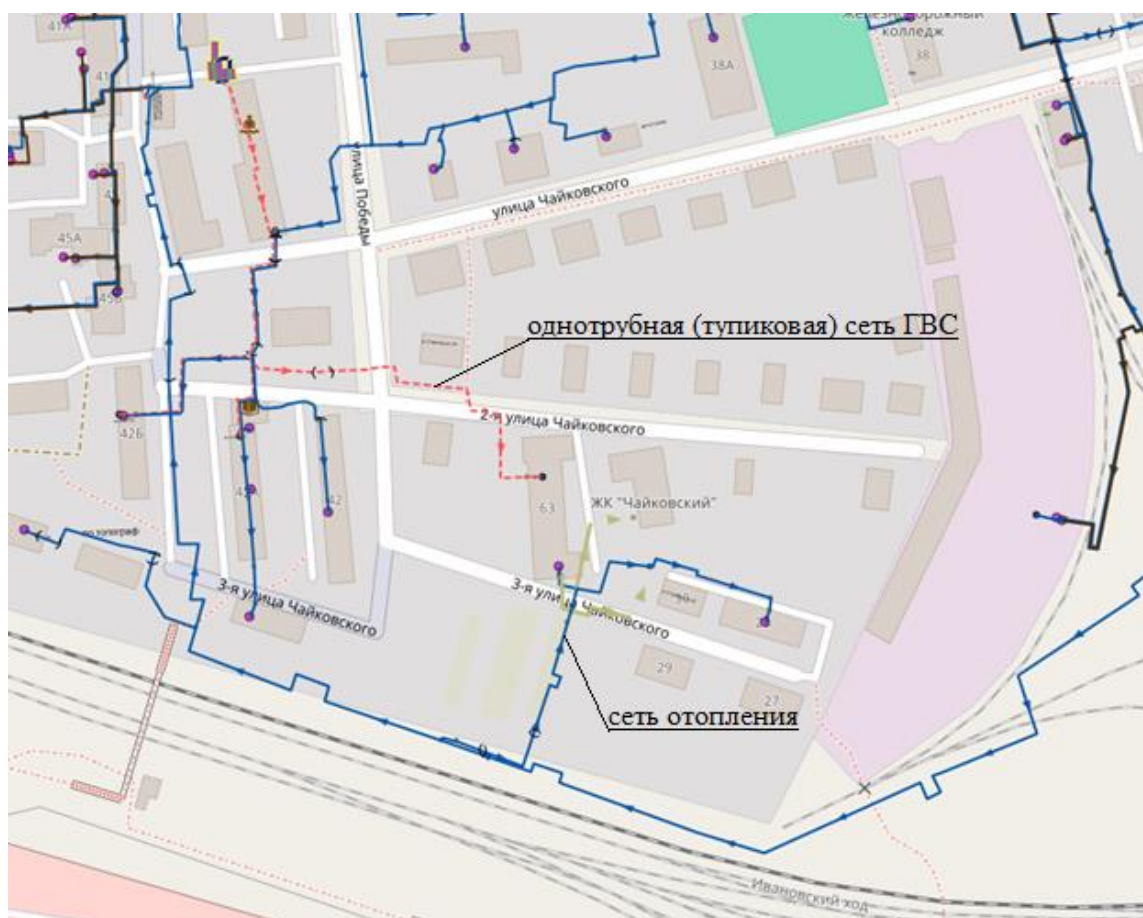


Рис. 4.1 Схема присоединения МКД по адресу г. Иваново, ул. Победы, 63 к тепловым сетям ГВС и отопления

Схемой теплоснабжения предусматривается мероприятие по переводу схемы горячего водоснабжения для МКД по адресу г. Иваново, ул. Победы, 63 с открытой на закрытую. Реализация данного мероприятия позволит:

- улучшить качество горячего водоснабжения жилого дома;
- исключить из производственного процесса участок тепловой сети от ЖДТ 069 до МКД по ул. Победы, 63 диаметром 57 мм и протяженностью более 200 метров;

- повысить эффективность работы системы теплоснабжения за счет сокращения потерь тепловой энергии в тепловых сетях.

Для реализации данного мероприятия предусмотрена модернизация теплового пункта (Табл. 4.1). Тепловые пункты входят в состав общедомового имущества МКД, выполнение данного мероприятия предполагается управляющей компанией МКД за счет средств фонда капитального ремонта.

Табл. 4.1. Объемы реконструкции ИТП потребителей в целях перевода схемы ГВС с открытой на закрытую в зоне деятельности ЕТО №1 Филиал «Владимирский» ПАО «Т плюс»

№ п/п	Код группы проекта	Источник	Наименование мероприятия	Год реализации	Затраты с НДС, тыс. руб.
1	001.02.08.001	Котельная (РЖД (Северная дирекция по тепловодоснабжению)) ул. 3-я Чайковского, 11	Перевод горячего водоснабжения жилого дома по ул. Победы, 63 с открытой схемы на закрытую (с использованием теплообменного оборудования в жилом доме)	2027	1 882,70

5 Расчет потребности инвестиций для перевода открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения

По результатам выполненного технико-экономического обоснования перевода оценены финансовые потребности в реализацию мероприятий. Мероприятия по каждому потребителю (зданию), необходимые для обеспечения перевода на закрытую схему ГВС включают в себя:

- Составление пообъектных технических решений и формирование проектно-сметной документации (принято в соответствии с усредненными предложениями проектных организаций 10÷15% от суммарной стоимости ИТП + внутренних коммуникаций);
- Мероприятия по подготовке помещений для проведения строительно-монтажных работ (ликвидация подтоплений, очистка техподполья от мусора);
- Закупка оборудования, принятая в соответствии с ценами производителя;
- Доставка оборудования, принятая в соответствии с п. 4.60 МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации»;

Реконструкция внутридомовой разводки коммуникаций. Прогноз по данной статье затруднителен, ввиду отсутствия общедоступных проектов-аналогов, а также сметных нормативов. В настоящем расчете предусматривается усредненная оценка о стоимости систем в размере 15% от стоимости оборудования ИТП. При этом на этапе составления проектной документации в домах с несколькими ИТП необходимо включить в смету дополнительные трубопроводы ГВС от одного ИТП, в котором будет осуществляться подготовка горячей воды на весь дом;

Выполнение строительно-монтажных и пусконаладочных работ (принято в соответствии с усредненными предложениями проектных организаций 30÷60% от суммарной стоимости ИТП + внутренних коммуникаций).

Для оценки капитальных вложений в проекты реконструкции существующих ИТП применен метод аналогов, с учетом коммерческих предложений организаций-производителей теплотехнического оборудования.

Ниже представлена сравнительная оценка вариантов закрытия ГВС с применением типовых ИТП по 2 вариантам:

- с применением теплообменных аппаратов JAD;
- с применением теплообменных аппаратов ТТАИ.

Цены на установку оборудования в многоквартирных домах ранжированы по следующим категориям:

- многоквартирные дома с количеством подъездов более 1, с учетом применения 1 узла подготовки ГВС на весь дом;

- многоквартирные одноподъездные дома с 1 ИТП;

- многоквартирные дома, где планируется к установке одноступенчатая схема.

Необходимость установки двух- или одноступенчатой схемы определяется коэффициентом:

$$\rho = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{макс}}}{Q_{\text{ОВ}}}$$

где $Q_{\text{ГВС}}^{\text{макс}}$ – максимальная часовая нагрузка ГВС, Гкал/ч; $Q_{\text{ОВ}}$ – расчетная нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/ч.

Одноступенчатая схема применяется при очень малых ($\leq 0,2$) или очень больших значениях коэффициента (≥ 1). В остальных случаях рекомендуется использовать двухступенчатую схему.

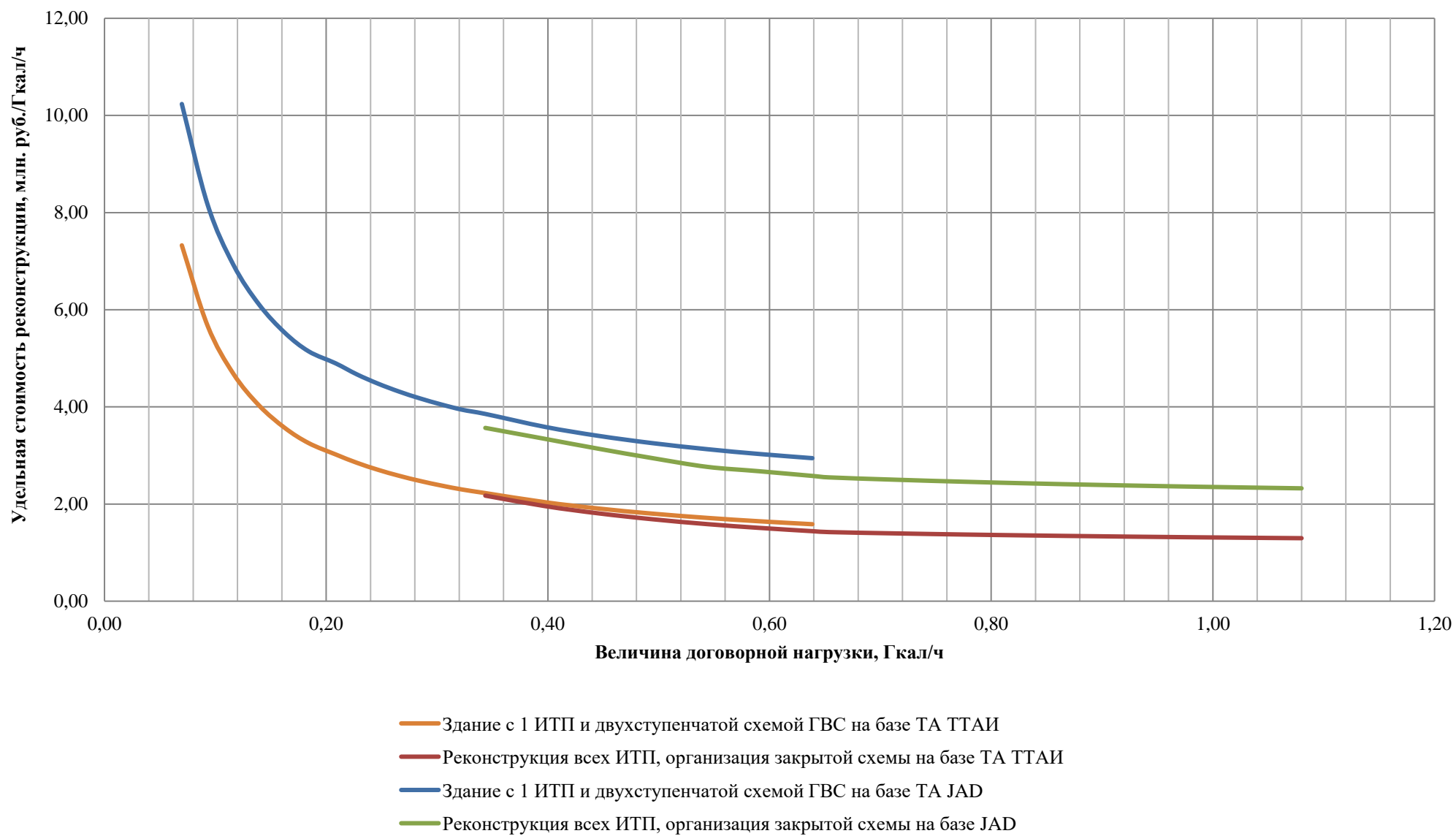


Рис. 5.1. Сравнение удельной стоимости ИТП (закрытие ГВС + организация независимой схемы) для ТА JAD и ТТАИ

Как видно, реконструкция ИТП с установкой ТА JAD выглядит дороже по капитальным затратам. Причиной тому служит увеличение цены за счет поставки оборудования из Польши – страны-производителя. Поставщик оборудования ООО «Немен» (<https://www.nemen.ru/index/our-product/catalog/teploobmennik/>) осуществляет подбор оборудования и выдает коммерческое предложение в евро. Таким образом, цена оборудования должна быть скорректирована на момент заказа, что должно уточняться при проектировании ИТП.

Начиная с присоединенной нагрузки 0,3 Гкал/ч, целесообразно при проектировании ИТП предусматривать узел приготовления ГВС в одном помещении, что позволяет сократить капитальные затраты.

Удельная стоимость ИТП с одноступенчатой схемой на 6-11% дешевле ИТП с двухступенчатой схемой.

В таблице и на рисунке ниже представлены затраты на реализацию мероприятий по реконструкции оборудования в существующих ИТП в текущих ценах.

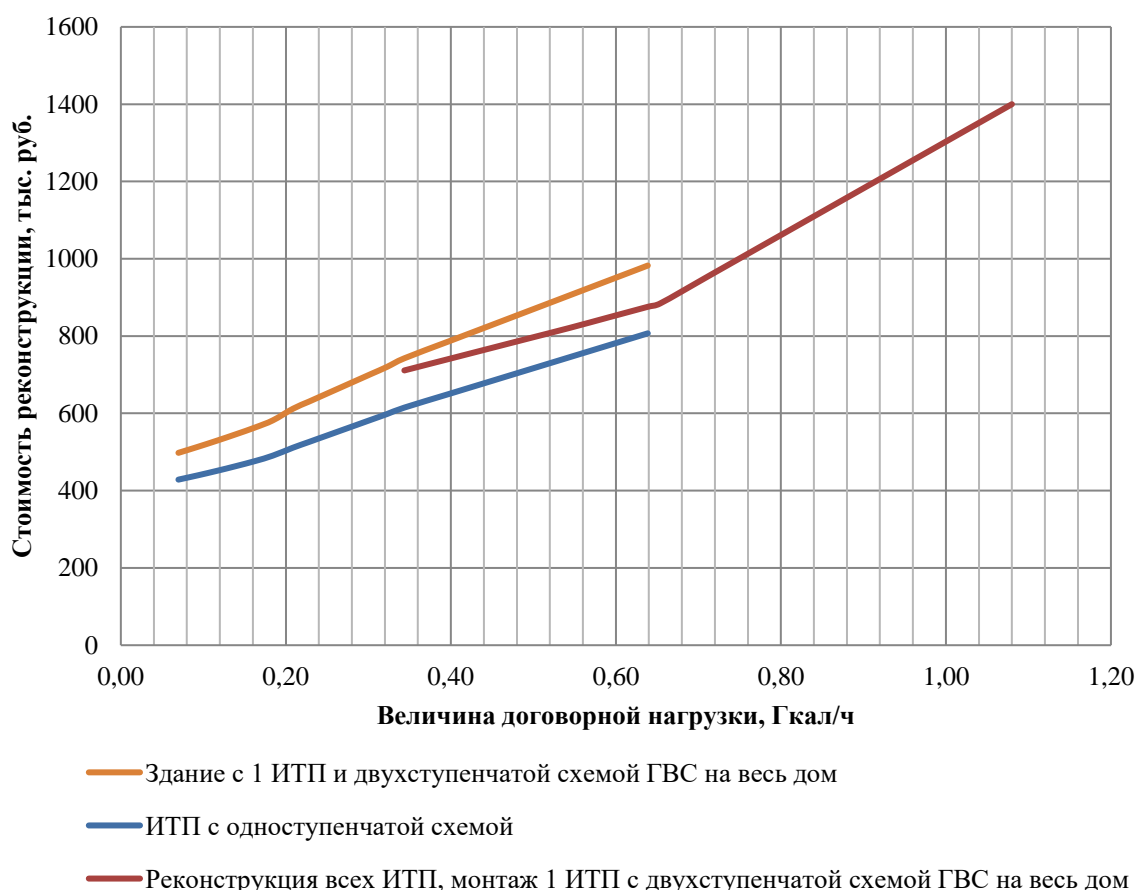


Рис. 5.2. Принятые цены на реконструкцию оборудования ИТП

Оценочная стоимость составляющих ИТП на примере 5 и 9-этажных зданий представлена в таблице ниже.

Табл. 5.1. Цены на реконструкцию ИТП, отнесенные к величине суммарной договорной нагрузке

Наименование		Здание с 1 ИТП и двухступенчатой схемой ГВС на весь дом		ИТП с одноступенчатой схемой		Реконструкция всех ИТП, монтаж 1 ИТП с двухступенчатой схемой ГВС на весь дом	
Величина	Договорная нагрузка	Стоимость реконструкции, тыс. руб.	Удельная стоимость реконструкции, млн. руб./Гкал/ч	Стоимость реконструкции, тыс. руб.	Удельная стоимость реконструкции, млн. руб./Гкал/ч	Стоимость реконструкции, тыс. руб.	Удельная стоимость реконструкции, млн. руб./Гкал/ч
Договорная нагрузка потребителя, Гкал/ч	0,07	714	10,236	614	8,801		
	0,09	760	8,163	648	6,960		
	0,12	805	6,924	682	5,861		
	0,14	852	6,104	717	5,134		
	0,16	899	5,522	752	4,619		
	0,18	948	5,143	789	4,281		
	0,21	1021	4,896	837	4,012		
	0,23	1063	4,670	869	3,819		
	0,25	1105	4,479	902	3,655		
	0,27	1147	4,316	934	3,515		
	0,28	1189	4,174	966	3,394		
	0,30	1230	4,050	999	3,287		
	0,32	1272	3,941	1031	3,194		
	0,34	1325	3,855	1069	3,110	1226	3,567
	0,40	1426	3,587	1147	2,884	1328	3,340
	0,45	1517	3,403	1217	2,729	1399	3,137
	0,49	1608	3,254	1287	2,604	1456	2,946
	0,54	1702	3,129	1359	2,499	1504	2,765
	0,59	1789	3,030	1426	2,416	1580	2,675
	0,64	1880	2,944	1496	2,343	1647	2,578
	0,65					1666	2,548
	0,71					1786	2,499
	0,78					1907	2,459
	0,84					2027	2,424
	0,90					2148	2,393
	0,96					2268	2,367
	1,02					2388	2,344
	1,08					2509	2,323

Табл. 5.2. Затраты на оборудование ИТП в текущих ценах на примере 5 и 9-этажных домов, с теплообменными аппаратами типа JAD

Характеристика	ТО ГВС	ТО ОВ	Насос подпиточный	Насос циркуляционный ГВС	Насос циркуляционный	Фильтр сетчатый	Двухходовой регулирующий клапан	Арматура	Мембранный бак	Стоимость КИПиА (контроль и регулирование)	Стоимость труб, фасонины, антикоррозионной защиты и изоляции	Полная стоимость ИТП
5 этажей, 4 подъезда	268701	225519	40000	88000	120000	4000	66000	24000	14000	170000	102022	1122243
9 этажей, 4 подъезда	407281	451039	128000	38000	180000	4000	83000	24000	20000	179000	151432	1665752
5 этажей, 1 подъезд	160935	225519	40000	88000	80000	4000	66000	24000	3000	170000	86145	947599
9 этажей, 1 подъезд	283386	315727	81000	101000	152000	4000	66000	24000	7000	170000	120411	1324524

Затраты на закрытие ГВС по 2 вариантам представлены в таблицах ниже.

Для потребителей с нагрузкой менее 0,01 Гкал/ч предлагается установка индивидуальных водонагревателей и сохранение существующей схемы подачи отопления и вентиляции по следующим причинам:

- Низкая плотность тепловой нагрузки и низкий уровень теплопотребления на нужды ГВС (суммарная тепловая нагрузка ГВС таких потребителей не превышает 4 Гкал/ч);
- Высокая удельная величина капитальных вложений на реконструкцию ИТП (тыс. руб./Гкал/ч).

Для потребителей со столь малыми нагрузками не всегда возможно установить ИТП в существующих техподпольях по техническим причинам. Вариант исполнения индивидуальных водонагревателей и выбор энергоресурса для них (газ или электроэнергия) определяется на этапе проектирования, с учетом наличия технической возможности поставок газа к ним.

Для сравнения рассмотрен вариант комплексной реконструкции ИТП путем организации независимой схемы отопления, вентиляции, а также закрытия ГВС. Достоинства данной схемы представлены в разделе 3.2, основным ее недостатком является дороговизна мероприятий, капитальные затраты оценены на уровне 2,8 млрд. руб., средняя цена реконструкции составит 9,344 млн. руб. за единицу суммарной нагрузки (отопление + вентиляция + средняя ГВС).

Табл. 5.3. Капитальные затраты на мероприятия по организации закрытой схемы ГВС и план-график реализации по варианту №1 – Организация независимой схемы отопления, вентиляции и ГВС

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2021- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
Источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии																	
1	ИвТЭЦ-2/ НИ вместо ТЭЦ-2	01	0	0	0	372614	597805	372614	1417838	1453344	0	0	372614	970419	1116864	2288000	3243797
а) проектирование ИТП			0	0	0	56002	10164	56002	70999	89161	0	0	56002	66165	81269	172133	216161
б) подготовка помещений			0	0	0	1590	640	1590	4640	5190	0	0	1590	2230	3180	8840	11420
в) оборудование ИТП			0	0	0	172339	345642	172339	757371	750710	0	0	172339	517981	588702	1177336	1680420
г) доставка оборудования			0	0	0	10340	20739	10340	45442	45043	0	0	10340	31079	35322	70640	100825
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	25851	51846	25851	113606	112606	0	0	25851	77697	88305	176600	252063
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	11539	24061	11539	39216	29032	0	0	11539	35600	38547	60602	79787
ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности			0	0	0	6894	13826	6894	30295	30028	0	0	6894	20719	23548	47093	67217
з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	88060	130887	88060	356270	391574	0	0	88060	218947	257991	574756	835903
2	ИвТЭЦ-3	01	0	0	0	19280	310234	19280	1653031	549198	0	0	19280	329515	810170	2122353	2221510
а) проектирование ИТП			0	0	0	18630	33379	18630	107104	27033	0	0	18630	52010	69802	152767	152767
б) подготовка помещений			0	0	0	650	1580	650	5600	1660	0	0	650	2230	3190	7910	7910
в) оборудование ИТП			0	0	0	0	157082	0	852634	284430	0	0	0	157082	413631	1083395	1137064
г) доставка оборудования			0	0	0	0	9425	0	51158	17066	0	0	0	9425	24818	65004	68224
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	0	23562	0	127895	42664	0	0	0	23562	62045	162509	170560
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	0	6583	0	38865	11675	0	0	0	6583	18865	47972	50539
ж) обеспечение создаваемых ИТП			0	0	0	0	6283	0	34105	11377	0	0	0	6283	16545	43336	45483

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2021- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
	ХВС и ЭС по 1-й категории надежности																
	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	72340	0	435670	153293	0	0	0	72340	201275	559460	588964
Котельные (некомбинированная выработка)																	
Котельные с открытой ГВС																	
8	котельная № 19	04	0	0	0	0	0	0	0	13540	0	0	0	0	0	1037	13540
	а) проектирование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	977	0	0	0	0	0	977	977
	б) подготовка помещений		0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	60	60
	в) оборудование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	6809	0	0	0	0	0	0	6809
	г) доставка оборудования		0	0	0	0	0	0	0	409	0	0	0	0	0	0	409
	д) реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	0	0	0	1021	0	0	0	0	0	0	1021
	е) установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	238
	ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	0	0	0	272	0	0	0	0	0	0	272
	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	0	0	0	3753	0	0	0	0	0	0	3753
16	котельная № 37	04	0	0	0	0	0	0	0	284695	0	0	0	0	0	14044	284695
	а) проектирование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	20185	0	0	0	0	0	13144	20185
	б) подготовка помещений		0	0	0	0	0	0	0	1240	0	0	0	0	0	900	1240
	в) оборудование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	143194	0	0	0	0	0	0	143194
	г) доставка оборудования		0	0	0	0	0	0	0	8592	0	0	0	0	0	0	8592
	д) реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	0	0	0	21479	0	0	0	0	0	0	21479
	е) установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	0	0	0	6431	0	0	0	0	0	0	6431

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2021- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
	ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	0	0	0	5728	0	0	0	0	0	0	5728
	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	0	0	0	77846	0	0	0	0	0	0	77846
	ИТОГО по котельным с открытой ГВС		0	0	0	0	0	0	0	298235	0	0	0	0	0	15081	298235
	а) проектирование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	21162	0	0	0	0	0	14121	21162
	б) подготовка помещений		0	0	0	0	0	0	0	1300	0	0	0	0	0	960	1300
	в) оборудование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	150004	0	0	0	0	0	0	150004
	г) доставка оборудования		0	0	0	0	0	0	0	9000	0	0	0	0	0	0	9000
	д) реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	0	0	0	22501	0	0	0	0	0	0	22501
	е) установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	0	0	0	6668	0	0	0	0	0	0	6668
	ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	6000
	з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	0	0	0	81600	0	0	0	0	0	0	81600
	ИТОГО по муниципальному образованию		0	0	0	372614	597805	372614	1417838	1751579	0	0	372614	970419	1116864	2303082	3542032
	а) проектирование ИТП		0	0	0	56002	10164	56002	70999	110323	0	0	56002	66165	81269	186254	237324
	б) подготовка помещений		0	0	0	1590	640	1590	4640	6490	0	0	1590	2230	3180	9800	12720
	в) оборудование ИТП		0	0	0	172339	345642	172339	757371	900713	0	0	172339	517981	588702	1177336	1830423
	г) доставка оборудования		0	0	0	10340	20739	10340	45442	54043	0	0	10340	31079	35322	70640	109825

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2021- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	25851	51846	25851	113606	135107	0	0	25851	77697	88305	176600	274564
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	11539	24061	11539	39216	35701	0	0	11539	35600	38547	60602	86456
ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности			0	0	0	6894	13826	6894	30295	36029	0	0	6894	20719	23548	47093	73217
з) строительно- монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	88060	130887	88060	356270	473173	0	0	88060	218947	257991	574756	917503

Табл. 5.4. Капитальные затраты на мероприятия по организации закрытой схемы ГВС и план-график реализации по варианту №2 –закрытие ГВС

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2020- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
Источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии																	
1	ИвТЭЦ-2/ НИ вместо ТЭЦ-2	01	0	0	0	273068	444204	273068	826285	701039	0	0	273068	717273	791150	1343238	1800393
а) проектирование ИТП			0	0	0	52835	5641	52835	37336	49262	0	0	52835	58476	67303	114286	139433
б) подготовка помещений			0	0	0	1590	640	1590	4640	5190	0	0	1590	2230	3180	8840	11420
в) оборудование ИТП			0	0	0	106844	222786	106844	363112	268817	0	0	106844	329630	356917	561129	738772
г) доставка оборудования			0	0	0	6411	13367	6411	21787	16129	0	0	6411	19778	21415	33668	44326
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	25851	51846	25851	113606	112606	0	0	25851	77697	88305	176600	252063
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	9616	20051	9616	32680	24193	0	0	9616	29667	32123	50502	66490
ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности			0	0	0	5342	11139	5342	18156	13441	0	0	5342	16481	17846	28056	36939
з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	64580	118734	64580	234970	211400	0	0	64580	183314	204061	370157	510951
2	ИвТЭЦ-3	01	0	0	0	12961	162105	12961	877735	270297	0	0	12961	175066	436153	1107861	1160993
а) проектирование ИТП			0	0	0	12311	21589	12311	65893	15241	0	0	12311	33900	44830	93444	93444
б) подготовка помещений			0	0	0	650	1580	650	5600	1660	0	0	650	2230	3190	7910	7910
в) оборудование ИТП			0	0	0	0	60953	0	359858	108100	0	0	0	60953	174675	444186	467958

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2020- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
г)	доставка оборудования		0	0	0	0	3657	0	21591	6486	0	0	0	3657	10481	26651	28077
д)	реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	23562	0	127895	42664	0	0	0	23562	62045	162509	170560
е)	установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	5486	0	32387	9729	0	0	0	5486	15721	39977	42116
ж)	обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	3048	0	17993	5405	0	0	0	3048	8734	22209	23398
з)	строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	42230	0	246518	81012	0	0	0	42230	116478	310974	327530
Котельные (некомбинированная выработка)																	
Котельные с открытой ГВС																	
8	котельная № 19	04	0	0	0	0	0	0	0	5984	0	0	0	0	0	546	5984
а)	проектирование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	486	0	0	0	0	0	486	486
б)	подготовка помещений		0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	60	60
в)	оборудование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	0	0	0	0	2200
г)	доставка оборудования		0	0	0	0	0	0	0	132	0	0	0	0	0	0	132
д)	реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	0	0	0	1021	0	0	0	0	0	0	1021
е)	установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	0	0	0	198	0	0	0	0	0	0	198
ж)	обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0	0	110
з)	строительно-монтажные работы, тыс. руб.		0	0	0	0	0	0	0	1777	0	0	0	0	0	0	1777
16	котельная № 37	04	0	0	0	0	0	0	0	152077	0	0	0	0	0	7648	152077
а)	проектирование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	12096	0	0	0	0	0	6748	12096
б)	подготовка помещений		0	0	0	0	0	0	0	1240	0	0	0	0	0	900	1240
в)	оборудование ИТП		0	0	0	0	0	0	0	59545	0	0	0	0	0	0	59545
г)	доставка оборудования		0	0	0	0	0	0	0	3573	0	0	0	0	0	0	3573
д)	реконструкция внутридомовой разводки		0	0	0	0	0	0	0	21479	0	0	0	0	0	0	21479
е)	установка ВПУ у потребителей		0	0	0	0	0	0	0	5359	0	0	0	0	0	0	5359
ж)	обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности		0	0	0	0	0	0	0	2977	0	0	0	0	0	0	2977

№ п/п	Наименование теплоисточника	Зона ЕТО	Затраты за период, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)								Затраты нарастающим итогом, тыс. руб. (в текущих ценах, без НДС)						
			2021	2022	2023	2024	2025	2020- 2025	2026- 2030	2031- 2035	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	0	0	0	0	45808	0	0	0	0	0	0	45808
ИТОГО по котельным с открытой ГВС			0	0	0	0	0	0	0	158061	0	0	0	0	0	8194	158061
а) проектирование ИТП			0	0	0	0	0	0	0	12582	0	0	0	0	0	7234	12582
б) подготовка помещений			0	0	0	0	0	0	0	1300	0	0	0	0	0	960	1300
в) оборудование ИТП			0	0	0	0	0	0	0	61745	0	0	0	0	0	0	61745
г) доставка оборудования			0	0	0	0	0	0	0	3705	0	0	0	0	0	0	3705
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	0	0	0	0	22501	0	0	0	0	0	0	22501
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	0	0	0	0	5557	0	0	0	0	0	0	5557
ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности			0	0	0	0	0	0	0	3087	0	0	0	0	0	0	3087
з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	0	0	0	0	47584	0	0	0	0	0	0	47584
ИТОГО по муниципальному образованию			0	0	0	273068	444204	273068	826285	859100	0	0	273068	717273	791150	1351432	1958453
а) проектирование ИТП			0	0	0	52835	5641	52835	37336	61844	0	0	52835	58476	67303	121520	152014
б) подготовка помещений			0	0	0	1590	640	1590	4640	6490	0	0	1590	2230	3180	9800	12720
в) оборудование ИТП			0	0	0	106844	222786	106844	363112	330562	0	0	106844	329630	356917	561129	800517
г) доставка оборудования			0	0	0	6411	13367	6411	21787	19834	0	0	6411	19778	21415	33668	48031
д) реконструкция внутридомовой разводки			0	0	0	25851	51846	25851	113606	135107	0	0	25851	77697	88305	176600	274564
е) установка ВПУ у потребителей			0	0	0	9616	20051	9616	32680	29751	0	0	9616	29667	32123	50502	72047
ж) обеспечение создаваемых ИТП ХВС и ЭС по 1-й категории надежности			0	0	0	5342	11139	5342	18156	16528	0	0	5342	16481	17846	28056	40026
з) строительно-монтажные работы, тыс. руб.			0	0	0	64580	118734	64580	234970	258985	0	0	64580	183314	204061	370157	558535

6 Оценка экономической эффективности мероприятий по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения

Оценка экономического эффекта проведена с учетом капитальных затрат, приведенных в разделе 6 данного документа. В таблице ниже приведены расчеты изменения операционных затрат (ОРЕХ) при реализации проекта перевода открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) на закрытые системы горячего водоснабжения. Показатели приведены с учетом ретроспективных данных, планируемые этапы реализации проекта на прогнозный период: 2024-2035 годы.

На основании результатов расчетов экономического эффекта перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения, можно сделать вывод, что данный проект характеризуется $NPV = -1,422$ млрд. руб. (ЧПС (NPV) < 0 на прогнозный период 10 лет).

Проект перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения оценивается как неэффективный.

При этом качество воды в существующей открытой системе горячего водоснабжения отвечает требованиям технических регламентов, санитарных правил и нормативов, определяющих ее безопасность.

Необходимость перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения в зоне действия, по состоянию на 2024 год отсутствует.

Табл. 6.1. Обязательная оценка экономической эффективности мероприятий по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения

Показатель	Ед. изм.	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Капитальные затраты (CAPEX)																
Капитальные затраты на ИТП (с учетом реконструкции внутридомовых систем ГВС), без НДС	тыс. руб.	0	0	0	273068	444204	73877	111782	101512	94910	95424	156654	238700	172055	106915	90979
Увеличение диаметров трубопроводов существующих тепловых сетей для обеспечения расчетных расходов теплоносителя при переходе к закрытой системе теплоснабжения, без НДС	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Увеличение диаметров трубопроводов существующих сетей холодного водоснабжения, без НДС	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО	тыс. руб.	0	0	0	273068	444204	73877	111782	101512	94910	95424	156654	238700	172055	106915	90979
Операционные затраты (OPEX)																
Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение	Гкал/ч	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1
Ежегодный объем потребления тепловой энергии на ГВС в открытой/закрытой системе	тыс. Гкал	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3	165,3
Эффекты для потребителя																
Открытая система горячего водоснабжения																
Ежегодный объем потребления воды на ГВС в открытой системе	тыс. куб.м	4126,00	4126,00	4126,00	3782,17	3438,33	3094,50	2750,67	2406,83	2063,00	1719,17	1375,33	1031,50	687,67	343,83	
Компонент на теплоноситель в	руб./ку б.м	13	35,37	36,43	37,52	38,65	39,81	41,00	42,23	43,50	44,81	46,15	47,53	48,96	50,43	51,94

Показатель	Ед. изм.	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
открытой системе ГВС (без НДС)																
Компонент на тепловую энергию в открытой системе ГВС (без НДС)	руб./Гкал	1392,39	1794,17	1830,05	1866,65	1903,99	1942,07	1980,91	2020,53	2060,94	2102,16	2144,20	2187,08	2230,82	2275,44	2320,95
Норматив расхода тепловой энергии на подогрев горячей воды (с полотенцесушителями)	Гкал/куб.м	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741
Цена единицы горячей воды	руб./куб.	116,18	168,32	172,04	175,84	179,74	183,72	187,79	191,95	196,22	200,58	205,03	209,60	214,26	219,04	223,92
Закрытая система горячего водоснабжения																
Ежегодный объем потребления воды на ГВС в закрытой системе	тыс. куб.м				343,83	687,67	1031,50	1375,33	1719,17	2063,00	2406,83	2750,67	3094,50	3438,33	3782,17	4126,00
Компонент на теплоноситель в закрытой системе ГВС (без НДС)	руб./куб.м	41,69	18,36	18,73	19,10	19,48	19,87	20,27	20,68	21,09	21,51	21,94	22,38	22,83	23,28	23,75
Компонент на тепловую энергию в закрытой системе ГВС (без НДС)	руб./Гкал	1392,39	1794,17	1830,05	1866,65	1903,99	1942,07	1980,91	2020,53	2060,94	2102,16	2144,20	2187,08	2230,82	2275,44	2320,95
Норматив расхода тепловой энергии на подогрев горячей воды (с полотенцесушителями)	Гкал/куб.м	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741	0,0741
Цена единицы горячей воды	руб./куб.	144,87	151,31	154,33	157,42	160,57	163,78	167,06	170,40	173,81	177,28	180,83	184,44	188,13	191,90	195,73
Эффект от изменения цены на теплоноситель	тыс. руб.				6334	13180	20564	28514	37061	46233	56065	66588	77838	89851	102664	116318
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ																
Дополнительные эксплуатационные расходы на ИТП, в т.ч.	тыс. руб.	0	0	0	-7838	-8090	-8350	-8617	-8894	-9179	-9473	-9778	-10092	-14009	-14471	-14950
Затраты ЭЭ на привод насосного оборудования системы ГВС	тыс. руб.				-6190	-6376	-6567	-6764	-6967	-7176	-7391	-7613	-7842	-9692	-9983	-10282

Показатель	Ед. изм.	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Затраты на эксплуатацию теплообменного оборудования ГВС, установленного у потребителей (техническое обслуживание, промывка, ремонт)	тыс. руб.				-831	-864	-899	-934	-971	-1010	-1050	-1091	-1134	-2212	-2300	-2391
Фонд заработной платы с ЕСН	тыс. руб.				-660	-686	-713	-742	-771	-801	-833	-866	-900	-1755	-1825	-1898
Прочие расходы	тыс. руб.				-158	-164	-171	-177	-184	-192	-199	-207	-215	-350	-364	-378
Снижение эксплуатационных расходов на хим. цех на источнике тепловой энергии, в т.ч.	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Денежный поток от операционной деятельности	тыс. руб.	0	0	0	-1504	5090	12214	19897	28167	37054	46591	56810	67746	75842	88193	101368
То же, нарастающим итогом	тыс. руб.	0	0	0	-1504	3586	15800	35697	63863	100918	147509	204319	272065	347907	436100	537467
Денежный поток от инвестиционной деятельности	тыс. руб.	0	0	0	-273068	-444204	-73877	-111782	-101512	-94910	-95424	-156654	-238700	-172055	-106915	-90979
Дисконтированный денежный поток	тыс. руб.	0	0	0	-274572	-439115	-61663	-91885	-73345	-57856	-48833	-99844	-170954	-96214	-18722	10389
Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	тыс. руб.	0	0	0	-274572	-713687	-775350	-867235	-940580	-998436	- 1047269	- 1147113	- 1318067	- 1414281	- 1433002	- 1422613

7 Оценка целевых показателей эффективности и качества теплоснабжения в открытой системе теплоснабжения (горячего водоснабжения) и закрытой системе горячего водоснабжения

Реализация проекта перевода на закрытую схему присоединения по ГВС предлагается посредством установки подогревателей горячей воды непосредственно в присоединенных зданиях. Данная схема является наиболее эффективной, если сравнивать с закрытием схемы посредством ЦТП и 4-трубной системы теплоснабжения.

Показатели качества горячего водоснабжения в зоне деятельности ЕТО №01 представлены в таблице ниже.

Табл. 7.1. Показатели качества горячего водоснабжения в зоне деятельности ЕТО №01

Показатели качества ГВС	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2031	2035
Число часов работы в год	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424
Число часов работы с температурой, превышающей 65°C	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424	8424
Число часов работы с температурой ниже 45°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Количество проб с неудовлетворительными показателями «мутность и цветность»	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Количество жалоб на качество горячего водоснабжения	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Относительное количество жалоб на качество горячего водоснабжения (определяется как количество жалоб к количеству обслуживаемых жителей)	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000