



СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ г. КЕМЕРОВО ДО 2033 Г.

**Обосновывающие материалы
Книга 10
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2. НАДЕЖНОСТЬ ОТПУСКА ТЕПЛА ПОТРЕБИТЕЛЯМ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ.....	5
2.1 Надежность отпуска тепла потребителям от источников тепла	5
2.2 Надежность отпуска тепла потребителям в случае аварийной ситуации в тепловых сетях	10
2.3 Готовность и безотказность систем теплоснабжения	10
2.4 Диагностики технического состояния тепловых сетей	42
2.5 «Ненадежные» участки тепловых сетей	43
3. ВЫВОДЫ	47

Перечень таблиц

Таблица 2.1.1-1	Котельные АО «Теплоэнерго», имеющие резервное топливо.....	6
Таблица 2.1.1-2	Возможность обеспечения потребителей левобережной части города в случае аварии на одном из источников	7
Таблица 2.1.1-3	Возможность обеспечения потребителей правобережной части города в случае аварии на одном из источников	8
Таблица 2.3.1-1	Результаты расчетов. Кемеровская ТЭЦ ТМ-4.....	13
Таблица 2.3.1-2	Результаты расчетов при снижении коэффициент астарения. Кемеровская ТЭЦ ТМ-4	13
Таблица 2.3.1-3	Результаты расчетов. Кемеровская ТЭЦ ТМ-2.....	14
Таблица 2.3.1-4	Результаты расчетов. Котельная №27 (от котельной – до ТК–97/1).....	15
Таблица 2.3.1-5	Результатырасчетов.Котельная№27(откотельной-до–ТК–90/1).....	15
Таблица 2.3.1-6	Результаты расчетов при снижении коэффициент астарения. Котельная №27 (от котельной до – ТК – 90/1)	16
Таблица 2.3.1-7	Результаты расчетов. Котельная №45 (от котельной до ТК – 84/2)	16
Таблица 2.3.1-8	Результаты расчетов. Котельная №45 (от котельной – до ТК-27/2).....	17
Таблица 2.3.1-9	Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №45 (от котельной до Т К- 27/1)	17
Таблица 2.3.1-10	Результаты расчетов. Котельная №8. (от котельной до ТК16).....	18
Таблица 2.3.1-11	Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №8 (от котельной до ТК 16).....	18
Таблица 2.3.1-12	Результаты расчетов. Котельная №8 (от котельной до УТ-10-1)	19
Таблица 2.3.1-13	Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №8 (от котельной до УТ-10-1)	19
Таблица 2.5.1-1	«Ненадежные» участки тепловых сетей по всем теплоснабжающим предприятиям города	44
Таблица 2.5.1-2	Мероприятия по доведению тепловых сетей до нормативных требований.....	44
Таблица 2.5.1-3	Перечень участков тепломатриалей повышенной варийности	44

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценка надежности теплоснабжения потребителей от энергоисточников ООО «СГК» и АО «КТСК», котельных АО «Теплоэнгерго» и ОАО «СКЭК» определена в соответствии с требованиями к разработке схем теплоснабжения.

- Системы теплоснабжения городов состоят из взаимосвязи:
- источников тепловой энергии;
- тепловых сетей; - потребителей.

Соответственно и надежность систем теплоснабжения оценивается по нескольким критериям:

- надежности отпуска тепла потребителям в случае аварийной ситуации на источнике тепла;
- надежности отпуска тепла потребителям в случае аварийной ситуации в тепловых сетях;
- готовности и безотказности систем теплоснабжения при отпуске тепловой энергии.

2. НАДЕЖНОСТЬ ОТПУСКА ТЕПЛА ПОТРЕБИТЕЛЯМ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

2.1 Надежность отпуска тепла потребителям от источников тепла

Расчеты были проведены в соответствии со СНиП II 35-76 «Котельные установки».

При авариях (отказах) на источнике теплоты в течение всего ремонтно-восстановительного периода должны обеспечиваться:

- подача 100 % необходимой теплоты потребителям первой категории (если иные режимы не предусмотрены договором);
- подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям второй и третьей категорий в соответствии с климатическими данными ($K = 0,86$);
- заданный потребителем аварийный режим расхода пара и технологической горячей воды;
- заданный потребителем аварийный тепловой режим работы неотключаемых вентиляционных систем;
- среднесуточный расход теплоты за отопительный период на горячее водоснабжение (при невозможности его отключения).

При совместной работе нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть должно предусматриваться взаимное резервирование источников теплоты, обеспечивающее аварийный режим.

Надежность отпуска тепла потребителям от котельных определялась по следующим показателям:

1. В случае выхода из строя наибольшего по производительности агрегата.

Производительность оставшегося в работе оборудования рассматриваемых котельных достаточна для обеспечения отпуска тепла потребителям в размерах, определенных в соответствии с требованиями СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» по всем котельным.

2. Наличие резервного топлива.

Резервным топливом на энергоисточниках ООО «СГК» является:

На Кемеровской ТЭЦ и Кемеровской ГРЭС – природный газ

На Ново-Кемеровской ТЭЦ резервного топлива нет.

Все котельные АО «Теплоэнерго», кроме котельной №18, использующие в качестве основного топлива – природный газ, имеют резервное топливо (таблица 2.1.1-1).

Таблица 2.1.1-1 Котельные АО «Теплоэнерго», имеющие резервное топливо

№ котельной	Адрес котельной	Вид топлива, основное/резервное
1	ул.Шахтерская, 3	прир.газ/кам. уголь, дизельное
10	ул.Красная горка,17	прир.газ/дизельное
12	ул.Рутгерса,32	прир.газ/дизельное
18	ул.Суворова,10	прир.газ
27	ул.Цимлянская,1	прир.газ/уголь, мазут
31	ул.Вахрушева,4а	прир.газ/дизельное
35	ул.Антипова, 2/3	прир.газ/кам. уголь
38	ул.Авроры, 12	прир.газ/кам. уголь
45	ул. Терешковой, 8	прир.газ/уголь, мазут
65	ул.Греческая деревня, 157Б	прир.газ/дизельное
66	ул.Греческая деревня, 275А	прир.газ/дизельное
26	ул.Соборная,26	прир.газ/дизельное

Для котельных ОАО «СКЭК», УК «Лесная Поляна» и промышленных котельных, обеспечивающих теплотребность жилищно-коммунального сектора, резервного топлива не предусматривается.

3. Наличие резервных источников электропитания.

Резервный источник электропитания отсутствует на котельных, относящимся к котельным 1 категории надёжности, что не соответствует требованию надёжной и бесперебойной работы котельных.

В соответствии с СНиП II-35-76 «Котельные установки» по надёжности электроснабжения, электроприемники на котельных относятся к первой категории, то есть, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для уменьшения количества аварийных остановов при отключении электроэнергии, для повышения надёжности электроснабжения, необходимо организовать на указанных выше источниках тепла дополнительные вводы электроэнергии от взаимно резервирующих источников питания.

В левобережной части города, в случае возникновения аварийной ситуации на одном из источников тепла, потребители полностью обеспечиваются от оставшихся в работе источников (таблица 2.1.1-2).

Таблица 2.1.1-2 Возможность обеспечения потребителей левобережной части города в случае аварии на одном из источников

Наименование	Показатель			
	КемГРЭС	НК ТЭЦ	ЗВК	ВСЕГО
Состав основного оборудования:				
Турбинное оборудование	ПТР-30-29/6	ПТР-80-130/13		
	ПТР-30-29/2,5	Р-50-130/7		
	Р-12-35/11	Р-50-130/13		
	Р-12-35/6	ПТ-50-130/7		
	Р-35-130/30/15	ПТ-50-130/7		
	Р-35-130/30	Р-50-130/18		
	Т-100/120-130-3	ПТ-135-130/18		
	Т-100/120-130-5	Т-120-12.8		
	Т-100/120-130-7			
Энергетические котлы	ЛМЗ – 1500	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ЛМЗ – 1500	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТКЗ - 120/150	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТКЗ - 120/2	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТКП – 1	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТП – 11	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТКЗ - 120/150	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	ТП - 200 – 1	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	Е 420 / 140ж (ТП-87-1)	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	Е 420 / 140ж (ТП-87-1)	Е-420-140 Ж (ТП-87)		
	Е 420 / 140ж (ТП-87-1)			
	Е 420 / 140ж (ТП-87-1)			
	Е 420 / 140ж (ТП-87-1)			
	Е-420-13,8-55КГЖ, (ТП-			
Водогрейные котлы			ПТВМ-100	
			ПТВМ-100	
Паровые котлы			ДКВР-10-13	
			ДКВР-10-13	
Установленная тепловая мощность, Гкал/ч	1540	1449		
в том числе:				
от турбин	1228	1407		
от РОУ	312	42		

Наименование	Показатель			
	КемГРЭС	НК ТЭЦ	ЗВК	ВСЕГО
от котлов			212	
Располагаемая мощность (за вычетом резерва 3%), Гкал/ч	1493,8	1405,53		
Расход тепла на собственные нужды (3%), Гкал/ч	44,814	42,1659	6,36	
Возможный отпуск тепловой энергии, Гкал/ч	1449,0	1363,4	205,64	
Присоединённая нагрузка потребителей в горячей воде, Гкал/ч	1131,1	511,6	128,1	
Отпуск тепловой энергии с учетом потерь в тепловых сетях, Гкал/ч	1402,6	634,4	158,8	
Присоединённая нагрузка потребителей в паре, Гкал/ч		435,7		
Отпуск тепловой энергии в паре с учетом потерь, Гкал/ч		448,8		
ИТОГО присоединенная нагрузка в паре и горячей воде	1402,6	1083,2	158,8	2644,6
в том числе:				
отопление, вентиляция	992,7	447,1	99,2	1539,1
горячее водоснабжение,	409,8	636,0	59,6	1105,5
При выводе из эксплуатации одного из источников тепла				
Необходимое обеспечение по СНиП 88,8%	881,6	397,1	88,1	1366,7
авария на КемГРЭС		1363,4	205,6	1569,0
авария на НК ТЭЦ	1449,0		205,6	1654,6
авария на ЗВК	1449,0	1363,4		2812,4

В правобережной части города, в случае возникновения аварийной ситуации на Кемеровской ТЭЦ, потребители ее зоны не обеспечиваются теплом, то есть не выдерживается условие надежного теплоснабжения потребителей в аварийной ситуации (таблица 3).

По предоставленным Дирекцией Кемеровских электрических станций данным, пиковых водогрейных котлов на энергоисточниках нет.

Таблица 2.1.1-3 Возможность обеспечения потребителей правобережной части города в случае аварии на одном из источников

Наименование	Показатели			
	КемТЭЦ	Котельная №27	Котельная №45	ИТОГО
Состав основного оборудования:				
Турбинное оборудование	Р-5-30/6			

Наименование	Показатели			
	КемТЭЦ	Котельная №27	Котельная №45	ИТОГО
	Р-10-30/6			
	Р-10-30/6			
	ПТР-30-2,9/0,6			
	ПТР-30-2,9/0,6			
Энергетические котлы	Е-120-3,5-420 КГТ			
	Е-85-3,5-420 КГТ			
	Е-220-3,5-420 КГТ			
	Е-170-3,5-420 КГТ			
	Е-150-3,5-420 КГТ			
Водогрейные котлы		КВГм-30		
		КВТс-20		
		КВТс-20		
Паровые котлы			ДКВр 10/13	
			ДКВр 10/13	
			ДКВр 10/13	
			ДЕ 25/14	
			ДЕ 25/14	
Установленная тепловая мощность, Гкал/ч	749			
в том числе:				
от турбин	362			
от РОУ	387			
от котлов		70	52,5	
Располагаемая мощность (за вычетом резерва 3%), Гкал/ч	726,5			
Расход тепла на собственные нужды (3%), Гкал/ч	21,8	1,4	1,6	
Возможный отпуск тепловой энергии, Гкал/ч	704,7	68,6	50,9	
Присоединённая нагрузка потребителей в горячей воде, Гкал/ч	226,9	63,2	45,9	
Отпуск тепловой энергии с учетом потерь в тепловых сетях, Гкал/ч	281,4	78,4	56,9	
Присоединённая нагрузка потребителей в паре, Гкал/ч	12,5			
Отпуск тепловой энергии в паре с учетом потерь, Гкал/ч	12,9			
ИТОГО присоединенная нагрузка в паре и горячей воде	294,2	78,4	56,9	429,5
в том числе:				
отопление, вентиляция	198,8	47,3	37,0	283,0
горячее водоснабжение, технология	95,5	31,1	20,0	146,5
При выводе из эксплуатации одного из источников тепла				

Наименование	Показатели			
	КемТЭЦ	Котельная №27	Котельная №45	ИТОГО
Необходимое обеспечение по СНиП 88,8%	176,5	42,0	32,8	251,3
авария на КемТЭЦ		68,6	50,9	119,5
авария на котельной №27	704,7		50,9	755,7
авария на котельной №45	704,7	68,6		773,3

2.2 Надежность отпуска тепла потребителям в случае аварийной ситуации в тепловых сетях

Надежность тепловых сетей достигается своевременной реконструкцией участков тепловых сетей, секционированием, техническим обслуживанием, но в первую очередь – резервированием.

Надежность работы тепловых сетей города и существующие переемы приведены в Книге 3 «Электронная модель систем теплоснабжения г. Кемерово» шифр 649.ПП – ТГ.001.003.000.

2.3 Готовность и безотказность систем теплоснабжения

Анализ на соответствие требованиям надежности существующей системы теплоснабжения г. Кемерово проводился по следующим показателям:

-готовности системы – вероятность работоспособного состояния систем в произвольный момент времени поддерживать в отапливаемых помещениях расчетную внутреннюю температуру находится на требуемом уровне;

-вероятности безотказной работы системы - способность системы не допускать отказов, приводящих к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12°C, в промышленных зданиях ниже +8 °С, более числа раз, установленного нормативами.

Исходные данные для расчетов:

- расчетная усредненная температура внутреннего воздуха помещений – «плюс» 20 °С;
- расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления - «минус» 39 °С;
- коэффициент аккумуляции зданий - $\beta=40$;

- допустимая конечная температура охлаждения воздуха в помещениях - плюс 12 °С (при расчете вероятности безотказной работы);
- отклонение температуры внутреннего воздуха при расчете коэффициента готовности системы теплоснабжения - $\Delta t = 2$ °С;
- коэффициенты старения (K_c) по участкам тепловых сетей - по данным о сроках службы тепловых сетей с момента ввода в эксплуатацию.

В данной работе были определены следующие параметры надежности – вероятность безотказной работы, готовность системы, коэффициент старения участка.

Вероятность безотказной работы системы теплоснабжения зависит от условного диаметра, длины и коэффициента старения рассматриваемого участка теплосети и определяется как:

$$P = e^{-\omega}$$

ω – плотность потока учитываемых отказов, сопровождающихся снижением подачи тепла потребителям:

$$\omega = a * m * K_c * d^{0,208}, \text{ 1/год. км, где}$$

a – эмпирический коэффициент, при нормативном уровне безотказности $a = 0,00003$;

m – эмпирический коэффициент потока отказов, принимается равным 0,5.

Коэффициент старения участка - зависит от года и от вида прокладки тепловой сети, определяется следующим образом: $K_c = 3 * (n/n_0)^{0,26}$

n = возраст теплопровода;

$n_0 = 30$ лет – для надземного способа прокладки тепловой сети, 25 лет – для подземного способа прокладки тепловой сети.

Нормативы (минимально-допустимые) показатели надежности составляют:

Источника тепла
Тепловых сетей
Абонентов

$$P_{ит} = 0,97$$
$$P_{тс} = 0,90$$
$$P_{тп} = 0,99$$

Нормативный показатель вероятности безотказной работы системы централизованного теплоснабжения составляет $P_{цит} = 0,97 \times 0,90 \times 0,99 = 0,86$

Готовность системы централизованного теплоснабжения к исправной работе определяется как:

$$E_{цит} = (n_{год} - z_{год}) / n_{год} = (8760 - 264) / 8760 = 0,97, \text{ где}$$

$$z_{год} = z_1 + z_2 + z_3 + z_4 = 264 \text{ часа.}$$

$z_{год}$ - включает в себя число часов ожидания неготовности системы в период стояния нерасчетных температур наружного воздуха, число часов ожидания неготовности источников тепла, число часов ожидания неготовности тепловых сетей и число часов ожидания неготовности абонента.

Нормативный показатель готовности к исправной работе $E_{цит} = 0,97$.

Из всех существующих систем централизованного теплоснабжения, резервируемые участки тепловой сети имеют следующие источники тепла:

- Кемеровская ТЭЦ ООО «СГК»,
- котельные №27 и №45 АО «Теплоэнерго»,
- котельная №8 ОАО «СКЭК».

Условия надежного теплоснабжения потребителей выдержаны в тепловых сетях левобережных районов - все три крупные источника тепла этих районов осуществляют отпуск тепла в общие сети, резервируемых участков тепловых сетей нет.

Кемеровская ТЭЦ ООО «СГК»

На Кемеровской ТЭЦ - три резервируемых участка тепловой сети от двух выводов – ТМ-4 и ТМ-2.

Тепломагистраль ТМ-4

Общая протяженность тепловой сети - 13,534 км, из которых 1,4 км – проложено в 2006 году, 5,1 км - в 2007 году, 7,0 – в 2008 году. Прокладка – надземная.

По результатам расчетов, вероятности безотказной работы соответствует весь участок теплосети – КемТЭЦ – НО – IV –10/9 (таблица 2.3.1-1).

Таблица 2.3.1-1 Результаты расчетов. Кемеровская ТЭЦ ТМ-4

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф-т старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
КемТЭЦ - НО - IV - 2	0,7200	0,0696	2,6937	0,0131	0,9869
НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел	0,7200	6,9586	2,6937	0,1259	0,9855
Узел 1 - ТК - IV - 10	0,7200	5,1042	2,6937	0,1889	0,9813
ТК - IV - 10 - ТК - IV - 10/5	0,4260	0,9540	2,6937	0,2013	0,9788
ТК - IV - 10/5-ТК - IV - 10/8	0,3250	0,3495	2,6937	0,2247	0,9739
ТК - IV - 10/8-ТК - IV-10/9	0,2730	0,0980	2,6937	0,2489	0,9706
	Итого	13,534			

Значение коэффициента готовности соответствует нормативному значению и равно 0,9795.

Таблица 2.3.1-2 Результаты расчетов при снижении коэффициент астарения. Кемеровская ТЭЦ ТМ-4

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
КемТЭЦ - НО - IV - 2	0,7200	0,0696	1,2390	0,0074	0,9926
НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел	0,7200	6,9586	1,2390	0,0748	0,9874
Узел 1 - ТК - IV - 10	0,7200	5,1042	1,2390	0,0828	0,9846
ТК - IV - 10 - ТК - IV - 10/5	0,4260	0,9540	1,2390	0,0864	0,9828
ТК - IV - 10/5-ТК - IV - 10/8	0,3250	0,3495	1,2390	0,0938	0,9785
ТК - IV - 10/8-ТК - IV-10/9	0,2730	0,0980	1,2390	0,1016	0,9766
	Итого	13,534			

Значение коэффициента готовности соответствует нормативному значению и равно 0,9837. Тепломагистраль ТМ-2

Тепловая сеть проложена в 1959 году надземным способом. Протяженность сети составляет 5,331 и 6,042 км по двум направлениям соответственно. Вероятности безотказной работы не удовлетворяет ни один из участков тепловой сети (таблица 2.3.1-3).

Таблица 2.3.1-3 Результаты расчетов. Кемеровская ТЭЦ ТМ-2

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф-т старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Kс		
КемТЭЦ-ТК П-20	0,5290	3,2250	3,4784	0,7940	0,4520
ТК П-20-ТК - П-32	0,4260	1,1462	3,4784	1,0372	0,3544
ТК - П-32-ТК - П-63	0,4260	0,9600	3,4784	1,2409	0,2891
	Итого	5,3312			
КемТЭЦ-ТК П-20	0,5290	3,2250	3,4784	0,7940	0,4520
ТК П-20-ТК - П-36/2	0,4260	1,9559	3,4784	1,2090	0,2984
ТК - П-36/2-ТК - П-36/5	0,3000	0,6740	3,4784	1,3181	0,2676
ТК - П-36/5-ТК -П-36/6	0,2730	0,1870	3,4784	1,3461	0,2602
	Итого	6,0419			

Коэффициенты готовности по участкам соответствуют нормативным значениям и равны 0,9776 и 0,977 соответственно.

В целом, по Кемеровской ТЭЦ для достижения нормативного значения вероятности безотказной работы (и, соответственно, надежного теплоснабжения потребителей), необходимо строительство резервных перемычек.

Котельная № 27 АО «Теплоэнерго»

Расчет вероятности безотказной работы и коэффициента готовности был произведен по двум направлениям нерезервируемых участков тепловой сети:

- от котельной - до ТК – 97/1;
- от котельной - до– ТК – 90/1.

Рассматриваемые участки тепловых сетей проложены в 1959 году подземным способом.

от котельной - до ТК – 97/1

Общая протяженность участков составляет 0,728 км, коэффициент старения участка равен 3,6473. Вероятность безотказной работы соответствует нормативным значениям (таблица 2.3.1-4).

Таблица 2.3.1-4 Результаты расчетов. Котельная №27 (от котельной – до ТК-97/1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф-т старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 27 - 1ТК1	0,5000	0,0300	3,6473	0,0074	0,9925
1ТК1 - ТК 95/1	0,3000	0,2640	3,6473	0,0522	0,9490
ТК 95/1 - ТК - 96/1	0,2500	0,1800	3,6473	0,0788	0,9242
ТК - 96/1 - ТК - 96А/1	0,2500	0,1940	3,6473	0,1074	0,8981
ТК - 96А/1 - ТК - 97/1	0,3250	0,0600	3,6473	0,1183	0,8884
	Итого	0,728			

Коэффициент готовности равен 0,9839, что соответствует нормативному значению. *от котельной - до- ТК – 90/1*

Общая протяженность тепловой сети составляет 1,315 км, коэффициент старения равен 3,6473.

Нормативному значению безотказной работы тепловой сети соответствует только участок от котельной до узла 1ТК1, остальные участки - не соответствуют нормативному показателю (таблиц 8).

Таблица 2.3.1-5 Результаты расчетов. Котельная №27 (от котельной-до-ТК-90/1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 27 - 1ТК1	0,5000	0,0300	3,6473	0,0074	0,9925
ТК 1/1 - УТ - 73А/1	0,5000	0,6990	3,6473	0,1812	0,8341
УТ - 73А/1 - ТК - 73/1	0,4000	0,1520	3,6473	0,2135	0,8076
ТК - 73/1 - ТК - 74/1	0,4000	0,1700	3,6473	0,2497	0,7790
ТК - 74/1 - ТК - 75/1	0,4000	0,0540	3,6473	0,2612	0,7701
ТК - 75/1 - ТК - 90/1	0,4000	0,2100	3,6473	0,3058	0,7365
	Итого	1,315			

Вероятность безотказной работы непосредственно зависит от коэффициента старения участка, то есть от года прокладки теплосети. При условии реконструкции тепловой сети, коэффициент старения участка снижается до величины 1,2991 и показатель вероятности безотказной работы достигает нормативных значений (таблица 2.3.1-6).

Таблица 2.3.1-6 Результаты расчетов при снижении коэффициент астарения. Котельная №27 (от котельной до – ТК – 90/1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 27 - 1ТК1	0,5000	0,0300	1,2991	0,0026	0,9973
ТК 1/1 - УТ - 73А/1	0,5000	0,6990	1,2991	0,0645	0,9374
УТ - 73А/1 - ТК - 73/1	0,4000	0,1520	1,2991	0,0760	0,9267
ТК - 73/1 - ТК - 74/1	0,4000	0,1700	1,2991	0,0889	0,9148
ТК - 74/1 - ТК - 75/1	0,4000	0,0540	1,2991	0,0930	0,9111
ТК - 75/1 - ТК - 90/1	0,4000	0,2100	1,2991	0,1089	0,8967

Коэффициент готовности на этом направлении так же соответствует нормативу и равен 0,9828.

Котельная № 45 АО «Теплоэнерго»

Расчет вероятности безотказной работы и коэффициента готовности был произведен по двум направлениям нерезервируемых участков тепловой сети:

- от котельной - до ТК – 84/2;
- от котельной - до ТК 27/2.

от котельной - до ТК – 84/2

Тепловая сеть проложена подземно, в 1959 году. Общая протяженность участков на данном направлении - 0,431 км.

По результатам расчетов, вероятность безотказной работы соответствует нормативным значениям (таблица 2.3.1-7).

Таблица 2.3.1-7 Результаты расчетов. Котельная №45 (от котельной до ТК – 84/2)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф-т старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 45 - 1ТК1	0,4000	0,0300	3,6473	0,0063	0,9936
1ТК1 - УТ - 3/2	0,4000	0,1350	3,6473	0,0350	0,9655
УТ - 3/2 - ТК - 78/2	0,3000	0,1160	3,6473	0,0547	0,9467
ТК - 78/2 - ТК - 84/2	0,1500	0,1500	3,6473	0,0698	0,9324

Коэффициент готовности так же соответствует нормативному показателю и равен 0,9842.

от котельной - до ТК 27/2

Общая протяженность тепловой сети составляет 1,28 м, сеть проложена в 1959 году, подземно. Коэффициент старения на всех участках равен 3,6473. Результаты расчетов вероятности безотказной работы приведены в таблице 2.3.1-8.

Таблица 2.3.1-8 Результаты расчетов. Котельная №45 (от котельной – до ТК-27/2)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 45 - 1ТК1	0,4000	0,0300	3,6473	0,0063	0,9936
1ТК1 - УТ 3/2	0,4000	0,1350	3,6473	0,0350	0,9655
УТ - 3/2 - ТК - 26/2	0,3000	0,7550	3,6473	0,1632	0,8493
ТК - 26/2 - ТК 27/2	0,2500	0,1400	3,6473	0,1838	0,8320
ТК - 27/2 - ТК 27/2	0,2000	0,2200	3,6473	0,2114	0,8093
	Итого	1,28			

На этом ответвлении показатели вероятности безотказной работы на первом и втором участках соответствуют нормативу, на остальных участках – не соответствуют.

Для достижения нормативных значений вероятности безотказной работы, необходима реконструкция участков тепловой сети (таблица 2.3.1-9).

Таблица 2.3.1-9 Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №45 (от котельной до Т К- 27/1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	L, км	Кс		
котельная 45 - 1ТК1	0,4000	0,0300	1,2992	0,0022	0,9977
1ТК1 - УТ 3/2	0,4000	0,1350	1,2992	0,0124	0,9875
УТ - 3/2 - ТК - 26/2	0,3000	0,7550	1,2992	0,0581	0,9435
ТК - 26/2 - ТК 27/2	0,2500	0,1400	1,2992	0,0654	0,9366
ТК - 27/2 - ТК 27/2	0,2000	0,2200	1,2992	0,0753	0,9274
	Итого	1,28			

Коэффициент готовности равен 0,9833, что соответствует нормативному показателю.

Котельная № 8 ОАО «СКЭК»

Расчет вероятности безотказной работы и коэффициента готовности был произведен по двум направлениям нерезервируемых участков тепловой сети:

- от котельной - до ТК -16;
- от котельной - до УТ-10-1.

от котельной - до ТК16

Тепловая сеть проложена подземно, в 1959 году. Общая протяженность участков на данном направлении – 1,724 км.

По результатам расчетов, вероятность безотказной работы соответствует нормативному значению только на первом от котельной участке (таблица 2.3.1-10).

Таблица 2.3.1-10 Результаты расчетов. Котельная №8. (от котельной до ТК16)

Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	3,6293	0,1474	0,8628
УТ 1 - 4 - ТК 1 - 8	0,4000	0,4630	3,6293	0,2454	0,7823
ТК 1 - 8 - ТК - 12	0,3000	0,5100	3,6293	0,3315	0,7178
ТК - 12 - ТК - 13а	0,2500	0,0580	3,6293	0,3400	0,7117
ТК - 13а - ТК - 16	0,2000	0,0970	3,6293	0,3521	0,7031
	Итого	1,724			

Для достижения нормативных значений вероятности безотказной работы, был проведен расчет при реконструкции участков тепловой сети (таблица 2.3.1-11).

Таблица 2.3.1-11 Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №8 (от котельной до ТК 16)

Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	1,2991	0,0527	0,9485
УТ 1 - 4 - ТК 1 - 8	0,4000	0,4630	1,2991	0,0878	0,9159
ТК 1 - 8 - ТК - 12	0,3000	0,5100	1,2991	0,1186	0,8880
ТК - 12 - ТК - 13а	0,2500	0,0580	1,2991	0,1217	0,8853
ТК - 13а - ТК - 16	0,2000	0,0970	1,2991	0,1260	0,8815
	Итого	1,724			

Коэффициент готовности соответствует нормативному показателю и равен 0,9825.

от котельной - до УТ-10-1

Общая протяженность тепловой сети составляет 1,736 м, сеть проложена в 1959 году, подземно. Коэффициент старения на всех участках равен 3,66293. Результаты расчетов вероятности безотказной работы приведены в таблице 2.3.1-12

Таблица 2.3.1-12 Результаты расчетов. Котельная №8 (от котельной до УТ-10-1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	3,6293	0,1474	0,8628
УТ 1 - 4 - ТК - 5	0,4000	0,9050	3,6293	0,3388	0,7125
ТК - 5 - ?	0,3000	0,1470	3,6293	0,3637	0,6950
? - УТ - 10 - 1	0,2500	0,0880	3,6293	0,3766	0,6861
	Итого	1,736			

После реконструкции участков тепловой сети, показатель вероятности безотказной работы составил (таблица 2.3.1-13).

Таблица 2.3.1-13 Результаты расчетов при снижении коэффициента старения. Котельная №8 (от котельной до УТ-10-1)

Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
	Ду, м	Л, км	Кс		
котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	1,2991	0,0527	0,9485
УТ 1 - 4 - ТК - 5	0,4000	0,9050	1,2991	0,1213	0,8857
ТК - 5 - ?	0,3000	0,1470	1,2991	0,1301	0,8779
? - УТ - 10 - 1	0,2500	0,0880	1,2991	0,1348	0,8738
	Итого	1,736			

Коэффициент готовности равен 0,9824, что соответствует нормативному показателю.

Расчеты по готовности и безотказности систем теплоснабжения приведены в Приложении 1 «Результаты расчетов по надежности систем теплоснабжения по теплоисточникам города» шифр 649.ПП – ТГ.001.010.001.

Кемеровская ТЭЦ

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
Кемерово				Du, м	L, км	Kc		
			КемТЭЦ-ТК II-20	0,529	3,225	3,4784	0,7940	0,4520
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18	ТК II-20-ТК - II-36/2	0,426	1,956	3,4784	1,2091	0,2985
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12	ТК - II-36/2-ТК - II-36/5	0,300	0,674	3,4784	1,3182	0,2676
			ТК - II-36/5-ТК -II-36/6	0,273	0,187	3,4784	1,3461	0,2602
Коэффициент утепления здания α		40						
Коэффициент - a		0,00003						
Коэффициент - b		0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)								
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5						
			Итого		6,0419			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - tвн		18	КемТЭЦ-ТК II-20	0,529	3,225	3,4784
Расчетная температура наружного воздуха - tнар		-39	ТК II-20-ТК - II-36/2	0,426	1,956	3,4784
			ТК - II-36/2-ТК - II-36/5	0,300	0,674	3,4784
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источниками		0,96	ТК - II-36/5-ТК -II-36/6	0,273	0,187	3,4784
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2				
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		66,44				
Коэффициент готовности - Е		0,9770	Итого длина, км:	6,0419		

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
				Ду, м	Л, км	Кс		
Кемерово			КемТЭЦ-ТК II-20	0,529	3,225	3,4784	0,7940	0,4520
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18	ТК II-20-ТК - II-32	0,426	1,146	3,4784	1,0372	0,3544
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12	ТК - II-32-ТК - II-63	0,426	0,960	3,4784	1,2409	0,2891
Коэффициент утепления здания - α		40						
Коэффициент - а		0,00003						
Коэффициент - b		0,208						
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)								
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5						
				Итого	5,3312			

Расчет коэффициента готовности						
Город	136		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
Кемерово				Dy, м	L, км	Kc
Расчетная температура внутреннего воздуха - tвн		18	КемГЭЦ-ТК II-20	0,529	3,225	3,4784
Расчетная температура наружного воздуха - tнар		-39	ТК II-20-ТК - II-32	0,426	1,146	3,4784
			ТК - II-32-ТК - II-63	0,426	0,960	3,4784
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96				
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2				
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - a		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		61,13				
Коэффициент готовности - E		0,9776	Итого длина, км:	5,3312		

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
Кемерово				Ду, м	L, км	Kc		
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18	КемГЭЦ - НО - IV -2	0,7200	0,0696	2,1937	0,0131	0,9870
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12	НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел 1)	0,7200	6,9586	2,1937	1,3260	0,2655
			Узел 1 - ТК - IV - 10	0,7200	5,1042	2,1937	2,2889	0,1014
			ТК - IV - 10 - ТК - IV - 10/5	0,4260	0,9540	3,4784	2,4914	0,0828
Коэффициент утепления здания - α		40	ТК - IV - 10/5-ТК -IV - 10/8	0,3250	0,3495	3,4784	2,5518	0,0779
Коэффициент - а		3E-05	ТК - IV - 10/8-ТК -IV- 10/9	0,2730	0,0980	3,4784	2,5664	0,0768
Коэффициент - b		0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)								
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5						
				Итого	13,534			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - tвн		18	КемТЭЦ - НО - IV - 2	0,720	0,069	2,1275
Расчетная температура наружного воздуха - tнар		-39	НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел 1)	0,720	6,959	2,1275
			Узел 1 - ТК - IV - 10	0,720	5,104	2,1275
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - IV - 10 - ТК - IV -10/5	0,426	0,954	3,4612
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2	ТК - IV - 10/5-ТК - IV -10/8	0,325	0,350	3,4612
Коэффициент утепления здания - α		40	ТК - IV - 10/8-ТК - IV-10/9	0,273	0,098	3,4612
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		122,73				
Коэффициент готовности - E		0,9706	Итого длина, км:	13,5333		

Расчет с учетом перекладки тепловых сетей.

Расчет вероятности безотказной работы								
Город	136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы	
Кемерово			Ду, м	L, км	Kc			
		КемГЭЦ - НО - IV -2	0,7200	0,0696	1,2390	0,0074	0,9926	
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18	НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел 1)	0,7200	6,9586	1,2390	0,7489	0,4729
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12	Узел 1 - ТК - IV - 10	0,7200	5,1042	1,2390	1,2928	0,2745
			ТК - IV - 10 - ТК - IV - 10/5	0,4260	0,9540	1,2390	1,3649	0,2554
Коэффициент утепления здания - α		40	ТК - IV - 10/5-ТК -IV - 10/8	0,3250	0,3495	1,2390	1,3864	0,2500
Коэффициент - а		3E-05	ТК - IV - 10/8-ТК -IV- 10/9	0,2730	0,0980	1,2390	1,3916	0,2487
Коэффициент - b		0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)								
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5						
			Итого	13,534				

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	КемТЭЦ - НО - IV - 2	0,720	0,069	1,2390
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	НО - IV - 2 - Точка "А" (Узел 1)	0,720	6,959	1,2390
			Узел 1 - ТК - IV - 10	0,720	5,104	1,2390
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источниками		0,96	ТК - IV - 10 - ТК - IV - 10/5	0,426	0,954	1,2390
Отклонение температуры внутреннего воздуха $\square t_{вн}$		2	ТК - IV - 10/5 - ТК - IV - 10/8	0,325	0,350	1,2390
Коэффициент утепления здания - \square		40	ТК - IV - 10/8 - ТК - IV - 10/9	0,273	0,098	1,2390
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - б		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		68,49				
Коэффициент готовности - Е		0,9767	Итого длина, км:	13,5333		

Котельная №27 АО «Теплоэнерго»

Расчет вероятности безотказной работы

		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
Город	136		Ду, м	Л, км	Кс		
Кемерово		котельная 27 - 1ТК1	0,500	0,030	3,6473	0,0075	0,9926
Тн - начальная температура внутреннего воздуха	18	1ТК1 - ТК 95/1	0,300	0,264	3,6473	0,0523	0,9491
Тк - конечная температура внутреннего воздуха	12	ТК 95/1 - ТК - 96/1	0,250	0,180	3,6473	0,0788	0,9242
		ТК - 96/1 - ТК - 96А/1	0,250	0,194	3,6473	0,1074	0,8981
утепления здания - □	40	ТК - 96А/1 - ТК - 97/1	0,325	0,060	3,6473	0,1183	0,8884
Коэффициент - а	0,00003						
Коэффициент - b	0,208						
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)							
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m	0,5						
			Итого	0,728			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	котельная 27 - 1ТК1	0,500	0,030	3,6473
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	1ТК1 - ТК 95/1	0,300	0,264	3,6473
			ТК 95/1 - ТК - 96/1	0,250	0,180	3,6473
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - 96/1 - ТК - 96А/1	0,250	0,194	3,6473
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2	ТК - 96А/1 - ТК - 97/1	0,325	0,060	3,6473
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		5,96				
Коэффициент готовности - E		0,9839	Итого длина, км:	0,728		

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
				Ду, м	Л, км	Кс		
Кемерово			котельная 27 - 1ТК1	0,500	0,030	1,2991	0,0027	0,9973
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18	ТК 1/1 - УТ - 73А/1	0,500	0,699	1,2991	0,0646	0,9375
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12	УТ - 73А/1 - ТК - 73/1	0,400	0,152	1,2991	0,0761	0,9267
			ТК - 73/1 - ТК - 74/1	0,400	0,170	1,2991	0,0889	0,9149
Коэффициент утепления здания		40	ТК - 74/1 - ТК - 75/1	0,400	0,054	1,2991	0,0930	0,9112
Коэффициент - а		0,00003	ТК - 75/1 - ТК - 90/1	0,400	0,210	1,2991	0,1089	0,8968
Коэффициент - b		0,208						
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)								
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5						
				Итого	1,315			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	котельная 27 - 1ТК1	0,500	0,030	3,6473
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	ТК 1/1 - УТ - 73А/1	0,500	0,699	3,6473
			УТ - 73А/1 - ТК - 73/1	0,400	0,152	3,6473
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - 73/1 - ТК - 74/1	0,400	0,170	3,6473
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2	ТК - 74/1 - ТК - 75/1	0,400	0,054	3,6473
Коэффициент утепления здания - α		40	ТК - 75/1 - ТК - 90/1	0,400	0,210	3,6473
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		15,48				
Коэффициент готовности - Е		0,9828	Итого длина, км:	1,315		

Котельная №45 АО «Теплоэнерго»

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
Кемерово					Dy, м	L, км	Kc		
				котельная 45 - 1TK1	0,400	0,030	1,2992	0,0023	0,9977
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18		1TK1 - УТ 3/2	0,400	0,135	1,2992	0,0125	0,9876
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12		УТ - 3/2 - ТК - 26/2	0,300	0,755	1,2992	0,0581	0,9435
				ТК - 26/2 - ТК 27/2	0,250	0,140	1,2992	0,0655	0,9366
Коэффициент утепления		40		ТК - 27/2 - ТК 27/2	0,200	0,220	1,2992	0,0753	0,9274
Коэффициент - a		0,00003							
Коэффициент - b		0,208							
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)									
Коэффициент интенсификации восстановительных работ -m		0,5							
					Итого	1,28			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	котельная 45 - 1ТК1	0,4000	0,0300	3,6473
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	1ТК1 - УТ 3/2	0,4000	0,1350	3,6473
			УТ - 3/2 - ТК - 26/2	0,3000	0,7550	3,6473
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - 26/2 - ТК 27/2	0,2500	0,1400	3,6473
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2	ТК - 27/2 - ТК 27/2	0,2000	0,2200	3,6473
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - б		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		10,66				
Коэффициент готовности - Е		0,9833	Итого длина, км:	1,28		

Расчет вероятности безотказной работы

Город		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
136	Ду, м		L, км	Kc			
Кемерово		Котельная 45 – 1TK1	0,400	0,030	3,6473	0,0064	0,9936
Т _н - начальная температура внутреннего воздуха		1TK1 – УТ – 3/2	0,400	0,135	3,6473	0,0351	0,9655
Т _к – конечная температура внутреннего воздуха		УТ – 3/2 – ТК – 78/2	0,300	0,116	3,6473	0,0548	0,9467
		ТК – 78/2 – ТК – 84/2	0,150	0,150	3,6473	0,0699	0,9325
Коэффициент утепления здания		40					
Коэффициент – а		0,00003					
Коэффициент - b		0,208					
Коэффициент K _c (учет старения трубопроводов)							
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5					
			Итого	0,431			

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	котельная 45 - 1ТК1	0,400	0,030	3,6293
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	1ТК1 - УТ - 3/2	0,400	0,135	3,6293
			УТ - 3/2 - ТК - 78/2	0,300	0,116	3,6293
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - 78/2 - ТК - 84/2	0,150	0,150	3,6293
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $t_{вн}$		2				
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		3,54				
Коэффициент готовности - E		0,9842	Итого длина, км:	0,431		

Котельная №8 ОАО «СКЭК»

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка
Кемерово				Dy, м	L, км	Kс
Расчетная температура внутреннего воздуха - t _{вн}		18	котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	3,6293
Расчетная температура наружного воздуха - t _{нар}		-39	УТ 1 - 4 - ТК 1 - 8	0,4000	0,4630	3,6293
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК 1 - 8 - ТК - 12	0,3000	0,5100	3,6293
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\square t_{вн}$		2	ТК - 12 - ТК - 13а	0,2500	0,0580	3,6293
Коэффициент утепления здания - \square		40	ТК - 13а - ТК - 16	0,2000	0,0970	3,6293
Коэффициент - a		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Kс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		17,81				
Коэффициент готовности - E		0,9825	Итого длина, км:	1,724		

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136		Участки	Диаметр условный	Длина	Кэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы	
Кемерово					Dy, м	L, км	Kc			
Тн - начальная температура внутреннего воздуха				18	УТ 1 - 4 - ТК 1 - 8	0,5000	0,5960	3,6293	0,1474	0,8628
Тк - конечная температура внутреннего воздуха				12	ТК 1 - 8 - ТК - 12	0,3000	0,5100	3,6293	0,3315	0,7178
					ТК - 12 - ТК - 13а	0,2500	0,0580	3,6293	0,3400	0,7117
Коэффициент утепления здания - α				40	ТК - 13а - ТК - 16	0,2000	0,0970	3,6293	0,3521	0,7031
Коэффициент - a				0,00003						
Коэффициент - b				0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)										
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m				0,5						
					Итого	1,724				

Расчет с учетом перекладки тепловых сетей

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы	
Кемерово					Dy, м	L, км	Kc			
Тн - начальная температура внутреннего воздуха				18	УТ 1 - 4 - ТК 1 - 8	0,5000	0,5960	1,2991	0,05279	0,94857
Тк - конечная температура внутреннего воздуха				12	ТК 1 - 8 - ТК - 12	0,4000	0,4630	1,2991	0,0878	0,9159
					ТК - 12 - ТК -13a	0,3000	0,5100	1,2991	0,1186	0,8880
					ТК - 12 - ТК -13a	0,2500	0,0580	1,2991	0,1217	0,8853
Коэффициент утепления здания - □				40	ТК - 13a - ТК -16	0,2000	0,0970	1,2991	0,1260	0,8815
Коэффициент - a				0,00003						
Коэффициент - b				0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)										
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m				0,5						
					Итого	1,724				

Расчет коэффициента готовности

Город		136	Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка
				Ду, м	Л, км	Кс
Кемерово						
Расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{вн}$		18	котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	3,6293
Расчетная температура наружного воздуха - $t_{нар}$		-39	УТ 1 - 4 - ТК - 5	0,4000	0,9050	3,6293
Коэффициент обеспеченности расчетной мощности сетями и источником		0,96	ТК - 5 - ?	0,3000	0,1470	3,6293
Отклонение температуры внутреннего воздуха - $\Delta t_{вн}$		2	? - УТ - 10 - 1	0,2500	0,0880	3,6293
Коэффициент утепления здания - α		40				
Коэффициент - а		0,00003				
Коэффициент - b		0,208				
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)						
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		1,0				
Z2 - число часов неготовности источника тепла		50				
Z4 - число часов неготовности абонента		10				
Температура внутреннего воздуха с учетом отклонения от расчетной		18				
Температура наружного воздуха при которой обеспечивается внутр. температура		-36,72				
Z1 - дополнительное число часов неготовности при нерасчетном похолодании		75,19				
Z3 - число часов неготовности тепловых сетей		18,99				
Коэффициент готовности - E		0,9824	Итого длина, км:	1,736		

Расчет вероятности безотказной работы

Город	136				Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы
Кемерово					Ду, м	L, км	Кс			
					котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	3,6293	0,1474	0,8628
Тн - начальная температура внутреннего воздуха		18			УТ 1 - 4 - ТК - 5	0,4000	0,9050	3,6293	0,3388	0,7125
Тк - конечная температура внутреннего воздуха		12			ТК - 5 - ?	0,3000	0,1470	3,6293	0,3637	0,6950
					? - УТ - 10 - 1	0,2500	0,0880	3,6293	0,3766	0,6861
Коэффициент утепления здания - α		40								
Коэффициент - a		0,00003								
Коэффициент - b		0,208								
Коэффициент Кс (учет старения трубопроводов)										
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m		0,5								
					Итого		1,736			

Расчет с учетом перекладки тепловых сетей

Расчет вероятности безотказной работы

Город		136		Участки	Диаметр условный	Длина	Коэф. старения участка	Сумма отказов по отрезкам	Вероятность безотказной работы	
Кемерово					Dy, м	L, км	Kc			
				котельная 8 - УТ 1 - 4	0,5000	0,5960	1,2991	0,0527	0,9485	
Тн - начальная температура внутреннего воздуха				18	УТ 1 - 4 - ТК - 5	0,4000	0,9050	1,2991	0,1213	0,8857
Тк - конечная температура внутреннего воздуха				12	ТК - 5 - ?	0,3000	0,1470	1,2991	0,1301	0,8779
					? - УТ - 10 - 1	0,2500	0,0880	1,2991	0,1348	0,8738
Коэффициент утепления здания - b				40						
Коэффициент - a				0,00003						
Коэффициент - b				0,208						
Коэффициент Kc (учет старения трубопроводов)										
Коэффициент интенсификации восстановительных работ - m				0,5						
					Итого	1,736				

2.4 Диагностики технического состояния тепловых сетей

Диагностика тепловых сетей подземной и наземной прокладки включает комплекс работ по инструментальному и визуальному контролю, осуществляется с целью получения данных о:

- местах и уровне коррозионных повреждений металла труб;
- утонение стенок и трубы более, чем на 30% от номинала, образование внутренних язв;
- месте истечения воды с интенсивностью более 3 м³/час;
- факторах, обуславливающие интенсивность коррозионных процессов в локальных местах (блуждающие токи, заиливание и подтопление каналов и др.).

Основные методы диагностики:

- акустический;
- корреляционный;
- тепловизионный;
- тепловая инфракрасная аэросъемка.

Акустический метод основан на выделении из общего шумового фона шума утечки и контроле его уровня вдоль подземного трубопровода.

Диагностика осуществляется на действующих трубопроводах без вскрытия теплотрасс при диаметре труб более 80 мм, находящихся в рабочем режиме при давлении более 0,25 МПа.

Основным недостатком метода является то, что шумовой фон от уличного транспорта, фундаментов зданий и других источников может привести к значительным искажениям сигнала от утечки и большим погрешностям в определении ее места.

Корреляционный метод обнаружения утечек среды в трубопроводах и определения мест их положения основан на измерении виброакустического сигнала, генерируемого утечкой, с помощью двух датчиков.

Основными преимуществами метода являются: независимость результатов от глубины прокладки трубопроводов, высокая помехоустойчивость при определении мест утечек, способность выявлять малые утечки.

Тепловизионный метод позволяет выявить появление и развитие многих дефектов, сопровождающихся изменением температуры.

Объектами контроля теплотехнического оборудования являются как теплогенерирующее так и теплопотребляющее оборудование и тепловые сети.

Тепловая инфракрасная аэросъемка - единственный дистанционный метод, позволяющий оперативно решать задачи контроля состояния тепловых сетей и уточнять либо составлять схемы их расположения.

Главным недостатком метода является его стоимость.

В организациях, эксплуатирующих тепловые сети г.Кемерово, диагностика тепловых сетей проводится следующими методами:

- АО «КТСК» - акустическим методом неразрушающего контроля;
- АО «Теплоэнерго» - гидравлические испытания на прочность и плотность тепловых сетей.

2.5 «Ненадежные» участки тепловых сетей

Решения по «ненадежным» участкам принимаются на основании обследования и анализа состояния тепловых сетей, включая статистические данные по фактическим отказам теплопроводов в процессе эксплуатации.

Принимаемые решения разделяются на:

- оперативные, которые могут быть реализованы в рамках производственной программы теплоснабжающего предприятия,
- перспективные, которые реализуются в рамках инвестиционных программ, то есть, необходимы капитальные вложения.

По предоставленным АО «КТСК», АО «Теплоэнерго» данным, в каждой из указанных организаций выявлены участки тепловых сетей, обязательные к реконструкции в связи с их ненадлежащим техническим состоянием.

В первую группу входят тепловые сети, которые требуют срочной замены - из общего числа теплотрасс выделены участки, находящиеся в крайне неудовлетворительном состоянии.

Вовторую группу входят тепловые сети, находящиеся в неудовлетворительном состоянии и требующие мероприятий по продлению ресурса: на участках тепловых сетей зафиксированы единичные дефекты, а также затопленные участки теплотрассы и тепловые камеры.

В третью группу объединены тепловые сети, находящиеся в удовлетворительном (рабочем) состоянии.

В таблице 2.5.1-1 приведена общая протяженность «ненадежных» участков тепловых сетей по теплоснабжающим предприятиям города¹ и доля указанных сетей от их общей протяженности тепловых сетей.

Таблица 2.5.1-1 «Ненадежные» участки тепловых сетей по всем теплоснабжающим предприятиям города

Аварийность участков	Общая протяженность аварийных сетей по городу, м
1-я группа тепловых сетей	6 605,8
2-я группа тепловых сетей	4 066,0
3-я группа тепловых сетей	3 022,0
ИТОГО	13 693,8

Разделение мероприятий по доведению тепловых сетей до нормативных требований схематично приведено в таблице 2.5.1-2.

Таблица 2.5.1-2 Мероприятия по доведению тепловых сетей до нормативных требований

Техническое состояние тепловых сетей	Тепловые сети, требующие продления ресурса	Продление ресурса	- текущий и капитальный ремонт
	Тепловые сети требующие замены		- проведение режимных мероприятий
		Выполнение работ по замене тепловых сетей	

Таблица 2.5.1-3 Перечень участков тепломагистралей повышенной варийности

№ п/п	Участок	Ду, мм	Л по каналу, м	Год монтажа
Левобережная часть города				
Центральный ТСР				
1.	От УТ-8 до КС3-1 т/м №4	800	130	1981
2.	От УТ-17 до УТ-23 ул. Островского т/м №4	800	543	1981
3.	От УТ- I-17 до УТ-I-23а ул. Островского т/м №1	600 500	560	1981
4.	От ТК-I-14 до ТК-I-17 ул.Островского	350	209	1982
5.	От ТК-I-29 до ТК-I-74 ул. Орджоникидзе - пл. Советов	200	284	1958

№ п/п	Участок	Ду, мм	Л по каналу, м	Год монтажа
6.	От ТК-I-64 до ТК-I-67 ул. Весенняя	300	184	1991
7.	От ТК-II-12 до ТК-II-13 пр. Кузнецкий т/м №2, обратный трубопровод	600	97	1986
8.	От ТК-II-16 до ТК-II-43 ул. Рукавишникова	200/250	214	1995
9.	От ТК-II-19 до ТК-III-3 ул. Дзержинского т/м №2	500	337	1987
10.	От ТК II-21 до ТК-12-5 кв. 12	200	235,5	1968
11.	От ТК-II-22 до ТК-II-24 ул. Красноармейская т/м №2	400	317	1985
12.	От ТК-II-26 до ТК-II-32 ул. Красноармейская – ул. Красная т/м №2	250	404	1985
13.	От ТК-35-5 до ТК-35-11 ул. Жуковского кв. 35	250	79	1980
14.	От ТК-IV-14 до ТК-IV-17 пр. Ленина с увеличением Ду до 600мм	400	514	1985
15.	От ТК-IV-20 до ТК-IV-24 пр. Ленина с увеличением Ду до 600 мм	400, 500	603	1984,1985
16.	От ТК-17-14 до ТК-17-15а Центральный проезд	300	141	1963
17.	От ТК-18 до ТК-17-14 пр. Октябрьский	600	500	1981
18.	От ТК-18 до ТК-199 ул. Терешковой	1000/700	343	1982
ИТОГО:			5694,5	
Занскитимский ТСР				
19.	От ТК-112 до КС3-11 ул. Терешковой с увеличением Ду до 1000 мм	700	692,5	1969
20.	От ТК-193 до ТК-199 ул. Терешковой	700	780	1967
21.	От ТК-193 до ТК-IV-37 мкр. №8	400	582	1963
22.	От ТК-IV-27 до ТК-IV-31 пр. Ленина	500	550	1986
23.	От ТК-60 до ТК-62 пр. Ленина	400	348	1973
24.	От ТК-6 до Пав-1 пр. Московский т/м №4	1000	698	1981
25.	От Пав-1 до ТК-18 пр. Химиков т/м №7	700	331,5	1977
26.	От ТК-10/3 до ТК-10/11 пр. Химиков, б-р Строителей	400, 350	1796,3	1978
27.	От ТК-3 до ТК-7 б-р. Строителей т/м №7	700	1208	1977
ИТОГО:			6986,3	
Заводский ТСР				
28.	От ТК-25 до НО-28 ул. Индустриальная т/м №3	1000	320	1968
29.	От ТК-41а до НО-42 ул. Семашко т/м №3	1000	35	1969
30.	От ТК-47 до НО-49 ул. Старый Аэропорт т/м №3	1000	354	1969
31.	От ТК-77 до НО-78 ул. Радищева т/м №3	1000	186	1969
32.	От ТК-IV-3а до ТК-21/1 квартал №21	250	58	1963
33.	От ТК-21/5 до ТК-21/7 кв. 21	250	221	1963
34.	От ТК-III-13 до ТК-III-24 ул. Чкалова	400, 500	425	1960
35.	От ТК-III-27 до ТК-III-28 ул. Федоровского	400	84	1960
ИТОГО:			1683,0	
Правобережная часть города				
Кировский ТСР				
1.	От ТК-I-22 до ТК-I-36 ул. 40 лет Октября т/м №1	300	822	1952
2.	От ТК-I-40 до ТК-I-41 ул. 40 лет Октября	400	102	1986
3.	От ТК-I-82 до точки «А» ул. Инициативная	300	110	1970
4.	От ТК-II-11 до НО-II-21б ул. Александрова	500	141	1987

№ п/п	Участок	Ду, мм	Л по каналу, м	Год монтажа
5.	От ТК-II-14 до ТК-II-17 ул. Леонова	500	187	1984
6.	От ТК-II-25 до ТК-II-27 ул. Рекордная	400	183	1968
7.	От ТК-II-33 до ТК-II-36 ул. Инициативная	400	407	1988
8.	От ТК-II-32 до ТК-II-59 ул. Металлистов – ул. Варшавская	400	604	1991
9.	От ТК-III-17/2 до ТК-III-17/4 кв. «К» ул. Попова	500	158	1979
ИТОГО:			2527,0	
ВСЕГО ПО Г. КЕМЕРОВО:16890,8 м по каналу.				

¹ АО «Теплоэнерго» не имеет «ненадежных» участков тепловых сетей

«Ненадежные» участки тепловых сетей города, участки, не соответствующие показателям вероятности безотказной работы показаны в Приложении 1 «Результаты расчетов по надежности систем теплоснабжения по теплоисточникам города» шифр 649.ПП – ТГ.001.010.001.

3. ВЫВОДЫ

При возникновении аварийных ситуаций:

на источниках

- в левобережной части города -потребители полностью обеспечиваются от оставшихся в работе источников;
- в правобережной части города - не выдерживается условие надежного теплоснабжения потребителей в аварийной ситуации;

на тепловых сетях

при аварийных отключениях на ПНС ЗВК, ПНС-8, ПНС-2, ПНС-1 – потребители обеспечиваются нормативной величиной тепловой энергии;

- при аварийном отключении сетевых насосов на ПНС-9 (левобережная часть) и ПНС-11 (правобережная часть) – часть потребителей не обеспечивается нормативной величиной тепла,
- во всех остальных аварийных ситуациях потребители обеспечиваются нормативной величиной тепла.