



Муниципальное образование «Город Магадан»

Утверждаю

от «___» _____ 202_ г № _____

СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД МАГАДАН»

Книга 11. Оценка надежности теплоснабжения
СТС.020.002.011.000

Сведений, составляющих государственную тайну в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 № 1203 «Об утверждении перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», не содержится.

Заказчик:
Департамент ЖКХ и Ки мэрии города
Магадана
Разработчик:
Индивидуальный предприниматель
Зарубин Максим Сергеевич

А. Н. Худинин

М. С. Зарубин

СОСТАВ ДОКУМЕНТА

Наименование документа	Шифр
Схема теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан» (Утверждаемая часть)	СТС.020.001.000.000
Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.001.000
Книга 2 Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	СТС.020.002.002.000
Книга 3 Электронная модель системы теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.003.000
Книга 4 Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	СТС.020.002.004.000
Книга 5 Мастер-план развития систем теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.005.000
Книга 6 Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	СТС.020.002.006.000
Книга 7 Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии	СТС.020.002.007.000
Книга 8 Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей	СТС.020.002.008.000
Книга 9 Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения	СТС.020.002.009.000
Книга 10 Перспективные топливные балансы	СТС.020.002.010.000
Книга 11 Оценка надежности теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан».	СТС.020.002.011.000
Книга 12 Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизации муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.012.000
Книга 13 Индикаторы развития систем теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.013.000
Книга 14 Ценовые (тарифные) последствия	СТС.020.002.014.000
Книга 15 Реестр единых теплоснабжающих организаций	СТС.020.002.015.000
Книга 16 Реестр мероприятий схемы теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.016.000
Книга 17 Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.017.000
Книга 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения муниципального образования «Город Магадан»	СТС.020.002.018.000

Оглавление

Перечень таблиц	4
Перечень рисунков.....	Ошибка! Закладка не определена.
Книга 11 «Оценка надежности теплоснабжения»	5
11.1 Методы и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения	5
11.2 Метод и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения	9
11.3 Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	10
11.4 Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	16
11.5 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии	16

Перечень таблиц

Таблица 1 - Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения	8
Таблица 2 - Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений	9

Книга 11 «Оценка надежности теплоснабжения»

11.1 Методы и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения

В соответствии с СП 124.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети») расчет надежности теплоснабжения должен производиться для каждого потребителя, при этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать (пункт 6.28) для:

- источника теплоты РИТ = 0,97;
- тепловых сетей РТС = 0,9;
- потребителя теплоты РПТ = 0,99;
- СЦТ в целом РСЦТ = $0,97 \times 0,9 \times 0,99 = 0,86$.

Расчет вероятности безотказной работы тепловой сети по отношению к каждому потребителю рекомендуется выполнять с применением следующего алгоритма:

1. Определение пути передачи теплоносителя от источника до потребителя, по отношению к которому выполняется расчет вероятности безотказной работы тепловой сети.
2. На первом этапе расчета устанавливается перечень участков теплопроводов, составляющих этот путь.
3. Для каждого участка тепловой сети устанавливаются: год его ввода в эксплуатацию, диаметр и протяженность.
4. На основе обработки данных по отказам и восстановлением (времени, затраченном на ремонт участка) всех участков тепловых сетей за несколько лет их работы устанавливаются следующие зависимости:
 - λ_0 — средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов участков в конкретной системе теплоснабжения при продолжительности эксплуатации участков от 3 до 17 лет (1/км/год);
 - средневзвешенная частота (интенсивность) отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 1 до 3 лет;
 - средневзвешенная частота (интенсивность) отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 17 и более лет;
 - средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети;
 - средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети в зависимости от диаметра участка;

Частота (интенсивность) отказов каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя λ_i , который имеет размерность (1/км/год) или (1/км/час).

Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению к потребителю представляется как последовательное (в смысле надежности) соединение элементов, при котором отказ одного из всей совокупности элементов приводит к отказу всей системы в целом. Средняя вероятность безотказной работы системы, состоящей из

последовательно соединенных элементов, будет равна произведению вероятностей безотказной работы.

$$P_c = \prod_{i=1}^{i=N} P_i = e^{-\lambda_1 L_1 t_1} \times e^{-\lambda_2 L_2 t_2} \times \dots \times e^{-\lambda_n L_n t_n} = e^{-t \times \sum_{i=1}^{i=N} \lambda_i L_i} = e^{\lambda c t}, \quad (1)$$

Интенсивность отказов всего последовательного соединения равна сумме интенсивностей отказов на каждом участке $\lambda_c = L_1 \lambda_1 + L_2 \lambda_2 + \dots + L_n \lambda_n$, [1/час], где L_i – протяженность каждого участка, [км].

Для описания параметрической зависимости интенсивности отказов рекомендуется использовать зависимость от срока эксплуатации, следующего вида, близкую по характеру к распределению Вейбулла:

$$\lambda(t) = \lambda_0 (0,1\tau)^{\alpha-1}, \quad (2)$$

где τ - срок эксплуатации участка [лет].

Характер изменения интенсивности отказов зависит от параметра α :

- при $\alpha < 1$ она монотонно убывает;
- при $\alpha > 1$ - возрастает;
- при $\alpha = 1$ функция принимает вид $\lambda(t) = \lambda_0 = \text{const}$, а λ_0 — это средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов в конкретной системе теплоснабжения.

Для распределения Вейбулла рекомендуется использовать следующие эмпирические коэффициенты:

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau \leq 17 \\ 0,5 \times e^{\left(\frac{\tau}{20}\right)} & \text{при } \tau > 17 \end{cases}, \quad (3)$$

На рис. 1 приведен вид зависимости интенсивности отказов от срока эксплуатации участка тепловой сети. При ее использовании следует помнить о некоторых допущениях, которые были сделаны при отборе данных:

- она применима только тогда, когда в тепловых сетях существует четкое разделение на эксплуатационный и ремонтный периоды;
- в ремонтный период выполняются гидравлические испытания тепловой сети после каждого отказа.

По данным региональных справочников по климату о среднесуточных температурах наружного воздуха за последние десять лет строят зависимость повторяемости температур наружного воздуха (график продолжительности тепловой нагрузки отопления). При отсутствии этих данных зависимость повторяемости температур наружного воздуха для местоположения тепловых сетей принимают по данным СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*» или Справочника «Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей».

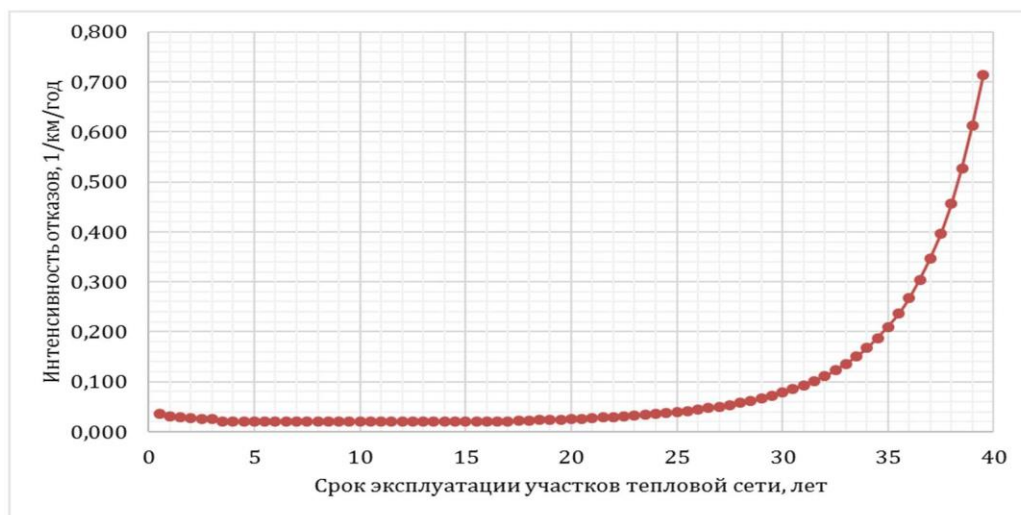


Рисунок 1 - Интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации участка тепловой сети

С использованием данных о теплоаккумулирующей способности объектов теплоснабжения (зданий) определяют время, за которое температура внутри отапливаемого помещения снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения. Отказ теплоснабжения потребителя - событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СП 124.13330.2012). Например, для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{н}} + \frac{Q_0}{q_0 V} + \frac{t'_{\text{в}} - t_{\text{н}} - \frac{Q_0}{q_0 V}}{e^{\left(\frac{z}{\beta}\right)}}, \quad (4)$$

где:

$t_{\text{в}}$ - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °С;

z - время, отсчитываемое после начала исходного события, ч;

$t'_{\text{в}}$ - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °С;

$t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °С;

Q_0 - подача теплоты в помещение, Дж/ч;

$Q_0 V$ - удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч×°С);

β - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

Для расчета времени снижения температуры в жилом здании до +12 °С при внезапном прекращении теплоснабжения эта формула при ($Q_0/Q_0 V=0$) имеет следующий вид:

$$z = \beta \times \ln \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{в,а}} - t_{\text{н}}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{в,а}}$ - внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (+12 °С для жилых зданий).

Расчет проводится для каждой градации повторяемости температуры наружного воздуха при коэффициенте аккумуляции жилого здания $\beta = 40$ часов.

Таблица 1 - Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения

Температура наружного воздуха, °С	Повторяемость температур наружного воздуха, час.	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °С
-50,0	0	3,7
-47,5	0	3,8
-42,5	0	4,28
-37,5	0	4,6
-32,5	0	5,1
-27,5	2	5,7
-22,5	19	6,4
-17,5	240	7,4
-12,5	759	8,8
-7,5	1182	10,8
-2,5	1182	13,9
2,5	1405	19,6
7,5	803	33,9

На основе данных о частоте (потоке) отказов участков тепловой сети, повторяемости температур наружного воздуха и данных о времени восстановления (ремонта) элемента (участка, НС, компенсатора и т. д.) тепловых сетей определяют вероятность отказа теплоснабжения потребителя.

В случае отсутствия достоверных данных о времени восстановления теплоснабжения потребителей рекомендуется использовать эмпирическую зависимость для времени, необходимом для ликвидации повреждения, предложенную Е. Я. Соколовым:

$$z_p = \alpha [1 + (b + c l_{с.з}) D^{1,2}], \quad (6)$$

где:

a, b, c - постоянные коэффициенты, зависящие от способа укладки теплопровода (подземный, надземный) и его конструкции, а также от способа диагностики места повреждения и уровня организации ремонтных работ;

$l_{с.з}$ - расстояние между секционирующими задвижками, м;

D - условный диаметр трубопровода, м.

Расчет рекомендуется выполнять для каждого участка и/или элемента, входящего в путь от источника до абонента:

- по уравнению (5) вычисляется время ликвидации повреждения на i-том участке;
- по каждой градации повторяемости температур с использованием уравнения (4) вычисляется допустимое время проведения ремонта;
- вычисляется относительная и накопленная частота событий, при которых время снижения температуры до критических значений меньше, чем время ремонта повреждения;
- вычисляются относительные доли (см. уравнение 6) и поток отказов (см. уравнение 7) участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры +12 °С.

$$\bar{z} = \left(1 - \frac{z_{i,j}}{z_p}\right) \times \frac{\tau_j}{\tau_{оп}}, \quad (7)$$

$$\overline{\omega}_i = \lambda_i L_i \times \sum_{j=1}^{j=N} \overline{z}_{i,j}, \quad (8)$$

- вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента:

$$p_i = e^{-\overline{\omega}_i}, \quad (9)$$

11.2 Метод и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения

Для анализа восстановлений применен количественный метод анализа.

Время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений, в значительной степени зависит от следующих факторов: диаметр трубопровода, тип прокладки, объем дренирования и заполнения тепловой сети, а также времени, затраченного на согласование раскопок с собственниками смежных коммуникаций.

Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений в отопительный период, зависит от характеристик трубопровода отключаемой теплосети, и соответствует установленным нормативам. Нормативный перерыв теплоснабжения (с момента обнаружения, идентификации дефекта и подготовки рабочего места, включающего в себя установление точного места повреждения (со вскрытием канала) и начала операций по локализации поврежденного трубопровода). Указанные нормативы представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений

Условный диаметр трубопровода отключаемой тепловой сети, мм	Среднее время на восстановление теплоснабжения при отключении т/с, час
50	2
80	3
100	4
150	5
200	6
300	7
400	8
500	9
600	8
700	9
800	10
1000	12

Существенных отклонений от нормативного времени восстановления теплоснабжения за 5-летний период не наблюдалось.

11.3 Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам

11.3.1 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от МТЭЦ

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла МТЭЦ.

Результаты расчета показателей надежности тепловых магистралей, расположенных в зоне действия МТЭЦ, представлены в электронной модели.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 82,63 %, что ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. не способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.2 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от Котельной №21

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельной №21.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 76,664 %, что ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. не способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.3 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от Котельной №2 Марчekanская, 2, к. 3

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №2, Марчekanская, 2, к. 3.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,99848%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.4 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от Котельной №43 ул. Авиационная, 10

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №43 ул. Авиационная, 10.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,9963%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.5 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от Котельной №44 м-н Радист

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №44 м-н Радист.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,286%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.6 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от котельной №45 м-н Дукча

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №45 м-н Дукча.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 2%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. не способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.7 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от котельной №46 ул. Майская, б/н

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №46 ул. Майская, б/н.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,96%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.8 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от котельной №47 п. Уптар, ул. Усть-Илимская, 5

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №47 п. Уптар, ул. Усть-Илимская, 5

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,85%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.9 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от котельной №56 ул. Гагарина, 25

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная № 56 ул. Гагарина, 25.

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,9288%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.10 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от котельной №62 ул. Пионерская, 2

Расчетный путь движения теплоносителя начинается от узла Котельная №62 ул. Пионерская, 2

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 97,84%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.11 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-1

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 0,56%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2031г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.12 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-2

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 49,403%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.13 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-4

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 98,467%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;

- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.14 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-5

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 16,75%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.15 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-6

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 59,777%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.16 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-7

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 96,02%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.17 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-8

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 19,949%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;

- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.18 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-9

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 25,457%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.19 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-10

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,09%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.20 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП - 11

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 99,9407%, что значительно превышает нормативное значение (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.21 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-12

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 34,365%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.3.22 Расчет показателей надежности тепловых магистралей от ЦТП-13

В ходе анализа результатов расчета показателей надежности СЦТ были сделаны выводы:

- вероятность безотказной работы СЦТ составляет 63,678%, что значительно ниже нормативного значения (согласно СП 124.13330.2012 значение равно 86,4%);
- из вышесказанного следует, что рассматриваемая СЦТ на 2028г. способна обеспечить показатели надежности, соответствующие нормативным значениям;
- необходимо проводить периодические испытания, согласно требованиям «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных приказом №115 Минэнерго РФ от 24.03.2003.

11.4 Результаты оценки коэффициентов готовности тепловых магистралей к несению тепловой нагрузки

Готовность системы теплоснабжения к исправной работе в течении отопительного периода определяется по числу часов ожидания готовности: источника теплоты, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также - числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.

Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе K_g принимается 0,97.

Нормативные показатели готовности систем теплоснабжения обеспечиваются следующими мероприятиями:

- готовностью СЦТ к отопительному сезону;
- достаточностью установленной (располагаемой) тепловой мощности источника тепловой энергии для обеспечения исправного функционирования СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- способностью тепловых сетей обеспечить исправное функционирование СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- организационными и техническими мерами, необходимые для обеспечения исправного функционирования СЦТ на уровне заданной готовности;
- максимально допустимым числом часов готовности для источника теплоты.

11.5 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии

Оценка недоотпуска тепловой энергии потребителям вычисляется в соответствии с формулой:

$$\Delta Q_n = \overline{Q_{пр}} \times T_{оп} \times q_{тп}, \text{ Гкал}$$

где:

$\bar{Q}_{\text{пр}}$ - среднегодовая тепловая мощность теплopotребляющих установок потребителя (либо, по-другому, тепловая нагрузка потребителя), Гкал/ч;

$T_{\text{оп}}$ - продолжительность отопительного периода, ч;

$q_{\text{тп}}$ - вероятность отказа теплопровода.