



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Д. УЛУКУЛЕВО
КАРМАСКАЛИНСКОГО РАЙОНА
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ПЕРИОД
2013-2028 ГОД**

**ТОМ 1
Пояснительная записка**

Уфа, 2013

**Министерство жилищно-коммунального хозяйства
Республики Башкортостан**

Открытое акционерное общество «Башкоммунэнерго»



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Д. УЛУКУЛЕВО
КАРМАСКАЛИНСКОГО РАЙОНА
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ПЕРИОД
2013-2028 ГОД**

**ТОМ 1
Пояснительная записка**

Уфа, 2013

Содержание пояснительной записки (том 1)

№ раздела	Наименование	Стр.
1.	<i>Введение</i>	8
2.	<i>Общие сведения по климатологии д. Улукулево</i>	9
3.	<i>Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения</i>	10
3.1.	<i>Функциональная структура теплоснабжения</i>	10
3.1.1.	<i>Описание структуры договорных отношений между теплоснабжающими организациями</i>	10
3.2.	<i>Источники тепловой энергии</i>	11
3.2.1.	<i>Структура основного оборудования</i>	12
3.2.2.	<i>Описание источников тепловой энергии</i>	14
3.3.	<i>Описание тепловых сетей, сооружений на них и тепловых пунктов</i>	17
3.4.	<i>Определение эффективного радиуса теплоснабжения</i>	19
3.5.	<i>Расчёт гидравлического режима тепловой сети</i>	22
3.5.1	<i>Расчёт гидравлического режима от Блочно-модульной котельной МК-В-5,0</i>	22
4.	<i>Существующий и перспективный топливные балансы систем теплоснабжения в разрезе календарного года</i>	32
5.	<i>Существующий и перспективный балансы теплоносителя</i>	35
6.	<i>Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии</i>	42
7.	<i>Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей</i>	44
8.	<i>Решение об определении единой теплоснабжающей организации (ЕТО)</i>	46
9.	<i>Решение по бесхозным тепловым сетям</i>	47
10.	<i>Заключение</i>	49
11.	<i>Список использованной литературы</i>	51
	<i>Схема тепловых сетей от Блочно-модульной котельной МК-В-5,0 д. Улукулево.</i>	

Том 2.1 Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения

№ раздела	Наименование	Стр.
1.	<i>Расчёт существующих в схеме теплоснабжения тепловых нагрузок от котельной</i>	5
2.	<i>Расчёт гидравлического режима тепловой сети от Блочно-модульной котельной КМ-В-5,0 при существующем режиме работы теплоисточника</i>	9
2.1.	<i>Паспорт источника тепловой энергии</i>	10
2.2.	<i>Паспорта участков</i>	11
2.3.	<i>Расчет узловых расходов</i>	21
2.4.	<i>Гидравлический расчёт</i>	25
2.5.	<i>Расчёт диаметров дросселирующих устройств по узлам</i>	33
2.6.	<i>Пьезометрические графики</i>	40
3.	<i>Расчёт нормативных тепловых потерь тепловых сетей от Блочно-модульной котельной КМ-В-5,0 (существующее положение)</i>	213
3.1.	<i>Паспорт системы теплоснабжения</i>	214
3.2.	<i>Параметры настройки</i>	215
3.3.	<i>Среднемесечные, среднесезонные и среднегодовые температуры наружного воздуха, грунта, сетевой и холодной воды</i>	216
3.4.	<i>Справочник нормативных температур</i>	217
3.5.	<i>Характеристика тепловой сети по участкам</i>	218
3.6.	<i>Исходные данные по характеристике теплосетей</i>	233
3.7.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь через изоляцию</i>	244
3.8.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь с утечкой</i>	254
3.9.	<i>Расчет нормативных утечек теплоносителя</i>	264
3.10.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь по месяцам</i>	274
3.11.	<i>Расчётные потери тепловой энергии в месячном, квартальном и годовом разрезах</i>	284
3.12	<i>Результаты расчёта технологических потерь при передаче тепловой энергии</i>	285
4.	<i>Результаты расчёта нормативов удельного расхода топлива по Блочно-модульной котельной КМ-В-5,0</i>	286
6.1.	<i>Паспорт котельной</i>	287
6.2.	<i>Паспортные данные по котлу №1</i>	288
6.3.	<i>Паспортные данные по котлу №2</i>	289
6.4.	<i>Паспортные данные по котлу №3</i>	290
6.5.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №1</i>	291
6.6.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №2</i>	292
6.7.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №3</i>	293

6.8.	<i>Потери тепловой энергии с продувочной водой</i>	294
6.9.	<i>Расход тепловой энергии на растопку котлов</i>	295
6.10.	<i>Потери тепловой энергии котлоагрегатами</i>	296
6.11.	<i>Прочие потери</i>	297
6.12.	<i>Расход тепловой энергии на отопление помещений котельной</i>	298
6.13.	<i>Результаты распределения нагрузок между котлами</i>	299
6.14.	<i>Расход тепловой энергии на собственные нужды по составляющим</i>	300
6.15.	<i>Сводные результаты расчёта НУР по котельной</i>	301
6.16.	<i>Результаты расчетов удельных норм расходов топлива на отпущенную тепловую энергию</i>	302
6.17.	<i>Основные исходные данные и результаты расчета нормативов создания запасов топлива по Блочно-модульной котельной КМ-В-5,0</i>	303
5.	<i>Результаты расчета удельных норм расхода топлива по приказу Минэнерго № 66 от 04.09.2008 г.</i>	304
5.1.	<i>Результаты расчета удельных норм расхода топлива на отпуск тепловой энергии по видам используемого топлива</i>	305
6.	<i>Сертификаты соответствия на программные комплексы РаТеН-323-66 и РаТеН-325</i>	306

Том 2.2 Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения

№ раздела	Наименование	Стр.
1.	<i>Расчёт гидравлического режима тепловой сети от Блочно-модульной котельной МК-В-5,0 при перспективном режиме работы теплоисточника (после перекладки тепловой сети по рекомендациям, изложенным в схеме теплоснабжения)</i>	5
1.1.	<i>Паспорт источника тепловой энергии</i>	6
1.2.	<i>Паспорта участков</i>	7
1.3.	<i>Расчет узловых расходов</i>	17
1.4.	<i>Гидравлический расчёт</i>	21
1.5.	<i>Расчёт диаметров дросселирующих устройств по узлам</i>	28
1.6.	<i>Пьезометрические графики</i>	35
2.	<i>Расчёт нормативных тепловых потерь тепловых сетей от Блочно-модульной котельной МК-В-5,0 (перспективное положение)</i>	202
2.1.	<i>Паспорт системы теплоснабжения</i>	203

2.2.	<i>Параметры настройки</i>	204
2.3.	<i>Среднемесячные, среднесезонные и среднегодовые температуры наружного воздуха, грунта, сетевой и холодной воды</i>	205
2.4.	<i>Справочник нормативных температур</i>	206
2.5.	<i>Характеристика тепловой сети по участкам</i>	207
2.6.	<i>Исходные данные по характеристике теплосетей</i>	221
2.7.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь через изоляцию</i>	231
2.8.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь с утечкой</i>	240
2.9.	<i>Расчет нормативных утечек теплоносителя</i>	249
2.10.	<i>Расчет нормативных тепловых потерь по месяцам</i>	258
2.11.	<i>Расчётные потери тепловой энергии в месячном, квартальном и годовом разрезах</i>	267
2.12.	<i>Результаты расчёта технологических потерь при передаче тепловой энергии</i>	268
3.	<i>Результаты расчёта нормативов удельного расхода топлива по Блочно-модульной котельной МК-В-5,0</i>	269
3.1	<i>Паспорт котельной</i>	270
3.2.	<i>Паспортные данные по котлу №1</i>	271
3.3.	<i>Паспортные данные по котлу №2</i>	272
3.4.	<i>Паспортные данные по котлу №3</i>	273
3.5.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №1</i>	274
3.6.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №2</i>	275
3.7.	<i>Результаты расчёта НУР по котлу №3</i>	276
3.8.	<i>Потери тепловой энергии с продувочной водой</i>	277
3.9.	<i>Расход тепловой энергии на растопку котлов</i>	278
3.10.	<i>Потери тепловой энергии при хранении мазута</i>	279
3.11.	<i>Расход тепловой энергии на обогрев мазутопроводов</i>	280
3.12.	<i>Потери тепловой энергии котлоагрегатами</i>	281
3.13.	<i>Прочие потери</i>	282
3.14.	<i>Расход тепловой энергии на отопление помещений котельной</i>	283
3.15.	<i>Результаты распределения нагрузок между котлами</i>	284
3.16.	<i>Расход тепловой энергии на собственные нужды по составляющим</i>	285
3.17	<i>Сводные результаты расчёта НУР по котельной</i>	286
3.18	<i>Результаты расчетов удельных норм расходов топлива на отпущенную тепловую энергию</i>	287
3.19	<i>Основные исходные данные и результаты расчета нормативов создания запасов топлива по Блочно-модульной котельной МК-В-5,0</i>	288
4.	<i>Результаты расчета удельных норм расхода топлива по приказу Минэнерго № 66 от 04.09.2008 г.</i>	289
4.1	<i>Результаты расчета удельных норм расхода топлива</i>	290

	<i>на отпуск тепловой энергии по видам используемого топлива</i>	
4.2	<i>Основные исходные данные и результаты расчета создания нормативного несжимаемого запаса топлива (ННЗТ) по котельной МК-В-5,0</i>	291
4.3	<i>Общий нормативный запас топлива (ОНЗТ) на контрольную дату планированного года по котельной МК-В-5,0</i>	292

1. Введение

Деревня Улукулево является административным центром муниципального образования «сельское поселение Карламанский сельсовет».

Рядом железнодорожная станция Карламан.

Настоящая схема теплоснабжения разрабатывается ОАО «Башкоммунэнерго» г. Уфа на период до 2028 года. В соответствии с п. 24 Требований к порядку разработки и утверждения схем теплоснабжения, утвержденных постановления Правительства РФ №154 от 22.02.2012, актуализация схемы теплоснабжения должна производиться ежегодно.

2. Общие сведения по климатологии д. Улукулево

Для проведения расчётов климатологические параметры приняты по близлежащему населенному пункту г. Уфа.

В соответствии с СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», климатические параметры холодного периода года, принятые в расчетах, определились:

- Продолжительность отопительного сезона (с учётом положений п.7.4 СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети») при его начале и окончании при температуре наружного воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 227 суток;
- Средняя за отопительный период температура $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь 5 м/с.

3. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения

3.1. Функциональная структура теплоснабжения

Теплоснабжение потребителей д. Улукулево Кармаскалинского района Республики Башкортостан осуществляется как централизованно, с использованием котельных, так и индивидуально в частном секторе с использованием газовых котлов, так и печного отопления на дровах и угле.

Централизованное горячее водоснабжение (далее – ГВС) в д. Улукулево отсутствует. Котельная газифицирована. Котельная работает по температурному графику 95-70 °С. Присоединение потребителей к тепловой сети осуществляется по зависимой схеме, без применения теплообменных аппаратов. Индивидуальные тепловые пункты у потребителей отсутствуют.

На предприятии ООО «Стройбытсервис» проводится целенаправленная работа по повышению надежности и устойчивости работы котельных и тепловых сетей, качества предоставляемых услуг.

3.1.1. Описание структуры договорных отношений между теплоснабжающими организациями

В системе централизованного теплоснабжения д. Улукулево единственной теплоснабжающей организацией, занимающейся производством и транспортировкой тепловой энергии по тепловым сетям и её поставкой до границ эксплуатационной ответственности абонентов, является ООО «Стройбытсервис». В целях обеспечения производства тепловой энергии ООО «Стройбытсервис» заключает договора потребления энергетических ресурсов (газ на топливные нужды, электрическая энергия, вода) с соответствующими поставщиками. Оплата производится за фактический объём потребленных энергетических ресурсов по приборам учёта соответствующего вида.

3.2 Источники тепловой энергии

Источниками централизованного теплоснабжения коммунально-бытовых потребителей, административных зданий и объектов соцкультбыта д. Улукулево является блочно-модульная котельная МК-В-5,0:

Основные данные котельной приведены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1

Наименование котельной	Адрес котельной	Установленная мощность, Гкал/ч	Располагаемая мощность, Гкал/ч	Мощность источника тепловой энергии нетто, Гкал/ч	Подключенная тепловая нагрузка, Гкал/ч	Резерв(+)/дефицит установленной тепловой мощности
Блочно-модульная котельная МК-В-5,0	ул. Строительная-15К	ИТОГО 4,73 (2× RS-D2000 (2×1,72)=3,44) + 1× RS-D1500 (1×1,29)=1,29)	4,73	4,6827	3,8002	0,8825

При приведении основных данных по котельным использована следующая терминология:

установленная мощность источника тепловой энергии - сумма номинальных тепловых мощностей всего принятого по акту ввода в эксплуатацию оборудования, предназначенного для отпуска тепловой энергии потребителям на собственные и хозяйственные нужды;

располагаемая мощность источника тепловой энергии - величина, равная установленной мощности источника тепловой энергии за вычетом объемов мощности, не реализуемой по техническим причинам, в том числе по причине снижения тепловой мощности оборудования в результате эксплуатации на продленном техническом ресурсе.;

мощность источника тепловой энергии нетто - величина, равная располагаемой мощности источника тепловой энергии за вычетом тепловой нагрузки на собственные и хозяйственные нужды;

Необходимо отметить, что техническими причинами, снижающими установленную мощность источников тепловой энергии, является физический износ котлов.

Величина собственных нужд по котельным рассчитана в сертифицированном программном комплексе PaTeH 323-66, реализующего расчетные зависимости приказа Министерства энергетики РФ №323 от 30 декабря 2008 «Об организации в министерстве энергетики РФ работы по утверждению нормативов удельного расхода топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию от электрических станций и котельных».

3.2.1. Структура основного оборудования

Структура основного оборудования источников тепловой энергии представлена в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2.

Наименование котельной	Марка водогрейных котлов	Предельные параметры работы (давление, температура)	Паспортная производительность	Фактическая производительность	Дата ввода в эксплуатацию
Блочно-модульная котельная МК-В-5,0	RS-D2000 №1 (зав.№ 862)	0,8 МПа, 70-110 °С	2,0	2,0	
	RS-D2000 №2 (зав.№ 863)	0,8 МПа, 70-110 °С	2,0	2,0	
	RS-D1500 №3 (зав.№ 864)	0,8 МПа, 70-110 °С	1,5	1,5	

Технические характеристики котлов RS-D1500 и RS-D2000 представлены в таблице 3.2.3.

Таблица 3.2.3.

Модель котла	RS-D1500	RS-D2000
Номинальная мощность, МВт	1,5	2,0
Вид топлива	Природный газ, дизтопливо, сжиженный газ, нефтяной газ	
Средний КПД, %	95	
Максимальная температура воды на выходе, °С	110	
Максимальное рабочее давление воды, МПа	0,8 (1,0 по спецзаказу)	
Температура уходящих газов, не более, °С	от 120 до 170	
Гидравлическое сопротивление водяного контура, МПа	0,07	0,08
Аэродинамическое сопротивление топки, кПа	0,5	
Общая поверхность теплообмена, м ²	126	164
Объем камеры сгорания, м ³	1,8	2,3
Объемная тепловая напряженность топки, мВт/м ³	0,90	0,95
Коэффициента избытка воздуха за котлом, α	не более 1,3	
Выбросы СО, мг/м ³	не более 160	
Выбросы NO _x , мг/м ³	не более 200	
Водяной объем котла, л	195	265
Минимальный расход воды, т/час	32	44
Вес котла (без воды), т	2,50	3,00

Структура насосного оборудования представлена в таблице 3.2.4.

Таблица 3.2.4.

Наименование котельной	Марка насоса	Количество	Производительность, м ³ /ч	Напор, м	Число оборотов, мин ⁻¹	Мощность электродвигателя, кВт
Блочно-модульная котельная МК-В-5,0	Сетевой NM 65/20L/A	3	132	44	2900	15
	Подпиточный насос HNM 2/A/A	2	6	33,5	2900	0,75

3.2.2. Описание источников тепловой энергии

Блочно-модульная котельная МК-В-5,0 предназначена для теплоснабжения жилых, общественных зданий и объектов соцкультбыта.

Для выработки тепловой энергии в теплоносителе сетевая вода по температурному графику 95/70 °С в котельной используются топливо (основное – природный сетевой газ), электрическая энергия (на привод оборудования, питание низковольтных комплектных устройств и осветительные нужды), а также вода (приготовление умягченной воды для последующей подпитки системы теплоснабжения).

Топливо, электрическая энергия, вода поставляются на котельную по проектируемым инженерным сетям соответствующего назначения, технологически присоединяемых к сетям ресурсоснабжающих организаций ООО «Стройбытсервис» д. Улукулево (тепловые сети, водопровод), ОАО «Газ-Сервис» (газ) и ООО «Кармаскалинсксельхозэнерго» (электрическая энергия).

Регулирование отпуска тепловой энергии потребителям осуществляется качественным (по температуре) способом. Температурный график работы системы теплоснабжения от котельной МК-В-5,0 в численном и графическом выражении представлен в таблице 3.2.5 и на рисунке 1.2.2.

Таблица 3.2.5

Температурный график работы системы теплоснабжения

Температура наружного воздуха, °С	температура ПСВ, °С	температура ОСВ, °С
-35	95,0	70,0
-34	93,9	70,0
-33	92,7	68,6
-32	91,6	67,9
-31	90,4	67,2
-30	89,3	66,5
-29	88,1	65,8
-28	87,0	65,1
-27	85,8	64,4
-26	84,6	63,7
-25	83,5	63,0
-24	82,3	62,3
-23	81,1	61,6
-22	79,9	60,8
-21	78,7	60,1
-20	77,5	59,4
-19	76,3	58,6
-18	75,1	57,9
-17	73,9	57,1
-16	72,7	56,3
-15	71,5	55,6
-14	70,3	54,8
-13	69,0	54,0
-12	67,8	53,3
-11	66,6	52,5
-10	65,3	51,7
-9	64,0	50,9
-8	62,8	50,1
-7	61,5	49,2
-6	60,2	48,4
-5	58,9	47,6
-4	57,6	46,7
-3	56,3	45,9

-2	55,0	45,0
-1	53,7	44,2
0	52,4	43,3
1	51,0	42,4
2	49,7	41,5
3	48,3	40,6
4	46,9	39,6
5	45,5	38,7
6	44,1	37,7
7	42,7	36,8
8	41,2	35,8
9	39,7	34,7
10	38,3	33,7

Выбор температурного графика обусловлен рекомендациями [10, прил. 11], предусматривающими применение в жилых, общественных и административно-бытовых помещениях применение графика 95-70 °С.

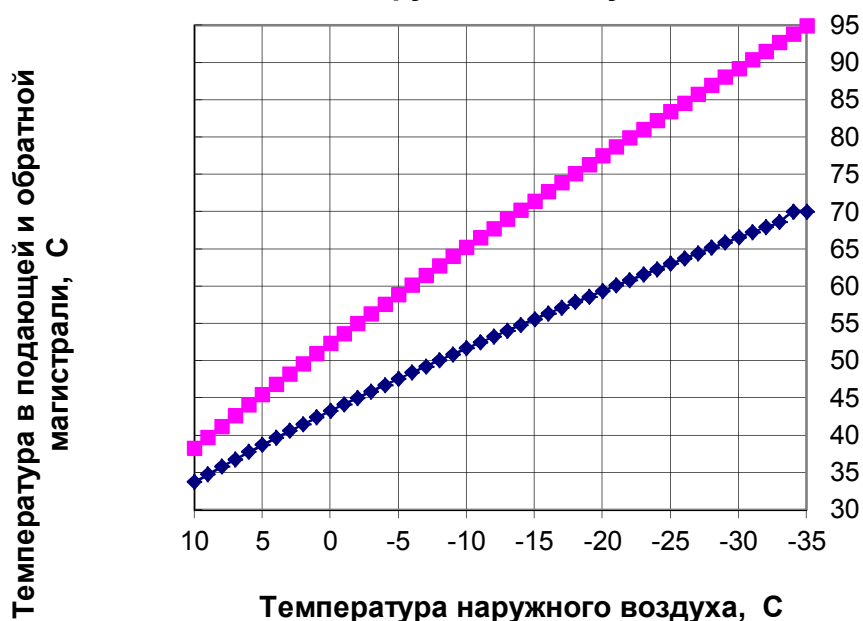
Необходимо отметить, что в соответствии с рекомендациями [9, п 7.4] при расчете графиков температур сетевой воды в системах централизованного теплоснабжения начало и конец отопительного периода при среднесуточной температуре наружного воздуха принимаются:

8 °С в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления до минус 30 °С и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий 18 °С;

10 °С в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже минус 30 °С и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий 20 °С.

С учётом расчётной температуры наружного воздуха на цели отопления -35 °С (по близлежащему г. Уфе) [11, табл.1], начало и конец отопительного сезона следует принимать 10 °С, что и реализовано при вычислении параметров температурного графика. Существующий на котельной температурный график составлен с началом отопительного сезона +8 °С, он подлежит замене на указанный в таблице 3.2.5

Рисунок 1.2.2 - График зависимости температур в подающем и обратном трубопроводах от температуры наружного воздуха



Подпитка теплосети осуществляется химочищенной водой, двухколлонной натрий-катионитной водоподготовкой, работающей в автоматическом режиме.

Данные по результатам загрузки оборудования по котельной представлены на листах «Результаты расчёта распределения нагрузок между котлами» результатов расчета по ПК PaTeH-323-66.

3.3. Описание тепловых сетей, сооружений на них и тепловых пунктов

Теплоснабжение объектов жилищного фонда и сельской инфраструктуры осуществляется с помощью индивидуальных и централизованных источников тепловой энергии. Описание централизованных источников тепловой энергии выполнено выше.

Котельная находится в ведении предприятия ООО «Стройбытсервис» д. Улукулево на праве аренды. Котельные работают только в отопительный сезон (227 сут.).

Общая протяженность тепловых сетей от котельной 12,394 км (в однострубно́м исчислении), 6,197 км (в двухтрубно́м исчислении).

Тепловые сети имеют следующую структуру: подающий и обратный трубопровод, тепловые камеры (колодцы с отключающими задвижками), потребитель тепловой энергии. Центральные тепловые пункты на тепловых сетях отсутствуют, отсутствуют и ИТП у потребителей.

В качестве теплоносителя в тепловых сетях используется сетевая вода с температурным графиком 95/70 °С.

В схеме тепловых сетей от котельных участки проложены надземной и подземной бесканальной прокладкой. Материал изоляции – минеральная вата с покрывным слоем из стеклопластика, или стеклохолста.

В целях выявления объема нормативных потерь произведены расчеты нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии. Расчеты произведены в сертифицированном программном комплексе Ра-ТеН-325, использующим расчётные зависимости приказа Приказа Минэнерго РФ от 30.12.2008 № 325 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии».

Результаты расчетов приведены в обосновывающих материалах по схеме теплоснабжения (том 2.2)

По блочно-модульной котельной МК-В-5,0:

Нормативные тепловые потери через изоляцию составляют 556697,32 ккал/ч (3032,887 Гкал в год).

Нормативные тепловые потери с утечкой составляют 22956,31 ккал/ч (125,066 Гкал/год).

Нормативная утечка теплоносителя 0,6798 м³/ч (3703,576 м³/год)

Суммарные нормативные тепловые потери 580801,58 ккал/ч (3164,207 Гкал в год)

Конструкции тепловых камер и колодцев и год их постройки различные. Имеются тепловые камеры и колодцы нестандартных размеров из

красного кирпича. Размеры камер 1,8-2,0 в «чистоте», высотой 1,8 м. В тепловых камерах имеются приямки для возможности откачки воды.

В качестве запорной арматуры используются стальные и чугунные задвижки, материал которых позволяет выдерживать температуры до -40 °С. Регулирующая арматура и дроссельные шайбы отсутствуют.

3.4. Определение эффективного радиуса теплоснабжения

Радиус эффективного теплоснабжения - максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в системе теплоснабжения, при превышении которого подключение теплопотребляющей установки к данной системе теплоснабжения нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в системе теплоснабжения.

Подключение дополнительной тепловой нагрузки с увеличением радиуса действия источника тепловой энергии приводит к возрастанию затрат на производство и транспорт тепловой энергии и одновременно к увеличению доходов от дополнительного объема ее реализации. Радиус эффективного теплоснабжения представляет собой то расстояние, при котором увеличение доходов равно по величине возрастанию затрат. Для действующих источников тепловой энергии это означает, что удельные затраты (на единицу отпущенной потребителям тепловой энергии) являются минимальными.

В основу расчёта были положены полуэмперические соотношения, которые представлены в «Нормах по проектированию тепловых сетей», изданных в 1938г. Для приведения указанных зависимостей к современным условиям была проведена дополнительная работа по анализу структуры себестоимости производства и транспорта тепловой энергии в функционирующих в настоящее время системах теплоснабжения. В результате этой работы были получены эмпирические коэффициенты, которые позволили уточнить имеющиеся зависимости и применить их для определения

минимальных удельных затрат и действующих в настоящее время ценовых индикаторах.

Связь между удельными затратами на производство и транспорт тепловой энергии с радиусом теплоснабжения осуществляется с помощью следующей полуэмпирической зависимости:

$$S = b + \frac{30 \cdot 10^8 \varphi}{R^2 \pi} + \frac{95 \cdot R^{0,86} B^{0,26} s}{\pi^{0,62} H^{0,19} \Delta \tau^{0,38}},$$

где

R - радиус действия тепловой сети (длина главной тепловой магистрали) самого протяженного вывода от источника, км;

H - потеря напора на трение при транспорте теплоносителя по тепловой магистрали, м. вод.ст.;

b - эмпирический коэффициент удельных затрат в единицу тепловой мощности котельной, руб./Гкал/ч;

s - удельная стоимость материальной характеристики тепловой сети, руб./м²

B – среднее число абонентов на единицу площади зоны действия источника теплоснабжения, 1/км²

Π – теплоплотность района, Гкал/ч×км²;

$\Delta \tau$ – расчетный перепад температур теплоносителя в тепловой сети, °С;

φ - поправочный коэффициент, принимаемый равным 1 для котельных.

Дифференцируя полученное соотношение по параметру R и приравняв к нулю производную, можно получить формулу для определения эффективного радиуса теплоснабжения в виде:

$$R_s = 563 \cdot \left(\frac{\varphi}{s} \right)^{0,35} \cdot \frac{H^{0,07}}{B^{0,09}} \cdot \left(\frac{\Delta \tau}{\Pi} \right)^{0,13}$$

В соответствии с [12. ,п. 48] при определении эффективного радиуса теплоснабжения целесообразно ориентироваться на потери в тепловых сетях 10,7% (минимальный порог энергетической эффективности разветв-

ленных тепловых сетей). При превышении данного значения падает энергетическая эффективность работы тепловых сетей, растут совокупные затраты на газ. Как правило, тепловые потери в объеме свыше 10% в тариф на тепловую энергию не закладываются и предприятие вынуждено работать без рентабельности, деятельность его является планово-убыточной.

Задачей определения радиуса эффективности теплоснабжения, таким образом, является определение методом последовательных приближений такого радиуса, совокупные потери тепловой энергии в пределах которого не превысят 10,7%.

Для этого определены:

Количество тепловой энергии, Гкал, необходимой для отопления зданий на планируемый период (отопительный период в целом)

$$Q_o = \frac{Q_{o\max} 24(t_j - t_{om})n}{(t_j - t_o)},$$

где $Q_{o\max}$ - расчетное значение часовой тепловой нагрузки всей системы отопления;

t_j - усредненное расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых зданий, °С;

t_o - расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования отопления в конкретной местности, °С;

t_{om} - среднее значение температуры наружного воздуха за отопительный сезон, °С;

n - продолжительность функционирования систем отопления в планируемый период, сут.

3.5 Расчёт гидравлического режима тепловой сети

3.5.1 Расчёт гидравлического режима от Блочно-модульной котельной МК-В-5,0

В порядке разработки схемы теплоснабжения д. Улукулево выполнен расчёт гидравлического режима работы тепловых сетей. Расчёт выполнялся в программном комплексе «Расчет гидравлических режимов тепловых сетей», разработанном НТЦ «КомпАС» г.Москва.

При этом при расчёте введены следующие исходные данные:

- Коэффициент эквивалентной шероховатости труб $K_s=1,5$ мм, что соответствует шероховатости труб, имеющих значительную внутреннюю коррозию;

- Коэффициент для определения суммарных эквивалентных длин местных сопротивлений (в отсутствии подробных данных о типе местных сопротивлений) принимался в зависимости от диаметра в пределах $0,3 \div 0,6$ ($30 \div 60\%$) для тепловых сетей с П-образными компенсаторами и гнутыми отводами, согласно рекомендациям [Приложение 5, 8];

- длины и диаметры участков – в соответствии с данными предоставленными Уфимской дистанции путей Куйбышевской железной дороги и составленной расчетной схеме;

- высотные отметки применялись согласно топосъёмки д. Улукулево. При этом за отметку относительного нуля принята котельная. Высотные отметки низа (уровня земли) зданий тепловых сетей приняты относительно нулевой отметки котельной;

- тепловые нагрузки - в соответствии с ранее выполненными расчётами с учётом данных, предоставленных Уфимской дистанции путей Куйбышевской железной дороги д. Улукулево по объёмам здания по наружному обмеру, их году постройки и назначению;

- расходы теплоносителя на участках приняты равными расчётными исходя из норматива $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на $1 \text{ Гкал}/\text{ч}$ при имеющемся графике $95/70 \text{ }^\circ\text{C}$ [1, Прил. 3 п. 4.2]. При этом для учёта тепловых потерь по уравнению теплового баланса источника $Q=c \cdot G \cdot (t_{\text{под}}-t_{\text{обр}})$ при качественном регулировании тепловой нагрузки введён коэффициент 1,1 к расчётному расходу, что соответствует минимальному расчёту потерь, принимаемому в инженерных расчётах 10%.

Таблица исходных данных представлена ниже

№ участка	Наименование начальной точки участка	Наименование конечной точки участка	диаметр, мм×толщина стенки	Протяженность участка	Высотная отметка земли	Высота здания	α, %	Расчётная нагрузка потребителя
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Котельная	TK1	273x7	24	0	0	60	
2	TK1	TK2	219x7	128	0	0	40	
3	TK2	TK3	219x7	18	0	0	40	
4	TK3	TK4	219x7	42	0	0	40	
5	TK4	TK5	219x7	15	0	0	40	
6	TK5	TK6	219x7	27	0	0	40	
7	TK6	TK7	219x7	5	0	0	40	
8	TK7	TK8	219x7	40	0	0	40	
9	TK8	TK9	219x7	43	0	0	40	
10	TK9	TK10	219x7	37	0	0	40	
11	TK10	TK11	219x7	4	0	0	40	
12	TK11	TK12	219x7	26	0	0	40	
13	TK12	TK13	219x7	33	0	0	40	
14	TK13	TK14	219x7	83	0	0	40	
15	TK14	TK15	259x4,5	46	0	0	60	
16	TK15	TK16	259x4,5	21	0	0	60	
17	TK16	TK17	259x4,5	33	0	0	60	
18	TK17	TK18	259x4,5	41	0	0	60	
19	TK18	TK19	259x4,5	94	0	0	60	
20	TK19	TK19/1	259x4,5	41	0	0	60	
21	TK19/1	TK20	159x4,5	234	0	0	30	
22	TK20	TK21	159x4,5	54	0	0	30	
23	TK21	TK22	159x4,5	372	17	0	30	
24	TK22	TK23	159x4,5	35	17	0	30	
25	TK23	TK24	159x4,5	375	-1,3	0	30	
26	TK24	TK25	108x4	107	-1,3	0	30	
27	TK25	TK26	108x4	25	-1,3	0	30	
28	TK26	TK27	76x3,5	180	-1,3	0	30	
29	TK27	TK28	57x3,5	30	-1,3	0	30	
30	TK28	Маркса,91/1	57x3,5	3	-1,3	6	30	0,080800
31	TK27	Маркса,90/5	76x3,5	20	-1,3	6	30	0,080900
32	TK26	Кунакбаева, 12	76x3,5	52	-1,3	6	30	0,021500
33	TK25	тройник	57x3,5	20	-1,3	0	30	
34	тройник	Кунакбаева, 10 (1)	57x3,5	15	-1,3	9	30	0,054450
35	TK21	60 лет Октября, 34	57x3,5	69	0	3	30	0,030400
36	TK20	TK80	108x4	54	0	0	30	
37	TK80	TK81	108x4	51	0	0	30	

38	TK81	TK82	108x4	45	0	0	30	
39	TK82	TK83	76x3,5	6	0	0	30	
40	TK83	TK84	32x2,5	44	0	0	30	
41	TK84	60 лет Октября, 59а	32x2,5	19	0	6	30	0,037600
42	TK84	60 лет Октября, 58	32x2,5	25	0	3	30	0,023500
43	TK83	Гараж	57x3,5	53	0	3	30	0,015300
44	TK82	Школа	108x4	5	0	9	30	0,060300
45	TK81	60 лет Октября	45x2,5	80	0	3	30	0,028200
46	TK80	60 лет Октября, 57	57x3,5	5	0	3	30	0,033500
47	TK19	Контора	45x2,5	1	0	6	30	0,030100
48	TK18	TK77	76x3,5	59	0	0	30	
49	TK77	TK78	76x3,5	8	0	0	30	
50	TK78	TK79	76x3,5	38	0	0	30	
51	TK79	60 лет Октября, 52	45x2,5	10	0	6	30	0,049500
52	TK79	60 лет Октября	45x2,5	18	0	3	30	0,028300
53	TK78	60 лет Октября, 53	57x3,5	38	0	3	30	0,034300
54	TK77	60 лет Октября, 51	57x3,5	3	0	6	30	0,058000
55	TK17	Вокзал	45x2,5	4	0	6	30	0,023400
56	TK16	Туалет	45x2,5	6	0	3	30	0,011200
57	TK15	Магазин станции	45x2,5	3	0	3	30	0,011600
58	TK14	TK58	159x4,5	31	0	0	30	
59	TK58	TK59	159x4,5	16	0	0	30	
60	TK59	TK60	159x4,5	33	0	0	30	
61	TK60	TK61	159x4,5	32	0	0	30	
62	TK61	TK62	159x4,5	23	0	0	30	
63	TK62	TK63	159x4,5	11	0	0	30	
64	TK63	TK64	159x4,5	46	0	0	30	
65	TK64	TK65	159x4,5	16	0	0	30	
66	TK65	TK66	159x4,5	26	0	0	30	
67	TK66	TK67	159x4,5	75	0	0	30	
68	TK67	TK68	159x4,5	33	0	0	30	
69	TK68	TK69	159x4,5	58	0	0	30	
70	TK69	TK70	159x4,5	17	0	0	30	
71	TK70	TK71	76x3,5	29	0	0	30	
72	TK71	TK74	76x3,5	4	0	0	30	
73	TK74	TK75	76x3,5	54	0	0	30	
74	TK75	60 лет Октября	45x2,5	30	0	6	30	0,038100
75	TK75	TK76	45x2,5	27	0	0	30	
76	TK76	60 лет Октября, 59	32x2,5	11	0	3	30	0,017400
77	TK76	60 лет Октября, 57	32x2,5	12	0	3	30	0,017500
78	TK74	60 лет Октября, 55	57x3,5	15	0	6	30	0,041300
79	TK71	TK72	76x3,5	41	0	0	30	
80	TK72	TK73	76x3,5	17	0	0	30	
81	TK73	Башня	32x2,5	40	0	3	30	0,020000
82	TK73	60 лет Октября, 65	32x3,5	10	0	6	30	0,059700
83	TK72	Больница	32x3,5	22	0	6	30	0,033700
84	TK70	Полиция	57x3,5	5	0	6	30	0,040000

85	TK69	60 лет Октября, 54	32x2,5	13	0	3	30	0,020300
86	TK68	60 лет Октября, 60	45x2,5	11	0	6	30	0,040500
87	TK67	60 лет Октября, 61/1	57x3,5	9	0	6	30	0,041800
88	TK66	60 лет Октября, 67	45x2,5	3	0	6	30	0,057600
89	TK65	60 лет Октября, 65	76x3,5	43	0	6	30	0,059700
90	60 лет Октября, 65	60 лет Октября, 63	57x3,5	40	0	6	30	0,058000
91	60 лет Октября, 63	60 лет Октября, 62	57x3,5	8	0	3	30	0,033200
92	TK64	60 лет Октября, 69	45x2,5	3	0	6	30	0,057500
93	TK63	60 лет Октября, 70	57x3,5	2	0	6	30	0,056300
94	TK62	Цех	57x3,5	60	0	3	30	0,030200
95	TK61	60 лет Октября, 68	45x2,5	2	0	6	30	0,040400
96	TK60	60 лет Октября, 66	45x2,5	2	0	6	30	0,041400
97	TK59	60 лет Октября, 64	45x2,5	2	0	6	30	0,038900
98	TK58	Магазин	25x2,5	24	0	3	30	0,009100
99	TK13	TK57	57x3,5	1	0	0	30	
100	TK57	60 лет Октября, 74	57x3,5	21	0	6	30	0,042100
101	60 лет Октября, 74	60 лет Октября, 72	32x2,5	30	0	6	30	0,042100
102	TK12	TK54	89x3,5	43	0	0	30	
103	TK54	TK55	89x3,5	53	0	0	30	
104	TK55	TK56	89x3,5	31	0	0	30	
105	TK56	60 лет Октября, 71	89x3,5	9	0	6	30	0,058200
106	60 лет Октября, 71	60 лет Октября	89x3,5	27	0	6	30	0,080800
107	TK55	60 лет Октября, 75	57x3,5	7	0	6	30	0,053000
108	TK54	60 лет Октября, 79	45x2,5	6	0	6	30	0,072300
109	TK11	Почта	45x2,5	10	0	6	30	0,026500
110	TK10	TK53	76x3,5	25	0	0	30	
111	TK53	60 лет Октября, 80	57x3,5	2	0	6	30	0,058300
112	60 лет Октября, 80	60 лет Октября, 81	45x2,5	16	0	3	30	0,015000
113	TK9	Админ. здание	57x3,5	12	0	9	30	0,086100
114	TK8	КИП	45x2,5	8	0	3	30	0,006700
115	TK7	КНС	45x2,5	10	0	3	30	0,008500
116	TK6	TK50	89x3,5	17	0	0	30	
117	TK50	TK51	57x3,5	92	0	0	30	
118	TK51	TK52	45x2,5	64	0	0	30	
119	TK52	60 лет Октября, 84	45x2,5	91	0	6	30	0,041100
120	TK52	60 лет Октября, 83	45x2,5	5	0	6	30	0,042000
121	TK51	Школа	57x3,5	18	0	6	30	0,020900
122	TK50	60 лет Октября, 82	45x2,5	3	0	6	30	0,057400
123	TK5	Пункт ТО	45x2,5	9	0	3	30	0,016800
124	TK4	Компрессорная	57x3,5	22	0	3	30	0,024200
125	TK3	Путевая часть	57x3,5	13	0	3	30	0,009400
126	TK1	TK30	159x4,5	155	0	0	30	
127	TK30	TK31	159x4,5	30	0	0	30	
128	TK31	TK32	159x4,5	43	0	0	30	
129	TK32	TK33	159x4,5	119	0	0	30	
130	TK33	TK34	159x4,5	31	0	0	30	
131	TK34	TK35	159x4,5	48	0	0	30	

132	TK35	TK36	159x4,5	33	0	0	30	
133	TK36	TK37	159x4,5	70	0	0	30	
134	TK37	TK38	159x4,5	85	0	0	30	
135	TK38	TK39	159x4,5	27	0	0	30	
136	TK39	TK40	159x4,5	38	0	0	30	
137	TK40	TK41	159x4,5	69	0	0	30	
138	TK41	TK42	108x4	82	0	0	30	
139	TK42	TK43	108x4	49	0	0	30	
140	TK43	TK44	108x4	42	0	0	30	
141	TK44	TK45	108x4	42	0	0	30	
142	TK45	TK46	108x4	41	0	0	30	
143	TK46	TK47	108x4	31	0	0	30	
144	TK47	TK48	108x4	47	0	0	30	
145	TK48	TK49	108x4	39	0	0	30	
146	TK49	Строителей, 52а	57x3,5	14	0	3	30	0,025800
147	TK48	Строителей, 53	57x3,5	18	0	3	30	0,022400
148	TK47	Строителей, 54	57x3,5	20	0	3	30	0,029300
149	TK46	Строителей, 55	57x3,5	18	0	3	30	0,025600
150	TK45	Строителей, 56	45x2,5	15	0	3	30	0,028200
151	TK44	Строителей, 57	32x2,5	21	0	3	30	0,023000
152	TK43	Строителей, 58	32x2,5	21	0	3	30	0,028500
153	TK42	Строителей, 59	32x2,5	15	0	3	30	0,024200
154	TK41	Строителей, 60	76x3,5	1	0	3	30	0,020000
155	TK40	Строителей, 52/1	89x3,5	6	0	6	30	0,105700
156	TK39	Строителей, 52	76x3,5	3	0	6	30	0,082200
157	TK38	Строителей, 51	76x3,5	3	0	6	30	0,080900
158	TK37	Строителей, 50	108x4	45	0	6	30	0,080900
159	Строителей, 50	Строителей, 49	108x4	43	0	6	30	0,082000
160	TK36	Строителей, 22	76x3,5	8	0	6	30	0,080900
161	TK35	Строителей, 22а	76x3,5	8	0	6	30	0,080900
162	TK34	Строителей, 21а	76x3,5	8	0	6	30	0,080800
163	TK33	Строителей, 21	89x3,5	8	0	6	30	0,082700
164	TK32	Строителей, 18	45x2,5	3	0	6	30	0,080700
165	TK31	Строителей, 17	45x2,5	2	0	6	30	0,081100
166	TK30	Строителей, 16	57x3,5	33	0	3	30	0,019500
167	TK1	TK85	108x4	55	0	0	30	
168	TK85	Детский сад №15	108x4	20	0	9	30	0,133200
169	TK1	TK86	108x4	43	0	0	30	
170	TK86	TK87	108x4	22	0	0	30	
171	TK87	Школа №24	108x4	33	0	9	30	0,116600
172	TK87	Гараж	25x2,5	5	0	3	30	0,015300
173	тройник	Кунакбаева, 10 (2)	57x3,5	30	0	9	30	0,054450

В ходе расчетов гидравлического режима в существующей конфигурации тепловой сети выявлены как участки, имеющие завышенные диаметры, скорость движения воды в которых менее 0,3 м/с, что в соответ-

ствии с [5. п. 97] является основанием для перехода на меньшие диаметры трубопроводов, так и участки с заниженными диаметрами, удельные потери на трение в которых превышают 8 мм/м [6, с. 132], что ухудшает гидравлический режим работы тепловых сетей.

В целях оптимизации тепловой сети по расчётным диаметрам, обеспечивающим наименьшие гидравлические потери, и замены на меньшие расчётные диаметры участков тепловых сетей, скорость движения на которых не превышает 0,3 м/с, выполнен подбор оптимальных диаметров.

Результаты расчёта представлены в таблице ниже

№ участка	Наименование начальной точки участка	Наименование конечной точки участка	диаметр, мм×толщина стенки	Протяженность участка	Диаметр по расчёту	На какой диаметр требуется замена (в случае необходимости)
1	2	3	4	5	6	7
1	Котельная	TK1	273x7	24	273x7	273x7
2	TK1	TK2	219x7	128	219x7	219x7
3	TK2	TK3	219x7	18	219x7	219x7
4	TK3	TK4	219x7	42	219x7	219x7
5	TK4	TK5	219x7	15	219x7	219x7
6	TK5	TK6	219x7	27	219x7	219x7
7	TK6	TK7	219x7	5	219x7	219x7
8	TK7	TK8	219x7	40	219x7	219x7
9	TK8	TK9	219x7	43	219x7	219x7
10	TK9	TK10	219x7	37	219x7	219x7
11	TK10	TK11	219x7	4	219x7	219x7
12	TK11	TK12	219x7	26	219x7	219x7
13	TK12	TK13	219x7	33	219x7	219x7
14	TK13	TK14	219x7	83	219x7	219x7
15	TK14	TK15	259x4,5	46	159x4,5	159x4,5
16	TK15	TK16	259x4,5	21	159x4,5	159x4,5
17	TK16	TK17	259x4,5	33	159x4,5	159x4,5
18	TK17	TK18	259x4,5	41	159x4,5	159x4,5
19	TK18	TK19	259x4,5	94	159x4,5	159x4,5
20	TK19	TK19/1	259x4,5	41	159x4,5	159x4,5
21	TK19/1	TK20	159x4,5	234	159x4,5	159x4,5
22	TK20	TK21	159x4,5	54	133x4	133x4
23	TK21	TK22	159x4,5	372	133x4	133x4
24	TK22	TK23	159x4,5	35	133x4	133x4
25	TK23	TK24	159x4,5	375	133x4	133x4
26	TK24	TK25	108x4	107	108x4	108x4
27	TK25	TK26	108x4	25	108x4	108x4

28	TK26	TK27	76x3,5	180	108x4	108x4
29	TK27	TK28	57x3,5	30	108x4	108x4
30	TK28	Маркса,91/1	57x3,5	3	76x3,5	76x3,5
31	TK27	Маркса,90/5	76x3,5	20	76x3,5	76x3,5
32	TK26	Кунакбаева, 12	76x3,5	52	45x2,5	45x2,5
33	TK25	тройник	57x3,5	20	38x2,5	38x2,5
34	тройник	Кунакбаева, 10 (1)	57x3,5	15	57x3,5	57x3,5
35	TK21	60 лет Октября, 34	57x3,5	69	57x3,5	57x3,5
36	TK20	TK80	108x4	54	108x4	108x4
37	TK80	TK81	108x4	51	89x3,5	89x3,5
38	TK81	TK82	108x4	45	89x3,5	89x3,5
39	TK82	TK83	76x3,5	6	76x3,5	76x3,5
40	TK83	TK84	32x2,5	44	76x3	76x3
41	TK84	60 лет Октября, 59a	32x2,5	19	57x3,5	57x3,5
42	TK84	60 лет Октября, 58	32x2,5	25	57x3,5	57x3,5
43	TK83	Гараж	57x3,5	53	32x2,5	32x2,5
44	TK82	Школа	108x4	5	57x3,5	57x3,5
45	TK81	60 лет Октября	45x2,5	80	57x3,5	57x3,5
46	TK80	60 лет Октября, 57	57x3,5	5	45x2,5	45x2,5
47	TK19	Контора	45x2,5	1	45x2,5	45x2,5
48	TK18	TK77	76x3,5	59	108x4	108x4
49	TK77	TK78	76x3,5	8	76x3,5	76x3,5
50	TK78	TK79	76x3,5	38	76x3,5	76x3,5
51	TK79	60 лет Октября, 52	45x2,5	10	76x3	76x3
52	TK79	60 лет Октября	45x2,5	18	45x2,5	45x2,5
53	TK78	60 лет Октября, 53	57x3,5	38	57x3,5	57x3,5
54	TK77	60 лет Октября, 51	57x3,5	3	57x3,5	57x3,5
55	TK17	Вокзал	45x2,5	4	-	-
56	TK16	Туалет	45x2,5	6	-	-
57	TK15	Магазин станции	45x2,5	3	-	-
58	TK14	TK58	159x4,5	31	159x4,5	159x4,5
59	TK58	TK59	159x4,5	16	159x4,5	159x4,5
60	TK59	TK60	159x4,5	33	159x4,5	159x4,5
61	TK60	TK61	159x4,5	32	159x4,5	159x4,5
62	TK61	TK62	159x4,5	23	159x4,5	159x4,5
63	TK62	TK63	159x4,5	11	159x4,5	159x4,5
64	TK63	TK64	159x4,5	46	159x4,5	159x4,5
65	TK64	TK65	159x4,5	16	159x4,5	159x4,5
66	TK65	TK66	159x4,5	26	159x4,5	159x4,5
67	TK66	TK67	159x4,5	75	159x4,5	159x4,5
68	TK67	TK68	159x4,5	33	108x4	108x4
69	TK68	TK69	159x4,5	58	108x4	108x4
70	TK69	TK70	159x4,5	17	108x4	108x4
71	TK70	TK71	76x3,5	29	108x4	108x4
72	TK71	TK74	76x3,5	4	76x3,5	76x3,5
73	TK74	TK75	76x3,5	54	76x3,5	76x3,5
74	TK75	60 лет Октября	45x2,5	30	57x3,5	57x3,5

75	TK75	TK76	45x2,5	27	45x2,5	45x2,5
76	TK76	60 лет Октября, 59	32x2,5	11	45x2,5	45x2,5
77	TK76	60 лет Октября, 57	32x2,5	12	45x2,5	45x2,5
78	TK74	60 лет Октября, 55	57x3,5	15	57x3,5	57x3,5
79	TK71	TK72	76x3,5	41	76x3,5	76x3,5
80	TK72	TK73	76x3,5	17	76x3,5	76x3,5
81	TK73	Башня	32x2,5	40	45x2,5	45x2,5
82	TK73	60 лет Октября, 65	32x3,5	10	76x3,5	76x3,5
83	TK72	Больница	32x3,5	22	57x3,5	57x3,5
84	TK70	Полиция	57x3,5	5	57x3,5	57x3,5
85	TK69	60 лет Октября, 54	32x2,5	13	45x2,5	45x2,5
86	TK68	60 лет Октября, 60	45x2,5	11	45x2,5	45x2,5
87	TK67	60 лет Октября, 61/1	57x3,5	9	57x3,5	57x3,5
88	TK66	60 лет Октября, 67	45x2,5	3	76x3,5	76x3,5
89	TK65	60 лет Октября, 65	76x3,5	43	76x3,5	76x3,5
90	60 лет Октября, 65	60 лет Октября, 63	57x3,5	40	89x3,5	89x3,5
91	60 лет Октября, 63	60 лет Октября, 62	57x3,5	8	57x3,5	57x3,5
92	TK64	60 лет Октября, 69	45x2,5	3	76x3,5	76x3,5
93	TK63	60 лет Октября, 70	57x3,5	2	57x3,5	57x3,5
94	TK62	Цех	57x3,5	60	-	-
95	TK61	60 лет Октября, 68	45x2,5	2	57x3,5	57x3,5
96	TK60	60 лет Октября, 66	45x2,5	2	57x3,5	57x3,5
97	TK59	60 лет Октября, 64	45x2,5	2	57x3,5	57x3,5
98	TK58	Магазин	25x2,5	24	38x2,5	38x2,5
99	TK13	TK57	57x3,5	1	76x3,5	76x3,5
100	TK57	60 лет Октября, 74	57x3,5	21	76x3,5	76x3,5
101	60 лет Октября, 74	60 лет Октября, 72	32x2,5	30	57x3,5	57x3,5
102	TK12	TK54	89x3,5	43	89x3,5	89x3,5
103	TK54	TK55	89x3,5	53	57x3,5	57x3,5
104	TK55	TK56	89x3,5	31	108x4	108x4
105	TK56	60 лет Октября, 71	89x3,5	9	89x3,5	89x3,5
106	60 лет Октября, 71	60 лет Октября	89x3,5	27	89x3,5	89x3,5
107	TK55	60 лет Октября, 75	57x3,5	7	57x3,5	57x3,5
108	TK54	60 лет Октября, 79	45x2,5	6	76x3	76x3
109	TK11	Почта	45x2,5	10	32x2,5	32x2,5
110	TK10	TK53	76x3,5	25	32x2,5	32x2,5
111	TK53	60 лет Октября, 80	57x3,5	2	76x3	76x3
112	60 лет Октября, 80	60 лет Октября, 81	45x2,5	16	45x2,5	45x2,5
113	TK9	Админ. здание	57x3,5	12	-	-
114	TK8	КИП	45x2,5	8	-	-
115	TK7	КНС	45x2,5	10	-	-
116	TK6	TK50	89x3,5	17	89x3,5	89x3,5
117	TK50	TK51	57x3,5	92	89x3,5	89x3,5
118	TK51	TK52	45x2,5	64	76x3	76x3
119	TK52	60 лет Октября, 84	45x2,5	91	57x3,5	57x3,5
120	TK52	60 лет Октября, 83	45x2,5	5	57x3,5	57x3,5
121	TK51	Школа	57x3,5	18	57x3,5	57x3,5

122	TK50	60 лет Октября, 82	45x2,5	3	76x3,5	76x3,5
123	TK5	Пункт ТО	45x2,5	9	-	-
124	TK4	Компрессорная	57x3,5	22	-	-
125	TK3	Путевая часть	57x3,5	13	-	-
126	TK1	TK30	159x4,5	155	159x4,5	159x4,5
127	TK30	TK31	159x4,5	30	159x4,5	159x4,5
128	TK31	TK32	159x4,5	43	159x4,5	159x4,5
129	TK32	TK33	159x4,5	119	159x4,5	159x4,5
130	TK33	TK34	159x4,5	31	159x4,5	159x4,5
131	TK34	TK35	159x4,5	48	159x4,5	159x4,5
132	TK35	TK36	159x4,5	33	159x4,5	159x4,5
133	TK36	TK37	159x4,5	70	159x4,5	159x4,5
134	TK37	TK38	159x4,5	85	159x4,5	159x4,5
135	TK38	TK39	159x4,5	27	159x4,5	159x4,5
136	TK39	TK40	159x4,5	38	159x4,5	159x4,5
137	TK40	TK41	159x4,5	69	108x4	108x4
138	TK41	TK42	108x4	82	108x4	108x4
139	TK42	TK43	108x4	49	108x4	108x4
140	TK43	TK44	108x4	42	89x3,5	89x3,5
141	TK44	TK45	108x4	42	89x3,5	89x3,5
142	TK45	TK46	108x4	41	89x3,5	89x3,5
143	TK46	TK47	108x4	31	76x3,5	76x3,5
144	TK47	TK48	108x4	47	76x3,5	76x3,5
145	TK48	TK49	108x4	39	57x3,5	57x3,5
146	TK49	Строителей, 52a	57x3,5	14	57x3,5	57x3,5
147	TK48	Строителей, 53	57x3,5	18	57x3,5	57x3,5
148	TK47	Строителей, 54	57x3,5	20	57x3,5	57x3,5
149	TK46	Строителей, 55	57x3,5	18	57x3,5	57x3,5
150	TK45	Строителей, 56	45x2,5	15	45x2,5	45x2,5
151	TK44	Строителей, 57	32x2,5	21	45x2,5	45x2,5
152	TK43	Строителей, 58	32x2,5	21	57x3,5	57x3,5
153	TK42	Строителей, 59	32x2,5	15	45x2,5	45x2,5
154	TK41	Строителей, 60	76x3,5	1	76x3,5	76x3,5
155	TK40	Строителей, 52/1	89x3,5	6	89x3,5	89x3,5
156	TK39	Строителей, 52	76x3,5	3	76x3,5	76x3,5
157	TK38	Строителей, 51	76x3,5	3	76x3,5	76x3,5
158	TK37	Строителей, 50	108x4	45	108x4	108x4
159	Строителей, 50	Строителей, 49	108x4	43	76x3,5	76x3,5
160	TK36	Строителей, 22	76x3,5	8	76x3,5	76x3,5
161	TK35	Строителей, 22a	76x3,5	8	76x3,5	76x3,5
162	TK34	Строителей, 21a	76x3,5	8	76x3,5	76x3,5
163	TK33	Строителей, 21	89x3,5	8	76x3	76x3
164	TK32	Строителей, 18	45x2,5	3	76x3	76x3
165	TK31	Строителей, 17	45x2,5	2	76x3	76x3
166	TK30	Строителей, 16	57x3,5	33	45x2,5	45x2,5
167	TK1	TK85	108x4	55	89x3,5	89x3,5
168	TK85	Детский сад №15	108x4	20	89x3,5	89x3,5

169	TK1	TK86	108x4	43	89x3,5	89x3,5
170	TK86	TK87	108x4	22	89x3,5	89x3,5
171	TK87	Школа №24	108x4	33	89x3,5	89x3,5
172	TK87	Гараж	25x2,5	5	45x2,5	45x2,5
173	тройник	Кунакбаева, 10 (2)	57x3,5	30	38x2,5	38x2,5

Наиболее целесообразно при оптимизации диаметров тепловых сетей в соответствии с расчётами заменить существующие тепловые сети в минватной изоляции на трубопроводы в ППУ изоляции. Такая замена просчитана в томе 2.2 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения. При выполнении комплексной реконструкции тепловых сетей от блочно-модульной котельной МК-В-5,0 к 2019 г. возможно уменьшить годовые нормативы:

- нормативные потери теплоносителя с его утечкой с 3703,576 м³ (2013) до 2995,217 м³ (2019);

- нормативные затраты теплоносителя на проведение плановых эксплуатационных испытаний и других регламентных работ с 126,111 м³ (2013) до 102,805 м³ (2019);

- нормативные технологические тепловые потери с утечкой теплоносителя с 125,066 Гкал (2013) до 101,177 Гкал (2019);

- нормативные эксплуатационные потери тепловой энергии через изоляционные конструкции трубопроводов с 3032,887 Гкал (2013) до 1565,566 Гкал (2019);

- суммарные нормативные эксплуатационные технологические затраты и потери тепловой энергии, в случае реализации вышеуказанных мероприятий уменьшатся с 3164,207 Гкал (2013) до 1671,837 Гкал (2019).

По всем вариантам рассчитаны дроссельные шайбы, которые нужно установить у потребителя с целью гашения избыточного напора. Их установка рекомендуется с целью сокращения расхода теплоносителя, циркулирующего в тепловой сети и, таким образом и газа на теплоисточнике (в котельной). Ожидаемый эффект от установки шайб - сокращение потребления газа на 5-10%.

4. Существующий и перспективный топливные балансы систем теплоснабжения в разрезе календарного года

Анализ существующего положения в сфере производства и передачи тепловой энергии от вновь введенной в эксплуатацию котельной с. Улукулево, показал, что имеются дальнейшие резервы экономии топлива в случае проведения комплексной реконструкции тепловых сетей от неё с отказом от теплоснабжения объектов железной дороги.

Тепловые сети, выполненные преимущественно в надземном исполнении характеризуются большим физическим износом, низкими показателями теплозащиты изоляции. Как показали расчёты гидравлического режима тепловой сети, в условиях отсутствия перспективного роста тепловых нагрузок от котельной, имеется возможность оптимизировать существующие диаметры тепловых сетей, переложив их на сети расчётного диаметра. Одновременно в процессе реконструкции целесообразно заменить все участки тепловых сетей в минватной изоляции на участки в пенополиуретановой изоляции, включив данное мероприятие в инвестиционную программу. При этом норматив потерь тепловой энергии в годовом разрезе сократится:

- По БМК д. Улукулево с 3157,953 Гкал/год до 1666,743 Гкал/год. При этом целевой норматив снижения тепловых потерь за 15 лет реализации схемы теплоснабжения составит $(3157,953-1666,74)/15=99,41$ Гкал/год

Также была выявлена необходимость проведения мероприятий по модернизации БМК ввиду планов Куйбышевской железной дороги закрыть и ликвидировать существующую ж/д котельную. При этом на вновь введенной БМК необходимо предусмотреть:

- установку обогреваемой ёмкости запаса подпиточной воды объемом 60т;

- установку обогреваемой ёмкости аварийного топлива расчётным объёмом 50 т;

- замену 2-горелок CIB Unigas P73A на котлах RS-D2000 №1, 2 на комбинированные горелки CIB Unigas HP73A для сжигания как газа, так и легкого нефтяного топлива (дизельное топливо, или печное бытовое топливо)

Предлагаемые мероприятия позволят снизить расчётные расходы топлива по котельным за расчётный срок:

- по БМК д. Улукулево с 1753737,68 м³/год до 1489128,66 м³/год. Целевой норматив снижения расчётного расхода топлива на время реализации схемы теплоснабжения составит $(1753737,68-1489128,66)/15= 17640,6$ м³/год;

Данные по существующим и перспективным расходам топлива, расходам тепловой энергии на собственные нужды, потерям в тепловых сетях представлены в нижеследующих таблицах.

Расчетный баланс тепловой энергии по системе теплоснабжения и топливный баланс по МК-В-5,0 (существующий)

Наименование параметра	Месяц/значение параметра											
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII			
Расчетная температура наружного воздуха в месяце, °С	-14,9	-13,7	-6,7	4,4	7,1	5,8	2,8	-5,1	-11,2			
Расчетное количество суток в месяце, сут.	31	28	31	30	9	6	31	30	31			
Расчётный объём реализации тепловой энергии, Гкал/мес	1793,987	1564,66	1372,477	776,029	192,515	141,277	884,143	1248,611	1603,793			
Расчетная величина собственных нужд котельной, Гкал/месяц ¹	18,495	19,08	17,658	15,553	9,550	5,856	11,095	16,853	18,204			
Расчетные потери тепловой энергии, Гкал/мес ²	563,422	496,169	455,097	287,825	74,212	50,999	308,894	410,554	510,781			
Расчетная величина отпуска тепловой энергии в сеть, Гкал ¹	2428,149	2122,651	1882,369	1090,583	270,602	198,034	1228,855	1708,915	2178,01			
Расчётная выработка (производство) тепловой энергии, Гкал/мес ¹	2446,644	2141,731	1900,027	1106,136	280,152	203,89	1239,95	1725,768	2196,214			
Расчетный норматив условного топлива на производство тепловой энергии в сеть, кг/Гкал ¹	151,4	151,5	151,6	151,5	151,8	151,7	151,4	151,6	151,6			
Расчетный объём условного топлива, кг. у.т. для отпуска расчетного количества тепла в тепловую сеть	370421,9	324472,25	288044,09	167579,6	42527,07	30930,11	187728,43	261626,43	332946,04			
Расчетный расход натурального топлива, нм ³ /мес.	323795,37	283629,59	251786,79	146485,66	37174	27036,81	164098,28	228694,43	291036,75			
Суммарный расчётный годовой расход газа, нм³/год										1753737,68		
<p>Примечание: значения ¹ и ² рассчитаны в программах РаТеН-323-66 и РаТеН-325 соответственно (см. том 2 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения)</p> <p>Проектом блочной котельной не предусматривалось создание нормируемого (аварийного) запаса жидкого топлива. В случае аварии на газопроводе предусматривалась подача тепловой энергии от ведомственной котельной железной дороги. В месте с тем в 3-х летней перспективе ожидается ликвидация котельной ж/д с переводом теплоснабжения на блочную котельную</p>												

Расчетный баланс тепловой энергии по системе теплоснабжения и топливный баланс по МК-В-5,0 (перспектива)

Наименование параметра	Месяц/значение параметра											
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII			
Расчетная температура наружного воздуха в месяце, °С	-14,9	-13,7	-6,7	4,4	7,1	5,8	2,8	-5,1	-11,2			
Расчетное количество суток в месяце, сут.	31	28	31	30	9	6	31	30	31			
Расчётный объём реализации тепловой энергии, Гкал/мес	1709,009	1490,545	1307,465	739,27	183,396	134,585	842,262	1189,466	1527,824			
Расчетная величина собственных нужд котельной, Гкал/месяц ¹	18,995	19,544	17,847	15,884	9,749	6,157	11,674	16,996	18,571			
Расчетные потери тепловой энергии, Гкал/мес ²	296,808	261,436	240,146	152,499	39,383	27,034	163,484	216,71	269,243			
Расчетная величина отпуска тепловой энергии в сеть, Гкал ¹	2065,991	1804,533	1594,137	913,348	225,324	166,701	1035,952	1448,444	1850,952			
Расчётная выработка (производство) тепловой энергии, Гкал/мес ¹	2084,986	1824,077	1611,984	929,232	235,073	172,858	1047,626	1465,44	1865,523			
Расчетный норматив условного топлива на производство тепловой энергии в сеть, кг/Гкал ¹	151,6	151,6	151,5	151,8	151,8	151,8	151,7	151,5	151,6			
Расчетный объём условного топлива, кг. у.т. для отпуска расчетного количества тепла в тепловую сеть	316083,88	276530,07	244215,58	141057,42	35684,08	26239,84	158924,86	222014,16	282813,29			
Расчетный расход натурального топлива, мм ³ /мес.	276297,1	241722,09	213475,15	123301,94	31192,38	22936,93	138920,34	194068,32	247214,41			
Суммарный расчётный годовой расход газа, мм³/год										1489128,66		
Суммарный расчетный объем ННЗТ, т										35,7		

Примечание: значения ¹ и ² рассчитаны в программах РаТеН-323-66 и РаТеН-325 соответственно (см. том 2 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения)

Нормируемый неснижаемый запас топлива (ННЗТ) по аварийному топливу (ПБТ) указан при условии реализации мероприятий по оснащению котельной аварийным топливным хозяйством, установке комбинированных горелок.

НУР на производство тепла в перспективе увеличится ввиду роста СН (обогрев ёмкостей и старение котлов).

5. Существующий и перспективный балансы теплоносителя

Расчёт существующего баланса теплоносителя от блочно-модульной котельной МК-В-5,0

Ёмкость трубопроводов тепловых сетей определяется в зависимости от их удельного объема и длины по формуле:

$$V_{mc} = \sum_{i=1}^n v_{di} l_{di}$$

где v_{di} - удельный объем i -го участка трубопроводов определенного диаметра, м³/км; принимается по таблице 6 [1]

Материальная характеристика существующих двухтрубных тепловых сетей от блочно-модульной котельной МК-В-5,0 в однотрубном исчислении на перспективу представлена в нижеследующей таблице:

Наружный диаметр трубопровода, $d \times \delta$, мм	Внутренний диаметр трубопровода, $d \times \delta$, мм	Суммарная протяженность по материальной характеристике, км	Удельный расход воды на участке, м ³ /км	Суммарный расход воды на участке, м ³
25×2,5	20	0,058	0,314	0,0182
32×2,5	27	0,566	0,5723	0,3239
45×2,5	40	0,888	1,2560	1,1153
57×3,5	50	1,332	1,9625	2,6141
76×3,5	69	1,208	3,7373	4,5148
89×3,5	82	0,388	5,2783	2,048
108×4	100	1,842	7,8500	14,4597
159×4,5	150	4,510	17,6625	79,6579
219×7	205	1,002	32,9896	33,0556
259×4,5	250	0,552	49,0625	27,0825
273×7	259	0,048	52,65856	2,5276
ВСЕГО		12,394		167,418

Ёмкость систем теплоснабжения зависит от их вида и определяется по формуле:

$$V_{c.m.i} = \sum_{i=1}^n v Q_{o\max}$$

где v - удельный объем системы теплоснабжения, м³/Гкал; принимается в зависимости от вида нагревательных приборов, которыми оснащена система, и темпера-

турного графика регулирования отпуска тепловой энергии, принятого в системе теплоснабжения;

n - количество систем теплоснабжения, оснащенных одним видом нагревательных приборов.

Однако, данные о типе нагревательных приборов (радиаторы, регистры, конвекторы) отсутствуют. В соответствии с [1] при отсутствии информации о типе нагревательных приборов, которыми оснащены системы теплоснабжения, допустимо принимать значение удельного объема для систем в размере 30 (м³ ч)/Гкал.

При суммарной расчётной тепловой нагрузке потребителей 3,8 Гкал/ч (без учёта потерь в наружных тепловых сетях) ёмкость систем теплоснабжения составит:

$$3,8 \text{ Гкал/ч} \times 30 \text{ (м}^3 \text{ ч)/Гкал} = 114 \text{ м}^3$$

Суммарная ёмкость трубопроводов тепловой сети и подключенных к ней систем теплоснабжения составит:

$$V_{\text{тс}} = 167,418 + 114 = 281,418 \text{ м}^3 \approx 281,418 \text{ м}^3$$

Норма среднечасовой утечки теплоносителя, установленная Правилами [2] в пределах 0,25% ёмкости трубопроводов тепловой сети и подключенных к ней систем теплоснабжения в час.

Норматив среднечасовой утечки теплоносителя в отопительный период составит

$$281,418 \times 0,0025 = 0,7035 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суммарный объём подпитки тепловой сети за отопительный сезон (227 дней) составит

$$0,7035 \cdot 227 \cdot 24 = 3832,668 \text{ м}^3$$

Необходимо отметить, что годовой объём нормативных потерь теплоносителя с его утечкой, рассчитанный в программном комплексе РаТеН-325 по Приказу Минэнерго РФ от 30.12.2008 № 325 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии», составляет 3955,574 м³, включая нормативные затраты теплоносителя на проведение плановых эксплуатационных испытаний и других регламентных работ в размере 126,111 м³. Дело в том, что согласно Приказа Минэнерго №325 в объём нормативных потерь теплоносителя с утечкой включаются только нормативные потери на тепловых сетях до границ балансовой ответственности с потребителями и не включаются нормативные потери, имеющие место за этими границами у потребителя (капели в арматуре и т.п. в подвалах и иных местах общего пользования, сливы с системы

отопления). При этом затраты теплоносителя у потребителя (определяемые по прибору учёта тепловой энергии и теплоносителя по разности расходов в подающем и обратном трубопроводах, или расчётным путём как сумма затрат на заполнение внутренних систем теплоснабжения потребителей и утечек через неплотности арматуры и фланцевых соединений, сливы в результате аварийных работ) подлежат компенсации ресурсоснабжающей организации по тарифу на теплоноситель, который устанавливается органом регулирования.

Расчётный объём нормативной подпитки по трубопроводам тепловой сети от блочно-модульной котельной МК-В-5,0 на 2013 по месяцам рассчитан в нижеследующей таблице:

Месяц	Количество часов, ч	Расчетный объём часовой подпитки, м ³	Нормативный объём утечки, м ³
Январь	744	0,7035	523,404
Февраль	672	0,7035	472,752
Март	744	0,7035	523,404
Апрель	720	0,7035	506,52
Май	216	0,7035	151,956
Июнь			
Июль			
Август	144	0,7035	101,304
Сентябрь	744	0,7035	523,404
Октябрь	720	0,7035	506,52
Ноябрь	744	0,7035	523,404
Декабрь	744	0,7035	523,404
Итого за год			4356,072

Установка для подпитки системы теплоснабжения на теплоисточнике должна обеспечивать подачу в тепловую сеть в рабочем режиме воду соответствующего качества и аварийную подпитку водой из систем хозяйственно-питьевого или производственного водопроводов [2, п.4.11.6].

Расход подпиточной воды в рабочем режиме должен компенсировать расчетные (нормируемые) потери сетевой воды в системе теплоснабжения.

Расчетные (нормируемые) потери сетевой воды в системе теплоснабжения включают расчетные технологические потери (затраты) сетевой воды и потери сетевой воды с нормативной утечкой из тепловой сети и систем теплоснабжения.

Среднегодовая утечка теплоносителя (м³/ч) из водяных тепловых сетей должна быть не более 0,25 % среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных

системах теплоснабжения независимо от схемы присоединения (за исключением систем горячего водоснабжения, присоединенных через водоподогреватели).

Технологические потери теплоносителя включают количество воды на наполнение трубопроводов и систем теплопотребления при их плановом ремонте и подключении новых участков сети и потребителей, промывку, дезинфекцию, проведение регламентных испытаний трубопроводов и оборудования тепловых сетей [2, п.4.12.30].

Для компенсации этих расчетных технологических потерь (затрат) сетевой воды, необходима дополнительная производительность водоподготовительной установки и соответствующего оборудования (свыше 0,25 % от объема теплосети), которая зависит от интенсивности заполнения трубопроводов. Во избежание гидравлических ударов и лучшего удаления воздуха из трубопроводов максимальный часовой расход воды не должен превышать $G_M=20 \text{ м}^3/\text{ч}$ при заполнении трубопроводов тепловой сети с условным диаметром $D_y, 200 \text{ мм}$ (наибольший по диаметру секционированный участок тепловой сети). Однако, ввиду того, что при этом будут превышены максимальные часовые расходы при заполнении участков тепловых сетей, имеющие меньшие диаметры во избежание гидравлических ударов следует ориентироваться на средний по материальной характеристике диаметр тепловых сетей $D_y, 100 \text{ мм}$ для которого $G_M=10 \text{ м}^3/\text{ч}$ [4, п. 6.16]

При этом скорость заполнения тепловой сети должна быть увязана с производительностью источника подпитки и может быть ниже указанного расхода [3, п.5.2.1.4].

В результате для закрытых систем теплоснабжения максимальный часовой расход подпиточной воды ($G_3, \text{ м}^3/\text{ч}$) составляет:

$$G_3 = 0,0025 V_{TC} + G_M,$$

где G_M – расход воды на заполнение наибольшего по диаметру секционированного участка тепловой сети, принимаемый по таблице 3, либо ниже при условии такого согласования;

$0,0025 V_{TC}$ – норматив подпитки в системах теплоснабжения, $\text{ м}^3/\text{ч}$, определенный выше в размере $0,7035 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Таким образом, максимальная производительность подпиточной установки должна составлять:

$$G_3 = 0,7035 + 10 = 10,7035 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таким образом, диапазон расходов подпиточного насоса должен быть в пределах $0,7035 \div 10,7035 \text{ м}^3/\text{ч}$. В проекте компоновки блочно-модульной котельной предусмотрен подпиточный насос Calpeda NMM 2/A/A с параметрами:

$$Q_{\min/\max}=1/6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$H_{\max/\min}=33,5/24 \text{ м}$$

$$n=2900 \text{ об/мин}$$

$$N=0,75 \text{ кВт}$$

Подпитка осуществляется от 2-х колонных установок умягчения воды импортного производства максимальной производительностью 1,1 м³/ч. Установки работают под давлением водопроводной воды. Ввиду того, что на протяжении нескольких лет при работе прежнего источника тепловой энергии (котельной железной дороги ст. Карламан) вода в системах отопления использовалась бесконтрольно для нужд ГВС на бытовые цели, продолжает иметь место разбор теплоносителя и, как следствие, подпитка превышает нормативную величину и величину производительности водоподготовительной установки. В условиях водоразбора с тепловой сети, превышающего 1,5 м³/ч наблюдается выход тепловой сети за пределы автоматического режима.

При полном опорожнении тепловой сети на время летней ремонтной компании, проведении ежегодной гидропневматической промывке потребителей, общее время заполнения тепловой сети (без учёта времени останова водоподготовки на регенерацию) составит (при условии герметичности тепловой сети и отсутствии водоразбора потребителями)

$$167,418 \text{ м}^3/1,1 \text{ м}^3/\text{ч} = 152,2 \text{ ч} = 6,34 \text{ суток}$$

В целях повышения надежности теплоснабжения от блочно-модульной котельной целесообразно предусмотреть вблизи блочно-модульной котельной обогреваемую и изолированную ёмкость запаса химически подготовленной (подпиточной воды) объёмом порядка 50-60 м³. Наличие такой ёмкости позволит ликвидировать пики сверхнормативного разбора теплоносителя.

Расчёт перспективного баланса теплоносителя от блочно-модульной котельной МК-В-5,0

На момент написания данной работы система теплоснабжения с. Улукулево переводится с работы от котельной железнодорожной станции (с последующей её консервацией) на работу от вновь построенной блочно-модульной котельной. При этом по обязательствам уфимской дистанции путей дирекции Куйбышевской железной дороги для отопления объектов железной дороги (станция, мастерские, магазин станции, и т.п.) будет установлена собственная БМК, при этом к ведомственным объектам железной дороги будут подведены новые тепловые сети, а действующие участки тепловых сетей будут отключены.

Кроме того, в результате расчёта гидравлического режима выявлены участки тепловых сетей, имеющие избыточные диаметры (скорость движения воды в которых менее 0,3 м/с), а также сверхнормативные (свыше 8 мм/м) гидравлические потери. При этом по результатам гидравлического расчёта даны рекомендации по замене отдельных участков.

Материальная характеристика двухтрубных тепловых сетей в перспективном варианте от блочно-модульной котельной МК-В-5,0 в однострубно́м исчислении на перспективу (с учётом изменения диаметров трубопроводов по гидравлическому расчёту и их полной перекладке в ППУ изоляции) представлена в нижеследующей таблице:

Наружный диаметр трубопровода, $d \times \delta$, мм	Внутренний диаметр трубопровода, $d \times \delta$, мм	Суммарная протяженность по материальной характеристике, км	Удельный расход воды на участке, $\text{м}^3/\text{км}$	Суммарный расход воды на участке, м^3
32×2,5	27	0,176	0,5723	0,1007
38×2,5	33	0,148	0,1265	0,0187
45×2,5	40	0,59	1,2560	0,7410
57×3,5	50	1,264	1,9625	2,4806
76×3,5	69	1,132	3,7373	4,2306
89×3,5	82	1,338	5,2783	7,0624
108×4	100	1,76	7,8500	13,816
133×4	125	1,672	12,2656	20,508
159×4,5	150	2,996	17,6625	52,917
219×7	205	1,002	32,9896	33,056
273×7	259	0,048	52,6586	2,528
ВСЕГО		12,126		137,459

С перспективным уходом ряда потребителей на теплоснабжение от ведомственного теплоисточника (проектируемой БМК железной дороги) подключенная тепловая нагрузка уменьшится на 0,18 Гкал/ч и составит $3,8 - 0,18 = 3,62$ Гкал/ч.

При суммарной расчётной тепловой нагрузке потребителей 3,8 Гкал/ч (без учёта потерь в наружных тепловых сетях) ёмкость систем теплоснабжения составит:

$$3,62 \text{ Гкал/ч} \times 30 (\text{м}^3 \text{ ч})/\text{Гкал} = 108,6 \text{ м}^3$$

Суммарная ёмкость трубопроводов тепловой сети и подключенных к ней систем теплоснабжения составит:

$$V_{\text{тс}} = 108,6 + 137,459 = 246,059 \text{ м}^3 \approx 246,06 \text{ м}^3$$

Норма среднечасовой утечки теплоносителя, установленная Правилами [2] в пределах 0,25% ёмкости трубопроводов тепловой сети и подключенных к ней систем теплоснабжения в час.

Норматив среднечасовой утечки теплоносителя в отопительный период составит $246,06 \times 0,0025 = 0,6152 \text{ м}^3/\text{ч}$

Суммарный объём подпитки тепловой сети за отопительный сезон (227 дней) составит

$$0,6152 \cdot 227 \cdot 24 = 3351,61 \text{ м}^3$$

Производительности существующего подпиточного насоса достаточно для обеспечения нормативной подпитки тепловой сети.

Расчётный объём нормативной подпитки по трубопроводам тепловой сети от блочно-модульной котельной на перспективу до 2028г (при завершившейся замене существующих физически изношенных труб и минватной изоляции на трубы в ППУ изоляции) по месяцам указан в нижеследующей таблице:

Месяц	Количество часов, ч	Расчетный объём часовой подпитки, м ³	Нормативный объём утечки, м ³
Январь	744	0,6152	457,709
Февраль	672	0,6152	413,414
Март	744	0,6152	457,709
Апрель	720	0,6152	442,944
Май	216	0,6152	132,883
Июнь			
Июль			
Август	144	0,6152	88,589
Сентябрь	744	0,6152	457,709
Октябрь	720	0,6152	442,944
Ноябрь	744	0,6152	457,709
Декабрь	744	0,6152	457,709
Итого за год			3809,319

Из сравнения итоговых значений вышеприведенной таблицы и таблицы, характеризующей существующее положение, может быть получен *целевой показатель снижения величины нормативного объёма утечки*, который составит за 15 лет реализации мероприятий по реконструкции тепловой сети в рамках настоящей схемы теплоснабжения:

$$(4356,072-3809,319)/15=36,45 \text{ м}^3/\text{год}$$

Из сравнения итоговых значений таблицы расчёта ёмкости тепловых сетей в существующем положении и на перспективу, может быть получен *целевой показатель уменьшения ёмкости тепловой сети*, который составит за 15 лет реализации мероприятий по реконструкции тепловой сети в рамках настоящей схемы теплоснабжения:

$$(167,418-137,459)/15 = 1,997 \text{ м}^3/\text{ч}$$

6. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии

Результаты обследования введенной в 2013г в схему теплоснабжения блочно-модульной котельной (МК-В-5,0) с дальнейшей консервацией и ликвидацией ведомственного теплоисточника- котельной железной дороги выявили следующие недостатки:

По котельной МК-В-5,0

- 1) Нестабильность давления в водопроводе. Наличие сверхнормативных потерь теплоносителя до $3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ при нормативной величине $0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$. Причиной является отсутствие централизованной системы ГВС и наличие прямого водоразбора на нужды ГВС из условно закрытой тепловой сети;
- 2) . Невозможность работы водоподготовительной установки в автоматическом режиме при расходах подпитки (утечках в сетях) свыше максимальной производительности водоподготовительной установки $1,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.
- 3) Отсутствие в топливном режиме вновь построенной МК-В-5,0 использования аварийного топлива. При этом при проектировании этой котельной в качестве замены аварийного топлива предусматривалась возможность отопления от ранее действующего в системе теплоснабжения ведомственного теплоисточника – котельной железной дороги станции Карламан КБШ ЖД. Однако, на момент разработки настоящей схемы теплоснабжения принято решение о закрытии котельной ж/д и переводе объектов железной дороги на проектируемую блочную котельную железной дороги.

В то же время с учётом наличия возможности автоматического режима работы котельной без обслуживающего персонала, наличия заявленного производителем блочно-модульной котельной МК-В-5,0 срока эксплуатации не менее 15 лет, существенных изменений в конструкцию котельной вносить не требуется.

Для решения выявленных задач предлагается:

1. Установить вблизи котельной теплоизолированную и изолированную от атмосферы обогреваемую ёмкость запаса подпиточной воды объёмом 60 т, установив её на раме с высотой дна ёмкости не менее 5м.
2. Для обеспечения работы котельной МК-В-5,0 в аварийном режиме (при аварийном отключении газа) необходимо предусмотреть наличие обогреваемой ёмкости жидкого топлива расчётным объёмом не менее 50 м³ с запасом легкого нефтяного топлива 40 т, кроме того необходимо заменить существующие газовые горелки на комбинированные.
3. Смонтировать и интегрировать в систему автоматики для заполнения теплосети подпиточный насос Wilo Stratos GIGA 40/1-45/3,8, имеющий параметры в рабочей точке:
 - расход 10,3 м³/ч,
 - напор 18 м вод.ст.,
 - потребление электрической энергии 0,821 кВт.

либо аналогичный с вышеуказанными параметрами и высокой энергетической эффективностью потребления электрической энергии.

Ориентировочные затраты указаны в нижеследующей таблице.

№ п/п	Сущность мероприятия	Ориентировочные сроки реализации мероприятия	Ориентировочная стоимостная оценка
Подготовительные работы по выполнению ПИР по привязке подпиточного насоса, ёмкости подпиточной воды, аварийного топливного хозяйства			
1.	Выполнение инженерных изысканий под ёмкость запаса подпиточной воды	2013-2014	50 тыс. руб.
Проектно-изыскательские работы по привязке ёмкости подпиточной воды, аварийного топливного хозяйства и подпиточных насосов, замена газовых горелок CIB Unigas P73A на комбинированные CIB Unigas HP73A			
2.	Разработка проектно-сметной документации	2014-2015	800 тыс. руб.
3.	Проведение экспертизы проектно-сметной документации	2014-2015	150 тыс. руб.
Строительно-монтажные и пуско-наладочные работы по монтажу ёмкости подпиточной воды, аварийного топливного хозяйства и подпиточных насосов			
4.	СМР и ПНР	2014-2015	3500 тыс. руб.
Выполнение требований закона 161-ФЗ «Об энергосбережении...» в части проведения энергообследований			
5	Проведение энергетического аудита котельной	2013, 2018, 2023, 2028	150 тыс.руб.×4= =600 тыс.руб.
ИТОГО по БМК МК-В-5,0 д. Улукулево			5,1 млн. руб.

7. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей

В ходе обследования тепловых сетей и проведения расчётов гидравлического режима тепловой сети и технологических потерь тепловой энергии выявлены следующие проблемы, требующие решения в последующих проектах реконструкции тепловых сетей:

1) Значительный физический износ теплопроводов тепловой сети, связанный с длительным (без перекладки и капитального ремонта) сроком их эксплуатации, свыше 20-30 лет, а также трубопроводной арматуры;

2) Высокие удельные нормы тепловых потерь, не соответствующая современным требованиям толщина изоляции и, как следствие, высокие нормативные тепловые потери;

3) Высокие фактические тепловые потери, связанные с большим удельным весом тепловых сетей надземной (воздушной) прокладки, повреждение покровного слоя, намокание изоляции в зимний период с утратой её физических свойств;

4) Неадекватные существующим расходам диаметры участков тепловых сетей, наличие участков с неоправданно высокими сечениями, скорости движения воды в которых ниже нормативных в разы;

6) Отсутствие запорной арматуры в необходимом для секционирования тепловых сетей объёме, выполнения аварийных отключений.

7) Отсутствие гидравлической регулировки, шайбирования потребителей, оснащения потребителей термометрами и манометрами на прямой и обратной магистралях (за исключением потребителей, оборудованных узлами учёта тепловой энергии и теплоносителя).

Для решения вышеуказанных проблем необходима комплексная реконструкция тепловых сетей с применением эффективных методов защиты от коррозии, отвечающая современным требованиям в области норм плотности теплового потока, что приведёт к повышению энергоэффективности работы теплоснабжающего предприятия. Таким требованиям удовлетворяют теплопроводы с изоляцией из пенополиуретана в оцинкованной оболочке (для надземной прокладки) и в индустриальной полиэтиленовой оболочке (для подземной прокладки), оснащенные системой оперативно-диспетчерского контроля её влажности (при повреждении).

Для реализации комплексной реконструкции тепловых сетей необходимо разработать проектно-сметную документацию в объёме, достаточном для прохождения государственной экспертизы.

Ориентировочная оценка затрат по теплотрассе от БМК

№ п/п	Сущность мероприятия	Ориентировочные сроки реализации мероприятия	Ориентировочная стоимостная оценка
Подготовительные работы по выполнению ПИР по комплексной реконструкции тепловых сетей от котельной			
1.	Выполнение инженерных изысканий на протяжении трассы тепловых сетей	2013-2014	800 тыс. руб.
Проектно-изыскательские работы по комплексной реконструкции тепловых сетей от котельной			
2.	Разработка проектно-сметной документации на реконструкцию тепловой сети бесканальной прокладки в ППУ изоляции в полиэтиленовой оболочке	2014	1700 тыс. руб.
3.	Проведение экспертизы проектно-сметной документации	2014	320 тыс. руб.
Строительно-монтажные по комплексной реконструкции тепловых сетей от котельной			
4.	СМР по комплексной реконструкции тепловых сетей от котельной МК-В-5,0	2014-2015	5000 тыс. руб.
5.	Проведение энергетического аудита тепловых сетей	2013, 2018, 2023, 2028	80 тыс.руб.×4= =320 тыс. руб.
Установка на абонентских вводах тепловых сетей (у потребителей) дроссельных шайб, манометров и термометров			
6.	Установка дроссельных шайб в соответствии с выполненными в настоящей работе расчётами гидравлического режима тепловой сети	2014-2016	150 тыс. руб. (с компенсацией всех или части затрат за счёт средств собственников соответствующих абонентских вводов)
7.	Оснащение абонентских вводов манометрами и термометрами для контроля параметров теплоносителя и гидравлического режима объектов	2014-2016	200 тыс. руб. (с компенсацией всех или части затрат за счёт средств собственников соответствующих абонентских вводов)
8.	Ежегодная гидропневматическая постоянная промывка внутренних систем отопления абонентов	2014-2028	300 тыс. руб. ежегодно (с компенсацией всех или части затрат за счёт средств собственников соответствующих абонентских вводов): $300 \times 15 = 4500$
ИТОГО по тепловым сетям от котельной МК-В-5,0, в том числе:			8,79 млн. руб.
мероприятия по обеспечению готовности абонентов к приёму теплоносителя			0,65 млн. руб.

8. Решение об определении единой теплоснабжающей организации (ЕТО)

Границы зон деятельности, предлагаемых для установления в них единых теплоснабжающих организаций, предполагаются неизменными.

В существующих границах тепловой сети от котельных подключение новых потребителей не ожидается. В настоящее время заявки на технологическое присоединение отсутствуют, технические условия на перспективу подключения не выдавались.

После внесения проекта схемы теплоснабжения на рассмотрение теплоснабжающие и/или теплосетевые организации должны обратиться с заявкой на признание в качестве ЕТО в одной или нескольких из определенных зон деятельности. Решение об установлении организации в качестве ЕТО в той или иной зоне деятельности принимает, в соответствии с ч. 6 ст.6 Федерального закона №190 «О теплоснабжении» орган местного самоуправления сельского поселения.

Определение статуса ЕТО для проектируемых зон действия планируемых к строительству источников тепловой энергии, рассмотренных в главе 4 должно быть выполнено в ходе актуализации схемы теплоснабжения, после определения источников инвестиций на реализацию решений по новому строительству.

Обязанности ЕТО установлены постановлением Правительства РФ от 08.08.2012 № 808 «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Правительства Российской Федерации» (п. 12 правил организации теплоснабжения в Российской Федерации, утвержденных указанным постановлением). В соответствии с приведенным документом ЕТО обязана:

- заключать и исполнять договоры теплоснабжения с любыми обратившимися к ней потребителями тепловой энергии, теплопотребляющие установки которых находятся в данной системе теплоснабжения при условии соблюдения указанными потребителями выданных им в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности технических условий подключения к тепловым сетям;
- заключать и исполнять договоры поставки тепловой энергии (мощности) и (или) теплоносителя в отношении объема тепловой нагрузки, распределенной в соответствии со схемой теплоснабжения;
- заключать и исполнять договоры оказания услуг по передаче тепловой энергии, теплоносителя в объеме, необходимом для обеспечения теплоснабжения потребителей тепловой

Границы зоны деятельности ЕТО в соответствии с п.19 Правил организации теплоснабжения могут быть изменены в следующих случаях:

- подключение к системе теплоснабжения новых теплопотребляющих установок, источников тепловой энергии или тепловых сетей, или их отключение от системы теплоснабжения;
- технологическое объединение или разделение систем теплоснабжения.

Сведения об изменении границ зон деятельности единой теплоснабжающей организации, а также сведения о присвоении другой организации статуса единой теплоснабжающей организации подлежат внесению в схему теплоснабжения при ее актуализации.

С учётом требования законодательства, предлагается определить в качестве ЕТО ООО «Стройбытсервис» д. Улукулево, удовлетворяющей минимальным установленным Правилами организации теплоснабжения в Российской Федерации требованиям (п.7):

- 1) Владение на законном основании источниками тепловой энергии с наибольшей рабочей тепловой мощностью и тепловыми сетями с наибольшей ёмкостью в границах зоны деятельности ЕТО;
- 2) Способность в лучшей мере обеспечить надежность теплоснабжения в эксплуатируемых ею системах теплоснабжения котельной»

9. Решение по бесхозным тепловым сетям

В ходе выполнения работы по разработке схемы теплоснабжения установлено, что тепловые сети на всем протяжении от котельных до потребителей эксплуатируются ООО «Стройбытсервис».

Однако в соответствии с законодательством на тепловые сети, как на линейные объекты необходимо оформить паспорт, зарегистрированный в установленном порядке. Для этого необходимо выполнить требования:

1). Постановления Правительства РФ от 17.09.2003 № 580 (ред. от 12.11.2004) «Об утверждении Положения о принятии на учет бесхозных недвижимых вещей»;

2). Приказа Минэкономразвития РФ от 04.02.2010 № 42 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра недвижимости»(Зарегистрировано в Минюсте РФ 31.03.2010 N 16771);

3). Письма Минэкономразвития России от 29.05.2013 № 10571-ПК/Д23и «О порядке осуществления государственного кадастрового учета отдельных типов сооружений (линейных и тому подобных)»

Данные условия также должны быть выполнены и в целях реализации Распоряжения Правительства РФ №688-р от 10.06.2013, которым предусматривается необходимость в срок до 1 апреля 2014г произвести регистрацию права муниципальной собственности на объекты энергетики и коммунальной сферы, в т.ч. бесхозные объекты и передать их в срок до 1 января 2015 г в концессию, или долгосрочную аренду (на срок более чем 1 год)

В случае выявления бесхозных тепловых сетей необходимо руководствоваться ст. 15, п. 6. Федерального закона от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ: «В случае выявления бесхозных тепловых сетей (тепловых сетей, не имеющих эксплуатирующей организации) орган местного самоуправления поселения или городского округа до признания права собственности на указанные бесхозные тепловые сети в течение тридцати дней с даты их выявления обязан определить теплосетевую организацию, тепловые сети которой непосредственно соединены с указанными бесхозными тепловыми сетями, или единую теплоснабжающую организацию в системе теплоснабжения, в которую входят указанные бесхозные тепловые сети и которая осуществляет содержание и обслуживание указанных бесхозных тепловых сетей. Орган регулирования обязан включить затраты на содержание и обслуживание бесхозных тепловых сетей в тарифы соответствующей организации на следующий период регулирования».

10. Заключение

Уровень централизованного теплоснабжения в д. Улукулево отвечает минимальным требованиям к надежности и качеству теплоснабжения. Центральным отоплением охвачены все наиболее важные объекты капитальной застройки центральной части д. Улукулево.

Плотность тепловой нагрузки в местах прохождения тепловых сетей превышает 0,01 Гкал/га. В этих условиях дальнейшая децентрализация тепловых сетей в соответствии с рекомендациями [5, п.39] не целесообразна. Как показывает опыт, переход ранее подключенных к системе централизованного теплоснабжения потребителей частного сектора и некоторых других объектов на индивидуальное отопление, приводит к росту процента технологических потерь при передаче тепловой энергии, разрегулировке гидравлического режима, росту себестоимости вырабатываемой тепловой энергии. Кроме того, оборудование многоквартирных домов индивидуальным поквартирным отоплением приводит к следующим отрицательным эффектам:

- 1) Промерзание водопровода в подвалах здания ввиду отказа от подводящих теплотрасс;
- 2) Отсутствие отопления мест общего пользования (подъездов), запотевание, образование плесени на стенах квартир, имеющих с неотапливаемыми подъездами общую стену, и, впоследствии, растрескивание таких стен;
- 3) Отсутствие равномерности прогрева помещений, вплоть до возможности промерзания отдельных помещений, что также приводит к ускоренному разрушению строительных конструкций жилых многоквартирных домов.

По этим причинам целесообразно сохранение централизованного теплоснабжения. Разработанной схемой теплоснабжения намечены мероприятия по повышению надежности, экономичности и качества теплоснабжения, в том числе путём:

- повышения надёжности работы теплоисточника (путем его оснащения аварийным топливным хозяйством);
- снижения технологических потерь тепловой энергии при её транспортировке (переход на энергоэффективные тепловые сети, оптимизированные по расчётным диаметрам);

- обеспечения доставки потребителям расчётного количества тепловой энергии (путём установки дроссельных устройств и балансировочных клапанов на границе балансовой принадлежности тепловых сетей с потребителями).

Разработка в схеме теплоснабжения мероприятий по повышению энергетической эффективности и по энергосбережению у самих потребителей тепловой энергии нормативными документами по разработке схем теплоснабжения не предусматривается. Такие мероприятия как утепление фасадов здания, установка энергоэффективных окон, постоянная регулировка теплоносителя с установкой на радиаторах термостатических регулирующих устройств, установка индивидуальных тепловых пунктов и т.п., должны проводиться за счёт средств управляющих компаний и собственников жилых домов. Такие мероприятия позволят снизить текущее потребление топлива на котельных до 40%. При расчёте нагрузок потребителей объектов с нагрузкой, превышающей 0,2 Гкал/ч (порог обязательности установка узла учёта тепловой энергии и теплоносителя), не выявлено.

Реализация целевых программ развития сельского поселения д. Улукулево (энергоэффективности и энергосбережения, комплексной программы развития инженерных сетей, и т.п.), инвестиционной и производственных программ единой теплоснабжающей организации позволит выполнить намеченные в схеме теплоснабжения мероприятия, что приведет к повышению надежности и качества теплоснабжения и позволит ограничить стремительный рост тарифа на тепловую энергию.

Разработанная схема теплоснабжения подлежит ежегодной актуализации и корректировке один раз в пять лет.

11. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. МДК 4-05.2004 Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения.
2. СО 153-34.20.501-2003, РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. М., Энергосервис, 2003.
3. РД 153-34.0-20.507-98 Типовая инструкция по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии (тепловых сетей).
4. Свод правил СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.
5. Методические рекомендации по разработке схем теплоснабжения. Утверждены приказом Минэнерго России и Минрегиона России от 29 декабря 2012 г №565/667.
6. Справочник проектировщика тепловых сетей под редакцией А. А. Николаева, М., 1965.
7. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок, Утверждены Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 24 марта 2003 г. № 115.
8. СНиП 2.04.07-86* «Тепловые сети» - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
9. СНиП 41-02-2003 Тепловые сети» - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
10. СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование» М.: 1997
11. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. М.: Госстрой России, 2000
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 июля 2011 №562 «Об утверждении перечня объектов и технологий, имеющих высокую энергетическую эффективность, осуществление инвестиций в создание которых является основанием для предоставления инвестиционного налогового кредита.

