

Актуализированная схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы



Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения

Книга 7 Разработка вариантов
перспективного развития системы
теплоснабжения г. Тобольска.
Предложения по строительству и
реконструкции тепловых сетей и
сооружений на них
(ОМ ПСТ 07)



Состав документа

Наименование документа	Шифр
Обосновывающие материалы. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.	ОМ ПСТ 01.00
Обосновывающие материалы. Книга 2. Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	ОМ ПСТ 02.00
Обосновывающие материалы. Книга 3. Электронная модель системы теплоснабжения г. Тобольска (С приложением отлаженной и откалиброванной под расчетный и фактические режимы работы электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска)	ОМ ПСТ 03.00
Обосновывающие материалы. Книга 4. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	ОМ ПСТ 04.00
Обосновывающие материалы. Книга 5. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	ОМ ПСТ 05.00
Обосновывающие материалы. Книга 6. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	ОМ ПСТ 06.00
Обосновывающие материалы. Книга 7. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них	ОМ ПСТ 07.00
Обосновывающие материалы. Книга 8. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе аварийные режимы	ОМ ПСТ 08.00
Обосновывающие материалы. Книга 9. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные топливные балансы	ОМ ПСТ 09.00
Обосновывающие материалы. Книга 10. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Оценка надежности теплоснабжения;	ОМ ПСТ 10.00
Обосновывающие материалы. Книга 11. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение;	ОМ ПСТ 11.00
Обосновывающие материалы. Книга 12. Обоснование предложения по определению единой теплоснабжающей организации.	ОМ ПСТ 12.00
Обосновывающие материалы. Книга 13. Сводный Том изменений при актуализации схемы теплоснабжения	ОМ ПСТ 13.00
Утверждаемая часть. Схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы.	УЧ ПСТ 14.00

Содержание

Перечень принятых сокращений	4
Общие положения	6
Глава 7 Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них	7
1 Реконструкция и строительство тепловых сетей, обеспечивающих перераспределение тепловой нагрузки из зон с дефицитом тепловой мощности в зоны с избытком тепловой мощности (использование существующих резервов) .	7
2 Строительство тепловых сетей для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки под жилищную, комплексную или производственную застройку во вновь осваиваемых районах поселения	7
3 Строительство тепловых сетей, обеспечивающих условия, при наличии которых существует возможность поставок тепловой энергии потребителям от различных источников тепловой энергии при сохранении надежности теплоснабжения	8
4 Строительство или реконструкция тепловых сетей для повышения эффективности функционирования системы теплоснабжения, в том числе за счет перевода котельных в пиковый режим работы или ликвидации котельных	8
5 Строительство тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения	12
6 Реконструкция тепловых сетей с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки	12
7 Реконструкция тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса	12
8 Строительство и реконструкция насосных станций	13
Приложения	43

Перечень принятых сокращений

Сокращение	Пояснение
АСКУТЭ	Автоматическая система контроля и учета тепловой энергии
АСКУЭ	Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
БМК	Блочно-модульная котельная
ВК	Ведомственная котельная
ВПУ	Водоподготовительная установка
ГВС	Горячее водоснабжение
ГТУ	Газотурбинная установка
ЕТО	Единая теплоснабжающая организация
ИП	Инвестиционная программа
ИТП	Индивидуальный тепловой пункт
МК, КМ	Муниципальная котельная
МО ГО город Тобольск, город Тобольск, г. Тобольск, Тобольск	Муниципальное образование городской округ город Тобольск
НВВ	Необходимая валовая выручка
НДС	Налог на добавленную стоимость
ННЗТ	Неснижаемый нормативный запас топлива
НС	Насосная станция
НТД	Нормативная техническая документация
НЭЗТ	Нормативный эксплуатационный запас основного или резервного видов топлива
ПАО «СУЭНКО»	До 01.07.2014 г. - Открытое акционерное общество «Тепло Тюмени». С 01.07.2014 г. - «Тепло Тюмени» - филиал ОАО «СУЭНКО». С января 2015 г. - «Тепло Тюмени» - филиал Публичного акционерного общества «Сибирско-Уральская энергетическая компания». С марта 2018 г. - Публичное акционерное общество «Сибирско-Уральская энергетическая компания»
ОАО «УТСК»	ОАО «Уральская теплосетевая компания» Тобольский филиал
ОВ	Отопление и вентиляция
ОДЗ	Общественно-деловая застройка
ОДС	Оперативная диспетчерская служба
ОИК	Оперативный информационный комплекс
ОКК	Организация коммунального комплекса
ОНЗТ	Общий нормативный запас топлива
ОЭТС	Отдел эксплуатации тепловых сетей
ПВК	Пиковая водогрейная котельная
ПУ	Парогазовая установка
ПИР	Проектные и изыскательские работы
ПНС	Повысительно-насосная станция
ПП РФ	Постановление Правительства Российской Федерации
ППМ	Пенополиминерал
ППУ	Пенополиуретан

Сокращение	Пояснение
ПСД	Проектно-сметная документация
СМР	Строительно-монтажные работы
СЦТ	Система централизованного теплоснабжения
ТРО	Тобольское региональное отделение
ТФУ	Теплофикационная установка
ТЭ	Тепловая энергия
ТЭО	Технико-экономическое обоснование
ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль
УРУТ	Удельный расход условного топлива
УСС	Укрупненный показатель сметной стоимости
ФОТ	Фонд оплаты труда
ФСТ	Федеральная служба по тарифам
ХВО	Химводоочистка
ХВП	Химводоподготовка
ЦТП	Центральный тепловой пункт
ЭБ	Энергоблок
ЭМ	Электронная модель системы теплоснабжения г. Тобольска

Общие положения

Схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы и соответствующей электронной модели разработаны «Тепло Тюмени» – филиал ПАО «СУЭНКО» на основании п. 22 Постановления Правительства РФ №154 от 22 февраля 2012 г. «Требования к порядку разработки и утверждения схем теплоснабжения».

Схема теплоснабжения разработана в составе обосновывающих материалов и утверждаемой части, разделенных на Книги.

Настоящий отчет сформирован в рамках Книги 7 Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них.

Формирование предложений по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них в г. Тобольске осуществлено в соответствии с п. 42-43 Требований.

Глава 7 Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них

1. Реконструкция и строительство тепловых сетей, обеспечивающих перераспределение тепловой нагрузки из зон с дефицитом тепловой мощности в зоны с избытком тепловой мощности (использование существующих резервов)

В рамках реализации Схемы теплоснабжения для обеспечения перераспределения тепловой нагрузки из зон с дефицитом тепловой мощности в зоны с избытком тепловой мощности предусмотрены следующие мероприятия:

- строительство тепловых сетей для присоединения к котельной № 4 потребителей котельных №№ 8, 10, 27, 31;
- строительство тепловых сетей для присоединения к котельной № 5 потребителей котельной № 12;
- строительство тепловых сетей для присоединения к котельной № 14 потребителей котельной № 18;
- реконструкция тепловых сетей для присоединения к котельной № 4 потребителей котельных №№ 8, 10, 27, 31.
- реконструкция тепловых сетей для присоединения к котельной № 5 потребителей котельной № 12.

Сводный перечень предложений по строительству и реконструкции тепловых сетей, насосных станций системы теплоснабжения г. Тобольска и финансовые потребности для их реализации представлены в Приложении 1.

2. Строительство тепловых сетей для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки под жилищную, комплексную или производственную застройку во вновь осваиваемых районах поселения

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрено новое строительство тепловых сетей для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки в осваиваемых районах под жилищную, комплексную и производственную застройку.

Сводные затраты на строительство тепловых сетей, предлагаемых к строительству для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки под жилищную, комплексную или производственную застройку во вновь осваиваемых районах г. Тобольска представлены в Приложении 1.

3. Строительство тепловых сетей, обеспечивающих условия, при наличии которых существует возможность поставок тепловой энергии потребителям от различных источников тепловой энергии при сохранении надежности теплоснабжения

Строительство тепловых сетей, обеспечивающих условия, при наличии которых существует возможность поставок тепловой энергии потребителям от различных источников тепловой энергии при сохранении надежности теплоснабжения, не планируется.

4. Строительство или реконструкция тепловых сетей для повышения эффективности функционирования системы теплоснабжения, в том числе за счет перевода котельных в пиковый режим работы или ликвидации котельных

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрены следующие мероприятия:

- вывод из эксплуатации и демонтаж тепловой сети от ГК № 1 до мкр. Панин Бугор.
- реконструкция тепловой сети в связи со строительством котельной Панин Бугор
- реконструкция тепловой сети по ул. Мира в п. Сумкино.

Для повышения эффективности функционирования системы теплоснабжения г. Тобольска и соблюдения требований действующего законодательства необходимо выполнить мероприятия по переводу с открытой системы теплоснабжения на закрытую.

Актуальность перевода открытых систем горячего водоснабжения на закрытые обусловлена тем, что:

- в случае открытой системы технологическая возможность поддержания температурного графика при переходных температурах с помощью подогревателей отопления отсутствует и наличие излома (70 °С) для нужд ГВС приводит к перетокам в помещениях зданий;
- существует перегрев горячей воды при эксплуатации открытой системы теплоснабжения без регулятора температуры горячей воды, которая фактически соответствует температуре воды в подающей линии тепловой сети.

Переход на закрытую схему присоединения систем ГВС позволит обеспечить:

- снижение расхода тепла на отопление и ГВС за счет перевода на качественно-количественное регулирование температуры теплоносителя в соответствии с температурным графиком;

- улучшение качества теплоснабжения потребителей, исчезновение «перетоков» во время положительных температур наружного воздуха в переходный отопительный период;
- снижение внутренней коррозии трубопроводов и отложения солей;
- снижение темпов износа оборудования тепловых станций и котельных;
- снижение объемов работ по химводоподготовке подпиточной воды и, соответственно, затрат;
- снижение аварийности систем теплоснабжения.

Повышение эффективности систем теплоснабжения при переводе на закрытую схему ГВС достигается при реализации оптимальных схем присоединения ГВС и отопительно-вентиляционных систем.

Для многоквартирных жилых зданий и зданий общественного назначения предлагается осуществлять подачу горячей воды через водо-водяные подогреватели ГВС. При этом предполагается реконструкция и автоматизация ИТП зданий, с установкой теплообменников ГВС и переводом существующей зависимой схемы присоединения системы отопления на более совершенную и эффективную схему подачи теплоносителя «насосом смешения» с регулятором расхода сетевой воды.

В табл. 1 представлен перечень районов теплоснабжения с открытой системой горячего водоснабжения для переоборудования в закрытую систему.

Таблица 1

График перевода системы теплоснабжения г. Тобольска с открытой на закрытую систему горячего водоснабжения

№ п/п	Наименование объекта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1	Промзона от ГК				6		
2	Промзона от ТЭЦ				12		
3	15 мкр.				6		
4	10 мкр.				74		
5	10Б мкр.				24		
6	3Б мкр.				16		
7	9 мкр.				62		
8	8 мкр.				64		
9	4 мкр.				62		
10	3А мкр.				65		
11	мкр. Панин бугор				12		
12	3 мкр.					52	
13	7 мкр.					68	
14	6 мкр.					59	
15	Историческая часть					123	
16	7А мкр.					98	
17	12 мкр.					6	
18	Подгорный район						167
19	мкр. Юго-Восточный						12
20	мкр. Менделеево						69
21	мкр. Иртышский						17

22	мкр. Сумкино						4
23	мкр. Левобережье						51
Количество потребителей (объектов)					406	570	153
Итого объектов		1 129					

При составлении графика учтено, что работы по переводу открытой системы горячего водоснабжения на закрытую, определяются сроками реализации, начиная с 2019 г., в связи с необходимостью подготовительных проектных работ и соответствующего финансирования.

В первую очередь на закрытую схему системы теплоснабжения предлагается переводить районы, запитанные от Тобольской ТЭЦ. Основными критериями при выборе очередности районов является: непосредственная приближенность к источнику теплоснабжения и одновременный перевод систем теплоснабжения потребителей, расположенных в общей зоне теплоснабжения;

На первом этапе предлагается перевести потребителей, расположенных в районах, запитанных от магистрали от ТЭЦ до Городской котельной № 1 и магистрали от Городской котельной №1, относящихся к промышленной зоне. Далее переводятся потребители, расположенные в районах после ПНС-3, ПНС-1 и ПНС-2 соответственно. И в заключении переводу подлежат районы с потребителями, запитанными от отдельных котельных.

Основной пик перевода на закрытую схему и автоматизации ИТП потребителей приходится на 2019-2020 гг.

Новые потребители, начиная с 2013 г., подключаются к тепловым сетям по закрытой схеме горячего водоснабжения.

Автоматизации подвергаются тепловые пункты с системой отопления, присоединенной к тепловым сетям по зависимой схеме как с водоразбором горячей воды, так и без горячего водоснабжения.

Комплект регулирующей автоматики состоит из электронного регулятора со встроенным таймером, датчиков температуры наружного воздуха и теплоносителя, регулирующего клапана с электроприводом на сетевом теплоносителе, циркуляционного насоса.

Экономический эффект от внедрения регуляторов расхода тепловой энергии имеет следующие составляющие:

- поддержание гидравлической стабильности тепловой сети;
- уменьшение тепловых потерь, при передаче тепла по водяным трубопроводам, за счет рационализации процесса;
- поддержание комфортной температуры воздуха в помещениях путем соблюдения заданного графика зависимости температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, от температуры наружного воздуха;
- ликвидация весенне-осенних перетопов зданий;
- автоматическое снижение потребления тепловой энергии системой отопления здания в нерабочее время, в выходные и праздничные дни;

- поддержание требуемой температуры горячей воды в системе ГВС;
- автоматическое снижение температуры горячей воды в ночное время, в выходные и праздничные дни, вплоть до полной остановки системы ГВС;
- ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть.

5. Строительство тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрено строительство тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения, которое включает следующие мероприятия:

- строительство тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения в Нагорной части (в зоне действия Городской котельной № 1), Ду – 50-300 мм;

6. Реконструкция тепловых сетей с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрена реконструкция тепловых сетей с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки, которая включает следующие мероприятия:

- реконструкция (перекладка) трубопроводов в зоне действия Тобольской ТЭЦ (Городской котельной № 1) в Нагорной части с увеличением диаметра для увеличения пропускной способности до Ду – 150-300 мм;
- реконструкция трубопроводов от Тобольской ТЭЦ до Городской котельной № 1 с увеличением диаметра для увеличения пропускной способности до Ду – 1000 мм;
- Реконструкция тепловых сетей от котельной №8 до перспективных объектов для увеличения пропускной способности до Ду – 200 мм.

После ввода в эксплуатацию вновь построенных и реконструированных трубопроводов Схемой теплоснабжения проведение наладки и регулировки системы теплоснабжения.

7. Реконструкция тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрена реконструкция тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса, которая включает следующие мероприятия, которые подлежат реализации после проведения технического обследования и определения источника их финансирования:

- капитальный ремонт магистральных тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт тепловых сетей от ГК № 1, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт внутриквартальных тепловых сетей от котельных, в т.ч. ПИР;

- капитальный ремонт бесхозяйных тепловых сетей в Нагорной части от Городской котельной № 1 в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт бесхозяйных тепловых сетей от котельных в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт тепловых сетей потребителей промзоны ТЭЦ в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт тепловых сетей потребителей от ГК № 1 в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт тепловых сетей потребителей от котельных в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР;
- капитальный ремонт тепловых сетей потребителей промзоны д. Анисимова в связи с истечением эксплуатационного ресурса, в т.ч. ПИР.

8. Строительство и реконструкция насосных станций

В рамках реализации Схемы теплоснабжения предусмотрена реконструкция насосных станций, которая включает следующие мероприятия:

- модернизация ПНС;
- строительство Городской насосной станции;
- установка системы диспетчеризации;
- установка приборов учета тепловой энергии.

Для оценки качества услуг теплоснабжения в Нагорной части г. Тобольска и обоснования необходимости реконструкции насосной станции Городской котельной № 1 в электронной модели выполнены гидравлические расчеты тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ за базовый период и на годы первого этапа разработки Схемы теплоснабжения (2015 - 2017 гг.) (при увеличении тепловой нагрузки при подключении новых микрорайонов).

По состоянию на конец 2013 г. режим работы насосных станций в Нагорной части г. Тобольска позволял обеспечивать надежное и качественное теплоснабжение. Реконструкция насосной станции Городской котельной № 1 не требовалась.

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ по состоянию на 2013 г. представлен в табл. 2, пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 1, 2.

Таблица 2

**Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ
по состоянию на 2013 г.**

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
2013 г.	
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	300.336, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	207.086, Гкал/ч

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
Расход тепла на систему вентиляции	7.579, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	31.317, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	10.800, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.685, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	22.47626, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	13.21536, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	4.016, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	2.143, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	1.019, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	4208.913, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3806.691, т/ч
Суммарный расход на подпитку	402.222, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3540.025, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	217.418, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	319.734, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	92.582, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	34.119, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	33.145, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	15.223, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	135.000, м
Давление в обратном трубопроводе	12.000, м
Располагаемый напор	123.000, м
Температура в подающем трубопроводе	130.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.311, °C

Для расчета были заданы следующие параметры:

Насосная станция Городской котельной № 1:

- насосы СЭ1250-70 – 3 шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 56,85 м);
- насосы СЭ1250-140 – 3 шт. на подающем трубопроводе (расчет по напору на насосе 62,0 м);
- насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе.

ПНС-1:

- насос СЭ 500-70 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 4 м);
- насос СЭ 500-70 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-2: насос Д1600-90 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 21 м), насос Д1600-90 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 - 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике Д4000-22, id56), насос Vogel 300-500 - 1шт. на трубопроводе подмеса.

При работе на Городской котельной № 1 трех насосов на обратной и подающей магистралях значения давлений в обратном трубопроводе на участке после ПНС-2 (по ходу движения теплоносителя) до перехода под автодорогой Проспект Менделеева превышают допустимые $6,0 \text{ кгс/см}^2$ ($6,98 \text{ кгс/см}^2$), но в связи с отсутствием на этом участке потребителей, данное превышение давления не оказывает существенного влияния.

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Архив-2»

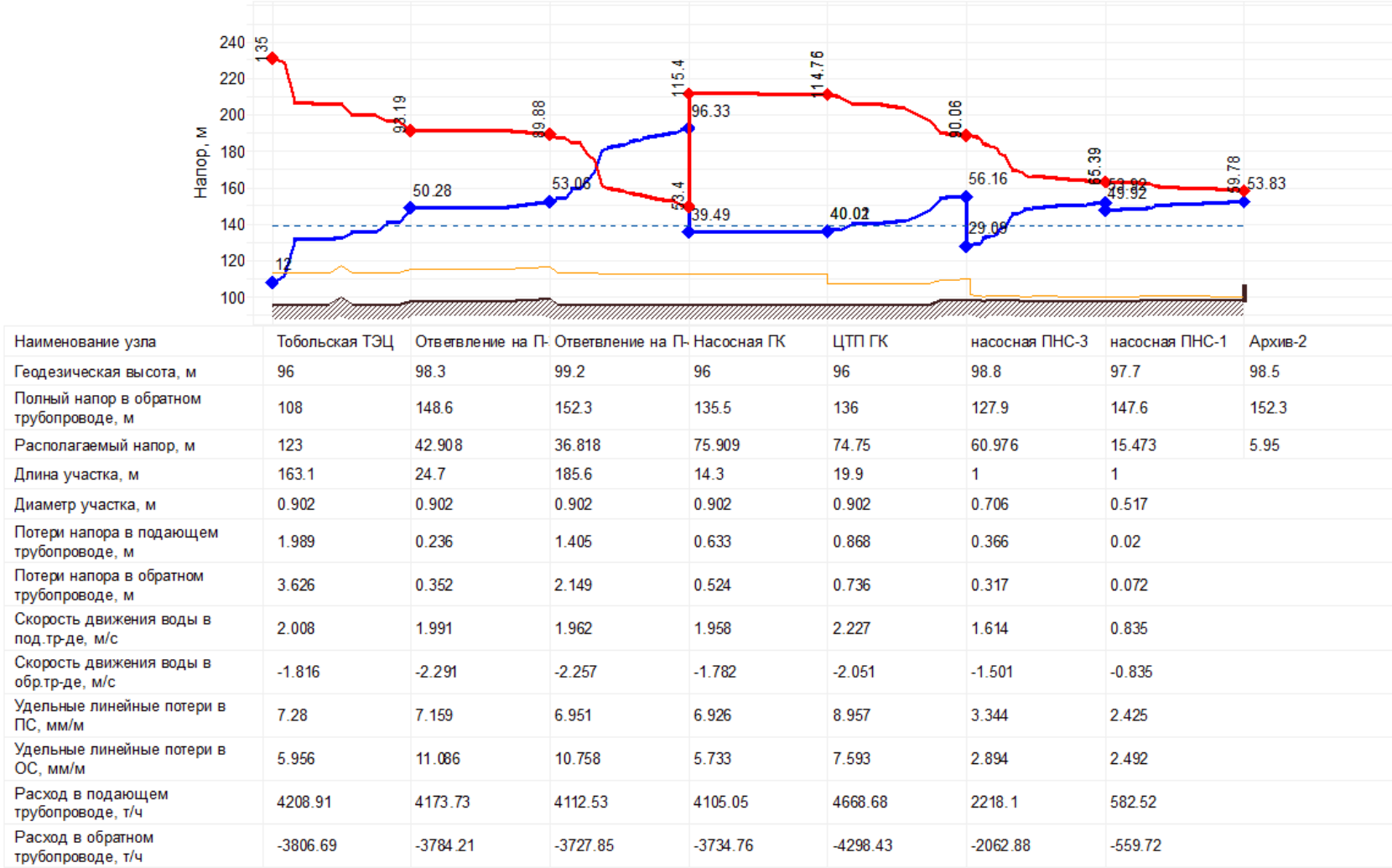
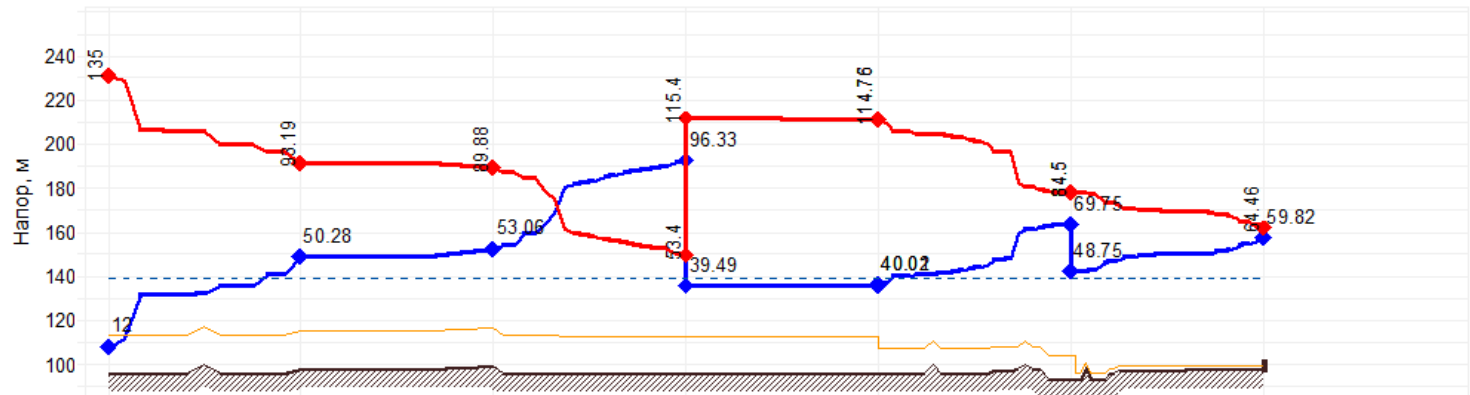


Рисунок 1. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2013 г.

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Драмтеатр»



Наименование узла	Тобольская ТЭЦ	Ответвление на П-3а	Ответвление на П-4	Насосная ГК	ЦТП ГК	насосная ПНС-2	Драмтеатр
Геодезическая высота, м	96	98.3	99.2	96	96	93.5	97.5
Полный напор в обратном трубопроводе, м	108	148.6	152.3	135.5	136	142.3	157.3
Располагаемый напор, м	123	42.908	36.818	75.909	74.75	35.75	4.64
Длина участка, м	163.1	24.7	185.6	14.3	19.9	1	
Диаметр участка, м	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	1.989	0.236	1.405	0.633	0.868	0.001	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	3.626	0.352	2.149	0.524	0.736	0.001	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.008	1.991	1.962	1.958	2.227	1.057	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.816	-2.291	-2.257	-1.782	-2.051	-0.968	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	7.28	7.159	6.951	6.926	8.957	1.064	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	5.956	11.086	10.758	5.733	7.593	0.895	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	4208.91	4173.73	4112.53	4105.05	4668.68	2369.88	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-3806.69	-3784.21	-3727.85	-3734.76	-4298.43	-2172.02	

Рисунок 2. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2013 г.

По состоянию на 2014 г. режим работы насосных станций в Нагорной части г. Тобольска также позволял обеспечивать надежное и качественное теплоснабжение. Реконструкция насосной станции Городской котельной № 1 по-прежнему не требовалась.

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской по состоянию на 2014 г. представлен в табл. 3, пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 3, 4.

Таблица 3

**Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ
по состоянию на 2014 г.**

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
2014 год	
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	306.287, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	210.708, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	7.963, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	31.642, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	12.194, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.685, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	22.57248, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	13.25100, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	4.063, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	2.163, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	1.044, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	4291.052, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3888.328, т/ч
Суммарный расход на подпитку	402.724, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3602.238, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	228.501, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	319.735, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	92.582, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	34.240, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	33.269, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	15.481, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	135.000, м
Давление в обратном трубопроводе	12.000, м
Располагаемый напор	123.000, м
Температура в подающем трубопроводе	130.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.176, °C

Задаваемые параметры на насосных станциях для расчета:

Насосная станция Городской котельной № 1: насосы СЭ1250-70 – 3 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насосы СЭ1250-140 – 3

шт. на подающем трубопроводе (расчет по напору на насосе 66,0м.). Насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе

ПНС-1: насос СЭ 500-70 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 1м.), насос СЭ 500-70 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-2: насос Д1600-90 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос Д1600-90 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 - 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике Д4000-22, id56), насос Vogel 300-500 - 1шт. на трубопроводе подмеса.

При работе на Городской котельной № 1 трех насосов на обратной и подающей магистралях значения давлений в обратном трубопроводе на участке после ПНС-2 (по ходу движения теплоносителя) до перехода под автодорогой Проспект Менделеева превышают допустимые 6,0 кгс/см² (7,72 кгс/см²), но в связи с отсутствием на этом участке потребителей, данное превышение давления не оказывает существенного влияния.

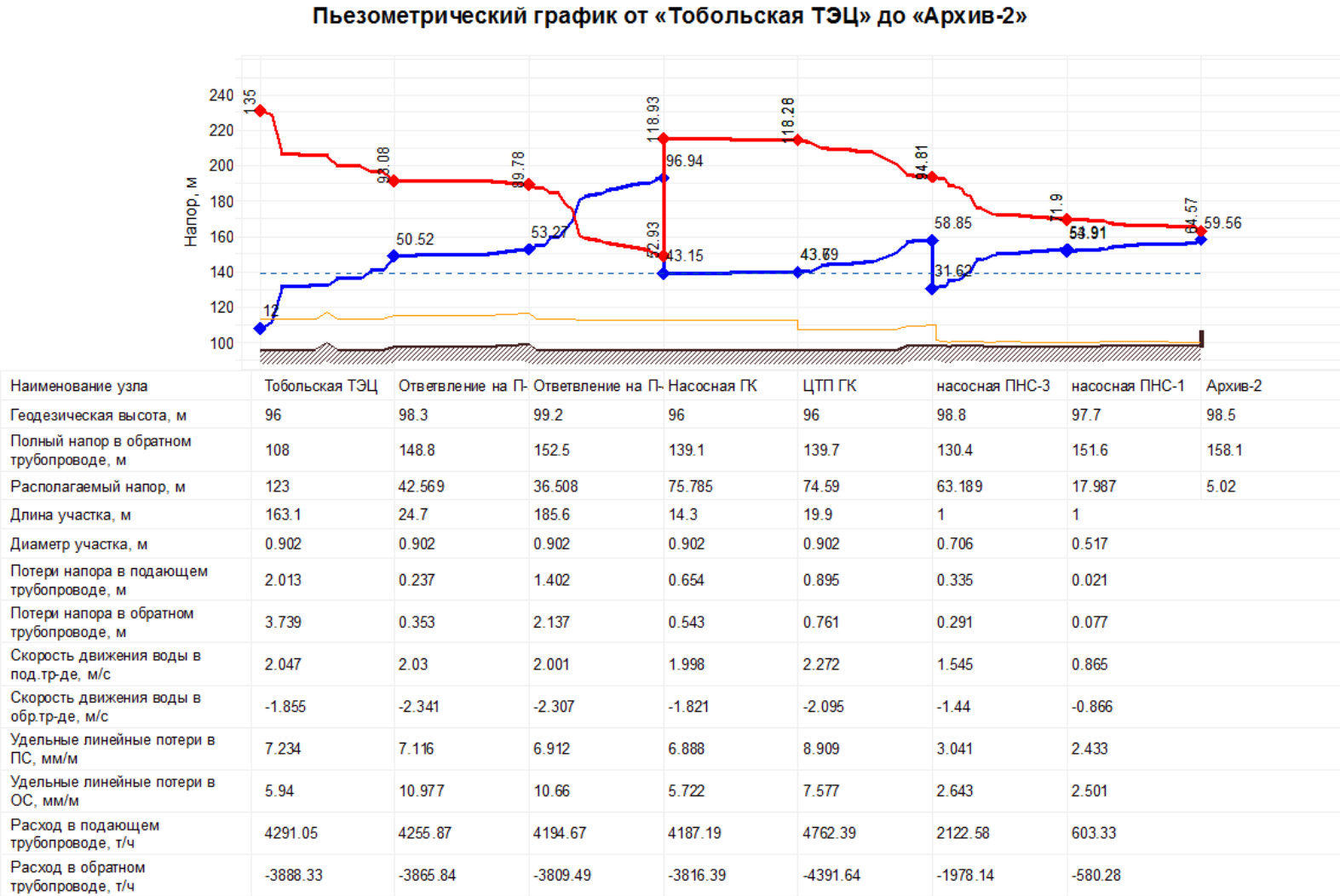


Рисунок 3. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2014 г.

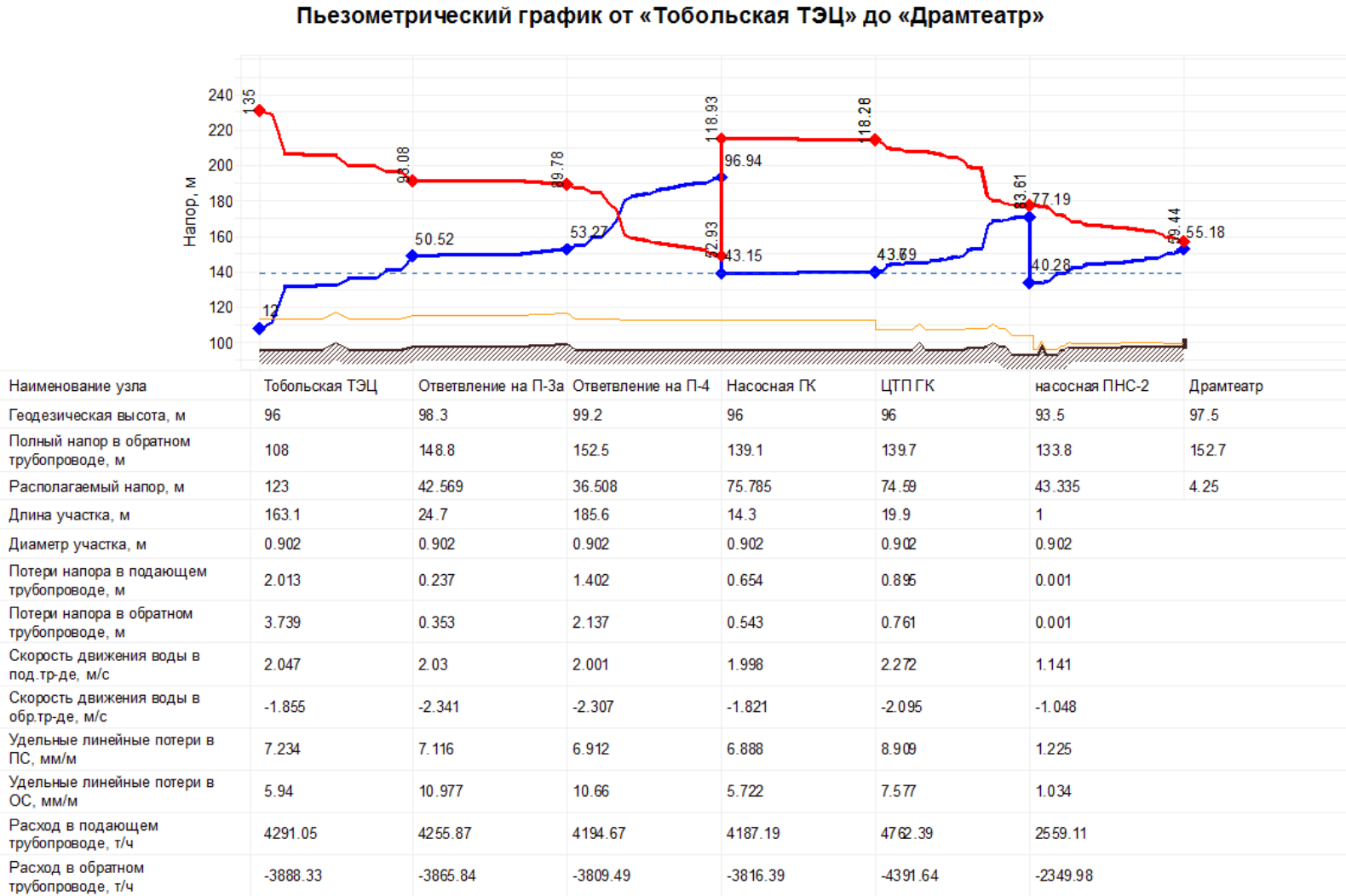


Рисунок 4. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2014 г.

Гидравлический расчет на 2015 г. выполнен в двух вариантах:

- при работе насосной станции Городской котельной № 1 в существующем режиме – с работой трех насосов на подающем и трех насосов на обратном трубопроводе;
- при изменении количества и напорных характеристик насосного оборудования.

Задаваемые параметры на насосных станциях для расчета при работе в существующем режиме на 2015 г.:

Насосная станция Городской котельной № 1: насосы СЭ1250-70 – 3 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насосы СЭ1250-140 – 3 шт. на подающем трубопроводе (расчет по характеристике). Насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе

ПНС-1: насос СЭ 500-70 – 1 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос СЭ 500-70 – 1 шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-2: насос Д1600-90 – 1 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос Д1600-90 – 1 шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 – 1 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос Vogel 300-500 – 1 шт. на трубопроводе подмеса.

При расчете программно-расчетный комплекс ZuluThermo выдавал предупреждения и уведомления об ошибках (рис. 7):

Предупреждение Z607: H21000 ID=33102 Рабочая точка не на характеристике

Предупреждение Z607: H21000 ID=33097 Рабочая точка не на характеристике

Ошибка Z045: ID=10542 'ЦТП, Тобольск-Полимер' dH=11.860541 Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=16389 'ЦТП-5.1' dH=16.935569 Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=17380 'ЦТП-5.2' dH=14.280977 Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=33090 'смешение ПНС-3' dH=41.155693 Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=33095 'смешение ПНС-2' dH=32.027811 Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=33106 'ЦТП ГК' dH=41.404026 Недостаточно напора на ЦТП!

Недостаточно напора на источнике DeltaH=41.404026

При работе на насосной станции Городской котельной № 1 трех насосов на обратной и подающей магистралях и максимальной загрузке ПНС-2, ПНС-3 не обеспечивается минимальный располагаемый напор у конечных потребителей контура ПНС-2, создается отрицательный располагаемый напор у большей части потребителей. Также значения

давления в обратном трубопроводе после насосных станций (по ходу движения теплоносителя) превышают допустимые $6,0 \text{ кгс/см}^2$ (после ПНС-2 – $9,8 \text{ кгс/см}^2$, после ПНС-1, ПНС-3 – $8,3$ и $8,4 \text{ кгс/см}^2$ соответственно), а также после насосной ГК у некоторых потребителей Промзоны. Пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 8, 9.

Таким образом, данный режим не обеспечивает надежное и качественное теплоснабжение. Необходима реконструкция насосной станции Городской котельной № 1. Необходимые параметры насосной станции: подающий трубопровод: расход 5165 т/ч , напор $80,74 \text{ м}$, обратный трубопровод: расход 4790 т/ч , напор 101 м .

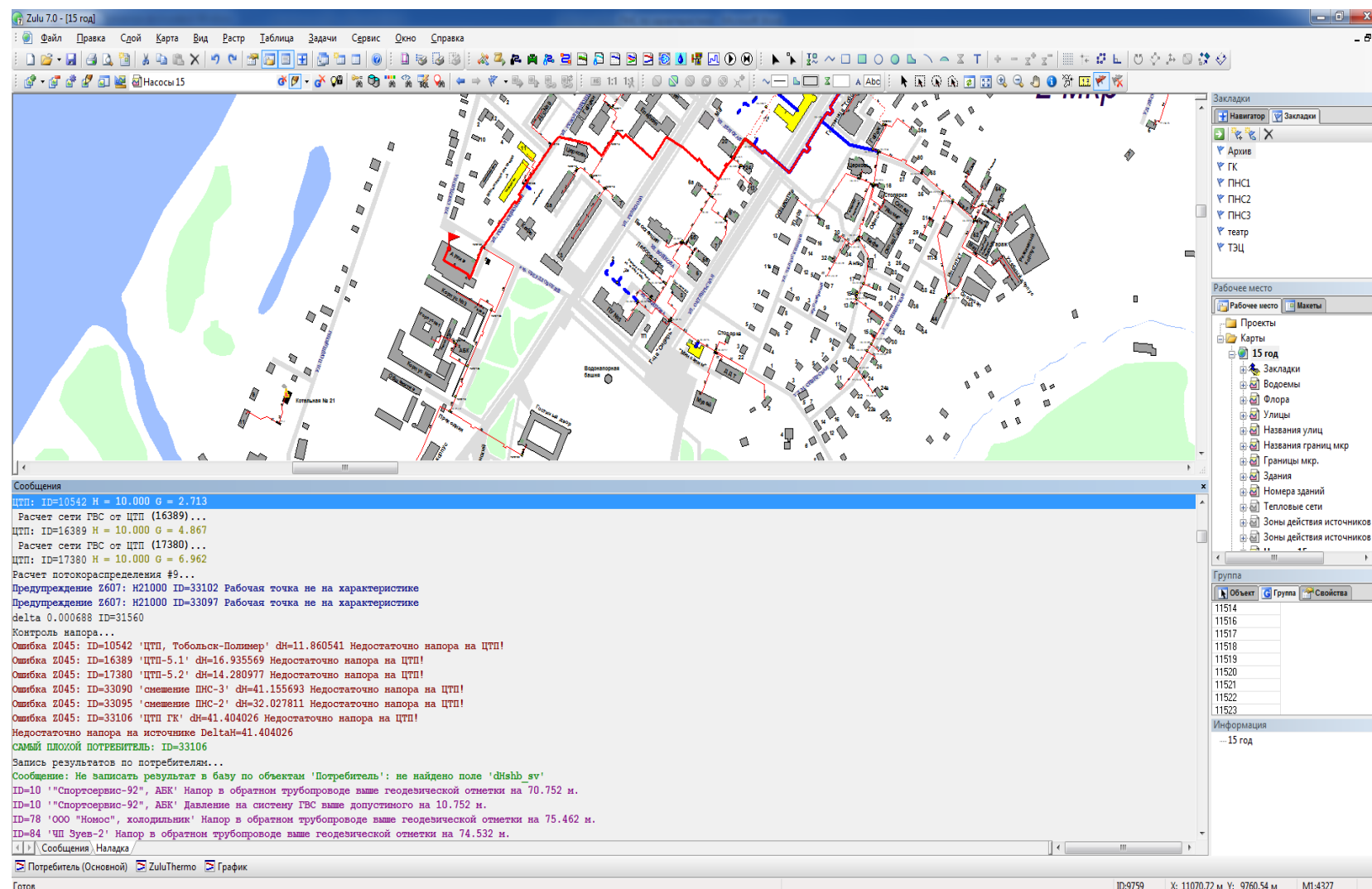
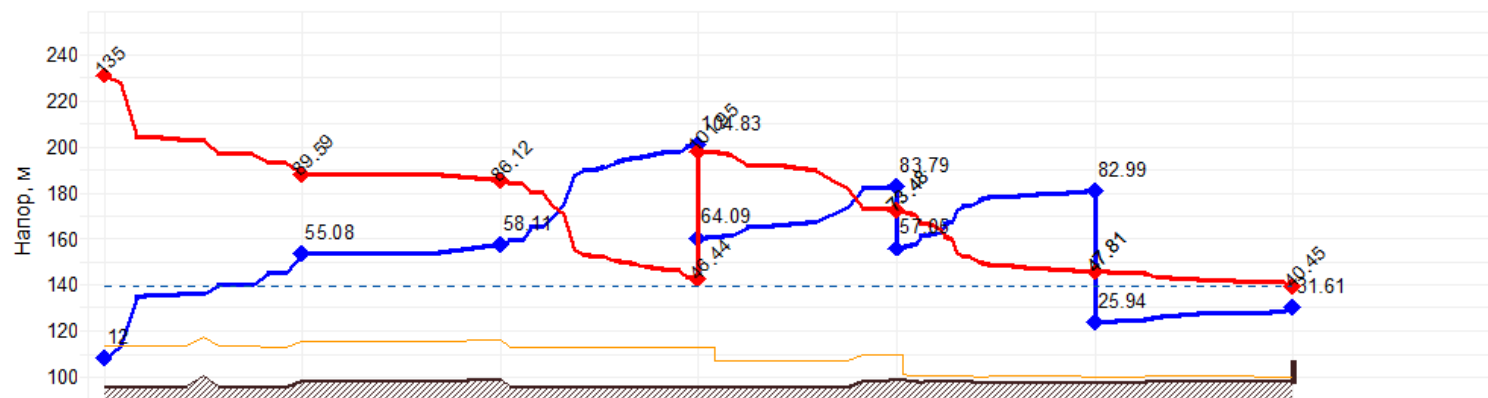


Рисунок 5. Протокол гидравлического расчета тепловой сети в 2015 г. в существующем режиме

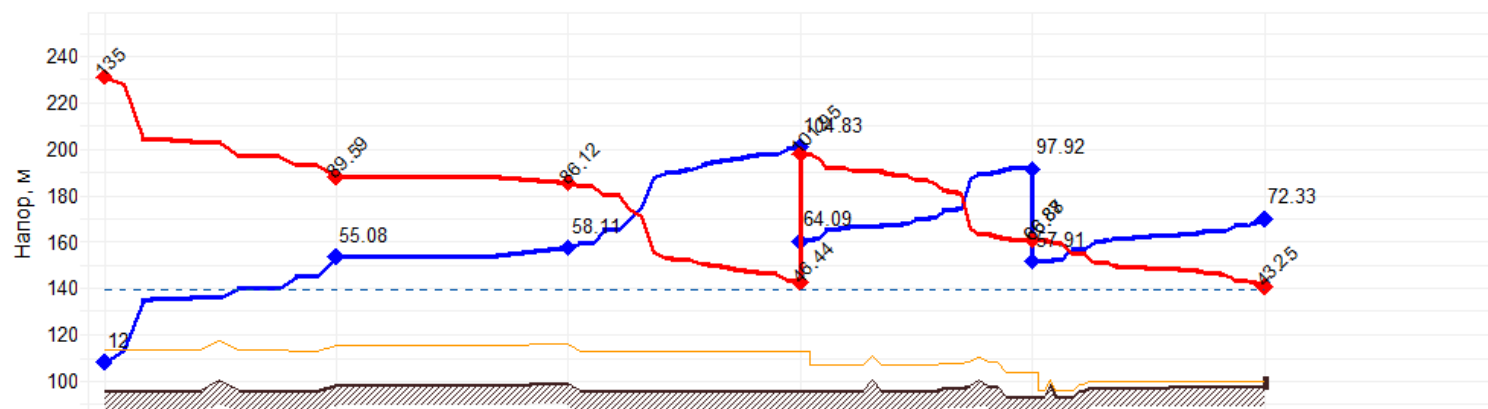
Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Архив-2»



Наименование узла	Тобольская ТЭЦ	Ответвление на П-3а	Ответвление на П-4	Насосная ПК	насосная ПНС-3	насосная ПНС-1	Архив-2
Геодезическая высота, м	96	98.3	99.2	96	98.8	97.7	98.5
Полный напор в обратном трубопроводе, м	108	153.4	157.3	160.1	155.8	123.6	130.1
Располагаемый напор, м	123	34.508	28.008	37.868	16.432	21.871	8.84
Длина участка, м	163.1	24.7	185.6	14.3	1	1	
Диаметр участка, м	0.902	0.902	0.902	0.902	0.706	0.517	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	2.906	0.254	1.501	0.7	0.423	0.022	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	5.568	0.379	2.298	0.584	0.371	0.079	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.46	2.1	2.071	2.067	1.735	0.875	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-2.264	-2.426	-2.392	-1.888	-1.627	-0.877	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	10.443	7.611	7.401	7.376	3.832	2.49	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	8.845	11.793	11.464	6.153	3.369	2.562	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5156.24	4401.8	4340.6	4333.12	2384.22	610.36	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4745.16	-4007.02	-3950.66	-3957.56	-2234.91	-587.29	

Рисунок 6. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2015 г. в существующем режиме

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Драмтеатр»



Наименование узла	Тобольская ТЭЦ	Отделение на П-3а	Отделение на П-4	Насосная ГК	насосная ПНС-2	Драмтеатр
Геодезическая высота, м	96	98.3	99.2	96	93.5	97.5
Полный напор в обратном трубопроводе, м	108	153.4	157.3	160.1	151.4	169.8
Располагаемый напор, м	123	34.508	28.008	37.868	8.962	-29.09
Длина участка, м	163.1	24.7	185.6	14.3	1	
Диаметр участка, м	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	2.906	0.254	1.501	0.7	0.001	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	5.568	0.379	2.298	0.584	0.001	
Скорость движения воды в под. тр-де, м/с	2.46	2.1	2.071	2.067	1.124	
Скорость движения воды в обр. тр-де, м/с	-2.264	-2.426	-2.392	-1.888	-1.031	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	10.443	7.611	7.401	7.376	1.189	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	8.845	11.793	11.464	6.153	1.001	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5156.24	4401.8	4340.6	4333.12	2522	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4745.16	-4007.02	-3950.66	-3957.56	-2312.98	

Рисунок 7. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2015 г. в существующем режиме

При изменении количества и напорных характеристик насосного оборудования при расчете на 2015 г. требуемые гидравлические параметры также не выдерживаются.

При работе на насосной станции Городской котельной № 1 четырех насосов на обратной и подающей магистралях по состоянию на 2015 г. значения давлений в обратном трубопроводе после насосных станций (по ходу движения теплоносителя) превышают допустимые 6,0 кгс/см² (после ПНС-2 – 7,8 кгс/см², после ПНС-1, ПНС-3 – 6,44 и 6,38 кгс/см² соответственно), а также после насосной Городской котельной № 1 у некоторых потребителей Промзоны.

Данный режим не обеспечивает надежное и качественное теплоснабжение. Необходима реконструкция насосной станции Городской котельной № 1. Необходимые параметры насосной станции: подающий трубопровод: расход 5165 т/ч, напор 80,74 м, обратный трубопровод: расход 4790 т/ч, напор 101 м.

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ по состоянию на 2015 г. с изменением количества и напорных характеристик насосного оборудования представлены в табл. 4, пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 5, 6.

Таблица 4

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ по состоянию на 2015 г. с изменением количества и напорных характеристик насосного оборудования

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	376.991, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	270.320, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	8.039, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	32.906, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	19.807, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.685, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	23.54544, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	13.68813, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	4.354, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	2.302, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	1.344, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	5364.661, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	4953.585, т/ч
Суммарный расход на подпитку	411.076, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	4642.025, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	230.724, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	320.958, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	92.582, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	35.870, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	34.899, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	19.349, т/ч

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
Давление в подающем трубопроводе	135.000, м
Давление в обратном трубопроводе	12.000, м
Располагаемый напор	123.000, м
Температура в подающем трубопроводе	130.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.269, °C

Задаваемые параметры на насосных станциях для расчета:

Насосная станция Городской котельной № 1: насосы СЭ1250-70 – 4 шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насосы СЭ1250-140 – 4 шт. на подающем трубопроводе (расчет по напору на насосе 89,5м.). Насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе

ПНС-1: насос СЭ 500-70 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 11м.), насос СЭ 500-70 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-2: насос Д1600-90 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 33м), насос Д1600-90 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 - 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике Д4000-22, id56), насос Vogel 300-500 - 1шт. на трубопроводе подмеса.

Напор в обратном трубопроводе у потребителей Промзоны ТЭЦ превышает 6,0 кгс/см² (табл. 5).

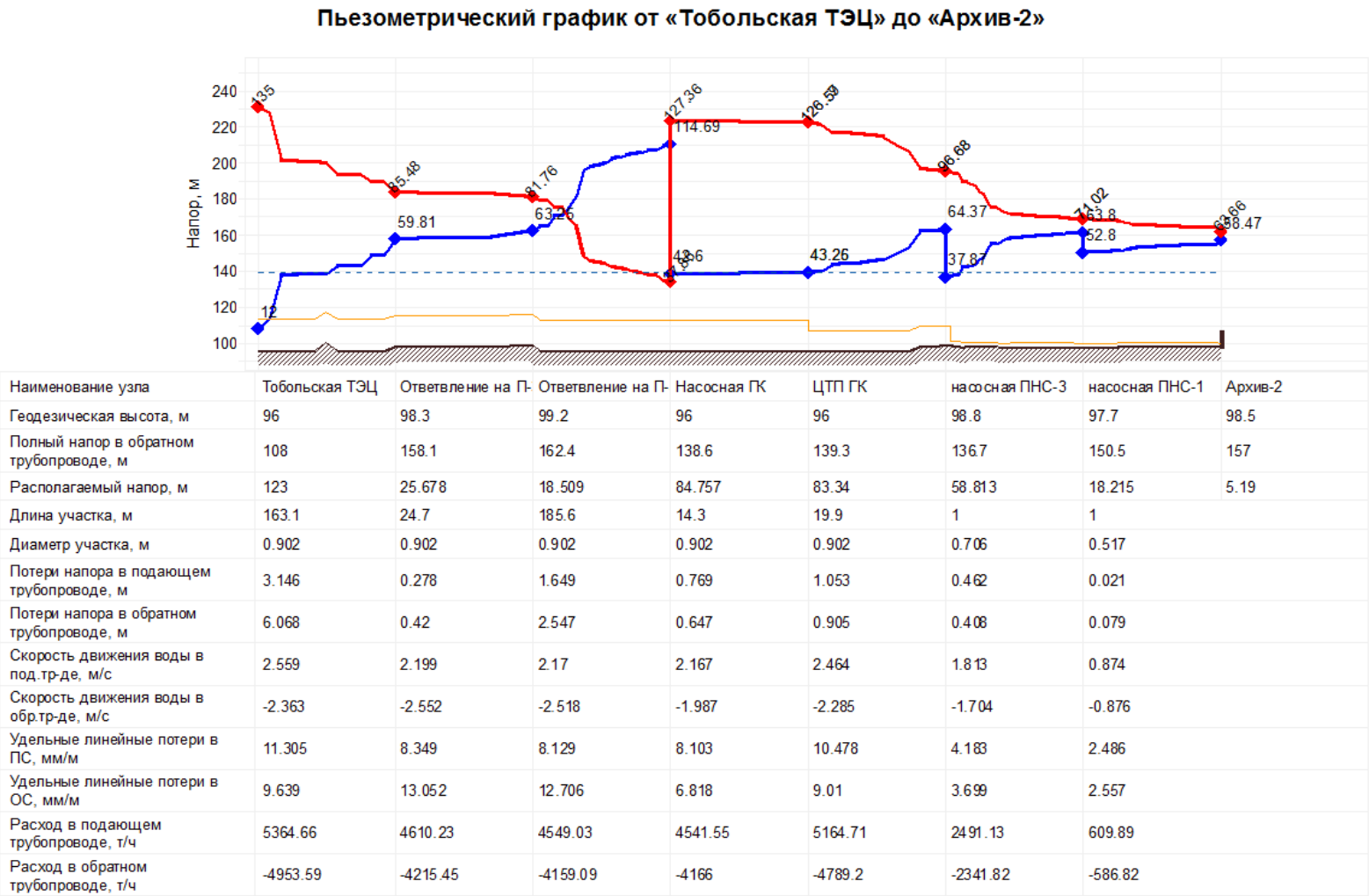


Рисунок 8. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2015 г. при изменении количества и напорных характеристик насосного оборудования

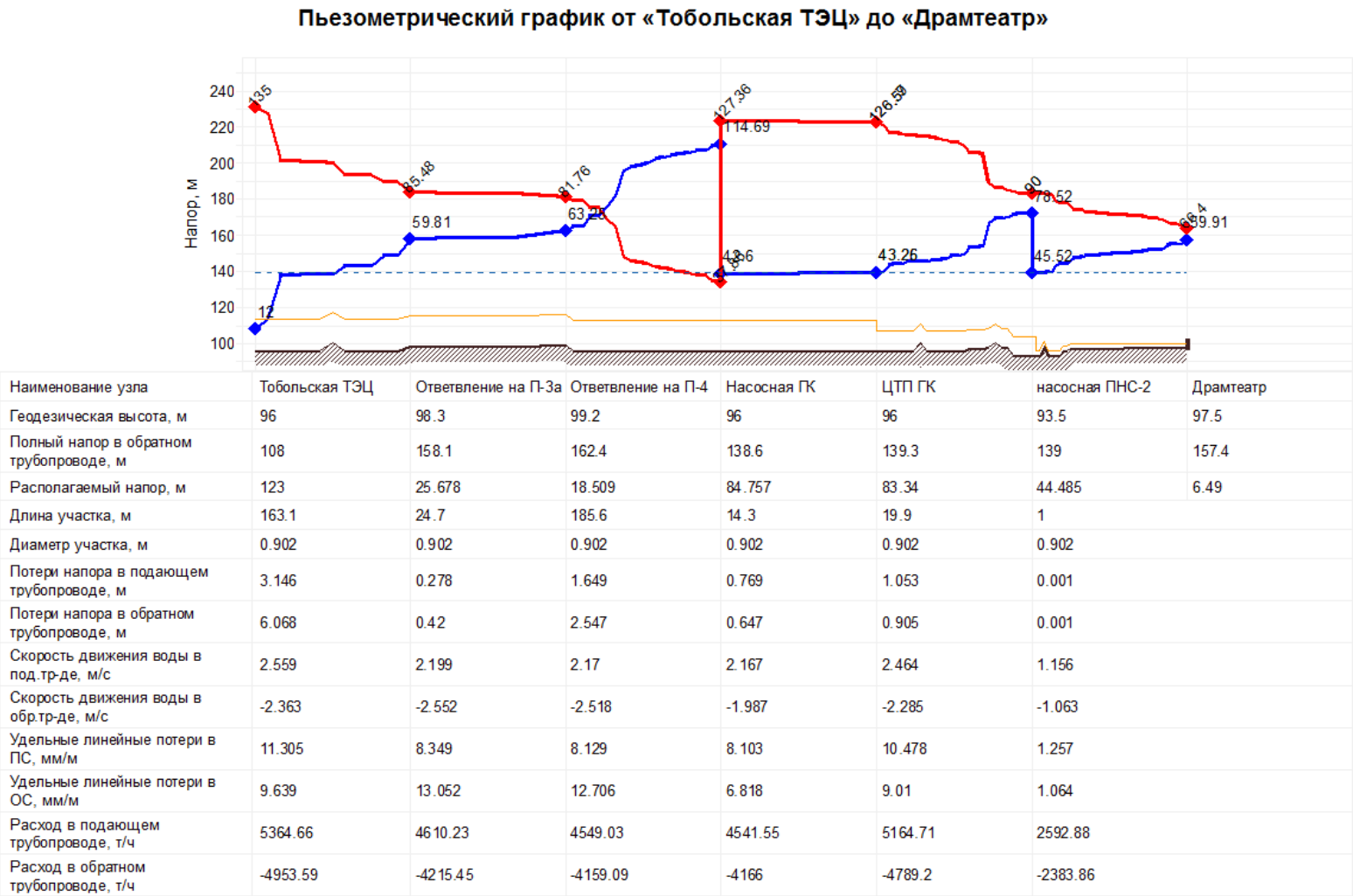


Рисунок 9. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2015 г. при изменении количества и напорных характеристик насосного оборудования

Таблица 5

Гидравлические параметры у потребителей Промзоны Тобольской ТЭЦ в 2015 г. при изменении количества и напорных характеристик насосного оборудования

Sys	Адрес узла ввода	Наименование узла	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
11518	Промзона ТЭЦ	Кузница СУ-931	98,3	3	4	Отсутствует	21,19	83,21	62,02
11522	Промзона ТЭЦ	Теплый бокс	98,3	4	4	Открытый	22,48	83,86	61,38
11536	Промзона ТЭЦ	АБК ЗАО "Тоболдорстрой"	98,3	6	4	Отсутствует	21,24	83,24	62
11542	Промзона ТЭЦ	Бокс №2 "Тоболдорстрой"	98,3	6	4	Открытый	21,43	83,33	61,91
11544	Промбаза ТЭЦ	ООО "Тюмень-техгаз"	98,3	3	4	Отсутствует	22,77	84,01	61,24
11548	Промзона ТЭЦ	АБК СУ-931	98,3	6	4	Открытый	22,05	83,65	61,6
11552	Промзона ТЭЦ	Гараж СУ-931	98,3	8	4	Открытый	21,57	83,41	61,84
11556	Промзона ТЭЦ	РММ	98,3	8	4	Открытый	20,77	82,99	62,22
11567	Промзона ТЭЦ	ООО "Сталь"	99,2	12	4	Открытый	17,5	81,22	63,72
11609	Промзона ТЭЦ	АБК "Стальконструкция"	99,2	6	4	Отсутствует	18,04	81,51	63,47
11613	Промзона ТЭЦ	Мастерские "Уралтепло-изоляция"	99,2	3	4	Отсутствует	17,97	81,47	63,5
11621	Промзона ТЭЦ	АБК "Уралтепло-изоляция"	99,2	6	4	Открытый	17,98	81,48	63,49
11637	Промзона ТЭЦ	База ООО "Югор"	99,2	6	4	Открытый	18,09	81,53	63,44
16836	Промзона ТЭЦ	Произв. к-с, тепл. ст-ка, СММ	99,2	8	4	Открытый	13,52	79,25	65,73
16874	Промзона ТЭЦ	Автомойка, ЗАО "СММ"	99,2	4	4	Отсутствует	17,66	81,33	63,66
16876	Промзона ТЭЦ	АЗС, ЗАО "СММ"	99,2	3	4	Отсутствует	17,69	81,34	63,65
16892	Промзона ТЭЦ	АБК, ЗАО "СММ"	99,2	6	4	Открытый	15,07	80,04	64,98
16896	Промзона ТЭЦ	КПП ЗАО "СММ"	99,2	3	4	Отсутствует	14,6	79,81	65,21
18342	Промзона ТЭЦ	Гараж, ОАО "Югор"	99,2	6	4	Открытый	17,94	81,46	63,52

Sys	Адрес узла ввода	Наименование узла	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/ закрытый водоразбор на ГВС	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
19572	Промзона ТЭЦ	Гараж, Химстрой	99,2	6	4	Открытый	18,46	81,73	63,27

По состоянию на 2016 г. при работе на Городской котельной № 1 четырех насосов на обратной и подающей магистралях и максимальной загрузке ПНС-2, ПНС-3, значения давления в обратном трубопроводе после насосных станций (по ходу движения теплоносителя) превышают допустимые 6,0 кгс/см² (после ПНС-2 – 9,1 кгс/см², после ПНС-1, ПНС-3 – 7,6 и 7,7 кгс/см² соответственно), а также после насосной ГК у некоторых потребителей Промзоны.

Данный режим не обеспечивает надежное и качественное теплоснабжение. Необходимы мероприятия по реконструкции насосной станции Городской котельной № 1. Необходимые параметры насосной станции: подающий трубопровод: расход 5353 т/ч, напор 88,2 м, обратный трубопровод: расход 4982 т/ч, напор 110 м.

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ по состоянию на 2016 г. с изменением количества и напорных характеристик насосного оборудования представлены в табл. 6, пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 5, 6.

Таблица 6

**Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ
по состоянию на 2016 г.**

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
2016 год	
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	389.839, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	277.769, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	8.528, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	32.744, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	24.648, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.675, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	23.64294, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	13.69137, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	4.426, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	2.327, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	1.388, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	5531.773, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	5125.881, т/ч
Суммарный расход на подпитку	405.892, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	4791.340, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	244.824, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	315.048, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	91.176, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	35.988, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	35.017, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	19.838, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	135.000, м
Давление в обратном трубопроводе	12.000, м

Наименования параметра	Значение параметра, ед. изм.
Располагаемый напор	123.000, м
Температура в подающем трубопроводе	130.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	63.845, °C

Задаваемые параметры на насосных станциях для расчета:

Насосная станция Городской котельной № 1: насосы СЭ1250-70 – 4шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насосы СЭ1250-140 – 4шт. на подающем трубопроводе (расчет по напору на насосе 114,2 м). Насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе

ПНС-1: насос СЭ 500-70 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 22м.), насос СЭ 500-70 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

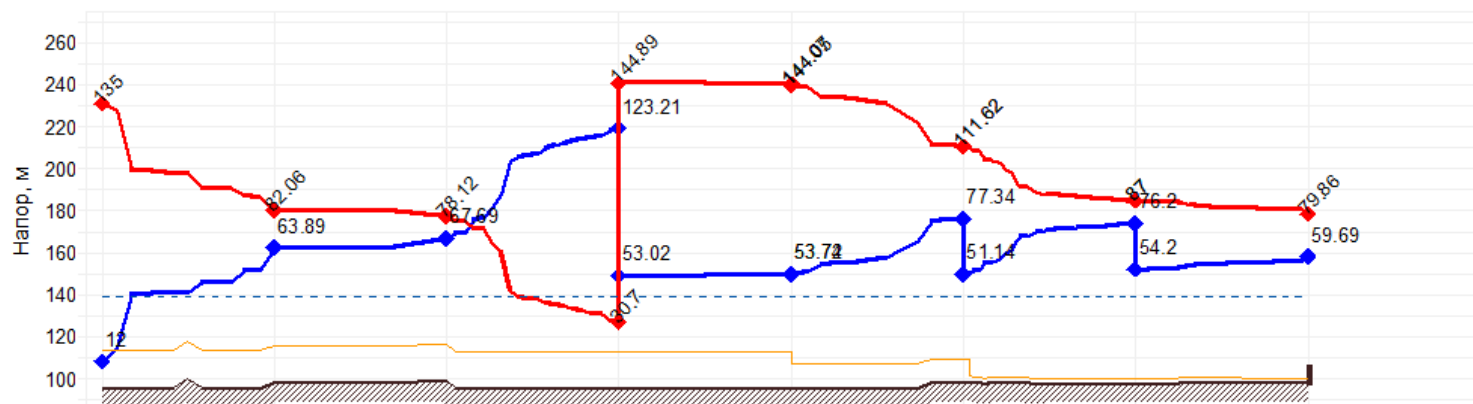
ПНС-2: насос Д1600-90 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос Д1600-90 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 - 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике насоса Д4000-22, id56), насос Vogel 300-500 - 1шт. на трубопроводе подмеса.

При расчете:

Предупреждение Z607: H21000 ID=33092 Рабочая точка не на характеристике (ПНС-2)

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Архив-2»



Наименование узла	Тобольская ТЭЦ	Ответвление на П-	Ответвление на П-	Насосная ГК	ЦТП ГК	насосная ПНС-3	насосная ПНС-1	Архив-2
Геодезическая высота, м	96	98.3	99.2	96	96	98.8	97.7	98.5
Полный напор в обратном трубопроводе, м	108	162.2	166.9	149	149.7	149.9	151.9	158.2
Располагаемый напор, м	123	18.17	10.43	91.877	90.35	60.486	32.804	20.17
Длина участка, м	163.1	24.7	185.6	14.3	19.9	1	1	
Диаметр участка, м	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902	0.706	0.517	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	3.345	0.299	1.772	0.827	1.131	0.509	0.022	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	6.497	0.455	2.763	0.702	0.98	0.454	0.08	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.639	2.279	2.25	2.246	2.553	1.904	0.883	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-2.445	-2.657	-2.623	-2.07	-2.377	-1.799	-0.885	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	12.02	8.966	8.737	8.71	11.253	4.61	2.535	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	10.321	14.141	13.78	7.394	9.751	4.119	2.609	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5531.77	4777.35	4716.15	4708.67	5352.52	2615.54	615.84	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-5125.88	-4387.75	-4331.4	-4338.3	-4982.19	-2471.79	-592.76	

Рисунок 10. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2016 г.

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Драмтеатр»

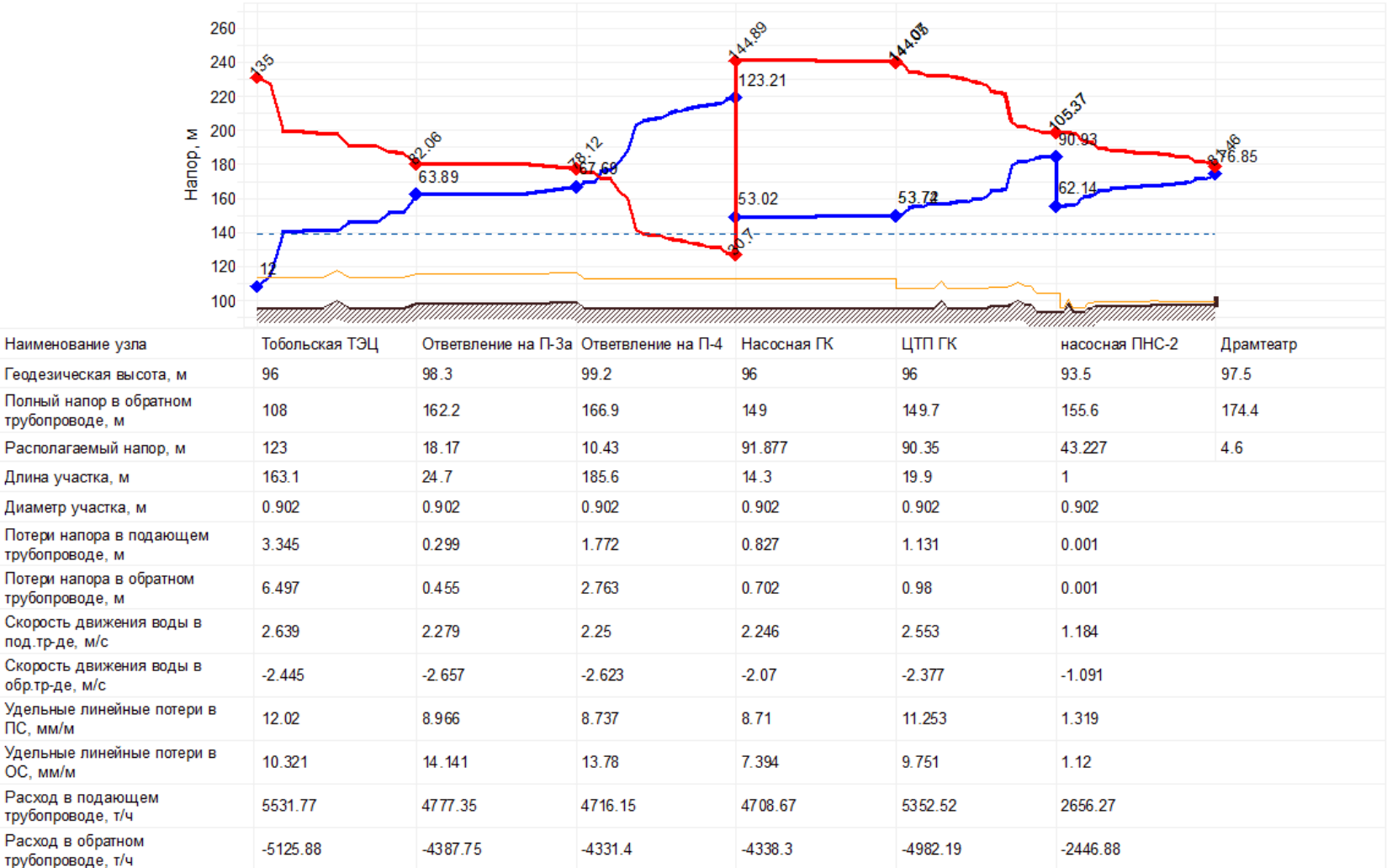


Рисунок 11. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2016 г.

По состоянию на 2017 г. при работе на насосной станции Городской котельной № 1 четырех насосов на обратной и подающей магистралях и максимальной загрузке ПНС-2, ПНС-3 не обеспечивается минимальный располагаемый напор у конечных потребителей контура ПНС-2, Промзоны, создается отрицательный располагаемый напор у большей части потребителей. Также, значения давления в обратном трубопроводе после насосных станций (по ходу движения теплоносителя) превышают допустимые $6,0 \text{ кгс/см}^2$ (после ПНС-2 – $10,4 \text{ кгс/см}^2$, после ПНС-1, ПНС-3 – $9,19$ и $9,17 \text{ кгс/см}^2$ соответственно), а также после насосной Городской котельной у всех потребителей Промзоны.

Данный режим не обеспечивает надежное и качественное теплоснабжение. Необходимы мероприятия по реконструкции насосной ГК. Необходимые параметры насосной станции: подающий трубопровод: расход 5505 т/ч , напор $98,4 \text{ м}$, обратный трубопровод: расход 5176 т/ч , напор 119 м .

Протокол гидравлического расчета тепловых сетей от Тобольской ТЭЦ по состоянию на 2017 г. с изменением количества и напорных характеристик насосного оборудования представлен на рис. 12, на 2016 г. – рис. 10-11, пьезометрические графики тепловых сетей представлены на рис. 13, 14, 15.

Задаваемые параметры на насосных станциях для расчета:

Насосная станция Городской котельной № 1: насосы СЭ1250-70 – 4шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насосы СЭ1250-140 – 4шт. на подающем трубопроводе (расчет по характеристике.). Насосы СЭ 800-100-11 - 1 шт. и насос Д 630-90-1шт. на подпиточном трубопроводе

ПНС-1: насос СЭ 500-70 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по напору на насосе 38 м .), насос СЭ 500-70 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-2: насос Д1600-90 – 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике), насос Д1600-90 – 1шт. на трубопроводе подмеса.

ПНС-3: насос Vogel 606-600 - 1шт. на обратном трубопроводе (расчет по характеристике насоса Д4000-22, id56), насос Vogel 300-500 - 1шт. на трубопроводе подмеса.

При расчете:

Предупреждение Z607: H21000 ID=33092 Рабочая точка не на характеристике (ПНС-2)

Ошибка Z045: ID=33090 'смещение ПНС-2' $dH=10.319160$

Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=33095 'смещение ПНС-3' $dH=7.781261$

Недостаточно напора на ЦТП!

Ошибка Z045: ID=33114 'ЦТП ГК' $dH=10.624838$ Недостаточно напора на ЦТП!

Недостаточно напора на источнике $\Delta H=10.624838$

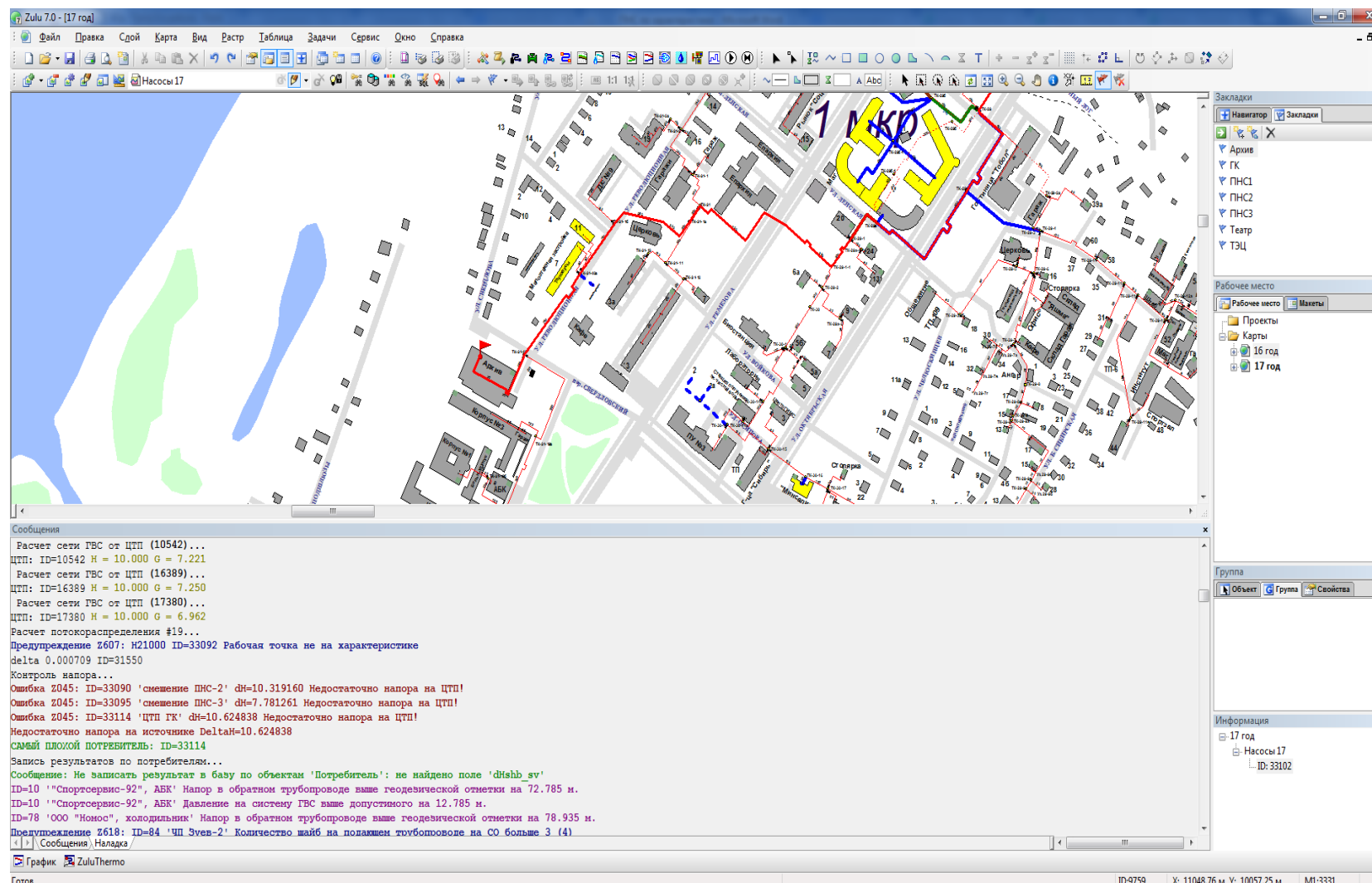


Рисунок 12. Протокол гидравлического расчета тепловой сети в 2017 г.

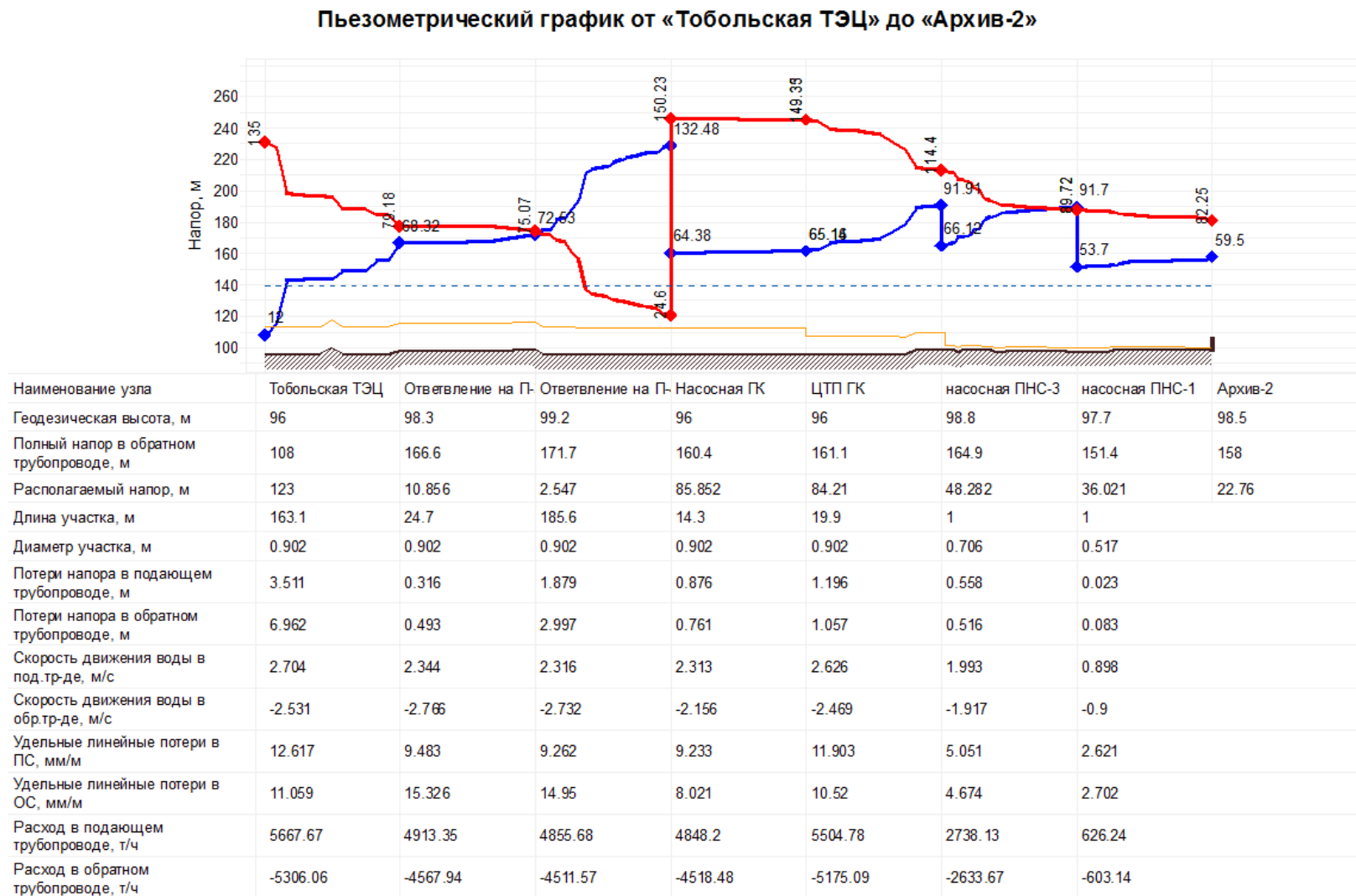


Рисунок 13. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Архив-2» в 2017 г.

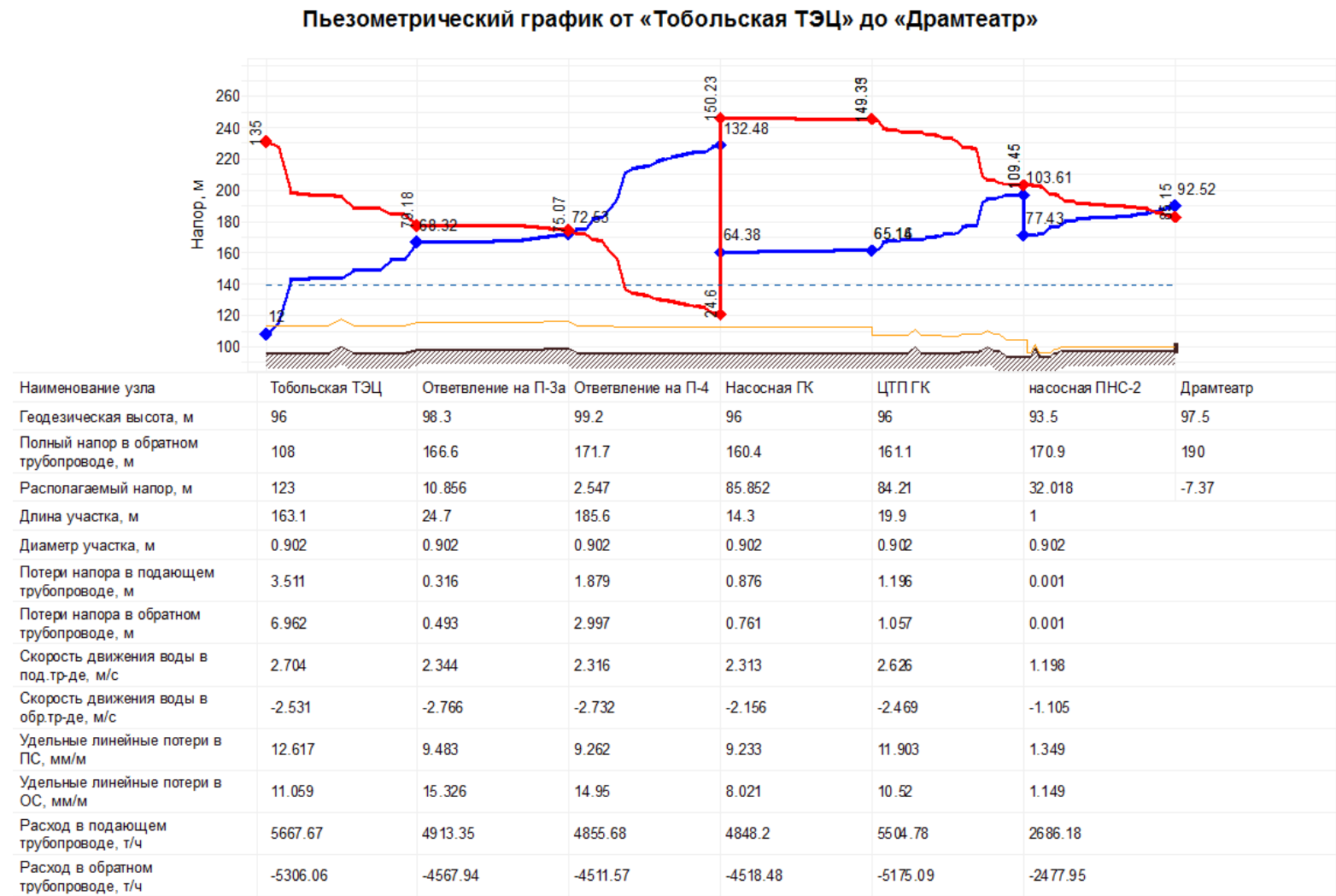


Рисунок 14. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Драмтеатр» в 2017 г.

Пьезометрический график от «Тобольская ТЭЦ» до «Произв. к-с, тепл. ст-ка, СММ»

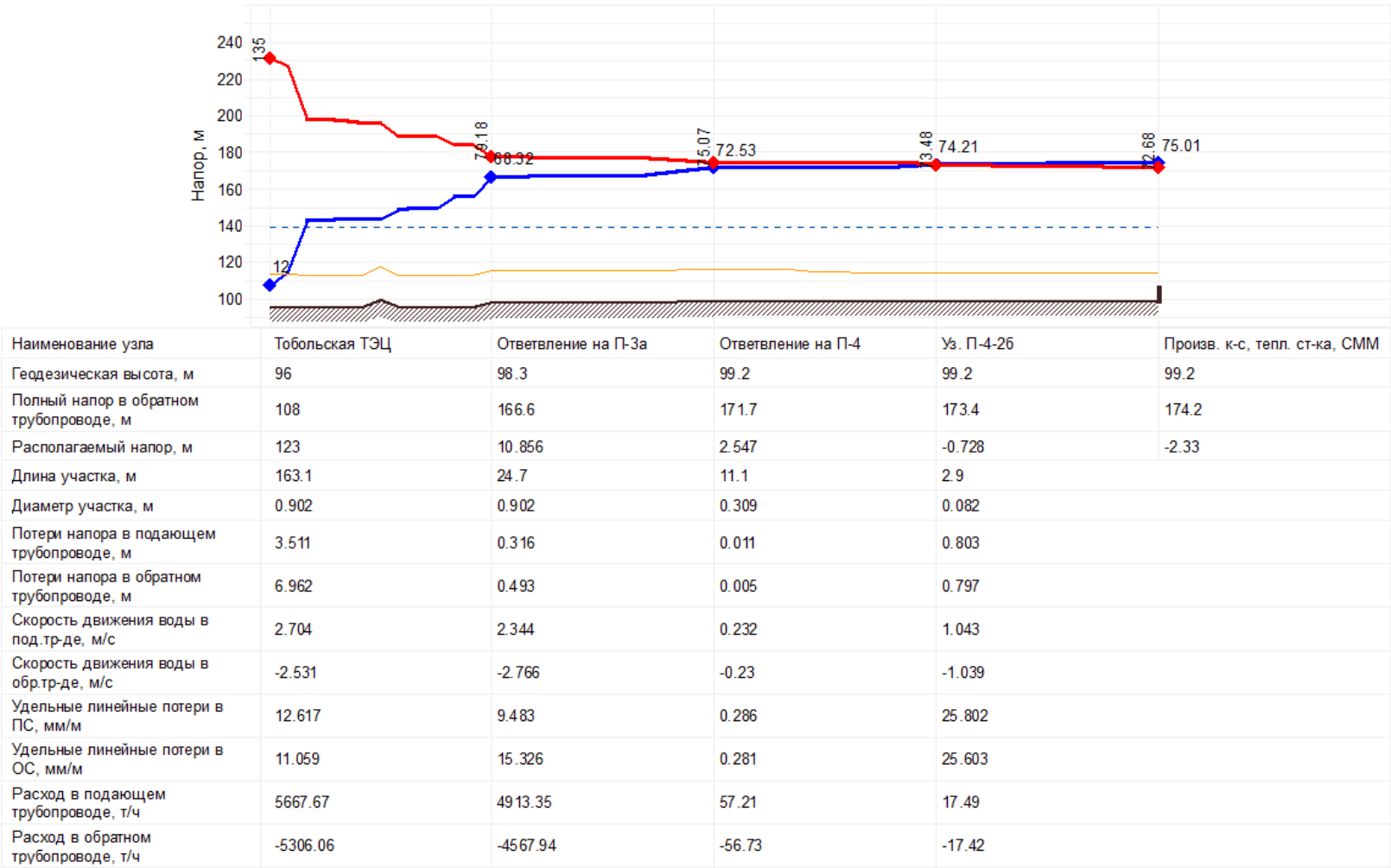


Рисунок 15. Пьезометрический график тепловой сети от Тобольской ТЭЦ до потребителя «Произв. к-с, тепл. ст-ка, СММ» в 2017 г.

Таким образом, с 2015 г. существующая насосная станция на базе Городской котельной № 1 при работе трех насосов на подаче и трех насосов на обратке будет не в состоянии обеспечить потребителей необходимыми параметрами.

В 2015-2016 гг. насосная станция Городской котельной № 1 способна обеспечить необходимыми параметрами потребителей, при условии работы четырех насосов на подающем и четырех насосов на обратном трубопроводе, при этом остается минимальное количество резервных насосов (по одному на подающем и обратном трубопроводах). В 2017 г. ожидается наибольшая нагрузка на насосную станцию Городской котельной № 1.

Для обеспечения потребителей необходимыми параметрами теплоносителя и организации надежного и качественного теплоснабжения необходима реконструкция данной насосной станции, в первую очередь по причине не обеспечения необходимыми параметрами обратной группой насосов, а также в связи с техническим состоянием подающей группы насосов (к 2017 г. насосы будут находиться в эксплуатации 32 года, при возрасте 36 лет). Минимальные необходимые параметры, выдаваемые насосной станцией: подающий трубопровод: расход 5505 т/ч, напор 98,4 м, обратный трубопровод: расход 5176 т/ч, напор 119 м.

Перечень мероприятий по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений с оценкой финансовых потребностей по вариантам перспективного развития представлен в Приложении 1.

Приложение 1. Финансовые потребности для реализации предложений по строительству и реконструкции тепловых сетей, насосных станций системы теплоснабжения г. Тобольска.