



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ г. КЕМЕРОВО ДО 2033 Г.**

**Обосновывающие материалы**

**Книга 3**

**ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
г.КЕМЕРОВО**

Кемерово, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	12
2. РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ .....	14
2.1 Общие положения .....	14
2.2 Базовый комплекс .....	14
2.3.1 Построение расчетной модели тепловой сети .....	24
2.3.2 Наладочный расчет тепловой сети.....	25
2.3.3 Поверочный расчет тепловой сети.....	25
2.3.4 Конструкторский расчет тепловой сети .....	26
2.3.5 Расчет требуемой температуры на источнике .....	27
2.3.6 Коммутационные задачи.....	27
2.3.7 Пьезометрический график .....	27
2.3.8 Расчет нормативных потерь теплоснабжения через изоляцию .....	28
3. БАЗА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	29
4. СТРУКТУРА И СОСТАВ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ.....	30
4.1 Общие положения .....	30
4.2 Электронная модель.....	30
5. МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	34
6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ КАМЕР .....	35
7. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.....	36
8. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ .....	37
9. МОДЕЛИРОВАНИЕ АБОНЕНТОВ, АБОНЕНТСКИХ ВЫВОДОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....	38

9.1 Общеположения моделирования.....	38
10. ОПИСАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗАННОСТИ ОБЪЕКТОВ .....	40
11. ОТЛАДКА И КАЛИБРОВКА ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ.....	41
12. РАСЧЕТЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ.....	42
12.1 Системы теплоснабжения ООО "СГК" и АО "КТСК"	
12.1.1 Система теплоснабжения левобережной части г. Кемерово .....	42
12.1.2 Система теплоснабжения правобережной части г. Кемерово.....	177
12.2 Системы теплоснабжения АО «Теплоэнерго».....	215
12.3 Системы теплоснабжения ОАО «СКЭК».....	219

## ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2.2.1 Сопоставление геоинформационных систем .....	16
Таблица 2.2.2 Сопоставление «ZuluThermo» (ООО «Политерм») и ИГС «CityCom-ТеплоГраф»(ИВЦ«Поток»).....	22
Таблица 12.1.1.1 Параметры гидравлического режима работы тепловых сетей .....	52
Таблица 12.1.1.2 Секционирование магистральных тепловых сетей .....	53
Таблица 12.1.1.3 Перемычки между тепломагистралями .....	55
Таблица 12.1.1.4 Параметры работы насосных станций. Фактический режим .....	57
Таблица 12.1.1.5 Состав оборудования ПНС .....	59
Таблица 12.1.1.6 Параметры работы насосного оборудования .....	60
Таблица 12.1.1.7 Состав насосного оборудования.....	62
Таблица 12.1.1.8 Параметры работы насосного оборудования .....	64
Таблица 12.1.1.9 Состав насосного оборудования.....	66
Таблица 12.1.1.10 Параметры работы насосного оборудования .....	67
Таблица 12.1.1.11 Состав насосного оборудования.....	68
Таблица 12.1.1.12 Параметры работы насосного оборудования .....	70
Таблица 12.1.1.13 Состав насосного оборудования ПНС .....	71
Таблица 12.1.1.14 Параметры работы насосного оборудования .....	73
Таблица 12.1.1.15 Состав насосного оборудования ПНС .....	75
Таблица 12.1.1.16 Параметры работы насосного оборудования .....	77
Таблица 12.1.1.17 Состав насосного оборудования ПНС .....	79
Таблица 12.1.1.18 Параметры работы насосного оборудования .....	80
Таблица 12.1.1.19 Состав насосного оборудования ПНС .....	82
Таблица 12.1.1.20 Параметры работы насосного оборудования .....	83
Таблица 12.1.1.21 Перечень тепловых пунктов ОАО "КТСК" .....	84
Таблица 12.1.1.22 Значения располагаемых напоров потребителей.....	142

Таблица 12.1.1.23	Параметры расчетного гидравлического режима работы тепловых сетей .....	148
Таблица 12.1.1.24	Секционирование магистральных тепловых сетей .....	149
Таблица 12.1.1.25	Параметры расчетного режима работы тепловых сетей .....	150
Таблица 12.1.1.26	Сопоставление фактического и расчетного режимов работы тепловых сетей .....	151
Таблица 12.1.1.27	Параметры работы тепловых сетей .....	152
Таблица 12.1.1.28	Параметры работы насосных станций .....	153
Таблица 12.1.1.29	Параметры работы тепловых сетей .....	154
Таблица 12.1.1.30	Сопоставление расходов сетевой воды при фактическим, расчетном и переходном режимах .....	155
Таблица 12.1.1.31	Расчетные максимальные расходы воды по источникам и насосным станциям в летний период .....	156
Таблица 12.1.1.32	Секционирование магистральных тепловых сетях .....	156
Таблица 12.1.1.33	Статический режим работы .....	158
Таблица 12.1.1.34	Параметры режимов работы насосных станций .....	159
Таблица 12.1.1.35	Параметры работы насосных станций .....	159
Таблица 12.1.1.36	Параметры аварийного режима работы тепловых сетей .....	160
Таблица 12.1.1.37	Параметры работы насосных станций .....	161
Таблица 12.1.1.38	Параметры аварийного режима работы .....	162
Таблица 12.1.1.39	Параметры работы насосных станций .....	163
Таблица 12.1.1.40	Параметры аварийного режима работы тепловых сетей .....	164
Таблица 12.1.1.41	Параметры работы насосных станций .....	164
Таблица 12.1.1.42	Параметры работы тепловых сетей в аварийном режиме .....	166
Таблица 12.1.1.43	Параметры работы насосных станций .....	166
Таблица 12.1.2.1	Показатели на тепловых выводах Кемеровской ТЭЦ .....	181
Таблица 12.1.2.2	Показатели на тепловых выводах Кемеровской ТЭЦ .....	182
Таблица 12.1.2.3	Секционирование магистральных тепловых сетей .....	183

Таблица 12.1.2.4 Перемычки между тепломагистралям.....	184
Таблица 12.1.2.5 Параметры фактического режима работы тепловых сетей .....	185
Таблица 12.1.2.6 Состав оборудования ПНС .....	186
Таблица 12.1.2.7 Состав оборудования ПНС .....	189
Таблица 12.1.2.8 Параметры работы насосного оборудования .....	191
Таблица 12.1.2.9 Перечень тепловых пунктов .....	192
Таблица 12.1.2.10 Ориентировочные показатели гидравлического режима распределительных тепловых сетей.....	194
Таблица 12.1.2.11 Параметры расчетного режима.....	202
Таблица 12.1.2.12 Секционирование магистральных тепловых сетей .....	202
Таблица 12.1.2.13 Параметры насосных станций расчетного режима .....	203
Таблица 12.1.2.14 Параметры зимнего режима работы .....	203
Таблица 12.1.2.15 Секционирование магистральных тепловых сетей .....	204
Таблица 12.1.2.16 Параметры ПНС в зимнем режиме .....	204
Таблица 12.1.2.17 Параметры зимнего режима работы .....	205
Таблица 12.1.2.18 Секционирование магистральных тепловых сетей .....	205
Таблица 12.1.2.19 Параметры ПНС в переходном режиме.....	206
Таблица 12.1.2.20 Параметры аварийного режима работы.....	208
Таблица 12.1.2.21 Параметры аварийного режима работы.....	209
Таблица 12.1.2.22 Параметры аварийного режима работы.....	210
Таблица 12.1.2.23 Параметры аварийного режима работы.....	211
Таблица 12.2.1 Котельные ОАО «Теплоэнерго».....	215
Таблица 12.2.2 Параметры фактического гидравлического режима .....	218
Таблица 12.3.1 Котельные ОАО «СКЭК».....	220

## ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 12.1.1.1 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Кемеровской ГРЭС БУ-1,2,3 .....	45
Рисунок 12.1.1.2 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Кемеровской ГРЭС БУ-4 .....	46
Рисунок 12.1.1.3 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Ново-Кемеровской ТЭЦ .....	47
Рисунок 12.1.1.4 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе после смешения в КСЗ-3 .....	51
Рисунок 12.1.1.5 Принципиальная схема ПНС-1 .....	58
Рисунок 12.1.1.6 Характеристики насоса СЭ2500-60 .....	60
Рисунок 12.1.1.7 Принципиальная схема ПНС-2 .....	62
Рисунок 12.1.1.8 Характеристики насоса 300Д-90А (кривая «А») .....	63
Рисунок 12.1.1.9 Принципиальная схема ПНС-3 .....	65
Рисунок 12.1.1.10 Характеристики насоса 6НДв-60 .....	67
Рисунок 12.1.1.11 Принципиальная схема ПНС-5 .....	68
Рисунок 12.1.1.12 Характеристики насоса 200Д-60 .....	69
Рисунок 12.1.1.13 Принципиальная схема ПНС-8 .....	71
Рисунок 12.1.1.14 Характеристики насоса СЭ2500-60 .....	72
Рисунок 12.1.1.15 Характеристики насоса Д2500-62 .....	72
Рисунок 12.1.1.16 Принципиальная схема ПНС-9 .....	75
Рисунок 12.1.1.17 Характеристики насоса Д3200-75 .....	76
Рисунок 12.1.1.18 Принципиальная схема ПНС-10 .....	79
Рисунок 12.1.1.19 Характеристики насоса СЭ2500-60-11 .....	80
Рисунок 12.1.1.20 Принципиальная схема ПНСЗВК .....	82
Рисунок 12.1.1.21 Характеристики насоса СЭ1250-140-11 .....	83

Рисунок 12.1.1.22 Характеристики насоса Wilo DL100/160-18,5/2.....	103
Рисунок 12.1.1.23 Характеристики насоса KM100-80-160.....	105
Рисунок 12.1.1.24 Характеристики насоса KM100-80-160.....	106
Рисунок 12.1.1.25 Характеристики насоса TP-50-570/2и KM100-80-160 .....	108
Рисунок 12.1.1.26 Характеристики насоса Wilo IL 80/160-11/2и KM100-80-160 .....	112
Рисунок 12.1.1.27 Характеристики насоса Omega 20-240-4 и Omega10-210-2.....	114
Рисунок 12.1.1.28 Характеристики насоса TP65-260/2и TP65-340-2.....	119
Рисунок 12.1.1.29 Характеристики насоса Omega 10-210-2. ....	120
Рисунок 12.1.1.30 Характеристики насоса Grundfos CR90-3-2 .....	120
Рисунок 12.1.1.31 Характеристики насоса KM150-125-250.....	123
Рисунок 12.1.1.32 Характеристики насоса KM100-65-200.....	124
Рисунок 12.1.1.33 Характеристики насоса KM100-80-160.....	125
Рисунок 12.1.1.34 Характеристики насоса KM100-80-160.....	127
Рисунок 12.1.1.35 Характеристики насоса KM150-125-200.....	128
Рисунок 12.1.1.36 Характеристики насоса KM100-80-160.....	131
Рисунок 12.1.1.37 Характеристики насоса KM100-80-160.....	132
Рисунок 12.1.1.38 Характеристики насоса Omega 10-210-2 и Omega6-200-2.....	133
Рисунок 12.1.1.39 Характеристики насоса KM100-80-160и 1Д500-63А.....	134
Рисунок 12.1.1.40 Характеристики насоса 4К-8 .....	135
Рисунок 12.1.1.41 Характеристики насоса KM100-65-200и K20/30.....	136
Рисунок 12.1.1.42 Характеристики насоса KM100-80-160.....	137
Рисунок 12.1.1.43 Характеристики насоса KM100-80-160.....	138

Рисунок 12.1.1.44	Характеристики насоса Wilo-CronoLine-IL80/190-18,5/2 .....	139
Рисунок 12.1.1.45	Зоны проблемного теплоснабжения системы централизованного теплоснабжения левобережной части г. Кемерово .....	171
Рисунок 12.1.2.1	Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Кемеровской ТЭЦ .....	179
Рисунок 12.1.2.1	Принципиальная схема ПНС-4 .....	186
Рисунок 12.1.2.2	Характеристики насоса НКУ-140м-49 .....	187
Рисунок 12.1.2.3	Принципиальная схема ПНС-57 .....	188
Рисунок 12.1.2.4	Характеристики насоса СЭ1250-140-11 .....	190
Рисунок 12.1.2.5	Характеристики насоса ТР-100-1680/2 .....	190
Рисунок 12.1.2.6	Характеристики насоса WiloTOP-SD .....	198
Рисунок 12.1.2.7	Характеристики насоса WiloDPL32/100-0,55/2 .....	198
Рисунок 12.1.2.8	Характеристики насоса GrundfosCR90-3-2 .....	200

## **1. ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Электронная модель системы теплоснабжения г. Кемерово разработана в соответствии с требованиями Федерального закона №ФЗ-190 «О теплоснабжении» и Постановления Правительства РФ №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».

Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении» законодательно определяет необходимость создания и использования компьютерных электронных моделей систем теплоснабжения городов.

Постановление Правительства РФ №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения», и пункт 7 Статьи 23 ФЗ РФ № 190 «О теплоснабжении» содержат методические указания, регламентирующие состав, требования и порядок разработки схем теплоснабжения поселений и городских округов. В числе этих требований указано на необходимость наличия в качестве обязательного раздела схемы теплоснабжения электронной модели.

Отдельная глава «Требований к схемам теплоснабжения», описывает содержание и функциональные характеристики электронных моделей как составной части схемы теплоснабжения.

Согласно определению правительства Российской Федерации электронная модель сети теплоснабжения – это комплекс программ и баз данных, описывающий топологию наружных сетей и сооружений теплоснабжения, их технические и режимные характеристики и позволяющий проводить гидравлические расчеты.

Электронная модель, в первую очередь, необходима для эффективной оценки работы систем теплоснабжения, а также прочих инженерных систем.

Создание электронной модели позволяет:

- Эффективно составлять планы перспективного развития
- Выполнять гидравлический расчет и анализ возможных последствий плановых переключений на магистральной сети
- Выявлять перегруженные участки сети и оборудования, лимитирующие пропускную способность
- Выявлять участки с повышенными гидравлическими сопротивлениями и скрытыми утечками

- Моделировать аварийные ситуации на сети и обосновывать мероприятия по оптимизации последствий этих аварий

- Осуществлять поиск задвижек, отключающих аварийный участок водопроводной сети

Компоненты электронной модели:

- программное обеспечение, позволяющее описать все технологические объекты, составляющие систему, в их совокупности и взаимосвязи, и на основе этого описания, решать весь спектр расчетно-аналитических задач, необходимых для многовариантного моделирования режимов работы всей системы и ее отдельных элементов;

- средства создания и визуализации графического представления сетей в привязке к плану территории, неразрывно связанные со средствами технологического описания объектов системы и их связности;

- данные, описывающие каждый в отдельности элементарный объект и всю совокупность объектов, составляющих систему - от источника и вплоть до каждого потребителя, включая все трубопроводы, а также электронный план местности, к которому привязана модель системы.

## **2. РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ЭЛЕКТРОННОЙМОДЕЛИ**

### **2.1 Общие положения**

Электронная модель системы теплоснабжения г. Кемерово создана на базе программного комплекса «ZuluThermo», разработанного ООО «ПолиTERM» (г.Санкт- Петербург).

Под электронной моделью системы теплоснабжения понимается математическая модель этой системы, привязанная к топографической основе города, предназначенная для имитационного моделирования всех процессов, протекающих в ней.

Программный комплекс «ZuluThermo» получил широкое распространение на предприятиях тепловых сетей. В частности городов: Москва, Екатеринбург, Санкт- Петербург, Липецк и в настоящий момент является наиболее распространенным на территории России (более 4000 пользователей).

Комплекс позволяет рассчитывать тупиковые и кольцевые сети (количество колец в сети неограниченно), а также двух, трех, четырехтрубные или многотрубные системы теплоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплоснабжения, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции.

Результаты расчетов могут быть экспортированы в MS Excel, наглядно представлены с помощью тематической раскраски и пьезометрических графиков. Картографический материал и схема тепловых сетей могут быть оформлены в виде документа с использованием макета печати.

### **2.2 Базовый комплекс**

Геоинформационная система «Zulu» и программно-расчетный комплекс «ZuluThermo» позволяет решать необходимый для разработки Схемы теплоснабжения г. Кемерово набор задач:

- Автоматически создавать электронную модель системы теплоснабжения при нанесении ее на карту города с графическим представлением объектов, с привязкой к топографической основе и полным топологическим описанием связности объектов;
- Проводить паспортизацию системы теплоснабжения;
- Выполнять гидравлический расчет тепловых сетей;

– Моделировать все виды переключений, осуществляемые в тепловых сетях, в том числе - переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;

– Выполнять расчет балансов по сетевой воде и тепловой энергии по каждому источнику тепловой энергии;

– Осуществлять расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя;

– Проводить групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схемы теплоснабжения;

– Строить пьезометрические графики и производить их сравнение для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей;

– Строить зоны влияния источников на сеть;

– Учитывать реконструкцию тепловых сетей, связанную с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки или с переводом системы на пониженные параметры теплоносителя;

– Рассчитывать температурный график отпуска тепловой энергии для каждого источника тепловой энергии;

– Производить расчет отдельных элементов системы теплоснабжения:

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые тепловые сети, в том числе с насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

Программа предусматривает теплогидравлический расчет с присоединением к тепловой сети индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) и центральных тепловых пунктов (ЦТП) по нескольким десяткам схемных решений, применяемых на территории России.

Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети, как по нормативным потерям, так и по фактическому состоянию изоляции.

Расчеты «ZuluThermo» могут работать не только в тесной интеграции с геоинформационной системой (в виде модуля расширения ГИС), но и в виде отдельной библиотеки компонентов, которые позволяют выполнять расчеты из приложений пользователей.

Задачи, решаемые «ZuluThermo»:

- Построение расчетной модели тепловой сети;
- Наладочный расчет тепловой сети;
- Поверочный расчет тепловой сети;
- Конструкторский расчет тепловой сети;
- Расчет требуемой температуры на источнике;
- Коммутационные задачи;
- Пьезометрический график;
- Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию.

Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel.

Ниже (таблица 2.2.1) приводится сопоставление различных геоинформационных систем (ГИС), поддерживающих топологию инженерных сетей.

Таблица 2.2.1 Сопоставление геоинформационных систем

Разработчик	АИСТ-Групп Россия, г. Пермь <a href="http://aist.perm.ru">aist.perm.ru</a>	ПОЛИТЕРМ Россия, г. Санкт-Петербург <a href="http://politerm.com.ru">politerm.com.ru</a>	ИВЦ «Поток» Россия, г. Москва, Украина, г. Харьков. <a href="http://www.citycom.ru">www.citycom.ru</a>	КБ ПАНОРАМА Россия, г. Москва <a href="http://www.gisinfo.ru">www.gisinfo.ru</a>	ESRI USA <a href="http://www.esri.com">www.esri.com</a>	Интегро Россия, г. Уфа <a href="http://www.integro.ru">www.integro.ru</a>
<b>Продукты</b>						
<b>Название ГИС</b>	ВЕГА	ZULU	CityCom	Панорама	ArcGIS	ИнГео
<b>Распространенность в России</b>	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая
<b>Вид деятельности Разработчика</b>	Разработка и продажа программного обеспечения, внедрение, обучение	Разработка и продажа программного обеспечения, обучение	Разработка и внедрение программного обеспечения, обучение	Разработка и продажа программного обеспечения, внедрение, обучение	Продажа программного обеспечения, внедрение, обучение	Разработка и продажа программного обеспечения, внедрение, обучение
<b>Место нахождения разработчика</b>	Россия, Пермь	Россия, Санкт-Петербург	Украина	Россия, Москва	США	Россия, Уфа
<b>Архитектура</b>	Клиентская версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия
<b>Векторизатор</b>	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
<b>ГИС-вьювер</b>	Нет	Есть, обычный + веб	Нет	Есть	Есть, обычный + веб	Нет

<b>Разработчик</b>	АИСТ-Групп Россия, г.Пермь <a href="http://aist.perm.ru">aist.perm.ru</a>	ПОЛИТЕРМ Россия, г. Санкт-Петербург <a href="http://politerm.com.ru">politerm.com.ru</a>	ИВЦ «Поток» Россия, г.Москва, Украина,г. Харьков. <a href="http://www.citycom.ru">www.citycom.ru</a>	КБ ПАНОРАМА Россия, г. Москва <a href="http://www.gisinfo.ru">www.gisinfo.ru</a>	ESRI USA <a href="http://www.esri.com">www.esri.com</a>	Интегро Россия, г.Уфа <a href="http://www.integro.ru">www.integro.ru</a>
<b>Поддержка GPS</b>	Нет	Есть	Нет,	Есть	Есть, отдельный модуль	Нет, реализуется внешним модулем
<b>Платформа</b>	Windows 98/2000/XP	Windows 2000/XP/7	Windows 98/2000/XP/ 7	Windows 98/2000/XP, Linux Kylix, Linux QT, Pocket-PC	Windows 98/2000/XP/7, Pocket-PC	Windows 98/2000/XP/ 7
<b>Интерфейсы и расширения</b>						
<b>Формат картографической базы данных</b>	Собственный	Собственный	Нет данных	SXF	Собственный	Собственный
<b>Формат семантической базы данных</b>	Собственный	Paradox, dBase, Microsoft Access, Microsoft SQLServer, Oracle	Нет данных	SXF	Microsoft SQL Server, Oracle	Собственный
<b>Защита базы данных от несанкционированного доступа</b>	Нет	Да, в серверном варианте	Да, в серверном варианте	Да (просмотр, редактирование и т.д.)	Да	Да, все возможности (просмотр данных и редактирование карты)
<b>Оптимизация для работы с SQL-серверами</b>	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Поддержка растровых форматов</b>	BMP, WMF, EMF	Файл в формате Windows bitmap (BMP), TIFF, PCX,JPG и т.д.	Нет данных	BMP, WMF, JPEG, PostScript	Стандартные растровые изображения Windows+ множество других	Стандартные растровые изображения Windows
<b>Поддержка векторных форматов</b>	DBF, DFX	DXF, MIF/MID, SHP, WMF	Нет данных	SHP, MIF/MID,S57, DXA, DFX9, DFX14, MTW, GEN,GPS, PostScript, DBF	DXF, DGN, DWG,SH P, таблицы VPF + множество других (реализовано отдельным модулем)	F20V (I), DXF(I/E),GE N(I), Shape(I), MIF/MID (I/E)
<b>Внешний интерфейс</b>	API ActiveX	API ActiveX, ODBC, BDE	Нет данных	API ActiveX, ODBC, BDE, SDK	ODE, API ActiveX, COM, AML (платформен- ный язык)	BDE, OLE DB, API

Разработчик	АИСТ-Групп Россия, г.Пермь <a href="http://aist.perm.ru">aist.perm.ru</a>	ПОЛИТЕРМ Россия, г. Санкт-Петербург <a href="http://politerm.com.ru">politerm.com.ru</a>	ИВЦ «Поток» Россия, г.Москва, Украина, г. Харьков. <a href="http://www.citycom.ru">www.citycom.ru</a>	КБ ПАНОРАМА Россия, г. Москва <a href="http://www.gisinfo.ru">www.gisinfo.ru</a>	ESRI USA <a href="http://www.esri.com">www.esri.com</a>	Интегро Россия, г.Уфа <a href="http://www.integro.ru">www.integro.ru</a>
Внешние модули предоставленные разработчиками	Модуль навигации по адресному плану "Город"	Расчет тепловых, паровых, водопроводных, канализационных, газовых сетей.	Расчет тепловых, водопроводных, канализационных, газовых сетей.	Блок геодезических расчетов	Множество различных модулей практически для любой отрасли	Система ведения имущественного кадастра "Имущество", Система информационного обеспечения градостроительной деятельности МОНИТОРИНГ
Реализация разработчиками пожеланий пользователей по развитию ПО	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно	Практически невозможно	Возможно
Реализация элементов концептуальных топологических отношений	Нет	Да, в слое тепловых, паровых, водопроводных, канализационных, газовых сетей (линейно-узловые)	Да, в слое тепловых, водопроводных, канализационных, газовых сетей (линейно-узловые)	Да (все виды)	Да (все виды)	Да (все виды)
Наличие механизмов, обеспечивающих быстрый перенос семантических и картографических данных там, где нет телекоммуникаций	Нет	Да, через обменный формат	Да, через обменный формат. Только представитель ИВЦ	Да, через обменный формат	Да, через обменный формат	Да, через обменный формат
Возможность корректировки условных обозначений по российским стандартам	Нет	Да, с небольшими ограничениями	Нет	Да, с небольшими ограничениями	Да	Да
Возможность работы в системах координат	Плоская (x,y)	Плоская (x,y), геодезическая, для отдельных слоев псевдо3D.	Плоская (x,y)	Плоская, геодезическая, 3D (отдельный модуль)	Плоская, геодезическая, 3D	Плоская, 3D (отдельный модуль)
Возможность контроля вводимой информации	Нет	Частично (через справочник), и в расчетных задачах.	Частично (через справочник), и в расчетных задачах	Да (путем создания ограничителей)	Да (путем создания ограничителей)	Да (путем создания ограничителей)
Возможность построения пространственных запросов	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Формирование отчетов	Встроенные средства	Встроенные средства, вывод Word, Excel	Встроенные средства	Нет	Встроенные средства	Отчет в TXT, Paradox
----------------------	---------------------	--	---------------------	-----	---------------------	----------------------

Географическая информационная система «Zulu» обладает следующими достоинствами, отсутствующими у многих ГИС:

- Отсутствием ограничений на объем вводимой информации;
  - Возможностью самостоятельного освоения и работы;
  - Возможностью написания дополнительных модулей в оболочке ГИС;
  - Дружественным интерфейсом, схожим с популярными офисными приложениями под Windows;
  - Возможностью работы с общедоступными Tile-серверами;
  - Возможностью привязки фотоснимков к географическим координатам местности;
  - Возможностью отображения движущихся объектов на карте сервера ZuluServer 7.1 через WEB службу WMS;
  - Контроль за автотранспортом предприятия;
  - Высокой скоростью обработки большого объема графической информации;
  - Возможностью передвижения по коммуникациям предприятия при наличии WEB ZuluServer с корректировкой графических и семантических данных с мобильного устройства, работающего под управлением Windows 7;
  - Возможностью создания модели рельефа местности и решения целого ряда задач:
    - определение высоты местности в любой точке в границах триангуляции,
- вычисление площади поверхности заданной области;
- вычисление объема земляных работ по заданной области;
  - построение изолиний с заданным шагом по высоте;
  - построение зон затопления;
  - построение растра высот;
  - построение продольного профиля (разреза) по произвольно заданному пути;
  - автоматическое занесение данных по высотным отметкам во все модулях инженерных расчетов (ZuluThermo, ZuluSteam, ZuluHydro, ZuluDrain, ZuluGaz).

Скорость работы ГИС «Zulu» с большим объемом графической информации превосходит все геоинформационные системы, представленные в сравнительной таблице.

### *Дополнительные возможности ГИС «Zulu»*

- Фильтры порайонам;
- Работа с геоданными;
- Работа с SQL серверами;
- Средство разработки собственных приложений;
- Привязка космических снимков и работа с ними;
- Работа с Google;
- Работа с поверхностью земли;
- Построение зоны затопления при весенних паводках;
- Построение профиля местности (трубопроводов);
- Использование WMS, WFS форматов;
- Работа с географическими координатами и проекциями;
- Хранение данных в различных системах координат (Широта/Долгота (WGS 84, ПЗ-90, Пулково 42) (градусы);
- Меркатор (метры);
- Поперечный Меркатор - UTM или Гаусса-Крюгера (метры);
- Отображение данных, хранящихся в разных системах координат на одной карте, в одной из проекций или на глобусе;
- Перевод данных из одной системы координат в другую;
- Привязка данных местной системы координат к глобальной системе координат;
- ГИС Zulu предоставляет возможность работать с Tile-серверами в координатах: EPSG:3395 - WGS 84 / World Mercator на сфероиде. Эта проекция используется такими сервисами как Космоснимки, Яндекс карты, Карты mail.ru (спутник) и др. EPSG:3857 - WGS 84 / Pseudo-Mercator (Spherical Mercator) на сфере. Эта проекция используется такими сервисами как Google, Virtual earth, Maps-For-Free, Wikimapia, OpenStreetMap, Роскосмос, Навител, Nokia и др.;
- Импорт из MapInfo данных в соответствующих проекциях;
- Построение модели рельефа местности по изолиниям и реперным точкам (триангуляция Делоне, с ограничениями, с учетом изолиний);
- По модели рельефа: определение высоты местности в любой точке, отображение рельефа;
- Триангуляционная сетка;
- Отмывка с заданным направлением, высотой и углом освещения;
- Экспозиция склонов;
- Отображение уклонов;

- Построение продольного профиля (разреза) по произвольно заданному пути.

Кроме того, система позволяет получать и отображать на карте пространственные данные с web-серверов. Карты WMS с различных серверов поддерживающих спецификации WMS (Web Map Service), разработанные Open Geospatial Consortium (OGC).

Данные WMS сервера подключаются к системе в виде особого слоя (слой WMS). Этот слой может отображаться на карте в различных комбинациях с любыми другими слоями.

Программа позволяет работать с данными сервера по спецификациям WMS 1.1.1, WMS 1.3.0 (Web Map Service) и WFS 1.0.0 (Web Feature Service) разработанными OGC (Open Geospatial Consortium).

WEB-служба WMS позволяет отображать слои и карты сервера на клиентах, поддерживающих спецификации WMS, в частности, Zulu, Google Earth, Google Api, Open Layers, Yandex Map, MapInfo, ArcGIS и др.

WEB-служба WFS обеспечивает доступ к векторной и семантической информации сервера для клиентов, поддерживающих данную спецификацию.

В программе предусмотрена возможность создавать макросы на языке программирования Visual Basic Script (VBScript), Java Script (JScript), Microsoft Visual Studio For Applications. Назначение макросов кнопкам интерфейса.

Выполнение SQL запросов к пространственным данным в соответствии со стандартами OGC.

Выборка объектов слоя по различным условиям, включая пространственные отношения.

Создание пользовательских стилей линий, из комбинации штриховых, символьных, текстовых элементов.

### *ZuluServer*

Пространственный фильтр на право доступа к данным. Права доступа к серверным данным для того или иного пользователя или группы пользователей можно ограничить областью, заданной сложным полигоном.

*Сервер WMS. ZuluServer 7.0* позволяет работать с данными сервера по спецификациям WMS 1.1.1 и 1.3.0 (Web Map Service), разработанными OGC. Пройдена официальная сертификация в OGC, получен сертификат. Это позволяет работать с данными сервера в любом клиентском приложении, поддерживающем WMS: Zulu, Google Earth, Google Api, Open Layers, MapInfo, ArcGis Explorer и др.

Сервер WFS. ZuluServer 7.0 позволяет работать с данными сервера по спецификации WFS 1.0.0 (Web Feature Service), разработанными OGC. Пройдена официальная сертификация в OGC.

Авторизация Windows. Автоматическая авторизация на сервере с использованием учетных сведений пользователя Windows, пользователю не нужно постоянно вводить логин и пароль.

Режимы безопасности. Два режима работы – общедоступный и безопасный.

На все программное обеспечение «Zulu» есть авторские права (Авторские свидетельства) и сертификаты соответствия от ГосНИИ «Тест».

В нижеследующей таблице<sup>2</sup>, в качестве примера, приведено сопоставление программных продуктов, осуществляющих решение задач по расчету систем теплоснабжения – «ZuluThermo» (ООО «Политерм») и ИГС «CityCom-ТеплоГраф» (ИВЦ «Поток»).

Таблица 2.2.2 Сопоставление «ZuluThermo» (ООО «Политерм») и ИГС «CityCom-ТеплоГраф» (ИВЦ «Поток»)

Название	«ZuluThermo»	<u>ИГС«CityCom-ТеплоГраф»</u>
Разработчик	<b>ПОЛИТЕРМ</b>	<b>ИВЦ «Поток»</b>
	Россия, г. Санкт-Петербург	Россия, г. Москва, Украина, г. Харьков
	<a href="http://politerm.com.ru">politerm.com.ru</a>	<a href="http://www.citycom.ru">www.citycom.ru</a>
Распространенность в России	Высокая	Средняя
Вид деятельности Разработчика	Разработка и продажа программного обеспечения, обучение	Разработка и внедрение программного обеспечения, обучение
Место нахождения разработчика	Россия, Санкт-Петербург	Украина
Архитектура	Клиентская версия, клиент-серверная версия	Клиентская версия, клиент-серверная версия
Векторизатор	Есть	Есть
Наличие бесплатного просмотрщика (ГИС-вьювер)	Есть, обычный + веб	нет, привязка к конкретному компьютеру
Поддержка GPS	Есть	Нет
Платформа	Windows 2000/XP/7	Windows 98/2000/XP/7
<b>Интерфейсы и расширения</b>		

Формат картографической базы данных	Собственный	Нет данных
<b>Название</b>	<b>«ZuluThermo»</b>	<b><u>ИГС«CityCom-ТеплоГраф»</u></b>
Формат семантической базы данных	Paradox, dBase, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle	Нет данных
Защита базы данных от несанкционированного доступа	Да, в серверном варианте	Да, в серверном варианте
Оптимизация для работы с SQL-серверами	Да	Да
Поддержка растровых форматов	Файл в формате Windows bitmap (BMP), TIFF, PCX, JPG и т.д.	Нет данных
Поддержка векторных форматов	DXF, MIF/MID, SHP, WMF	Нет данных
Внешний интерфейс	API ActiveX, ODBC, BDE	Нет данных
Внешние модули предоставленные разработчиками	Расчет тепловых, паровых, водопроводных, канализационных, газовых сетей.	Расчет тепловых, водопроводных, канализационных, газовых сетей.
Реализация разработчиками пожеланий пользователей по развитию ПО	Возможно	Возможно
Реализация элементов концептуальных топологических отношений	Да, в слое тепловых, паровых, водопроводных, канализационных, газовых сетей (линейно-узловые)	Да, в слое тепловых, водопроводных, канализационных, газовых сетей (линейно-узловые)
Наличие механизмов, обеспечивающих быстрый перенос семантических и картографических данных там, где нет телекоммуникаций	Да, через обменный формат	Да, через обменный формат. Только представитель ИВЦ «Поток» за дополнительные деньги
Возможность корректировки условных обозначений по российским стандартам	Да, с небольшими ограничениями	Нет
Возможность работы в системах координат	Плоская (x,y), геодезическая, для отдельных слоев псевдо 3D	Плоская (x,y)

Возможность контроля вводимой информации	Частично (через справочник), и в расчетных задачах	Частично (через справочник), и в расчетных задачах
<b>Название</b>	<b>«ZuluThermo»</b>	<b><u>ИГС«CityCom-ТеплоГраф»</u></b>
Возможность построения пространственных запросов	Да	Да
Формирование отчетов	Встроенные средства, вывод в Word, Excel	Встроенные средства
Возможность экспортировать (импортировать) в иные форматы	все имеющиеся	есть ограничения

Таким образом, на основании анализа существующих геоинформационных систем (ГИС), а также программно-расчетных комплексов, можно сделать вывод о том, что программный комплекс «ZuluThermo» является одним из наиболее оптимальных вариантов для разработки Схемы теплоснабжения города.

При создании векторного слоя тепловых сетей г. Кемерово использованы схемы магистральных, распределительных и квартальных тепловых сетей, предоставленные «Кемеровскими тепловыми сетями» ООО «СГК», АО «КТСК», АО «Теплоэнерго», ОАО «СКЭК».

Векторный слой содержит следующие семантические базы данных:

- геодезические отметки местности;
- водные ресурсы;
- районы административного деления;
- улицы;
- здания и сооружения с адресной привязкой.
- названия тепловых камер;
- длины и диаметры участков трубопроводов тепловых сетей;
- адреса потребителей тепловой энергии;
- тепловые нагрузки потребителей (с разделением на отопительную, вентиляционную и нагрузку горячего водоснабжения).

### 2.3.1 Построение расчетной модели тепловой сети

При работе в растровой подложке сеть заносится с помощью манипулятора-мыши. При этом формируется расчетная модель.

### **2.3.2 Наладочный расчет тепловой сети**

Целью наладочного расчета является обеспечение потребителей расчетным количеством воды и тепловой энергии. В результате расчета осуществляется подбор элеваторов и их сопел, производится расчет смесительных и дросселирующих устройств, определяется количество, место установки и диаметр дроссельных шайб.

Расчет может производиться при известном располагаемом напоре на источнике и его автоматическом подборе в случае, если заданного напора недостаточно.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), величина избыточного напора у потребителей, температура внутреннего воздуха.

Дросселирование избыточных напоров на абонентских вводах производят с помощью сопел элеваторов и дроссельных шайб. Дроссельные шайбы перед абонентскими вводами устанавливаются автоматически на подающем, обратном или обоих трубопроводах в зависимости от необходимого для системы гидравлического режима. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками.

Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

### **2.3.3 Поверочный расчет тепловой сети**

Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии, получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике тепла.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей.

Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в

узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями.

Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

#### **2.3.4 Конструкторский расчет тепловой сети**

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при проектировании новых тепловых сетей или при реконструкции существующих тепловых сетей.

Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

Кроме того, данная задача может быть использована при выдаче разрешения на подключение новых потребителей к тепловой сети, так как в качестве источника может выступать любой узел системы теплоснабжения, например тепловая камера.

В качестве источника теплоснабжения может выступать любой узел системы, например, тепловая камера.

Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность изменения скорости движения воды по участкам тепловой сети, что приводит к изменению диаметров трубопровода, а значит и располагаемого напора в точке подключения.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов тепловой сети, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети, располагаемые напоры на потребителях.

#### **2.3.5 Расчет требуемой температуры на источнике**

Целью задачи является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у заданного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной.

### 2.3.6 Коммутационные задачи

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения.

Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

### 2.3.7 Пьезометрический график

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Это основной аналитический инструмент специалиста по гидравлическим расчетам тепловых сетей.

В таблице, расположенной под пьезографиком, присутствуют сведения о расходах, длинах, диаметрах и гидравлических потерях на соответствующих участках тепловой схемы.

Строка состояния содержит данные о количестве точек в графике, максимальном напоре на графике, суммарной длине маршрута, типе построения графика.

Также на графике отмечаются:

- метки уровня местности;
- метки наподающей;
- метки наобратной;
- отметки высот зданий;
- нулевой уровень;
- уровень местности;

Пьезометрический график является незаменимым инструментом при калибровке гидравлической модели тепловой сети, поскольку графическая интерпретация гидравлического

режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла «гидравлическое поведение» реальной тепловой сети в эксплуатации.

### **2.3.8 Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию**

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП).

Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

### **3.     БАЗА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

База данных электронной модели представляет собой описание по объектам графической базы. Семантическая база данных представляет собой набор таблиц, информационно связанных друг с другом.

В качестве графической «подложки» при нанесении трасс тепловых сетей использован адресный план г. Кемерово (масштаб 1:500), представленные МУ

«Городской информационный центр» и топографические планы (масштаб 1:500), представленные Комитетом по градостроительству и архитектуре администрации Кемерово.

В электронной модели систем теплоснабжения города Кемерово смоделированы магистральные и распределительные тепловые сети, отходящие от источников тепла: котельных АО "Теплоэнерго", АО "КТСК" и ОАО "СКЭК", Кемеровской ТЭЦ (КемТЭЦ), Кемеровской ГРЭС (КемГРЭС), Ново-Кемеровской ТЭЦ (НК ТЭЦ) ООО «СГК». Потребители тепловой энергии заведены как

«обобщенные потребители», подключаемые к тепловым камерам (узлам внекамерных врезок) распределительных сетей без учета конкретных схем подключения каждого абонента.

В приложениях к Книге 3 «Электронная модель систем теплоснабжения г. Кемерово» представлены данные по участкам тепловых сетей, тепловых пунктов теплоснабжающих организаций города, данные паспортизации тепловых сетей по районам города, характеристики потребителей, схемы тепловых сетей и тепловых камер. Кроме того, прилагаются файлы программного комплекса

«ZuluThermo», разработанного ООО «Политерм» (г. Санкт-Петербург) с базами данных электронной модели.

## 4. СТРУКТУРА И СОСТАВ ЭЛЕКТРОННОЙМОДЕЛИ

### 4.1 Общие положения

Тепловая сеть включает в себя следующие основные объекты: источник, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно-регулирующую арматуру, и другие элементы:

- Источник
- Участок
- Вспомогательныйучасток
- Потребитель
  - Потребитель
  - Обобщенныйпотребитель
- Узел
  - Простойузел
  - ЦТП
  - Насоснаястанция
  - Задвижка
  - Перемычка
  - Дросселирующие устройства:
  - Дроссельнаяшайба
  - Регулятор располагаемого напора
  - Регулятор расхода
  - Регулятор давления

### 4.2 Электронная модель

Источник – это символьный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ. В математической модели источник представляется сетевым насосом, создающим располагаемый напор, и подпиточным насосом, определяющим напор в обратном трубопроводе. При работе нескольких источников на сеть один из них может выступать в качестве пиковой котельной.

Участок - это линейный объект, на котором не меняются:

- Диаметр трубопровода;

- Типпрокладки;
- Видизоляции;
- Расходтеплоносителя.

Двухтрубная тепловая сеть изображается в одну линию. Как любой объект сети, участок имеет разные режимы работы, например, «отключен подающий» или «отключенообратный».

Потребитель – это конечный объект участка, в который входит один подающий и выходит один обратный трубопровод тепловой сети. Под потребителем понимается абонентский ввод в здание. Внутренняя кодировка потребителя зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Схемы могут быть элеваторные, с насосным смешением, с независимым присоединением, с открытым или закрытым отбором воды на ГВС. Схемы присоединения имеют разную степень автоматизации подключенной нагрузки, которая определяется наличием регулятора температуры, например на ГВС, регулятором расхода или нагрузки на систему отопления, регулирующим клапаном на системувентиляции.

Обобщенный потребитель – символьный объект тепловой сети, характеризующийся потребляемым расходом сетевой воды или заданным сопротивлением. Данный объект удобно использовать, когда возникает необходимость рассчитать гидравлику сети без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети. Например, при расчете магистральных сетей информации о квартальных сетях может не быть, а для оценки потерь напора в магистралях достаточно задать обобщенные расходы в точках присоединения кварталов к магистральной сети. Обобщенный потребитель не всегда является конечным объектом сети. В связи с этим, обобщенный потребитель может быть установлен на транзитномучастке.

Простой узел – это символьный объект тепловой сети, например, разветвление трубопровода, смена прокладки, вида изоляции или точка контроля для регулятора.

ЦТП – это символьный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии. Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть, с индивидуальнымипотребителями.

Насосная станция – символьный объект тепловой сети, характеризующийся заданным напором или напорно-расходной характеристикой установленного насоса. Для задания направления действия насоса направление участков, входящих в него должно совпадать с

направлением работы насоса В насосную станцию обязательно должен входить и выходить только один участок. Если насосы установлены на станции параллельно, но имеют разные марки или характеристики, каждый необходимо изобразить на схеме последовательно работающие насосы, справа: параллельно работающие разные марки насосов справа. Если же насосы установлены параллельно и имеют одинаковые характеристики, то на схеме их можно обозначить одним объектом, задав количество работающих насосов.

Задвижка – это символичный объект тепловой сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы «Открыта». В задвижку может входить только один участок и только один участок выходить

Перемычка - это символичный объект тепловой сети, моделирующий участок между подающим и обратным трубопроводами. С помощью перемычек можно моделировать летний режим работы открытых систем централизованного теплоснабжения, в случаях, когда теплоноситель может подаваться к потребителям как по подающему, так и по обратному трубопроводам, без возврата воды на источник. Переходы между подающими и обратными трубопроводами осуществляются через перемычки.

Дроссельная шайба – это символичный объект тепловой сети, характеризуемый фиксированным сопротивлением, зависящим от диаметра шайбы Для объекта «Вычисляемая шайба» в результате наладочного расчета определяется количество шайб и их диаметр. Для «Устанавливаемой шайбы» необходимо занести информацию о количестве этих устройств и их диаметре.

Регулятор располагаемого напора – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданный располагаемый напор послесебя.

Регулятор расхода – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданным пользователем расход теплоносителя

Регулятор давления – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданное давление в трубопроводе «до себя» или «после себя». Регулятор давления, установленный на подающем или обратном трубопроводе, может контролировать давление «до себя» или « после

себя». Для того, чтобы указать, как работает регулятор необходимо установить узел контроля (простой узел) и соединить их вспомогательным участком.

Вспомогательный участок – это линейный объект математической модели, имеющий два режима работы. Вспомогательный участок при использовании его с регуляторами давления «до себя» и «после себя» указывают место контролируемого параметра. Вспомогательный участок для ЦТП определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП.

## 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Тепловую сеть можно изображать на карте, с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволит в дальнейшем не только проводить теплогидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение тепловых сетей.

Тепловая сеть может быть изображена схематично, при этом неважно, будут ли координаты узлов (объектов тепловой сети) и углы поворотов (точки перелома участков) введены по координатам с геодезической точностью или обрисованы по подложке. Важно, чтобы нужные объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Схематичное изображение модели тепловой сети позволяет быстро провести теплогидравлические расчеты, но не даёт возможности определить местонахождение своих сетей.

В зависимости от выбранного слоя, можно создать участок либо трубопровод. Функции и алгоритм создания полностью совпадают. Разница лишь в том, что в слое *"Все типы сетей"* можно создавать "Участки", а в остальных слоях - "Трубопроводы".

## 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ КАМЕР

Для создания тепловой камеры или узла необходимо в редакторе схемы щелкнуть по кнопке. В нижней части редактора схемы появится функциональная дополнительная панель “ТК и узлы” состоящая из 2 активных кнопок.

- создание тепловой камеры;
- создание теплового узла.

Каждая из этих кнопок имеет в нижнем правом углу маленькую подкнопку (в виде перевернутого маленького треугольника).

При нажатии на эти кнопки появятся дополнительные панели:

- создание тепловой камеры;
- деление участка новой камерой;
- создание новых камер одним щелчком мыши (друг за другом);
- создание теплового узла;
- деление участка новым узлом;
- создание новых узлов одним щелчком мыши (друг за другом).

Нажатием на кнопку создается тепловая камера. После этого щелчком мышки на рабочем полотне, помещается камера на схеме.

Камеру на полотне можно перемещать, как и любой другой объект и допустимо изменять месторасположение надписи камеры. Для перемещения камеры наведите курсор мыши на полотно схемы и нажмите на левую клавишу мыши и не отпуская ее, продолжайте двигать курсор. Надпись камеры можно переместить зажав правую клавишу мыши, и не отпуская ее, передвинуть курсор мыши в другое место.

После этого, зафиксируйте тепловую камеру и введите ее наименование в поле “Код” и выберите “Тип” из выпадающего списка.

## **7. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ**

Данный пункт меню приводит к отображению ПНС по принципу: указания характеристики насосов или изменение приходящего напора.

Если у ПНС указаны характеристики насосов, то она рисуется с заливкой. Если у ПНС указано изменение приходящего напора, то она штрихуется в коричневый оттенок.

Если у ПНС не указан ни один из признаков, то она штрихуется в серый оттенок.

## 8. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ

Для добавления нового элемента - источник необходимо нажать на кнопку.

На панели редактора появится две дополнительные кнопки.

- кнопка создания нового источника;
- кнопка создания нового ЦТП.

В зависимости от создаваемого вида источника, щелкните на необходимой кнопке. После этого аналогично случаю с добавлением нового потребителя на панели редактора активируется блок с готовыми конфигурациями источников.

Дальнейшие действия при создании нового источника (размещение на полотне схемы, перемещение надписи, вращение, изменение размера и геометрической конфигурации) производятся аналогично потребителю (смотрите пункт “Создание нового потребителя”).

Следовательно, форма паспорта ЦТП включает в себя элементы паспортов потребителя и источника. Основной является страница “Параметры”.

Системы теплоснабжения, установленные в ЦТП, подключаются точно так же, как и у потребителя. И вся информация по каждой системе заносится способом аналогичным потребителю.

Если ЦТП является источником для каких либо слоев, то следует поставить флажок (галочку) около нужного слоя в блоке “Источник для сетей”. Аналогично описанному выше в разделе "Котельная" алгоритму задать напорные характеристики и температурный график.

## 9. МОДЕЛИРОВАНИЕ АБОНЕНТОВ, АБОНЕНТСКИХ ВЫВОДОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

### 9.1 Общие положения моделирования

#### *Создание нового потребителя*

Для создания нового потребителя необходимо нажать на кнопку. После этого панель редактора схемы расширится, и на ней кроме уже знакомых кнопок появится блок кнопок с изображением различных конфигураций объектов. Если в предложенном ряду отсутствует потребитель нужной конфигурации, то ниже присутствует функция по созданию потребителя любой конфигурации.

#### *Выбор конфигурации потребителя*

Вторым действием на пути создания потребителя необходимо выбрать из списка нужную геометрическую конфигурацию потребителя. Для этого наведите курсор мыши на кнопку с изображением будущего объекта и щелкните по ней один раз левой кнопкой мыши.

#### *Создание потребителя с новой конфигурацией*

В случае, когда необходимой геометрической конфигурации потребителя Вы не обнаружили, то можно воспользоваться функцией создания нового. Для этого нажмите на кнопку. Затем, поочередно совершая щелчки левой клавишей мыши на полотне схемы, обозначьте вершины потребителя. То есть, фактически Вы рисуете потребителя, последовательно отмечая его угловые точки, которые автоматически соединяются участками. Точки являются активными и поэтому их всегда можно переместить, наведя на нее курсор мыши, при этом он меняет свой вид на крестик, зажать левую кнопку мышки и переместить на требуемое место.

#### *Размещение объекта на “полотне” схемы*

Итак, если необходимая конфигурация объекта (из представленного ряда) выбрана, то его можно поместить на “полотно” схемы. Для этого необходимо определить место, где будет располагаться потребитель. Затем произвести одинарный щелчок левой кнопкой мышки на полотне в этом месте. Если все вышеописанные действия произведены правильно, то на полотне должен появиться выбранный Вами потребитель.

Плюс ко всему этому в нижней части редактора схемы активизируется кнопка “Фиксация” и “Отмена”. Теперь следует либо подтвердить фиксацию объекта на полотне, либо отменить. Если нажать кнопку отмены, то потребитель исчезнет с полотна схемы. Если же Вы все-таки

решили оставить объект, то нужно заметить, что перед его фиксацией с ним можно совершить еще ряд действий, таких как перемещение, вращение, изменение размера, изменение геометрической конфигурации.

### ***Перемещение надписи потребителя***

После того, как Вы разместили объект на схеме (но еще его не зафиксировали) форма редактора приобрела немного другой вид. На ней появилась панель для управления расположением надписи наименования потребителя. При помощи стрелочек надпись можно двигать в любом направлении (вверх, вниз, влево, вправо, по диагоналям). Также надпись можно перемещать нажав правую клавишу мышки и двигая ею в стороны. Расположенная в центре блока стрелок кнопка “Т” позволяет изменять ориентацию надписи с горизонтальной на вертикальную, и наоборот.

### ***Перемещение объекта на полотне схемы***

После появления выбранного объекта на полотне схемы, его месторасположение может не соответствовать желаемому. После создания на рабочем поле потребителя, по умолчанию включен «Режим перемещения».

### ***Перемещение потребителя из одной части полотна в другую при помощи мыши***

Для этого наведите курсор мыши на создаваемый потребитель и нажмите левую клавишу мыши. Не отпуская ее, передвиньте мышь, при этом объект переместится вместе с курсором, и в желаемом месте отпустите клавишу. Объект теперь будет иметь новое месторасположение.

### ***Изменение размера объекта***

Работа в данном режиме позволяет изменять размер объектов типа: потребитель или источник. Изменение может производиться как с сохранением пропорций (изменение масштаба), так и в каком - то одном направлении (по вертикали или горизонтали).

## 10. ОПИСАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗАННОСТИ ОБЪЕКТОВ

Математическая модель представляет собой связанный граф, где узлами являются объекты, а дугами графа – участки тепловой сети. Каждый объект математической модели относится к определенному типу, характеризующему данную инженерную сеть, и имеет режимы работы, соответствующие его функциональному назначению.

При создании слоя тепловой сети через меню Задачи структура слоя создается автоматически. Под структурой сети понимается количество объектов (узлов) и связей (участков), их условные обозначения, количество режимов функционирования каждого объекта и структура таблиц (семантических данных), связанных с этими объектами.

В основе математической модели сети лежит граф. Как известно, граф состоит из узлов, соединенных дугами. В любой сети можно выделить свой набор узловых элементов и дуг. Так, в теплоснабжении узлы - это источники, тепловые камеры, потребители, насосные станции, запорная арматура и т.д., а дуги - трубопроводы.

## 11. ОТЛАДКА И КАЛИБРОВКА ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ

В рамках данного раздела выполнялась отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных.

На этапе отладки электронной модели проводился анализ полноты внесенных исходных данных.

Калибровка модели – процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки электронной модели выбирались реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике, тепловые камеры, насосные станции, ЦТП, ИТП, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за период, когда расходы теплоносителя были максимально приближены к номинальным.

В рамках данного этапа работ выполнена отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных и калибровка модели с целью достижения соответствия расчетных параметров модели фактическим параметрам работы системы теплоснабжения города.

В Приложении 5 шифр 649.ПП – ТГ.001.003.005 представлены материалы проведения отладки и калибровки выполненной электронной модели.

## 12. РАСЧЕТЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

### 12.1 Системы теплоснабжения ООО «СГК» и АО «КТСК»

Теплоснабжение от энергоисточников ООО «СГК» осуществляется по двум системам теплоснабжения, разделенных по территории:

- система теплоснабжения левобережной части города;
- система теплоснабжения правобережной части города.

#### 12.1.1 Система теплоснабжения левобережной части г. Кемерово

Система характеризуется совместной работой двух энергоисточников - Кемеровской ГРЭС (КемГРЭС), Ново-Кемеровской ТЭЦ (НК ТЭЦ) ООО «СГК» на единую тепловую сеть.

Указанные энергоисточники обеспечивают потребителей Центрального, Ленинского, Заводского и Зайскитимского теплосетевых районов.

От коллекторов Кемеровской ГРЭС осуществляется отпуск тепла по четырем тепломагистралям: ТМ-I Ду600, ТМ-II Ду600, ТМ-III Ду1000 и ТМ-IV Ду800.

Теплоснабжение от Ново-Кемеровской ТЭЦ происходит по двум магистральным выводам от бойлерных установок: БУ-3, БУ-4 и БУ-5 – Ду800 и Ду700.

#### **Возможности теплофикационных установок**

*Возможности теплофикационной установки (ТФУ) Кемеровской ГРЭС:*

##### 1) По тепловой энергии

Общая теплопроизводительность Кемеровской ГРЭС составляет 1130 Гкал/ч, в том числе:

- БУ-1 (ТМ-II) 160 Гкал/ч;
- БУ-2 (ТМ-I) 160 Гкал/ч;
- БУ-3 (ТМ-III) 570 Гкал/ч;
- БУ-4 (ТМ-IV) 240 Гкал/ч.

##### 2) По расходу теплоносителя во внешнюю тепловую сеть

Производительность по вводу: в подающем трубопроводе – 11950 т/ч, в обратном трубопроводе –

9600 т/ч, в том числе

- БУ-1 (ТМ-II) в подающем 2000 т/ч, в обратном 1600т/ч;
- БУ-2 (ТМ-I) в подающем 1850 т/ч, в обратном 1500т/ч;
- БУ-3 (ТМ-III) в подающем 4100 т/ч, в обратном 3200т/ч;
- БУ-4 (ТМ-IV) в подающем 4000 т/ч, в обратном 3300т/ч.

3) По температуре

Максимальная расчетная температура сетевой воды – 150°C.

4) По давлению:

Максимальное давление сетевой воды на выходе из бойлерных установок для БУ-1 и БУ-2 составляет 11,5 кгс/см<sup>2</sup>, для БУ-3 – 13,5 кгс/см<sup>2</sup> и для БУ-4 – 14,5 кгс/см<sup>2</sup>.

При этом, расчетный напор в подающем трубопроводе на выходе из бойлерных установок равен: БУ-1 и БУ-2 – 110 м.вод.ст., для БУ-3, БУ-4 – 133 м.вод.ст.

*Возможности теплофикационной установки (ТФУ) Ново-Кемеровской ТЭЦ:*

1) По тепловой энергии

Общая теплопроизводительность НК ТЭЦ составляет величину 620 Гкал/ч, в том числе:

- БУ-4: 200 Гкал/ч;
- БУ-5: 200 Гкал/ч;
- БУ-6: 220 Гкал/ч.

2) По расходу теплоносителя во внешнюю тепловую сеть

Производительность по воде в подающем трубопроводе – 7900 т/ч, в том числе:

- БУ-4: 2750 т/ч;
- БУ-5: 2750 т/ч;
- БУ-6: 2400 т/ч.

3) По температуре

Максимальная расчетная температура сетевой воды – 150°C.

4) По давлению

Максимальное давление сетевой воды на выходе из бойлерных установок составляет 16,0 кгс/см<sup>2</sup> (для БУ-5 – 15,0кгс/см<sup>2</sup>).

При этом, расчетный напор в подающем трубопроводе на выходе из бойлерных установок равен: для БУ-4 – 132 м.вод.ст., БУ-5 – 131 м.вод.ст., для БУ-6 – 136 м.вод.ст.

## Температурный график

Бойлерные установки № 1, 2, 3 КемГРЭС, бойлерные установки №3, 4, 5 НКТЭЦ, и водоподогревательная установка ЗВК работают по температурному графику 150-70°С со срезкой на 130°С и спрямлением для горячего водоснабжения (ГВС) 70°С. Бойлерная установка № 4 КемГРЭС работает по повышенному графику со срезкой 145°С.

Работа БУ-4 КемГРЭС по повышенному температурному графику с последующим смешением в точке КСЗ-3 с сетевой водой более низкой температуры от ЗВК обусловлена отсутствием требуемого количества тепла в Заискитимском районе города при низких температурах наружного воздуха (при  $t_{н.в.} < -5^{\circ}\text{C}$ ).

При сложившейся структуре теплоснабжения города Кемерово от КГРЭС и НКТЭЦ невозможно обеспечить подачу необходимого количества тепла во все районы города из-за недостаточной пропускной способности существующих трубопроводов.

Сопоставление расчетного температурного графика и фактических температур сетевой воды на выводах источников тепловой энергии представлено на рис. 1, 2, 3, 4, на которых сплошными линиями показаны температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе в соответствии с расчетным температурным графиком; точечными маркерами – фактические значения температур; пунктирными линиями – аппроксимация фактических значений температур сетевой воды (с указанием на графике коэффициентов аппроксимации).

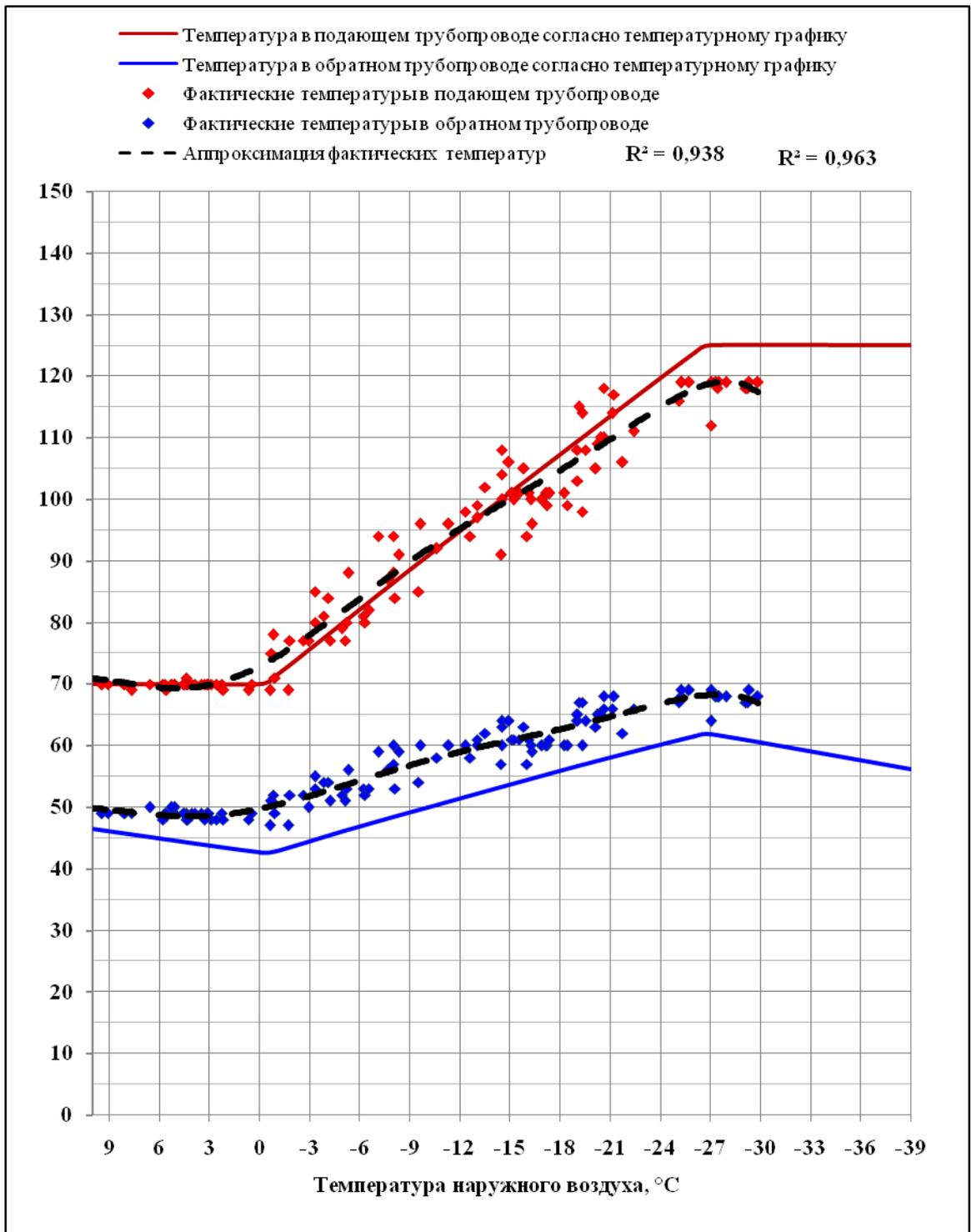


Рисунок 12.1.1.1 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Кемеровской ГРЭС БУ-1, 2, 3

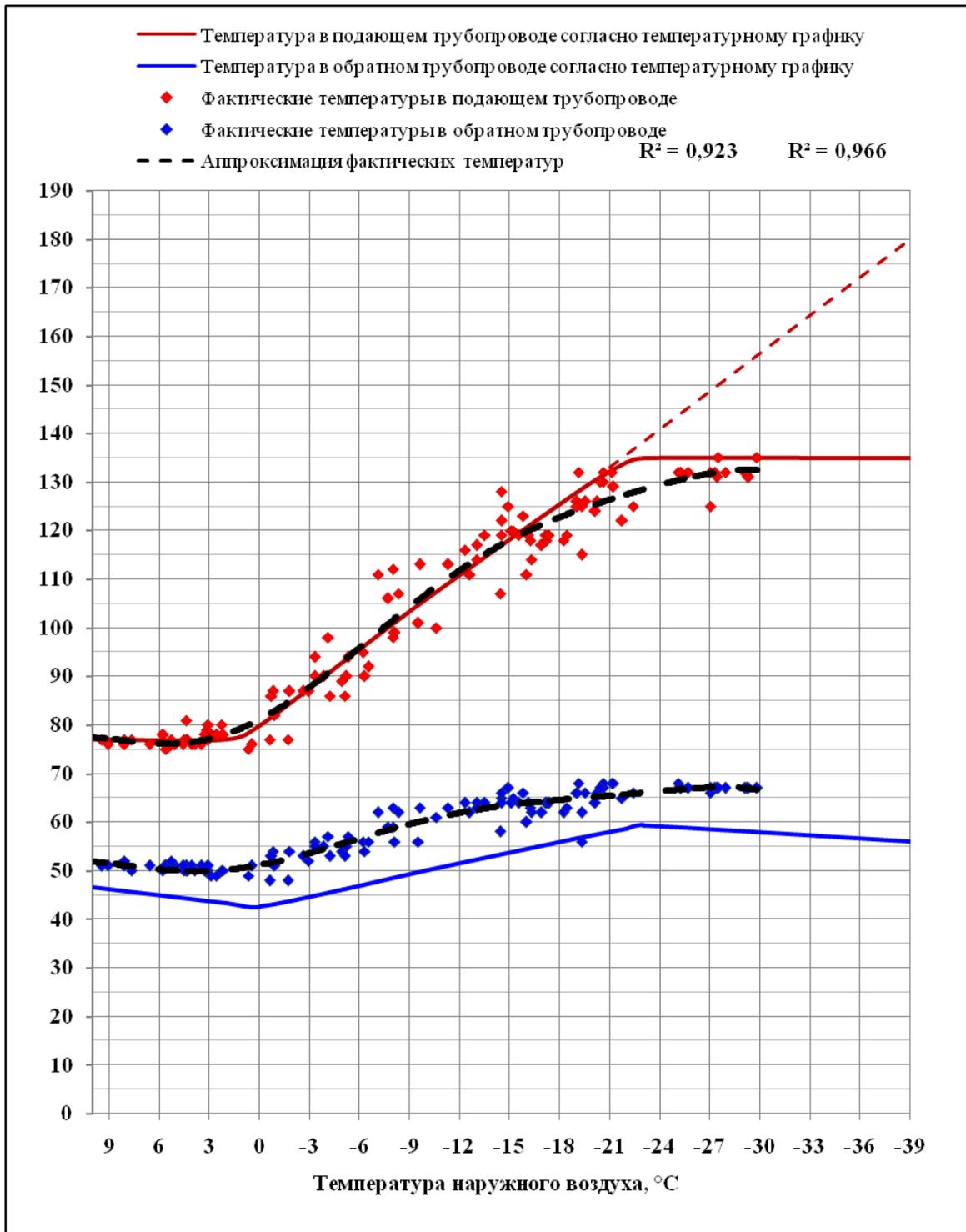


Рисунок 12.1.1.2 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Кемеровской ГРЭС БУ-4

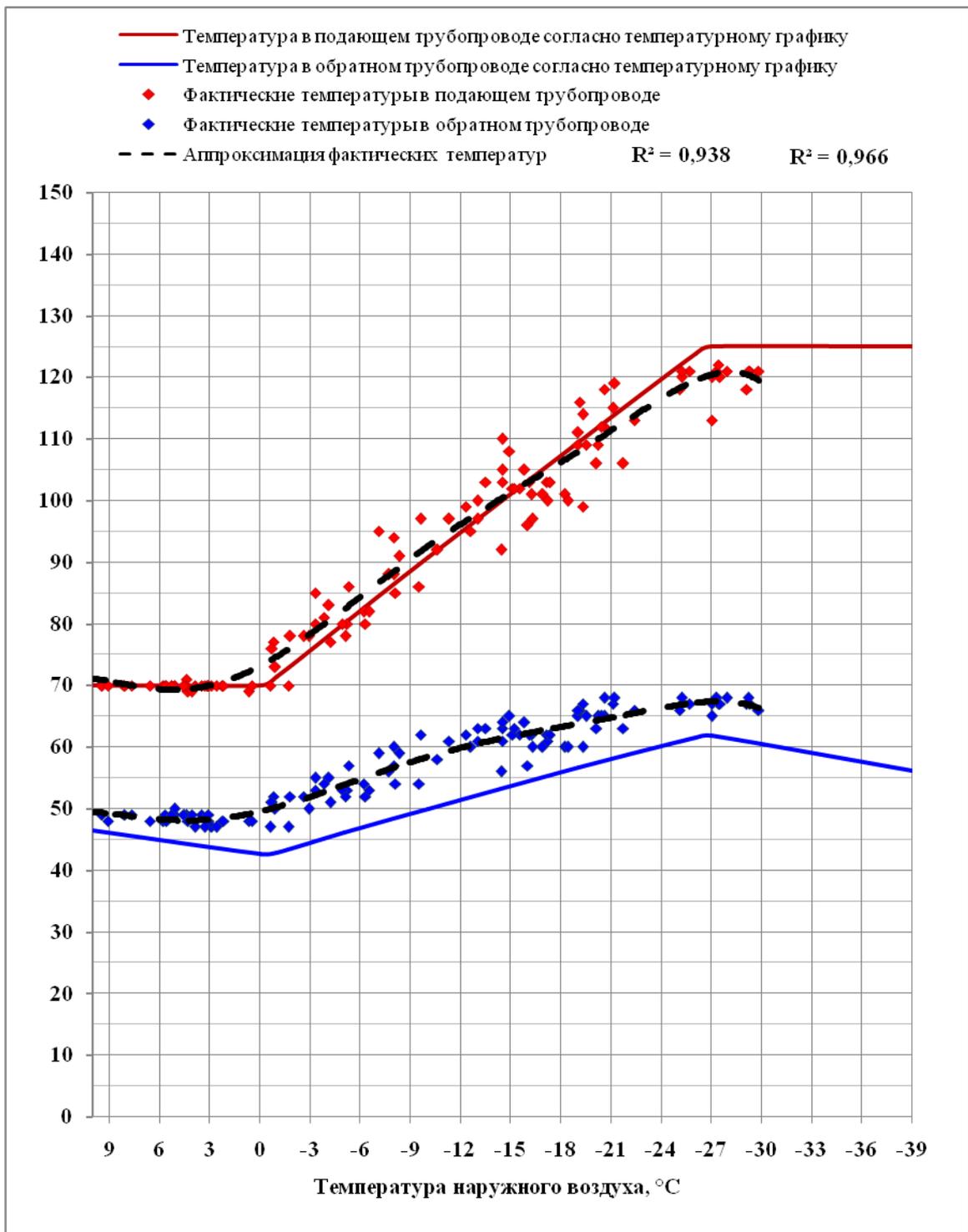


Рисунок 12.1.1.3 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе на выводах Ново- Кемеровской ТЭЦ

Значительные отклонения величин фактических температур от линии аппроксимации (как в большую, так и меньшую сторону) вызваны тем, что несколько периодов в отопительном сезоне характеризуются одинаковыми значениями температуры наружного воздуха, однако динамика изменения температуры наружного воздуха в данные периоды разная.

На основании сопоставления фактического и расчетного температурного графика отпуска тепловой энергии для рассматриваемых источников тепловой энергии, можно сделать следующие выводы:

1. основное требование нормативно-руководящих документов, предъявляемое к значению температуры сетевой воды в подающем трубопроводе на выводах с источников тепловой энергии при качественном регулировании отпуска тепловой энергии практически выполняется в диапазоне температур наружного воздуха при  $t_{н.в.} > \text{минус } 15^{\circ}\text{C}$ ;

2. наблюдается срезка утвержденного температурного графика при температурах наружного воздуха  $t_{нв} < \text{минус } 26^{\circ}\text{C}$  на уровне  $130^{\circ}\text{C}$ .

Предположительно, срезка температурного графика по температуре теплоносителя в подающих трубопроводах вызвана ограниченной компенсирующей способностью магистральных и распределительных тепловых сетей, а также существующих компенсаторов и опор трубопроводов, в условиях температурных деформаций.

В соответствии с нормативно-руководящими документами, срезка температурного графика при качественном регулировании не допускается, однако, следует отметить, что длительность стояния температур наружного воздуха ниже минус  $26^{\circ}\text{C}$  в районе г. Кемерово составляет порядка 14 дней в течение всего отопительного периода ( $\sim 4\%$  от продолжительности отопительного периода).

Кроме того, число часов стояния температур наружного воздуха ниже минус  $26^{\circ}\text{C}$  обычно распределено несколькими периодами в течение всего отопительного сезона.

3. фактические температуры сетевой воды в подающих трубопроводах в диапазоне низких температур наружного воздуха ниже минус  $15^{\circ}\text{C}$  не соответствуют утвержденному температурному графику, то есть температурный график  $150/70^{\circ}\text{C}$  соблюдается только в диапазоне температур наружного воздуха выше минус  $15^{\circ}\text{C}$ .

4. фактическая температура обратной сетевой воды, поступающей на рассматриваемые источники тепловой энергии, в интервал температур наружного воздуха выше минус  $26^{\circ}\text{C}$  характеризуется повышенными значениями по сравнению с расчетным температурным графиком, в среднем на  $9^{\circ}$

Данный факт свидетельствует о гидравлической разрегулировке системы теплоснабжения, а также, возможно, о том, что теплопотребляющие установки не обеспечивают необходимый теплосъем, по всей вероятности из-за загрязнения абонентских систем. Кроме того, проектные

тепловые нагрузки зданий и сооружений являются завышенным

Следует отметить, что при работе оборудования ТЭЦ по тепловому графику развиваемая мощность в значительной мере зависит от уровня температуры обратной сетевой воды. Повышенная температура поступающей на ТЭЦ обратной сетевой воды приводит к повышению давления в теплофикационных отборах, что приводит к разгрузке турбины, как по отпуску тепла, так и по выработке электроэнергии, то есть, происходит снижение экономичности и энергоэффективности турбоустановки.

### **Фактический режим работы системы теплоснабжения**

Энергоисточники системы централизованного теплоснабжения левобережной части города (Кемеровская ГРЭС (КемГРЭС), Ново-Кемеровская ТЭЦ (НКТЭЦ) осуществляют отпуск тепла по кольцевой схеме без выделения зон их действия, режимы их работы гидравлически взаимосвязаны.

От коллекторов Кемеровской ГРЭС осуществляется отпуск тепла по четырем тепломагистралям:

- ТМ-I диаметром Ду600, ТМ-II диаметром Ду600 – потребителям Центрального района;
- ТМ-III диаметром Ду1000 - в Заводский район, а также, опосредованно, части потребителей Ленинского и Центрального районов (характеризуется совместной работой с тепломагистралями от НКТЭЦ);
- ТМ-IV диаметром Ду800 - части потребителей Центрального и Заискитимского теплосетевых районов.

Теплоснабжение части жилищно-коммунального сектора от Ново-Кемеровской ТЭЦ происходит от бойлерных установок по двум магистральным выводам ТМ-V диаметром Ду700 и ТМ-VI диаметром Ду800. Основными зонам теплоснабжения НКТЭЦ являются Заводский, Ленинский и часть Центрального района.

Ново-Кемеровская ТЭЦ является наиболее удаленным источником тепловой энергии от зоны массовой застройки г. Кемерово. Протяженность магистральных тепловых сетей в двухтрубном исчислении до зоны с высокой плотностью тепловой нагрузки составляет порядка 5,7 км. Протяженность тепломагистралей ТМ-V и ТМ-VI НКТЭЦ до Ленинского района ориентировочно составляет 13,3 км.

Кроме того, от ЗВК отходит тепломагистраль ТМ-VIII диаметром Ду800, которая работает в совместном режиме с ТМ-IV КГРЭС по «схеме смещения» в КСЗ-3. Циркуляция теплоносителя осуществляется через подкачивающую насосную станцию на ЗВК (ПНС

ЗВК).

Следует отметить, что базовыми источниками тепловой энергии являются Кемеровская ГРЭС и Ново-Кемеровская ТЭЦ.

Однако, сложившаяся к настоящему времени структура системы теплоснабжения, при которой основные источники тепла (КемГРЭС и НКТЭЦ) не могут обеспечить подачу требуемого количества тепла во все районы города из-за недостаточной пропускной способности существующих трубопроводов, обусловила необходимость работы тепломагистрали ТМ-IV КемГРЭС по повышенному температурному графику с последующим смешением этой сетевой воды и сетевой воды от ПНС ЗВК в точке КСЗ-3 (пр. Московский).

На рис. 12.1.1.4 представлено сопоставление фактических температур сетевой воды в подающем трубопроводе после точки смешения сетевой воды ТМ-IV КГЭС и ТМ-VIII ПНС ЗВК с расчетным температурным графиком 150/70°C.

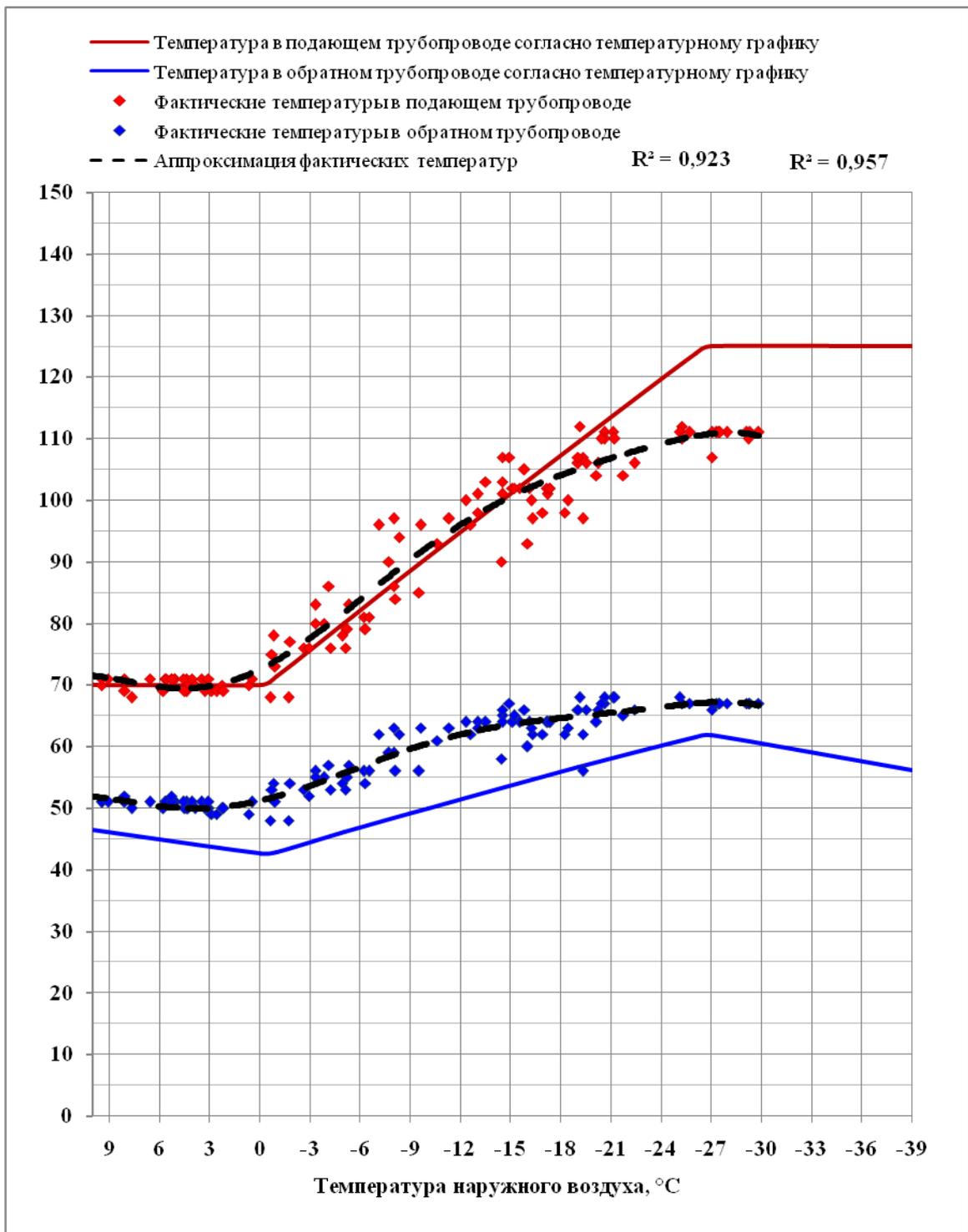


Рисунок 12.1.1.4 Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе после смешения в КС3-3

Оценка фактического режима работы источников тепловой энергии КемГРЭС, НКТЭЦ при низких температурах наружного воздуха произведена на основании теплогидравлических расчетов системы централизованного теплоснабжения левобережной части города с учетом сведений суточных ведомостей ООО «СГК» и сведений по параметрам теплового и гидравлического режимов работы тепловых сетей и установленного в тепловой сети оборудования (насосных станций, регуляторов давления и расхода).

Параметры фактического гидравлического режима работы на тепловых выводах с рассматриваемых источников тепловой энергии при низких температурах наружного воздуха (ниже – 20°С) приведены в таблице 12.1.1.1

Таблица 12.1.1.1 Параметры гидравлического режима работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
БУ-1, ТМ II Ду600	9,5	2,7	1 555	1 400
БУ-2, ТМ I Ду600	9,5	2,7	1 840	1 690
БУ-3, ТМ III Ду1000	13,5	2,7	3 180	2 890
Бу-4, ТМ IV Ду800	13,0	2,7	3 910	3 320
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>10 485</b>	<b>9 300</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
БУ-4	13,6	4,0	1 760	950
БУ-5	13,3	4,0	1 370	1 370
БУ-6	13,3	4,0	2 500	2 500
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>5 630</b>	<b>4 820</b>

Следует отметить, что указанные в таблице значения расходов сетевой воды не являются стабильными и меняются в определенных диапазонах в зависимости от температуры наружного воздуха, температурного режима «схемы смешения» – совместной работы тепломагистралей ТМ-IV КемГРЭС (работающей по повышенному температурному графику) и тепломагистралей ТМ-VIII от ПНС

ЗВК, а также гидравлического режима работы многокольцевых тепловых сетей рассматриваемой системы теплоснабжения.

### **Режим работы магистральных тепловых сетей**

Тепловые сети двухтрубные и имеют многокольцевую структуру теплопроводов. Основным фактором, определяющим сложную структуру тепловых сетей, является наличие в системе теплоснабжения открытого водоразбора.

Максимальная разность геодезических отметок составляет 77 м.

Для поддержания нормального гидравлического режима в тепловой сети установлены подкачивающие насосные станции (ПНС). Из них, на подающей тепломагистрале установлены ПНС-1, ПНС-8 и ПНС-10, на обратной тепломагистрале: ПНС-2, ПНС-3, ПНС-5, ПНС-8, ПНС-9. ПНС ЗВК установлена на перемычке между подающим и обратным трубопроводами.

Основная особенность гидравлического режима открытых систем теплоснабжения заключается в том, что при наличии водоразбора расход воды в обратной линии тепловой сети меньше расхода в подающей линии, отличающейся на величину водоразбора. Изменение водоразбора вносит свои изменения в потокораспределение по тепловой сети и соответствующее положение пьезометрического графика.

Данное обстоятельство приводит к переменному режиму работы тепловых сетей, систем теплопотребления и всей системы в целом в суточном разрезе. Гидравлический режим определяется характеристиками основных элементов системы теплоснабжения: водоподогревательных установок источников тепловой энергии с сетевыми насосами, тепловых сетей с установленными на них насосными станциями и теплопотребляющих установок.

Для совместной работы источников тепловой энергии и насосно-перекачивающих станций в системе теплоснабжения и поддержания нормального гидравлического режима, предусмотрена автоматизация каждого из этих элементов, обеспечивающая регулирование гидравлических параметров. Кроме того, схема автоматизации учитывает переход ПНС на статический режим при аварийных остановках источников тепловой энергии и других ПНС, включение резервных насосов.

Для организации гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в отопительный период предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.1.2).

Таблица 12.1.1.2 Секционирование магистральных тепловых сетей.

№	Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	Секционирование по трубопроводу
1	в КСЗ-8 в сторону НО-1	по подающему
2	в УТ-34а в сторону ТК-VIII-43	по подающему
3	в ТК-III-24 в сторону НО-16	по подающему* и обратному
4	в ТК-199 в сторону ТК-IV-30	по обратному

5	в ТК-199 в сторону ТК-199А	по обратному*
<b>№</b>	<b>Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование</b>	<b>Секционирование по трубопроводу</b>
6	в УТ-7А-1 в сторону ТК-17-5	по подающему
7	в ТК-IV-5 в сторону ТК-IV-60	по подающему
8	в УТ-74 в сторону УТ-74/2	по подающему
9	в КСЗ-3 в сторону КСЗ-VIII-2 (от ЗВК)	по обратному
10	в ТК-37'' в сторону ТК-37'	по подающему и обратному
11	в ТК-IV-19 в сторону ТК-IV-18	по подающему и обратному
12	в ТК-IV-25А в сторону ТК-17-16	по подающему
13	в ТК-25 (пр. Химиков) в сторону ТК-24	по обратному*
14	в ТК-IV-17 в сторону ТК-IV-19	по подающему и обратному
15	в ТК-17-14 в сторону ТК-17-14А	по обратному*

\*Примечание. Задвижка находится в приоткрытом состоянии

На указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Теплогидравлические расчеты системы централизованного теплоснабжения выполнены на основе предоставленных АО «КТСК» характеристик по длинам и диаметрам участков магистральных трубопроводов тепловых сетей.

Существующие перемычки между тепломагистралями приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.3.

Таблица 12.1.1.3 Перемычки между тепломагистралями.

№	Наименование гидравлически связанных тепломагистралей	Тепловые камеры, в которых осуществляется смешение теплоносителя из разных тепломагистралей	Диаметр и протяженность <sup>1</sup> перемычки	Перемычка по трубопроводу
1	ТМ-I КГРЭС и ТМ-II КГРЭС	УТ-I-1 и НО-II-2	Ду400, 360 м	по подающему и обратному
2	ТМ-I КГРЭС и ТМ-II КГРЭС	ТК-II-21 и ТК-12-1	Ду150, 38 м	по подающему и обратному
3	ТМ-I КГРЭС и ТМ-II КГРЭС	ТК-I-83 и ТК-II-33	Ду300, 46 м	по подающему и обратному
4	ТМ-I КГРЭС и Ду800 НКТЭЦ (от ПНС-9)	НО-25 и УТ-3	Ду300, 39 м	по подающему
5	ТМ-III КГРЭС и ТМ-V, ТМ-VI НКТЭЦ	НО-30 и ПНС-9	Ду1000, 43 м	по подающему и обратному
6	ТМ-IV КГРЭС и Ду800 от ПНС ЗВК	КСЗ-3 (пр. Московский)	Ду800	по подающему
7	ТМ-V НКТЭЦ и ТМ-VI НКТЭЦ	ПНС-9	Ду1000	по подающему и обратному
8	Ду800 НКТЭЦ (от ПНС-9) и Ду1000 НКТЭЦ (от ПНС-9)	ТК-III-24 и НО-16	Ду500, 10 м	по подающему
9	Ду800 НКТЭЦ (от ПНС-9) и Ду1000 НКТЭЦ (от ПНС-9)	УТ-2 ФПК и ТК-101	Ду400, 880 м	по подающему и обратному
10	Ду800 НКТЭЦ (от ПНС-9) и Ду1000 НКТЭЦ (от ПНС-9)	ТК-183 и КСЗ-11	Ду700, 590 м	по подающему и обратному

<sup>1</sup> В двухтрубном исчислении.

№	Наименование гидравлически связанных тепломагистралей	Тепловые камеры, в которых осуществляется смешение теплоносителя из разных тепломагистралей	Диаметр и протяженность <sup>1</sup> перемычки	Перемычка по трубопроводу
11	Ду700 ЗВК и тепломагистрала от НКТЭЦ	ПАВ-1 (пр. Химиков)	Ду600	по подающему и обратному
12	Ду800 от ПНС ЗВК и тепломагистрала от НКТЭЦ	ТК-6 (пр. Химиков)	Ду400	по обратному
13	Ду800 от ПНС ЗВК и Ду1000 от КСЗ-3 (ул. Терешковой)	ТК-34а (пр. Ленина)	Ду400	по обратному
14	Ду1000 от КСЗ-3 (ул. Терешковой) и тепломагистраль от НКТЭЦ	ТК-199 (пр. Ленина)	Ду700	по подающему
15	Ду1000 от КСЗ-3 (ул. Терешковой) и тепломагистраль от НКТЭЦ	ТК-IV-33 (пр. Ленина)	Ду300	по подающему и обратному
16	Ду1000 от КСЗ-3 (пр. Московский) и Ду700 ЗВК	ТК-10 (пр. Ленинградский)	Ду600	по подающему и обратному
17	Ду1000 от КСЗ-3 (пр. Московский) и тепломагистраль от НКТЭЦ	ТК-7 (пр. Химиков)	Ду200	по подающему

Для оценки фактического режима работы системы передачи и распределения тепловой энергии от генерирующих источников теплоты до потребителей были проанализированы результаты расчетов режимов работы системы централизованного теплоснабжения, выполненных на базе программного комплекса «ZuluThermo».

Моделирование существующего фактического теплового и гидравлического режимов работы системы теплоснабжения выполнялось с учетом следующих

положений:

1) Величины расходов сетевой воды по отдельным участкам трубопроводов тепловых сетей, а также потокораспределение по всей системе теплоснабжения в целом, определялись на основании сведений, предоставленных АО «КТСК», путем внесения поправочных коэффициентов.

2) Значения гидравлических сопротивлений участков трубопроводов тепловой сети определялись путем пересчета при известных значениях расхода теплоносителя по участкам тепловой сети и величины падения напора на основании предоставленных АО «КТСК» сведений по давлениям в подающем и обратном трубопроводах в характерных точках тепловой сети.

Параметры, характеризующие существующий режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, на основании которых производились гидравлические расчеты системы теплоснабжения при низких температурах наружного воздуха представлены в таблице 12.1.1.4.

Таблица 12.1.1.4 Параметры работы насосных станций. Фактический режим

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	обратном
	$P_1^{пз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{пз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	4,9	9,7	3,9	4,3	4 220	3 180
ПНС-2 (на обратном)	9,7	8,1	4,1	8,3	690	1 610
ПНС-3 (на обратном)	6,2	7,6	3,6	5,8	270	200
ПНС-5 (на обратном)	7,2	9,7	2,9	5,5	525	710
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	6,6	11,4	4,2	9,3	3 900	3 320
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	10,0		1,4	6,3	5 490	4 710
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	10,0		1,4		2 800	2 540
от ПНС-9 по ТМ Ду1000					5 850	5 190
от ПНС-9 по ТМ Ду800					2 440	2 060
ПНС-10 (на подающем)	7,2	11,8	5,1	5,7	2 120	1 960

## Режим работы ПНС-1

ПНС-1 расположена в Заисkitимском теплосетевом районе и предназначена в отопительный период для повышения давления в подающем трубопроводе и поддержания необходимого располагаемого напора, в том числе - за счет регулирования давления в обратном трубопроводе тепловых сетей.

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС и ЗВК, ПНС-1 подключена к подстанции «Космическая» через РП-13 по линии напряжением 10 кВ.

Принципиальная схема ПНС-1 представлена на рис. 12.1.1.5.

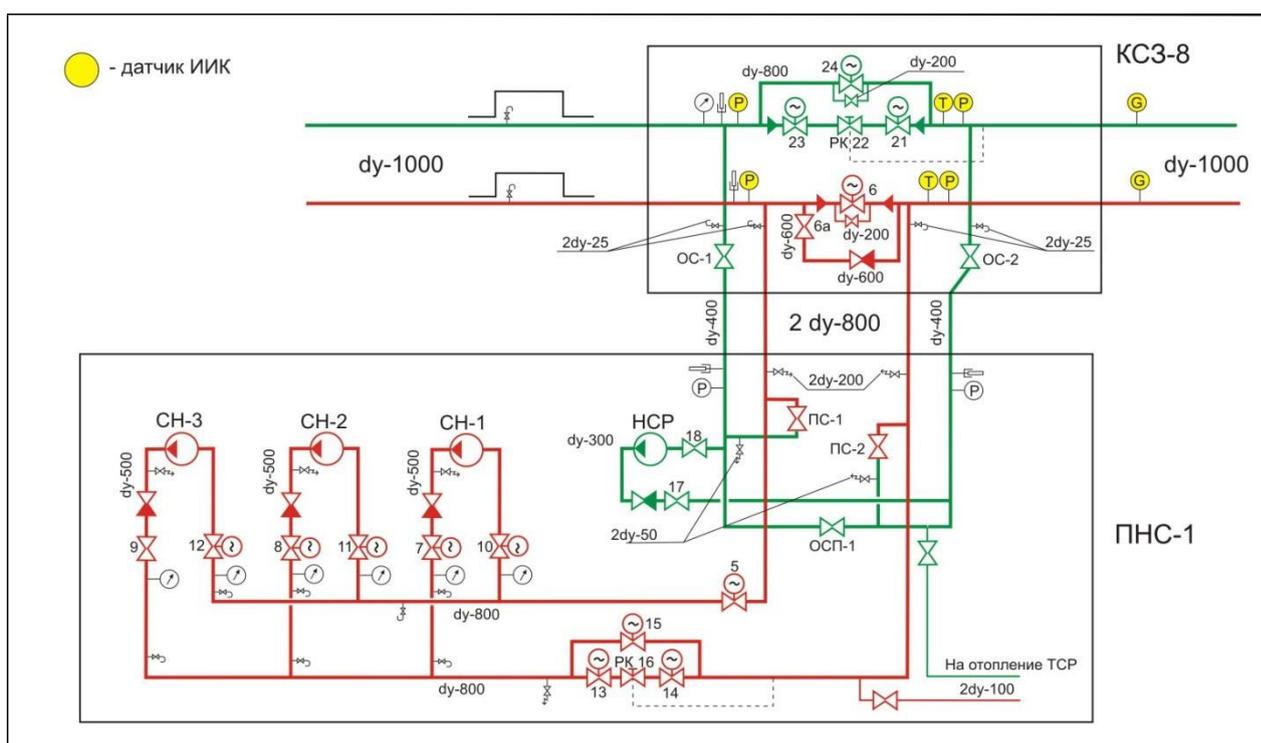


Рисунок 12.1.1.5 Принципиальная схема ПНС-1

Состав насосного оборудования ПНС-1, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.5.

Таблица 12.1.1.5 Состав оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	Насоса				Электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряжение, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.в Р, об/мин	cosφ	КПД, %
1	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	57,5	1500	0,87	94,2
№	Номинальные характеристики									
	Насоса				Электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряжение, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.в Р, об/мин	cosφ	КПД, %
2	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	57,5	1500	0,87	94,2
3	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	57,5	1500	0,87	94,2
4	12НДс <sup>2</sup>	790	33	430	380	130	245	1000	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: СН-1 – 2004 г., СН-2 – 1994 г., СН-3 – 1991 г., НСР-1 – 1969 г. Последний ремонт насосного оборудования произведен: СН-1 – 2011 г., СН-2 – 2009 г., СН-3 – 2009г.

На ПНС-1 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №16 Ду700 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК №22 Ду700 по схеме «досебя».

Указанные регуляторы давления выведены из работы, и регулирование давления в подающем трубопроводе производится, при необходимости, запорной арматурой на нагнетании сетевых насосов, в обратном – задвижкой №24.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов СЭ2500-60 приведена на рис.12.1.1.6.

<sup>2</sup> Насос 12НДс предназначен для обеспечения статического режима в трубопроводах «верхней зоны» при останове сетевых насосов.

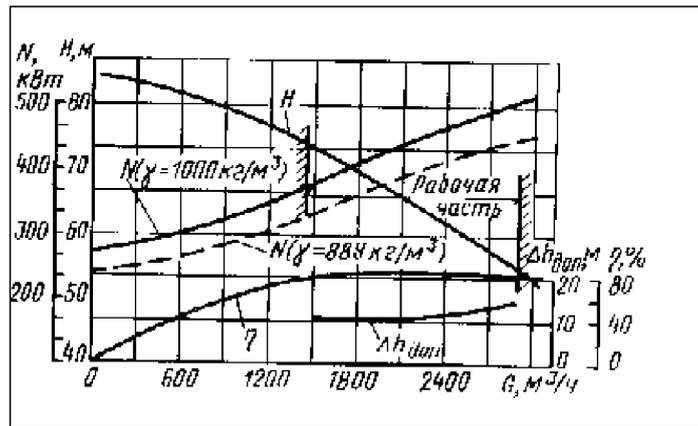


Рисунок 12.1.1.6 Характеристики насоса СЭ2500-60

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-1 в работе находились насосы СН-1 и СН-3. Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе через насосную группу составлял 4 150 т/ч.

При этом, давление в подающем трубопроводе на входе ПНС-1  $P_{ВХ} = 4,4$  кгс/см<sup>2</sup>, на выходе ПНС-1  $P_{ВЫХ} = 9,4$  кгс/см<sup>2</sup>.

Располагаемый напор на ПНС-1 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет около 15 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-1 на 24.04.2012 г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.6.

Таблица 12.1.1.6 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
1	СЭ2500-60	4,4	10,9	2 116	65	52,0
3	СЭ2500-60	4,4	10,9	2 034	65	50,0

Полученный в результате теплогидравлического расчета фактического режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в подающем трубопроводе на ПНС-1 в отопительный период практически равен величине расхода на момент обследования, и составляет 4220 т/ч.

В отопительный период, при расходе сетевой воды 4 220 т/ч (условно 2110 т/ч через

каждый насос), работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики, характеризующийся наиболее высоким КПД.

Расчетный расход сетевой воды по подающем трубопроводе на ПНС-1, определенный на основании температурного графика 150/70°C и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, составляет величину порядка 3 940 т/ч, что ниже среднего фактического эксплуатационного расхода в отопительный период на 7%).

При этом, расчетные давления сетевой воды в подающем трубопроводе на ПНС-1 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 10,0 кгс/см<sup>2</sup> и 5,3 кгс/см<sup>2</sup>.

Следует отметить, что при повышении давления в обратном трубопроводе ПНС-1 «верхней зоны» до значения 4,8 кгс/см<sup>2</sup> автоматически срабатывает на открытие задвижка ОСП-1.

Таким образом, исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС-1, можно констатировать, что ПНС-1 работает в наиболее оптимальном режиме, близком к расчетному.

### **Режим работы ПНС-2**

ПНС-2 расположена в микрорайоне №22 Заискитимского теплосетевого района и предназначена:

- в отопительный период - для создания необходимого располагаемого напора за счет поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «нижней зоны» (микрорайоны №№ 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23,24, 25, 26 и 27);

- в неотопительный период ПНС-2 обеспечивает поддержание необходимого давления в трубопроводах «верхней зоны» (микрорайоны №№ 2-3, 3, 4-5, 8, 9, 20,29).

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС и ЗВК, ПНС-2 подключена к подстанции «Восточная» через ТП-513 по линии напряжением 0,4 кВ.

Принципиальная схема ПНС-2 представлена на рис. 12.1.1.7.

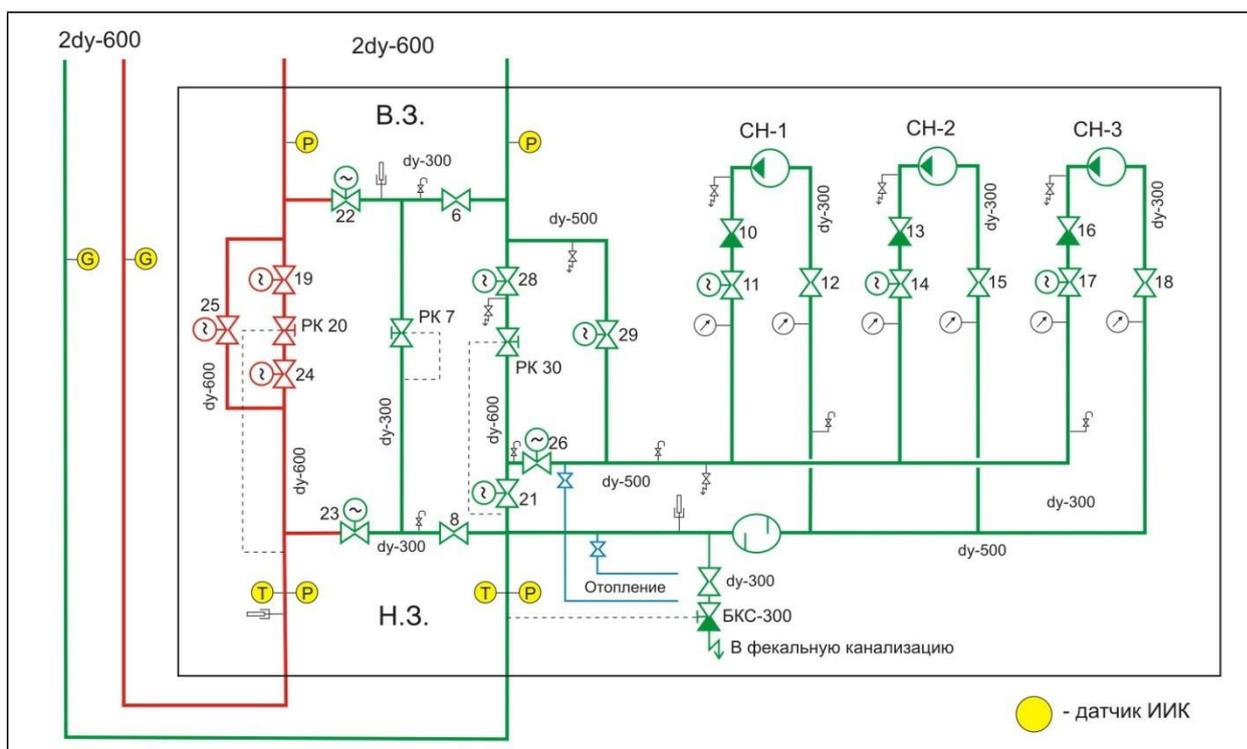


Рисунок 12.1.1.7 Принципиальная схема ПНС-2

Состав насосного оборудования ПНС-2, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.7.

Таблица 12.1.1.7 Состав насосного оборудования

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряжение, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1	300Д-90А	1250	54	430	380	250	448	1450	0,87	94,2
2	300Д-90А	1250	54	430	380	250	448	1450	0,87	94,2
3	300Д-90А	1250	54	430	380	250	448	1450	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию – 1974 г. Последний ремонт насосного оборудования произведен в 2009 г.

На ПНС-2 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №20 Ду600 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК №30 Ду600 по схеме «досебя»;

– клапан статического давления РК №7Ду300.

Однако, указанные регуляторы давления выведены из работы, и регулирование давления в обратном трубопроводе «верхней зоны» производится при необходимости запорной арматурой на нагнетании сетевых насосов, в подающем трубопроводе – через линию РК №7 (при этом, сам регулирующий клапан выведен из режима автоматического регулирования).

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов 300Д-90А приведена на рис.12.1.1.8.

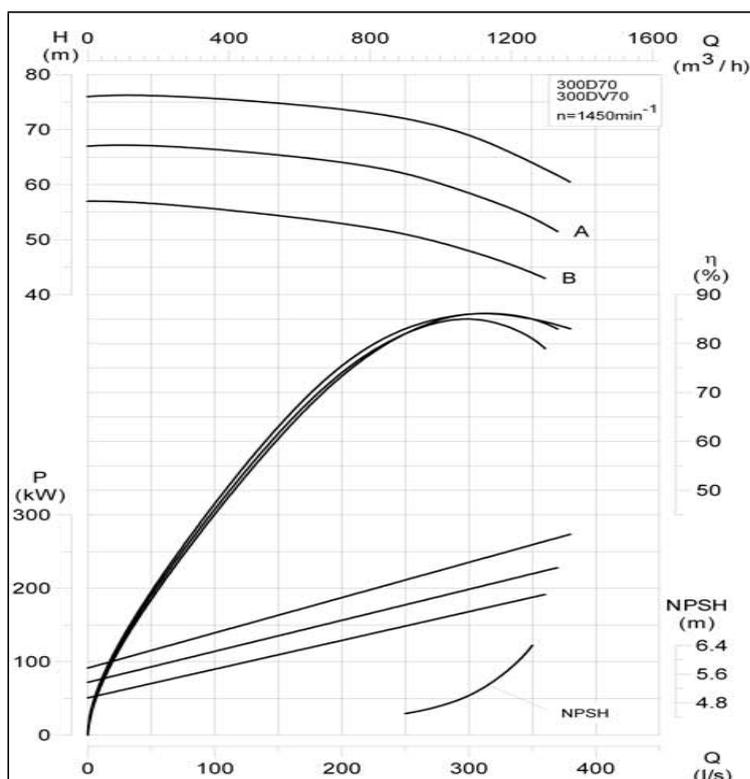


Рисунок 12.1.1.8 Характеристики насоса 300Д-90А (кривая «А»)

На момент обследования 24.04.2012 г. на ПНС-2 в работе находились насосы СН-2 и СН-3. Суммарный расход сетевой воды через насосную группу составлял 1 350 т/ч.

При этом, на ПНС-2 давление в обратном трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 8,7 \text{ кгс/см}^2$ , «нижней зоны» –  $P_н = 4,0 \text{ кгс/см}^2$ .

Располагаемый напор на ПНС-2 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет около 18м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-2 на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.8.

Таблица 12.1.1.8 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
2	300Д-90А	4,0	10,5	613 <sup>3</sup>	65	247
3	300Д-90А	4,0	10,3	737	63	297

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-2 в отопительный период несколько меньше, чем на момент обследования, и равен 1 610 т/ч.

Необходимо отметить, что при указанном расходе сетевой воды 1 610 т/ч (условно 805 т/ч через каждый насос), работа насосных агрегатов определяется несколько пониженным КПД, относительно рабочей зоны напорно-расходной характеристики насоса 300Д-90А.

Расчетный расход сетевой воды по обратному трубопроводу на ПНС-2, определенный на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, составляет величину порядка 1 180 т/ч.

При этом, расчетные давления сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-2 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 7,3 кгс/см<sup>2</sup> и 3,1 кгс/см<sup>2</sup>.

Следует отметить, что при повышении давления в обратном трубопроводе

«нижней зоны» до значения 4,8 кгс/см<sup>2</sup> на всасе сетевых насосов автоматически включается в работу резервный сетевой насос. При повышении давления в обратном трубопроводе «нижней зоны» до уровня 5,2 кгс/см<sup>2</sup> на всасе насосов предусмотрено срабатывание сбросного клапана.

Таким образом, исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС-2, можно констатировать, что фактическая «степень загрузки» ПНС-2 соответствует своему расчетному значению.

<sup>3</sup> Расход сетевой воды через каждый насосный агрегат определен на основании соотношения величин токовой нагрузки.

### Режим работы ПНС-3

ПНС-3 расположена в Центральном районе и предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора, за счет снижения давления в обратном трубопроводе тепловых сетей.

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС и ЗВК г. Кемерово ПНС-3 подключена к подстанции «Мирная» через ТП-382 и ТП-90 по линиям напряжением 0,4 кВ.

Принципиальная схема ПНС-3 представлена на рис. 12.1.1.9.

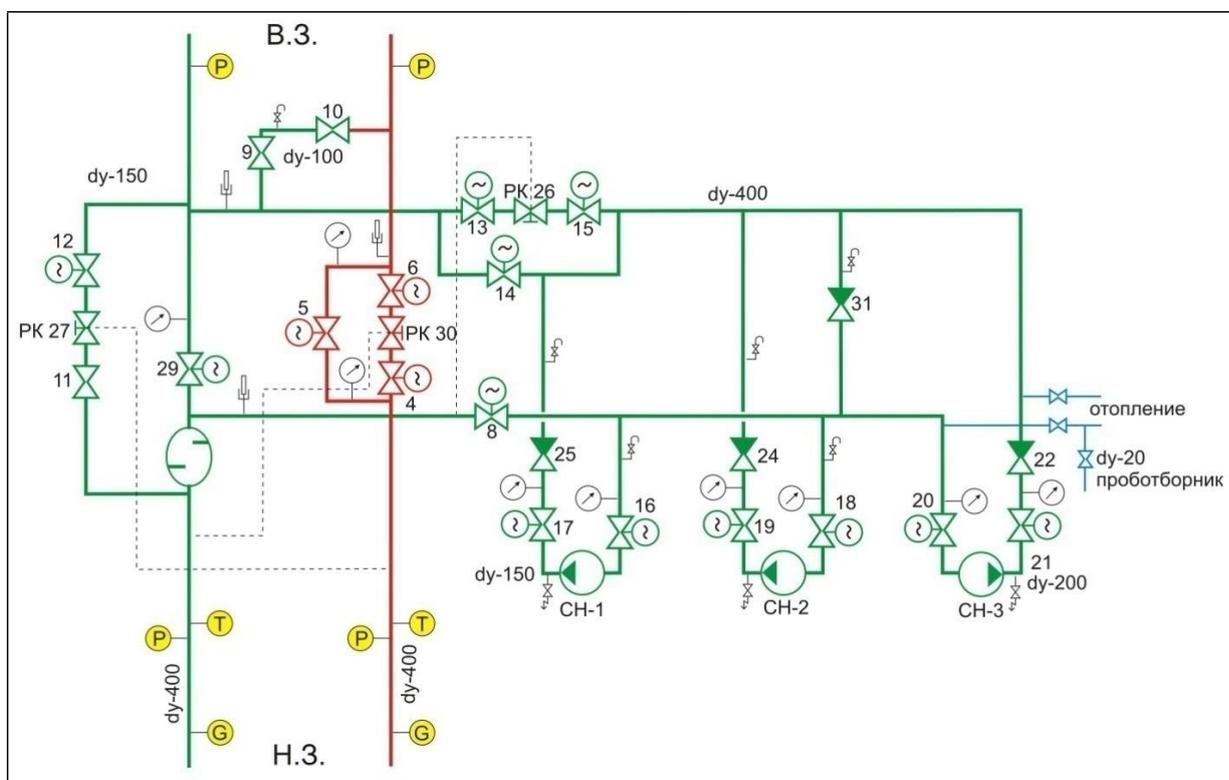


Рисунок 12.1.1.9 Принципиальная схема ПНС-3

Состав насосного оборудования ПНС-3, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.9.

Таблица 12.1.1.9 Состав насосного оборудования

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряже ние, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1	6НДв-60	320	50	405	380	75	134	1470	0,87	94,2
2	6НДв-60	320	50	405	380	75	134	1470	0,87	94,2
3	6НДв-60	320	50	405	380	75	134	1470	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию – 1971 г. Последний ремонт насосного оборудования произведен в 2004 г.

На ПНС-3 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №30 Ду300 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК №26 Ду300 по схеме «досебя»;
- клапан статического давления РК №27 Ду150 на обратном трубопроводе.

Регуляторы давления РК №27 и РК №30 выведены из работы. Регулирование давления на подающем трубопроводе производится задвижкой №5. Регулятор давления РК №26 в отопительный период находится в работе.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов 6НДв-60 приведена на рис. 12.1.1.10.

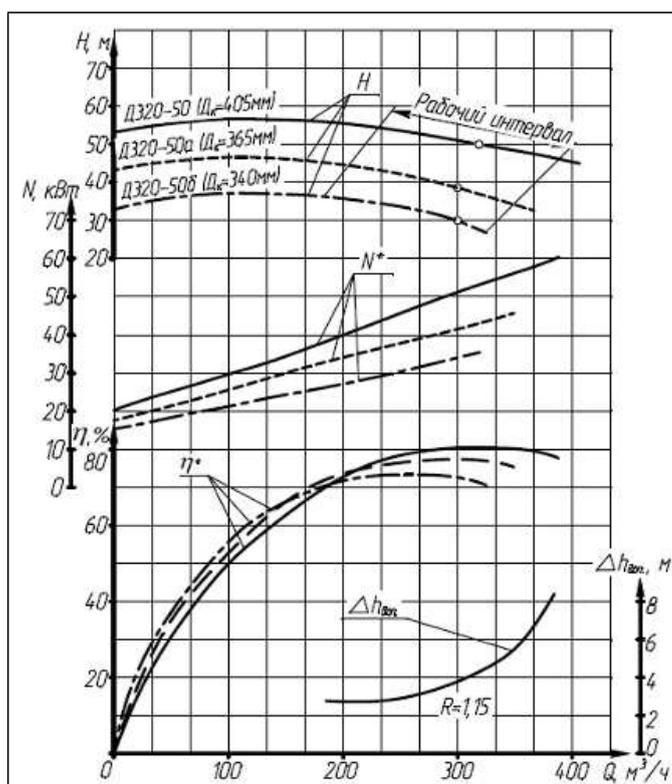


Рисунок 12.1.1.10 Характеристики насоса 6НДв-60

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-3 в работе находился один насос СН-3. Расход сетевой воды через насосный агрегат составлял 95 т/ч.

При этом, давление в обратном трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 6,2$  кгс/см<sup>2</sup>, «нижней зоны» –  $P_н = 3,3$  кгс/см<sup>2</sup>.

Фактическое давление на нагнетании насоса составляло 9,1 кгс/см<sup>2</sup>. Таким образом, величина дроселируемого напора на нагнетании сетевого насоса равна 29 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-3 на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.10.

Таблица 12.1.1.10 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
3	6НДв-60	3,3	9,1	95	58	83

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-3 в отопительный период равен 200 т/ч.

Расчетный расход сетевой воды по обратному трубопроводу на ПНС-3, определенный на основании температурного графика 150/70°C и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, равен 90 т/ч.

Следует отметить, что при расходах сетевой воды через насос БНДв-60 менее 95 т/ч работа сетевого насоса характеризуется низким КПД (примерно 40%).

Расчетные давления сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-3 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 5,1 кгс/см<sup>2</sup> и 2,9 кгс/см<sup>2</sup>.

При повышении давления в обратном трубопроводе «нижней зоны» до значения 4,3 кгс/см<sup>2</sup> на всасе сетевых насосов автоматически включается в работу резервный сетевой насос. При повышении давления в обратном трубопроводе «нижней зоны» до уровня 5,5 кгс/см<sup>2</sup> предусмотрено срабатывание сбросного клапана БКС.

Таким образом, фактический эксплуатационный расход сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-3 в отопительный период в 1,3 раза выше своего расчетного значения, однако данное обстоятельство характеризует работу насосного оборудования с более высоким КПД.

### **Режим работы ПНС-5**

ПНС-5 расположена на Заводском районе и предназначена:

- в отопительный период - для создания необходимого располагаемого напора за счет поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «нижней зоны» (микрорайоны №№ 51, 52, 53, 24, 21 и 21А);
- в неотапительный период ПНС-5 обеспечивает поддержание необходимого давления в трубопроводах «верхней зоны».

Принципиальная схема ПНС-5 представлена на рис. 12.1.1.11.



Указанные регуляторы давления выведены из работы, и регулирование давления в обратном трубопроводе производится при необходимости запорной арматурой на нагнетании сетевых насосов, в подающем трубопроводе – запорной арматурой №26.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов 200Д-60 приведена на рис. 12.1.1.12.

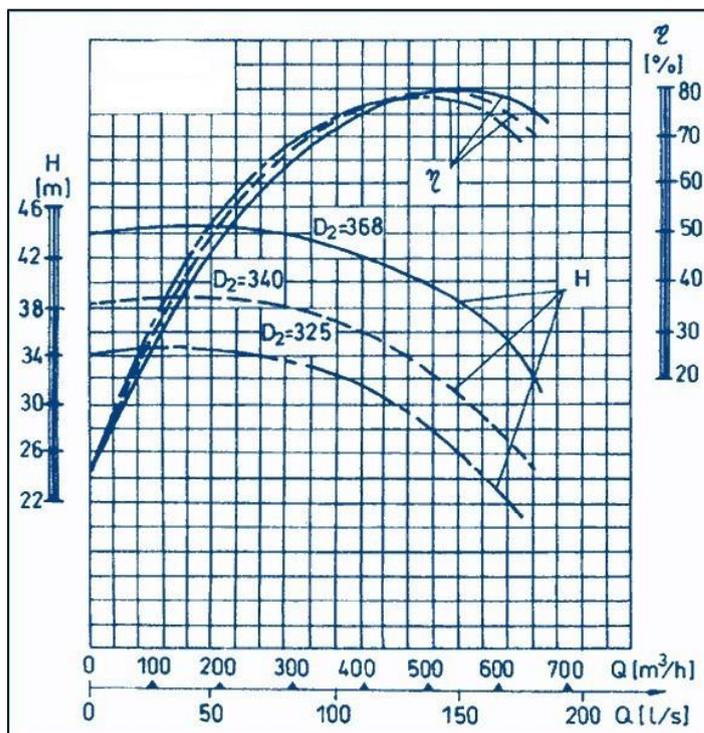


Рисунок 12.1.1.12 Характеристики насоса 200Д-60

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-5 в работе находились насосы СН-2 и СН-3. Суммарный расход сетевой воды через насосную группу составлял 590 т/ч.

При этом, на ПНС-5 давление в обратном трубопроводе «верхней зоны»  $P_6 = 5,8 \text{ кгс/см}^2$ , «нижней зоны» –  $P_n = 3,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Давление непосредственно на нагнетании сетевых насосов равно  $7,9 \text{ кгс/см}^2$ .

Располагаемый напор на ПНС-5 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет около 21 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-5 приведены в ниже следующей таблице 12.1.1.12

Таблица 12.1.1.12 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
2	200Д-60	3,5	7,9	230 <sup>4</sup>	44	92
3	200Д-60	3,5	7,9	360	44	144

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-5 в отопительный период превышает величину расхода на момент обследования, и равен 705 т/ч.

Расчетный расход сетевой воды по обратному трубопроводу на ПНС-5, определенный на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, равен 830 т/ч.

При этом, расчетные давления сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-5 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 5,4 кгс/см<sup>2</sup> и 2,8 кгс/см<sup>2</sup>.

Таким образом, исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС-5, можно констатировать, что ПНС-5 работает в наиболее оптимальном режиме, близком к расчетному.

### **Режим работы ПНС-8**

ПНС-8 расположена в Центральном районе и предназначена для создания в отопительный период необходимого располагаемого напора за счет повышения давления в подающем трубопроводе и понижения давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «верхнейзоны».

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС и ЗВК г. Кемерово ПНС-8 подключена к Кемеровской ГРЭС через РП-24 по линии напряжением 6 кВ.

<sup>4</sup> Расход сетевой воды через каждый насосный агрегат определен на основании соотношения величин токовой нагрузки.

Принципиальная схема ПНС-8 представлена на рис. 12.1.1.13.

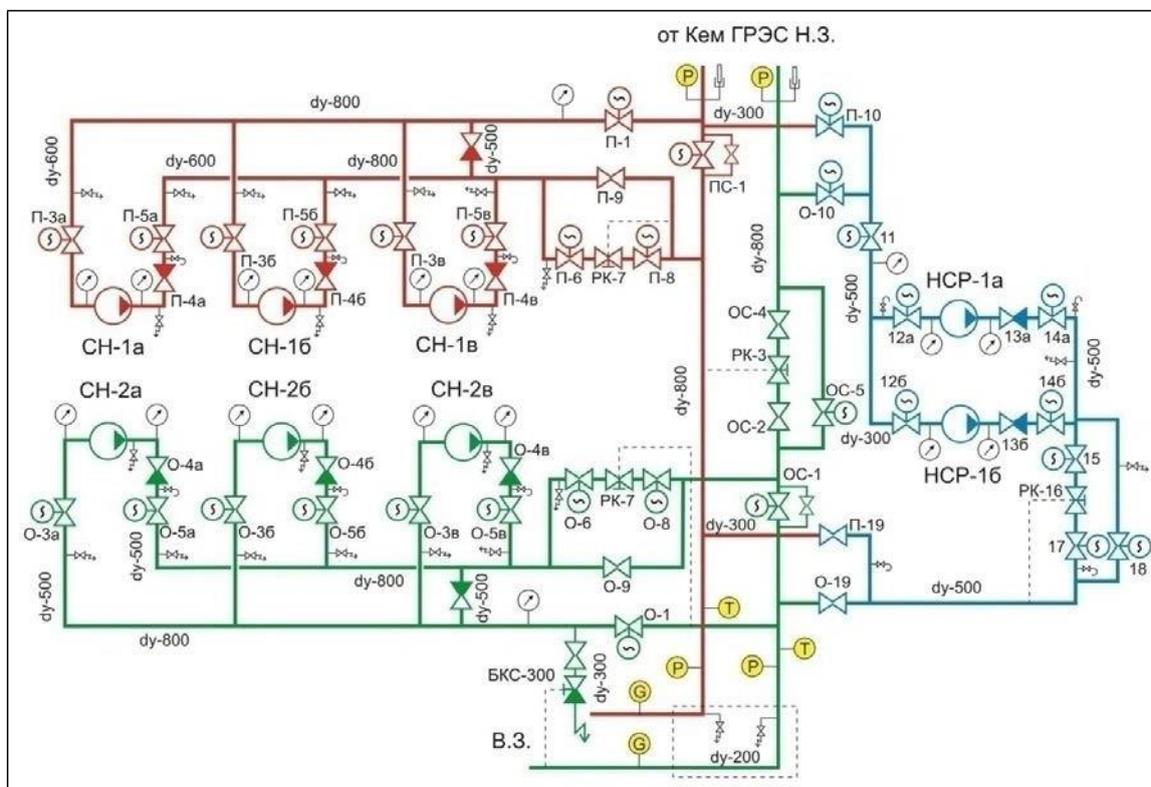


Рисунок 12.1.1.13 Принципиальная схема ПНС-8

Состав насосного оборудования ПНС-8, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.13.

Таблица 12.1.1.13 Состав насосного оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произ в, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряже ние, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1а	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	560	59,6	1500	0,87	94,2
1б	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	560	59,6	1500	0,87	94,2
1в	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	560	59,6	1500	0,87	94,2
2а	Д2500-62	2500	62	700	6000	500	60	1000	0,87	94,2
2б	Д2500-62	2500	62	700	6000	500	60	1000	0,87	94,2
2в	Д2500-62	2500	62	700	6000	500	60	1000	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: 1986 г. Последний ремонт насосного оборудования: СН-1а, 1б, 1в – произведен в 1997 г., СН-2а, 2б, 2в – 1996 г.

На ПНС-8 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК-П-7 Ду700 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК-О-7 Ду700 по схеме «досебя»;
- клапан статического давления РК №16 Ду500.

Регуляторы давления на подающем и обратном трубопроводе ПНС-8 в отопительный период находятся в работе.

Напорно-расходные характеристики сетевых насосов СЭ2500-60 и Д2500-62 приведены на рис. 12.1.1.14, 12.1.1.15.

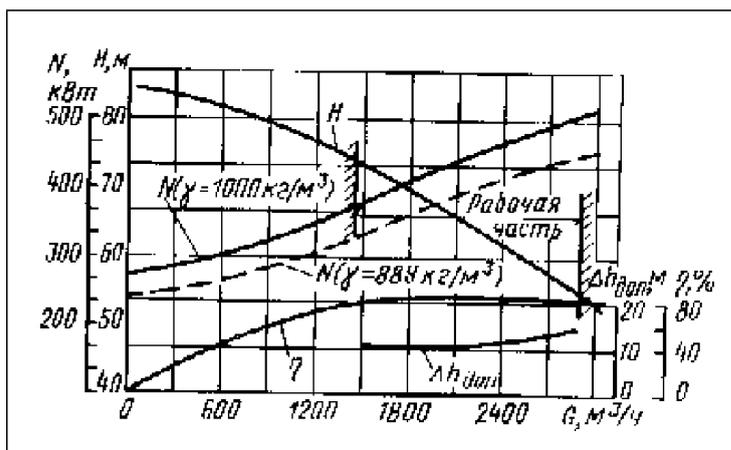


Рисунок 12.1.1.14 Характеристики насоса СЭ2500-60

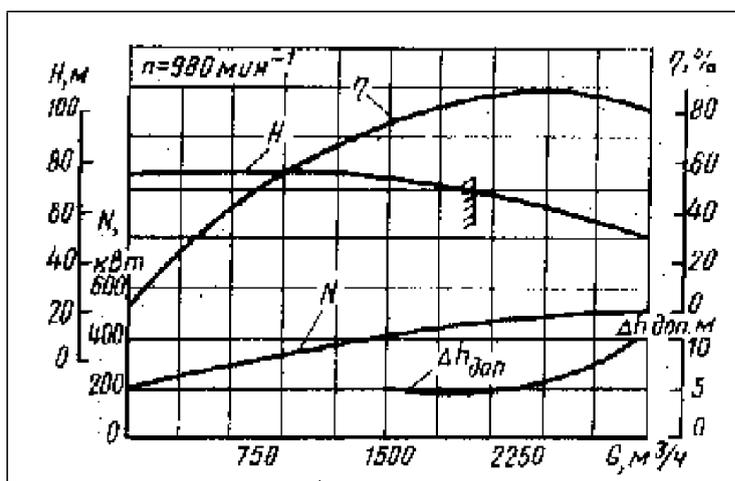


Рисунок 12.1.1.15 Характеристики насоса Д2500-62

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-8 в работе находились насосы: на подающем трубопроводе СН-1б, СН-1в, на обратном – СН-2а, 2в. Расход сетевой воды через насосные агрегаты:

- подающей группы<sup>5</sup>: 4 150т/ч;
- обратной группы: 3 040т/ч.

При этом, давление в трубопроводах на момент обследования:

- в подающем трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 11,0$  кгс/см<sup>2</sup>, «нижней зоны»  $P_н = 5,8$ кгс/см<sup>2</sup>;
- в обратном трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 8,0$  кгс/см<sup>2</sup>, «нижней зоны»  $P_н = 3,7$ кгс/см<sup>2</sup>.

Располагаемый напор на ПНС-8 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора на нагнетании сетевых насосов подающей группы составляет 7 м. Для насосов обратной группы данная величина неизвестна из-за отсутствия штатных средств измерения давления сетевой воды на нагнетании насосов. Оценочная величина дросселируемого напора в обратном трубопроводе, определенная на основании напорно-расходных характеристик насоса Д2500-62, составляет порядка 29 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-8 на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 16. Расход сетевой воды через каждый насосный агрегат одной группы определен на основании соотношения величин токовой нагрузки.

Таблица 12.1.1.14 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
1б	СЭ2500-60	5,8	11,7	2 195	59	55
1в	СЭ2500-60	5,8	11,7	1 955	59	49
2а	Д2500-62	3,7	11,0 <sup>6</sup>	1 476	73	50
2в	Д2500-62	3,7	10,9	1 564	72	53

<sup>5</sup> Величина принята по расходу в тепломагистрале на выводе КемГРЭС БУ-4.

<sup>6</sup> Давление на нагнетании сетевых насосов принято на основании напорно-расходных характеристик насоса марки Д2500-62.

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды, перекачиваемый сетевыми насосами на ПНС-8 в отопительный период:

- в подающем трубопроводе: 3 900т/ч;
- в обратном трубопроводе: 3 320т/ч.

Работа сетевых насосов подающей группы ПНС-8 марки СЭ2500-60 в отопительный период определяется рабочей зоной. Для сетевых насосов обратной группы марки Д2500-62 характерно небольшое снижение КПД относительно максимального значения.

Расчетные расходы сетевой воды по подающему и обратному трубопроводам на ПНС-8, определенные на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, равны 3 650 т/ч и 3 080 т/ч соответственно.

При этом, расчетные давления сетевой воды на ПНС-8:

- в подающем трубопроводе для «верхней зоны» 12,1 кгс/см<sup>2</sup>, для «нижней зоны» 7,3 кгс/см<sup>2</sup>;
- в обратном трубопроводе для «верхней зоны» 8,2 кгс/см<sup>2</sup>, для «нижней зоны» 3,2 кгс/см<sup>2</sup>.

При повышении давления в обратном трубопроводе «нижней зоны» до значения 4,9 кгс/см<sup>2</sup> на ПНС-8 происходит автоматическое открытие задвижки О-6. При повышении указанного давления до величины 5,3 кгс/см<sup>2</sup> предусмотрено срабатывание сбросного клапана БКС-300 на обратном трубопроводе.

Исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС-8, можно констатировать, что ПНС-8 работает в наиболее оптимальном режиме, достаточно близком к расчетному.

### **Режим работы ПНС-9**

ПНС-9 расположена в Заводском районе и предназначена для создания необходимого располагаемого напора в отопительный период за счет поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «нижней зоны».

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС г. Кемерово ПНС-2 подключена к подстанции «Транзитная» по линии напряжением 10 кВ.

Принципиальная схема ПНС-9 представлена на рис. 12.1.1.16.

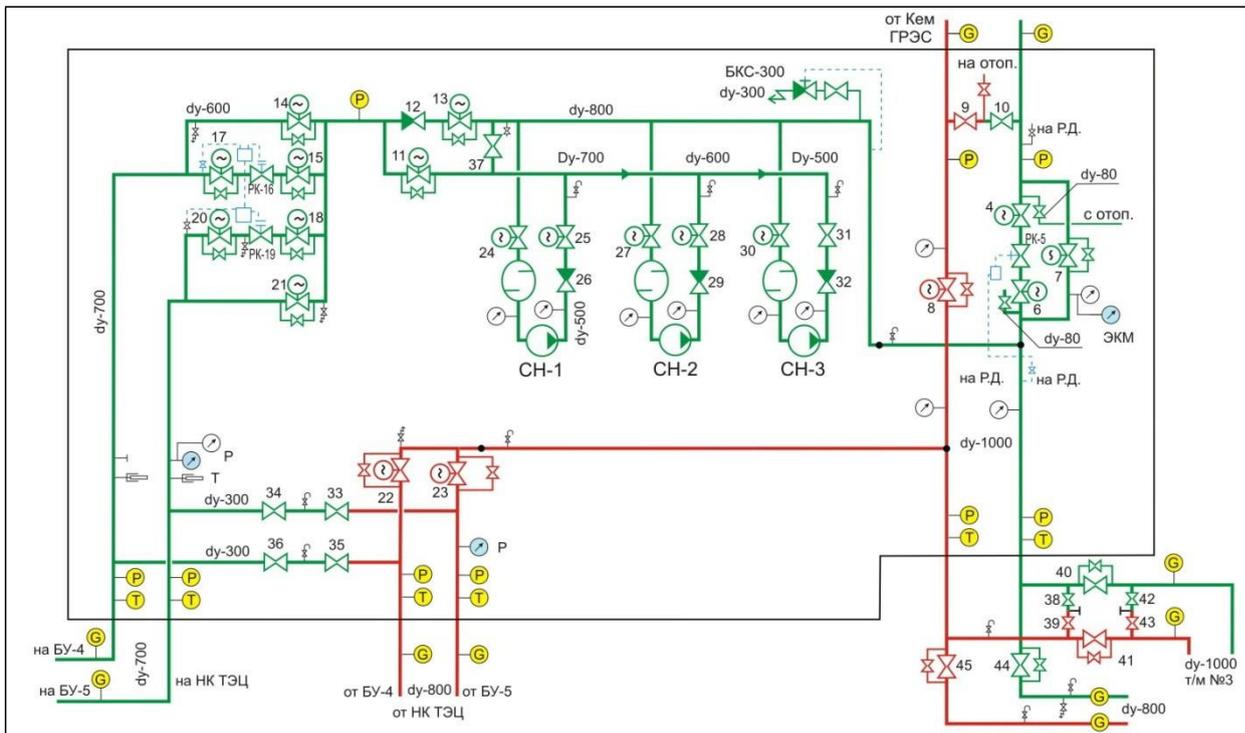


Рисунок 12.1.1.16 Принципиальная схема ПНС-9

Состав насосного оборудования ПНС-9, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.15.

Таблица 12.1.1.15 Состав насосного оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Проз в, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряже ние, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1	Д3200-75	3200	75	740	6000	800	94,5	1000	0,87	94,2
2	Д3200-75	3200	75	740	6000	800	94,5	1000	0,87	94,2
3	Д3200-75	3200	75	740	6000	800	94,5	1000	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: СН-1 – 1998 г., СН-2 – 2010 г., СН-3 – 2003 г. Последний ремонт насосного оборудования (СН-1, 3) произведен в 2009 г.

На ПНС-9 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №16, №19 Ду500 по схеме «после себя»;
- на обратном трубопроводе РК №5 Ду700 по схеме «до себя» (регулирует давление на всасе сетевых насосов).

Указанные регуляторы давления в отопительный период находятся в работе.

Следует отметить, что в отопительный период пропускной способности регулятора давления РК №5 недостаточно, и в качестве вынужденной меры в процессе эксплуатации задвижка на байпасе №7 в обвод РК №5 находится в открытом положении.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов Д3200-75 приведена на рис.12.1.1.17.

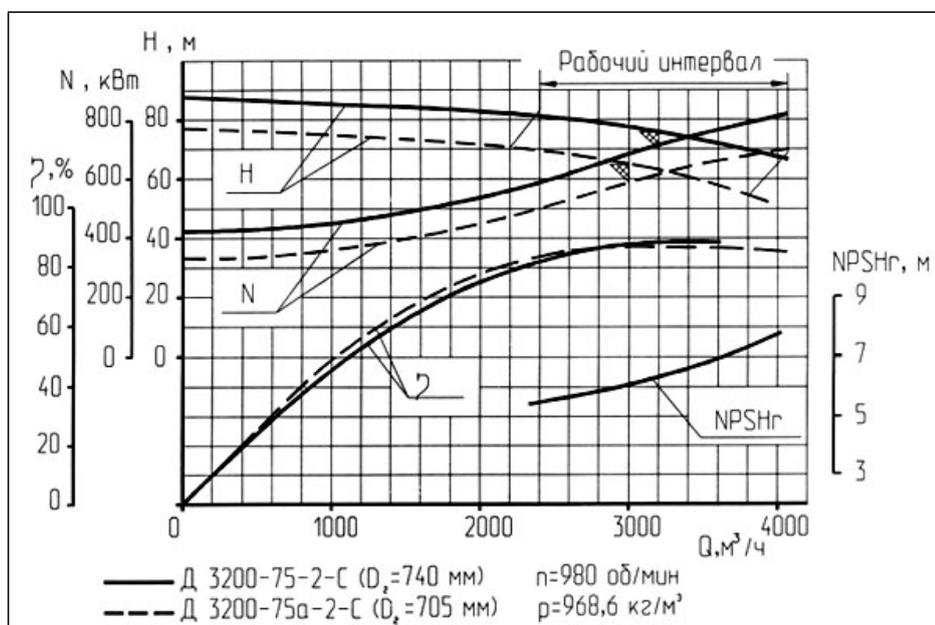


Рисунок 12.1.1.17 Характеристики насоса Д3200-75

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-9 в работе находились насосы СН-1 и СН-2. Суммарный расход сетевой воды через насосную группу составлял 4 840 т/ч.

При этом, давление в обратном трубопроводе «верхней зоны»  $P_v = 6,4$  кгс/см<sup>2</sup>, «нижней зоны» –  $P_n = 1,7$  кгс/см<sup>2</sup>.

Располагаемый напор на ПНС-9 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет около 36м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-9 на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.16 .

Таблица 12.1.1.16 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
2	Д3200-75	1,7	10,0	2 703 <sup>7</sup>	83	86
3	Д3200-75	1,7	10,0	2 137	83	68

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в обратном трубопроводе, перекачиваемый сетевыми насосами на ПНС-9, в отопительный период больше, чем на момент обследования, и равен 4 710 т/ч.

При указанном расходе сетевой воды (условно 2 355 т/ч через каждый насос), насосные агрегаты работают в диапазоне рабочей зоны напорно- расходной характеристики насоса Д3200-75, с максимальным КПД.

Расчетный расход сетевой воды по обратному трубопроводу на ПНС-9, определенный на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, составляет величину порядка 4 690 т/ч.

При этом, расчетные давления сетевой воды в обратном трубопроводе на ПНС-9 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 6,2 кгс/см<sup>2</sup> и 1,3 кгс/см<sup>2</sup>.

Следует отметить, что при повышении давления в обратном трубопроводе «нижней зоны» до значения 3,5 кгс/см<sup>2</sup> на всасе сетевых насосов предусмотрено срабатывание сбросного клапана БКС-300.

<sup>7</sup> Расход сетевой воды через каждый насосный агрегат определен на основании соотношения величин токовой нагрузки.

Необходимо указать, что в отопительный период в диапазоне низких температур наружного воздуха давление в обратном трубопроводе на всасе насосов ПНС-9 может достигать значения 1,4 кгс/см<sup>2</sup>.

Так как допустимый кавитационный запас на насосах Д3200-75 в номинальной точке составляет 6 м, то снижение давления может обусловить срыв в работе сетевого насоса. Срыв в работе сетевого насоса и последующий выход из режима кавитации сетевого насоса обуславливает резкий рост давления, которое, распространяясь по системе теплоснабжения со скоростью звука, может вызвать разрушение теплопроводов.

### **Режим работы ПНС-10**

ПНС-10 расположена в Заискитимском теплосетевом районе и предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора за счет повышения давления в подающем трубопроводе тепловых сетей, а также для поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе.

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС г. Кемерово ПНС-10 подключена к подстанции «Космическая» по линии напряжением 10кВ.

Принципиальная схема ПНС-10 представлена на рис. 12.1.1.18.

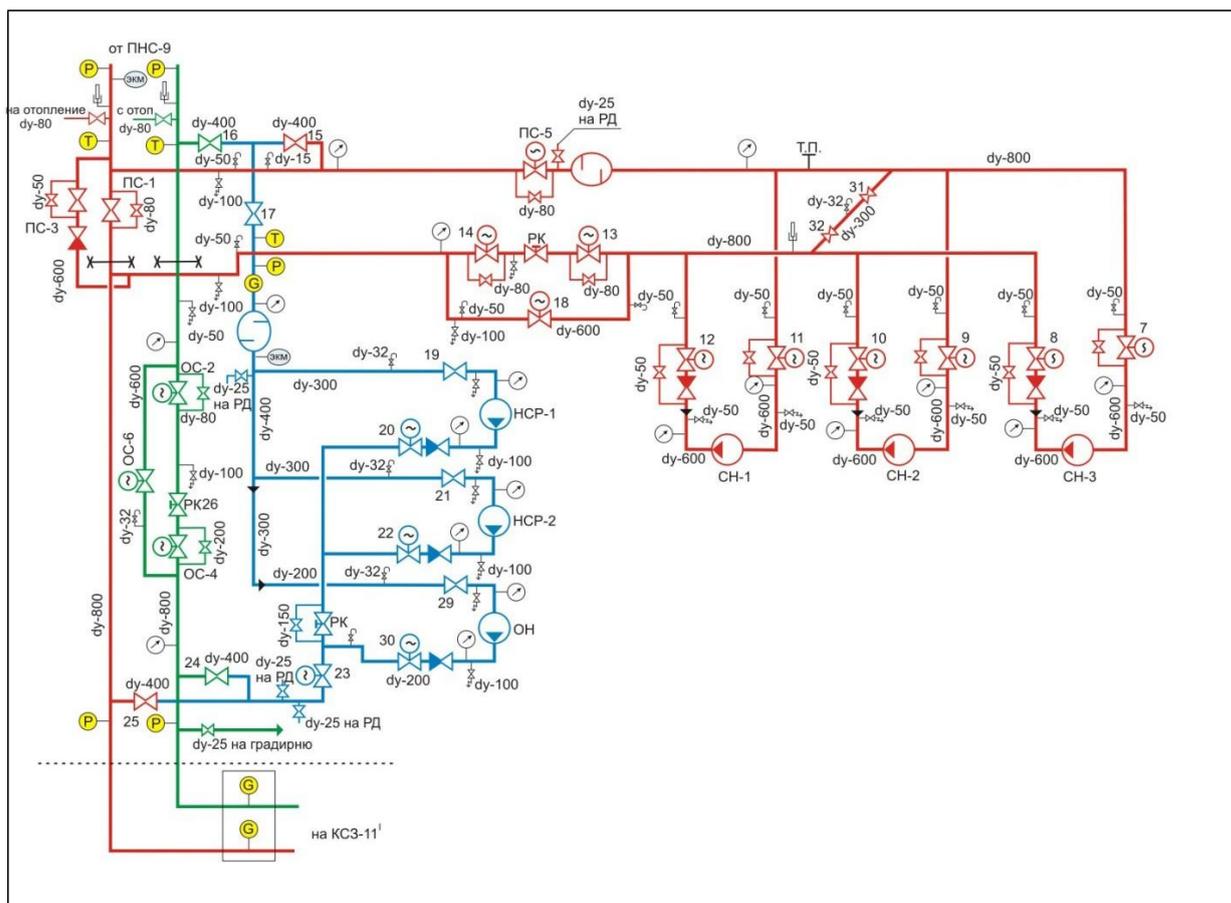


Рисунок 12.1.1.18 Принципиальная схема ПНС-10

Состав насосного оборудования ПНС-10, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.17 .

Таблица 12.1.1.17 Состав насосного оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряже ние, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	58	1500	0,87	94,2
2	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	58	1500	0,87	94,2
3	СЭ2500-60	2500	60	467	6000	500	58	1500	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: 2000 г. На ПНС-10 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе Ду700 по схеме «последсебья»;
- на обратном трубопроводе Ду700 по схеме «досебья».

Указанные регуляторы давления в отопительный период находятся в работе.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов СЭ2500-60-11 приведена на рис. 12.1.1.19.

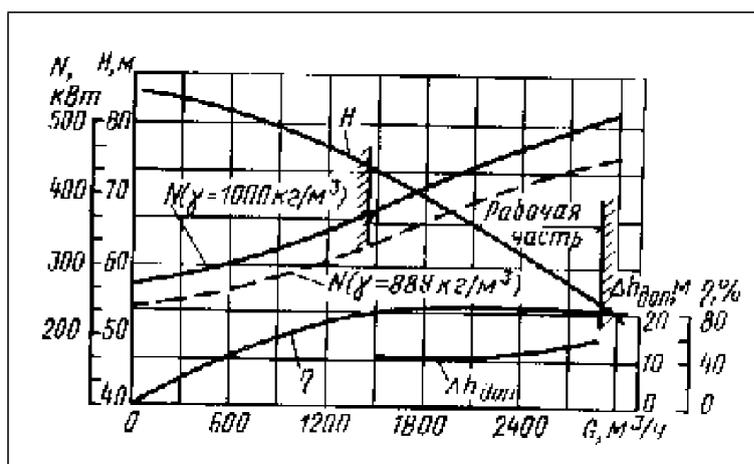


Рисунок 12.1.1.19 Характеристики насоса СЭ2500-60-11

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-10 в работе находился один насос СН-2. Расход сетевой воды через насосный агрегат составлял 2 100 т/ч.

При этом, давление в подающем трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 11,1 \text{ кгс/см}^2$ , «нижней зоны» –  $P_н = 6,0 \text{ кгс/см}^2$ .

Располагаемый напор на ПНС-10 в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет 9 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-10 на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.18 .

Таблица 12.1.1.18 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
2	СЭ2500-60	6,0	12,0	2 060	60	52

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы

системы теплоснабжения среднесуточный эксплуатационный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, перекачиваемый сетевым насосом на ПНС-10, в отопительный период равен 2 120 т/ч.

При расходе сетевой воды 2 120 т/ч, насосный агрегат работает в рабочей зоне напорно-расходной характеристики насоса СЭ2500-60 с максимальным значением КПД.

Расчетный расход сетевой воды по подающему трубопроводу на ПНС-10, определенный на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, составляет величину равную 2 020 т/ч.

При этом, расчетные давления сетевой воды в подающем трубопроводе на ПНС-10 для «верхней» и «нижней» зоны равны соответственно 12,2 кгс/см<sup>2</sup> и 7,4 кгс/см<sup>2</sup>.

При повышении давления в обратном трубопроводе «верхней зоны» до значения 7,5 кгс/см<sup>2</sup> предусмотрено открытие задвижки ОС-6.

Исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС-10, можно констатировать, что ПНС-10 работает в наиболее оптимальном режиме, близком к расчетному.

### **Режим работы ПНС ЗВК**

ПНС ЗВК расположена в Ленинском районе на территории бывшей Заисkitимской водогрейной котельной и предназначена в отопительный период для обеспечения гидравлического режима совместной работы Ду800 от ПНС ЗВК и тепломагистрالی ТМ-IVКГРЭС.

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС ЗВК подключена к подстанции «Заисkitимская» по линии напряжением 10 кВ.

Принципиальная схема ПНС ЗВК представлена на рис. 12.1.1.20.

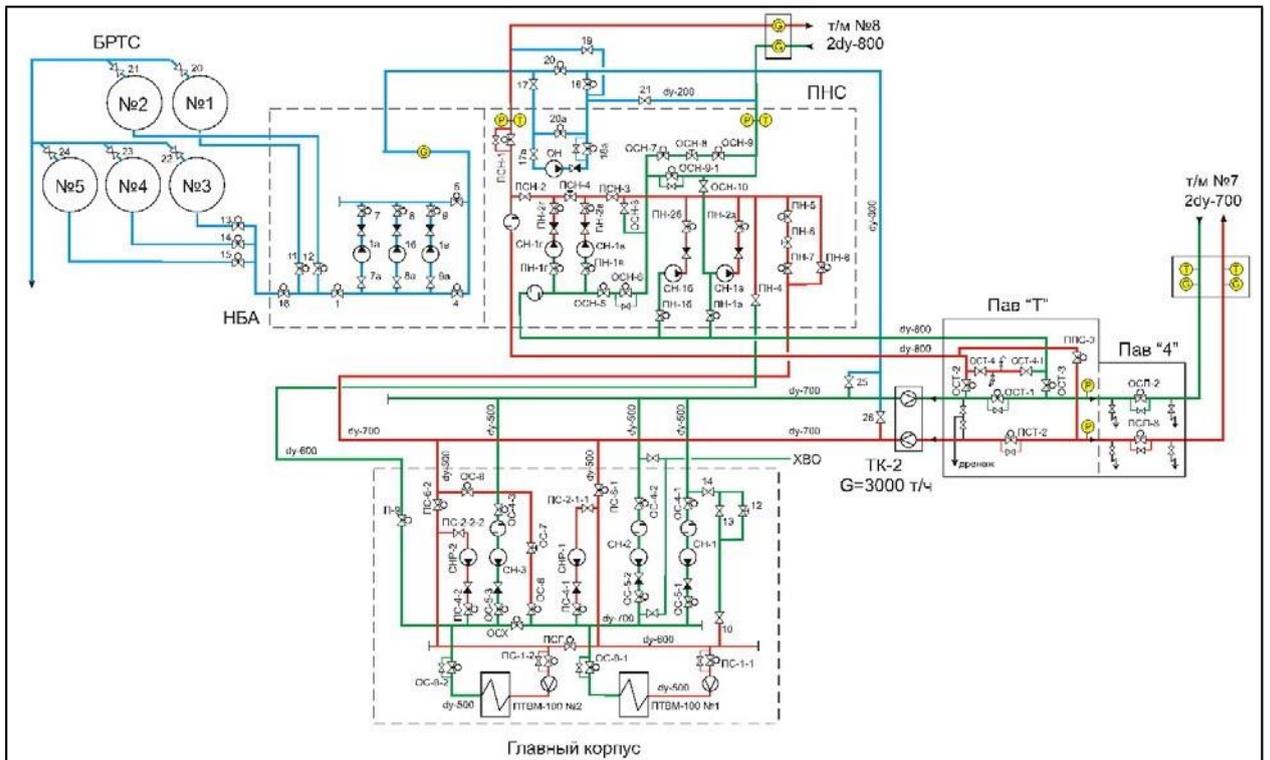


Рисунок 12.1.1.20 Принципиальная схема ПНС ЗВК

Состав насосного оборудования ПНС ЗВК, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.1.19.

Таблица 12.1.1.19 Состав насосного оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	Насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Про изв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напря жие, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1А	KRNA300/660/40А	1250	140	467	6000	710	79	1500	0,87	94,2
1Б	СЭ1250-140	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2
1В	СЭ1250-140	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2
1Г	СЭ1250-140	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: СН-1А и СН-1Б – 1989 г., СН- 1В и СН-1Г – 2003 г. Последний ремонт насосного оборудования произведен в 2010 г.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов СЭ1250-140-11 приведена на рис. 12.1.1.21.

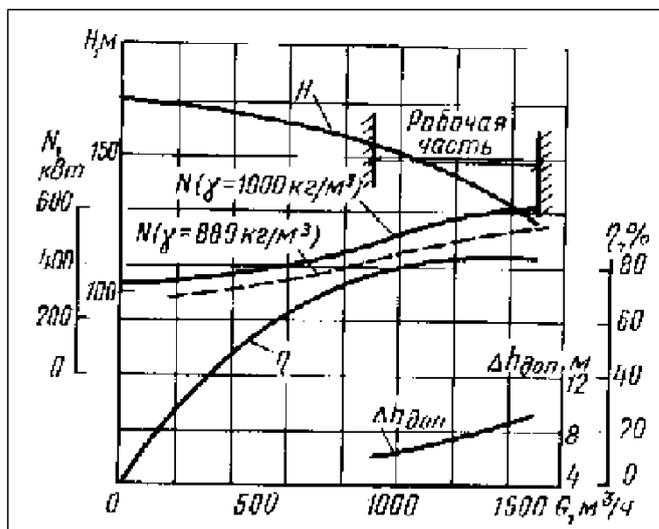


Рисунок 12.1.1.21 Характеристики насоса СЭ1250-140-11

На момент обследования 24.04.2012 г. на ПНС ЗВК в работе находился один насос СН-1В. Расход сетевой воды через насосный агрегат составлял 800 т/ч.

Располагаемый напор на ПНС ЗВК в эксплуатационном режиме обуславливает необходимость дросселирования напора на нагнетании сетевых насосов. Величина дросселируемого напора составляет 42 м.

Параметры работы насосного оборудования ПНС ЗВК на 24.04.2012г. приведены в нижеследующей таблице 12.1.1.20.

Таблица 12.1.1.20 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
1В	СЭ2500-60	5,9	13,3	800	74	62

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднечасовой эксплуатационный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, перекачиваемый сетевым насосом на ПНС ЗВК, в отопительный период равен 1 680 т/ч.

При расходе сетевой воды 1 680 т/ч, насосный агрегат работает в рабочей зоне напорно-расходной характеристики насоса СЭ1250-140, с максимальным значением КПД.

Исходя из рассмотрения существующего и расчетного гидравлических режимов работы, а также состава оборудования ПНС ЗВК, можно констатировать, что насосная станция работает в наиболее оптимальном режиме.

### Режим работы распределительных тепловых сетей

Распределительные (квартирные) тепловые сети в рассматриваемой системе теплоснабжения находятся, в основном, на балансе АО «КТСК».

В распределительных тепловых сетях установлены контрольно- распределительные пункты (КРП), центральные тепловые пункты (ЦТП) и насосные станции. Перечень данных тепловых пунктов представлен в таблице 12.1.1.21.

Таблица 12.1.1.21 Перечень тепловых пунктов ОАО "КТСК"

№	Наименование теплого пункта (ПНС)	Адрес теплового пункта (ПНС)	Расчетная тепловая нагрузка, Гкал/ч		
			отопл.	Вент.	ГВС
1	ЦТП-10	Веры Волошиной, 20	7,289	0,148	4,296
2	КРП-59	Свободы, 10	30,380	0,970	16,680
3	КРП-60	Молодежный, 7а	23,720	1,640	12,984
4	КРП-15/1	Московский, 9	4,437	0,018	2,215
5	КРП-15/2	Октябрьский, 46	4,441	0,170	3,719
6	КРП-15/3	Октябрьский, 38а	4,681	0,298	3,714
7	ЦТП-18/1	Ленинградский, 14	6,765	1,093	4,565
8	ЦТП-18/2	Октябрьский, 80а	8,755	1,024	5,327
9	ЦТП-27/1	Ленинградский, 24	7,105	1,691	5,801
10	ЦТП-27/2	Ленина, 150	8,393	0,123	4,185
11	КРП-23/1	Химиков, 19	6,999	0,108	4,461
12	КРП-23/2	б-р Строителей, 40	5,102	0,606	3,103
13	ЦТП-25/1	б-р Строителей, 46	6,257	0,307	4,639
14	ЦТП-25/2	Ленинградский, 47в	0,748	0,317	0,447
15	ЦТП-24 9 эт.зд.	Ленинградский, 32в	25,027	3,069	14,734

№	Наименование теплового пункта (ПНС)	Адрес теплового пункта (ПНС)	Расчетная тепловая нагрузка, Гкал/ч		
			отопл.	Вент.	ГВС
	ЦТП-24 16 эт.зд.	Ленинградский, 32в	2,522	-	1,752
16	ЦТП-26 9 эт.зд.	Ленинградский, 32в	16,435	1,315	8,753
	ЦТП-26 16 эт.зд.	Ленинградский, 32в	0,294	-	0,339
17	ЦТП-52	Пролетарская, 22	4,862	0,598	3,312
18	ЦТП «ФПК»	Тухачевского, 31а	8,830	0,680	5,112
19	ПНС от НО 55	Кузнецкий, 176	-	-	-
20	ПНС-12	Ленина, 63	-	-	-
21	ЦТП-52/2	Мичурина, 57	4,590	-	2,820
22	КРП-14	Двужильного, 32	19,072	3,530	20,407

Схема присоединения местных систем отопления через данные тепловые пункты – зависимая, по температурному графику 150/70°C.

Некоторые контрольно-распределительные пункты оборудованы автоматическими регуляторами тепловой нагрузки отопления («погодное регулирование»): ЦТП-10, КРП-15/3, ЦТП-24/26, ЦТП-52, КРП-14. Кроме того, все КРП оборудованы регуляторами температуры горячего водоснабжения.

Далее приведены характеристики распределительных (квартальных) тепловых сетей, а также установленного на них насосного оборудования тепловых пунктов и насосных станций, по микрорайонам.

### **Центральный район Микрорайон №1**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «УТ-І-25а» тепломагистрали ТМ-І КемГРЭС Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 44 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%. Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным

гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №2**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-1-32» тепломагистрали ТМ-1 КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 47 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №3**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-1-19» тепломагистрали ТМ-1 КемГРЭС Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 37 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 6,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №4**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-1 КГРЭС – «ТК-1-19» Ду300 и «ТК-1-30» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 38 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 15%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются

средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №5**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-И- 16» тепломагистрали ТМ-И КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 38 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №6**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-И- 12», «ТК-И-14», «ТК-И-16», «ТК-И-50», «ТК-И-52», «ТК-И-54» тепломагистрали ТМ-И КГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 48 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 15%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №7**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-И- 56» тепломагистрали ТМ-И КемГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 35 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №8**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от трех тепловых камер тепломагистрали ТМ-I КГРЭС – «ТК-I-63» Ду150, «ТК-I-74» Ду100 и «ТК-I-78» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 13 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №9**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-I- 75» Ду100, «ТК-I-76» Ду50 и «ТК-I-77» Ду150 тепломагистрали ТМ-I КемГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 16 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №10**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «УТ-I-82»

тепломагистрала ТМ-I КемГРЭС Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 12 м.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №11**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-II- 34» тепломагистрала ТМ-II КемГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №11а**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрала ТМ-II КемГРЭС – «ТК-II-27» Ду300 и «ТК-II-32» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 14 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим

сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №12**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-I КемГРЭС – «ТК-I-64» Ду200 и «ТК-I-68» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-I-68 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №13**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КемГРЭС – «ТК-II-21» Ду150 и «ТК-III-1» Ду100.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-II-21 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%, от ТК-III-1 – на 10%

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №14**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-II-23» тепломагистрали ТМ-II КемГРЭС Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 21 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №15**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-I- 80» Ду100, «ТК-II-32» Ду100 и «ТК-II-32а» Ду100 тепломагистралей ТМ-I и ТМ-II КемГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-II-32 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №16**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «ТК-II-24» Ду150 и «ТК-II-27» Ду300.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 13 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим

сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №17**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «ТК-II-22» Ду150 и «ТК-II-23» Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 20 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №18**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «ТК-III-42» Ду200 и «ТК-IV-62» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №19**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-IV-62» Ду200 тепломагистрали ТМ-II КГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 10 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №20**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «ТК-III-41» Ду200 и «ТК-IV-2» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 17 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №34а**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-34-30» тепломагистрали ТМ-II КГРЭС Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 14 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 0,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №34**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-34-1» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 14 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 0,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №35**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-35-1» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 15 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 0,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №36**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-36-1» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 16 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного

значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 0,9 мм/м. Участки

распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №37**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «ТК-III-5» Ду250 и «ТК-III-6» Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 16 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №38**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-II-3» тепломагистрали ТМ-II КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 17 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №39**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрали ТМ-II КГРЭС – «УТ-II-41» Ду150 и «ТК-II-18» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 22 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-II-18 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №40**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-39-6» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №43**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-II-15» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 29 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №44**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от двух тепловых камер тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС – «ТК-II-16» Ду250 и «ТК-II-18» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-II-18 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №46**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-II-11» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 35 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №47**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-II-10» тепломагистрالی ТМ-II КГРЭС Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 43 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,3 мм/м. Участки

распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №48**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловой камеры «ТК-I-56» тепломагистрالی ТМ-I КГРЭС Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 31 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №49**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер тепломагистрали ТМ-I КГРЭС: «УТ-I-10» Ду200, «УТ-I-11» Ду250, «УТ-I-13» Ду100, «ТК-I-51» Ду70 и «ТК-I-53» Ду100.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 35 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №50**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «УТ-I- 11» тепломагистрали ТМ-I КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 53 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №51**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «УТ-I- 7» тепломагистрالی ТМ-I КГРЭС Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 59 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Центральный район (Заискитимская часть) Микрорайон №3**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от групп тепловых камер тепломагистрالی Ду500 от КСЗ-3 «ТК-17-4» – «ТК-17-16» и «ТК-IV-19» – «ТК-IV- 20».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 9 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения: от ТК-17-4 на 18%, от ТК-17-9 на 70%, от ТК-17-12 на 50%, от ТК-17-16 на 50%, от ТК-IV-19 на 30% и от ТК-IV-20 на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №4-5**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер: тепломагистрالی Ду600 «ТК-IV-28» и «ТК-193» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 19 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-IV-28 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%, от ТК-193 на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №5**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-17- 2» Ду250 и «ТК-17-4» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 8 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-17-2 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%, в то время как потребители от ТК-17-4 увеличение на 70%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №6/49**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-IV- 22» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №7**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 17-7» Ду150.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 23 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №7а**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 17-5» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 23 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №11**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-17- 8» Ду100 и «ТК-IV-20» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 16 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-17-8 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%, от ТК-IV-20 на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

## **Микрорайон №12**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-17- 8» Ду125, «ТК-17-18» Ду200 и «ТК-IV-14» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 21 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположена насосная станция ПНС-12.

На ПНС-12 установлены и находятся в работе регуляторы давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данной ПНС.

Насосное оборудование ПНС-12 представлено насосами марки Wilo DL100/160-18,5/2 в количестве 2 шт, установленными на обратном трубопроводе. Напорно-расходная характеристика насосов приведена на рис.12.1.1.22.

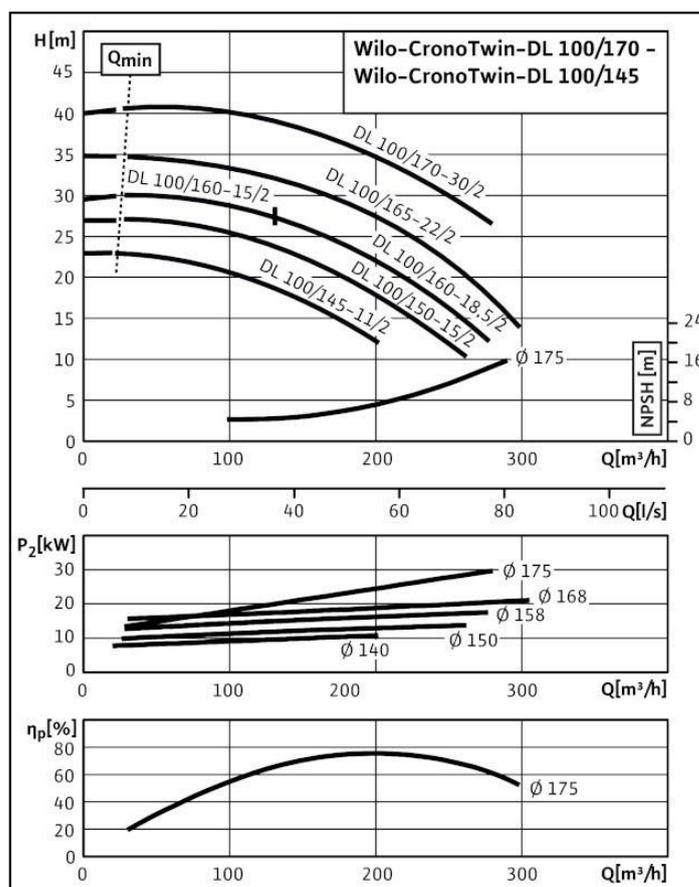


Рисунок 12.1.1.22 Характеристики насоса Wilo DL100/160-18,5/2

Полученный в ходе гидравлических расчетов ориентировочный фактический расход сетевой воды через насосный агрегат в отопительный период составляет 120 т/ч. При данном расходе работа насоса определяется на границе рабочей зоны насоса, с несколько сниженным КПД (номинальные характеристики насоса: подача 200 т/ч, напор – 22м).

### Микрорайон №8

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК- 193» Ду400, «ТК-IV-31» Ду300, «ТК-IV-33» Ду400.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 19 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 38%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №9**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-IV- 31» Ду300 и «ТК-IV-33» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 20 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 38%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №15**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 12» Ду300 тепломагистрали Ду1000 от КСЗ-3 (пр. Московский).

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 51 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположено два контрольно-распределительных пункта – КРП-15/1 и КРП15/2.

Теплоснабжение потребителей от КРП-15/1 осуществляется от тепловой камеры «ТК-12» тепломагистрали Ду1000 от КСЗ-3 (пр. Московский).

В КРП-15/1 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис.12.1.1.23.

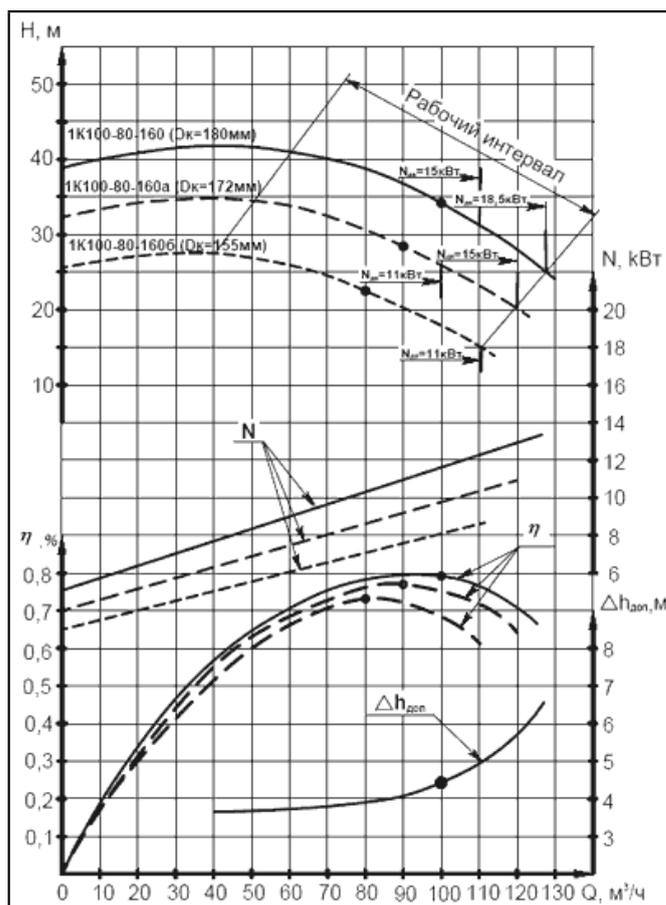


Рисунок 12.1.1.23 Характеристики насоса КМ100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ100-80-160 равные соответственно 14 т/ч и 34 т/ч определяет работу насосов в не рабочей зоны напорно-расходной характеристики.

Теплоснабжение потребителей от КРП-15/2 осуществляется от тепловой камеры «ТК-12» тепломагистрали Ду1000 от КСЗ-3 (пр. Московский).

В КРП-15/2 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис.12.1.1.24.

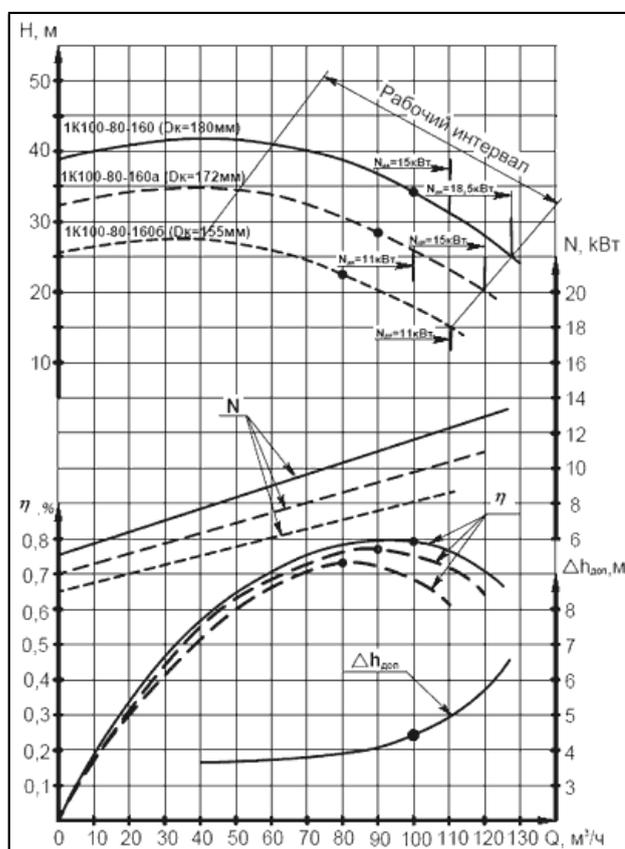


Рисунок 12.1.1.24 Характеристики насоса КМ100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ100-80-160 равные соответственно 24 т/ч и 57 т/ч определяет работу насосов в не рабочей зоны напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №15а

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «УТ-А» Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 47 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной

удельных гидравлических потерь равной 3,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен контрольно-распределительный пункт, находящийся на балансе АО «КТСК» – КРП-15/3.

В КРП-15/3 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено

- насосы марки ТР-50-570/2 в количестве 2 шт., для коррекции по температуре теплоносителя (погоднорегулирование);

- циркуляционные насосы системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 3шт.

Напорно-расходная характеристика насосов ТР-50-570/2 и КМ100-80-160 приведена на рис.26.

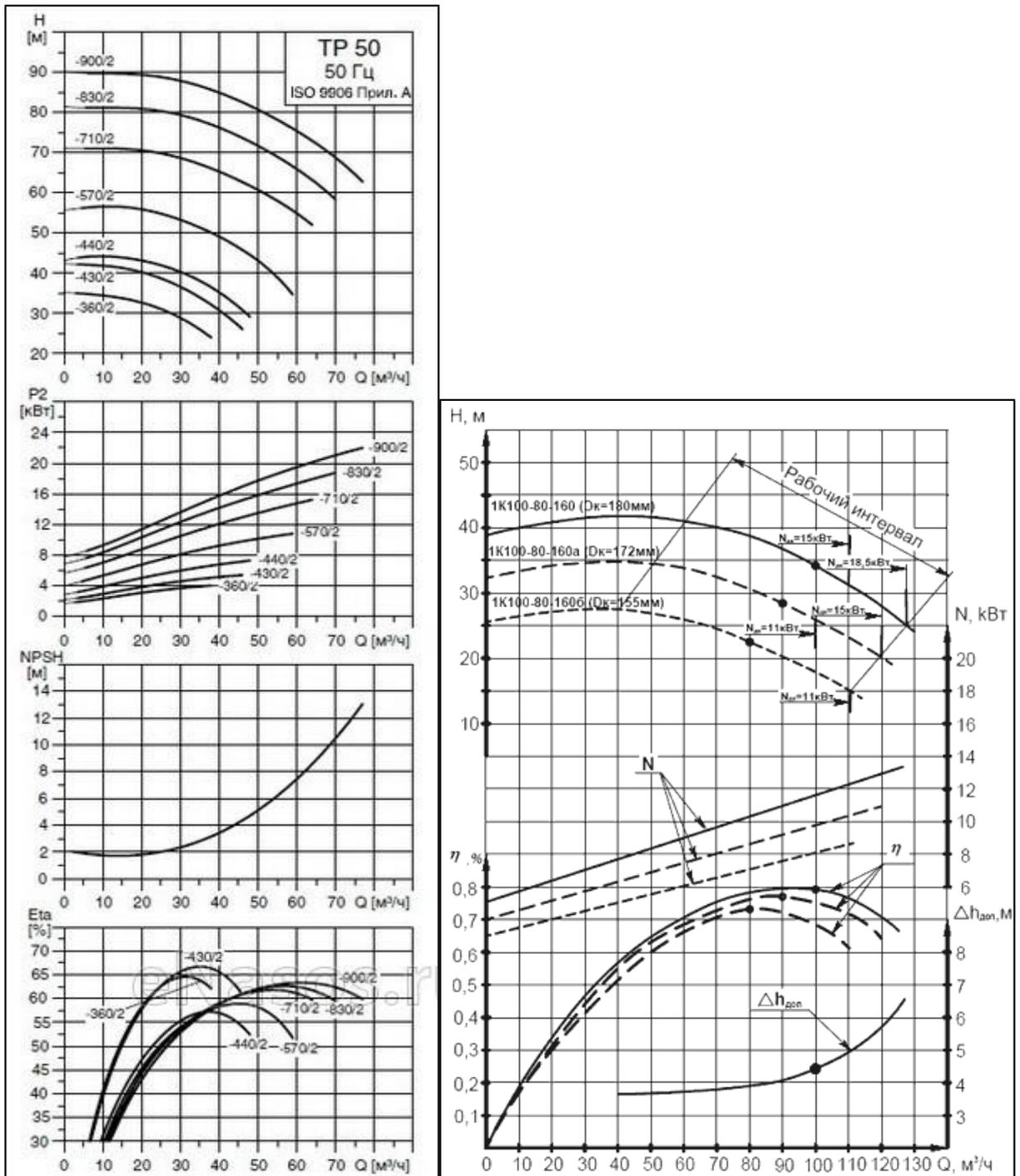


Рисунок 12.1.1.25 Характеристики насоса TP-50-570/2 и KM100-80-160

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки TP-50-570/2, обеспечивающие циркуляцию теплоносителя в системах отопления, составляет 62 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики, характеризующейся наиболее высоким КПД.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равны

соответственно 24т/ч и 57т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### **Заводский район**

#### **Микрорайон №1 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 72/1» Ду150 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 10м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №2 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 72/3» Ду250 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №3 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 72/5» Ду200 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,4мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №5 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 72/3» Ду200 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 12 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №6 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 72/4» Ду200 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №8 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 74/2» Ду300 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 31 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №9 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 74/2» от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 29 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №10 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-5» (Патриотов) от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 17 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен центральный тепловой пункт – ЦТП-10.

В ЦТП-10 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование ЦТП-10 представлено:

– насосы марки Wilo IL 80/160-11/2 в количестве 3 шт., установленных на обратном трубопроводе для снижения давления теплоносителя и создания необходимого располагаемого

напора;

- циркуляционные насосы системы ГВС, марки KM100-80-160 в количестве 2шт.

Напорно-расходные характеристики насосов приведены на рис.12.1.1.26.

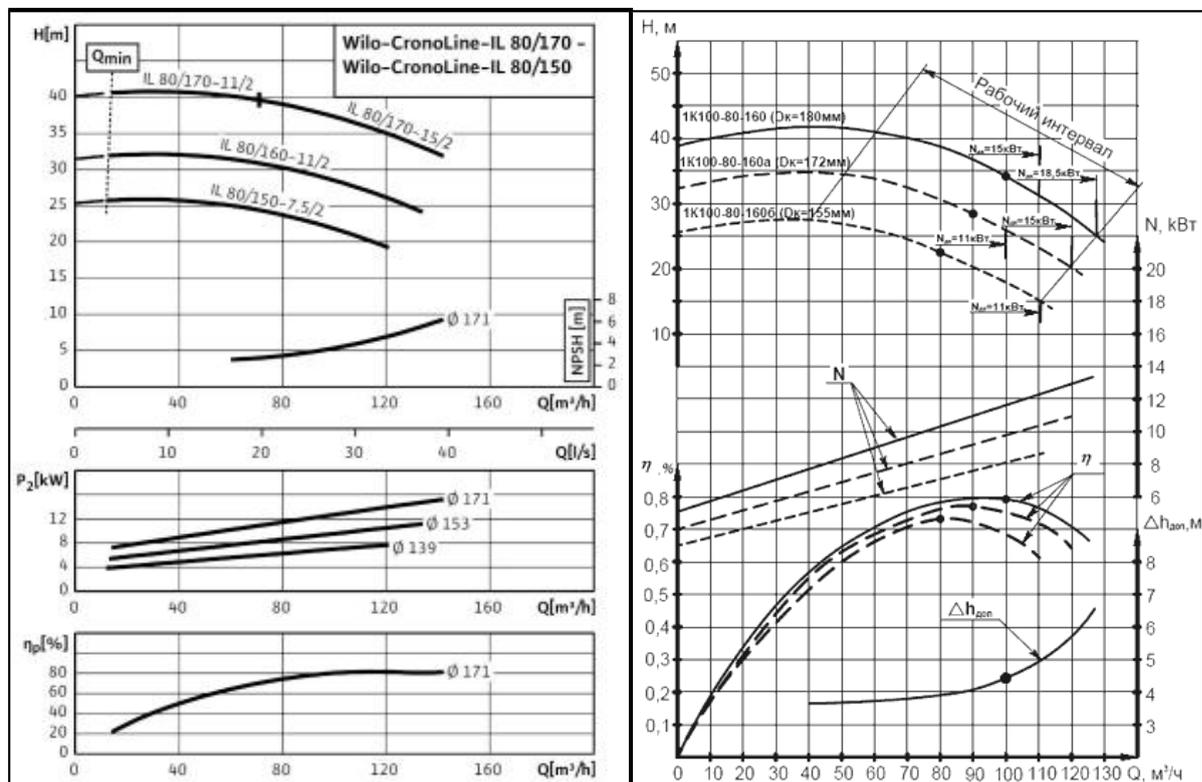


Рисунок 12.1.1.26 Характеристики насоса Wilo IL 80/160-11/2 и KM100-80-160.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Wilo IL 80/160-11/2, обеспечивающие циркуляцию теплоносителя в системах отопления, составляет

93 т/ч (условно 46,5 т/ч через каждый насос). Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики, характеризующейся наиболее высоким КПД.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равные соответственно 28 т/ч и 66 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №11 (поселок Южный)

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «НО- 75» Ду400 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 10 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины

расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №12 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 80а/5» Ду300 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 39 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №13 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 80а/6» Ду500 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 40 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №14 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК- 80а/4» Ду400 и

«ТК-80а/б» Ду400 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 42 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен контрольно-распределительный пункт – КРП-14.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено:

- насосы марки Omega 20-240-4 в количестве 3 шт., установленных на подающем трубопроводе для создания необходимой циркуляции в местных системах отопления;
- циркуляционные насосы системы ГВС, марки Omega 10-210-2 в количестве 2шт.

Напорно-расходная характеристика насосов приведены на рис.12.1.1.27.

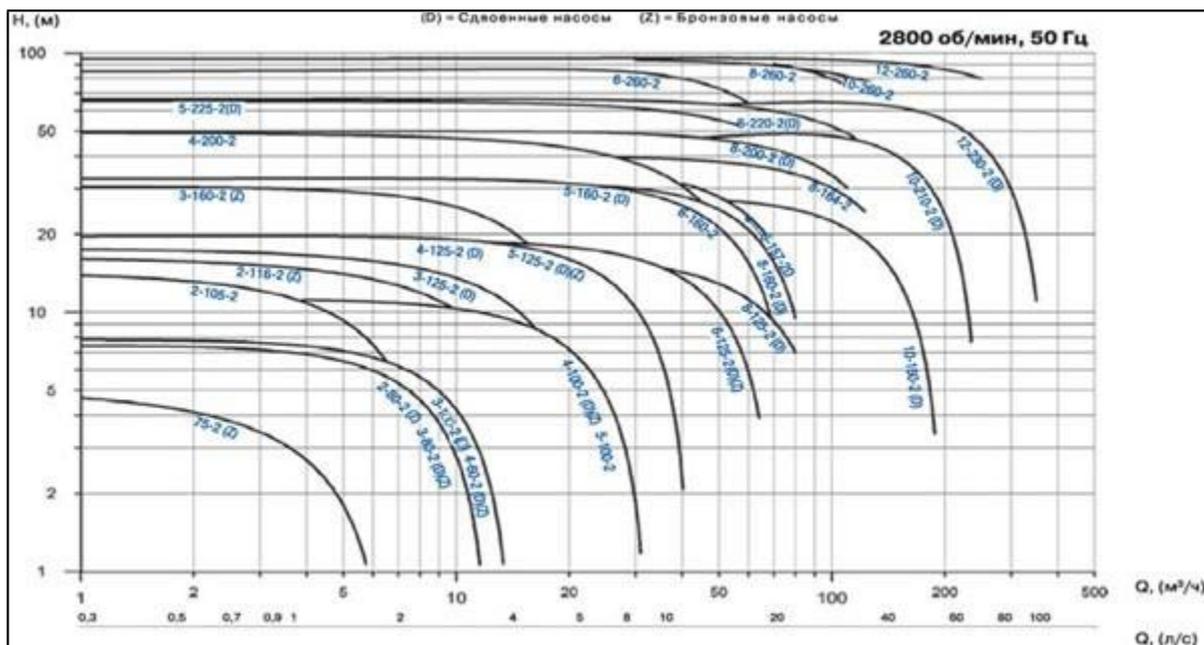


Рисунок 12.1.1.27 Характеристики насоса Omega 20-240-4 и Omega 10-210-2.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Omega 20-240-4, обеспечивающие давление в подающем трубопроводе, составляет 283 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки Omega 10-210-2, равные соответственно 131 т/ч и 314 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### **Микрорайон №15 (поселок Южный)**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 80а/7» Ду200 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 42 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №21**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-IV- 3а» Ду300 от тепломагистрали ТМ-ШКГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 7 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №21а**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-IV- 7» Ду300 от тепломагистрали ТМ-ШКГРЭС.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 7 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №24**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-Ш- 12» Ду200 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 29 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №32**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-Ш- 17» Ду200 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 25 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №33**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-III- 15» Ду150 и «ТК-III-11» Ду150 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 29 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №51**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-III- 21» Ду250 и «ТК-III-23» Ду150 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 29 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №52**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-III- 21» Ду125, «ТК-III-2» Ду300, «ТК-III-23» Ду150, «НО-25» Ду300 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 28 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-III-2 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-

вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%, от НО-25 – на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположены два центрально-тепловых пункта – ЦТП-52 и ЦТП-52/2.

В ЦТП-52 и ЦТП-52/2 установлены и находятся в работе регуляторы давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данных пунктов.

Насосное оборудование ЦТП-52 представлено:

- насосы марки ТР 65-340-2 в количестве 3 шт., установленных на подающем трубопроводе (осуществляющих погодное регулирование) и насосы марки Omega 10-210-2 в количестве 2 шт. на обратном трубопроводе для снижения давления теплоносителя и создания необходимого располагаемого напора;
- циркуляционные насосы системы ГВС, марки ТР65-260/2.

Напорно-расходные характеристики насосов ЦТП-52 приведены на рис.12.1.1.28,12.1.1.29.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки ТР 65-340-2 и марки Omega 10-210-2, обеспечивающие давление в подающем трубопроводе и обратном трубопроводе, составляет 68 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки ТР 65-260/2, равные соответственно 21 т/ч и 51 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

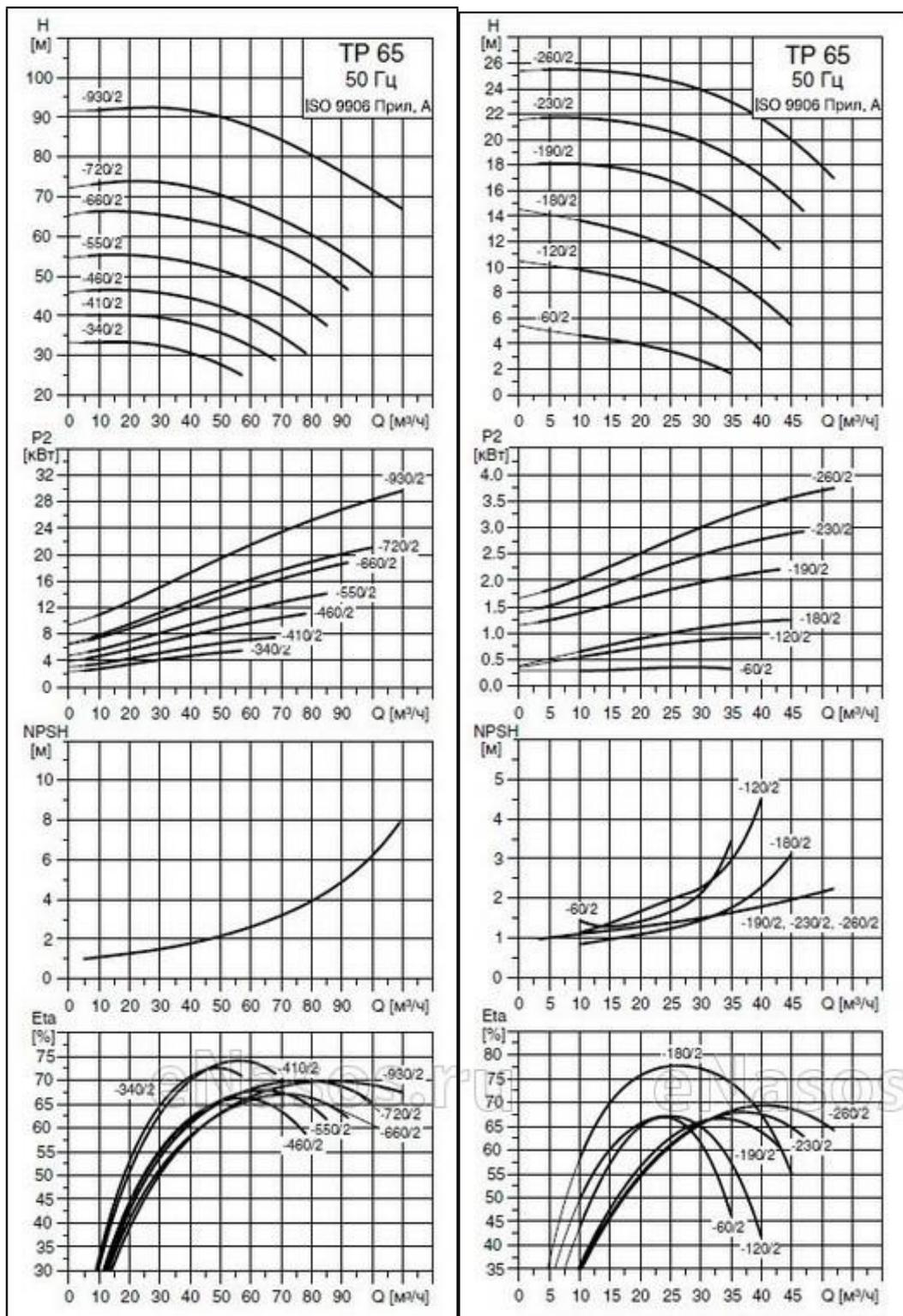


Рисунок 12.1.1.28 Характеристики насоса TR65-260/2 и TR65-340-2.

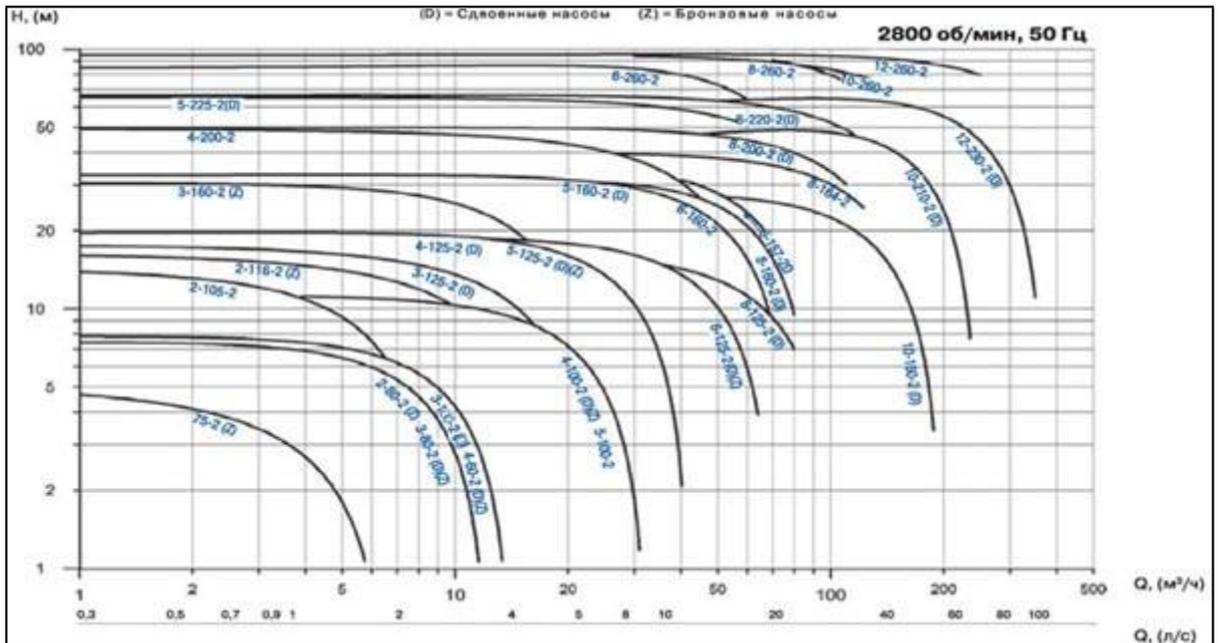


Рисунок 12.1.1.29 Характеристики насоса Omega 10-210-2.

Насосное оборудование ЦТП-52/2 представлено насосами марки Grundfos CR 90-3-2 в количестве 3 шт, установленными на обратном трубопроводе. Напорно-расходная характеристика насосов Grundfos CR 90-3-2 приведена на рис. 12.1.1.30.

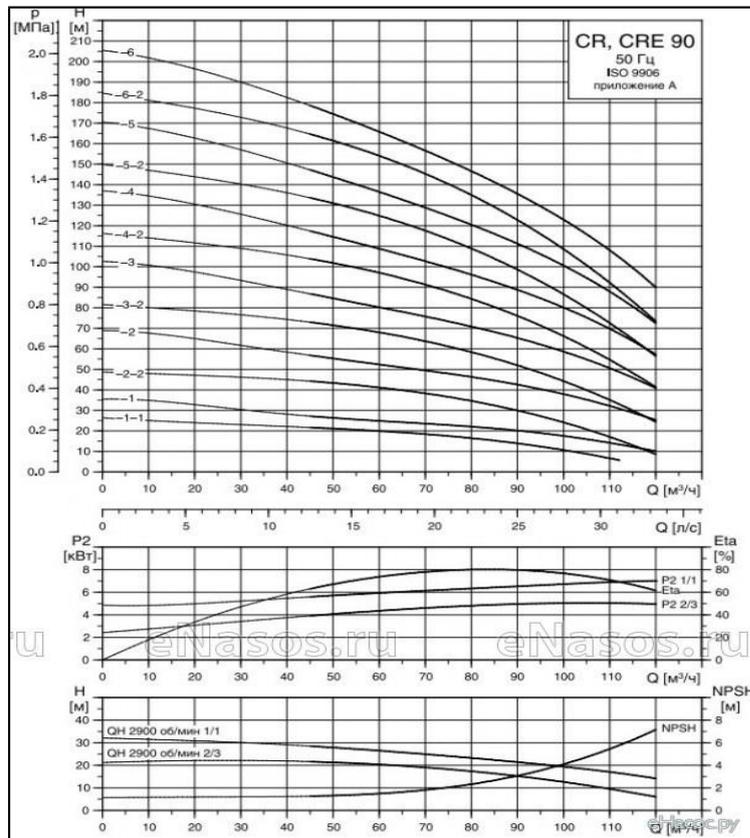


Рисунок 12.1.1.30 Характеристики насоса Grundfos CR 90-3-2.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Grundfos CR 90-3-2 равен 57 т/ч, что определяет работу насосных агрегатов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### **Микрорайон №53**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-III- 25» Ду200 и «ТК-III-25а» Ду300 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 28 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №54**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК54- 1» Ду250 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 30 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №59**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «КС3- 11» Ду400 от тепломагистрали Ду800 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 42 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 8%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен контрольно-распределительный пункт – КРП-59.

В КРП-59 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ150-125-250 в количестве 3 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ150-125-250 приведена на рис.12.1.1.31 .

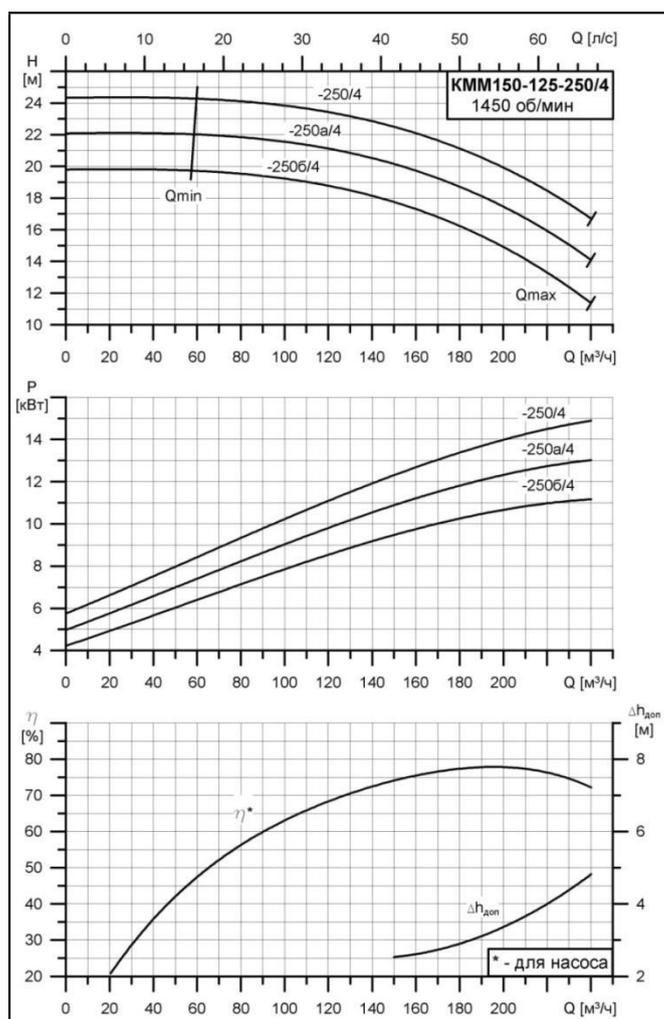


Рисунок 12.1.1.31 Характеристики насоса КМ150-125-250.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ150-125-250, равные соответственно 107 т/ч и 257 т/ч, определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №60

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «УТ-3 ФПК» Ду400 от тепломагистралей НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 38 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 8%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с

повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен контрольно-распределительный пункт – КРП-60.

В КРП-60 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-65-200 в количестве 3 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-65-200 приведена на рис. 12.1.1.32.

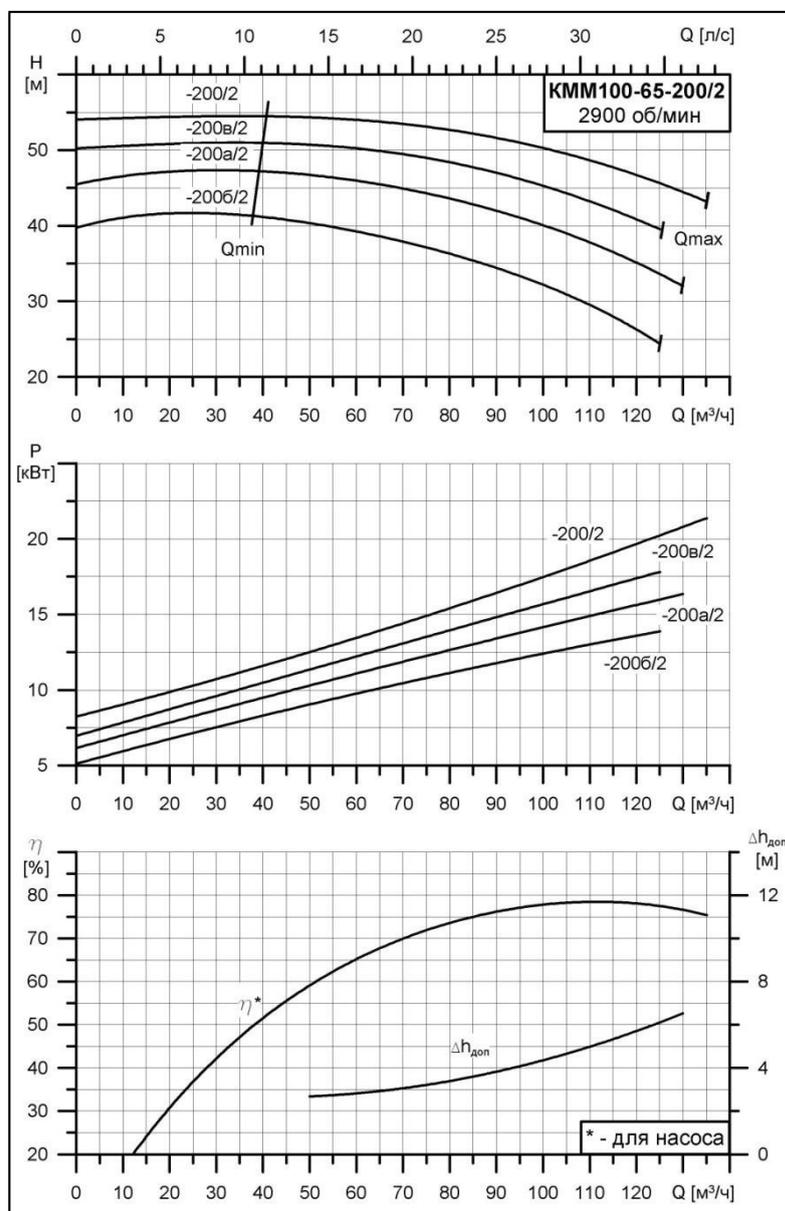


Рисунок 12.1.1.32 Характеристики насоса КМ100-65-200.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ100-65-200, равные соответственно 83 т/ч и 200 т/ч, определяет

работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон«ФПК»

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 101» Ду400 от тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 35 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположен центрально-тепловой пункт – ЦТП«ФПК».

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис.12.1.1.33.

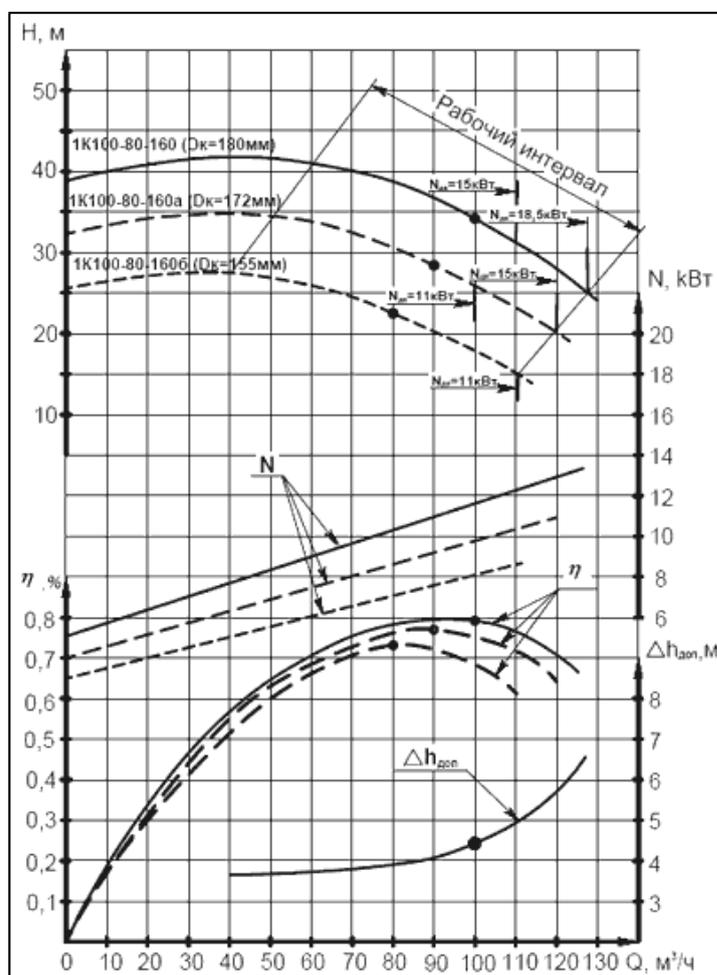


Рисунок 12.1.1.33 Характеристики насоса КМ100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ100-80-160 равные соответственно 33 т/ч и 79 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### **Ленинский район**

#### **Микрорайон №14**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-37'» Ду200 и «ТК-59» Ду400.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 13 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-37' характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 30%, в то время как от ТК-59 – увеличение на 46%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №16**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-8» (пр. Московский) Ду300.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 18 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 48%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №17**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-Д» Ду400.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 25 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 34%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №18**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-Д» Ду300.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 13 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 5,4 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположены два центральных тепловых пункта – ЦТП-18/1 и ЦТП-18/2.

В ЦТП-18/1 и ЦТП-18/2 установлены и находятся в работе регуляторы давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данных пунктов.

Для потребителей данного микрорайона от ЦТП-18/1 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 12%, от ЦТП-18/2 – на 12%.

Насосное оборудование ЦТП-18/1 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис. 12.1.1.34.

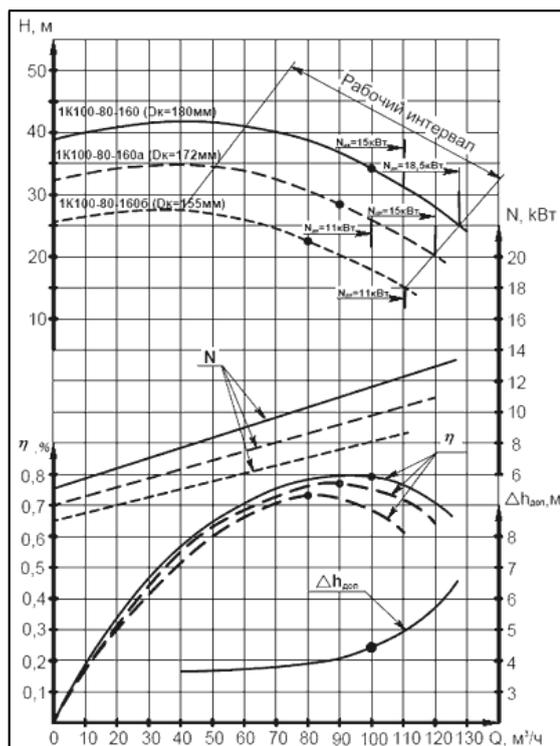


Рисунок 12.1.1.34 Характеристики насоса KM100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равные соответственно 29 т/ч и 70 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Насосное оборудование ЦТП-18/2 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки KM150-125-200 в количестве 2 шт. Напорно- расходная характеристика насосов KM150-125-200 приведена на рис. 12.1.1.35.

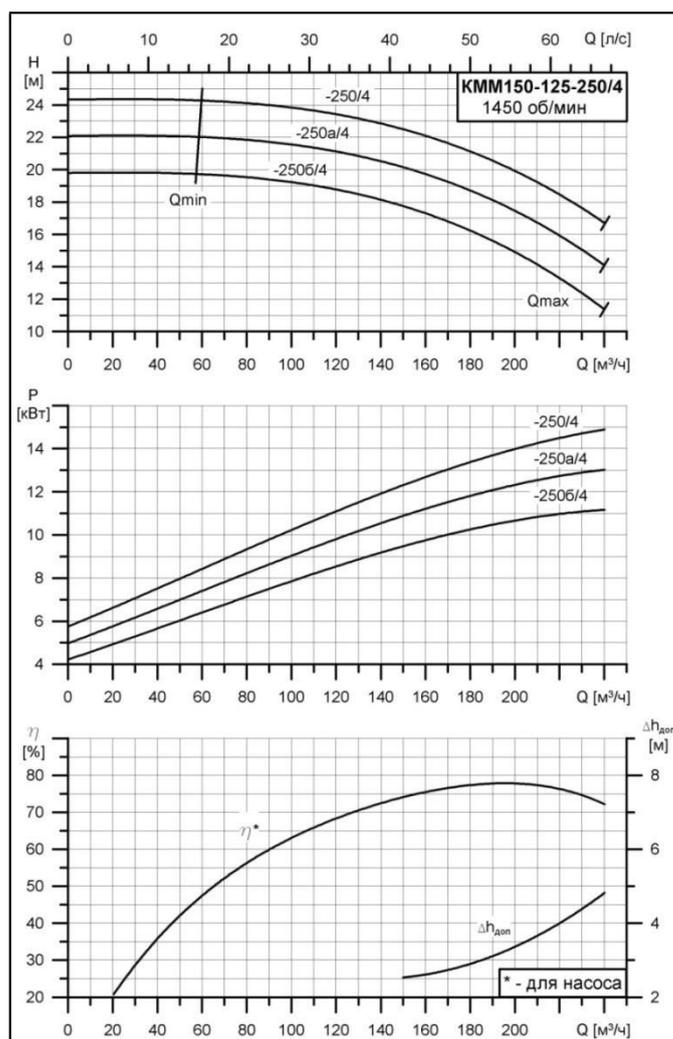


Рисунок 12.1.1.35 Характеристики насоса КМ150-125-200.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ150-125-200 равные соответственно 34 т/ч и 82 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №19

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-А» Ду400.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 23 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 52%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 6,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с

повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №20**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-36» Ду250 и «НО-7» (пр. Химиков) Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 25 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-36 характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 50%, от НО-7 – на 30%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,9 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №21**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-38» Ду300 и «ТК-7» (пр. Химиков) Ду200.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 9 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-38 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 41%, от ТК-7 – на 31%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №22**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-62» Ду300 и «ТК-11» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 11 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-62 характерно ориентировочное увеличение

величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 36%, от ТК-11 на 16%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №23**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК- 10/5» Ду250 и «ТК-10/6» Ду250.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 17 м.

Для потребителей данного микрорайона от ТК-10/5 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 31%, от ТК-10/6 на 41%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 7,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне расположены два контрольно-распределительных пункта – КРП-23/1 и КРП-23/2.

В КРП-23/1 и КРП-23/2 установлены и находятся в работе регуляторы давления для поддержания необходимого гидравлического режима в

распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данных пунктов.

Теплоснабжение потребителей от КРП-23-1 осуществляется от тепловой камеры «ТК-10/5» тепломагистрали Ду400.

Насосное оборудование КРП-23/1 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно- расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис.12.1.1.36.

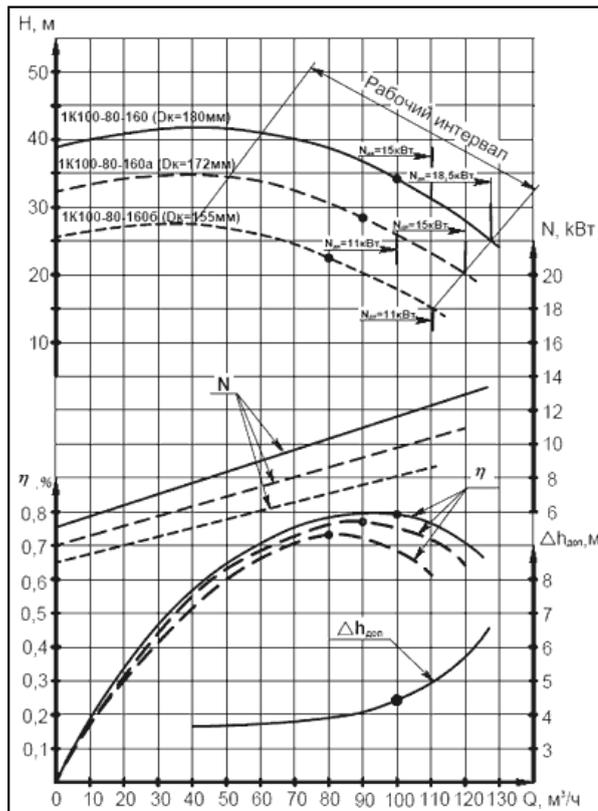


Рисунок 12.1.1.36 Характеристики насоса KM100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равные соответственно 29 т/ч и 69 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Теплоснабжение потребителей от КРП-23/2 осуществляется от тепловой камеры «ТК-10/6» тепломагистрали Ду400.

Насосное оборудование КРП-23/2 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки KM100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно- расходная характеристика насосов KM100-80-160 приведена на рис.12.1.1.37.

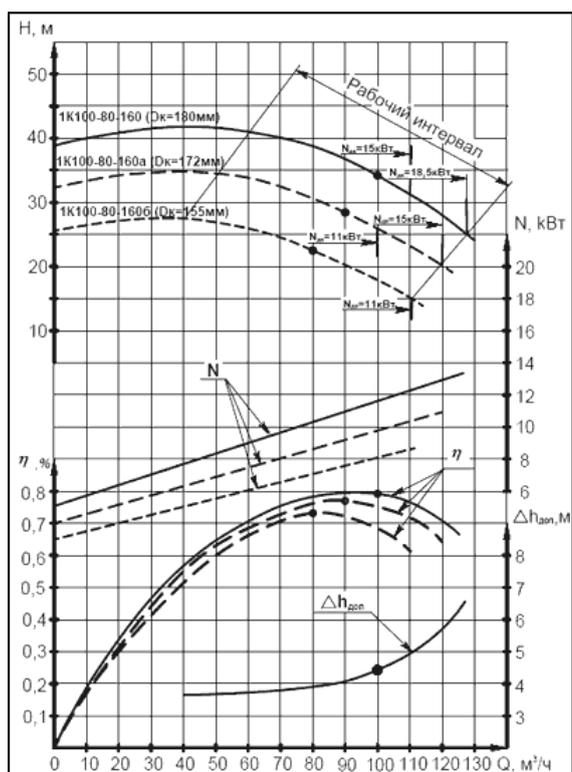


Рисунок 12.1.1.37 Характеристики насоса KM100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равные соответственно 20 т/ч и 48 т/ч определяет работу насосов в не рабочей зоны напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №24 и 26

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 10/3» Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 12 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 4,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В микрорайоне 24 расположен центральный тепловой пункт – ЦТП-24/26.

Потребители представлены двумя зонами: 9-ти и 16-ти этажной застройки.

В ЦТП-24/26 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование центрального теплового пункта для зоны 9-ти этажной застройки представлено:

– циркуляционные насосы системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 3 шт. и одного насоса марки Д320-50;

– на обратном трубопроводе установлены подкачивающие насосы марки 1Д500-63А в количестве 3 шт., обеспечивающих необходимое давление в обратном трубопроводе на ЦТП-24/26.

Насосное оборудование центрального теплового пункта для зоны 16-ти этажной застройки:

– насосы марки Omega 10-210-2 в количестве 2 шт., установленных на перемычке между подающим и обратным трубопроводом для осуществления

«погодного регулирования»;

– циркуляционные насосы системы ГВС, марки Omega 6-200-2 в количестве 3 шт.

Напорно-расходные характеристики указанных насосов приведены на рис.12.1.1.38,12.1.1.39.

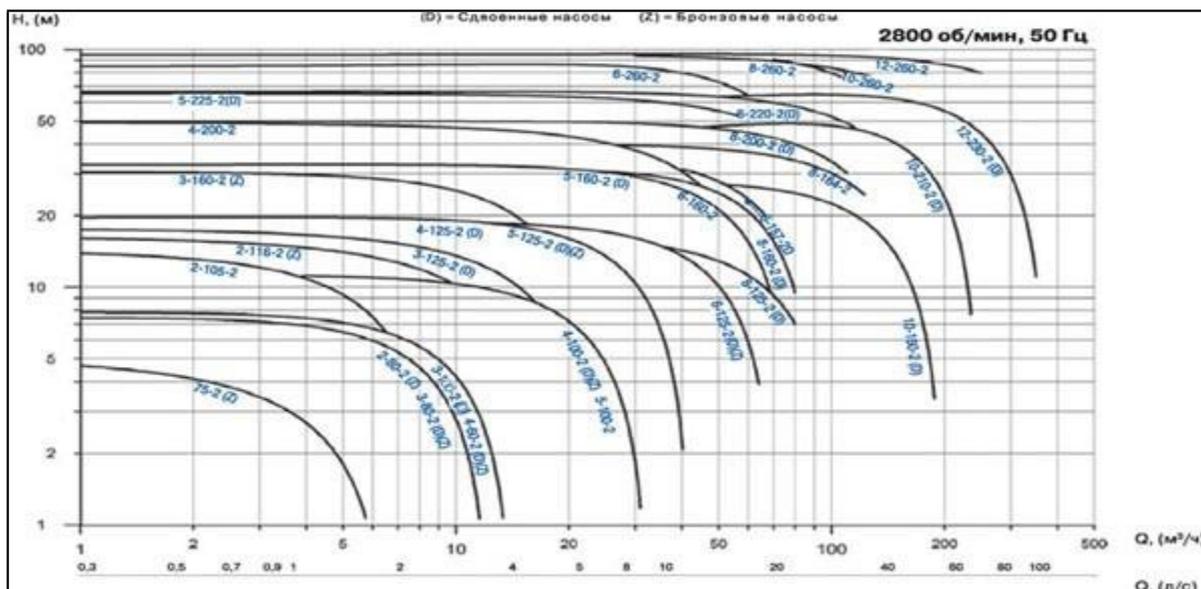


Рисунок 12.1.1.38 Характеристики насоса Omega 10-210-2 и Omega 6-200-2.

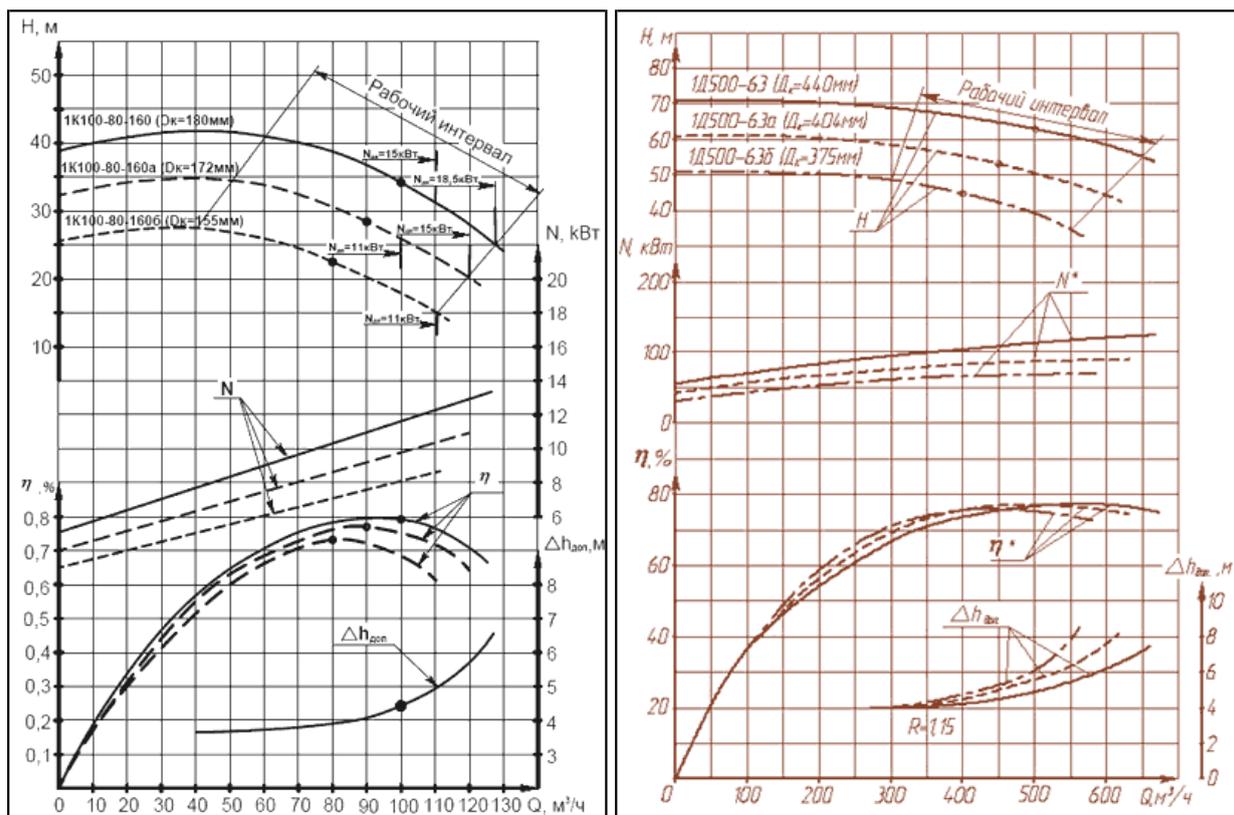


Рисунок 12.1.1.39 Характеристики насоса KM100-80-160 и 1D500-63A.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Omega 10-210-2, обеспечивающий циркуляцию теплоносителя в системах отопления 16-ти этажной застройки, составляет 35 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 и Д350-50 9-ти этажной застройки равные соответственно 151 т/ч и 361 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики. Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки Omega 6-200-2 16-ти этажной застройки равные соответственно 13 т/ч и 32 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки 1D500-63A, обеспечивающие необходимый располагаемый напор в системах отопления, составляет 573 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №25

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 10/10» и «ТК- 10/11».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 13 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,6 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В микрорайоне 25 расположены два центральных тепловых пункта – КРП- 25/1 и КРП-25/2.

В КРП-25/1 и КРП-25/2 установлены и находятся в работе регуляторы давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данных пунктов.

На текущий момент, для потребителей данного микрорайона от ЦТП-25/1 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 31%, от ЦТП-25/2 на 26%.

Теплоснабжение потребителей от КРП-25/1 осуществляется от тепловой камеры «ТК-10/10».

Насосное оборудование ЦТП-25/1 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки 4К-8 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов 4К-8 приведена на рис. 12.1.1.40 .

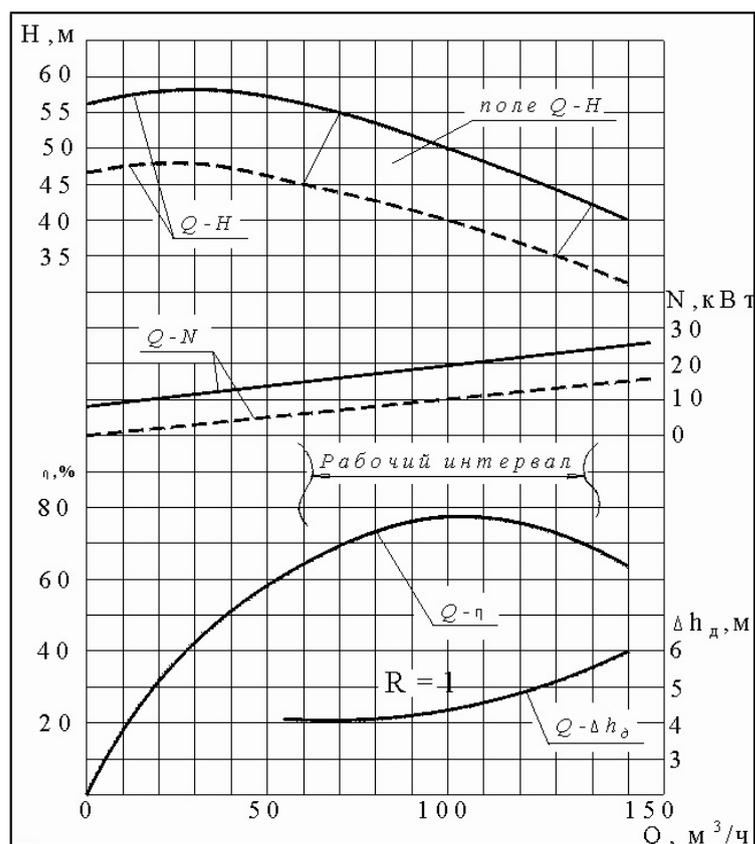


Рисунок 12.1.1.40 Характеристики насоса 4К-8.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки 4К-8 равные соответственно 30 т/ч и

71 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Теплоснабжение потребителей от КРП-25/2 осуществляется от тепловой камеры «ТК-10/11».

Насосное оборудование КРП-25/2 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-65-200 в количестве 2 шт. и насоса марки К20/30. Напорно-расходная характеристика насосов К20/30 приведена на рис. 12.1.1.41.

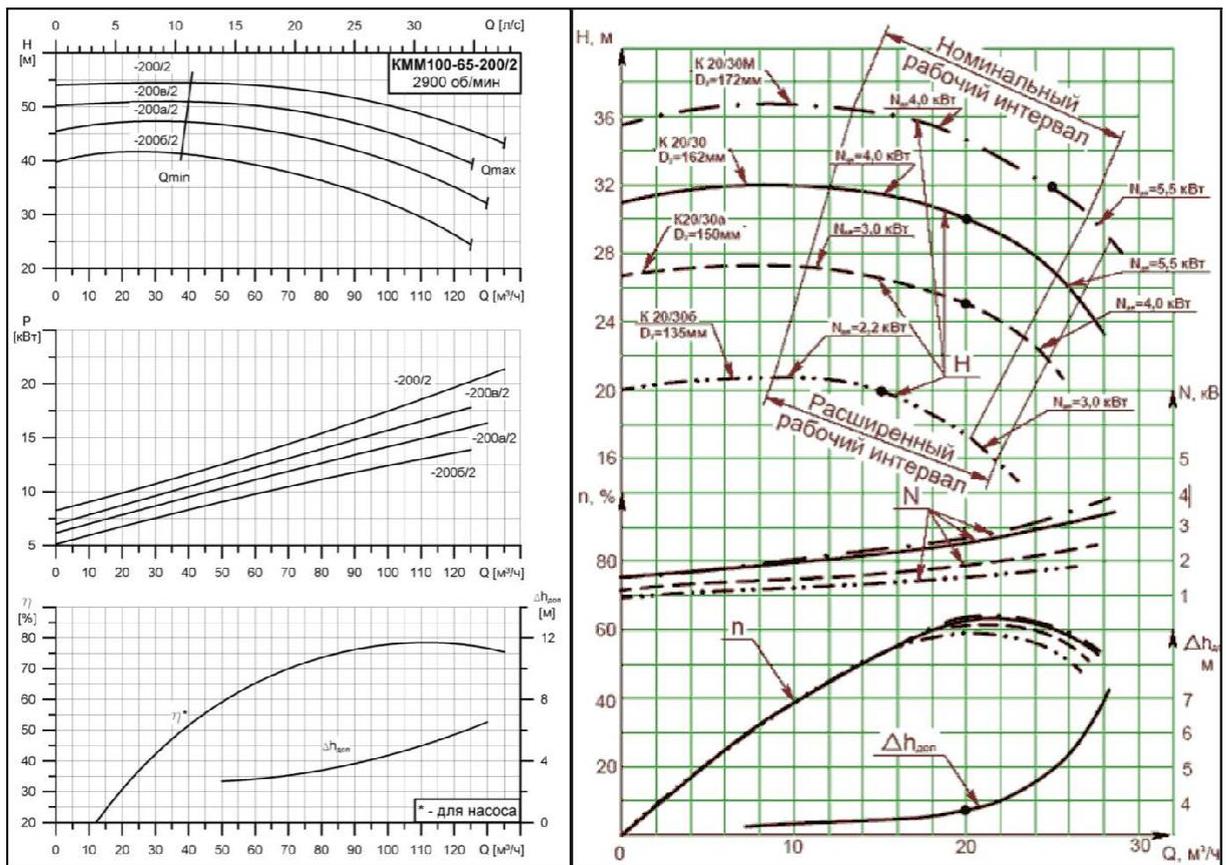


Рисунок 12.1.1.41 Характеристики насоса KM100-65-200 и K20/30.

**Рисунок 12.1.1.41 Характеристики насоса KM100-65-200 и K20/30**

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки K20/30 равные соответственно 3 т/ч и 7 т/ч определяет работу насосов в не рабочей зоны напорно-расходной характеристики.

**Микрорайон №27**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-3» Ду350.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 14 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 6,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В микрорайоне 25 расположены два центральных тепловых пункта – ЦТП- 27/1 и ЦТП- 27/2.

В ЦТП-27/1 и ЦТП-27/2 установлены и находятся в работе регуляторы давления для

поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данных пунктов.

На текущий момент, для потребителей данного микрорайона от ЦТП-27/1 характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 5%, от ЦТП-27/2 на 26%.

Насосное оборудование ЦТП-27/1 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно- расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис. 12.1.1.42 .

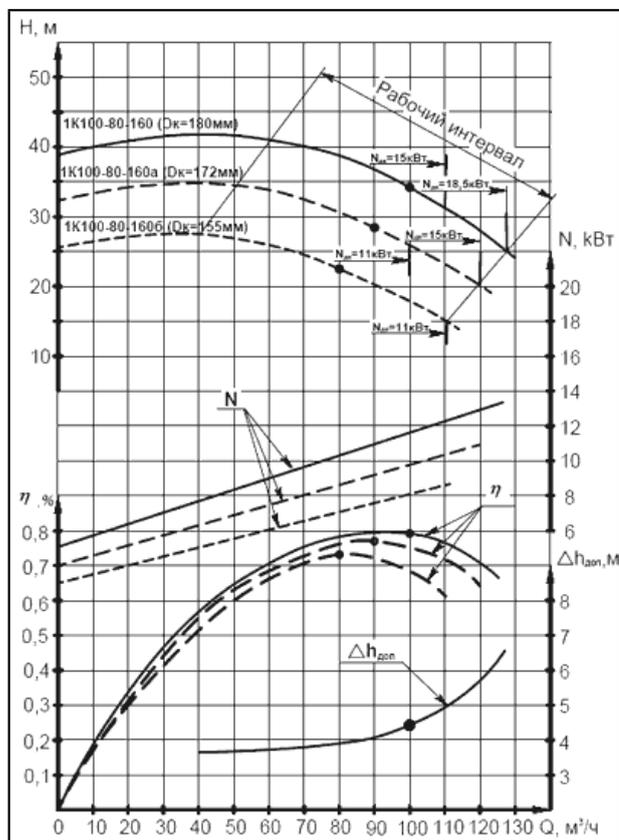


Рисунок 12.1.1.42 Характеристики насоса КМ100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки КМ100-80-160 равные соответственно 37 т/ч и 89 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Насосное оборудование ЦТП-27/2 представлено циркуляционными насосами системы ГВС, марки КМ100-80-160 в количестве 2 шт. Напорно-расходная характеристика насосов КМ100-80-160 приведена на рис.12.1.1.43.

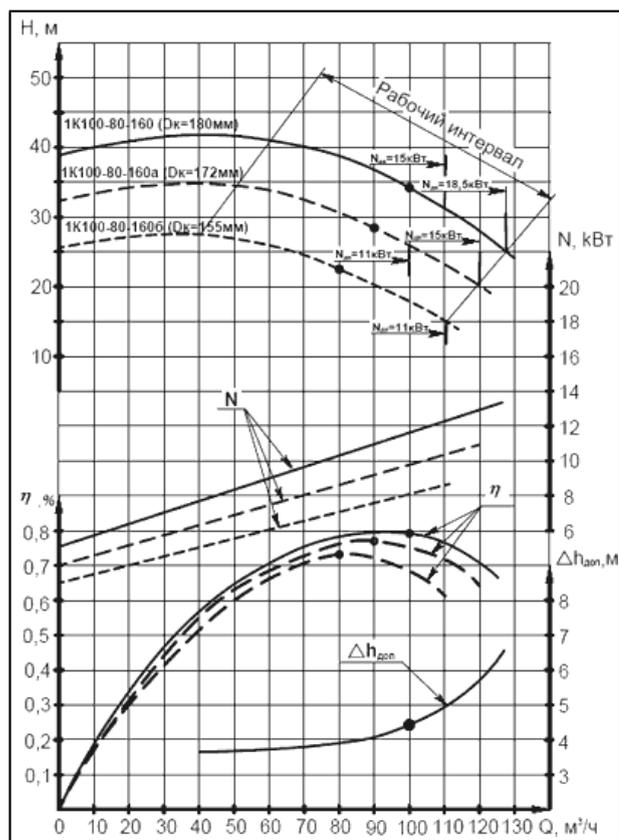


Рисунок 12.1.1.43 Характеристики насоса KM100-80-160.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки KM100-80-160 равные соответственно 27 т/ч и 64 т/ч определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### Микрорайон №29

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК- 10/8» и «ТК-25».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 21 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### Микрорайон №32

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК- 25».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 27 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В этом микрорайоне находится насосная станция ПНС-55. Теплоснабжение потребителей через насосную станцию осуществляется от тепловой камеры «НО- 55» тепломагистрали Ду1000 НКТЭЦ.

Насосное оборудование ПНС представлено насосами марки Wilo-CronoLine- IL 80/190-18,5/2 в количестве 3 шт, установленными на обратном трубопроводе. Напорно-расходная характеристика насосов Wilo-CronoLine-IL 80/190-18,5/2 приведена на рис. 12.1.1.44.

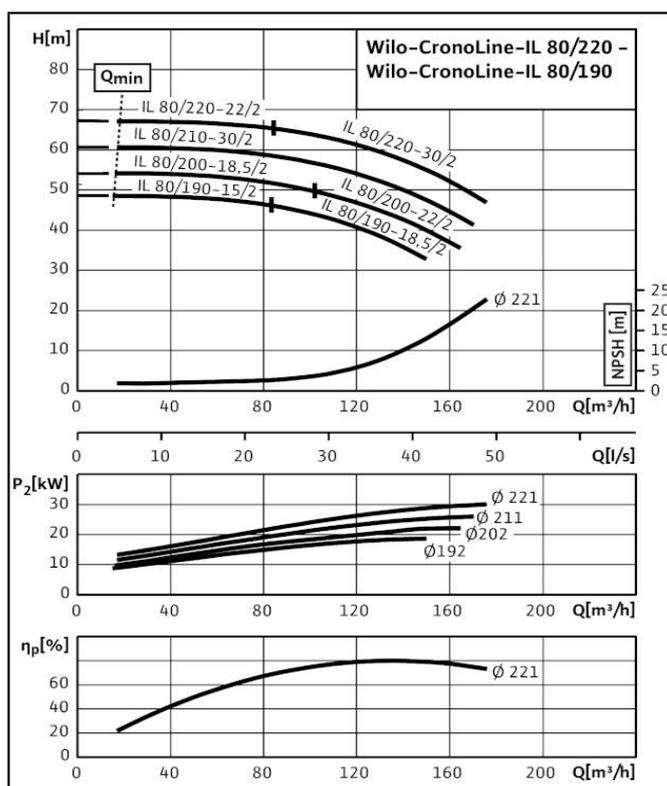


Рисунок 12.1.1.44 Характеристики насоса Wilo-CronoLine-IL 80/190-18,5/2.

Величина располагаемого напора на тепловых вводах потребителей характеризует гидравлический режим систем теплоснабжения и определяется существующим потокораспределением во внешней тепловой сети.

В таблице 12.1.1.22 приведены средние значения располагаемого напора совокупности потребителей рассматриваемых микрорайонов. При этом, величины средних располагаемых напоров на тепловых вводах потребителей в рассматриваемых микрорайонах приняты на

основании проведенных гидравлических расчетов в «ZuluThermo», а также сведений по фактическим параметрам теплоносителя на тепловых вводах потребителей за отопительный период, предоставленных АО «КТСК».

Таблица 12.1.1.22 Значения располагаемых напоров у потребителей

<b>Микрорайон</b>	<b>Тепловая камера</b>	<b>Средний расп. напор на потребителе, м</b>	<b>Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %</b>
<b>Центральный район</b>			
1	УТ-I-25а	44	20
2	ТК-I-32	46	0
3	ТК-I-19	36	20
4	ТК-I-19	31	15
4	ТК-I-30	38	15
5	ТК-I-16	38	10
6	ТК-I-12	39	15
7	ТК-I-56	22	10
8	ТК-I-63	24	0
8	ТК-I-74	13	0
9	ТК-I-75	16	0
10	УТ-I-82	12	0
11	ТК-II-34	11	- 10
11а	ТК-II-27	14	- 20
11а	ТК-II-32	13	- 20
12	ТК-I-64	24	0

<b>Микрорайон</b>	<b>Тепловая камера</b>	<b>Средний расп. напор на потребителе, м</b>	<b>Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %</b>
12	ТК-I-68	22	- 10
13	ТК-II-21	24	- 20
13	ТК-III-1	24	- 10
14	ТК-II-23	20	- 10
15	ТК-I-80	13	0
15	ТК-II-32	15	- 20
16	ТК-II-24	18	- 20
16	ТК-II-27	14	- 20
17	ТК-II-22	19	- 10
17	ТК-II-23	19	- 20
18	ТК-III-42	17	- 20
18	ТК-IV-62	11	- 20
19	ТК-IV-62	11	- 10
20	ТК-III-41	14	- 10
20	ТК-IV-2	14	- 20
34a	ТК-34-30	9	- 20
34	ТК-34-1	10	- 20
35	ТК-35-1	11	- 20
36	ТК-36-1	13	- 20
37	ТК-III-5	16	- 20
37	ТК-III-6	18	- 20
38	ТК-II-3	19	0
39	УТ-II-41	22	0
39	ТК-II-18	22	- 20
40	ТК-39-6	25	- 20
43	ТК-II-15	27	0
44	ТК-II-16	26	0

<b>Микрорайон</b>	<b>Тепловая камера</b>	<b>Средний расп. напор на потребителе, м</b>	<b>Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %</b>
44	ТК-II-18	23	- 20
46	ТК-II-11	24	0
47	ТК-II-10	31	0
48	ТК-I-56	20	10
49	УТ-I-10	30	10
49	УТ-I-11	37	10
49	УТ-I-13	39	10
49	ТК-I-51	33	10
49	ТК-I-53	30	10
50	УТ-I-11	40	10
51	УТ-I-7	27	20
<b>Завскитимская часть Центрального района</b>			
3	ТК-17-4	10	10
3	ТК-17-9	15	70
3	ТК-17-12	16	50
3	ТК-17-15	15	0
3	ТК-17-16	18	50
3	ТК-IV-19	10	30
3	ТК-IV-20	9	30
4-5	ТК-IV-28	25	20
4-5	ТК-193	22	30
5	ТК-17-2	11	- 10
5	ТК-17-4	10	70
6/49	ТК-IV-22	13	30
7	ТК-17-7	22	20
7a	ТК-17-5	14	20
11	ТК-17-17	11	20

Микрорайон	Тепловая камера	Средний расп. напор на потребителе, м	Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %
11	ТК-IV-20	10	30
12	ТК-17-17	15	20
12	ТК-IV-14	15	20
8	ТК-193	22	40
8	ТК-IV-31	21	38
8	ТК-IV-33	21	40
9	ТК-IV-31	22	38
9	ТК-IV-33	20	40
15	ТК-12	26	20
15a	УТ-А	25	20
<b>Заводский район</b>			
1 (п.Южный)	ТК-72/1	11	0
2 (п.Южный)	ТК-72/3	13	0
3 (п.Южный)	ТК-72/5	13	0
5 (п.Южный)	ТК-72/3	14	0
6 (п.Южный)	ТК-72/4	12	0
8 (п.Южный)	ТК-74/2	24	10
9 (п.Южный)	ТК-74/2	23	10
10 (п.Южный)	ТК-74/2	18	10
11 (п.Южный)	НО-75	10	- 10
12 (п.Южный)	ТК-80a/5	37	10
13 (п.Южный)	ТК-80a/6	39	10
14 (п.Южный)	ТК-80a/4	40	10
14 (п.Южный)	ТК-80a/6	38	10
15 (п.Южный)	ТК-80a/7	39	10
21	ТК-IV-3a	9	- 10
21a	ТК-IV-7	9	- 10

Микрорайон	Тепловая камера	Средний расп. напор на потребителе, м	Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %
24	ТК-III-12	31	- 20
32	ТК-III-17	27	- 20
33	ТК-III-15	31	- 20
33	ТК-III-11	33	- 20
51	ТК-III-21	30	- 20
51	ТК-III-23	32	- 20
52	ТК-III-21	28	- 20
52	НО-25	28	- 30
53	ТК-III-25	30	- 20
53	ТК-III-25a	30	- 20
54	ТК54-1	30	- 20
59	КСЗ-11	37	- 8
60	УТ-3 ФПК	38	- 8
ФПК	ТК-101	37	0
<b>Ленинский район</b>			
14	ТК-37'	21	- 30
14	ТК-59	13	46
16	ТК-8	22	48
17	ТК-Д	27	- 34
18	ТК-Д	19	23
19	ТК-А	25	52
20	ТК-36	26	- 50
20	НО-7	20	- 30
21	ТК-38	11	41
21	ТК-7	11	31
22	ТК-62	13	36
22	ТК-11	31	16

Микрорайон	Тепловая камера	Средний расп. напор на потребителе, м	Увеличение (+) / снижение (-) расхода сет. воды на СО, %
23	ТК-10/5	19	31
23	ТК-10/6	19	41
24, 26	ТК-10/3	14	0
25	ТК-10/9	15	26
27	ТК-3а	16	26
29	ТК-10/8	21	0
29	ТК-25	29	0
32	ТК-25	29	0

Следует отметить, что приведенные выше значения располагаемых напоров являются усредненными по микрорайону в целом. Тем не менее, это позволяет оценить зоны теплоснабжения, для потребителей которых характерна нехватка располагаемого напора для нормальной работы смесительных устройств.

**Выводы по рассмотрению режимов работы распределительных (квартальных) тепловых сетей, на балансе АО «КТСК».**

1. распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются низкой величиной удельных гидравлических потерь и отсутствием участков с повышенным гидравлическим сопротивлением.

Данное обстоятельство связано, в первую очередь, с тем, что система централизованного теплоснабжения г. Кемерово разрабатывалась (проектировалась) с учетом водоразбора из подающего трубопровода при максимальном расходе. Однако, величина фактического водоразбора значительно ниже теоретического максимального значения, что определяет низкие гидравлические потери в распределительных тепловых сетях и, соответственно, существующий запас пропускной способности распределительных тепловых сетей.

2. насосное оборудование на насосных станциях, КРП и ЦТП находится, в основном, в оптимальном режиме работы.

3. в настоящее время существуют локальные зоны совокупности потребителей, для которых характерны низкие располагаемые напоры на границах раздела между АО «КТСК» и ООО «СГК».

4. нехватка располагаемого напора у потребителей вызвана, в первую очередь, вынужденными режимами работы магистральных тепловых сетей ООО «СГК» из-за разрегулировки теплогидравлических режимов систем теплоснабжения, а также истощением пропускной способности ряда магистральных тепловых сетей.

### **Расчетный режим работы системы теплоснабжения**

Расчетный режим системы централизованного теплоснабжения рассчитан на основании полной электронной модели СЦТ, включающей в себя как магистральные тепловые сети, так и распределительные (квартальные) тепловые сети до тепловых вводов абонентов по расчетным расходам сетевой воды.

Параметры расчетного гидравлического режима работы на тепловых выводах с рассматриваемых источников тепловой энергии приведены в таблице 12.1.1.23.

Таблица 12.1.1.23 Параметры расчетного гидравлического режима работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
БУ-1, ТМ II Ду600	10,0	2,7	1 640	1 460
БУ-2, ТМ I Ду600	10,0	2,7	1 810	1 670
БУ-3, ТМ III Ду1000	13,5	2,7	3 170	2 900
Бу-4, ТМ IV Ду800	13,0	2,7	3 660	3 070
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>10 280</b>	<b>9 100</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
БУ-4	13,6	4,0	1 760	960
БУ-5	13,3	4,0	1 380	1 380
БУ-6	13,3	4,0	2 500	2 500
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>	<b>5 640</b>	<b>4 840</b>	<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>	<b>5 640</b>

Для организации расчетного гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.1.24).

Таблица 12.1.1.24 Секционирование магистральных тепловых сетей.

№	Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	Секционирование по трубопроводу
1	в КС3-8 в сторону НО-1	по подающему
2	в УТ-34а в сторону ТК-VIII-43	по подающему
3	в ТК-III-24 в сторону НО-16	по подающему* и обратному
4	в ТК-199 в сторону ТК-IV-30	по обратному
5	в ТК-199 в сторону ТК-199А	по обратному*
6	в УТ-7А-1 в сторону ТК-17-5	по подающему
7	в ТК-IV-5 в сторону ТК-IV-60	по подающему
8	в УТ-74 в сторону УТ-74/2	по подающему
9	в КС3-3 в сторону КС3-VIII-2 (от ЗВК)	по обратному
10	в ТК-37'' в сторону ТК-37'	по подающему и обратному
11	в ТК-IV-19 в сторону ТК-IV-18	по подающему и обратному
12	в ТК-IV-25А в сторону ТК-17-16	по подающему
13	в ТК-25 (пр. Химиков) в сторону ТК-24	по обратному*
14	в ТК-IV-17 в сторону ТК-IV-19	по подающему и обратному
15	в ТК-17-14 в сторону ТК-17-14А	по обратному*

\*Примечание. Задвижка находится в приоткрытом состоянии.

При этом, на указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Параметры, характеризующие расчетный гидравлический режим работы насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.1.25.

Таблица 12.1.1.25 Параметры расчетного режима работы тепловых сетей

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	обратном
	$P_1^{пз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{пз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	5,3	10,0	3,7	4,0	3 940	2 940
ПНС-2 (на обратном)	8,9	10,4	3,1	7,3	320	1 180
ПНС-3 (на обратном)	7,2	8,6	2,9	5,1	210	90
ПНС-5 (на обратном)	7,2	9,7	2,8	5,4	670	830
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,3	12,1	3,2	8,2	3 650	3 080
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	10,0		1,3	6,2	5 460	4 690
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	10,0		1,3		2 710	2 460
от ПНС-9 по ТМ Ду1000					5 810	5 140
от ПНС-9 по ТМ Ду800					2 360	2 010
ПНС-10 (на подающем)	7,4	12,2	4,9	5,5	2 020	1 870

Расходы сетевой воды через насосные станции, приведенные в таблице, определяют работу насосных агрегатов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Для обеспечения расчетного теплогидравлического режима и необходимых для нормального теплоснабжения потребителей располагаемых напоров на тепловых вводах следует:

- 1) Произвести наладку тепловых сетей в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками при температурном графике 150/70°C.
- 2) Выдерживать температурный график 150/70°C.
- 3) Повысить располагаемые напоры на выводах магистральных тепловых сетей от источников тепловой энергии за счет повышения давления в подающих трубопроводах в соответствии с таблицей.

4) Изменить параметры гидравлического режима работы насосных станций в соответствии стаблицей.

В таблице 12.1.1.26 приведено сопоставление фактического гидравлического режима и расчетного – гидравлического режима после наладки тепловых сетей на расчетные (проектные) тепловые нагрузки при температурном графике 150/70°С.

Таблица 12.1.1.26 Сопоставление фактического и расчетного режимов работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч				Отклонение фактического расхода от расчетного, %	
	Существующий режим		Расчетный режим			
	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.
<b>Кемеровская ГРЭС</b>						
БУ-1, ТМ II Ду600	1 555	1 400	1 640	1 460	-5,5	-4,3
БУ-2, ТМ I Ду600	1 840	1 690	1 810	1 670	1,6	1,2
БУ-3, ТМ III Ду1000	3 180	2 890	3 170	2 900	0,3	-0,3
БУ-4, ТМ IV Ду800	3 910	3 320	3 660	3 070	6,4	7,5
<b>Итого по КГРЭС</b>	<b>10 485</b>	<b>9 300</b>	<b>10 280</b>	<b>9 100</b>	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>						
БУ-4	1 760	950	1 760	960	0	-1,1
БУ-5	1 370	1 370	1 380	1 380	-0,7	-0,7
БУ-6	2 500	2 500	2 500	2 500	0	0
<b>Итого по НКТЭЦ</b>	<b>5 630</b>	<b>4 820</b>	<b>5 640</b>	<b>4 840</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,4</b>

Как видно из таблицы, фактический (при низких температурах наружного воздуха) суммарный расход сетевой воды в подающих трубопроводах тепловой сети в целом по системе теплоснабжения практически равен своему расчетному значению, превышение составляет 3%.

Однако, данная величина – 3% является обобщающей и характеризует отличие суммарного расхода в целом во всей системе теплоснабжения.

### Зимний режим работы системы теплоснабжения

Зимний режим системы централизованного теплоснабжения рассчитан на основании полной электронной модели СЦТ, включающей в себя как магистральные тепловые сети, так и распределительные (квартальные) тепловые сети до тепловых вводов абонентов при условии максимального разбора воды на нужды горячего водоснабжения из обратного трубопровода.

В нижеследующей таблице 12.1.1.27 приведены расходы сетевой воды по тепломагистралям, соответствующие данному режиму.

Таблица 12.1.1.27 Параметры работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
БУ-1, ТМ II Ду600	10,0	2,7	1 615	1 460
БУ-2, ТМ I Ду600	10,0	2,7	1 785	1 670
БУ-3, ТМ III Ду1000	13,5	2,7	3 120	2 930
Бу-4, ТМ IV Ду800	13,0	2,7	3 630	3 095
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>10 150</b>	<b>9 155</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
БУ-4	13,6	4,0	1 730	975
БУ-5	13,3	4,0	1 380	1 380
БУ-6	13,3	4,0	2 500	2 500
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>5 610</b>	<b>4 855</b>

При этом, секционирование магистральных тепловых сетей соответствует расчетному режиму.

Параметры, характеризующие зимний гидравлический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.1.28.

Таблица 12.1.1.28 Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{нз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{нз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	5,3	10,1	3,7	4,2	3 910	2 975
ПНС-2 (на обратном)	9,0	10,5	3,2	7,3	275	1 170
ПНС-3 (на обратном)	7,3	8,7	3,0	5,2	200	90
ПНС-5 (на обратном)	7,2	9,8	2,8	5,4	660	825
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,3	12,1	3,3	8,3	3 620	3 100
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	10,0		1,4	6,3	5 430	4 710
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	10,0		1,4		2 665	2 490
от ПНС-9 по ТМ Ду1000					5 755	5 170
от ПНС-9 по ТМ Ду800					2 340	2 030
ПНС-10 (на подающем)	7,6	12,3	4,9	5,5	2 005	1 890

Расходы сетевой воды через насосные станции, приведенные в таблице, определяют работу насосных агрегатов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

Необходимо указать, что в г. Кемерово переключение горячего водоснабжения из подающего трубопровода на обратный трубопровод, при достижении определенной температуры наружного воздуха, не производится, необходимо установить регуляторы температуры и давления в системе горячего водоснабжения.

### **Переходный режим работы системы теплоснабжения**

Переходный режим системы централизованного теплоснабжения рассчитан на основании полной электронной модели СЦТ, включающей в себя как магистральные тепловые сети, так и распределительные (квартальные) тепловые сети до тепловых вводов абонентов при условии максимального разбора воды на нужды ГВС из подающего трубопровода.

В нижеследующей таблице 12.1.1.29 приведены расходы сетевой воды по тепломагистралям соответствующие данному режиму. При этом, давления теплоносителя в подающем трубопроводе на выводах с источников тепловой энергии, как и для расчетного гидравлического режима, близки к предельным значениям, которые определяются существующими ограничениями работы теплофикационных установок.

Таблица 12.1.1.29 Параметры работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
БУ-1, ТМ II Ду600	10,0	2,7	1 705	1 445
БУ-2, ТМ I Ду600	10,0	2,7	1 885	1 655
БУ-3, ТМ III Ду1000	13,5	2,7	3 260	2 880
Бу-4, ТМ IV Ду800	13,0	2,7	3 730	3 055
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>10 580</b>	<b>9 035</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
БУ-4	13,6	4,0	1 850	940
БУ-5	13,3	4,0	1 380	1 380
БУ-6	13,3	4,0	2 500	2 500
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>5 730</b>	<b>4 820</b>

В таблице 12.1.1.30 приведено сопоставление расходов сетевой воды, характеризующих различные режимы: существующий – фактически сложившийся гидравлический режим; расчетный – при расчетных расходах сетевой воды и переходный – при максимальном водоразборе из подающего трубопровода.

Таблица 12.1.1.30 Сопоставление расходов сетевой воды при фактическим, расчетном и переходном режимах

Тепломагистраль	Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч					
	Существующий режим		Расчетный режим		Переходный Режим	
	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.
<b>Кемеровская ГРЭС</b>						
БУ-1, ТМ II Ду600	1 555	1 400	1 640	1 460	1 705	1 445
БУ-2, ТМ I Ду600	1 840	1 690	1 810	1 670	1 885	1 655
БУ-3, ТМ III Ду1000	3 180	2 890	3 170	2 900	3 260	2 880
БУ-4, ТМ IV Ду800	3 910	3 320	3 660	3 070	3 730	3 055
<b>Итого по КГРЭС</b>	<b>10 485</b>	<b>9 300</b>	<b>10 280</b>	<b>9 100</b>	<b>10 580</b>	<b>9 035</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭ</b>						
БУ-4	1 760	950	1 760	960	1 850	940
БУ-5	1 370	1 370	1 380	1 380	1 380	1 380
БУ-6	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
<b>Итого по НКТЭЦ</b>	<b>5 630</b>	<b>4 820</b>	<b>5 640</b>	<b>4 840</b>	<b>5 730</b>	<b>4 820</b>

Таким образом, существующая структура тепловых сетей системы централизованного теплоснабжения левобережной части г. Кемерово позволяет обеспечить нормативный уровень теплоснабжения всех потребителей при максимальном водоразборе из подающего трубопровода.

### **Летний режим работы системы теплоснабжения**

Покрытие нагрузки горячего водоснабжения в летний период осуществляется КГРЭС и НКТЭЦ по тупиковой схеме, без циркуляции теплоносителя.

От Кемеровской ГРЭС теплоноситель по тепломагистралям ТМ-I и ТМ-II обеспечивает нагрузку горячего водоснабжения потребителей Центрального и Заводского районов (до р. Искитимка), а также по ТМ-IV - для обеспечения горячего водоснабжения потребителей Ленинского района.

От Ново-Кемеровской ТЭЦ и тепломагистрали ТМ-III КГРЭС через ПНС-9 по тепломагистрали Ду800 после ПНС-9 (ул. Сибиряков-Гвардейцев), через ПНС-10 и далее через перемычку между тепловыми камерами «УТ-2» и «ТК-101» обеспечивается ГВС потребителей пос.Южный и Заискитимской части.

При этом, в работе находятся следующие насосные станции: ПНС-1, ПНС-2, ПНС-8, ПНС-10, ПНС ЗВК. В таблице 12.1.1.31 приведены расчетные максимальные расходы воды по источникам и насосным станциям в летний период.

Таблица 12.1.1.31 Расчетные максимальные расходы воды по источникам и насосным станциям в летний период

<b>Источник / ПНС</b>	<b>Давление теплоносителя, кгс/см<sup>2</sup></b>	<b>Максимальный расход, т/ч</b>
КГРЭС	6,0	3 990
НКТЭЦ	6,0	1 952
ПНС-1	4,1 / 6,1	480
ПНС-2	5,9 / 9,4	1 930
ПНС-8	3,9 / 9,9	1 850
ПНС-10	4,6 / 8,6	1 500
ПНС ЗВК	2,3 / 4,8	200

Суммарный расчетный максимальный расход в целом по всей тепловой сети составляет 5 940 т/ч. При этом, величины фактического минимального и максимального водоразбора (за июль 2012г.) равны соответственно: 280 т/ч и 2 300 т/ч.

Для организации гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в летний период предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.1.32).

Таблица 12.1.1.32 Секционирование магистральных тепловых сетях

<b>№</b>	<b>Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование</b>	<b>Положение секционирующей Задвижки</b>
1	ПНС-3 (задвижки №№ 5, 29)	Закрыта
2	ПНС-8 (задвижки № П-10, О-10, П-19, О-19)	Открыта (по команде диспетчера)
3	ТК-199 Ду500	Открыта
4	ТК-199 Ду600	Открыта
5	ТК-36	Закрыта
6	ТК-74	Открыта/закрыта по команде диспетчера

№	Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	Положение секционирующей Задвижки
7	ТК-199а	Закрыта
8	ТК-17-14 (Ду300)	Закрыта
9	ТК-IV-25а (в сторону ТК-17-16)	Открыта
10	УТ-III-8 (в сторону УТ-III-11)	Открыта по команде диспетчера
11	УТ-30а (перемычка между ТМ-IV и ТМ-I)	Открыта по команде диспетчера
12	ТК-59	Закрыта/открыта по команде диспетчера
13	ТК-37'	Открыта по команде диспетчера

Температура воды с Кемеровской ГРЭС и Ново-Кемеровской ТЭЦ поддерживается в диапазоне 70 – 80°С.

В случае применения циркуляции теплоносителя по тепловой сети в неотапительный период расчетный суммарный расход воды на выводах КГРЭС и НКТЭЦ составит 6020 т/ч. При этом, расход в обратном трубопроводе равен 520 т/ч.

### **Статический режим работы системы теплоснабжения**

Статическое давление в системах теплоснабжения при теплоносителе воде не должно превышать допустимое давление в оборудовании источников теплоты, в водяных тепловых сетях, в оборудовании тепловых пунктов и в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения потребителей, непосредственно присоединенных к тепловым сетям, и обеспечивать заполнение их водой.

В связи со значительной разницей геодезических отметок предусмотрено деление водяных тепловых сетей на независимые зоны.

Для создания необходимого статического режима во избежание превышения давления сетевой воды на установленном оборудовании СЦТ в схеме автоматизации насосных станций учитывается переход ПНС на статический режим при аварийных остановках источников тепловой энергии и других ПНС.

Статический режим работы оборудования источников тепловой энергии и насосных станций в тепловых сетях представлен в таблице 12.1.1.33.

Таблица 12.1.1.33 Статический режим работы

№	Тепломагистраль Насосная станция	Статическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Полный статический напор, м.вод.ст.
1	НКТЭЦ	3,4	175
2	КГРЭС	5,5	175
3	ПНС-1 – верхняя зона	5,5	210
4	ПНС-8 – верхняя зона	6,9	195
5	ПНС-2 – верхняя зона	7,3	210
6	ПНС-10 – верхняя зона	7,2	210

### **Аварийные режимы работы системы теплоснабжения**

#### **Остановка ПНС ЗВК**

Рассматривается аварийный режим при прекращении циркуляции от ЗВК, в том числе - останов сетевых насосов на ПНС ЗВК. При этом прекращается подача теплоносителя от ПНС ЗВК по «схеме смешения» в точку КСЗ-3 с теплоносителем из ТМ-IV КГРЭС.

Для организации данного режима осуществляется:

1. Увеличение циркуляции теплоносителя через ПНС-1 до 4580т/ч
2. Увеличение циркуляции теплоносителя через ПНС-8 до 4350т/ч
3. Перераспределение тепловых нагрузок от тепломагистрали ТМ-I КГРЭС через тепловую камеру «УТ-I-36» путем открытия запорной арматуры в тепловой камере «ТК-17-5» для теплоснабжения Заискитимской части.
4. Для обеспечения необходимой циркуляции теплоносителя и снижения давления в обратном трубопроводе осуществляется открытие задвижки по обратному трубопроводу в «УТ-I-36» и открытие задвижки по обратному трубопроводу в «ТК-17-14».
5. Сокращение расхода по подающему трубопроводу через ПНС-2.

Параметры режимов работы насосных станций в аварийном режиме работы тепломагистралей КГРЭС и НК ТЭЦ приведены в таблице 12.1.1.34.

Таблица 12.1.1.34 Параметры режимов работы насосных станций

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
ТМ I Ду600	11,0	2,7	2 019	1 903
ТМ II Ду600	11,0	2,7	2 394	1 866
ТМ III Ду1000	13,3	2,7	2 723	2 316
ТМ IV Ду800	13,3	2,7	4 353	3 922
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>11 489</b>	<b>10 007</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
ТМ-V Ду700	13,1	4,0	2 693	1 814
ТМ-VI Ду800	13,1	4,0	3 840	2 601
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>6 533</b>	<b>4 415</b>

Как видно из таблицы, снижение общей циркуляции по тепловой сети составляет 2 372 т/ч (в относительном выражении 13%).

Таблица 12.1.1.35 . Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	P <sub>1</sub> <sup>пз</sup>	P <sub>1</sub> <sup>вз</sup>	P <sub>2</sub> <sup>пз</sup>	P <sub>2</sub> <sup>вз</sup>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
ПНС-1 (на подающем)	4,4	9,7	4,3	4,3	4 736	2 605
ПНС-2 (на обратном)	9,5	10,8	6,1	7,4	424	407
ПНС-3 (на обратном)	7,8	7,8	4,9	4,9	441	273
ПНС-5 (на обратном)	9,4	9,4	3,5	4,6	429	554
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,4	12,8	3,8	12,4	4 570	3 740
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	9,7	9,7	1,5	5,1	6 453	5 763
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	9,7	9,7	1,5	---	2 480	932

от ПНС-9 по ТМ Ду1000	9,7	9,7	1,5	---	5 994	4 712
от ПНС-9 по ТМ Ду800	9,7	9,7	1,5	---	2 939	1 984
ПНС-10 (на подающем)	7,7	13,3	6,3	6,3	2 113	1 749

В данном аварийном режиме наблюдается снижение уровня теплоснабжения относительно своего расчетного значения в Ленинском районе. Однако, при этом, уровень подачи теплоты на отопление и вентиляцию составляет для данного района в среднем 92% от своего расчетного значения.

Согласно нормативным документам для г. Кемерово при авариях (отказах) в течение всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям в размере 88,8% от расчетного значения.

Таким образом, при останове сетевых насосов на ПНС ЗВК, Ново- Кемеровская ТЭЦ и Кемеровская ГРЭС обеспечивают необходимый уровень подачи теплоты.

#### **Отключение сетевых насосов на ПНС-8**

Рассматривается аварийный режим при останове сетевых насосов на ПНС-

2. ПНС-2 предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора за счет поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «нижней зоны» (микрорайоны №№ 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26 и 27).

Параметры аварийного режима работы приведены в таблице 12.1.1.36.

Таблица 12.1.1.36 Параметры аварийного режима работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
ТМ I Ду600	11,0	2,7	2 020	1 901
ТМ II Ду600	11,0	2,7	2 396	1 861
ТМ III Ду1000	13,3	2,7	3 088	1 189
ТМ IV Ду800	13,3	2,7	3 527	3 527
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>11 031</b>	<b>8 478</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
ТМ-V Ду700	13,1	4,0	2 815	2 340
ТМ-VI Ду800	13,1	4,0	4 010	3 328
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>6 825</b>	<b>5 668</b>

Параметры, характеризующие аварийный гидравлический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, приведены в таблице 12.1.1.37.

Таблица 12.1.1.37 Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{пз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{пз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	4,6	10,1	1,9	1,9	4 131	2 453
ПНС-2 (на обратном)	10,1	10,1	4,8	4,8	763	1 043
ПНС-3 (на обратном)	7,4	7,4	3,9	3,9	296	195
ПНС-5 (на обратном)	9,2	9,2	2,2	3,6	662	789
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,6	13,6	5,0	11,4	3 519	3 535
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	9,6	9,6	1,6	4,7	6 545	5 451
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	9,7	9,7	1,6	---	2 591	715
от ПНС-9 по ТМ Ду1000	9,7	9,7	1,6	---	6 267	4 498
от ПНС-9 по ТМ Ду800	9,7	9,7	1,6	---	2 869	1 668
ПНС-10 (на подающем)	6,9	12,4	3,4	3,4	2 407	1 652

При данном аварийном режиме общая циркуляция теплоносителя по тепловой сети сохраняется на уровне расчетного значения, однако происходит перераспределение теплоносителя. При этом, снижение подачи теплоты на отопление и вентиляцию отсутствует.

### **Отключение сетевых насосов на ПНС-2**

Рассматривается аварийный режим при останове сетевых насосов на ПНС-2. ПНС-2

предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора за счет поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей «нижней зоны» (микрорайоны №№ 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26 и 27).

Параметры аварийного режима работы приведены в таблице 12.1.1.38.

Таблица 12.1.1.38 Параметры аварийного режима работы

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
ТМ I Ду600	11,0	2,7	2 020	1 901
ТМ II Ду600	11,0	2,7	2 396	1 861
ТМ III Ду1000	13,3	2,7	3 088	1 189
ТМ IV Ду800	13,3	2,7	3 527	3 527
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>11 031</b>	<b>8 478</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
ТМ-V Ду700	13,1	4,0	2 815	2 340
ТМ-VI Ду800	13,1	4,0	4 010	3 328
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>6 825</b>	<b>5 668</b>

Параметры, характеризующие аварийный гидравлический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.1.39.

Таблица 12.1.1.39 Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{нз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{нз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	4,6	10,1	1,9	1,9	4 131	2 453
ПНС-2 (на обратном)	10,1	10,1	4,8	4,8	763	1 043
ПНС-3 (на обратном)	7,4	7,4	3,9	3,9	296	195

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{H3}$	$P_1^{B3}$	$P_2^{H3}$	$P_2^{B3}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-5 (на обратном)	9,2	9,2	2,2	3,6	662	789
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,6	13,6	5,0	11,4	3 519	3 535
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	9,6	9,6	1,6	4,7	6 545	5 451
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	9,7	9,7	1,6	---	2 591	715
от ПНС-9 по ТМ Ду1000	9,7	9,7	1,6	---	6 267	4 498
от ПНС-9 по ТМ Ду800	9,7	9,7	1,6	---	2 869	1 668
ПНС-10 (на подающем)	6,9	12,4	3,4	3,4	2 407	1 652

При данном аварийном режиме общая циркуляция теплоносителя по тепловой сети сохраняется на уровне расчетного значения, однако происходит перераспределение теплоносителя. При этом, снижение подачи теплоты на отопление и вентиляцию отсутствует.

### Отключение сетевых насосов на ПНС-1

Рассматривается аварийный режим при останове сетевых насосов на ПНС-1. ПНС-1 предназначена в отопительный период для повышения давления в подающем трубопроводе.

Для организации наиболее оптимального режима теплоснабжения в случае останова сетевых насосов на ПНС-1 необходимо увеличить подачу теплоносителя через тепломагистрали ТМ-IV КГРЭС, ТМ-I КГРЭС (через тепловую камеру «ТК- 17-5»), а также от ЗВК.

Параметры аварийного режима работы приведены в таблице 12.1.1.40.

Таблица 12.1.1.40 Параметры аварийного режима работы тепловых сетей

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	Подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
ТМ I Ду600	11,0	2,7	1 974	2 091
ТМ II Ду600	11,0	2,7	2 353	1 934
ТМ III Ду1000	13,3	2,7	2 204	1 180
ТМ IV Ду800	13,3	2,7	4 080	3 318
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>10 611</b>	<b>8 523</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
ТМ-V Ду700	13,1	4,0	2 537	2 333
ТМ-VI Ду800	13,1	4,0	3 624	3 318
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>6 161</b>	<b>5 651</b>

Параметры, характеризующие аварийный гидравлический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.1.41.

Таблица 12.1.1.41 Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	Подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{H3}$	$P_1^{B3}$	$P_2^{H3}$	$P_2^{B3}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	7,7	7,7	1,8	1,8	1 870	2 187
ПНС-2 (на обратном)	8,4	9,2	3,4	4,7	760	1 165
ПНС-3 (на обратном)	6,5	6,5	2,7	2,7	306	46

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{нз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{нз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-5 (на обратном)	10,9	10,9	2,2	3,6	663	790
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,5	11,7	3,8	10,2	4 072	3 326
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	10,1	10,1	1,5	4,7	5 880	5 430
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	10,1	10,1	1,5	---	1 700	699
от ПНС-9 по ТМ Ду1000	10,1	10,1	1,5	---	4 297	4 523
от ПНС-9 по ТМ Ду800	10,1	10,1	1,5	---	3 282	1 606
ПНС-10 (на подающем)	6,9	12,4	3,4	3,4	2 824	1 589

При данном аварийном режиме общая циркуляция теплоносителя по тепловой сети находится практически на уровне расчетного значения, однако происходит перераспределение теплоносителя: снижение потока от НК ТЭЦ, при увеличении потока по тепломагистрали ТМ-IV КГРЭС. При этом, снижение подачи теплоты на отопление и вентиляцию не происходит.

### Отключение сетевых насосов на ПНС-9

Рассматривается аварийный режим при останове сетевых насосов на ПНС-9. ПНС-9 предназначена в отопительный период для снижения давления в обратном трубопроводе тепломагистралей Ду700 и Ду800 НК ТЭЦ.

Для организации наиболее оптимального режима теплоснабжения в случае останова сетевых насосов на ПНС-9 необходимо увеличить подачу теплоносителя через тепломагистрали ТМ-III КГРЭС, а также от ПНС ЗВК Ду700.

Параметры аварийного режим работы приведены в таблице 12.1.1.42.

Таблица 12.1.1.42 Параметры работы тепловых сетей в аварийном режиме

Тепломагистраль	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды по трубопроводу, т/ч	
	подающем	обратном	подающему	Обратному
<b>Кемеровская ГРЭС</b>				
ТМ I Ду600	11,0	2,7	2 023	1 891
ТМ II Ду600	11,0	2,7	2 404	1 845
ТМ III Ду1000	13,3	2,7	5 907	3 945
ТМ IV Ду800	13,3	2,7	4 007	3 396
<b>Итого по Кемеровской ГРЭС:</b>			<b>14 341</b>	<b>11 077</b>
<b>Ново-Кемеровская ТЭЦ</b>				
ТМ-V Ду700	13,1	4,0	613	625
ТМ-VI Ду800	13,1	4,0	938	926
<b>Итого по Ново-Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>1 551</b>	<b>1 551</b>

Параметры, характеризующие аварийный гидравлический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ГРЭС, Ново-Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.1.43.

Таблица 12.1.1.43 Параметры работы насосных станций

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	Подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{нз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{нз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-1 (на подающем)	3,6	8,3	2,4	2,4	2 841	2 024
ПНС-2 (на обратном)	8,6	9,4	3,8	5,1	747	1 183
ПНС-3 (на обратном)	6,9	6,9	3,4	3,4	291	149

Насосная станция (расположение насосов)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>				Расход воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем		обратном		подающем	Обратном
	$P_1^{нз}$	$P_1^{вз}$	$P_2^{нз}$	$P_2^{вз}$	$G_1$	$G_2$
ПНС-5 (на обратном)	7,2	7,2	3,0	4,4	570	695
ПНС-8 (на подающем и обратном трубопроводах)	7,5	11,9	3,9	10,6	3 999	3 404
ПНС-9 (на обратном) от НКТЭЦ, ТМ-V, ТМ-VI	6,5	6,5	1,8	1,8	1 330	1 391
ПНС-9 от ТМ-III КГРЭС	6,5	6,5	1,8	---	5 487	3 548
от ПНС-9 по ТМ Ду1000	6,5	6,5	1,8	---	4 499	3 587
от ПНС-9 по ТМ Ду800	6,5	6,5	1,8	---	2 317	1 352
ПНС-10 (на подающем)	5,1	10,6	4,0	4,0	1 899	1 343

При данном аварийном режиме общая циркуляция теплоносителя по тепловой сети снижается относительно расчетного значения на 1 445 т/ч.

Наибольшие величины снижения подачи теплоты на отопление и вентиляцию потребителей при отключении сетевых насосов ПНС-9 и дополнительной загрузке тепломагистралей ТМ-III КГРЭС и Ду700 ПНС ЗВК наблюдаются:

- для мрк.№1 – 15 Заводского района - снижение до 76%;
- для мрк.№21а Заводского района - снижение до 83%;
- для мрк.№9,14,15,15а,16,17,18,19,27,22 Ленинского района - снижение до 88%;
- для мрк.№21,24,32,33,51 Заводского района - снижение до 89%;
- для мрк.№4-5,59,60,ФПК Ленинского района - снижение до 89%;
- для мрк.№3,5,7,7а,11,12,6/49 Центрального района - снижение до 91%;
- для мрк.№8 Ленинского района - снижение до 91%;
- для мрк.№23, 24, 25, 26 Ленинского района - снижение до 94%.

Средняя величина подачи теплоты на отопление и вентиляцию по системе теплоснабжения составляет порядка 91%.

Согласно нормативным документам для г. Кемерово при авариях (отказах) в течении всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям в размере 88,8% от

расчетного значения.

Таким образом, при данном аварийном режиме, в целом, наблюдается снижение теплопотребления в пределах нормативной величины, за исключением совокупности потребителей указанных выше микрорайонов.

### **Резервы и дефициты пропускной способности тепловых сетей**

На основании расчетов в программном комплексе «ZuluThermo», моделирующих существующий фактически сложившейся гидравлический режим работы системы теплоснабжения при низких температурах наружного воздуха выявлены зоны дефицита пропускной способности тепловых сетей, и связанное с этим проблемное теплоснабжение потребителей.

Следует отметить, что дефицит пропускной способности магистральных тепловых сетей определяет глобальный характер зон с пониженным, относительно нормативного, уровнем теплоснабжения.

Исчерпание пропускной способности магистральных тепловых сетей характерно для теплопроводов:

- ТМ-IV КГРЭС и ТМ-V, ТМ-VI НКТЭЦ. Данные теплопроводы характеризуются наиболее значительным дефицитом пропускной способности.
- ТМ-I и ТМ-II КГРЭС, посредством которых осуществляется теплоснабжение потребителей западной части Центрального района г. Кемерово.
- Теплопроводов Ду600 от ТК-18 и Ду500 от ТК-199, осуществляющих теплоснабжение восточной части Центрального района.
- Теплопровода Ду600 от ТК-10 - до мкр. №26 Ленинского района.

Тепломагистраль ТМ-IV КГРЭС диаметром Ду800 имеет протяженность в двухтрубном исчислении порядка 6,1 км (от КГРЭС до КС3-3) и не имеет ответвлений для теплоснабжения потребителей.

Средний эксплуатационный расход сетевой воды в подающем трубопроводе ТМ-IV в отопительный период равен 3900 – 4 100 т/ч (в обратном 3200 – 3 400 т/ч). Давления в подающем и обратном трубопроводах коллекторов

Кемеровской ГРЭС при этом равны 13,1 кгс/см<sup>2</sup> и 2,7 кгс/см<sup>2</sup> соответственно, что определяет величину располагаемого напора 104 м.вод.ст.

Необходимо указать, что возможности теплофикационной установки Кемеровской ГРЭС определяют максимальное значение давления сетевой воды в подающем коллекторе на уровне  $14,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Для обеспечения необходимого гидравлического режима на тепломагистрали установлена ПНС-8 (на расстоянии порядка 400 м по длине трубопроводов от КСЗ-3 в сторону КГРЭС), насосное оборудование которой представлено как подающей, так и обратной группой сетевых насосов.

Давления сетевой воды в ТМ-IV на входе в насосную станцию ПНС-8 в подающем и обратном трубопроводах в отопительный период равны  $6,7 \text{ кгс/см}^2$  и  $8,8 \text{ кгс/см}^2$  соответственно (располагаемый напор составляет отрицательное значение  $-21 \text{ м}$ ).

Таким образом, суммарное снижение напора по подающему и обратному трубопроводу по всей длине ТМ-IV КГРЭС составляет 124 м.вод.ст. Удельные линейные потери напора в подающем трубопроводе ТМ-IV при расходе сетевой воды равном 3 900 т/ч составляют 6,2 мм/м.

Как было рассмотрено ранее, сетевые насосы ПНС-8, как подающей группы (марки СЭ2500-60), так и обратной группы (марки Д2500-62), находятся в режиме работы, который определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики насосов.

В качестве вынужденной меры бойлерная установка БУ-4 КГРЭС работает по повышенному температурному графику  $180/70^\circ\text{C}$  со срезкой на  $145^\circ\text{C}$ .

Необходимо указать, что при расчетном температурном графике  $150/70^\circ\text{C}$  расход сетевой воды в подающем трубопроводе ТМ-IV, необходимый для нормативного теплоснабжения потребителей Ленинского и части Центрального районов, должен составлять величину 5 300 т/ч. При данном расходе удельные линейные потери напора в подающем трубопроводе равны 12,7 мм/м, а необходимый располагаемый напор на коллекторах БУ-4 КГРЭС при этом должен составлять неадекватную действительности величину - 190 м.

Таким образом, пропускная способность ТМ-IV КГРЭС практически полностью исчерпана и обеспечение перспективной тепловой нагрузки Ленинского и восточной части Центрального районов невозможно без изменения структуры магистральных тепловых сетей. Суммарный расход сетевой воды в подающих трубопроводах по тепломагистралям ТМ-V и ТМ-VI Ново-Кемеровской ТЭЦ в отопительный период равен 5 500 – 5 900 т/ч ( $4 700 - 5 200 \text{ т/ч}$  в обратном). При данном расходе сетевой воды удельные линейные потери напора в подающих и обратных трубопроводах находятся в диапазоне 5,0 – 6,0 мм/м. Однако, указанные тепломагистрали имеют значительную протяженность, что определяет значительные

гидравлические потери напора по всей длинетрубопроводов.

Для обеспечения необходимого гидравлического режима на данных тепловых магистралях установлены насосные станции ПНС-9 (гидравлически связывающая ТМ-V и ТМ-VI), ПНС-1 и ПНС-10.

На ПНС-9 обеспечивается снижение давления сетевой воды в обратном трубопроводе при расчетном режиме с  $6,6 \text{ кгс/см}^2$  до  $1,7 \text{ кгс/см}^2$ .

Суммарное падение напора на подающих и обратных трубопроводах на ТМ- V и ТМ-VI НКТЭЦ до ПНС-9 в отопительный период равно 62 м. Далее по ходу теплоносителя от ПНС-9 к Ленинскому району магистральные тепловые сети представлены двумя теплопроводами Ду1000 и Ду800.

Основной расход сетевой воды в отопительный период от ПНС-9 идет по теплопроводу Ду1000. Величина расхода сетевой воды в подающем трубопроводе 5 900 т/ч (в обратном 5 200 т/ч). При данных расходах удельные линейные потери напора по теплопроводу Ду1000 равны 3,3 – 5,5 мм/м, однако из-за большой протяженности происходит значительное падение напора по длине трубопровода. Снижение располагаемого напора на теплопроводе Ду1000 от ПНС-9 до ПНС-1 в отопительный период равно 73м.вод.ст.

Территориально в районе ПНС-1 осуществляется теплоснабжения потребителей мкр. №№ 1, 2, 3, 5, 6, 10, «в/ч» Заводского района, на которые суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе равен 1 200 т/ч.

Таким образом, наличие дефицита пропускной способности указанных теплопроводов приводит к снижению относительно нормативного уровня теплоснабжения потребителей данных микрорайонов.

Дефицит пропускной способности ТМ-I и ТМ-II КГРЭС, а также теплопроводов Ду600 от ТК-18 и Ду500 от ТК-199 определяет зоны с проблемным теплоснабжением в мкр. №№ 3, 5, 7, 7а, 11, 12, 21, 21а, 34, 35 и 52 Центрального района г. Кемерово.

В Ленинском районе проблемное теплоснабжение наблюдается в мкр. №№ 23, 24, 25, 26, связанное со значительными гидравлическими потерями в теплопроводе Ду600 от ТК-10 до потребителей указанных микрорайонов.

Зоны совокупности потребителей с существующим проблемным теплоснабжением, связанным с дефицитом пропускной способности магистральных тепловых сетей, показаны на рис.46. .

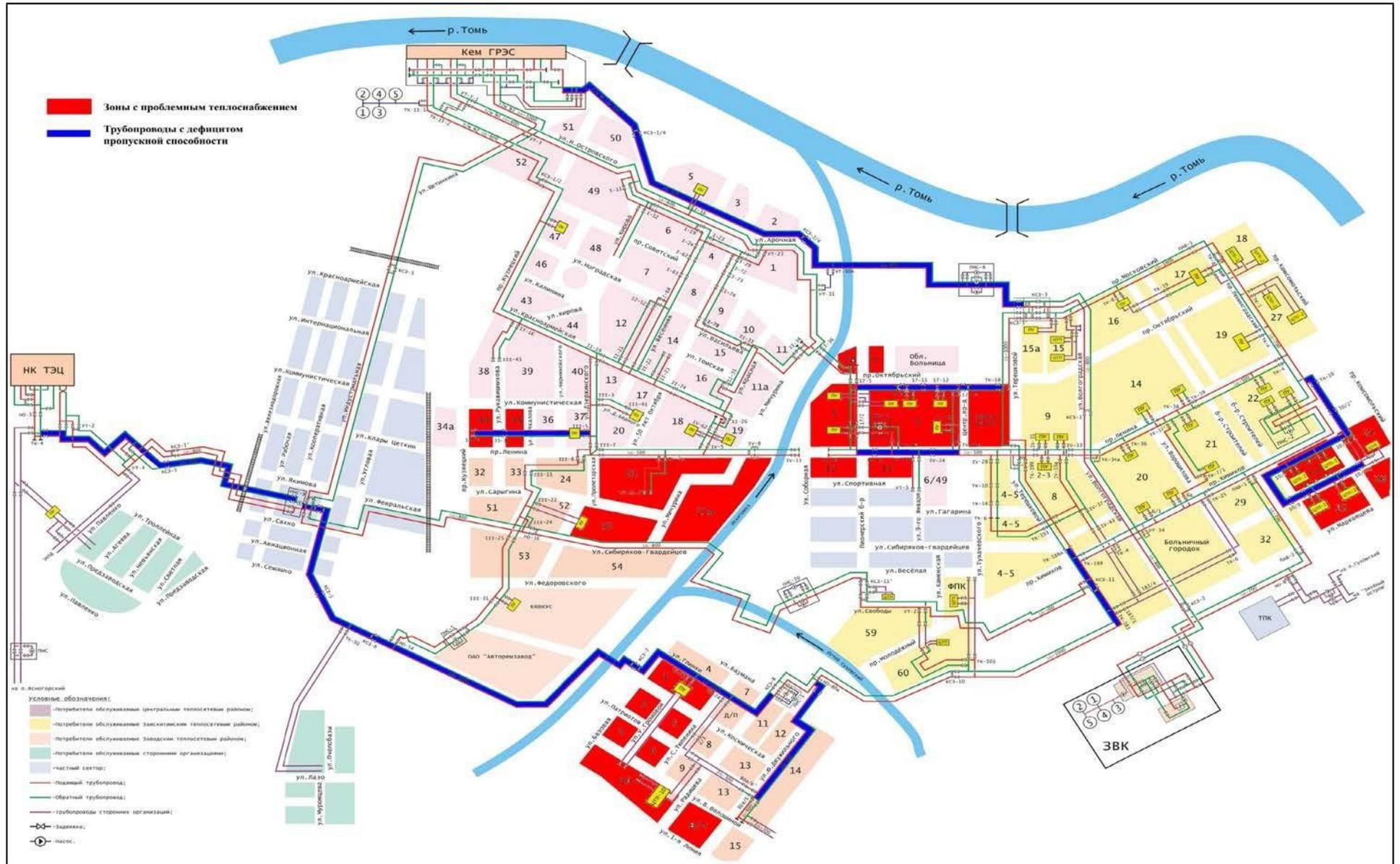


Рисунок 12.1.1.45 Зоны проблемного теплоснабжения системы централизованного теплоснабжения левобережной части г. Кемерово.

## **Особенности эксплуатации системы теплоснабжения**

На основании обработки и анализа представленной исходной информации и также результатов теплогидравлических расчетов в программном комплексе

«ZuluThermo», выявлены следующие факторы и недостатки работы системы теплоснабжения:

1. гидравлически сложная схема работы системы централизованного теплоснабжения левобережной части г. Кемерово, включающая в себя два источника тепловой энергии, семь насосных станций в тепловых сетях, работающих на единую тепловую сеть с многокольцевой структурой теплопроводов.

2. в связи с наличием в рассматриваемой системе теплоснабжения значительного количества насосных станций, большого количества запорно-регулирующей арматуры (регуляторы давления и расхода в тепловых сетях), работающих в единой гидравлической увязке, существует значительная вероятность отказа оборудования.

Для совместной работы источников тепловой энергии и насосных станций в системе теплоснабжения, а также поддержания нормального гидравлического режима предусмотрена автоматизация каждого из этих элементов, обеспечивающая регулирование гидравлических параметров.

Для увеличения надежности на насосных станциях имеются средства защиты от недопустимого превышения давления в трубопроводах тепловых сетей.

Схема автоматизации учитывает переход насосных станций из эксплуатационного режима на статический режим при аварийных остановках источников тепловой энергии и других насосных станций, включение резервных насосов.

3. одним из ключевых факторов, влияющих на работу отдельных элементов системы транспорта и распределения тепловой энергии и всей системы в целом, является открытый водоразбор. Изменение величины водоразбора меняет потокораспределение по тепловой сети и соответствующее положение пьезометрического графика.

Данное обстоятельство приводит к переменному режиму работы тепловых сетей, систем теплоснабжения и всей системы в целом в суточном разрезе.

4. исходя из анализа параметров работы оборудования насосных станций, можно констатировать, что, в целом, при существующем гидравлическом режиме работы системы теплоснабжения, режим работы оборудования насосных станций соответствует наиболее оптимальному.

Тем не менее, необходимо указать, что на ряде насосных станций автоматические регуляторы давления выведены из работы и регулирование производится запорной арматурой, что, согласно действующим нормативно-техническим документам, не допускается.

Как вариант, вместо вышедших из строя и устаревших гидравлических регуляторов, возможно использование электронных автоматических регуляторов.

5. источники тепловой энергии, в целом, осуществляют отпуск тепловой энергии в соответствии с температурным графиком, утвержденным ООО«СГК».

Однако, при температурах наружного воздуха ниже минус 15°C значения фактических температур сетевой воды в подающих трубопроводах ниже утвержденного температурного графика, то есть, температурный график 150/70°C соблюдается только в диапазоне температур наружного воздуха выше минус 15°C.

Оценочная величина недоотпуска тепловой энергии, определенная на основании длительности стояния температур наружного воздуха и соответствующих фактических температур в подающих трубопроводах в течении отопительного периода, для рассматриваемой системы теплоснабжения равна 195 тыс. Гкал за отопительный период.

6. фактическая температура обратной сетевой воды, поступающей на рассматриваемые источники тепловой энергии, характеризуется повышенными значениями по сравнению с расчетным температурным графиком в среднем на 9°C.

Данный факт свидетельствует о гидравлической разрегулировке системы теплоснабжения, а также, возможно, о том, что теплопотребляющие установки не обеспечивают необходимый теплосъем подаваемого тепла, по всей вероятности из-за загрязнения абонентских систем. Кроме того, возможно, проектные тепловые нагрузки зданий и сооружений являются завышенными.

Повышенная температура поступающей на ТЭЦ обратной сетевой воды приводит к повышению давления в теплофикационных отборах, что приводит к разгрузке турбины, как по отпуску тепла, так и по выработке электроэнергии, то есть - снижению экономичности и энергоэффективности турбоустановки, перерасходу топлива при производстве электроэнергии по комбинированному циклу.

7. При сложившейся структуре теплоснабжения левобережной части г. Кемерово от Кемеровской ГРЭС и Ново-Кемеровской ТЭЦ, невозможно обеспечить подачу необходимого количества тепловой энергии и теплоносителя в Заисkitимский район города из-за недостаточной пропускной способности существующих магистральных трубопроводов тепловых сетей, как следствие - существует необходимость работы тепломагистрали ТМ-IV КГРЭС по повышенному температурному графику с последующим смешением с сетевой воды от ПНСЗВК.

Кроме того, в диапазоне низких температур наружного воздуха, ниже минус 15°C (в зоне срезки повышенного температурного графика от БУ-4 КГРЭС по ТМ-IV) наблюдается снижение относительно нормативного уровня теплоснабжения Ленинского и части Центрального районов.

8. проведенные расчеты в «ZuluThermo» и анализ режимов работы системы теплоснабжения позволяет сделать вывод о разрегулировке теплогидравлического режима системы теплоснабжения. Наблюдается как увеличенное, так и уменьшенное значение суммарного расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения.

9. в связи с нехваткой располагаемого напора, в том числе в следствии разрегулировки системы теплоснабжения, наблюдается дефицит пропускной способности магистральных тепловых сетей, и связанное с этим проблемное теплоснабжение рядомикрорайонов:

- Центрального района: мкр. №№ 3, 5, 7, 7а, 11, 12, 21, 21а, 34, 35 и 52;
- Заводского района: мкр. №№ 1, 2, 3, 5, 6, 10, «в/ч»;
- Ленинского района: мкр. №№ 23, 24, 25, 26.

Дефицит пропускной способности отмечается на тепломагистралях:

- ТМ-IV КГРЭС и ТМ-V, ТМ-VI НКТЭЦ. Данные теплопроводы характеризуются наиболее значительным дефицитом пропускной способности.
- ТМ-I и ТМ-II КГРЭС, посредством которых осуществляется теплоснабжение потребителей западной части Центрального района г. Кемерово.
- Теплопроводы Ду600 от ТК-18 и Ду500 от ТК-199, осуществляющие теплоснабжение восточной части Центрального района.
- Теплопровод Ду600 от ТК-10 до мкр. №26 Ленинского района.

10. следует отметить, что существующая структура магистральных и распределительных (квартальных) тепловых сетей, а также установленное оборудование на источниках тепловой энергии и насосных станциях в тепловых сетях, позволяют осуществлять теплоснабжение на нормативном уровне всех потребителей, в том числе позволяет обеспечить необходимые

располагаемыенапоры.

Исходя из анализа сопоставления фактического и расчетного режимов работы системы теплоснабжения, смоделированных в программном комплексе «ZuluThermo» можно констатировать, что:

а) пропускная способность магистральных тепловых сетей, находящихся на балансе ООО «СГК», позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей, в случае создания потокораспределения по тепловой сети в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками при температурном графике 150/70°C;

б) пропускная способность распределительных (квартальных) тепловых сетей, находящихся на балансе АО «КТСК», позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей, в случае создания потокораспределения по тепловой сети в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками при температурном графике 150/70°C.

Однако, при фактически сложившемся гидравлическом режиме пропускная способность распределительных тепловых сетей, находящиеся на балансе АО «КТСК», не позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей. Данное обстоятельство связано с низкими значениями располагаемого напора на границах балансовой принадлежности – АО «КТСК» и ООО «СГК» (на вводах кварталов).

в) из-за разрегулировки систем теплопотребления, одним из основных факторов которой является невыдерживание температурного графика на источниках тепловой энергии ООО «СГК» в зоне низких температур наружного воздуха (ниже - 15°C), на текущий момент существует значительное количество потребителей, для которых характерна нехватка располагаемого напора, и, как следствие - некачественное теплоснабжение.

г) из-за разрегулировки систем теплопотребления увеличивается циркуляционный расход сетевой воды по тепловым сетям, что приводит к появлению еще большего количества потребителей с низким располагаемым напором, что, в свою очередь, вызывает у этих абонентов желание улучшить качество теплоснабжения за счет, как правило, увеличения («рассверливания») размеров дроссельных устройств, что приводит к ещё большему увеличению циркуляции теплоносителя.

В данной ситуации ООО «СГК» вынуждено дополнительно дросселировать располагаемые напоры на магистральных тепловых сетях и ответвлениях от магистральных тепловых сетей, во избежание глобальной нехватки располагаемых напоров

употребителей.

Технически, наиболее приемлемым решением является единовременная наладка тепловых сетей на расчетные (проектные) тепловые нагрузки, при условии соблюдения температурного графика 150/70°C и дальнейшему оперативному контролю за стабильность теплогидравлического режима.

11. Дополнительно рассмотрен теоретический вариант перехода на пониженный температурный график 130/70°C.

Удельный расход сетевой воды на 1 Гкал при температурном графике 130/70°C равен 16,7 (т/ч)/(Гкал/ч), что в 1,33 раза выше значения при температурном графике 150/70°C (12,5). Таким образом, для обеспечения необходимой для нормального теплоснабжения величины циркуляции теплоносителя в отопительно-вентиляционных системах, необходимо увеличить расход сетевой воды в тепловой сети в 1,33 раза.

Тепловые сети, как магистральные, так и распределительные, спроектированы на температурный график 150/70°C.

В связи с тем, что потери напора по тепловой сети определяются квадратичной зависимостью от расхода сетевой воды, увеличение расхода сетевой воды по тепловой сети в 1,33 раза приведет к увеличению падения напора в 1,8 раз.

Для создания необходимой пропускной способности тепловых сетей при переходе на температурный график 130/70°C необходимо выполнить перекладку участков трубопроводов с увеличением диаметра протяженностью 210 км средним диаметром  $D_{ср} 350$  мм, что составляет порядка 60% от общей протяженности тепловых сетей.

Таким образом, вариант перехода на пониженный температурный график 130/70°C из-за значительных капитальных затрат является нецелесообразным.

Одним из способов, позволяющих улучшить качество теплоснабжения в период стояния низких температур наружного воздуха (ниже минус 15°C), является снижение тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов. Так, снижение тепловых потерь в тепловых сетях до уровня 10% от отпуска тепловой энергии, позволит увеличить относительное количество теплоты на отопительно-вентиляционные системы на 3%, а также позволит снизить суммарный расход сетевой воды по тепловой сети на 5% за счет снижения необходимого расхода сетевой воды на компенсацию тепловых потерь.

## 12.1.2 Система теплоснабжения правобережной части г. Кемерово

Единственным источником тепловой энергии в рассматриваемой системе централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово является Кемеровская ТЭЦ (КемТЭЦ) ООО «СГК».

Зоной покрытия от КемТЭЦ являются потребители Кировского и части Рудничного районов Правобережной части г. Кемерово.

Кемеровская ТЭЦ имеет три вывода магистральных тепловых сетей: ТМ-II Ду500, ТМ-III Ду500, ТМ-IV Ду700. В дополнение к этому, существует условное деление ТМ-III на две тепломагистрали – ТМ-I Ду400 и ТМ-III Ду500, местом разграничения является тепловая камера, находящаяся на удалении порядка 100 м от источника тепловой энергии.

### **Возможности теплофикационной установки**

Возможности теплофикационной установки (ТФУ) Кемеровской ТЭЦ:

1) По тепловой энергии

Общая теплопроизводительность Кемеровской ТЭЦ составляет 400 Гкал/ч, в том числе:

- основные бойлеры 160Гкал/ч;
- пиковые бойлеры: БУ №2 – 72 Гкал/ч, БУ №3 – 120Гкал/ч;
- подпиточный узел – 48Гкал/ч.

2) По расходу теплоносителя во внешнюю тепловую сеть Максимальная производительность по воде – 4 000т/ч.

3) По температуре

Максимальная расчетная температура сетевой воды – 150°С.

4) По давлению

Максимальное давление сетевой воды на выходе из бойлерной установки 17 кгс/см<sup>2</sup>. Расчетный напор в подающем трубопроводе на выходе из бойлерной установки - 123 м.вод.ст., расчетный напор в обратном трубопроводе на входе в бойлерную установку – 60 м.вод.ст. Располагаемый напор на выводах Кемеровской ТЭЦ – 100 м.вод.ст.

Производительность ХВО и подпиточного узла, работающей на внешнюю тепловую сеть – 785 т/ч. При этом, в паводковый период производительность ХВО ограничена величиной 650 т/ч.

### **Температурный график**

Способ регулирования отпуска тепловой энергии – качественный. Утверждённый эксплуатационный температурный график на Кемеровской ТЭЦ – 150/70°С со срезкой на 130°С и спрямлением для горячего водоснабжения 70°С.

Сопоставление расчетного температурного графика и фактических температур сетевой воды на выводе Кемеровской ТЭЦ представлено на рис. 47.

На рисунке отображены: сплошными линиями – температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе - в соответствии с расчетным температурным графиком; точечными маркерами – фактические значения температур за период с 01.01.2012г. по 29.04.2012г.; пунктирными линиями – аппроксимация фактических значений температур сетевой воды (с указанием на графике коэффициентов аппроксимации).

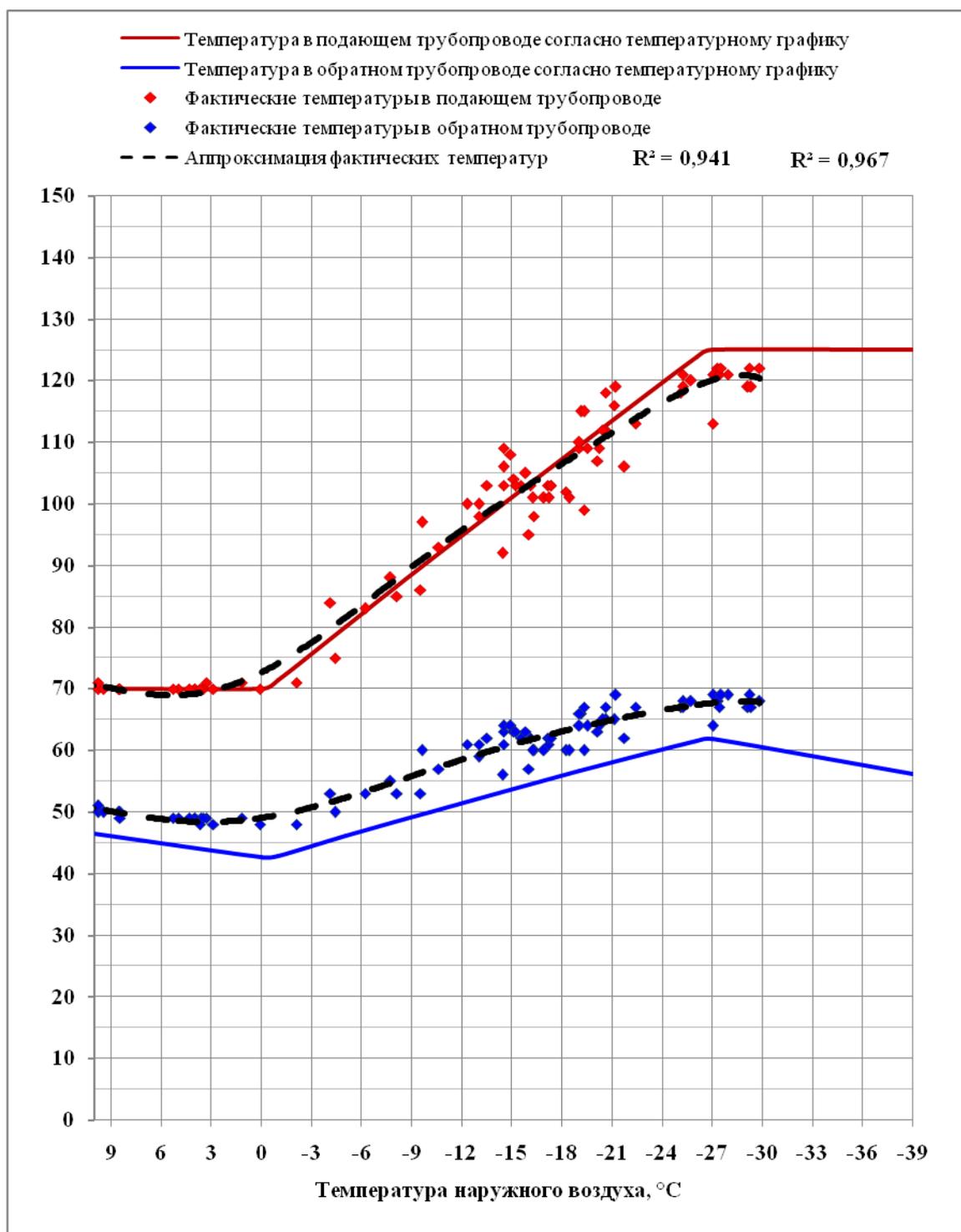


Рисунок 12.1.2.1

Фактические температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе в выходные дни Кемеровской ТЭЦ

Необходимо указать, что значительные отклонения величин фактических температур от линии аппроксимации (как в большую, так и меньшую сторону) вызваны тем обстоятельством, что несколько периодов в отопительном сезоне характеризуются

одинаковыми значениями температуры наружного воздуха, однако динамика изменения температуры наружного воздуха у данных периодов разная.

На основании сопоставления фактического и расчетного температурного графика отпуска тепловой энергии для рассматриваемых источников тепловой энергии, можно сделать следующие выводы.

1. основное требование нормативно-руководящих документов, предъявляемое к значению температуры сетевой воды в подающем трубопроводе на выводах с источников тепловой энергии при качественном регулировании отпуска тепловой энергии практически выполняется в диапазоне температур наружного воздуха при  $t_{н.в.} > -24^{\circ}\text{C}$ .

Однако, наблюдается срезка температурного графика при температурах наружного воздуха  $t_{нв} < -26^{\circ}\text{C}$  на уровне  $130^{\circ}\text{C}$ . В соответствии с нормативно-руководящими документами срезка температурного графика при качественном регулировании не допускается, однако, следует отметить, что длительность стояния температур наружного воздуха ниже минус  $27^{\circ}\text{C}$  в районе г. Кемерово, что соответствует при температурном графике  $150/70^{\circ}\text{C}$  температуре сетевой воды в подающем трубопроводе  $130^{\circ}\text{C}$  и выше составляет порядка 14 дней в течение всего отопительного периода (~4 % от продолжительности отопительного периода).

Кроме того, число часов стояния температур наружного воздуха ниже минус  $26^{\circ}\text{C}$  обычно распределено несколькими периодами в течение всего отопительного сезона.

Существующий температурный график теоретически может вызвать некоторое снижение температуры внутри отапливаемых помещений от расчетной температуры ( $20^{\circ}\text{C}$ ) при температурах наружного воздуха ниже минус  $26^{\circ}\text{C}$ . Однако, принимая во внимание кратковременность таких периодов и теплоаккумулирующую способность зданий, указанное обстоятельство является наиболее предпочтительным и для теплоснабжающей организации, и для потребителей тепловой энергии.

2. фактическая температура обратной сетевой воды, поступающей на рассматриваемые источники тепловой энергии, в интервале температур наружного воздуха выше минус  $27^{\circ}\text{C}$  характеризуется повышенными значениями по сравнению с расчетным температурным графиком в среднем на  $9^{\circ}\text{C}$ .

Данный факт свидетельствует о гидравлической разрегулировке системы теплоснабжения, а также, возможно, о том, что теплопотребляющие установки не обеспечивают необходимый теплоъем подаваемого тепла, по всей вероятности из-за загрязнения абонентских систем. Кроме того, возможно, проектные тепловые нагрузки зданий и сооружений являются завышенными.

Следует отметить, что завышение температуры обратной сетевой воды обуславливает перерасход топлива при производстве электроэнергии по комбинированному циклу.

### Фактический режим работы системы теплоснабжения

От коллекторов Кемеровской ТЭЦ осуществляется отпуск тепла по четырем тепломагистралям:

- ТМ-II диаметром Ду500, обеспечивающей теплоснабжение Кировского района;
- ТМ-III диаметром Ду500. Дополнительно существует условное деление ТМ- III на две тепломагистрали – ТМ-I Ду400 и ТМ-III Ду500 посредством которых осуществляется теплоснабжение Кировского района;
- ТМ-IV диаметром Ду700, обеспечивающей централизованное теплоснабжение части Кировского и части Рудничного районов (севернее пр.Кузбасский) г. Кемерово.

Оценка фактического режима работы источника тепловой энергии КТЭЦ, при низких температурах наружного воздуха произведена на основании теплогидравлических расчетов системы централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово, выполненных в программном комплексе «ZuluThermo» с учетом сведений суточных ведомостей ОАО «Кузбассэнерго» и сведений по параметрам теплового и гидравлического режимов работы тепловых сетей и установленного в тепловой сети оборудования (насосных станций, регуляторов давления и расхода).

Параметры фактического гидравлического режима работы на тепловых выводах Кемеровской ТЭЦ при низких температурах наружного воздуха (ниже минус 20°C) приведены в таблице 12.1.2.1.

Таблица 12.1.2.1 Показатели на тепловых выводах Кемеровской ТЭЦ

Тепломагистрали (бойлерные установки)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)	9,0	2,6	1 149	977
Тепломагистрали I и III (БУ-2)	9,0	3,0	662	860
Тепломагистраль IV (БУ-2)	10,4	7,0	962	619
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>2 773</b>	<b>2 455</b>

Следует отметить, что указанные значения расходов сетевой воды не являются стабильными и меняются в определенных диапазонах в зависимости от температуры наружного воздуха, а также гидравлического режима работы многокольцевых тепловых сетей рассматриваемой системы теплоснабжения.

Необходимо указать, что в г. Кемерово переключение горячего водоснабжения из подающего трубопровода на обратный трубопровод, при достижении определенной температуры наружного воздуха, не производится.

При качественном регулировании отпуска тепловой энергии с источника теплоты в системе централизованного теплоснабжения, максимальный расход сетевой воды в тепловой сети характеризует переходный режим работы. Гидравлические параметры переходного режима работы рассматриваемой системы теплоснабжения, при максимальном отборе воды на горячее водоснабжение из подающего трубопровода, приведены в таблице 12.1.2.2.

Таблица 12.1.2.2 Показатели на тепловых выводах Кемеровской ТЭЦ

Тепломагистрالی (бойлерные установки)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)	9,0	2,6	1 236	986
Тепломагистрالی I и III (БУ-2)	9,0	3,0	737	869
Тепломагистраль IV (БУ-2)	10,4	7,0	1 001	676
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>2 974</b>	<b>2 531</b>

Очевидно, что параметры гидравлического режима работы системы централизованного теплоснабжения переходного периода (таблица 47) и существующего зимнего периода при низких температурах наружного воздуха (таблица 46) практически идентичны друг другу. В связи с этим, дальнейший анализ режимов работы рассматриваемой системы теплоснабжения проводится на основании математической модели, приближенной к действительности и созданной на основании существующих параметров режима работы СЦТ.

### Режим работы тепловых сетей

Тепловые сети двухтрубные и имеют многокольцевую структуру теплопроводов. Основным фактором, определяющим сложную структуру тепловых сетей, является наличие в системе теплоснабжения открытого водоразбора.

Максимальная разность геодезических отметок составляет 130 м. При этом, максимальная величина геодезической отметки характерна для Рудничного района.

Для поддержания нормального гидравлического режима в тепловой сети работает две повысительные насосные станции (ПНС) ПНС-4 (на подающем трубопроводе) и ПНС- 11 (на

подающем трубопроводе).

Основная особенность гидравлического режима открытых систем теплоснабжения заключается в том, что при наличии водоразбора расход воды в обратной линии тепловой сети меньше расхода в подающей линии, отличающейся на величину водоразбора. Изменение водоразбора вносит свои изменения в потокораспределение по тепловой сети и соответствующее положение пьезометрического графика.

Данное обстоятельство приводит к нерасчетному режиму работы тепловых сетей, систем теплоснабжения и всей системы в целом в суточном разрезе. Гидравлический режим определяется характеристиками основных элементов системы теплоснабжения: водоподогревательная установка источников тепловой энергии с сетевыми насосами, тепловая сеть с установленными на ней насосными станциями и теплоснабжающие установки.

Для совместной работы источников тепловой энергии и насосно-перекачивающих станций в системе теплоснабжения и поддержания нормального гидравлического режима предусмотрена автоматизация каждого из этих элементов, обеспечивающая регулирование гидравлических параметров.

Кроме того, схема автоматизации учитывает переход ПНС на статический режим при аварийных остановках источников тепловой энергии и других ПНС, включение резервных насосов.

Для организации гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в отопительный период предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.2.3).

Таблица 12.1.2.3 Секционирование магистральных тепловых сетей

<b>№</b>	<b>Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование</b>	<b>по трубопроводу</b>	<b>Диаметр участка</b>
1	в НО-III-17 в сторону НО-III-17/1	по подающему и обратному	Ду500
2	в ТК-II-34 в сторону ТК-II-35	по подающему	Ду400
3	в ТК-III-47/3 в сторону КРП кв. 21А	по обратному	Ду200
4	в ТК-III-47 в сторону ТК-III-47/3	по подающему	Ду500
<b>№</b>	<b>Тепловая камера,</b>	<b>по трубопроводу</b>	<b>Диаметр</b>

	<b>в которой осуществляется секционирование</b>		<b>участка</b>
5	в точке «А» (Узел 1) в сторону в ТК-III-47	по обратному	Ду500
6	в ТК-II-36/2 в сторону ТК-II-36/2'	по обратному	Ду400
7	в ТК-II-36/2 в сторону ПНС-4	по подающему	Ду400

При этом, на указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Теплогидравлические расчеты системы централизованного теплоснабжения выполнены на основе предоставленных АО «КТСК» характеристик по длинам и диаметрам участков магистральных трубопроводов тепловых сетей.

Существующие перемычки между тепломагистралями приведены в нижеследующей таблице 12.1.2.4.

Таблица 12.1.2.4 Перемычки между тепломагистралями

<b>№</b>	<b>Наименование гидравлически связанных тепломагистралей</b>	<b>Тепловые камеры, в которых осуществляется смешение теплоносителя из разных тепломагистралей</b>	<b>Диаметр и протяженность<sup>8</sup> перемычки</b>	<b>Перемычка по трубопроводу</b>
1	ТМ-I и ТМ-II	ТК-I-82  (точка схода разнонаправленных потоков в подающем трубопроводе)	Ду300	по подающему и обратному
2	ТМ-I и ТМ-II	ТК-I-47  (точка схода разнонаправленных потоков в подающем трубопроводе)	Ду500	по подающему и обратному
3	ТМ-II и ТМ-IV	ТК-II-35	Ду400	по обратному
4	ТМ-II и ТМ-IV	ТК-II-36/2	Ду200	по подающему
5	ТМ-III и ТМ-IV	ТК-III-35	Ду500	по подающему и обратному

<sup>8</sup> В двухтрубном исчислении

Для оценки существующего режима работы системы передачи и распределения тепловой

энергии от генерирующих источников теплоты до потребителей были проанализированы результаты расчетов режимов работы системы централизованного теплоснабжения, выполненных на базе программного комплекса «ZuluThermo».

Моделирование существующего фактического теплового и гидравлического режимов работы системы теплоснабжения выполнялось с учетом следующих положений:

1) Величины расходов сетевой воды по отдельным участкам трубопроводов тепловых сетей, а также потокораспределение по всей системе теплоснабжения в целом, определялись на основании сведений, предоставленных АО «КТСК», путем внесения поправочных коэффициентов.

2) Значения гидравлических сопротивлений участков трубопроводов тепловой сети определялись путем пересчета при известных значениях расхода теплоносителя по участкам тепловой сети и величины падения напора на основании предоставленных АО «КТСК» сведений по давлениям в подающем и обратном трубопроводах в характерных точках тепловой сети.

Параметры, характеризующие фактический режим работы на насосных станциях в тепловых сетях Кемеровской ТЭЦ, на основании которых производились гидравлические расчеты системы теплоснабжения при низких температурах наружного воздуха представлены в таблице 12.1.2.5.

Таблица 12.1.2.5 Параметры фактического режима работы тепловых сетей

Насосная станция		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
ПНС-4	нижняя зона	6,1	1,6	0	170
ПНС-4	верхняя зона	6,1	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	4,1	2,8	637	628
ПНС-11	верхняя зона	14,6	10,7		

#### Режим работы ПНС-4

ПНС-4 расположена в Кировском районе и предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора за счет повышения давления в подающем трубопроводе и поддержания необходимого давления в обратном трубопроводе тепловых сетей микрорайонов №21, 21А,31.

В соответствии со схемой внешнего электроснабжения ПНС и ЗВК, ПНС-4 подключена к Кемеровской ТЭЦ через РП-18 по линии напряжением 10 кВ.

Принципиальная схема ПНС-4 представлена на рис. 12.1.2.1.

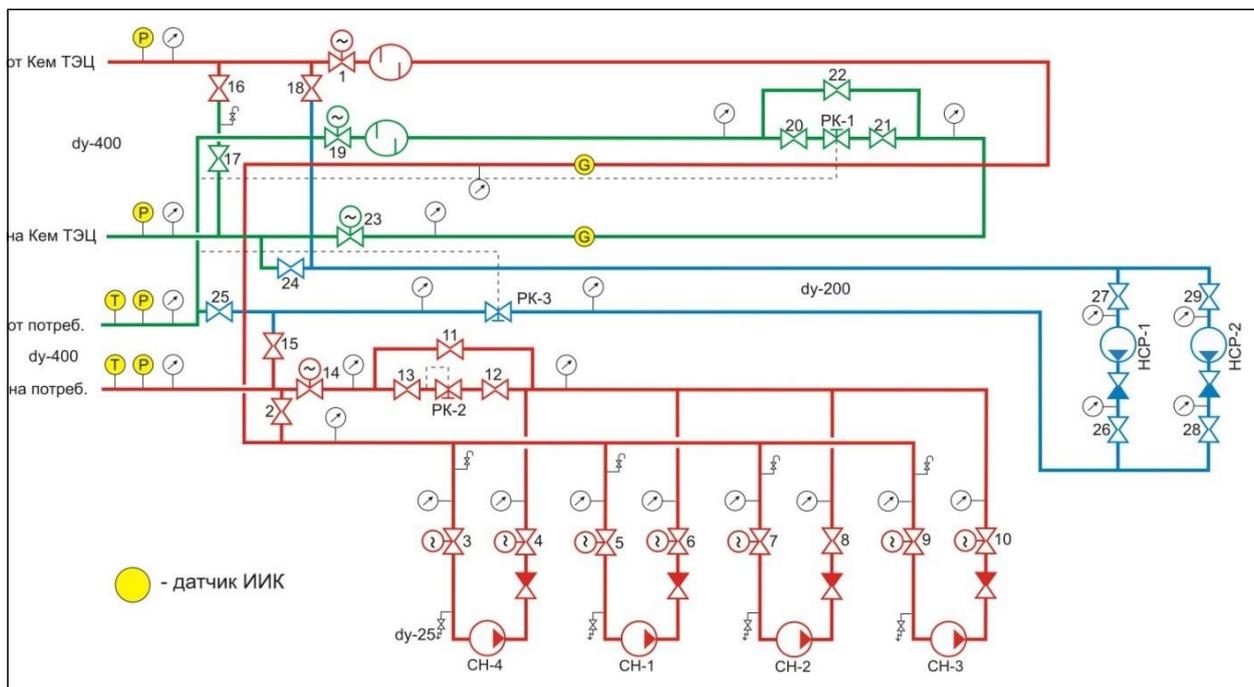


Рисунок 12.1.2.1 Принципиальная схема ПНС-4

Состав насосного оборудования ПНС-4 приведен в таблице 12.1.2.6.

Таблица 12.1.2.6 Состав оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произ в, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряж ние, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр , об/мин	cosφ	КПД, %
1	НКУ-140-49	140	49	---	380	45	84	1450	0,87	94,2
2	НКУ-140-49	140	49	---	380	45	84	1450	0,87	94,2
3	НКУ-140-49	140	49	---	380	45	84	1450	0,87	94,2
4	НКУ-140-49	140	49	---	380	45	84	1450	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию 1994 г. Последний ремонт насосного оборудования произведен в 2008г.

На ПНС-4 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №2 Ду300 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК №1 Ду300 по схеме «досебя».

Регуляторы давления на подающем и обратном трубопроводе ПНС-4 в отопительный период находятся в работе.

Напорно-расходная характеристика сетевых насосов НКУ-140м-49 приведена на рис.12.1.2.2.

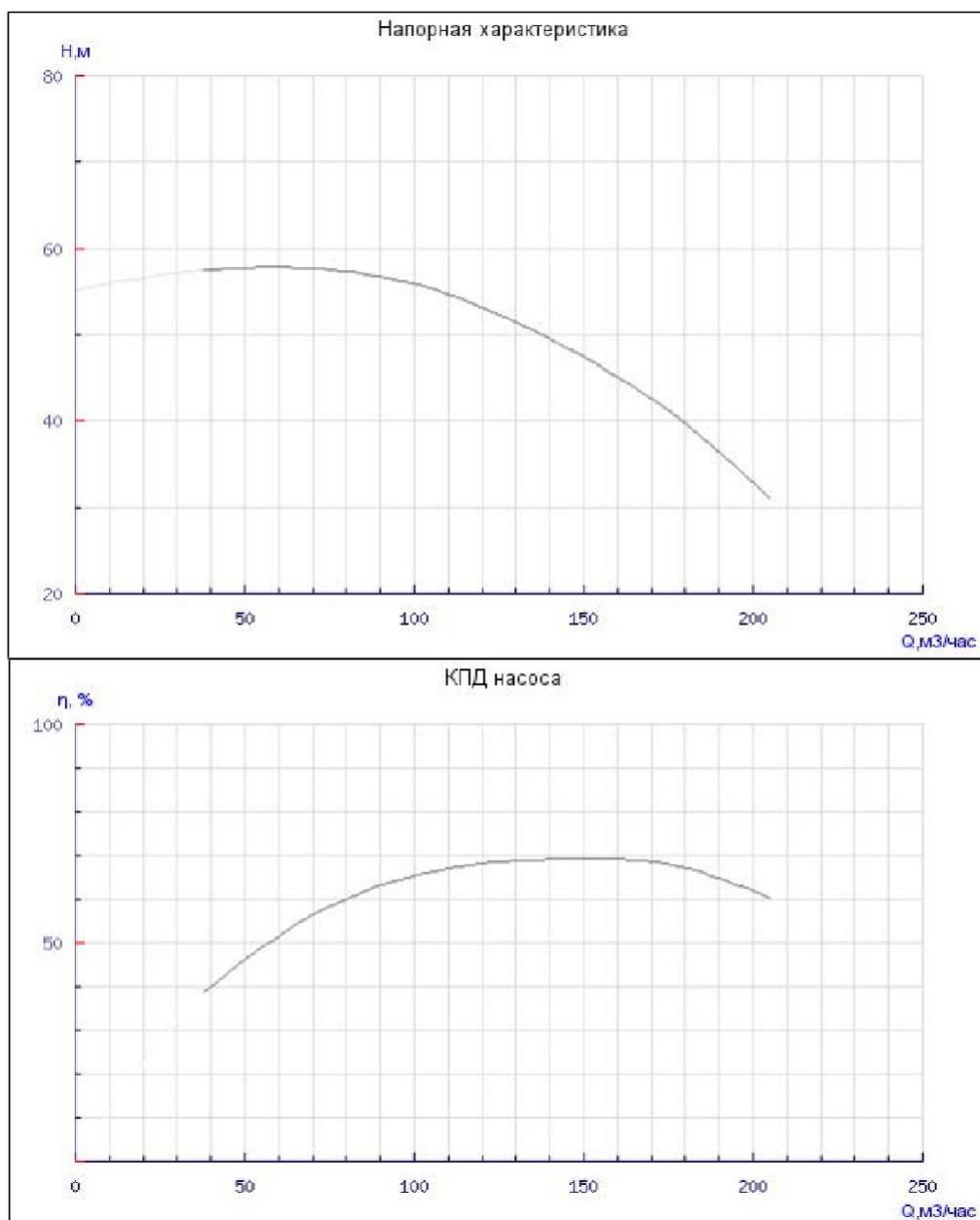


Рисунок 12.1.2.2 Характеристики насоса НКУ-140м-49

Насосное оборудование ПНС-4 не находится в работе. Основная технологическая функция ПНС-4 заключается в поддержании необходимого давления сетевой воды в обратном трубопроводе со стороны потребителей микрорайонов №21, 21А, 31 на уровне  $3,6 \text{ кгс/см}^2$ .

При повышении давления в обратном трубопроводе ПНС-4 «верхней зоны» до значения  $4,2 \text{ кгс/см}^2$  предусмотрено срабатывание на открытие задвижки №22.

## Режим работы ПНС-11

ПНС-11 расположена в Кировском районе и предназначена в отопительный период для создания необходимого располагаемого напора за счет повышения давления в подающем трубопроводе и поддержания давления в обратном трубопроводе со стороны потребителей «верхней зоны» Рудничногорайона.

Принципиальная схема ПНС-11 представлена на рис. 12.1.2.3.

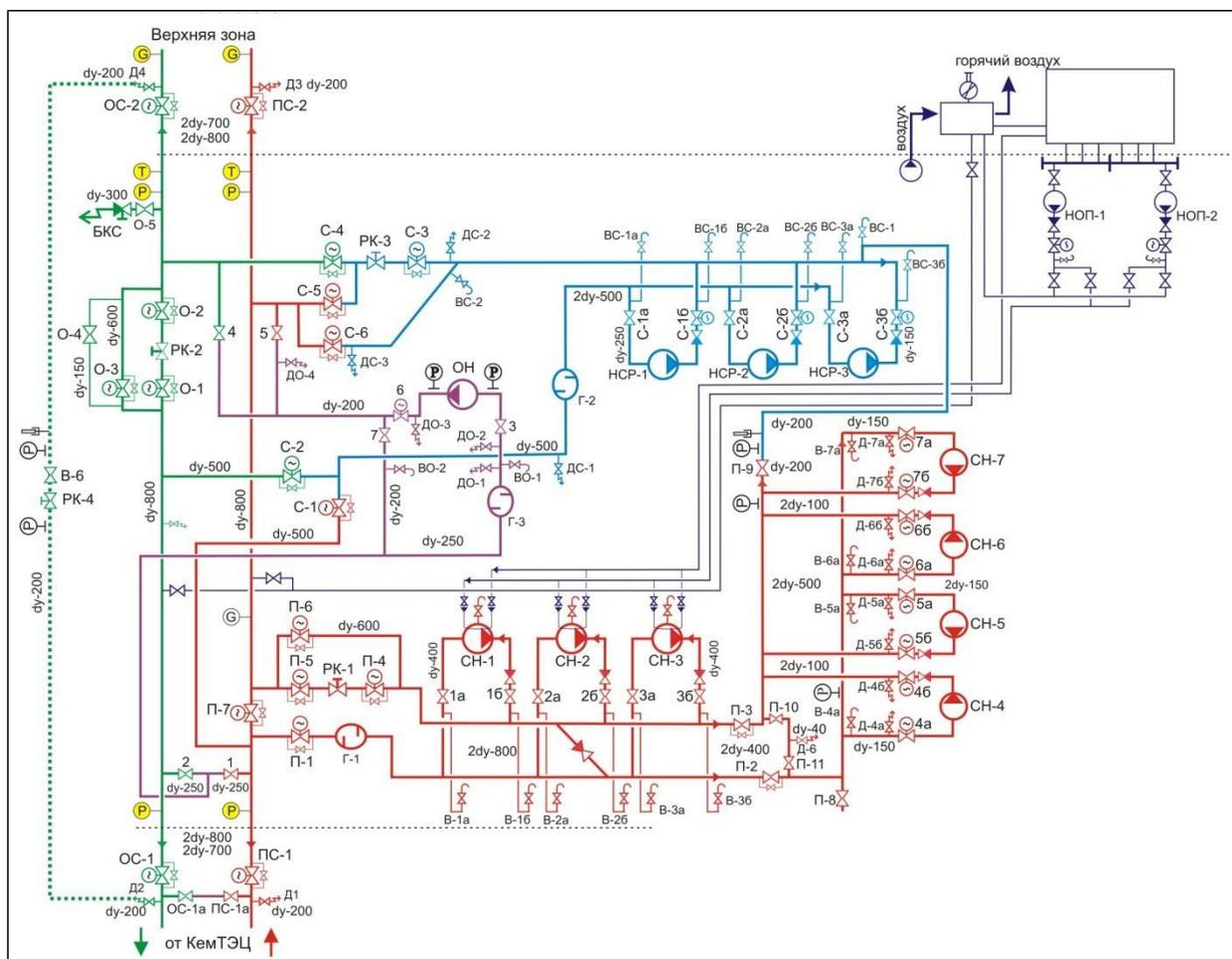


Рисунок 12.1.2.3 Принципиальная схема ПНС-57

Состав насосного оборудования на подающем трубопроводе ПНС-11, участвующего в перекачке сетевой воды в отопительный период, приведен в таблице 12.1.2.7.

Таблица 12.1.2.7 Состав оборудования ПНС

№	Номинальные характеристики									
	насоса				электродвигателя насоса					
	Марка насоса	Произв, т/ч	Напор, м	Диам. раб. кол, мм	Напряжение, В	Мощн, кВт	Ток, А	Част.вр, об/мин	cosφ	КПД, %
1	СЭ1250-140-11	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2
2	СЭ1250-140-11	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2
3	СЭ1250-140-11	1250	140	475	6000	512	74	1500	0,87	94,2
4	ТР-100-1680/2	180	150	---	380	110	260	2980	0,87	94,2
5	ТР-100-1680/2	180	150	---	380	110	260	2980	0,87	94,2
6	ТР-100-1680/2	180	150	---	380	110	260	2980	0,87	94,2
7	ТР-100-1680/2	180	150	---	380	110	260	2980	0,87	94,2

Год пуска насосных агрегатов в эксплуатацию: СН-1, 2, 3 – 2008 г., СН-4, 5, 6, 7 – 2007 г.

Сетевые насосы на ПНС-11 оборудованы частотно-регулируемым приводом. На ПНС-11 установлены регулирующие клапаны:

- на подающем трубопроводе РК №1 Ду800 по схеме «послесебя»;
- на обратном трубопроводе РК №2 Ду800 по схеме «досебя».

Регуляторы давления на подающем и обратном трубопроводе ПНС-11 в отопительный период находятся в работе.

Напорно-расходные характеристики сетевых насосов приведены на рис. 12.1.2.4, 12.1.2.5.

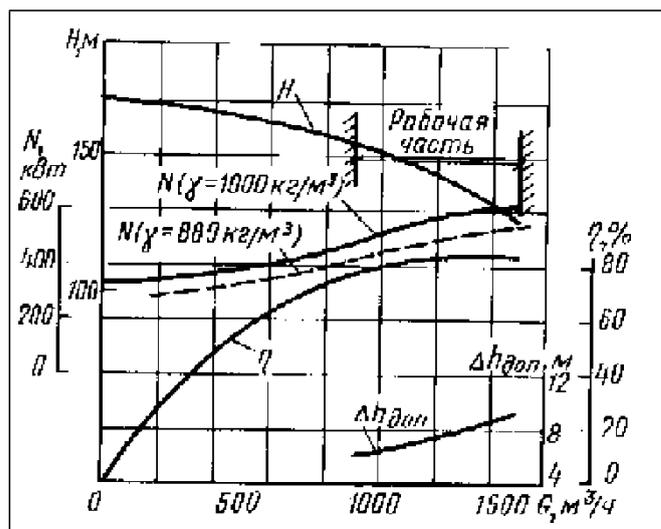


Рисунок 12.1.2.4 Характеристики насоса СЭ1250-140-11

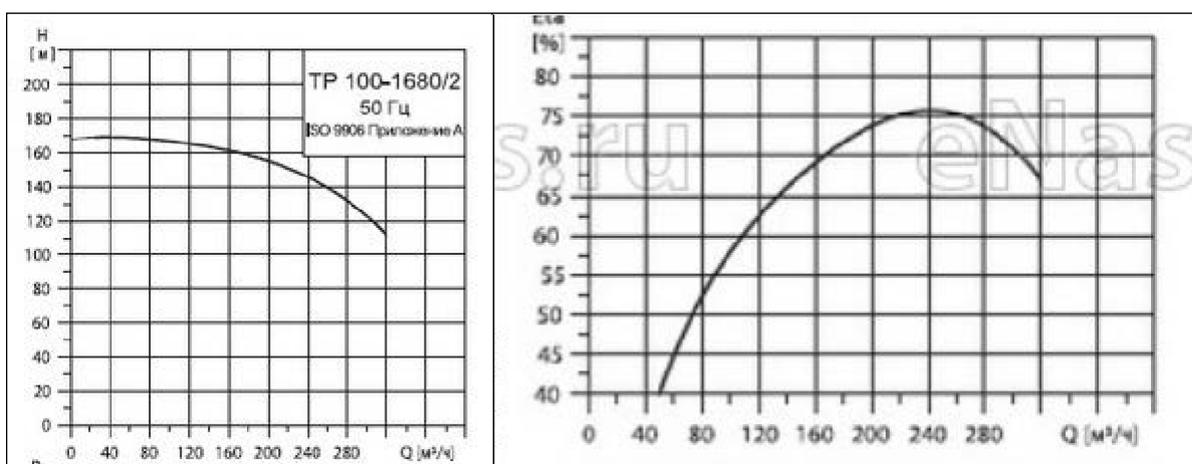


Рисунок 12.1.2.5 Характеристики насоса TP-100-1680/2

На момент обследования 24.04.2012 г., на ПНС-11 в работе находился один насос на подающем трубопроводе СН-2. Расход сетевой воды через насос составлял 450 т/ч.

При этом, давления в трубопроводах на момент обследования в подающем трубопроводе «верхней зоны»  $P_в = 13,6 \text{ кгс/см}^2$ , «нижней зоны»  $P_н = 4,2 \text{ кгс/см}^2$ .

Давление на всасе сетевого насоса СН-2 определялось величиной  $3,8 \text{ кгс/см}^2$ , давление на нагнетании –  $14,5 \text{ кгс/см}^2$ . Напор, развиваемый насосом, составил 107 м. Следует отметить, что при отсутствии ЧРП насос СЭ1250-140-11 при расходе 450 т/ч способен создать напор 165 м. Таким образом, при фактически сложившемся гидравлическом режиме работы тепловых сетей, происходит значительная экономия электроэнергии за счет внедрения на ПНС-11 частотно-регулируемого привода.

Параметры работы насосного оборудования ПНС-11 на 24.04.2012г. приведены внижеследующей таблице 12.1.2.8.

Таблица 12.1.2.8 Параметры работы насосного оборудования

№	Марка насоса	Давление, кгс/см <sup>2</sup>		Расход воды через насос, т/ч	Напор насоса, м	Токовая нагрузка, А
		на всасе	на нагн.			
2	СЭ1250-140-11	3,8	14,5	450	107	30,1

Полученный в результате теплогидравлического расчета существующего режима работы системы теплоснабжения среднесуточный расход сетевой воды, перекачиваемый сетевыми насосами на ПНС-11 в отопительный период в подающем трубопроводе 637 т/ч.

Расчетный расход сетевой воды в подающем трубопроводе на ПНС-11, определенный на основании температурного графика 150/70°С и проектных (договорных) тепловых нагрузок абонентов, равен 505 т/ч.

Относительная разница между фактическим и расчетным значением расхода сетевой воды в подающем трубопроводе ПНС-11 равна 21%.

При этом, расчетные давления сетевой воды на ПНС-11:

- в подающем трубопроводе для «верхней зоны» 13,9 кгс/см<sup>2</sup>, для «нижней зоны» 5,8 кгс/см<sup>2</sup>;
- в обратном трубопроводе для «верхней зоны» 10,2 кгс/см<sup>2</sup>, для «нижней зоны» 3,3 кгс/см<sup>2</sup>.

При повышении давления в обратном трубопроводе «верхней зоны» до значения 12,2 кгс/см<sup>2</sup> на ПНС-11 предусмотрено срабатывание сбросного клапана.

Кроме того, при останове сетевых насосов СН-1, 2 и 3 (либо выходе из работы ЧРП) и повышении давления в подающем трубопроводе «нижней зоны» до 8,0 кгс/см<sup>2</sup> срабатывает АВР на включение сетевых насосов СН-4, 5, 6.

Существующий гидравлический режим работы ПНС-11 характеризуется низкой загрузкой насосного оборудования. Однако, негативные последствия, связанные с данным обстоятельством минимизируются за счет использования частотно- регулируемого привода на сетевых насосах.

## Режим работы распределительных тепловых сетей

Тепловые сети двухтрубные и имеют многокольцевую структуру теплопроводов. Основным фактором, определяющим сложную структуру тепловых сетей, является наличие в системе теплоснабжения открытого водоразбора.

Распределительные (квартальные) тепловые сети в рассматриваемой системе теплоснабжения находятся на балансе АО «КТСК».

В распределительных тепловых сетях установлены контрольно- распределительные пункты (КРП) и центральные тепловые пункты (ЦТП). Перечень данных тепловых пунктов, находящихся на балансе АО «КТСК» представлен в таблице 12.1.2.9.

Таблица 12.1.2.9 Перечень тепловых пунктов

№	Наименование теплового пункта (ПНС)	Адрес теплового пункта (ПНС)	Расчетная тепловая нагрузка, Гкал/ч		
			отопл.	вент.	ГВС <sub>МАХ</sub>
1	КРП-31 мкр	Шубина, 76	0,502	-	0,813
2	КРП №2 Кв. К	Попова, 1 б	2,737	-	1,378

Схема присоединения местных систем отопления через данные тепловые пункты - зависимая, по температурному графику 150/70°C. Указанные КРП оборудованы регуляторами температуры горячего водоснабжения.

Далее приведены характеристики распределительных (квартальных) тепловых сетей, а также установленного на них насосного оборудования тепловых пунктов и насосных станций, по микрорайонам, находящихся на балансе АО «КТСК».

Следует отметить, что в нижеследующем описании распределительных тепловых сетей указаны основные микрорайоны массовой застройки, а также только те тепловые камеры, от которых отходят основные ответвления трубопроводов тепловых сетей в рассматриваемый микрорайон.

### Микрорайон №1

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловых камер «ТК-И-46» и «ТК-И-47» тепломагистралей ТМ-И КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 21 м.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №4**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловых камер «ТК-И-50» и «ТК-И-51» тепломагистрали ТМ-И КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 26 м.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №5**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-И-46а» тепломагистрали ТМ-И КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,3 мм/м.

Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №6**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от следующих групп тепловых камер тепломагистрали ТМ-И КТЭЦ Ду500: от «ТК-И-22» до «ТК-И-41», от «ТК-И- 80» до «ТК-И-

89», и тепломагистрالی «ТК-II-11» ТМ-II Ду500 «ТК-II-11».

В нижеследующей таблице 12.1.2.10 приведены ориентировочные показатели гидравлического режима распределительных тепловых сетей: средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей, ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно- вентиляционные системы и средней величиной удельных гидравлических потерь.

Таблица 12.1.2.10 Ориентировочные показатели гидравлического режима распределительных тепловых сетей

Тепловая камера	Средний расп.напор на потребителе, м	Ориентировочное увеличениевеличины расхода на СО,%	Средней величиной удельных гидравлических потерь, мм/м
ТК-I-27	35	0	1,8
ТК-I-35	21	0	2,1
ТК-I-38	24	- 20	2,8
ТК-I-80	35	5	3,8
ТК-I-82	36	0	4,4
ТК-I-85	34	- 10	3,5
ТК-II-11	27	- 20	2,9

Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением в рассматриваемом микрорайоне отсутствуют.

### **Микрорайон №7**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-I-48» тепломагистрالی ТМ-I КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 23 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 7,1 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №8**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-II-11»

тепломагистрала ТМ-II КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 28 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное увеличение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №10-11**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-II-14» и «ТК-II-14» тепломагистрала ТМ-II КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №9-12**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-II-14» и «ТК-II-17» и «ТК-II-19» тепломагистрала ТМ-II КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной

удельных гидравлических потерь равной 2,5 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №14**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловых камер «ТК-II-21» и «ТК-II-22» тепломагистрали ТМ-II КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 24 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 15%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №15**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-5/12», запитанной от «ТК-I-46а» тепломагистрали ТМ-I КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 20 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 10%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 1,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

#### **Микрорайон №21**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от группы тепловых камер «ТК-II-36/3» - «ТК-II-36/6».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей

данного микрорайона составляет 19 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,3 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайон №21а**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-III-47/3».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 23 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 3,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Квартал №31**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-III-47/6» тепломагистрали ТМ-III КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 12 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,0 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне располагается распределительный пункт КРП-31.

В КРП-31 установлен и находится в работе регулятор давления для поддержания необходимого гидравлического режима в распределительной тепловой сети и совокупности потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от данного пункта.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено:

- насосы марки Wilo TOP-SD в количестве 2 шт. (мощностью 1,8 кВт), установленных на

перемычке между подающим и обратным трубопроводом для обеспечения «погодного регулирования» в местных системах отопления;

– циркуляционные насосы системы ГВС, марки Wilo DPL 32/100-0,55/2 (мощностью 0,55 кВт) в количестве 2шт.

Напорно-расходная характеристика насосов приведена на рис.12.1.2.6-12.1.2.7.

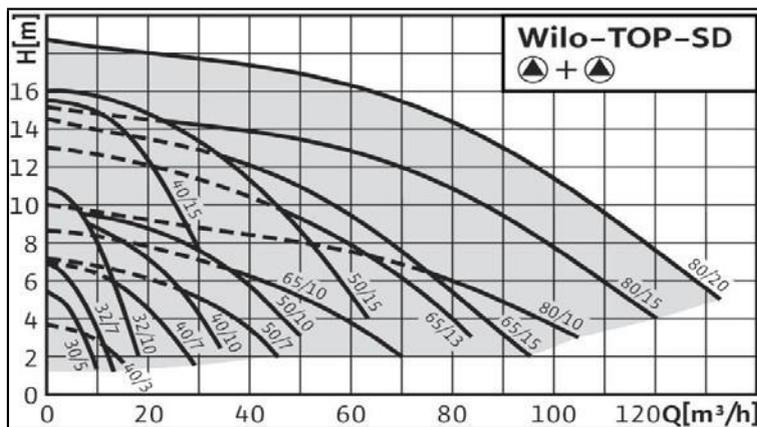


Рисунок 12.1.2.6 Характеристики насоса Wilo TOP-SD

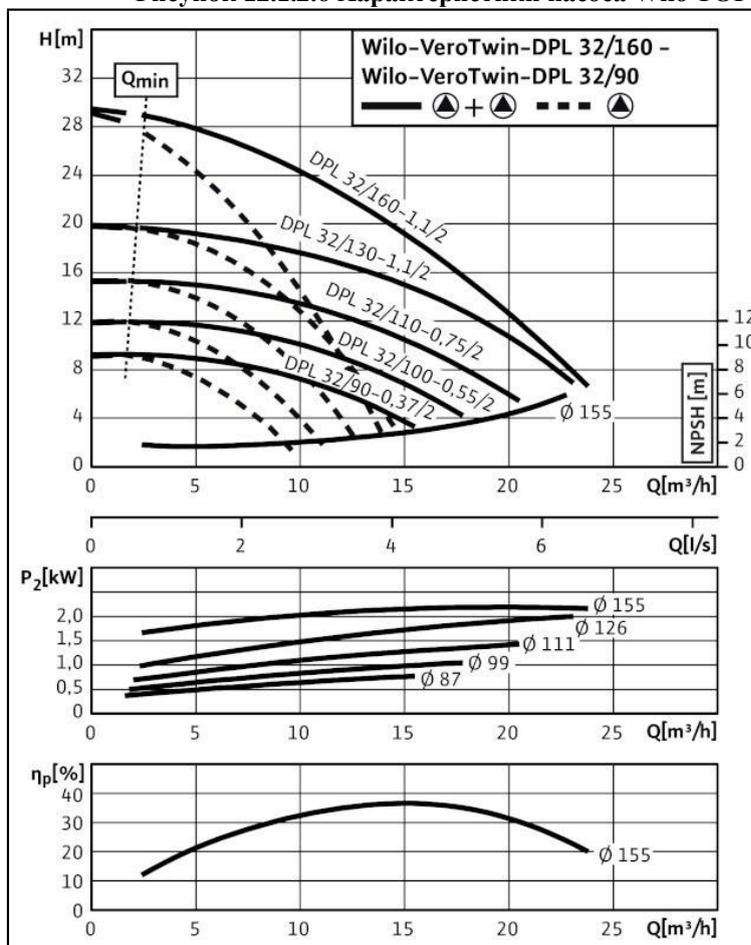


Рисунок 12.1.2.7 Характеристики насоса Wilo DPL 32/100-0,55/2

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Wilo TOP-SD, обеспечивающие циркуляцию теплоносителя в системах отопления, составляет 9 т/ч. Работа насосных агрегатов

определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

Расчетный среднечасовой и максимальный расход сетевой воды через циркуляционные насосы системы ГВС марки Wilo DPL 32/100-0,55/2 равные соответственно 5 т/ч и 13 т/ч, определяет работу насосов в рабочей зоне напорно-расходной характеристики.

### **Квартал «К»**

Теплоснабжение потребителей осуществляется, в основном, от тепловых камер «ТК-Ш-17/2» и «ТК-П-21».

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона от ТК-Ш-17/2 составляет 38 м, от ТК-П-21 – 30 м.

Для потребителей данного микрорайона характерно ориентировочное снижение величины расхода сетевой воды на отопительно-вентиляционные системы относительно своего расчетного значения от ТК-Ш-17/2 на 15%, от ТК-П-21 – на 20%.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь от ТК-Ш-17/2 равной 2,9 мм/м, от ТК-П-21 – равной 4,2 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

В данном микрорайоне располагается распределительный пункт КРП №2.

Теплоснабжение потребителей от КРП №2 квартала «К» осуществляется от тепловой камеры «ТК-П-21» тепломагистрали ТМ-П КТЭЦ.

Насосное оборудование контрольно-распределительного пункта представлено насосами марки Grundfos CR 90-3-2 в количестве 3 шт. (мощностью 18,5 кВт), установленных на обратном трубопроводе для создания необходимой циркуляции в местных системах отопления.

Напорно-расходная характеристика насосов Grundfos CR 90-3-2 приведена на рис.12.1.2.8.

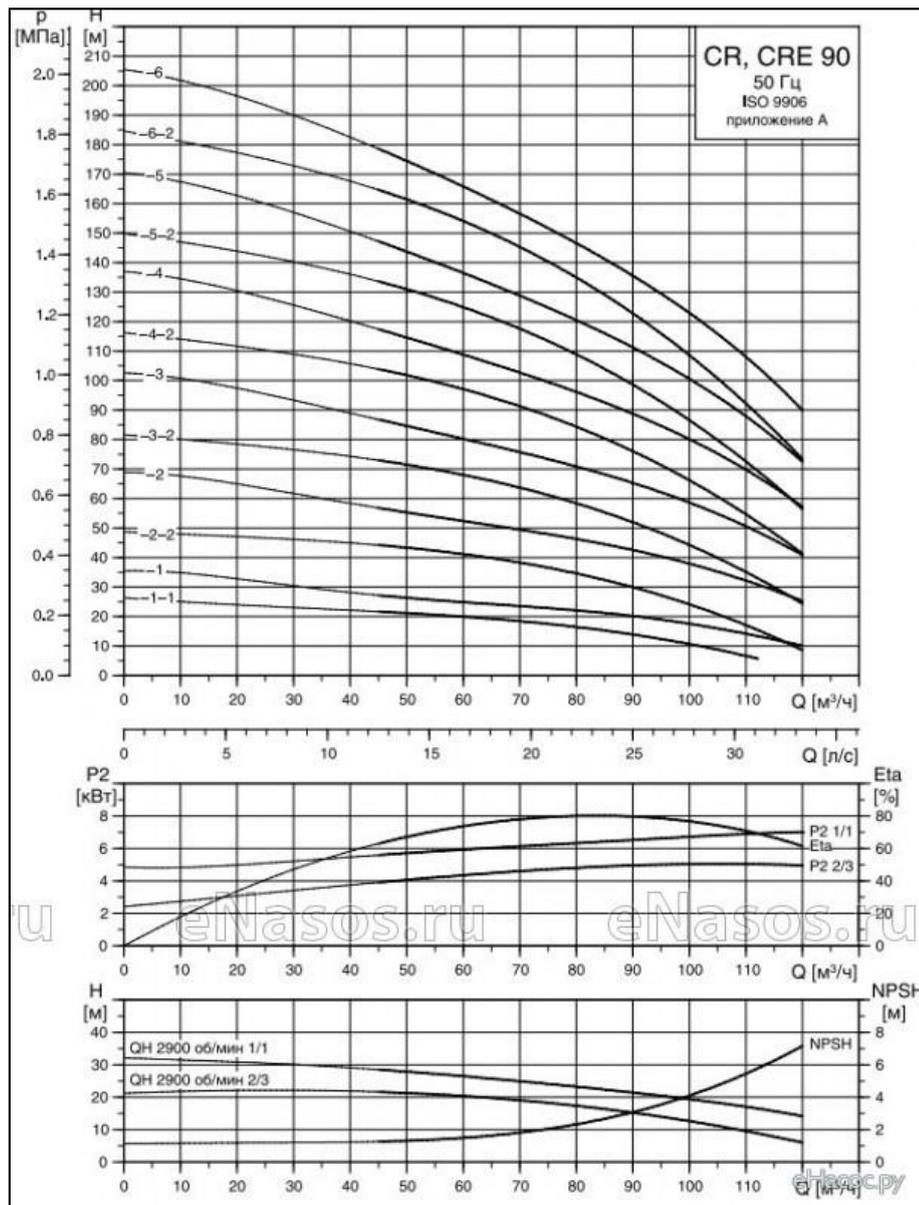


Рисунок 12.1.2.8 Характеристики насоса Grundfos CR 90-3-2

Расчетный расход сетевой воды через насосы марки Grundfos CR 90-3-2, обеспечивающие циркуляцию теплоносителя в системах отопления, составляет 34 т/ч. Работа насосных агрегатов определяется рабочей зоной напорно-расходной характеристики.

### «Стройгородок»

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-III-35» тепломагистрали ТМ-III КТЭЦ Ду500.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 39 м.

Распределительные (квартальные) тепловые сети характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,7 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с

повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Микрорайоны №11, 11а, 13, 12а Рудничного района**

Теплоснабжение потребителей осуществляется от тепловой камеры «ТК-IV-10» тепломагистрали ТМ-IV КТЭЦ Ду700.

Средняя величина фактического располагаемого напора на тепловых вводах потребителей данного микрорайона составляет 21 м.

Распределительные (квартирные) тепловые сети данного микрорайона характеризуются средней величиной удельных гидравлических потерь равной 2,8 мм/м. Участки распределительных тепловых сетей с повышенным гидравлическим сопротивлением отсутствуют.

### **Выводы по рассмотрению режимов работы распределительных (квартирных) тепловых сетей**

1. распределительные (квартирные) тепловые сети характеризуются низкой величиной удельных гидравлических потерь и отсутствием участков с повышенным гидравлическим сопротивлением.

Данное обстоятельство связано, в первую очередь, с тем, что система централизованного теплоснабжения г.Кемерово разрабатывалась (проектировалась) с учетом водоразбора из подающего трубопровода при максимальном расходе. Однако, величина фактического водоразбора значительно ниже теоретического максимального значения, что определяет низкие гидравлические потери в распределительных тепловых сетях и, соответственно, существующий запас пропускной способности распределительных тепловыхсетей.

2. насосное оборудование на насосных станциях, КРП и ЦТП, находящихся на балансе ОАО «КТСК», находится, в основном, в оптимальном режимеработы.

3. для существующего гидравлического режима системы централизованного теплоснабжения Кировского района характерно отсутствие потребителей с ярко выраженной нехваткой располагаемогонапора.

### **Расчетный режим работы системы теплоснабжения**

Расчетный режим системы централизованного теплоснабжения рассчитан на основании полной электронной модели СЦТ, включающей в себя как магистральные тепловые сети, так и распределительные (квартирные) тепловые сети до тепловых вводов абонентов по расчетным

расходам сетевой воды.

Гидравлические параметры расчетного режима работы рассматриваемой системы теплоснабжения приведены в таблице 12.1.2.11.

Таблица 12.1.2.11 Параметры расчетного режима

Тепломагистраль (бойлерные установки)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)	10, 5	2,6	1 375	1 023
Тепломагистраль I и III (БУ-2)	9,8	3,0	746	958
Тепломагистраль IV (БУ-2)	10, 4	7,0	747	467
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>2 868</b>	<b>2 448</b>

Для организации расчетного гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в отопительный период предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.2.12).

Таблица 12.1.2.12 Секционирование магистральных тепловых сетей

Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	по трубопроводу	Диаметр участка
в НО-III-17 в сторону НО-III-17/1	по подающему и обратному	Ду500
в ТК-II-34 в сторону ТК-II-35	по подающему	Ду400
в ТК-III-47/3 в сторону КРП кв. 21А	по обратному	Ду200
в ТК-III-47 в сторону ТК-III-47/3	по подающему	Ду500
в точке «А» (Узел 1) в сторону в ТК-III-47	по обратному	Ду500
в ТК-II-36/2 в сторону ТК-II-36/2'	по обратному	Ду400
в ТК-II-36/2 в сторону ПНС-4	по подающему	Ду400

При этом, на указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Параметры, характеризующие расчетный режим работы насосных станций в тепловых сетях Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.2.13.

Таблица 12.1.2.13 Параметры насосных станций расчетного режима

Насосная станция		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающ ем	обратно м	подаю щем	обратно м
ПНС-4	нижняя зона	6,7	2,0	0	17
ПНС-4	верхняя зона	6,7	3,6		2
ПНС-11	нижняя зона	4,7	2,5	486	47
ПНС-11	верхняя зона	15, 2	10,7		6

Для обеспечения расчетного гидравлического режима и необходимых для нормального теплоснабжения потребителей располагаемых напоров на тепловых вводах следует произвести наладку тепловых сетей в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками и обеспечить располагаемые напоры на выводах магистральных тепловых сетей от Кемеровской ТЭЦ, за счет повышения давления в подающих трубопроводах в соответствии с таблицей.

### **Зимний режим работы системы теплоснабжения**

Зимний теплогидравлический режим системы централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово определен при максимальном отборе воды на горячее водоснабжение из обратного трубопровода.

Гидравлические параметры зимнего режима работы рассматриваемой системы теплоснабжения приведены в таблице 12.1.2.14.

Таблица 12.1.2.14 Параметры зимнего режима работы

Тепломагистраль (бойлерные установки)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)	10, 5	2,6	1 328	98 2
Тепломагистраль I и III (БУ-2)	9,8	3,0	704	90 9
Тепломагистраль IV (БУ-2)	10, 4	7,0	728	45 0
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>2 759</b>	<b>2 340</b>

Для организации зимнего гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в отопительный период предусмотрено следующее секционирование (таблица 12.1.2.15).

Таблица 12.1.2.15 Секционирование магистральных тепловых сетей

Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	по трубопроводу	Диаметр участка
в НО-III-17 в сторону НО-III-17/1	по подающему и обратному	Д у500
в ТК-II-34 в сторону ТК-II-35	по подающему	Д у400
в ТК-III-47/3 в сторону КРП кв. 21А	по обратному	Д у200
в ТК-III-47 в сторону ТК-III-47/3	по подающему	Д у500
в точке «А» (Узел 1) в сторону в ТК-III-47	по обратному	Д у500
в ТК-II-36/2 в сторону ТК-II-36/2'	по обратному	Д у400
в ТК-II-36/2 в сторону ПНС-4	по подающему	Д у400

При этом, на указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Параметры, характеризующие зимний режим работы насосных станций в тепловых сетях Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.2.16.

Таблица 12.1.2.16 Параметры ПНС в зимнем режиме

Насосная станция		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
ПНС-4	нижняя зона	6,7	1,6	0	209
ПНС-4	верхняя зона	6,7	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	4,7	2,4	468	459
ПНС-11	верхняя зона	15,2	10,7		

### **Переходный режим работы системы теплоснабжения**

Переходный теплогидравлический режим системы централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово определен при максимальном отборе воды на горячее водоснабжение из подающего трубопровода.

Гидравлические параметры зимнего режима работы рассматриваемой системы

теплоснабжения приведены в таблице 12.1.2.17.

Таблица 12.1.2.17 Параметры зимнего режима работы

Тепломагистраль (бойлерные установки)	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)	10,5	2,6	1 423	1 065
Тепломагистраль I и III (БУ-2)	9,8	3,0	789	1 007
Тепломагистраль IV (БУ-2)	10,4	7,0	766	485
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>			<b>2 977</b>	<b>2 557</b>

Для организации переходного гидравлического режима работы магистральных тепловых сетей в отопительный период предусмотрено следующее секционирование (12.1.2.18).

Таблица 12.1.2.18 Секционирование магистральных тепловых сетей

Тепловая камера, в которой осуществляется секционирование	по трубопроводу	Диаметр участка
в НО-III-17 в сторону НО-III-17/1	по подающему и обратному	Ду500
в ТК-II-34 в сторону ТК-II-35	по подающему	Ду400
в ТК-III-47/3 в сторону КРП кв. 21А	по обратному	Ду200
в ТК-III-47 в сторону ТК-III-47/3	по подающему	Ду500
в точке «А» (Узел 1) в сторону в ТК-III-47	по обратному	Ду500
в ТК-II-36/2 в сторону ТК-II-36/2'	по обратному	Ду400
в ТК-II-36/2 в сторону ПНС-4	по подающему	Ду400

При этом, на указанных участках тепловой сети организован минимальный проток теплоносителя для предотвращения замерзания сетевой воды.

Параметры, характеризующие переходный режим работы насосных станций в тепловых сетях Кемеровской ТЭЦ, представлены в таблице 12.1.2.19.

Таблица 12.1.2.19 Параметры ПНС в переходном режиме

Насосная станция		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
ПНС-4	нижняя зона	6,1	1,8	0	229
ПНС-4	верхняя зона	6,1	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	3,6	3,6	503	494
ПНС-11	верхняя зона	15,6	10,7		

### **Летний режим работы системы теплоснабжения**

Покрытие нагрузки горячего водоснабжения в летний период осуществляется от Кемеровской ТЭЦ по тупиковой схеме, без циркуляции теплоносителя.

Организация горячего водоснабжения потребителей Кировского района от Кемеровской ТЭЦ возможна несколькими способами, в зависимости от графика проведения испытаний на прочность и плотность тепловых сетей:

– совместная работа тепломагистралей ТМ-III (от КТЭЦ до ТК-III-47) и ТМ-II (от ТК-II-20 до ТК-II-36) на горячее водоснабжение. При этом, давление воды на выходе с КТЭЦ равно 6,5 кгс/см<sup>2</sup>, среднечасовая величина подпитки 200 т/ч (максимальная 300 т/ч). В данной режиме производятся испытания тепломагистралей ТМ-II (от КТЭЦ до ТК-II-20) и ТМ-I (от НО-3 до ТК-II-13).

– совместная работа тепломагистралей ТМ-II (от КТЭЦ до ТК-II-20) и ТМ-I (от НО-3 до ТК-II-13) на горячее водоснабжение. При этом, давление воды на выходе с КТЭЦ равно 7,5 кгс/см<sup>2</sup>, среднечасовая величина подпитки 300 т/ч (максимальная 450 т/ч). В данной режиме производятся испытания ТМ-III (от КТЭЦ через ТК-III-47 до ТК-II-35), ТМ-II (от ТК-II-20 до ТК-II-36) и ТМ-IV (от КТЭЦ до ТК-IV-10).

– совместная работа тепломагистралей ТМ-I, ТМ-II и ТМ-III. Режим без проведения испытаний на прочность и плотность тепловых сетей.

Температура воды с Кемеровской ТЭЦ поддерживается в диапазоне 70 – 80°С.

Расчет летнего режима работы СЦТ правобережной части г. Кемерово (совместная работа тепломагистралей ТМ-I, ТМ-II и ТМ-III) производится при максимальной нагрузке горячего водоснабжения в неотапительный период. При отключенной отопительно-вентиляционной тепловой нагрузке с учетом обеспечения нагрузки горячего водоснабжения с коэффициентом 0,7.

Расчетный летний режим работы СЦТ без циркуляции теплоносителя характеризуется давлением воды на выходе с КТЭЦ равным  $7,5 \text{ кгс/см}^2$  и суммарным расходом воды в подающем трубопроводе 603 т/ч. При этом, расчетные часовые тепловые потери в подающем трубопроводе через изоляцию и с утечками теплоносителя составляют 9,5 Гкал/ч.

При этом, максимальный фактический расход воды на выводе КТЭЦ в неотапительный период составляет порядка 420 т/ч.

В случае применения циркуляции теплоносителя по тепловой сети в неотапительный период расчетный суммарный расход воды на выводе КТЭЦ составит 685 т/ч. При этом, расход в обратном трубопроводе равен 66 т/ч.

### **Статический режим работы системы теплоснабжения**

Статическое давление в системах теплоснабжения при теплоносителе воде не должно превышать допустимое давление в оборудовании источника теплоты, в тепловых сетях, в оборудовании тепловых пунктов и в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения потребителей, непосредственно присоединенных к тепловым сетям, и обеспечивать заполнение их водой.

В связи со значительной разницей геодезических отметок предусмотрено деление водяных тепловых сетей на две независимые зоны. Первая охватывает тепловые сети Кировского района, вторая – тепловые сети Рудничного района. При этом разность геодезических отметок указанных зон достигает 125 м.

Для создания необходимого статического режима во избежание превышения давления сетевой воды на установленном оборудовании СЦТ в схемах автоматизации ПНС-4 и ПНС-11 учитывается переход на статический режим.

Статический режим работы оборудования Кемеровской ТЭЦ определяется давлением  $5,5 \text{ кгс/см}^2$ . Давление на насосных станциях в тепловых сетях: на ПНС-4 статическое давление равно  $3,6 \text{ кгс/см}^2$ , на ПНС-11 –  $13,0 \text{ кгс/см}^2$ .

### **Аварийные режимы работы системы теплоснабжения**

#### **Отключение сетевых насосов на ПНС-11**

Рассматривается аварийный режим при останове сетевых насосов на ПНС-11. Верхняя и нижняя зоны, на которые производится разделение в ПНС-11, характеризуются значительной разностью геодезических отметок, порядка 125 м.

В целях недопущения превышения давления в тепловой сети нижней зоны, а также опорожнения трубопроводов верхней зоны тепломагистраль ТМ-4 на ПНС-11 полностью перекрывается.

Совокупность потребителей Рудничного района верхней зоны переводится на теплоснабжение от котельной №27 АО «Теплоэнерго» через тепловую камеру «ТК- 90/1».

Параметры аварийного режим работы приведены в таблице 12.1.2.20.

Таблица 12.1.2.20 Параметры аварийного режима работы

Тепломагистраль (бойлерные установки)		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)		10,5	2,6	1 222	1 053
Тепломагистраль I и III (БУ-2)		9,8	3,0	1 034	1 014
Тепломагистраль IV (БУ-2)				0	0
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>				<b>2 256</b>	<b>2 067</b>
ПНС-4	нижняя зона	6,7	2,0	127	0
ПНС-4	верхняя зона	6,7	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	7,0	1,0	0	0
ПНС-11	верхняя зона	8,2	8,2		

Расход сетевой воды на указанную совокупность потребителей составит 428 т/ч. Следует отметить, что при рассмотрении данного режима располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей, которые переводятся на теплоснабжение от АО«Теплоэнерго» снижаются до значений порядка 7 – 9 м.

При этом, относительное количество теплоты на отопительно-вентиляционные системы, в среднем, определяются величиной 81%. Теплопотребность потребителей обеспечивается на 74 – 87%.

Согласно нормативным документам для г. Кемерово, при авариях (отказах) в течении всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям в размере 88,8% от расчетного значения.

Таким образом, при данном аварийном режиме наблюдается снижение теплотребление на несколько большую величину относительно нормативного значения, однако, в целом, можно констатировать возможность резервирования от котельной №27 АО «Теплоэнерго».

### Остановка работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-I

Рассматривается аварийный режим при останове работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-I Ду500 от вывода Кемеровской ТЭЦ до тепловой камеры «ТК-I- 26».

Параметры аварийного режим работы приведены в таблице 12.1.2.21.

Таблица 12.1.2.21 Параметры аварийного режима работы

Тепломагистрالی (бойлерные установки)		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)		10,5	2,6	1 443	1 150
Тепломагистрالی I и III (БУ-2)		9,8	3,0	264	615
Тепломагистраль IV (БУ-2)		10,4	7,0	683	409
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>				<b>2 390</b>	<b>2 174</b>
ПНС-4	нижняя зона	6,7	2,2	0	226
ПНС-4	верхняя зона	6,7	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	4,7	2,4	427	418
ПНС-11	верхняя зона	15,3	10,7		

При этом, относительное количество теплоты на отопительно-вентиляционные системы, в среднем, определяются величиной 95%. Обеспечение теплотребления в аварийном режиме составляет 82%.

Наименьшее обеспечение теплотребления наблюдается и потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от тепловых камер:

- на участке тепловых сетей от «ТК-I-80» до«ТК-I-88»;
- на участке тепловых сетей от «ТК-I-27» до«ТК-I-30».

Таким образом, при данном аварийном режиме, в целом, наблюдается снижение теплотребление на нормативном уровне. За исключением потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от указанных выше тепловых камер.

## Остановка работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-II

Рассматривается аварийный режим при останове работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-II Ду500 от вывода Кемеровской ТЭЦ до тепловой камеры «НО-II- 11». Параметры аварийного режим работы приведены в таблице 12.1.2.22.

Таблица 12.1.2.22 Параметры аварийного режима работы

Тепломагистрالی (бойлерные установки)		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)				0	0
Тепломагистрالی I и III (БУ-2)		9,8	3,0	1 313	1 575
Тепломагистраль IV (БУ-2)		10,4	7,0	871	391
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>				<b>2 184</b>	<b>1 966</b>
ПНС-4	нижняя зона	6,7	2,2	0	193
ПНС-4	верхняя зона	6,7	3,6		
ПНС-11	нижняя зона	4,4	2,4	409	400
ПНС-11	верхняя зона	14,9	10,7		

Кроме того, необходимо задействовать в работу перемычку между тепломагистрالی от «НО-III-17» до «НО-III-17/1» Ду500.

При этом, относительное количество теплоты на отопительно-вентиляционные системы, в среднем, определяются величиной 91%. Теплотребность в аварийном режиме обеспечивается на 81%.

Наименьшее обеспечение (81%) наблюдается и потребителей, теплоснабжение которых осуществляется на участке тепловых сетей от тепловых камер «НО-I-95» до «НО-I-101».

Согласно нормативным документам для г. Кемерово при авариях (отказах) в течении всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям в размере 88,8% от расчетного значения.

При данном аварийном режиме, в целом, наблюдается снижение теплотребление на нормативном уровне. За исключением потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от указанных выше тепловых камер.

### Остановка работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-III

Рассматривается аварийный режим при останове работы трубопровода тепломагистрالی ТМ-III Ду500 от вывода Кемеровской ТЭЦ до тепловой камеры «НО-III- 32».

Параметры аварийного режим работы приведены в таблице 12.1.2.23.

Таблица 12.1.2.23 Параметры аварийного режима работы

Тепломагистрالی (бойлерные установки)		Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
		подающем	обратном	подающем	обратном
Тепломагистраль II (БУ-1)		10,5	2,6	1 195	1 221
Тепломагистрالی I (БУ-2)		9,8	3,0	371	463
Тепломагистраль IV (БУ-2)		10,4	7,0	727	403
<b>Итого от Кемеровской ТЭЦ:</b>				<b>2 293</b>	<b>2 087</b>
ПНС-4	нижняя зона	6,6	2,2	0	200
ПНС-4	верхняя зона	6,6	4,2		
ПНС-11	нижняя зона	4,7	2,4	422	412
ПНС-11	верхняя зона	15,2	10,7		

При этом, относительное количество теплоты на отопительно-вентиляционные системы, в среднем, определяются величиной 91%. Теплопотребность в аварийном режиме обеспечивается на 81%.

Наименьшее обеспечение (81%) наблюдается и потребителей, теплоснабжение которых осуществляется на участке тепловых сетей от тепловых камер «НО-I-95» до«НО-I-101».

Согласно нормативным документам для г. Кемерово при авариях (отказах) в течении всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям в размере 88,8% от расчетного значения.

Таким образом, при данном аварийном режиме, в целом, наблюдается снижение теплопотребление на нормативном уровне. За исключением потребителей, теплоснабжение которых осуществляется от указанных выше тепловых камер.

### Резервы и дефициты пропускной способности тепловых сетей

Магистральные тепловые сети от Кемеровской ТЭЦ характеризуются отсутствием дефицита пропускной способности. Более того, тепловая магистраль ТМ-4 КТЭЦ является крайне «незагруженной».

На текущий момент, основной зоной теплоснабжения тепломагистрали ТМ-4 КТЭЦ является совокупность потребителей Рудничного района (севернее пр. Кузбасский), с суммарной тепловой нагрузкой 94,647 Гкал/ч. Протяженность тепломагистрали (в двухтрубном исчислении) от КТЭЦ до указанных потребителей составляет порядка 12 км. Условный диаметр участков ТМ-4 КТЭЦ на всем протяжении составляет Ду700.

При этом, средний фактический эксплуатационный расход сетевой воды по ТМ-4 КТЭЦ для теплоснабжения потребителей Рудничного района (от тепловой камеры «УЗЕЛ 1») равен 630 т/ч.

Существующая структура тепловых сетей системы централизованного теплоснабжения от Кемеровской ТЭЦ позволяет перераспределить нагрузку между тепловыми магистралями КТЭЦ и дополнительно использовать магистраль ТМ-4 КТЭЦ для теплоснабжения части потребителей Кировского района (от тепловой камеры «УЗЕЛ 1»). Значение дополнительного расхода сетевой воды в подающем трубопроводе обусловлено необходимым для нормального теплоснабжения гидравлическим режимом работы системы теплоснабжения Кировского района и составляет величину порядка 350 т/ч (что ориентировочно соответствует тепловой нагрузке 27 Гкал/ч).

Таким образом, средний фактический расход сетевой воды в подающем трубопроводе ТМ-4 на выводе Кемеровской ТЭЦ равен 980 т/ч (в обратном 620 т/ч). Протяженность тепломагистрали ТМ-4 от Кемеровской ТЭЦ до тепловой камеры «УЗЕЛ 1» составляет 7,1 км, от «УЗЕЛ 1» до потребителей Рудничного района 4,7 км.

При данных расходах сетевой воды скорость движения теплоносителя в подающем трубопроводе на головном участке тепломагистрали ТМ-4 КТЭЦ (до тепловой камеры «УЗЕЛ 1») равна 0,65 м/с, в обратном – 0,33 м/с. Удельные линейные потери напора в подающем трубопроводе 0,73 мм/м (0,19 мм/м в обратном). Для участков трубопроводов ТМ-4 КТЭЦ от тепловой камеры «УЗЕЛ 1» до потребителей Рудничного района данные величины имеют меньшие значения: скорость сетевой воды в подающем трубопроводе 0,35 м/с (в обратном 0,34 м/с), удельные линейные потери напора в подающем трубопроводе 0,21 мм/м (в обратном 0,20 мм/м).

Существенным недостатком при таком режиме работы является значительные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции участков трубопроводов тепловых сетей

относительно тепловой нагрузки потребителей.

### **Особенности эксплуатации системы теплоснабжения**

На основании обработки и анализа представленной исходной информации, а также результатов теплогидравлических расчетов в программном комплексе «ZuluThermo» возможно отметить следующие факторы и недостатки работы системы теплоснабжения:

1. В связи с наличием в рассматриваемой системе теплоснабжения насосных станций, запорно-регулирующей арматуры (регуляторы давления в тепловых сетях), работающих в единой гидравлической увязке, существует значительная вероятность отказа оборудования. Для увеличения надежности на насосных станциях имеются средства защиты от недопустимого превышения давления в трубопроводах тепловых сетей.

2. Проведенные расчеты в «ZuluThermo» и анализ режимов работы системы теплоснабжения позволяют сделать вывод о разрегулировке теплогидравлического режима системы теплоснабжения.

3. Источник тепловой энергии, в целом, осуществляют отпуск тепловой энергии в соответствии с температурным графиком, утвержденным ООО «СГК».

Однако, фактическая температура обратной сетевой воды, поступающей на КемТЭЦ, характеризуется повышенными значениями по сравнению с расчетным температурным графиком в среднем на 9°C. Данный факт свидетельствует о том, что, возможно, теплопотребляющие установки не обеспечивают необходимый теплосъем подаваемого тепла. Кроме того, возможно, проектные тепловые нагрузки зданий и сооружений являются завышенными.

Повышенная температура поступающей на ТЭЦ обратной сетевой воды приводит к повышению давления в теплофикационных отборах, что приводит к разгрузке турбины, как по отпуску тепла, так и по выработке электроэнергии. То есть, происходит снижение экономичности и энергоэффективности турбоустановки.

4. Наблюдается значительный резерв пропускной способности магистрального теплового вывода ТМ-IV Ду700, посредством которого осуществляется, в основном, теплоснабжение части потребителей Рудничногорайона.

5. Следует отметить, что существующая структура магистральных и распределительных (квартальных) тепловых сетей, а также установленное оборудование на источниках тепловой энергии и насосных станциях в тепловых сетях, позволяют осуществлять теплоснабжение на нормативном уровне всех потребителей, в том числе позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры.

Исходя из анализа сопоставления фактического и расчетного режимов работы системы теплоснабжения, смоделированных в программном комплексе «ZuluThermo» можно констатировать, что:

а) пропускная способность магистральных тепловых сетей, находящихся на балансе ООО «СГК», позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей, в случае создания потокораспределения по тепловой сети в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками;

б) пропускная способность распределительных (квартальных) тепловых сетей, находящихся на балансе АО «КТСК», позволяет обеспечить необходимые располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей, в случае создания потокораспределения по тепловой сети в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками;

в) однако, из-за разрегулировки систем теплоснабжения, одним из основных факторов которой является невыдерживание температурного графика на источнике тепловой энергии ООО «СГК» в зоне низких температур наружного воздуха (ниже – 15°C), на текущий момент существует незначительное количество потребителей, для которых характерна нехватка располагаемого напора, и, как следствие некачественное теплоснабжение.

г) из-за разрегулировки систем теплоснабжения увеличивается циркуляционный расход сетевой воды по тепловым сетям, что приводит к ещё большему появлению потребителей с низким располагаемым напором. Это, в свою очередь, вызывает у этих абонентов желание улучшить качество теплоснабжения за счет, как правило, увеличения («расверливания») размеров дроссельных устройств, что приводит к ещё большему увеличению циркуляциитеплоносителя.

В данной ситуации ООО «СГК» вынуждено дополнительно дросселировать располагаемые напоры на магистральных тепловых сетях и ответвлениях от магистральных тепловых сетей, во избежание глобальной нехваткирасполагаемыхнапоров потребителей.

Технически, наиболее приемлемым решением является единовременная наладка тепловых сетей, при условии соблюдения температурного графика и дальнейшему оперативному контролю за стабильность «отрегулированного» режима.

6. Исходя из анализа параметров работы оборудования ПНС-11, можно констатировать, что при существующем гидравлическом режиме работы системы теплоснабжения, режим работы оборудования ПНС-11 характеризуется низкой загрузкой. Однако, негативные последствия, связанные с данным обстоятельством минимизируются за счет использования частотно-

регулируемого привода на сетевых насосах

7. Одним из ключевых факторов, влияющих на работу отдельных элементов системы транспорта и распределения тепловой энергии и всей системы в целом, является открытый водоразбор. Изменение величины водоразбора меняет потокораспределение по тепловой сети и соответствующее положение пьезометрического графика.

Данное обстоятельство приводит к переменному режиму работы тепловых сетей, систем теплопотребления и всей системы в целом в суточном разрезе. Для совместной работы источника тепловой энергии и насосных станций в системе теплоснабжения, а также поддержания нормального гидравлического режима предусмотрена автоматизация каждого из этих элементов, обеспечивающая регулирование гидравлических параметров.

Кроме того, схема автоматизации учитывает переход насосных станций из эксплуатационного режима на статический режим при аварийных остановах источника тепловой энергии и других насосных станций, включение резервных насосов.

## 12.2 Системы теплоснабжения АО «Теплоэнерго»

Локальные источники тепловой энергии АО«Теплоэнерго» территориальной расположены как в левобережной, так и в правобережной части г. Кемерово.

Краткая характеристика систем теплоснабжения от котельных АО «Теплоэнерго» приведена в таблице 12.2.1.

Таблица 12.2.1 Котельные АО «Теплоэнерго»

№ котельной	Адрес	Схема подключения ГВС	Расчетный темп. график регулирования отпуска тепла	Установленная мощность источника, Гкал/ч	Давление сетевой воды на выводе источника, кгс/см <sup>2</sup>	
					в под	в обр
<b>Левобережные районы</b>						
<b>Центральный район</b>						
26	Севернее комплекса строений № 26 по ул. Соборная	закрытая	105-70 срезка 70	5,16	5,9	4
<b>Ленинский район</b>						
114	б-р Строителей, 65б	закрытая	95-70 срезка 70	12,123	6,5	4,5
<b>Заводский район</b>						
43	Севернее строения № 47 по ул. 4-я Цветочная	закрытая	95-70 срезка 65	0,74	2,5	1,6
47	ул. Бийская, 37	нет	95-70	0,36	1	0,7

№ котельной	Адрес	Схема подключения ГВС	Расчетный темп. график регулирования отпуска тепла	Установленная мощность источника, Гкал/ч	Давление сетевой воды на выводе источника, кгс/см <sup>2</sup>	
					без срезки	
					в под	в обр
141	Северо-западнее здания № 42/9 по ул. Зейская	нет	95-70 без срезки	0,11	1,9	1,5
42	Северо-западнее жилого дома № 16 по пер. 2-ой Зейский	нет	95-70 без срезки	0,327	3	2,2
<b>ж.р. Ягуновский, Пионер</b>						
56	Западнее жилого дома № 23 по ул. Пригородная	закрытая	95-70 без срезки	0,4	2,7	2,1
60	ул. Муромцева, 2в	нет	95-70 без срезки	0,062	2	1,7
61	ул. Подстанция 220	нет	95-70 без срезки	0,156	2	1,1
92	Восточнее строения № 2а по ул. Симферопольская	открытая	95-70 срезка 65	1,41	3,5	2,8
96	Западнее строения № 4 по ул. 2-я Аральская	открытая	95-70 без срезки	1,788	5,1	3,5
97	пер. Центральный, 17	открытая	95-70 срезка 65	0,86	4	2
122	Юго-западнее пересечения ул. Баха и ул. Масальская	нет	95-70 без срезки	0,43	2,2	1,2
123	Южнее комплекса строений № 18 по ул. 2-я Малоплановая	открытая	105-70 срезка 65	12,73	4,5	1,1
163	ул. Энтузиастов, 1а	открытая	95-70 срезка 65	0,722	4	1,5
<b>Правобережные районы</b>						
<b>Рудничный район</b>						
15	Севернее строения № 151 по ул. Елыкаевская	нет	95-70 без срезки	0,6	2,7	1
27	Сосновый бульвар, 12	открытая	130-70 срезка 65	70	8	3,5
31	ул. Вахрушева, 6	закрытая	95-70 срезка 65	2,752	3	1,6
34	Северо-западнее строения № 38 по ул. Черноморская	нет	95-70 без срезки	0,621	3	2,3
35	ул. Антипова, 2/3	открытая	95-70 срезка 65	4,6	5	3
38	ул. Авроры, 16	закрытая	95-70 без срезки	4,263	4	2,8
45	ул. Терешковой, 8	открытая	130-70 срезка 65	52,5	7	2,5
101	ул. Шахтерская, 3а	открытая	95-70 срезка 65	3,827	2,7	1,2

№ котельной	Адрес	Схема подключения ГВС	Расчетный темп. график регулирования отпуска тепла	Установленная мощность источника, Гкал/ч	Давление сетевой воды на выводе источника, кгс/см <sup>2</sup>	
					в под	в обр
102	Южнее здания № 3 по ул. Карачинская	нет	95-70 без срезки	0,413	2,6	1,6
103	Юго-западнее комплекса строений № 1 по ул. Городецкая	закрытая	95-70 срезка 65	0,86	4	2,4
110	Западнее строения № 17 по ул. Красная горка	нет	95-70 без срезки	0,18	2,6	1,6
112	Северо-западнее строения № 32 ул. Рутгерса	открытая	95-70 срезка 65	1,376	4,6	1,7
118	Юго-западнее здания № 10а по ул. Суворова	открытая	95-70 срезка 65	3,182	3,9	1,4
<b>ж.р. Кедровка, Промышленовский</b>						
65	ул. Греческая деревня, 1576	закрытая	95-70 срезка 65	1,587	2,3	1,9
66	Северо-западнее жилого дома № 275 по ул. Греческая деревня	закрытая	95-70 срезка 65	0,53	2,7	2,6
<b>Кировский район</b>						
17	Юго-восточнее строения № 15а по ул. Багратиона	нет	95-70 без срезки	0,86	4,3	1,3
<b>ж.р. Лесная поляна</b>						
4	пр. В.В. Михайлова, 7	закрытая	95-70 срезка 70	0,327	4	3
6	ул. Щегловская, 2	закрытая	95-70 без срезки	1,496	P1/P2: 4,2/3,8	P3/P4: 3,7/1,8
7	ул. Щегловская, 30	закрытая	95-70 без срезки	0,533	P1/P2: 3,1/2,0	P3/P4: 5,0/4,7
8	Осенний бульвар, 4а	закрытая	95-70 без срезки	0,516	P1/P2: 4,2/3,1	P3/P4: 3,0/2,3
<b>Кемеровский район*</b>						
19	с. Верхотомское, ул. Школьная, 20а	закрытая	95-70 без срезки	2,322	3,1	1,8
24	0,2 км севернее д. Журавлево	открытая	95-70 срезка 65	2,303	5,4	2
25	Пригородный лесхоз, ГЛД «Старочервовская», в 1414 м, северо-западнее д. Ляпки	открытая	95-70 срезка 65	1,62	4	2,2
54	о/л «Солнечный»	открытая	95-70 срезка 65	0,84	3,1	0,9
158	ул. 3-я Рабочая, 18д	нет	95-70 без срезки	0,516	2,1	1,3

\*Котельные Кемеровского района учтены в тарифе АО «Теплоэнерго»

Зоной покрытия тепловых нагрузок от котельных №27 и 45 являются потребители

Рудничного района правобережной части г. Кемерово.

### Системы теплоснабжения котельных №27, №45

Котельная №45 имеет два вывода магистральных тепловых сетей, оба диаметром Ду400. От коллекторов котельной №27 осуществляется отпуск тепловой энергии по двум тепломагистралям Ду500 и Ду300.

Схема присоединения местных отопительно-вентиляционных систем – зависимая. Горячее водоснабжение потребителей осуществляется, в основном, по открытой схеме.

Для оценки существующего режима работы системы передачи и распределения тепловой энергии от источников теплоты до потребителей были проанализированы результаты расчетов режимов работы системы централизованного теплоснабжения.

В качестве исходных данных по тепловым нагрузкам потребителей при создании математической модели системы теплоснабжения в «ZuluThermo» использовались тепловые нагрузки, предоставленные АО «Теплоэнерго».

Утвержденный температурный график отпускатепловойэнергииоткотельных №27, №45 - 130/70°С и спрямлением для горячего водоснабжения 65°С.

Параметры существующего гидравлического режима работы на тепловых выводах рассматриваемых котельных приведены в таблице 12.2.2.

**Таблица 12.2.2 Параметры фактического гидравлического режима**

Котельная	Давление в трубопроводе, кгс/см <sup>2</sup>		Фактический расход сетевой воды в трубопроводе, т/ч	
	подающем	обратном	подающем	обратном
Котельная №27	7,8	3,7	952	772
Котельная №45	7,0	2,5	743	628

Тепловые сети двухтрубные и имеют кольцевую структуру теплопроводов. Котельные №27 и 45 гидравлически связаны одной кольцевой тепловой сетью, однако в отопительный период каждая котельная изолированно работает на свою зону тепловых сетей. Секционирование произведено на участках магистральных тепловых сетей: на участке тепловых сетей от ТК-31А/2 до ТК-16А/2 диаметром Ду300, и на участке трубопроводов от ТК-11/2 до ТК12/1 диаметром Ду400.

Максимальная разность геодезических отметок составляет 59 м.

Для поддержания нормального гидравлического режима в тепловой сети котельной №45 работает насосно-перекачивающая станция, обеспечивающая необходимое давление в подающем и обратном трубопроводах. Сетевые насосы на указанной ПНС марки Wilo BL 65/160-11/2 установлены на обратном трубопроводе.

Средний фактический расход сетевой воды в отопительный период в подающем трубопроводе 129 т/ч, в обратном – 105 т/ч. На данной ПНС осуществляется понижение напора в подающем трубопроводе (установлен регулирующий клапан по схеме «после себя»), а также напора в обратном трубопроводе. Располагаемый напор после насосной станции к потребителю составляет 31 м.вод.ст.

Моделирование существующего фактического теплового и гидравлического режимов работы системы теплоснабжения выполнялось с учетом следующих положений:

- 1) Величины расходов сетевой воды по отдельным участкам трубопроводов тепловых сетей, а также потокораспределение по всей системе теплоснабжения в целом, определялись на основании сведений, предоставленных путем внесения поправочных коэффициентов расчетной тепловой нагрузки обобщенных потребителей.
- 2) Значения гидравлических сопротивлений участков трубопроводов тепловой сети определялись путем пересчета при известных значениях расхода теплоносителя по участкам тепловой сети и величины падения напора на основании предоставленных сведений по давлениям в подающем и обратном трубопроводах в характерных точках тепловой сети.

Магистральные тепловые сети от рассматриваемых котельных характеризуются наличием резерва пропускной способности. Удельные линейные потери напора на магистральных участках трубопроводов тепловых сетей находятся в диапазоне 1,0 – 3,5 мм/м.

Кроме того, имеется значительный (относительно тепловой нагрузки котельной) резерв пропускной способности тепловых сетей от котельной №27, так как часть потребителей Рудничного района (севернее пр. Кузбасский) переведена на теплоснабжение от Кемеровской ТЭЦ ООО «СГК».

На основании обработки и анализа представленной исходной информации и результатов теплогидравлических расчетов необходимо отметить значительную степень разрегулировки теплогидравлического режима систем теплоснабжения. Увеличение суммарного расхода сетевой воды с котельных №27 и 45 относительно своего расчетного значения составляет порядка 30%.

### 12.3 Системы теплоснабжения ОАО «СКЭК»

Котельные ОАО «СКЭК» располагаются в северной части г. Кемерово.

Характеристики систем теплоснабжения котельных ОАО «СКЭК» приведены в таблице 12.3.1.

Таблица 12.3.1 Котельные ОАО «СКЭК»

Район теплоснабжения	ж.р. Кедровка	ж.р. Промышленновский	ст. Латыши
Источник:	Котельная №8	Котельная №9	Котельная №10
Установленная мощность, Гкал/ч:	80,0	8,4	1,2
Температурный график отпуски тепловой энергии;	105/70 со срезкой 65°C	95 /70 со срезкой 65°C	95 /70 со срезкой 65°C
Тепловая нагрузка, Гкал/ч	36,2801	5,085	0,3364
	3,893	0,027	
Диаметр магистрального тр-да.	Ду500	Ду300	Ду100
Тип системы теплоснабжения (открытая, закрытая, смешанная);	Открытая	Открытая	Открытая
Протяженность магистральных тепловых сетей в двухтрубном исчислении, м;	5821	2065	311
Протяженность распределительных тепловых сетей в двухтрубном исчислении, м.	15879	4582	168
Давление в под. тепломагистрали, кгс/см <sup>2</sup>	12,0	6,8	5,0
Давление в обр. тепломагистрали, кгс/см <sup>2</sup>	5,5	4,0	3,0

Зоной покрытия тепловых нагрузок от котельной №8 являются потребители ж.р. Кедровка правобережной части г. Кемерово.

Схема присоединения местных отопительно-вентиляционных систем – непосредственная. Горячее водоснабжение потребителей осуществляется по открытой схеме.

Для оценки существующего режима работы системы передачи и распределения тепловой энергии от источников теплоты до потребителей были проанализированы результаты расчетов режимов работы системы централизованного теплоснабжения, выполненных на базе программного комплекса «ZuluThermo», способного моделировать фактический тепловой и гидравлический режим работы системы теплоснабжения.

Утвержденный температурный график отпуска тепловой энергии от котельной №8 - 105/70°C и спрямлением для горячего водоснабжения на уровне 65°C.

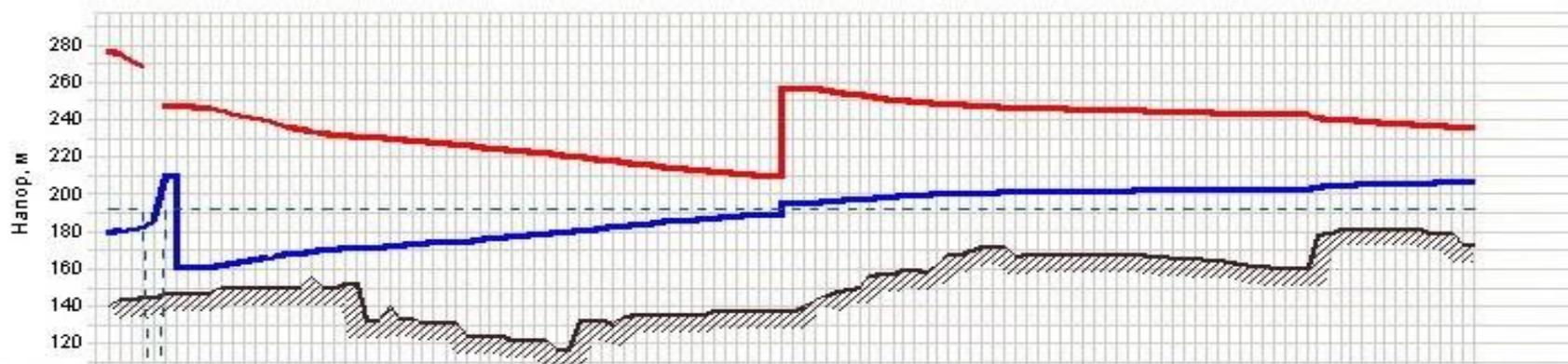
Расчетный гидравлический режим работы тепловых сетей котельной №8 характеризуется следующими параметрами:

- давление в обратном трубопроводе на выводе котельной 5,5 кгс/см<sup>2</sup>;
- давление в подающем трубопроводе на выводе котельной 12,0 кгс/см<sup>2</sup>; что определяет величину располагаемого напора в 65 м. вод. ст.;
- суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе 1 226 т/ч (1 084 т/ч – в обратном).

Тепловые сети двухтрубные и имеют радиальную структуру теплопроводов.

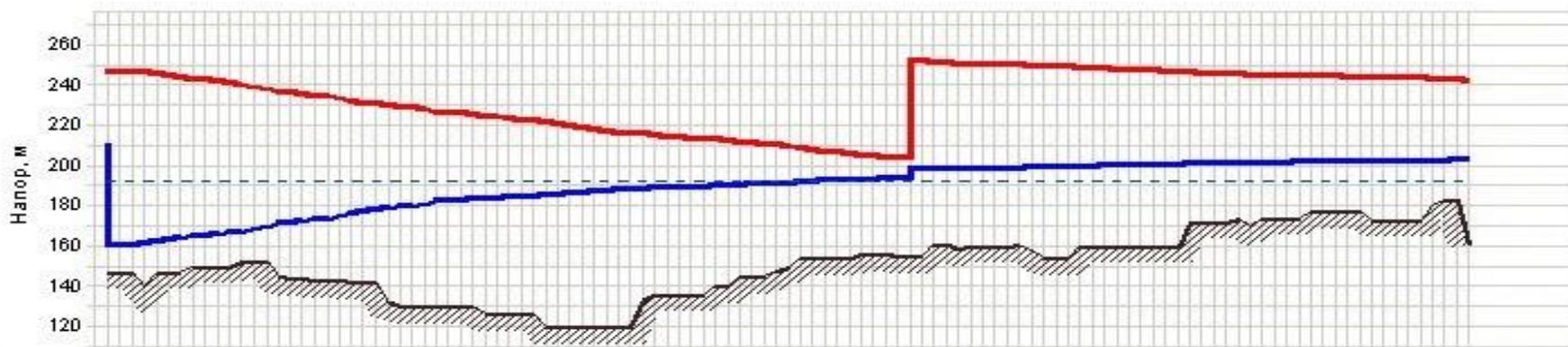
Потребители зоны действия котельной №8 обеспечиваются нормативным количеством тепловой энергии.

Пьезометрический график от «НК ТЭЦ БУ-4» до «ТК-199»



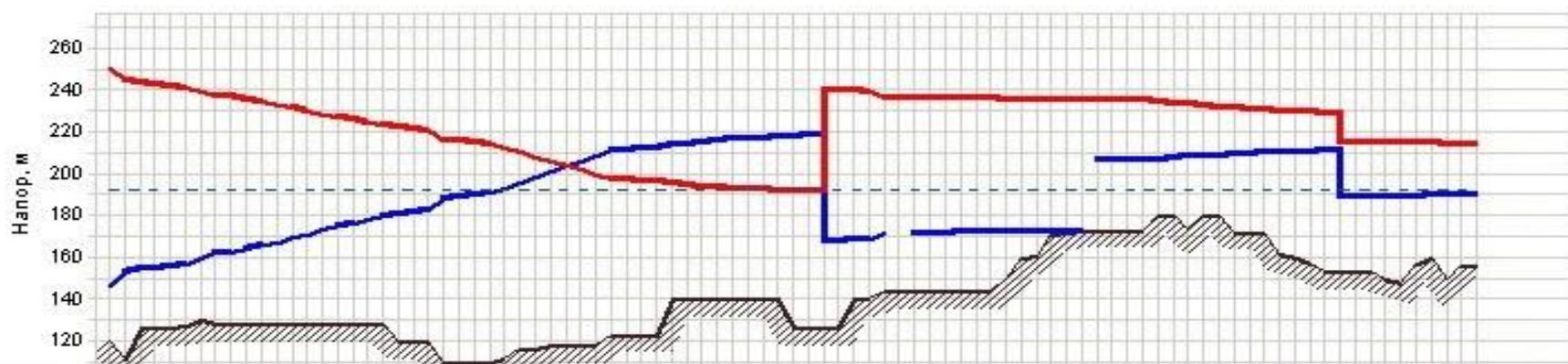
Наименование узла	ПНС-9	НХО-9	НО-20	НХ-31	ПНС-10	НХО-60	НХО-70	НО-81		ТК-199
Геодезическая высота, м	147	150	131	122	138	160	168	167	161	173
Напор в обратном трубопроводе, м	160.517	168.512	173.285	178.503	194.785	198.816	201.012	201.884	202.925	206.59
Располагаемый напор, м	247.086	66.282	54.778	43.41	256.816	51.199	45.373	42.756	39.612	29.126
Длина участка, м	20	100	71	117	0.1	120	80	78	1	
Диаметр участка, м	0.996	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.172	0.742	0.433	0.675	0.001	0.593	0.191	0.175	0.002	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.146	0.478	0.369	0.572	0	0.353	0.095	0.086	0.001	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.007	1.358	1.231	1.197	1.196	1.156	0.804	0.778	0.749	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.723	-1.148	-1.136	-1.102	-1.104	-1.07	-0.682	-0.657	-0.63	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.293	3.712	3.052	2.885	2.646	2.473	1.195	1.12	1.038	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.648	2.653	2.597	2.446	1.565	1.47	0.597	0.554	0.51	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5488.4326	2407.9434	2183.5307	2122.7568	2120.1721	2049.6693	1424.9238	1379.2351	1328.1954	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4713.2689	-2035.7457	-2014.0587	-1954.688	-1957.2727	-1896.8925	-1208.6724	-1165.011	-1117.2371	

Пьезометрический график от «ПНС-9» до «КСЗ-11»



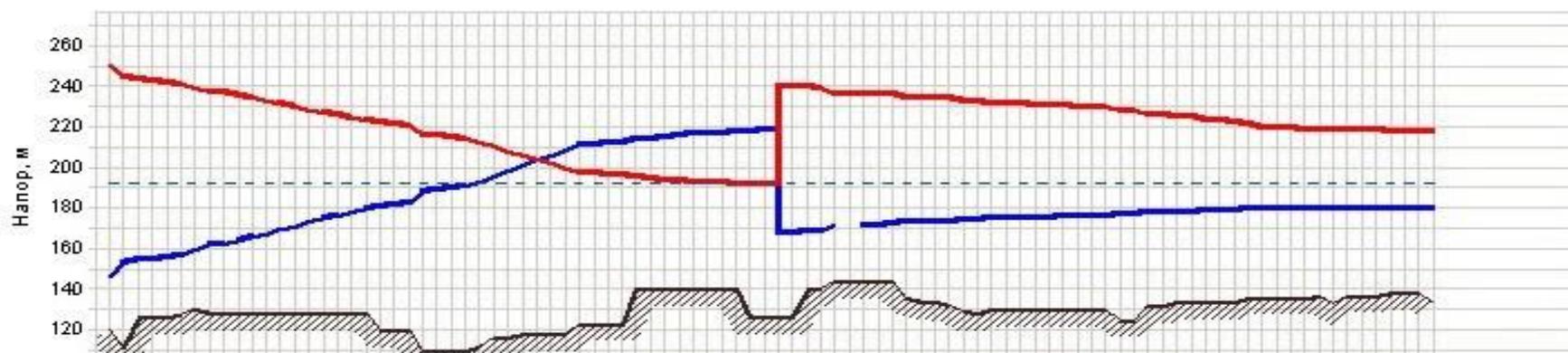
Наименование узла	ПНС-9		ТК-49	НЩО-55	НО-63	НО-69	ПНС-1	ТК-83	НО-93	НО-103	КСЗ-11
Геодезическая высота, м	147	150	142	130	120	140	155	158	160	174	161
Напор в обратном трубопроводе, м	160.517	167.17	176.605	183.501	187.291	189.855	198.133	199.209	200.403	201.645	202.936
Располагаемый напор, м	247.086	73.717	55.623	41.873	30.727	23.174	252.039	50.518	46.937	43.251	39.578
Длина участка, м	20	50	88	146	117	107	1.1	70	167	94	
Диаметр участка, м	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.802	0.996	0.996	0.996	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.172	0.431	0.755	0.97	0.762	0.68	0.015	0.146	0.345	0.115	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.146	0.469	0.823	0.5	0.392	0.349	0.007	0.073	0.173	0.064	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.007	2.133	2.13	1.722	1.699	1.678	2.379	1.05	1.045	0.805	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.723	-1.891	-1.888	-1.427	-1.406	-1.387	-1.793	-0.843	-0.839	-0.678	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.293	4.461	4.446	3.467	3.377	3.294	7.27	1.082	1.07	0.636	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.648	5.419	5.407	1.995	1.938	1.887	4.131	0.696	0.69	0.451	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5488.4326	5833.8204	5824.0829	4708.6434	4647.2708	4590.1694	4218.5425	2872.5728	2856.4781	2202.2122	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4713.2689	-5170.393	-5164.5164	-3901.2588	-3844.9694	-3794.4472	-3179.9075	-2304.2689	-2293.5031	-1855.0054	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)» до «ТК-IV-14»



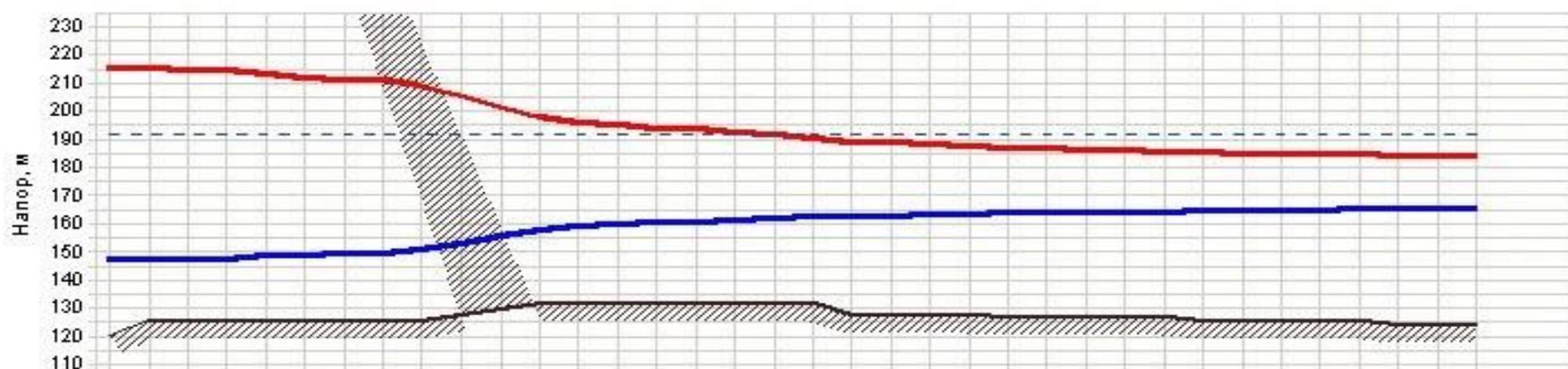
Наименование узла	КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)	УТ-19	УТ-27	НЦО-35	НО-42	ПНС-8			ТК-IV-26	ПНС-3	ТК-IV-14
Геодезическая высота, м	120	128	110	118	140	126	144	172	180	153	156
Напор в обратном трубопроводе, м	147	173.377	188.261	203.611	214.647	168.588	172.23	172.497	207.972	189.26	190.067
Располагаемый напор, м	103	55.18	28.219	0.431	-19.578	239.835	64.034	63.272	25.929	215.356	24.31
Длина участка, м	415.4	132	61.8	172	172	0.1	154	158	95.6	0.1	
Диаметр участка, м	0.802	0.802	0.802	0.802	0.996	0.996	0.996	0.7	0.511	0.408	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	5.184	1.646	0.77	2.142	0.687	0.001	0.116	0.053	0.513	0	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	6.371	2.027	0.95	2.645	0.836	0	0.066	0	0.395	0	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.204	2.203	2.202	2.202	1.427	1.426	0.619	0.332	0.964	0.585	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.872	-1.873	-1.874	-1.874	-1.216	-1.216	-0.338	0	-0.932	-0.428	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	6.24	6.233	6.229	6.225	1.996	2.657	0.375	0.168	3.159	1.03	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	7.668	7.678	7.683	7.689	2.431	2.433	0.216	0	2.951	0.84	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	3908.4165	3906.2998	3905.1067	3903.877	3901.9825	3900.444	1692.1243	448.659	694.1762	268.3587	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-3318.8335	-3320.9502	-3322.1434	-3323.3731	-3325.2676	-3326.8061	-923.6274	0.1482	-671.0117	-196.5075	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)» до «ТК-10 (ПК-19)»



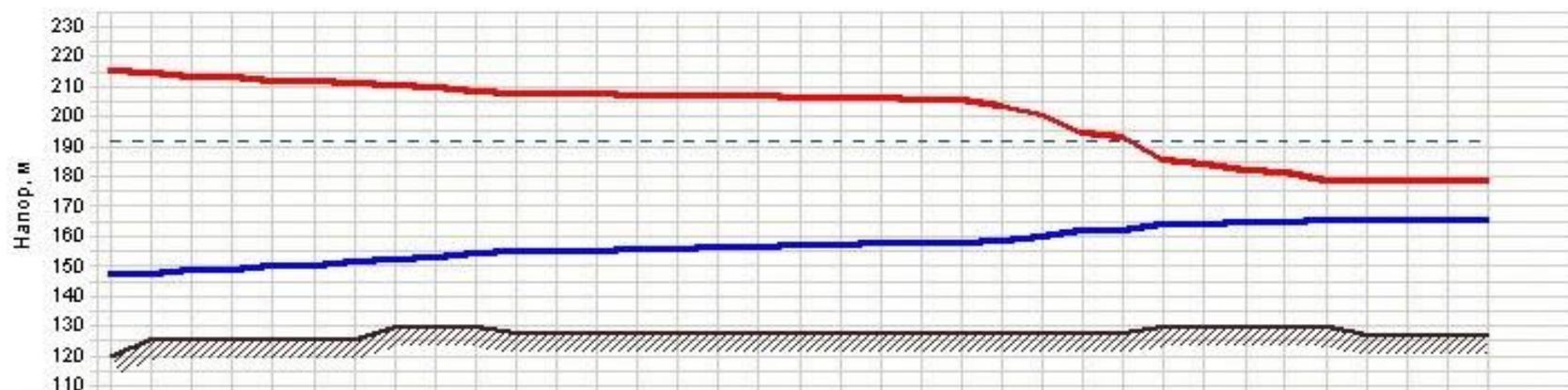
Наименование узла	КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)	УТ-20	УТ-29		ПНС-8	ТК-12	ТК-5	ПК-3	ПК-11	ТК-10 (ПК-19)
Геодезическая высота, м	120	128	110	123	126	136	130	132	136	133
Напор в обратном трубопроводе, м	147	175.404	189.868	211.393	168.588	173.24	175.646	178.101	180.149	180.211
Располагаемый напор, м	103	51.507	25.308	-13.651	239.835	61.67	55.713	47.943	39.517	37.739
Длина участка, м	415.4	69	56	30	0.1	100	77	38.2	76.9	
Диаметр участка, м	0.802	0.802	0.802	0.996	0.996	0.996	0.996	0.7	0.7	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	5.184	0.86	0.698	0.12	0.001	0.375	0.228	0.434	0.306	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	6.371	1.06	0.861	0.146	0	0.265	0.145	0.148	0.063	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.204	2.203	2.202	1.427	1.426	1.198	1.063	1.762	1.293	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.872	-1.873	-1.874	-1.215	-1.216	-0.771	-0.649	-0.969	-0.553	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	6.24	6.233	6.229	1.997	2.657	1.876	1.477	5.685	3.061	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	7.668	7.679	7.684	2.429	2.433	1.326	0.94	1.934	0.63	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	3908.4165	3906.1373	3904.9779	3903.254	3900.444	3277.4805	2908.3246	2379.8745	1746.4192	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-3318.8335	-3321.1128	-3322.2722	-3323.9961	-3326.8061	-2107.1763	-1774.1572	-1309.4643	-747.1824	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-1 (ТМ-II)» до «ТК-IV-7»



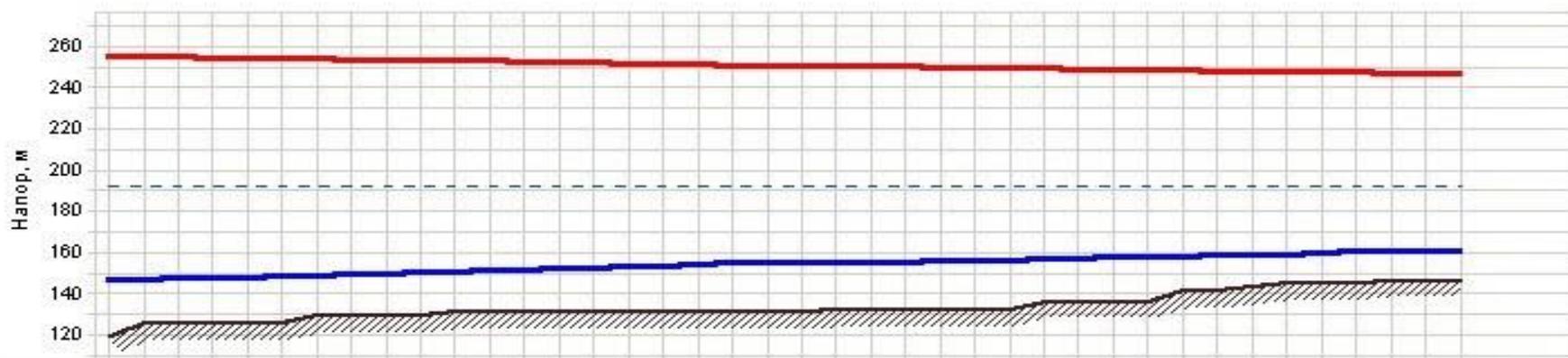
Наименование узла	КГРЭС БУ-1 (ТМ-II)	НО-II-5а	ТК-II-10	ТК-II-14	ТК-II-18	ТК-III-1	ТК-III-4	ТК-III-7	ТК-IV-3	ТК-IV-7
Геодезическая высота, м	120	126	130	132	132	128	127	127	126	124
Напор в обратном трубопроводе, м	147	149.476	155.6	160.178	162.344	163.275	163.922	164.349	164.805	165.287
Располагаемый напор, м	68	61.81	45.869	33.724	27.823	24.99	22.838	21.331	20.065	19.069
Длина участка, м	1	1.1	269	21	193	130	118	105	55	
Диаметр участка, м	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.511	0.511	0.511	0.511	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.008	0.016	3.328	0.227	1.071	0.842	0.52	0.266	0.109	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.007	0.01	2.053	0.135	0.602	0.333	0.209	0.15	0.062	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.507	1.697	1.589	1.485	1.13	0.966	0.797	0.604	0.533	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.353	-1.349	-1.248	-1.147	-0.847	-0.772	-0.642	-0.577	-0.51	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.094	7.052	6.185	5.405	2.776	3.411	2.32	1.336	1.039	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.3	4.458	3.816	3.222	1.559	1.348	0.933	0.754	0.589	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1555.8643	1751.7944	1640.6469	1533.7217	1166.3125	695.2295	573.4291	435.0574	383.7065	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1397.0396	-1392.9302	-1288.7507	-1184.0902	-874.0897	-555.5597	-462.2627	-415.3691	-367.0586	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-2 (ТМ-1)» до «ТК-1-82»



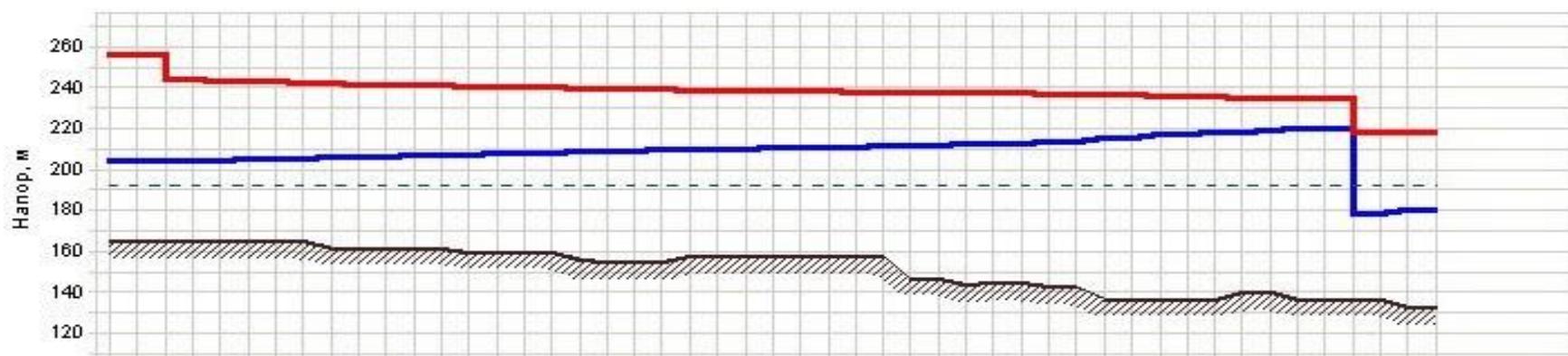
Наименование узла	КГРЭС БУ-2 (ТМ-1)	УТ-1-8	УТ-1-11		УТ-1-16	УТ-1-19	УТ-1-23а	ТК-1-29	ТК-1-74	ТК-1-77	ТК-1-82
Геодезическая высота, м	120	126	130	128	128	128	128	128	130	130	127
Напор в обратном трубопроводе, м	147	150.297	152.822	155.155	155.816	156.841	157.77	159.427	163.93	164.819	165.181
Располагаемый напор, м	68	61.563	56.693	52.28	51.163	49.527	48.046	41.421	21.431	16.555	13.523
Длина участка, м	22	97	121.35	32	127.37	132.97	10	150	47	94	
Диаметр участка, м	0.612	0.612	0.612	0.7	0.612	0.612	0.309	0.207	0.207	0.207	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.251	0.807	1.083	0.125	0.208	0.217	0.218	6.681	1.551	2.657	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.213	0.867	1.21	0.143	0.349	0.364	0.078	2.036	0.376	0.451	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.78	1.519	1.35	0.976	0.673	0.673	1.514	1.845	1.588	1.307	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.638	-1.574	-1.426	-1.041	-0.872	-0.872	-0.906	-1.019	-0.782	-0.538	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.711	4.16	4.462	1.959	0.816	0.816	12.112	27.839	20.626	17.669	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	4.838	4.468	4.984	2.23	1.37	1.37	4.335	8.485	5.005	3	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1837.6558	1568.3652	1393.4508	1318.0249	694.8281	694.5597	398.4377	217.9326	187.5861	154.3358	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1691.5116	-1625.5345	-1472.7887	-1406.2126	-899.9148	-900.1833	-238.3637	-120.3153	-92.4027	-63.5951	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-3 (ТМ-III)» до «ПНС-9 III»



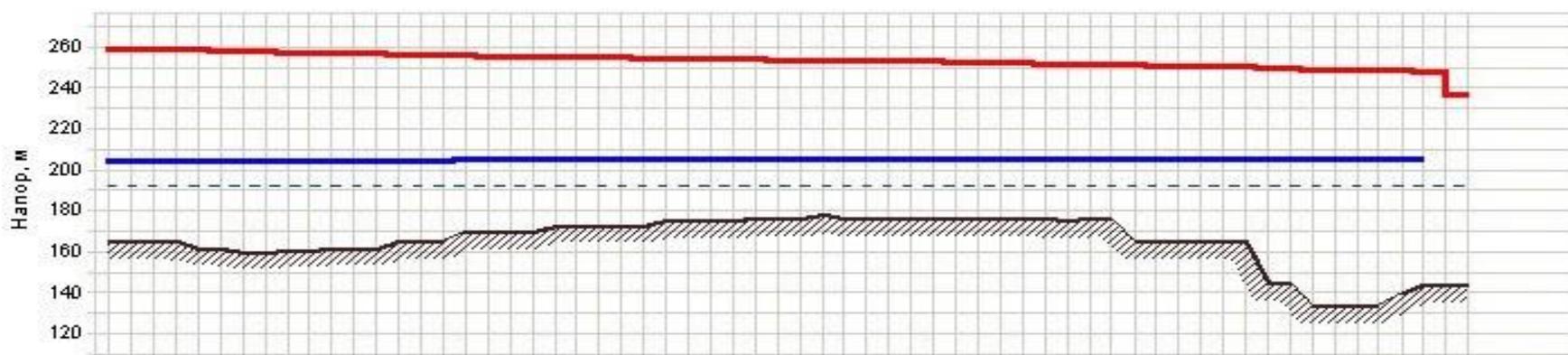
Наименование узла	КГРЭС БУ-3 (ТМ-III)	НЩО-6		УТ-11	УТ-15	НО-18	УТ-21	ТК-23	ТК-27	ПНС-9 III
Геодезическая высота, м	120	130	132	132	132	133	133	137	146	147
Напор в обратном трубопроводе, м	147	149.082	150.728	152.227	154.547	155.08	156.565	157.802	159.289	160.575
Располагаемый напор, м	108	104.691	102.078	99.698	96.011	95.161	92.794	90.82	88.446	86.392
Длина участка, м	1.1	109	77.3	167	50	102	154	150	155	
Диаметр участка, м	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.003	0.271	0.192	0.401	0.106	0.217	0.316	0.3	0.301	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.005	0.461	0.327	0.68	0.179	0.365	0.531	0.502	0.505	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.162	1.162	1.161	1.14	1.073	1.073	1.055	1.04	1.026	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.057	-1.057	-1.058	-1.037	-0.972	-0.972	-0.954	-0.941	-0.927	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	1.384	1.384	1.383	1.334	1.182	1.181	1.141	1.11	1.079	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	2.115	2.116	2.117	2.036	1.788	1.788	1.723	1.675	1.628	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	3177.6581	3176.7233	3175.995	3118.7595	2935.6179	2935.3348	2884.2743	2844.8755	2806.007	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-2890.8638	-2891.7987	-2892.537	-2836.9357	-2658.0757	-2658.3588	-2609.5294	-2572.8295	-2536.3338	

**Пьезометрический график от «ЗВК Ду700» до «ТК-10 (ПК-19)»**

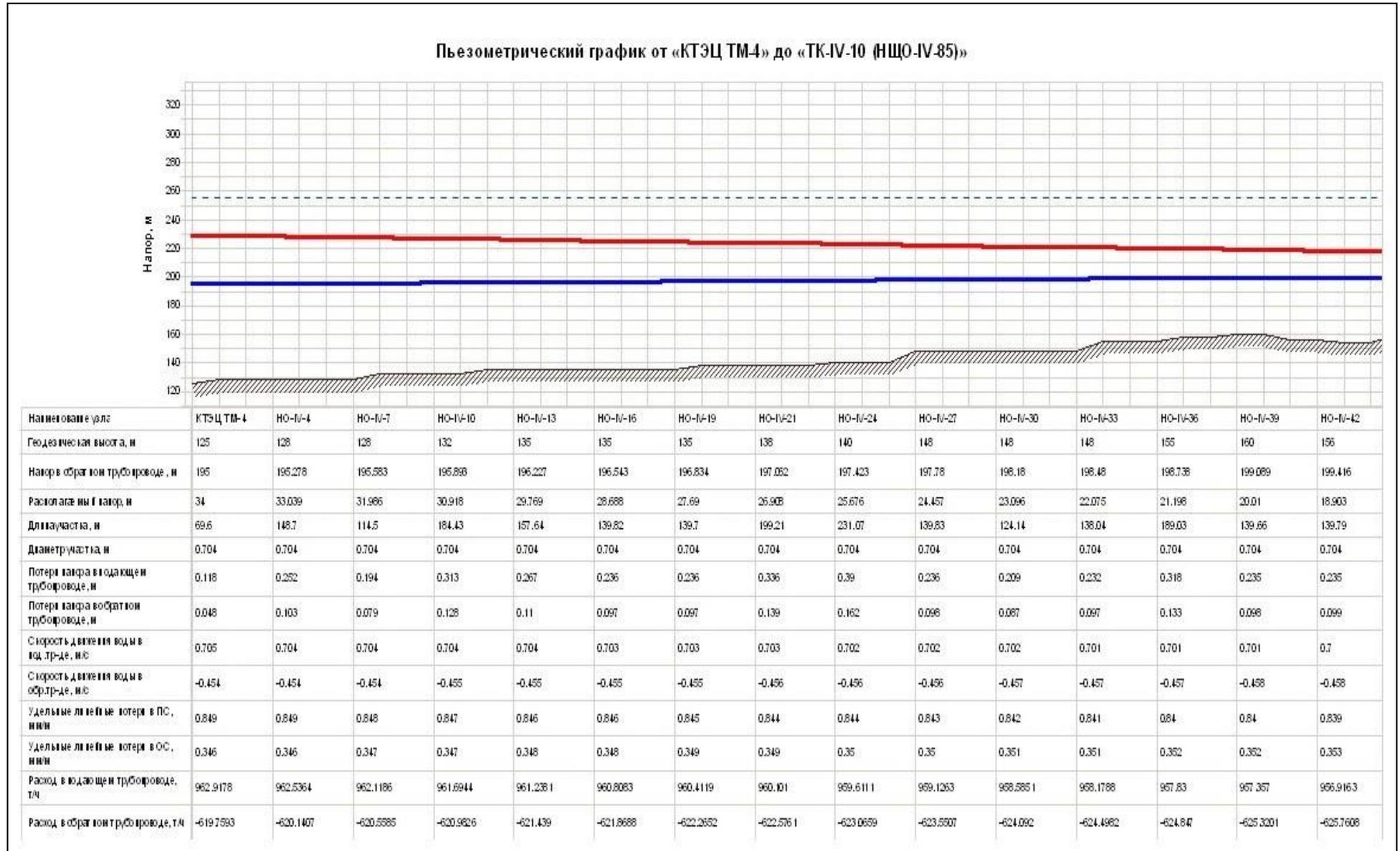


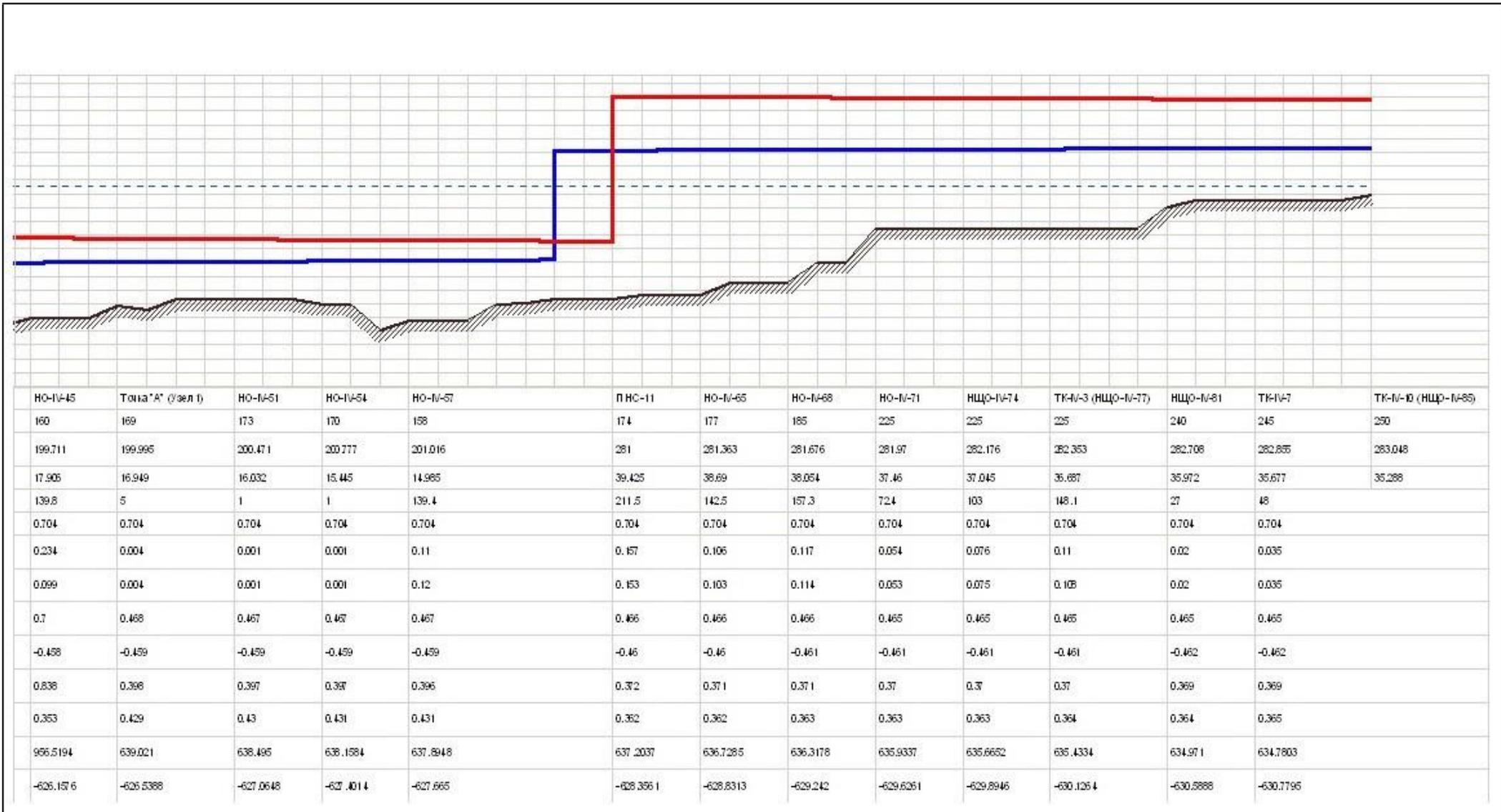
Наименование узла	РК	НО-21	ПАВ-3	ТК-7	ПАВ-2	ТК-2а	НО-1	ТК-18	ТК-10 (ПК-19)
Геодезическая высота, м	165	165	162	160	158	158	144	137	133
Напор в обратном трубопроводе, м	204.147	205.486	206.958	208.111	209.735	210.771	212.125	214.998	180.211
Располагаемый напор, м	39.857	36.932	33.91	31.661	28.844	27.101	25.047	21.131	37.739
Длина участка, м	1.1	170	170	130	1.1	170	274	40	
Диаметр участка, м	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.005	0.525	0.491	0.204	0.002	0.144	0.232	0.086	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.004	0.494	0.476	0.278	0.002	0.278	0.449	0.258	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.78	0.66	0.639	0.471	0.47	0.346	0.345	0.52	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.244	-1.128	-1.107	-0.967	-0.968	-0.847	-0.847	-1.198	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.155	1.544	1.445	0.785	0.784	0.424	0.423	1.076	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	2.357	1.937	1.868	1.424	1.426	1.092	1.093	3.22	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1053.4854	891.8277	862.6659	635.971	635.258	467.365	466.5899	702.7867	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1680.5846	-1523.5399	-1496.017	-1306.3962	-1307.1091	-1143.8863	-1144.6614	-1618.0145	

Пьезометрический график от «ПНС ЗВК» до «КСЗ-3»

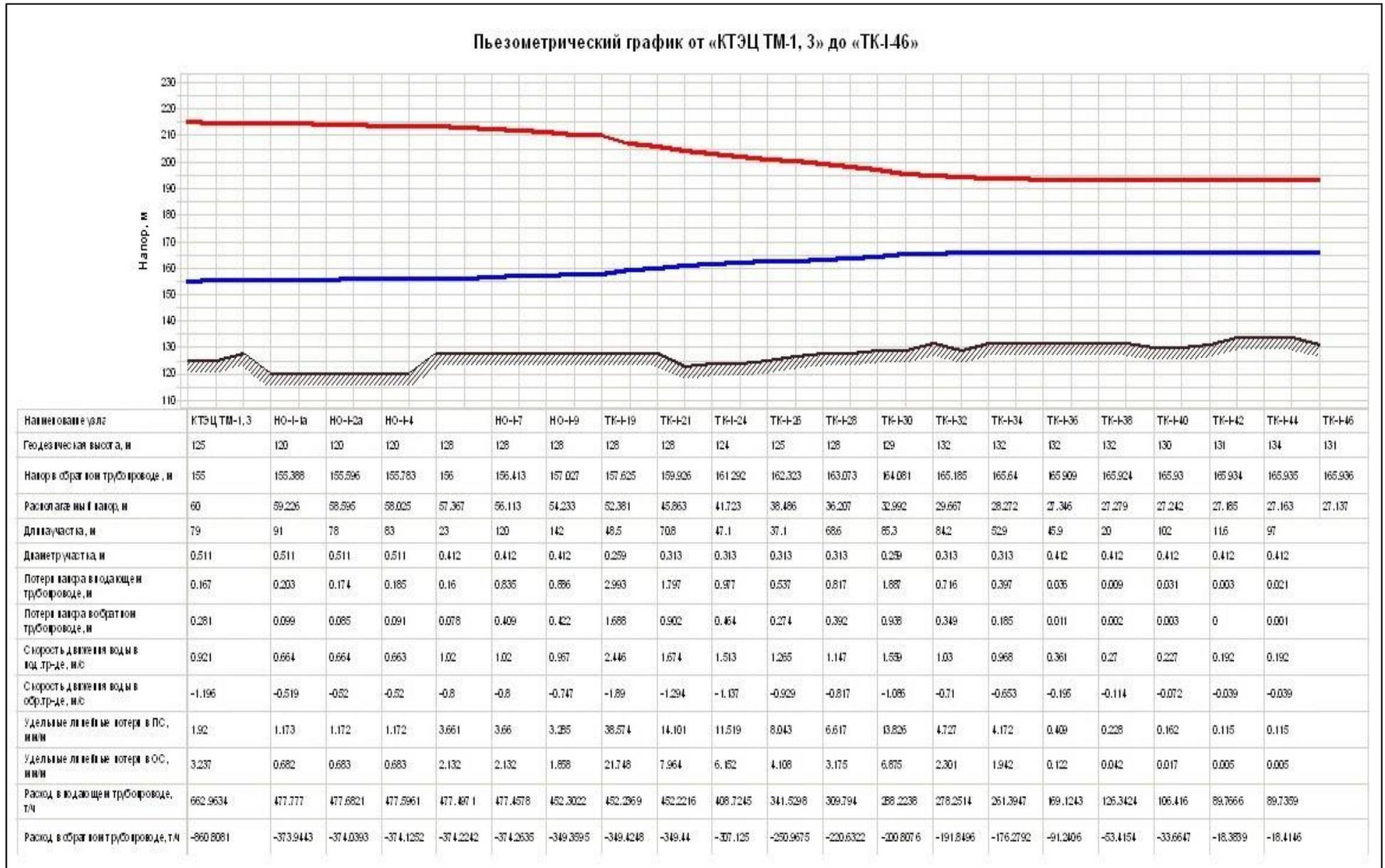


Наименование узла	ПНС ЗВК	НЦО-МII-7	НЦО-МII-13	НЦО-МII-19	НЦО-МII-25	ТК-МII-32	НО-МII-38	ТК-МII-44	НО-МII-49	КСЗ-3
Геодезическая высота, м	165	160	162	170	175	176	176	176	165	144
Напор в обратном трубопроводе, м	204.139	204.371	204.595	204.827	205.032	205.235	205.308	205.426	205.426	0
Располагаемый напор, м	55	53.481	52.024	50.516	49.192	47.876	47.091	45.434	44.86	0
Длина участка, м	83	131	107	110	62	21	185	1.1	365.5	
Диаметр участка, м	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.171	0.27	0.22	0.226	0.127	0.043	0.379	0.002	0.748	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.031	0.049	0.04	0.041	0.023	0.008	0.031	0	0	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.793	0.793	0.793	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.79	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.44	-0.44	-0.441	-0.441	-0.441	-0.442	-0.295	0.001	0.001	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	1.031	1.03	1.029	1.028	1.027	1.026	1.025	1.024	1.023	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.248	0.249	0.249	0.25	0.25	0.251	0.112	0	0	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1406.7674	1405.999	1405.2614	1404.4979	1403.8268	1403.1594	1402.7319	1401.8071	1401.462	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-779.6803	-780.4487	-781.1862	-781.9498	-782.6209	-783.2883	-522.9351	1.7645	1.4194	



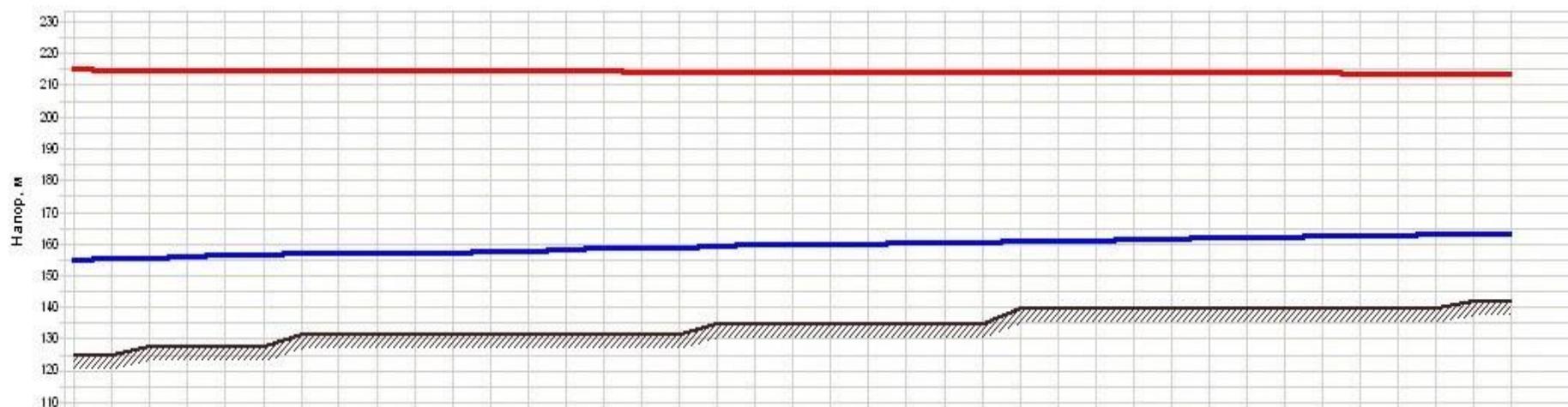


Пьезометрический график системы централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово.



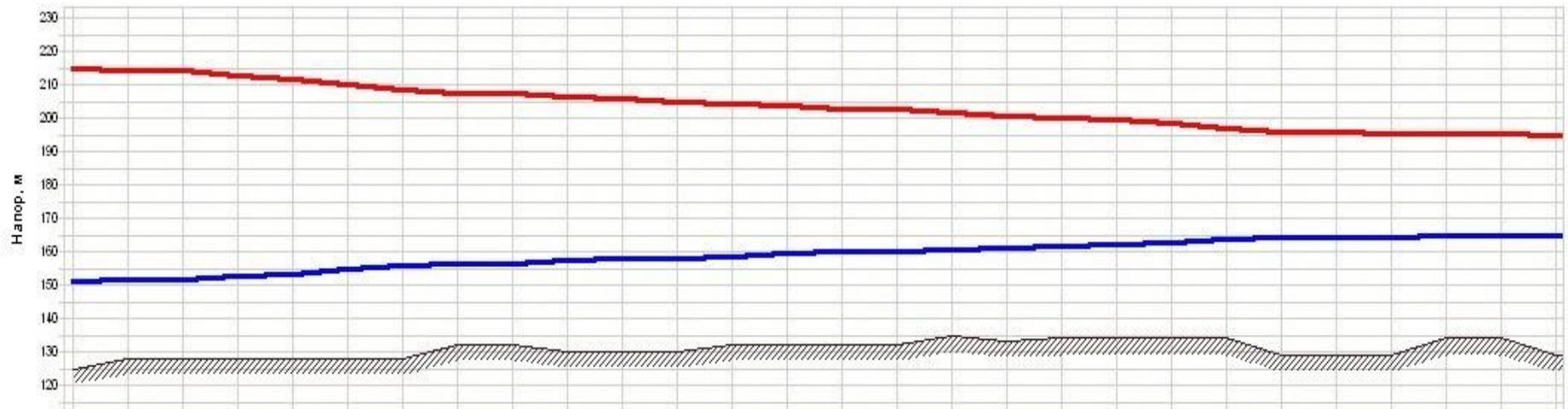
Пьезометрический график системы централизованного теплоснабжения правобережной части г. Кемерово.

Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-1, 3» до «НО-III-35»



Наименование узла	КТЭЦ ТМ-1, 3	НЦО-III-5	НЦО-III-7	НО-9а	НО-III-9б	НО-III-11	НО-III-13	НО-III-15	НО-III-17	НО-III-18	НО-III-19	НО-III-21	НО-III-23	НО-III-25	КС-3	НО-III-28	НО-III-29а	НО-III-31	НО-III-35
Геодетическая высота, м	125	128	128	132	132	132	132	132	135	135	135	135	140	140	140	140	140	140	142
Напор в обратном трубопроводе, м	155	155.814	155.619	156.947	156.951	157.489	158.009	158.578	159.053	159.472	159.787	160.297	160.638	161.048	161.394	161.973	162.447	162.765	163.172
Расположение пьезометра, м	60	58.944	58.025	57.651	57.646	57.033	56.443	55.799	55.263	54.791	54.437	53.855	53.481	53.022	52.634	51.965	51.455	51.121	50.699
Длина участка, м	79	192	93	1	113	115	174	111	211	1	130	85	85	159	161	143	119	79	
Диаметр участка, м	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.167	0.057	0.028	0	0.034	0.034	0.046	0.029	0.052	0	0.032	0.02	0.021	0.038	0.038	0.032	0.009	0.005	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.281	0.406	0.197	0.002	0.239	0.243	0.354	0.225	0.418	0.002	0.258	0.165	0.169	0.312	0.316	0.277	0.169	0.107	
Скорость движения воды в подающем, м/с	0.921	0.257	0.257	0.257	0.257	0.296	0.243	0.242	0.233	0.233	0.233	0.233	0.232	0.229	0.229	0.223	0.13	0.115	
Скорость движения воды в обратном, м/с	-1.196	-0.677	-0.677	-0.677	-0.677	-0.677	-0.664	-0.664	-0.655	-0.655	-0.655	-0.655	-0.656	-0.652	-0.652	-0.648	-0.555	-0.54	
Удельные линейные потери в ПС, м/км	1.92	0.157	0.157	0.155	0.155	0.156	0.14	0.14	0.129	0.129	0.129	0.129	0.128	0.124	0.124	0.119	0.04	0.032	
Удельные линейные потери в ОС, м/км	3.237	1.112	1.113	1.114	1.114	1.114	1.071	1.071	1.042	1.043	1.043	1.044	1.044	1.034	1.034	1.019	0.749	0.71	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	662.9634	184.9719	184.7815	184.704	184.703	184.576	174.6341	174.4941	167.7418	167.6388	167.5553	167.4279	167.3419	164.7347	164.6467	160.8843	93.8905	82.9868	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-860.8081	-487.0782	-487.2687	-487.3462	-487.3472	-487.4741	-477.8326	-477.9726	-471.4867	-471.5927	-471.6722	-471.8006	-471.8866	-469.4994	-469.5873	-466.1369	-399.649	-389.0485	

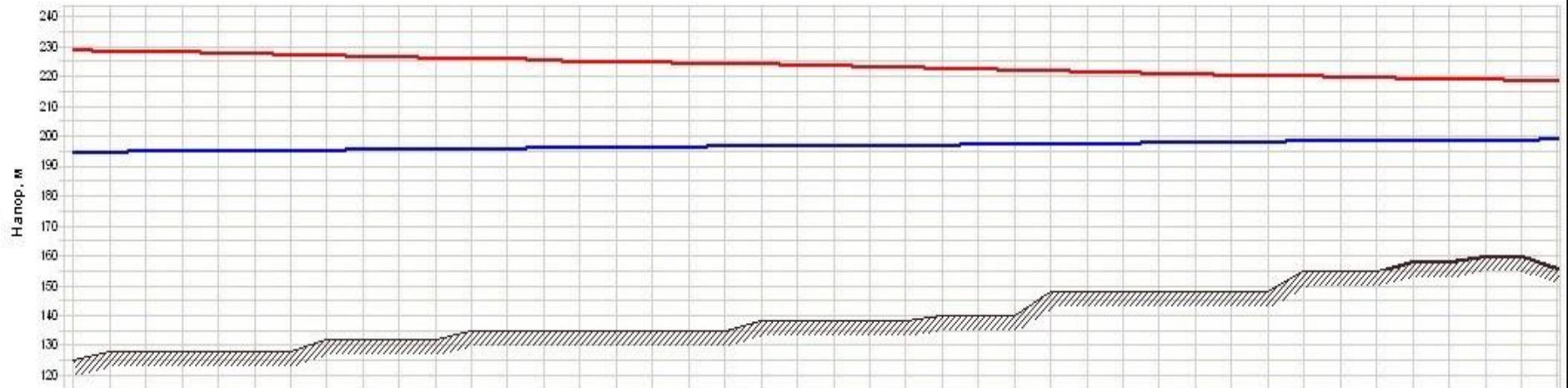
Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-1,2,3» до «ТК-II-34»



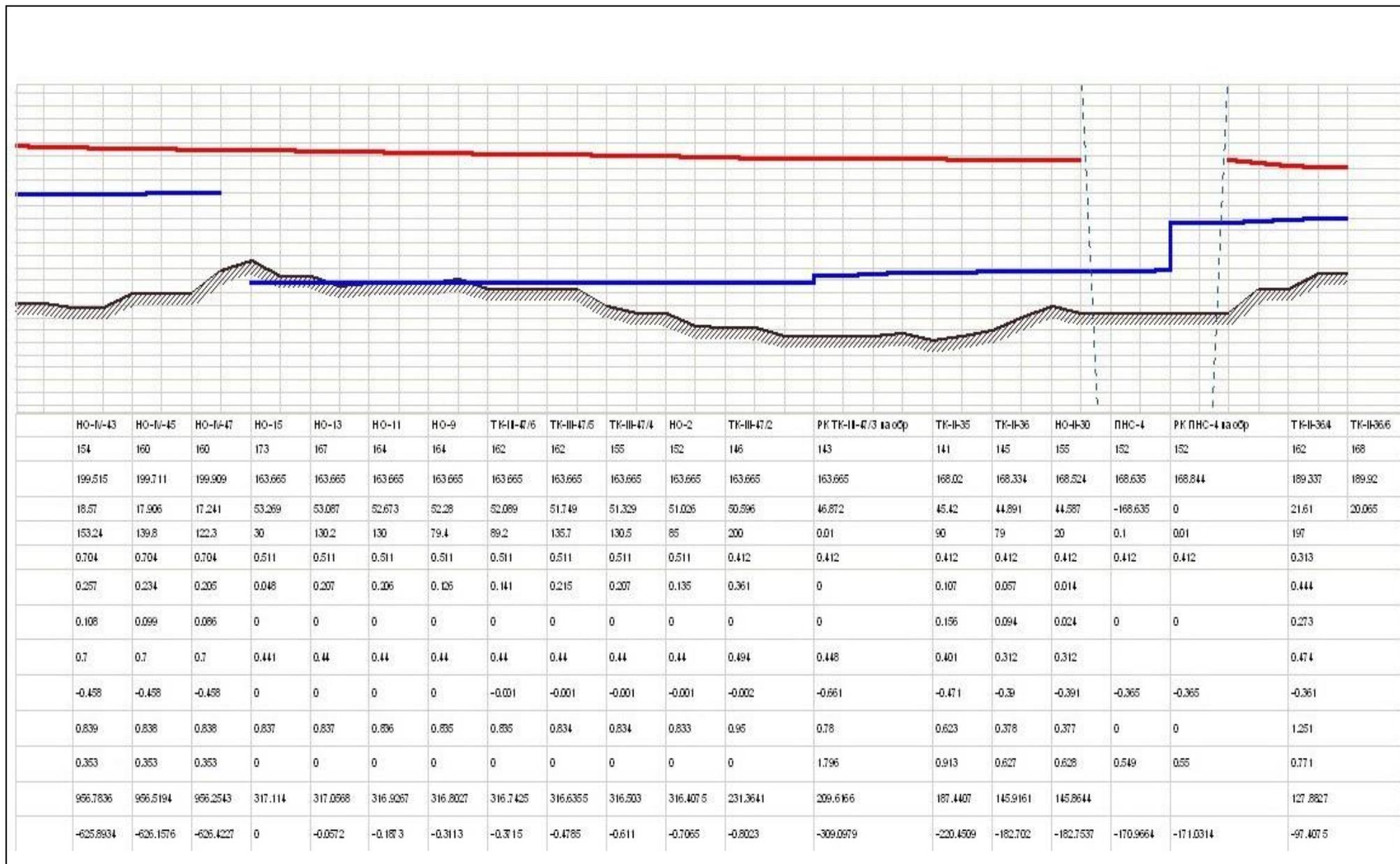
Наименование узла	КТЭЦ ТМ-1,2,3	НО-II-3	НО-II-5	НО-II-7	НО-II-8а	НО-II-10	НО-II-12	НО-II-14	НО-II-16	НО-II-18	НО-II-20	НО-II-22	ТК-II-10	НО-II-23а
Геодетическая высота, м	125	128	128	128	132	130	132	132	135	134	134	129	129	134
Напор в обратном трубопроводе, м	151	151,778	153,463	155,819	156,49	157,857	158,72	159,699	160,676	161,568	162,601	164,259	164,444	164,599
Распределение напора, м	64	62,164	58,148	52,535	50,937	47,683	45,604	43,225	40,847	38,607	35,866	31,462	30,974	30,567
Длина участка, м	70	117	196	79	136	62	103	62	106	93	227	5	35	46
Диаметр участка, м	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0,807	1,014	1,698	0,684	1,178	0,537	0,744	0,583	0,768	0,783	1,841	0,037	0,233	0,306
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0,596	0,733	1,228	0,495	0,853	0,389	0,52	0,407	0,536	0,473	1,11	0,022	0,142	0,187
Скорость движения воды в подающем, м/с	1,598	1,597	1,597	1,597	1,597	1,597	1,458	1,447	1,447	1,237	1,214	1,156	1,1	1,1
Скорость движения воды в обратном, м/с	-1,358	-1,358	-1,358	-1,359	-1,359	-1,359	-1,219	-1,208	-1,209	-1,029	-1,009	-0,964	-0,92	-0,92
Удельные линейные потери в ПО, м/км	6,067	5,777	5,775	5,773	5,773	5,772	4,813	4,741	4,74	4,429	4,269	3,872	3,504	3,504
Удельные линейные потери в ОС, м/км	4,482	4,176	4,177	4,179	4,179	4,18	3,364	3,306	3,307	2,677	2,573	2,348	2,139	2,139
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1149,9913	1149,9416	1149,8073	1149,6194	1149,5659	1149,4569	1049,6622	1041,8148	1041,7163	890,0962	873,8756	832,2798	791,7928	791,7738
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-977,2067	-977,3962	-977,8907	-978,0787	-978,1321	-978,2411	-877,5398	-869,926	-870,0245	-740,7369	-726,2165	-693,7683	-662,1392	-662,1582



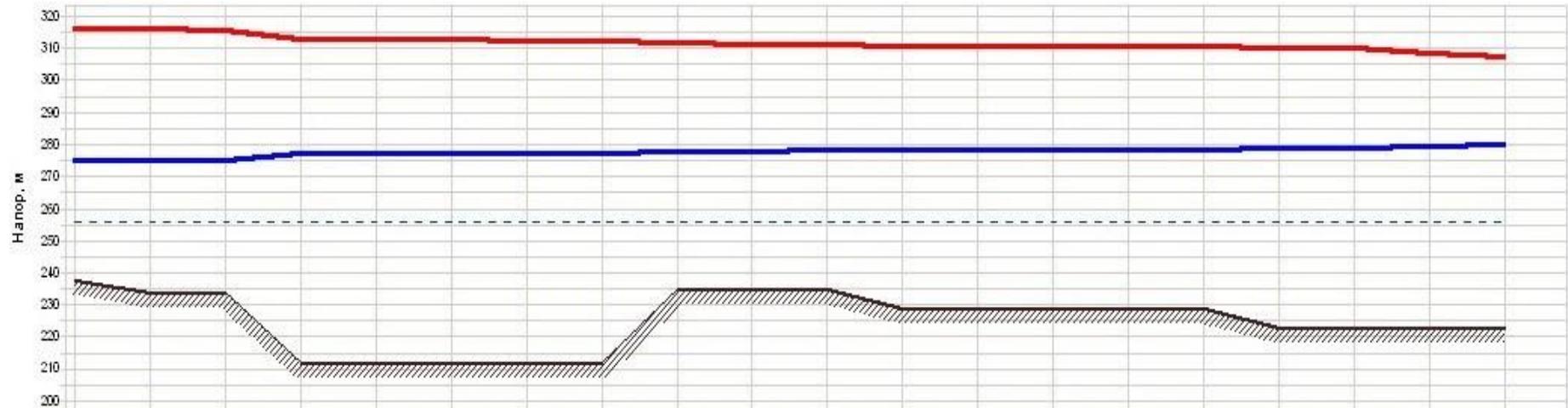
Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-4» до «ТК-II-36/6»



Наименование узла	КТЭЦ ТМ-4	НО-IV-4	НО-IV-6	НО-IV-8	НО-IV-10	НО-IV-12	НО-IV-14	НО-IV-16	НО-IV-18	НО-IV-20	НО-IV-21	НО-IV-23	НО-IV-25	НО-IV-27	НО-IV-29	НО-IV-31	НО-IV-33	НО-IV-35	НО-IV-37	НО-IV-39
Геодетская высота, м	125	128	128	132	132	135	135	135	135	138	138	138	140	148	148	148	148	155	158	160
Напор в обратном трубопроводе, м	195	195,278	195,466	195,663	195,893	196,117	196,337	196,543	196,737	196,931	197,062	197,331	197,584	197,78	197,985	198,267	198,48	198,654	198,871	199,089
Распределение напора, м	34	33,039	32,391	31,713	30,918	30,148	29,393	28,688	28,02	27,357	26,908	25,99	25,124	24,457	23,759	22,8	22,075	21,484	20,748	20,01
Длина участка, м	69,6	148,7	169,15	165,4	184,43	158,5	155,4	139,82	138,12	187,01	199,21	131,6	139,85	139,83	277,91	157,95	138,04	119,87	139,07	139,66
Диаметр участка, м	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0,118	0,252	0,287	0,28	0,313	0,268	0,263	0,236	0,233	0,316	0,336	0,222	0,236	0,236	0,468	0,266	0,232	0,202	0,234	0,235
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0,048	0,103	0,117	0,115	0,128	0,11	0,108	0,097	0,096	0,13	0,139	0,092	0,096	0,098	0,195	0,111	0,097	0,084	0,098	0,098
Скорость движения воды в подающем, м/с	0,705	0,704	0,704	0,704	0,704	0,704	0,703	0,703	0,703	0,703	0,703	0,702	0,702	0,702	0,702	0,702	0,701	0,701	0,701	0,701
Скорость движения воды в обратном, м/с	-0,454	-0,454	-0,454	-0,454	-0,455	-0,455	-0,455	-0,455	-0,455	-0,456	-0,456	-0,456	-0,456	-0,456	-0,457	-0,457	-0,457	-0,457	-0,457	-0,458
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0,849	0,849	0,848	0,848	0,847	0,847	0,846	0,846	0,845	0,845	0,844	0,844	0,843	0,843	0,842	0,842	0,841	0,841	0,84	0,84
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0,346	0,346	0,347	0,347	0,347	0,348	0,348	0,348	0,348	0,349	0,349	0,349	0,35	0,35	0,35	0,351	0,351	0,351	0,352	0,352
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	962,9178	962,5364	962,2791	962,0099	961,6444	961,3885	961,0885	960,8083	960,543	960,2794	960,101	959,736	959,3919	959,1263	958,8488	958,4673	958,1788	957,9438	957,6507	957,357
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-619,7593	-620,1407	-620,336	-620,6671	-620,9826	-621,2886	-621,5886	-621,8888	-622,1341	-622,3977	-622,5761	-622,9411	-623,2852	-623,5507	-623,8283	-624,2096	-624,4962	-624,7333	-625,0264	-625,3201

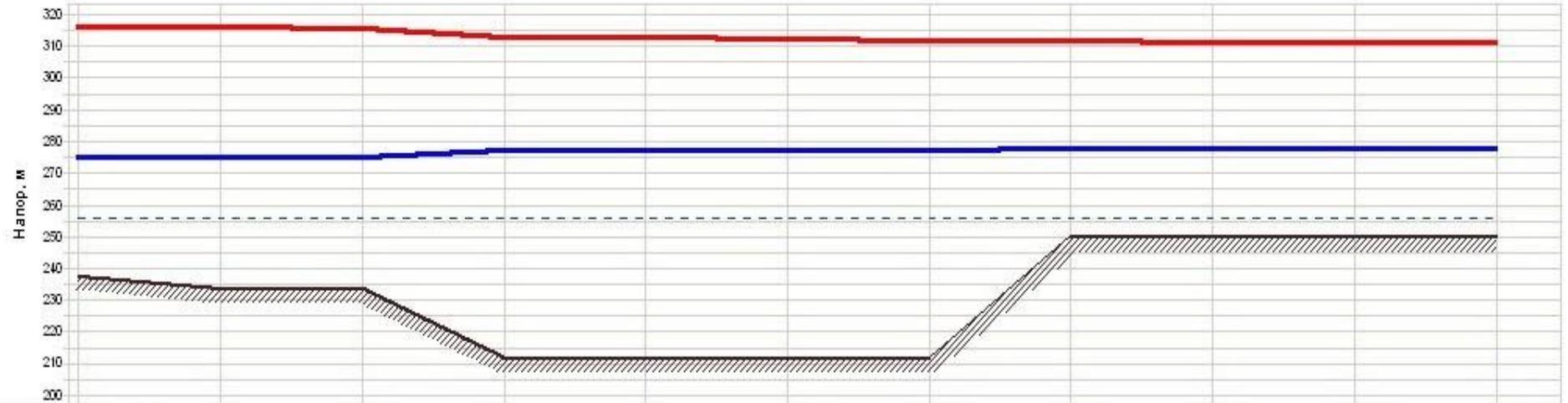


Пьезометрический график от «Котельная №27» до «ТК-16/1»



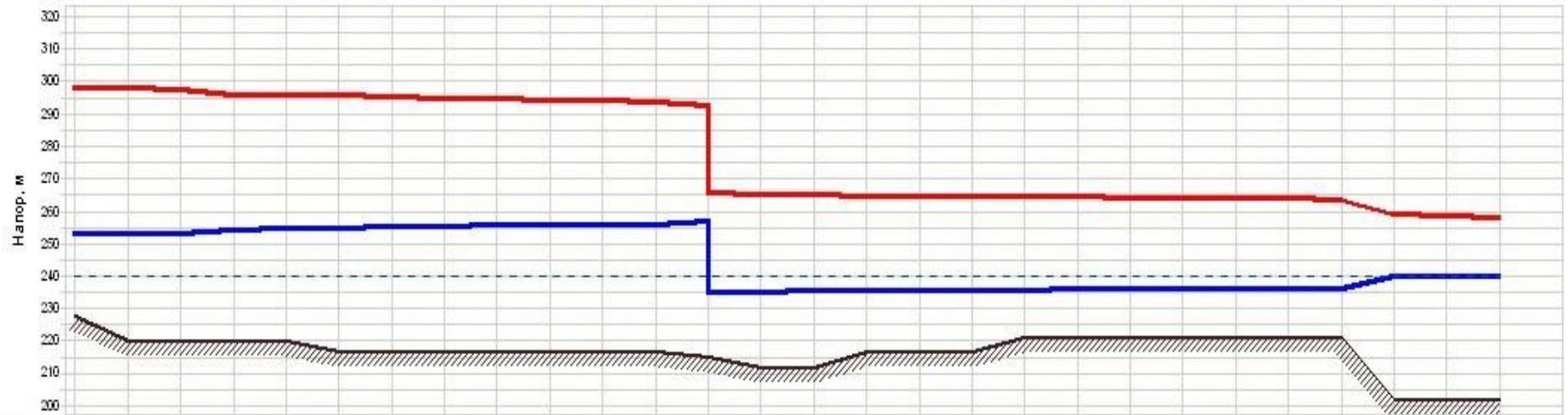
Наименование узла	Котельная №27	ТК-1/1		ТК-3А/1	ТК-4А/1	ТК-4/1	ТК-5/1	ТК-6/1	ТК-7/1	ТК-8/1	ТК-9/1	ТК-10/1	ТК-12/1	ТК-13/1	ТК-13А/1	ТК-14/1	ТК-15/1		ТК-16/1
Геологическая высота, м	238	234	212	212	212	212	212	235	235	235	229	229	229	229	229	223	223	223	223
Напор в обратном трубопроводе, м	275	275.183	277.035	277.045	277.144	277.25	277.27	277.642	277.978	278.058	278.153	278.203	278.308	278.367	278.502	278.58	278.831	279.665	280.099
Расположение пьезометра, м	41	40.538	35.692	35.667	35.411	35.113	35.088	34.141	33.288	33.098	32.867	32.746	32.489	32.335	31.982	31.778	31.087	28.771	27.007
Длина участка, м	1	540	10	30	35	6	120	117	70	120	80	170	39	45	25	94	60	61	
Диаметр участка, м	0.512	0.512	0.512	0.408	0.408	0.408	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.259	0.211	0.211	0.15	0.1	0.1	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.009	2.994	0.016	0.156	0.182	0.015	0.575	0.517	0.11	0.136	0.071	0.182	0.095	0.219	0.126	0.439	1.482	0.731	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.006	1.852	0.01	0.099	0.116	0.01	0.372	0.336	0.08	0.095	0.049	0.105	0.059	0.135	0.078	0.252	0.834	0.433	
Скорость движения воды в подающем трубопроводе, м/с	1.318	1.033	0.548	0.863	0.863	0.606	0.783	0.752	0.449	0.381	0.338	0.338	0.477	0.589	0.589	0.509	0.887	0.618	
Скорость движения воды в обратном трубопроводе, м/с	-1.068	-0.812	-0.438	-0.689	-0.689	-0.488	-0.63	-0.606	-0.382	-0.318	-0.281	-0.281	-0.377	-0.462	-0.462	-0.385	-0.665	-0.476	
Удельные линейные потери в ПС, м/км	4.753	2.919	0.822	2.736	2.735	1.35	2.661	2.453	0.874	0.631	0.496	0.496	1.62	3.037	3.036	3.592	18.968	9.215	
Удельные линейные потери в ОС, м/км	3.124	1.805	0.524	1.745	1.745	0.874	1.723	1.596	0.635	0.439	0.343	0.343	0.95	1.873	1.873	2.06	10.695	5.463	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	952.2036	745.1807	395.9474	395.9424	395.9328	278.1525	278.1607	267.0171	159.3661	135.4199	120.1358	120.116	88.2775	72.2542	72.2903	31.5723	24.4515	17.0293	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-772.0465	-586.7861	-316.2079	-316.2129	-316.2225	-223.8274	-223.8293	-215.3711	-135.8539	-112.9942	-99.8389	-99.8586	-69.7664	-65.7433	-65.7471	-23.9071	-18.3459	-13.1119	

Пьезометрический график от «Котельная №27» до «ТК-90/1»



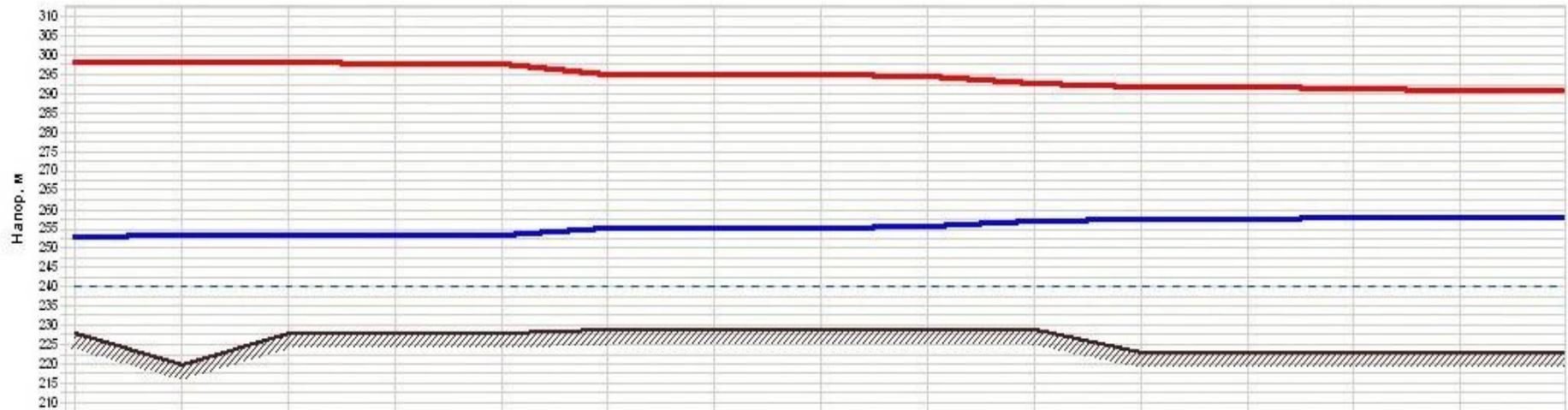
Наименование узла	Котельная №27	ТК-1/1	УТ-73А/1	ТК-73/1	ТК-74/1	ТК-75/1	ТК-89/1	ТК-90/1
Геодезическая высота, м	238	234	212	212	212	212	250	250
Напор в обратном трубопроводе, м	275	275,006	275,183	277,085	277,134	277,316	277,493	277,69
Расстояние от котельной, м	41	40,985	40,538	35,692	35,425	34,92	34,425	33,87
Длина участка, м	1	30	540	41	118	152	170	110
Диаметр участка, м	0,512	0,512	0,512	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0,009	0,27	2,994	0,166	0,324	0,319	0,357	0,231
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0,006	0,177	1,852	0,1	0,182	0,176	0,197	0,128
Скорость движения воды в подающем трубопроводе, м/с	1,318	1,314	1,033	0,763	0,627	0,549	0,548	0,548
Скорость движения воды в обратном трубопроводе, м/с	-1,068	-1,065	-0,812	-0,59	-0,47	-0,407	-0,408	-0,408
Удельные линейные потери в ПС, м/км	4,753	4,729	2,919	2,137	1,444	1,106	1,105	1,105
Удельные линейные потери в ОС, м/км	3,124	3,105	1,805	1,28	0,812	0,61	0,61	0,611
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	952,2036	949,8153	746,1807	348,9623	287,7032	251,7395	251,6911	251,6369
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-772,0465	-769,669	-586,7861	-270,8493	-215,6712	-186,9775	-187,026	-187,0801

Пьезометрический график от «Котельная №45» до «ТК-56В/2»

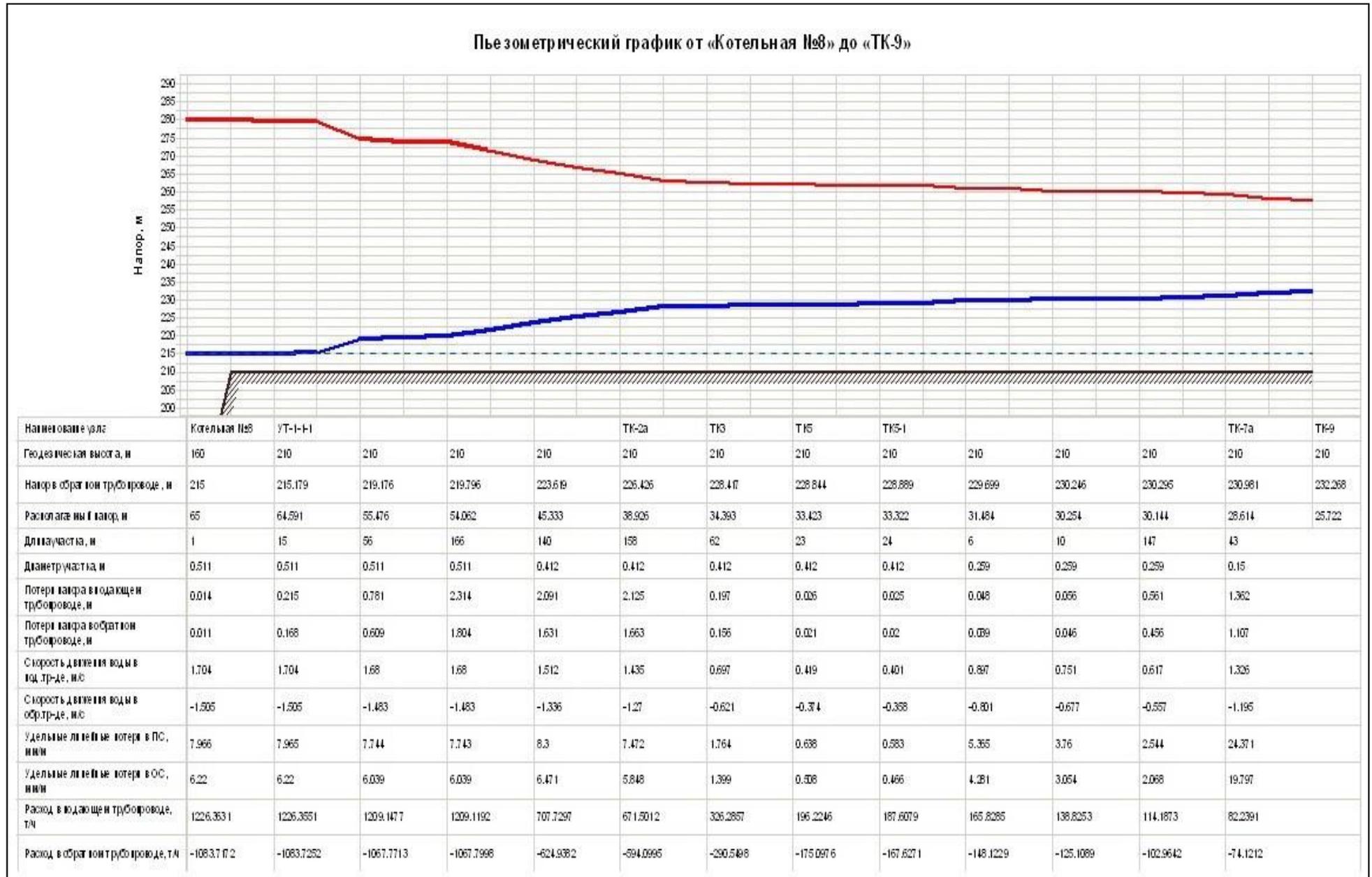


Наименование узла	Котельная №45	УТ-302	ТК-252	ТК-25А/2	ТК-25Б/2	ТК-25В/2	ПНС 1в.1б	ТК-402			ТК-52а/2		ТК-552	ТК-56А/2	ТК-56В/2
Геодетическая высота, м	228	220	220	217	217	217	215	212	217	221	221	221	221	221	202
Напор в обратном трубопроводе, м	253	253,228	254,535	255,062	255,513	255,76	234,881	235,231	235,47	235,68	235,847	236,011	236,191	236,191	240,091
Расстояние от котла, м	45	44,452	41,325	40,066	38,989	38,399	30,621	29,745	29,166	28,657	28,249	27,846	27,399	27,399	18,077
Длина участка, м	3	312	47	54	38	76	15	52	30	32	50	50	50	590	
Диаметр участка, м	0,408	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315	0,211	0,259	0,259	0,259	0,259	0,259	0,259	0,1	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0,059	1,681	0,24	0,27	0,187	0,365	0,216	0,219	0,116	0,103	0,124	0,11	1,643		
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0,042	1,208	0,172	0,194	0,135	0,251	0,144	0,154	0,081	0,072	0,085	0,075	3,328		
Скорость движения воды в од. тр-де, м/с	1,619	0,716	0,715	0,708	0,703	0,694	1,047	0,628	0,601	0,549	0,482	0,453	0,519		
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1,368	-0,607	-0,607	-0,601	-0,597	-0,588	-0,855	-0,526	-0,504	-0,459	-0,4	-0,375	-0,439		
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	10,312	2,835	2,833	2,775	2,739	2,665	9,612	2,631	2,412	2,013	1,582	1,371	6,494		
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	7,364	2,037	2,039	1,997	1,97	1,911	6,4	1,847	1,693	1,406	1,066	0,937	4,654		
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	742,8633	195,7681	195,7037	193,6714	192,4278	189,8058	128,5512	116,1301	111,1891	101,5883	89,1866	83,8286	14,2966		
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-627,77	-165,9623	-166,0267	-164,2963	-163,1782	-160,736	-104,9009	-97,2977	-93,1619	-84,8906	-73,9285	-69,3146	-12,1021		

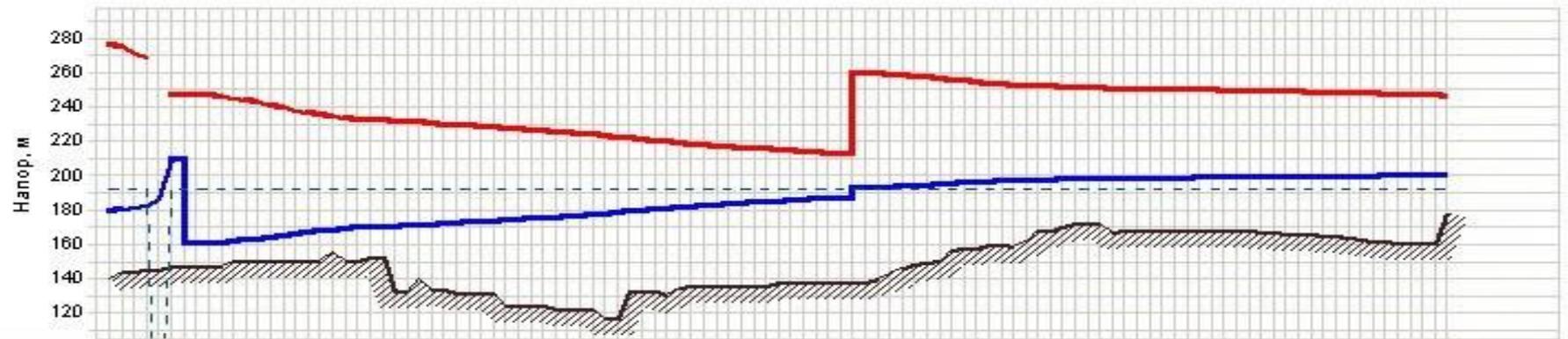
Пьезометрический график от «Котельная №45» до «ТК-100/2»



Наименование узла	Котельная №45	ТК-1/2	УТ-8а/2	УТ-8б/2	ТК-8/2	ТК-9/2	ТК-10/2	ТК-11/2	ТК-12/2	ТК-57А/2	ТК-57Б/2	ТК-58А/2	ТК-58Б/2	
Геодезическая высота, м	228	220	228	228	229	229	229	229	229	223	223	223	223	
Напор в обратном трубопроводе, м	253	253.042	253.06	253.267	253.402	255.011	255.072	255.229	255.45	256.791	257.474	257.532	257.668	258.024
Расположенный напор, м	45	44.899	44.855	44.357	44.029	40.145	39.999	39.615	39.078	35.812	34.15	34.008	33.678	32.81
Длина участка, м	3	3	41	27	30	12	37	88	143	82	15	35	92	21
Диаметр участка, м	0.408	0.408	0.408	0.408	0.408	0.408	0.408	0.408	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.059	0.026	0.292	0.192	2.276	0.085	0.226	0.317	1.924	0.96	0.083	0.195	0.511	0.112
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.042	0.018	0.205	0.136	1.609	0.06	0.157	0.221	1.341	0.682	0.058	0.136	0.385	0.077
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.619	1.11	1.009	1.009	1.009	1.009	0.936	0.718	1.204	1.135	0.774	0.774	0.774	0.757
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.368	-0.939	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.781	-0.599	-1.006	-0.947	-0.646	-0.646	-0.646	-0.63
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	10.312	4.525	3.743	3.743	3.743	3.741	3.217	1.894	7.476	6.639	3.089	3.088	3.088	2.954
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	7.364	3.238	2.646	2.646	2.646	2.648	2.24	1.32	5.212	4.624	2.152	2.152	2.152	2.045
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	742.8633	509.2433	463.1605	463.1474	463.1388	463.0368	429.3577	329.4775	329.4495	310.4625	211.7526	211.7497	211.7431	207.0882
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-627.77	-430.7415	-389.4219	-389.4349	-389.4435	-389.5455	-388.3078	-275.0398	-275.0678	-259.0904	-176.7423	-176.7451	-176.7518	-172.3211

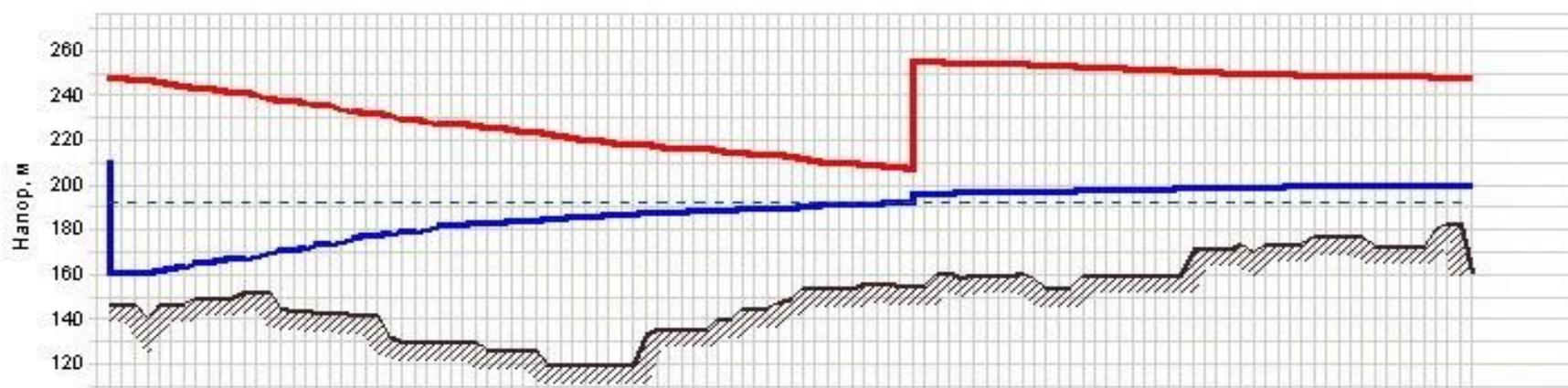


Пьезометрический график от «НК ТЭЦ БУ-4» до «ТК-188»



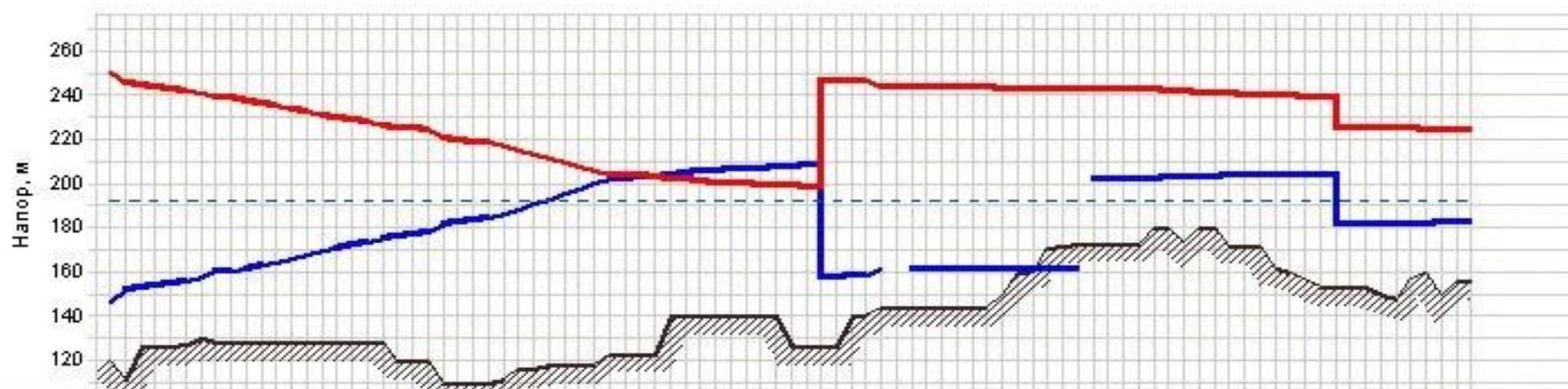
Наименование узла	ПНС-9	НХО-8	НО-18	НО-28	НХО-38	ПНС-10	НХО-59	НХО-68	НО-78	ТК-188
Геодезическая высота, м	147	150	134	122	135	138	158	172	168	179
Напор в обратном трубопроводе, м	160.286	167.444	171.496	175.969	181.244	192.725	196.03	198.198	198.799	200.54
Располагаемый напор, м	247.325	69.07	59.124	49.478	38.037	259.891	58.329	52.626	50.816	45.876
Длина участка, м	20	101	92	113	140	0.1	144	41	62	
Диаметр участка, м	0.996	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.17	0.701	0.521	0.593	0.734	0	0.646	0.102	0.122	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.145	0.459	0.454	0.507	0.629	0	0.387	0.064	0.059	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.995	1.313	1.186	1.142	1.141	1.141	1.101	0.819	0.728	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.715	-1.12	-1.107	-1.056	-1.056	-1.057	-1.023	-0.778	-0.609	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.244	3.47	2.833	2.626	2.622	2.407	2.242	1.242	0.981	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.614	2.523	2.467	2.243	2.246	1.436	1.344	0.777	0.476	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5456.8292	2328.1225	2103.8115	2025.3077	2023.8609	2022.3597	1951.9811	1452.4947	1291.0681	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4691.0559	-1985.0774	-1963.2738	-1871.7856	-1873.2324	-1874.7336	-1814.1228	-1379.2514	-1079.9659	

Пьезометрический график от «ПНС-9» до «КСЗ-11»



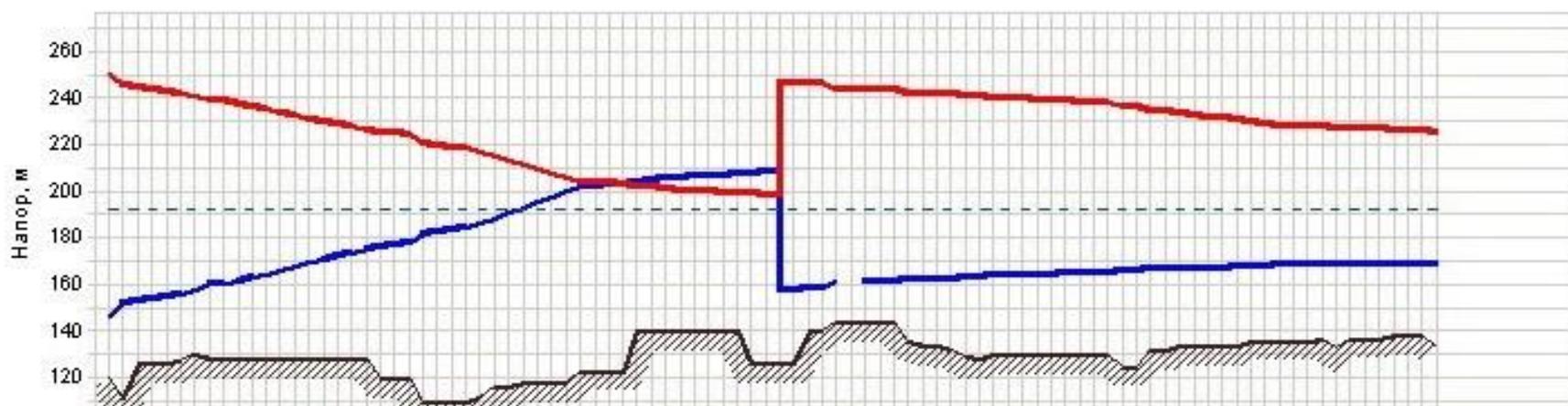
Наименование узла	ПНС-9	ТК-49	НЦО-55	НО-63	НО-69	ПНС-1	ТК-83	НО-93	НО-103	КСЗ-11	
Геодезическая высота, м	147	150	142	130	120	140	155	158	160	174	161
Напор в обратном трубопроводе, м	160.286	166.82	176.078	182.711	186.022	188.259	195.951	196.875	197.913	198.985	199.853
Располагаемый напор, м	247.325	74.41	56.644	43.431	33.612	26.965	255.346	56.452	53.32	50.119	47.566
Длина участка, м	20	50	88	145	117	107	1.1	70	167	94	
Диаметр участка, м	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.802	0.996	0.996	0.996	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.17	0.423	0.741	0.862	0.671	0.601	0.013	0.128	0.302	0.095	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.145	0.46	0.807	0.44	0.341	0.305	0.006	0.063	0.15	0.053	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.995	2.115	2.11	1.623	1.594	1.577	2.22	0.984	0.978	0.731	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.715	-1.873	-1.87	-1.337	-1.31	-1.295	-1.657	-0.785	-0.781	-0.617	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.244	4.384	4.366	3.082	2.972	2.909	6.329	0.95	0.938	0.523	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.614	5.317	5.301	1.753	1.683	1.645	3.525	0.605	0.599	0.373	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	5456.8292	5782.8106	5771.1152	4439.7414	4360.1479	4313.6463	3936.3312	2691.6812	2675.5774	1998.2216	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-4691.0559	-5121.4931	-5113.6687	-3657.2138	-3582.7962	-3542.8207	-2937.6505	-2147.7905	-2137.0156	-1687.0546	

### Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)» до «ТК-IV-14»



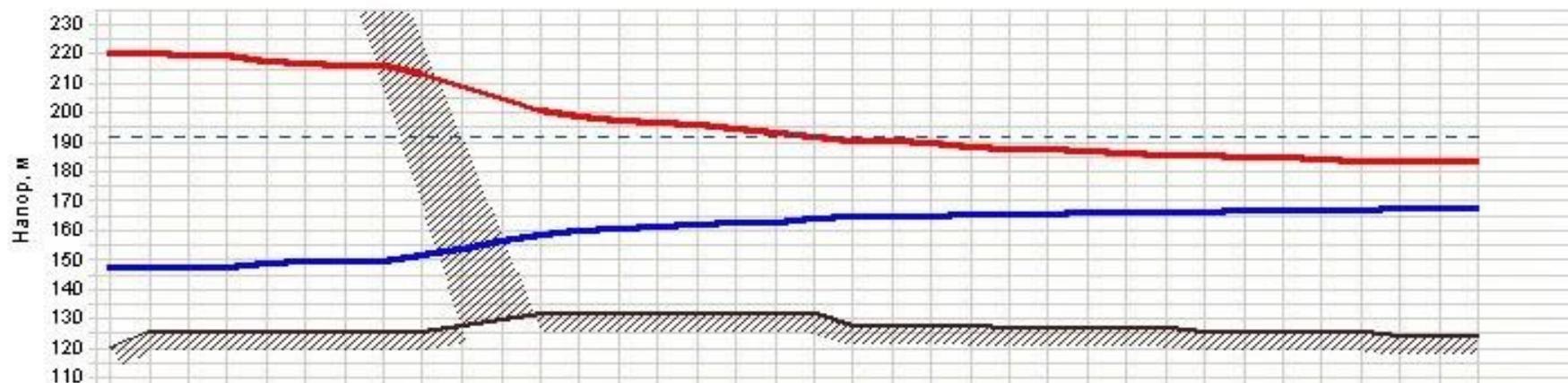
Наименование узла	КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)	УТ-19	УТ-27	НЦО-35	НО-42	ПНС-8			ТК-IV-26	ПНС-3	ТК-IV-14
Геодезическая высота, м	120	128	110	118	140	126	144	172	180	153	156
Напор в обратном трубопроводе, м	147	169.612	182.371	195.532	204.994	158.373	161.497	161.756	202.92	182.259	182.697
Располагаемый напор, м	103	61.561	38.197	14.117	-3.222	246.932	82.301	81.552	39.138	225.234	41.861
Длина участка, м	415.4	132	61.8	172	172	0.1	154	158	95.6	0.1	
Диаметр участка, м	0.802	0.802	0.802	0.802	0.996	0.996	0.996	0.7	0.511	0.408	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	4.552	1.445	0.676	1.88	0.603	0	0.111	0.078	0.327	0	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	5.461	1.738	0.814	2.268	0.717	0	0.063	0	0.188	0	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.065	2.064	2.064	2.063	1.337	1.336	0.607	0.402	0.769	0.448	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.733	-1.734	-1.735	-1.735	-1.126	-1.127	-0.329	0	-0.643	-0.196	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.479	5.473	5.469	5.466	1.752	2.333	0.361	0.247	2.01	0.606	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	6.573	6.582	6.587	6.592	2.084	2.086	0.205	0	1.406	0.175	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	3662.385	3660.2683	3659.0751	3657.8455	3655.951	3654.4125	1659.3096	543.4957	553.7081	205.8079	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-3072.737	-3074.8537	-3076.0469	-3077.2766	-3079.1711	-3080.7096	-899.3464	0.1482	-463.0872	-89.7725	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)» до «ТК-10 (ПК-19)»



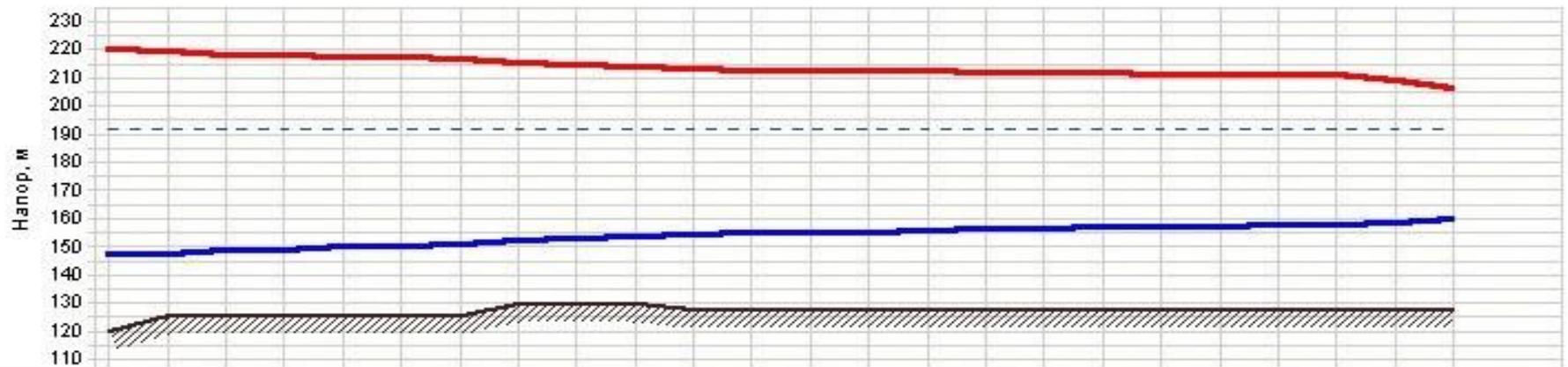
Наименование узла	КГРЭС БУ-4 (ТМ-IV)	УТ-20	УТ-29		ПНС-8	ТК-12	ТК-5	ПК-3	ПК-11	ТК-10 (ПК-19)
Геодезическая высота, м	120	128	110	123	126	136	130	132	136	133
Напор в обратном трубопроводе, м	147	171.349	183.75	202.204	158.373	162.333	164.486	166.804	168.732	168.936
Располагаемый напор, м	103	58.378	35.675	1.914	246.932	80.282	74.855	67.468	59.468	56.832
Длина участка, м	415.4	69	56	30	0.1	100	77	38.2	76.9	
Диаметр участка, м	0.802	0.802	0.802	0.996	0.996	0.996	0.996	0.7	0.7	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	4.552	0.755	0.613	0.105	0	0.337	0.217	0.41	0.327	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	5.461	0.908	0.738	0.125	0	0.228	0.137	0.137	0.076	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	2.065	2.064	2.064	1.337	1.336	1.136	1.039	1.712	1.336	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.733	-1.734	-1.735	-1.125	-1.127	-0.715	-0.631	-0.933	-0.609	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.479	5.472	5.469	1.753	2.333	1.686	1.411	5.365	3.269	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	6.573	6.583	6.588	2.083	2.086	1.142	0.89	1.79	0.764	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	3662.385	3660.1058	3658.9463	3657.2224	3654.4125	3106.9163	2842.3302	2311.9541	1804.7479	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-3072.737	-3075.0163	-3076.1757	-3077.8996	-3080.7096	-1955.4666	-1726.4719	-1259.8321	-823.1352	

Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-1 (ТМ-II)» до «ТК-IV-7»



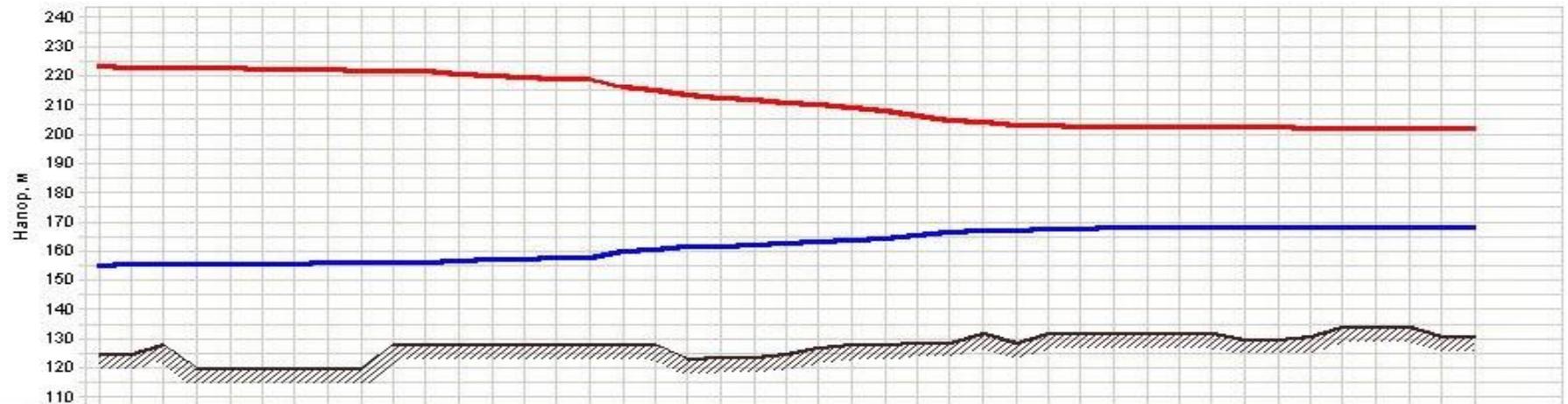
Наименование узла	КГРЭС БУ-1 (ТМ-II)	НО-II-5а	ТК-II-10	ТК-II-14	ТК-II-18	ТК-III-2	ТК-III-5	ТК-IV-1	ТК-IV-3а	ТК-IV-7
Геодезическая высота, м	120	126	130	132	132	128	127	126	126	124
Напор в обратном трубопроводе, м	147	149.688	156.354	161.378	163.795	165.281	165.932	166.336	166.704	167.145
Располагаемый напор, м	73	66.16	48.462	34.861	28.124	23.005	20.635	19.014	17.661	16.431
Длина участка, м	1	1.1	269	21	193	84	141	133	58	
Диаметр участка, м	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.511	0.511	0.511	0.309	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.009	0.017	3.755	0.258	1.23	0.572	0.552	0.464	0.621	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.007	0.011	2.243	0.149	0.657	0.26	0.169	0.178	0.322	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.589	1.796	1.688	1.584	1.21	1.143	0.751	0.708	1.061	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.41	-1.406	-1.305	-1.203	-0.885	-0.848	-0.528	-0.558	-0.848	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	4.55	7.898	6.98	6.15	3.185	3.586	2.06	1.835	5.952	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	3.582	4.84	4.17	3.547	1.703	1.629	0.631	0.704	3.088	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1640.3702	1853.9473	1742.8125	1635.9023	1249.3929	822.8036	540.3452	510.0038	279.3116	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1455.3519	-1451.2892	-1347.1224	-1242.4769	-913.4729	-610.6287	-379.9408	-401.3671	-223.1233	

### Пьезометрический график от «КГРЭС БУ-2 (ТМ-I)» до «ТК-I-29»



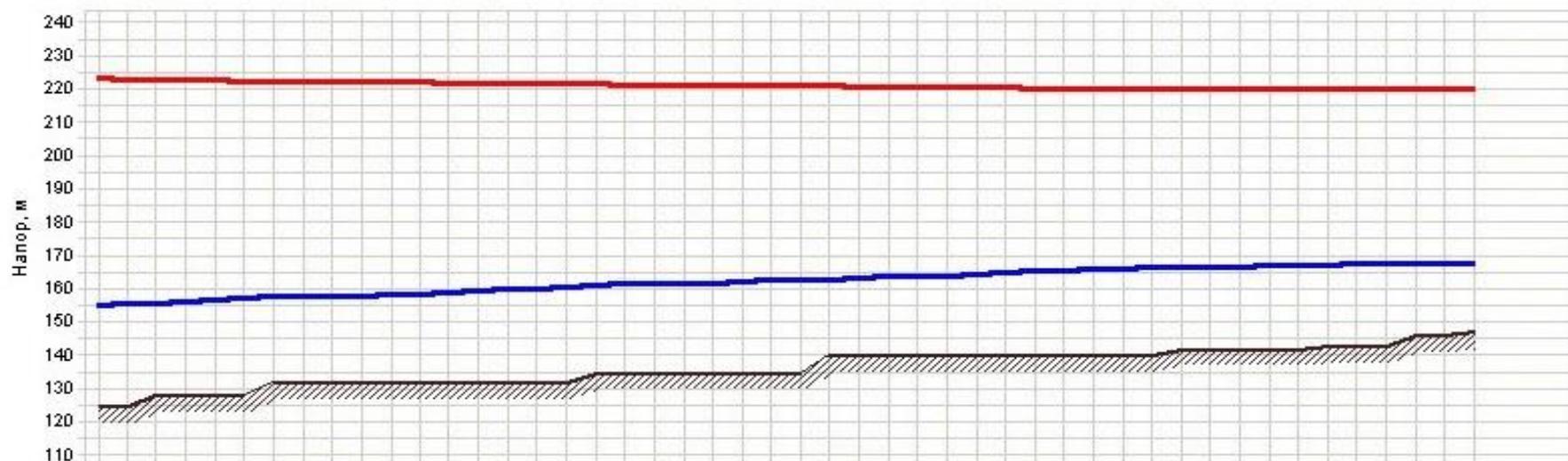
Наименование узла	КГРЭС БУ-2 (ТМ-I)	УТ-I-7	УТ-I-10	УТ-I-13	НО-I-15	УТ-I-17	УТ-I-19	УТ-I-22	ТК-I-31	ТК-I-29
Геодезическая высота, м	120	126	130	128	128	128	128	128	128	128
Напор в обратном трубопроводе, м	147	150.189	151.836	154.527	155.29	156.034	156.743	157.317	157.797	159.45
Располагаемый напор, м	73	66.832	63.687	58.618	57.239	56.052	54.937	54.033	53.098	46.493
Длина участка, м	22	1.1	72	51	117	107	132.97	115	85.3	
Диаметр участка, м	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.309	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.245	0.009	0.755	0.398	0.233	0.176	0.219	0.228	1.93	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.207	0.01	0.832	0.464	0.379	0.307	0.382	0.399	0.648	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.756	1.485	1.463	1.261	0.742	0.676	0.676	0.676	1.444	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.614	-1.556	-1.536	-1.363	-0.947	-0.892	-0.892	-0.892	-0.837	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.561	3.976	5.243	3.898	0.994	0.824	0.824	0.993	12.571	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	4.694	4.366	5.78	4.548	1.618	1.435	1.435	1.733	4.223	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1813.4616	1533.351	1510.5923	1302.4442	766.6258	698.0266	697.8495	697.7061	380.0115	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1666.1158	-1606.8823	-1586.0449	-1406.8231	-978.1445	-921.1455	-921.3226	-921.466	-220.2649	

Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-1, 3» до «ТК-1-46а»



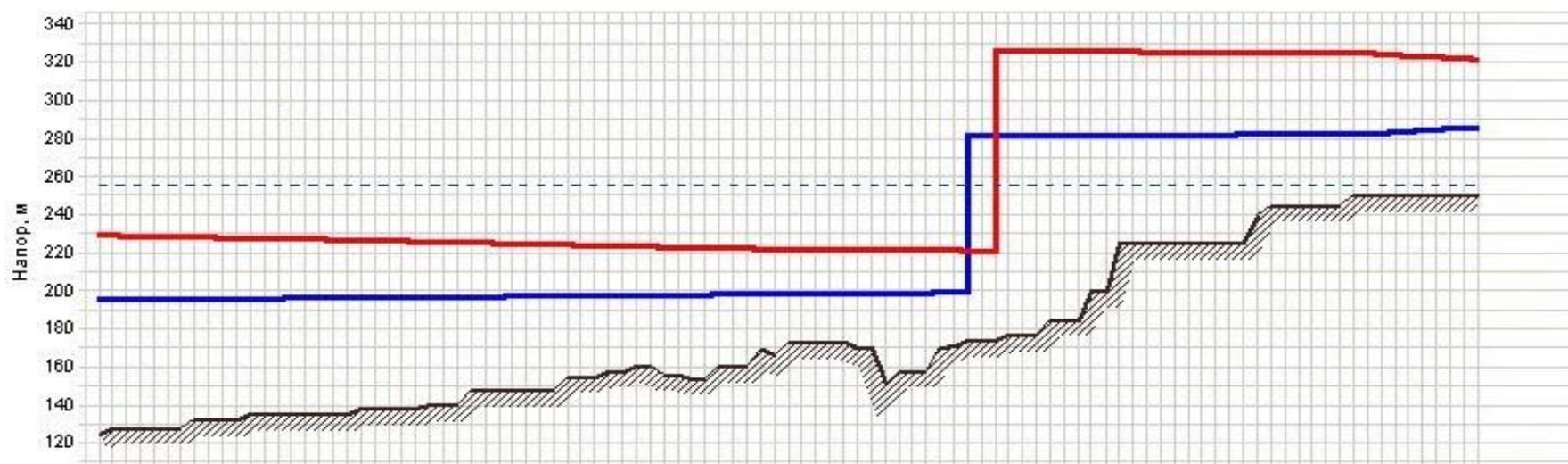
Наименование узла	КТЭЦ ТМ-1, 3	НО-1-2	НО-1-4	НО-1-6	НО-1-9	ТК-1-20	ТК-1-24	ТК-1-27	ТК-1-30	ТК-1-33	ТК-1-36	ТК-1-39	ТК-1-42	ТК-1-46а
Геодезическая высота, м	125	120	120	128	128	128	124	127	129	129	132	132	131	131
Напор в обратном трубопроводе, м	155	155.562	155.868	156.174	157.162	159.584	161.699	163.201	165.166	167.157	167.731	167.768	167.803	167.823
Располагаемый напор, м	67.999	66.86	66.028	65.2	62.514	56.362	50.738	46.69	41.264	36.077	34.561	34.46	34.361	34.301
Длина участка, м	79	99	83	98	142	48.2	47.1	83.3	85.3	28.3	45.9	51.8	11.6	
Диаметр участка, м	0.511	0.511	0.511	0.412	0.412	0.313	0.313	0.313	0.259	0.313	0.412	0.412	0.412	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.211	0.192	0.161	0.593	0.778	1.074	0.856	1.066	2.054	0.243	0.038	0.021	0.002	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.348	0.112	0.094	0.346	0.447	0.651	0.508	0.618	1.279	0.151	0.022	0.013	0.001	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.037	0.619	0.619	0.952	0.906	1.569	1.417	1.189	1.626	1.035	0.375	0.259	0.177	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.33	-0.529	-0.529	-0.814	-0.769	-1.332	-1.191	-0.931	-1.268	-0.806	-0.283	-0.199	-0.124	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.433	1.02	1.02	3.186	2.885	12.384	10.099	7.111	15.047	4.769	0.44	0.211	0.098	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	4.006	0.707	0.707	2.209	1.969	8.441	6.743	4.124	9.37	2.96	0.255	0.127	0.049	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	746.3195	445.6589	445.5234	445.417	423.8665	423.7949	382.7107	321.1426	300.6869	279.4772	175.4873	121.4034	82.7014	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-957.6591	-380.677	-380.8125	-380.919	-359.665	-359.7365	-321.541	-251.453	-234.4371	-217.6243	-132.2227	-93.2976	-58.1968	

Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-1, 3» до «ТК-III-47/3»



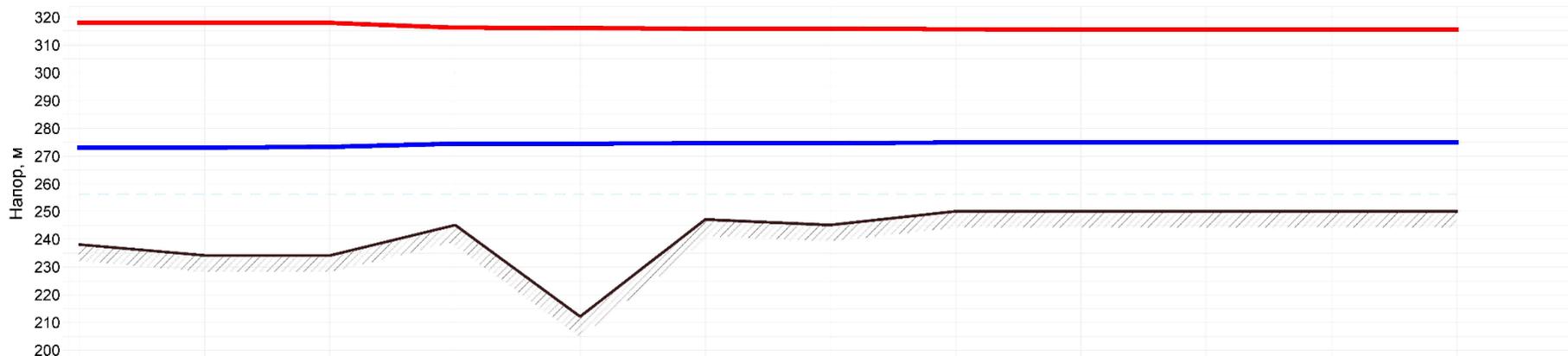
Наименование узла	КТЭЦ ТМ-1, 3	НЩО-III-7	НО-III-96	НО-III-13	НО-III-17	НО-III-19	НО-III-23	КС3-3	НО-III-29а	НО-III-33	НО-III-37	ТК-III-47/3
Геодезическая высота, м	125	128	132	132	135	135	140	140	140	142	142	147
Напор в обратном трубопроводе, м	155	157.227	157.693	159.181	160.656	161.7	162.908	163.98	165.478	166.443	166.97	167.492
Располагаемый напор, м	67.999	65.063	64.473	62.596	60.745	59.442	57.934	56.598	54.736	53.601	53.016	52.763
Длина участка, м	79	93	113	174	211	130	85	161	119	72	107	
Диаметр участка, м	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.211	0.073	0.089	0.128	0.148	0.091	0.059	0.11	0.048	0.031	0.017	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.348	0.276	0.336	0.5	0.593	0.366	0.239	0.449	0.26	0.19	0.214	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.037	0.417	0.417	0.403	0.394	0.393	0.393	0.389	0.298	0.278	0.167	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.33	-0.802	-0.802	-0.789	-0.781	-0.781	-0.781	-0.777	-0.687	-0.668	-0.583	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.433	0.413	0.413	0.386	0.368	0.368	0.367	0.359	0.211	0.226	0.082	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	4.006	1.563	1.564	1.513	1.48	1.481	1.482	1.468	1.148	1.386	1.054	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	746.3195	300.2102	300.1317	290.1553	283.3939	283.2084	282.9939	279.7835	214.344	199.9984	120.0368	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-957.6591	-577.4325	-577.5109	-568.0889	-561.8738	-562.0593	-562.2737	-559.4828	-494.885	-481.214	-419.7099	

Пьезометрический график от «КТЭЦ ТМ-4» до «ТК-IV-10/9»



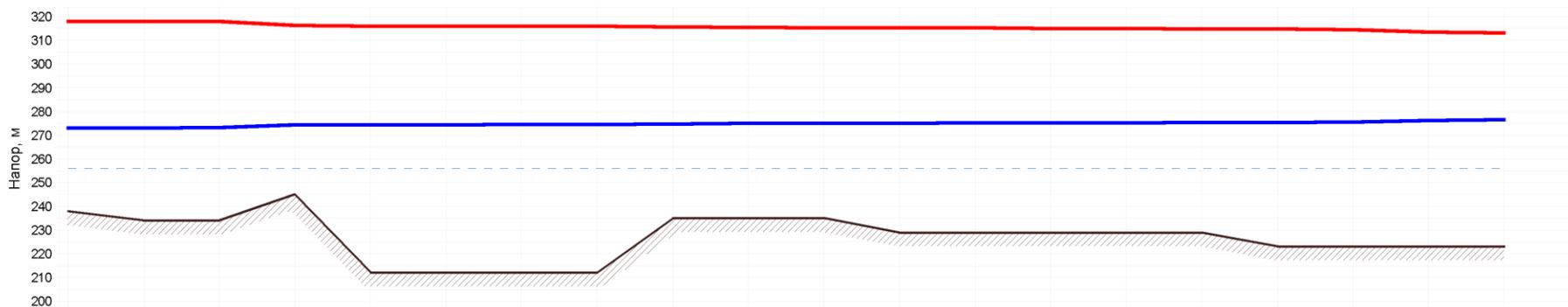
Наименование узла	КТЭЦ ТМ-4	НО-IV-9	НО-IV-17	НО-IV-24	НО-IV-32	НО-IV-40	Точка "А"	ПНС-11	НО-IV-70	ТК-IV-4 (НЦО-IV-78)	ТК-IV-10/9
Геодезическая высота, м	125	132	135	140	148	160	169	174	200	225	250
Напор в обратном трубопроводе, м	195	195.443	195.934	196.381	196.926	197.39	197.852	281	281.508	281.84	285.59
Располагаемый напор, м	34	32.412	30.659	29.075	27.151	25.527	23.915	325.884	43.85	43.177	35.649
Длина участка, м	69.6	167.1	139.84	231.07	146.08	168.48	5	211.5	118.1	72.94	
Диаметр участка, м	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.071	0.17	0.142	0.234	0.147	0.169	0.002	0.091	0.051	0.031	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.027	0.066	0.056	0.092	0.059	0.068	0.002	0.088	0.049	0.031	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.546	0.546	0.545	0.544	0.543	0.542	0.357	0.355	0.355	0.354	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.342	-0.343	-0.344	-0.345	-0.346	-0.346	-0.347	-0.348	-0.349	-0.35	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0.511	0.509	0.508	0.506	0.504	0.503	0.231	0.216	0.215	0.214	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.197	0.198	0.199	0.2	0.201	0.202	0.246	0.208	0.209	0.209	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	746.5979	745.5331	744.3558	743.2912	741.9976	740.9046	487.3715	485.5541	484.3962	483.6433	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-467.5084	-468.5732	-469.7506	-470.8151	-472.1088	-473.2017	-474.2879	-476.1052	-477.2632	-478.0161	

Пьезометрический график от «Котельная №27» до «ТК-90/1»



Наименование узла	Котельная №27		ТК-1/1		ТК-3/1	УТ-73А/1	ТК-73/1	ТК-74/1	ТК-74А/1	ТК-75/1	ТК-89/1	ТК-90/1
Геодезическая высота, м	238	234	234	245	212	247	245	250	250	250	250	250
Напор в обратном трубопроводе, м	273	273.003	273.105	274.363	274.418	274.514	274.604	274.714	274.779	274.817	274.817	274.818
Располагаемый напор, м	45	44.992	44.747	41.714	41.581	41.342	41.119	40.842	40.681	40.587	40.585	40.584
Длина участка, м	1	30	531	41	121	152	170	110	72	111	100	
Диаметр участка, м	0.512	0.512	0.512	0.408	0.408	0.408	0.4	0.408	0.408	0.408	0.408	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.005	0.143	1.774	0.078	0.143	0.134	0.166	0.097	0.057	0.001	0.001	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.003	0.101	1.258	0.055	0.096	0.089	0.111	0.065	0.037	0.001	0.001	
Скорость движения воды в под. тр-де, м/с	0.983	0.976	0.815	0.534	0.42	0.362	0.376	0.362	0.343	0.028	0.028	
Скорость движения воды в обр. тр-де, м/с	-0.826	-0.819	-0.686	-0.447	-0.344	-0.296	-0.308	-0.296	-0.278	-0.028	-0.028	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.557	2.517	1.759	1.005	0.622	0.463	0.513	0.462	0.416	0.003	0.003	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	1.805	1.775	1.247	0.704	0.419	0.309	0.343	0.31	0.274	0.003	0.003	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	710.5514	705.0486	589.1255	245.1021	192.6251	166.0831	166.0346	165.9826	157.3379	13.0438	13.0084	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-596.8478	-591.8088	-495.9141	-205.0843	-158.0778	-135.6508	-135.6993	-135.7514	-127.5694	-12.8527	-12.8881	

Пьезометрический график от «Котельная №27» до «ТК-16/1»



Наименование узла	Котельная N		ТК-1/1		ТК-3А/1	ТК-4А/1	ТК-4/1	ТК-5/1	ТК-6/1	ТК-7/1	ТК-8/1	ТК-9/1	ТК-10/1	ТК-12/1	ТК-13/1	ТК-13А/1	ТК-14/1	ТК-15/1	б/н	ТК-16/1
Геодезическая высота, м	238	234	234	245	212	212	212	212	235	235	235	229	229	229	229	229	223	223	223	223
Напор в обратном трубопроводе, м	273	273.003	273.105	274.363	274.367	274.423	274.488	274.497	274.714	274.91	274.956	275.021	275.055	275.113	275.156	275.251	275.305	275.513	276.179	276.515
Располагаемый напор, м	45	44.992	44.747	41.714	41.704	41.57	41.414	41.395	40.876	40.411	40.306	40.159	40.082	39.948	39.847	39.621	39.491	38.969	37.277	36.463
Длина участка, м	1	30	531	10	30	35	6	120	117	70	120	80	171	39	45	26	94	61	61	
Диаметр участка, м	0.512	0.512	0.512	0.512	0.408	0.408	0.408	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.259	0.211	0.211	0.15	0.1	0.1	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.005	0.143	1.774	0.006	0.078	0.091	0.011	0.301	0.27	0.059	0.082	0.043	0.076	0.058	0.131	0.076	0.314	1.026	0.478	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.003	0.101	1.258	0.004	0.056	0.065	0.008	0.218	0.195	0.047	0.065	0.034	0.058	0.043	0.095	0.055	0.208	0.665	0.336	
Скорость движения воды в под. тр-де, м/с	0.983	0.976	0.815	0.476	0.749	0.749	0.526	0.679	0.651	0.393	0.354	0.313	0.285	0.427	0.525	0.525	0.454	0.792	0.54	
Скорость движения воды в обр. тр-де, м/с	-0.826	-0.819	-0.686	-0.403	-0.634	-0.634	-0.447	-0.578	-0.554	-0.349	-0.314	-0.278	-0.25	-0.365	-0.446	-0.446	-0.369	-0.637	-0.452	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.557	2.517	1.759	0.608	1.998	1.998	0.986	1.927	1.773	0.646	0.526	0.412	0.341	1.152	2.242	2.242	2.569	12.939	6.026	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	1.805	1.775	1.247	0.437	1.434	1.434	0.714	1.396	1.285	0.511	0.415	0.325	0.263	0.843	1.618	1.618	1.702	8.39	4.239	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	710.5514	705.0486	589.1255	343.7569	343.7519	343.7423	241.2533	241.2514	231.3502	139.4668	125.7689	111.2817	101.171	79.0488	64.4365	64.4326	28.1504	21.8255	14.8806	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-596.8478	-591.8088	-495.9141	-291.0963	-291.1013	-291.1108	-205.2029	-205.2048	-196.8687	-123.9647	-111.5897	-98.7874	-88.7422	-67.5647	-54.7086	-54.7124	-22.8948	-17.5664	-12.4728	