

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ПОВЫШЕННУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Проект стандарта

(Проект окончательной редакции)

(Окончательная редакция)

*Настоящий проект стандарта
не подлежит применению до его утверждения*



УДК _____

Ключевые слова: стандарт организации, водяные тепловые сети, испытания, повышенная температура теплоносителя, температурная компенсация, дефект

Предисловие

Методические указания по испытаниям водяных тепловых сетей на повышенную температуру теплоносителя

1 РАЗРАБОТАН Инженерным центром ОАО «Белэнергоремналадка» с учетом замечаний и предложений структурных подразделений ГПО «Белэнерго»

2 УТВЕРЖДЕН приказом государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» от _____ г. № _____. И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с _____ г.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ГПО «Белэнерго», 2025

© Оформление ОАО «Экономэнерго», 2025

Настоящий стандарт не может быть тиражирован и распространен без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Термины, определения и сокращения.....	
4 Общие положения.....	
5 Подготовка испытаний.....	
5.1 Разработка режима испытаний.....	
5.2 Измеряемые параметры. Средства измерений.....	
5.3 Подготовительные работы.....	
6 Порядок проведения испытаний.....	
7 Выявление дефектов, обработка и оценка результатов испытаний.....	
8 Требования охраны труда при проведении испытаний на повышенную температуру теплоносителя.....	
Приложение А (рекомендуемое) Форма акта об испытании водяной тепловой сети на повышенную температуру теплоносителя.....	
Библиография.....	

energodoc.by

СТАНДАРТ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ПОВЫШЕННУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Дата введения 0000-00-00

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает порядок проведения работ по испытаниям водяных тепловых сетей на повышенную температуру теплоносителя.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (ТНПА):

ТКП 458-2023 (33240) Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей

ТКП 459-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей

ТКП 608-2025 (33240) Теплотехническое оборудование электростанций и тепловых сетей. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

ГОСТ 32935-2014 Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие включенных в перечень ТНПА.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА.

Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения и сокращения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в ГОСТ 32935, [1], [2], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 компенсатор: Устройство, применяемое для защиты трубопроводов от возникновения напряжений при температурных деформациях.

3.2 опора: Деталь трубопровода, воспринимающая усилия от трубопровода и передающая их на несущие конструкции или грунт.

3.3 опора неподвижная: Опора, фиксирующая отдельные точки трубопровода и воспринимающая усилия, возникающие в местах фиксации под действием температурных деформаций и внутреннего давления.

3.4 опора подвижная: Опора, воспринимающая массу трубопровода и обеспечивающая ему свободное перемещение при температурных деформациях.

3.5 циркуляционная перемычка: Трубопровод с запорной арматурой, соединяющий подающий и обратный трубопровод и обеспечивающий циркуляцию сетевой воды в тепловой сети в нештатных и пусковых режимах.

В настоящем стандарте применяют следующие сокращения:

ОДС – оперативно-диспетчерская служба;

ПНС – подкачивающая насосная станция;

ПТС – предприятие тепловых сетей;

РТС – район тепловых сетей;

САР – система автоматического регулирования;

ГВС – горячее водоснабжение;

СИ – средство измерений;

СТП 33240.38.300-27

СН – сетевой насос;

СТ – система теплоснабжения;

ТИ – теплоисточник;

ТМ – тепловая магистраль;

ТП – тепловой пункт;

ЦТП – центральный тепловой пункт;

ИТП – индивидуальный тепловой пункт.

energodoc.by

4 Общие положения

4.1 Испытание на повышенную температуру теплоносителя (далее – испытание) является одним из видов обязательного метода разрушающего контроля трубопроводов водяных тепловых сетей.

Испытание проводится не реже одного раза в пять лет [1].

Новые ТМ от коллектора ТИ должны быть подвергнуты испытанию в течение первого года эксплуатации [1]. При невозможности обеспечения для них индивидуальных режимов испытаний, проводятся внеочередные испытания совместно с существующими ТМ [2].

4.2 Цель испытания: выявление дефектов трубопроводов, компенсаторов, опор, а также проверки компенсирующей способности тепловых сетей в условиях температурных деформаций, возникающих при повышении температуры теплоносителя до максимального значения и последующем её понижении до первоначального уровня.

4.3 Испытание следует производить, как правило, после окончания отопительного сезона. При проведении испытания в работе остаются системы ГВС, присоединенные по закрытой схеме и оборудованные работоспособными САР.

Испытание участков тепловых сетей до ввода в ТП, не имеющего водоподогревателя ГВС, может проводиться через сопла элеваторов, либо через специально смонтированные перемычки на вводе в ТП или через линии подмеса с установкой катушек вместо обратных клапанов (при надежно закрытой арматуре на систему отопления).

4.4 При проведении испытания в отопительный период необходимо учитывать вероятность нарушения плотности трубопроводов тепловых сетей с последующим отключением отопления потребителей.

При проведении испытания в отопительный период оно проводится непосредственно перед окончанием отопительного сезона при устойчивых суточных плюсовых температурах наружного воздуха.

При проведении испытания в отопительный период при устойчивых суточных плюсовых температурах наружного воздуха необходимо обеспечить:

- соблюдение санитарных норм по температуре воздуха внутри отапливаемых помещений (не более 28 °С в теплый период в соответствии с ГОСТ 30494);
- соблюдение мер безопасности для жильцов на период проведения испытания (предупреждения, инструктажи под роспись);
- решение возможных финансовых вопросов по компенсации затрат на перегрев систем отопления.

При проведении испытания в отопительный период при устойчивых суточных плюсовых температурах наружного воздуха, в целях безопасности на время испытания, от тепловых сетей должны быть отключены:

- отопительные системы детских и лечебных учреждений;
- системы ГВС, присоединенные по закрытой схеме, оснащенные неработоспособными САР;
- системы ГВС, присоединенные по открытой схеме;
- неавтоматизированные системы отопления и калориферные установки или оснащенные неработоспособными САР.

Потребители, для которых не допускаются перерывы в подаче тепловой энергии (больницы, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей и т.п.) должны быть на период испытания переведены на теплоснабжение от резервных ТИ.

4.5 Испытания тепловых сетей, эксплуатирующихся длительного время и имеющих ненадежные участки, следует проводить после текущего или капитального ремонта и предварительного гидравлического испытания этих участков на прочность и плотность, но не позднее, чем за три недели до начала отопительного сезона.

4.6 Запрещается одновременное проведение испытания на повышенную температуру теплоносителя с любыми видами испытаний тепловых сетей [1].

5 Подготовка испытаний

5.1 Разработка режима испытаний

5.1.1 На период испытания должны быть заданы:

- максимальная температура сетевой воды в подающем трубопроводе на выходе с ТИ, $T_{\text{исп}}^{\text{макс}}$;
- продолжительность поддержания максимальной температуры («температурной волны»);

- максимально допустимая температура сетевой воды в обратном трубопроводе для работы сетевых насосов на ТИ и ПНС, $T_{2исп}^{макс}$;

- давление в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ, $P_{2исп}^{ТИ}$;

- давление в подающем коллекторе сетевой воды на ТИ, $P_{1исп}^{ТИ}$;

- ожидаемые расходы сетевой воды по ТИ: максимальный $G_{исх}^{ТИ}$, при исходной (начальной) температуре в подающем трубопроводе $T_1^{исх}$, минимальный $G_{исп}^{ТИ}$ при $T_1^{макс}$;

- ожидаемый максимальный отпуск тепловой энергии (во время температурной волны);

- максимально допустимая подпитка тепловой сети.

Отклонения от заданного режима испытания не должны превышать [1]:

- по температуре сетевой воды в подающем коллекторе на источнике тепловой энергии (относительно максимального значения) $\pm 3\%$;

- по давлению в обратном коллекторе сетевой воды на источнике тепловой энергии ± 20 кПа;

- по давлению в подающем коллекторе сетевой воды на источнике тепловой энергии $\pm 5\%$.

Изменение температуры должно производиться равномерно в соответствии с требованиями [1]: скорость подъёма и снижения температуры прямой сетевой воды не должна быть выше $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 30 мин.

Температура воды на тепловых вводах систем теплоснабжения не задается.

5.1.2 Схема тепловых сетей на период испытаний

5.1.2.1 Схема тепловых сетей при испытании эксплуатационная. При наличии в испытываемых тепловых сетях гидравлических колец, то по подающему трубопроводу они должны быть «разорваны» - закрыта секционная арматура. Это необходимо для исключения перемешивания теплоносителя с разными температурами, ввиду различного времени прохождения температурной волны. Перед закрываемой секционирующей арматурой необходимо наличие циркуляционных перемычек либо потребителя, участвующего в испытаниях.

По обратному трубопроводу все гидравлические кольца открыты.

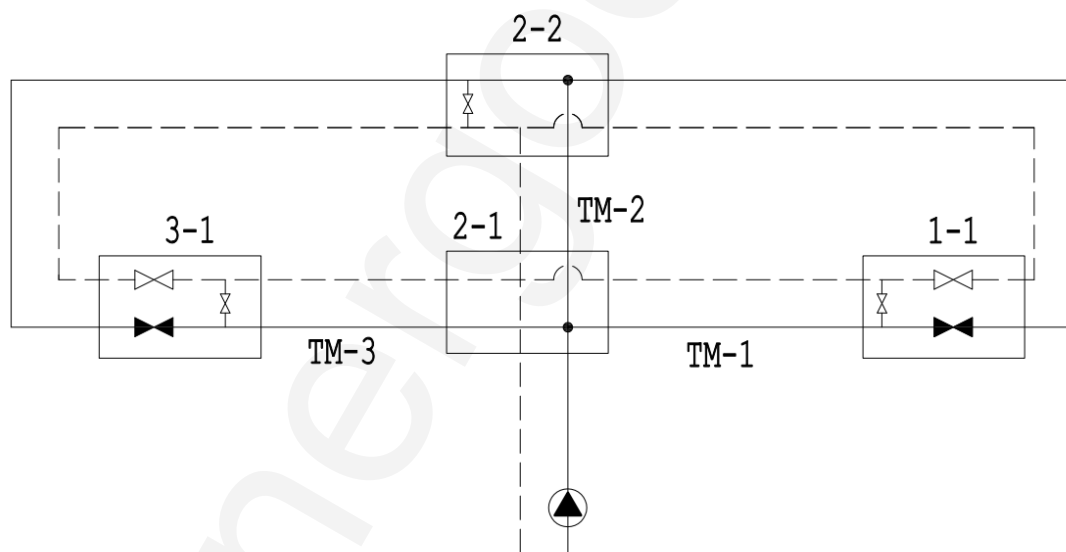


Рисунок 1 - Схема тепловых сетей при испытании

5.1.2.2 Пункты наблюдения должны организовываться на ТП систем теплоснабжения, расположенных на концевых участках тепловой сети, а также на нескольких ТП по длине тепловой сети на различном удалении от ТИ.

5.1.2.3 Проверка компенсирующей способности участков тепловой сети должна производиться на сальниковых компенсаторах в тех местах, где при эксплуатации наблюдались недостаточные (по оценке эксплуатационного персонала) значения перемещения стаканов сальниковых компенсаторов, а также в местах, где производилась перекладка теплопроводов, замена сальниковых компенсаторов и неподвижных опор, наблюдалась просадка теплопроводов и т.п.

5.1.3 Разработка гидравлического режима

5.1.3.1 При разработке гидравлического режима испытаний следует учитывать изменение расхода сетевой воды, связанного с работой САР на системах теплоснабжения.

При высокой степени автоматизации потребителей тепла рекомендуется провести гидравлический расчет режима испытаний при $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$. Расчет производится на основании расчетных или опытных данных по удельному расходу сетевой воды:

- для систем ГВС в зависимости от температуры сетевой воды в подающем трубопроводе;
- для систем отопления в зависимости от температуры сетевой воды в подающем трубопроводе и температуры наружного воздуха.

Рекомендуемые удельные расходы сетевой воды приведенные к проектной нагрузке ГВС и отопления в зависимости от $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые удельные расходы сетевой воды для проведения гидравлического расчета

$T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$	Удельный расход сетевой воды т/Гкал						
	На ГВС	на отопление					
		Температура наружного воздуха, $T_{\text{нв}}$, °C					
		5	6	7	8	9	10
100	2,7	11,2	10,3	9,4	8,5	7,8	7,0
110	2,3	9,1	8,4	7,7	7,0	6,5	5,8
120	2,0	7,6	7,1	6,5	6,0	5,5	5,0
130	1,8	6,6	6,1	5,7	5,2	4,8	4,4
140	1,6	5,8	5,4	5,0	4,6	4,3	3,9
150	1,5	5,2	4,8	4,5	4,1	3,8	3,5

Примечание - Исходные данные для расчета:

- расчетная температура наружного воздуха для отопления – минус 24 °C
- температуре воздуха в отапливаемом помещении – 28 °C
- запас поверхностей нагрева в системе отопления – 1,05
- доля величины тепловыделений от проектной нагрузки отопления – 0,14.

Расчетный расход сетевой воды по ТИ $G_{\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ должен быть не менее минимально-необходимого $G_{\text{исп}}^{\text{минТИ}}$ для работы водонагревательного оборудования на ТИ.

Для регулировки $G_{\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ в процессе испытаний необходимо использовать циркуляционные переключки в тепловых сетях и у потребителей. Циркуляционные переключки должны располагаться в местах, где к ним обеспечивается безопасный доступ (в павильонах, на ПНС, на ЦТП и ИТП).

$P_{1\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ должно обеспечивать давление в конечных точках испытываемых ТМ не более эксплуатационного значения для отопительного периода при расчетном значении расхода по ТМ $G_{\text{исп}}^{\text{ТИ}}$.

$P_{2\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ должно обеспечивать не вскипание сетевой воды при $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$ в статическом режиме (при отсутствии циркуляции) в точке тепловой сети с наибольшей геодезической отметкой $P_{2\text{исп}}^{\text{мин}}$, но не менее 0,05 МПа.

$$P_{2\text{исп}}^{\text{мин}} > P_{\text{насыщ}}^{\text{Тмакс}_{1\text{исп}}}, \quad (1)$$

где: $P_{2\text{исп}}^{\text{мин}}$ - избыточное давление воды в обратном трубопроводе в статическом режиме в точке тепловой сети с наибольшей геодезической отметкой, МПа;

$P_{\text{насыщ}}^{\text{Тмакс}_{1\text{исп}}}$ - избыточное давление воды на линии насыщения при температуре воды, $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$, °C.

Значение $P_{\text{насыщ}}^{\text{Тмакс}_{1\text{исп}}}$ приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Значение $P_{\text{насыщ}}^{\text{Тмакс}_{1\text{исп}}}$

$T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$, °C	100	110	120	130	140	150
$P_{\text{насыщ}}^{\text{Тмакс}_{1\text{исп}}}$, МПа, (избыточное)	0,001	0,043	0,098	0,170	0,261	0,376

5.1.3.2 Для определения достаточности циркуляционных переключек в тепловых сетях и у потребителей проводится гидравлический расчет с отключенными потребителями.

Расчетный максимальный расход сетевой воды $G_{\text{исп}}^{\text{максТМ}}$ по ТМ через циркуляционные переключки должен обеспечивать время прохождения «температурной волны» от подающего до обратного

трубопровода на ТИ, при котором бы, начало подъема температуры в обратном трубопроводе на ТИ совпадало с выходом температуры в подающем трубопроводе на исходное значение (до начала испытаний). При этом должно соблюдаться условие

$$G_{\text{исп}}^{\text{минТИ}} \leq \sum G_{\text{исп}}^{\text{максТМ}} \quad (2)$$

При определении $G_{\text{исп}}^{\text{максТМ}}$ надо учитывать увеличение падения температуры теплоносителя с уменьшением расхода сетевой воды. Допустимые потери температуры в подающем трубопроводе до наиболее удаленных потребителей рекомендуется принимать не более 15 % от $T_{\text{исп}}^{\text{макс}}$.

$G_{\text{исп}}^{\text{максТМ}}$ должен обеспечиваться при заданных значениях $R_{\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ и $R_{\text{2исп}}^{\text{ТИ}}$.

5.1.3.3 При подготовке к испытанию должны учитываться значительные изменения объемов сетевой воды при повышении и понижении температуры воды в процессе испытания.

Ожидаемый часовой прирост объема воды в тепловой сети ($\text{м}^3/\text{ч}$) при изменении температуры воды может быть приближенно определен по формуле

$$\Delta V = G \left(\frac{1}{\rho_{T1к}} - \frac{1}{\rho_{T1н}} \right), \quad (3)$$

где: G – расход циркулирующей воды, $\text{кг}/\text{ч}$;

$\rho_{T1н}, \rho_{T1к}$ – плотность воды ($\text{кг}/\text{м}^3$) при температурах соответственно $T_{1н}$ и $T_{1к}$;

$T_{1н}, T_{1к}$ – температуры в подающем трубопроводе на ТИ, соответственно в начале и конце одного часа, $^{\circ}\text{C}$.

Поддержание при испытании заданного значения $R_{\text{2исп}}^{\text{ТИ}}$ должно осуществляться путем регулирования величины подпитки или дренажа.

Дренажное устройство на обратном трубопроводе ТИ должно иметь достаточную пропускную способность для поддержания заданного давления на всасывающем коллекторе сетевых насосов при повышении температуры прямой сетевой воды.

Максимально-допустимая часовая подпитка в процессе испытаний не должна превышать производительности водоподготовки на ТИ и быть не более 0,5 % от фактического объема трубопроводов теплосетей и присоединенных к ним систем отопления и вентиляции.

5.1.4 Температурный режим

5.1.4.1 Значение $T_{\text{исп}}^{\text{макс}}$ устанавливается техническим руководителем ПТС, эксплуатирующего тепловые сети, исходя из условий:

- не менее максимального значения в подающем трубопроводе по температурному графику тепловой сети, принятому для данной СТ и указываемому энергоснабжающей организацией в договорах теплоснабжения, плюс 5°C ;

- не более 120°C при наличии в СТ ПИ-трубопроводов [3].

Скорость подъема и снижения температуры прямой сетевой воды не выше 15°C за 30 мин.

5.1.3.2 $T_{\text{2исп}}^{\text{макс}}$ должна обеспечивать стабильную работу насосного оборудования ТИ и ПНС.

5.1.3.3 Испытание проводится методом «температурная волна». Продолжительность поддержания $T_{\text{исп}}^{\text{макс}}$, с учетом возможного размыва граничных зон температурной волны по мере удаления от ТИ, должна обеспечивать равномерный прогрев трубопровода с максимальным диаметром, на всем участке между соседними неподвижными опорами в наибольшем пролете, при $G_{\text{исп}}^{\text{максТМ}}$.

5.1.3.3 При проведении испытания в отопительный период температура воды в подающем трубопроводе в системах отопления ($T_3^{\text{макс}}$) присоединенных к тепловым сетям при испытании не должна превышать расчетного значения, определяемого при температуре воздуха в отапливаемом помещении 28°C при ожидаемой температуре наружного воздуха в день испытаний.

Расчетные значения $T_3^{\text{макс}}$ при различных $T_{\text{нв}}$ приведены в таблице 3. Также в таблице 3 приведен расчетный коэффициент смешения (U_{100}), обеспечивающий $T_3^{\text{макс}}$ при температуре в подающем трубопроводе сетевой воды на входе в тепловой пункт 100°C .

Таблица 3 – Расчетные значения $T_3^{\text{макс}}$ при различных $T_{\text{нв}}$

$T_{\text{нв}}, ^\circ\text{C}$	5	6	7	8	9	10
$T_3^{\text{макс}}, ^\circ\text{C}$	68,8	66,9	65,0	63,1	61,0	59,1
U_{100}	2,6	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7

Примечание - Исходные данные для расчета:

- расчетная температура наружного воздуха для отопления – минус 24 оС
- температуре воздуха в отапливаемом помещении – 28 оС
- запас поверхностей нагрева в системе отопления – 1,05
- доля величины тепловыделений от проектной нагрузки отопления – 0,14.

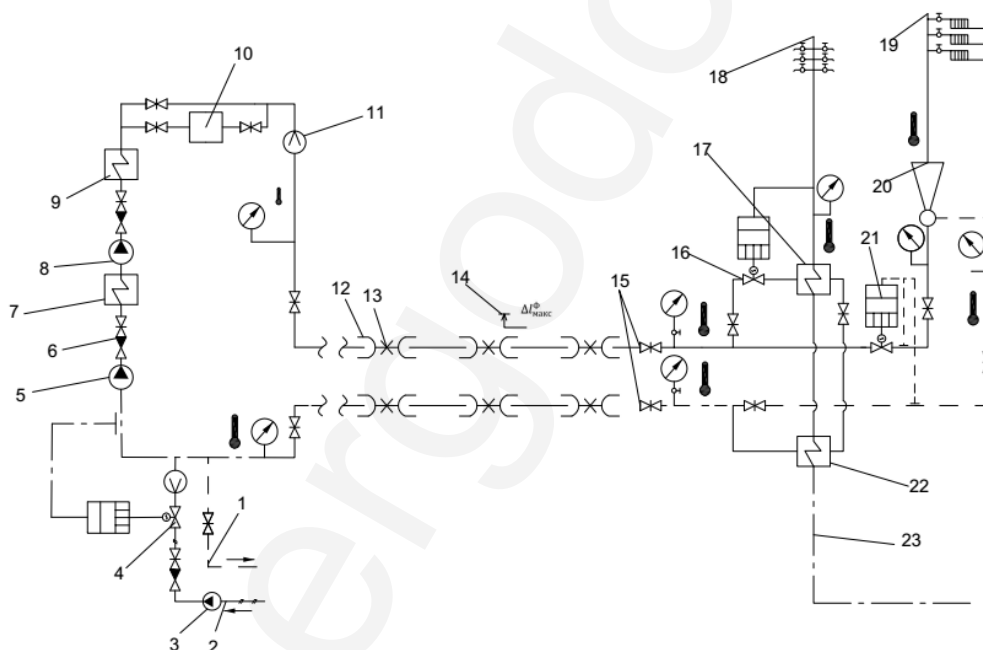
5.1.3.4 Температура в системах горячего водоснабжения должна быть не выше 65 °С. В таблице 4 приведены для справки последствия контакта кожных покровов человека с высокой температурой.

Таблица 4 – Реакция человека на контакт с высокой температурой $T_{\text{нв}}$

Температура ГВС	Реакция человека на контакт
50°	ожог после 1,5 минутного контакта
55°	ожог через 15 секунд
60°	ожог через 5 секунд
65°	ожог через 2 секунды
70°	ожог наступает мгновенно

5.2 Измеряемые параметры. Средства измерений

5.2.1 При испытании измеряются следующие значения (рисунок 2):



1 - дренажный трубопровод; 2 - подпиточный трубопровод; 3 - подпиточный насос; 4 - регулятор подпитки; 5 - первая ступень сетевых насосов; 6 - обратный клапан; 7 - первая ступень сетевых подогревателей; 8 - вторая ступень сетевых насосов; 9 - вторая ступень сетевых подогревателей; 10 - пиковый водогрейный котел; 11 - расходомер; 12 - сальниковый компенсатор; 13 - неподвижная опора; 14 - ФМП; 15 - арматура на вводе в ТП; 16 - регулятор температуры гвс; 17 - вторая ступень подогревателя гвс; 18 - система гвс; 19 - система отопления; 20 - элеватор; 21 - регулятор перепада давлений; 22 - первая ступень подогревателя гвс; 23 - холодный водопровод

Рисунок 2 - Схема работы тепловой сети и расстановки контрольно-измерительной аппаратуры при испытании

а) на ТИ:

— температура воды в подающем T_1 и обратном T_2 трубопроводах по ТМ и в коллекторах сетевой воды;

— давление в подающем P_1 и обратном P_2 трубопроводах по ТМ и в коллекторах сетевой воды;

— расход сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе по ТМ $G_{1\text{ТМ}}$ и $G_{2\text{ТМ}}$;

— расход подпиточной воды $G_{п.}$.

Для измерения параметров сетевой воды на ТИ используются существующие автоматизированные системы сбора и отображения параметров сетевой воды или штатные самопишущие СИ.

б) на ТП, на которых оборудованы пункты наблюдения (см. п.5.1.2.2):

- температура воды в подающем t_1 и обратном t_2 трубопроводах на вводе;
- температура воды в подающем трубопроводе t_3 отопительной системы;
- температура воды в системе горячего водоснабжения (гвс) $t_{гв}$;
- давление в подающем p_1 и обратном p_2 трубопроводах на вводе.

Для измерения параметров сетевой воды в ТП рекомендуется использовать самопишущие СИ:

- температуры – с основной погрешностью не более $\pm 1,0 \%$;
- давления – с основной погрешностью не более $\pm 1,5 \%$.

в) в тепловой сети:

- температура в контрольных промежуточных точках теплосети.

Для измерения температуры сетевой воды в контрольных точках тепловой сети, расположенных в тепловых камерах, должны использоваться существующие автоматизированные системы сбора и отображения параметров сетевой воды, обеспечивающие возможность регистрации температуры сетевой воды без спуска в тепловую камеру.

г) на ПНС:

- температура и давление сетевой воды во всасывающем коллекторе сетевых насосов.

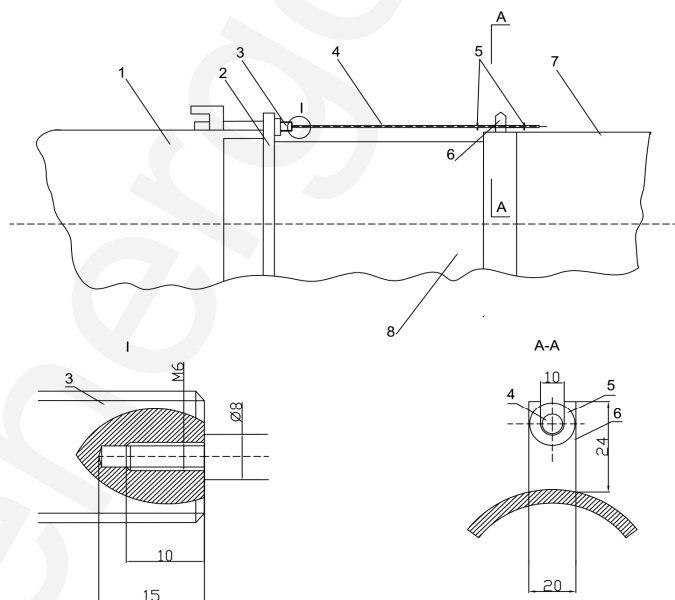
Для измерения параметров сетевой воды на ПНС используются существующие автоматизированные системы сбора и отображения параметров сетевой воды или самопишущие СИ:

- температуры – с основной погрешностью не более $\pm 1,0 \%$;
- давления – с основной погрешностью не более $\pm 1,5 \%$.

5.2.2 Максимальное перемещение стаканов сальниковых компенсаторов на подающем трубопроводе $\Delta l_{\max}$ (измеряется выборочно в предусмотренных программой местах – см. п.5.1.2.3).

Измерение значения максимального перемещения стаканов сальниковых компенсаторов должно производиться с помощью специальных фиксаторов максимального перемещения (ФМП).

Для измерения максимального перемещения стакана сальникового компенсатора (концевого сечения трубы) рекомендуется применять устройство, принципиальная конструкция которого показана на рисунке 3.



1 – корпус сальникового компенсатора; 2 – грундбукса; 3 – Т-образный болт (с торцевым сверлением и внутренней резьбой); 4 – стержень с резьбовым концом ($d_n = 8 \text{ мм}$, $l = 350-570 \text{ мм}$); 5 – фиксирующие шайбы ($d_n = 20 \text{ мм}$, $d_b = 8^{+0.2} \text{ мм}$, $\delta = 15 \text{ мм}$); 6 – вилка ($\delta = 3-5 \text{ мм}$, h – в зависимости от диаметра грундбуксы); 7 – трубопровод; 8 – стакан компенсатора.

Рисунок 3 - Фиксатор максимального перемещения стакана сальникового компенсатора

Стержень 4 одним концом ввернут в резьбу, предварительно нарезанную в торце Т-образного стяжного болта 3 грундбоксы 2 компенсатора. На другой свободный конец стержня (длина которого выбирается "по месту") насажены две фиксирующие шайбы 5, располагающиеся по разные стороны от вилки 6, которая приваривается к трубопроводу вблизи его соединения со стаканом компенсатора. Высота вилки h выбирается "по месту" в зависимости от диаметра грундбоксы.

Перед испытанием при начальной температуре воды в подающем трубопроводе шайбы подводятся вплотную к вилке, а стержень смазывается тугоплавкой смазкой. Во время повышения температуры воды при испытании вилка перемещается вместе со стаканом компенсатора и передвигает одну из шайб. После окончания испытания и понижения температуры воды до начальной производится измерение фактического максимального хода стакана компенсатора $\Delta l_{\text{макс}}^{\Phi}$ по расстоянию между шайбами. Измерение производится линейкой или рулеткой с ценой деления 1 мм с погрешностью до 1 мм.

5.3 Подготовительные работы

5.3.1 До начала испытания должны быть составлены рабочая программа испытания и перечень подготовительных мероприятий, которые утверждаются техническим руководителем ПТС и согласовываются с потребителями тепловой энергии.

Рабочая программа испытания должна быть представлена на утверждение и согласование не позднее чем за 10 календарных дней до начала испытания.

5.3.2 Не позднее чем за 7 календарных дней до начала испытания утвержденная рабочая программа испытания должна быть передана РТС, ОДС ПТС, начальнику смены ТИ и потребителям тепловой энергии для подготовки оборудования и установления требуемого режима работы тепловой сети и СТ в целом.

5.3.3 Перечень подготовительных мероприятий (организационных и технологических) должен включать в себя:

5.3.3.1 На ТИ:

а) разработка схемы включения оборудования при испытании и режимов его работы; проверка готовности оборудования к работе по намеченной схеме;

б) проверка состояния дренажного трубопровода (дренажный трубопровод должен быть выполнен из труб диаметром 100 мм с арматурой, расположенной в удобном для обслуживания месте) или гидрозатвора (если таковой имеется);

в) проверка состояния автоматических устройств и запорной арматуры на теплофикационном оборудовании;

г) установка и проверка СИ в соответствии с п.5.2.

5.3.3.2 В тепловой сети и системах теплоснабжения:

а) осмотр тепловой сети, проверка состояния сальниковых, сильфонных и других компенсаторов, фланцевых соединений, опор и других элементов, а также оборудования ПНС. Неисправности, для ликвидации которых не требуется отключения тепловых сетей (негерметичность сальниковых, фланцевых соединений и т.п.), должны быть устранены до начала испытания;

б) проверка работоспособности САР на системах теплоснабжения. Неавтоматизированные системы отопления и калориферные установки или оснащенные неработоспособными САР должны быть отключены (см.п.4.4).

в) организация предусмотренных программой пунктов наблюдения на ТП систем теплоснабжения и в тепловых сетях для контроля за режимом испытания;

г) установка СИ в пунктах наблюдения, обеспечение их освещенности;

д) установка ФМП в предусмотренных программой местах на сальниковых компенсаторах;

Фиксаторы должны настраиваться до начала испытания, поскольку во время испытания персоналу запрещается находиться в тепловых камерах и туннелях. Температура воды, необходимая для оценки компенсирующей способности сальниковых компенсаторов, должна измеряться в ближайших к месту установки ФМП тепловых пунктах.

е) отключение предусмотренных программой систем теплоснабжения;

ж) оповещение потребителей о намечаемом испытании через ответственных уполномоченных под расписку не позднее чем за 48 ч до начала испытания. Потребители, системы теплоснабжения которых на период испытания подлежат отключению, должны быть уведомлены о продолжительности отключения.

к) подготовка и проверка средств связи для обеспечения бесперебойной связи руководителя испытания с дежурным персоналом на тепловой сети, ТИ и наблюдателями на ТП систем теплоснабжения.

5.4 Составление программы испытаний

Программа испытаний должна содержать:

- 5.4.1 Объект и цель испытаний, обоснование их необходимости, объем испытаний.
 - 5.4.2 Перечень подготовительных мероприятий (организационных и технологических) в соответствии с п.5.3.3 и сроки их проведения.
 - 5.4.3 Схему включения оборудования ТИ при испытаниях.
 - 5.4.4 Параметры гидравлического и температурного режима при испытании на ТИ и в теплосетях в соответствии с п.5.1.1.
 - 5.4.5 Схему работы тепловой сети при испытании.
 - 5.4.6 Список пунктов наблюдения и измеряемые параметры.
 - 5.4.7 Перечень потребителей, для которых не допускаются перерывы в подаче тепловой энергии и которые на период испытания должны быть переведены на питание от резервных источников.
 - 5.4.8 Число наблюдателей, необходимых для проведения измерений на ТИ и на ТП, а также дежурных по трассе испытываемой тепловой сети.
 - 5.4.9 Перечень транспорта, необходимого для объезда трассы во время испытания.
 - 5.4.10 Условия проведения испытаний, в т.ч. исходное состояние системы и оборудования.
 - 5.4.11 Указания о подготовке персонала к проведению испытаний.
 - 5.4.12 Проведение инструктажа по охране труда.
 - 5.4.13 Проведение инструктажа по ведению измерений.
 - 5.4.14 Определение объема контроля, требующего повышенного внимания персонала:
 - максимальная температура сетевой воды в подающем трубопроводе на выходе с ТИ $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$;
 - максимально допустимая температура сетевой воды в обратном трубопроводе для работы сетевых насосов на ТИ и ПНС, $T_{2\text{исп}}^{\text{макс}}$;
 - давление в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ, $P_{2\text{исп}}^{\text{ТИ}}$;
 - давление в подающем коллекторе сетевой воды на ТИ, $P_{1\text{исп}}^{\text{ТИ}}$;
 - минимальный $G_{\text{исп}}^{\text{ТИ}}$ при $T_{1\text{исп}}^{\text{макс}}$;
 - максимально допустимая подпитка тепловой сети, в т.ч с учетом изменения расхода подпиточной воды при повышении и понижении температуры сетевой воды в процессе испытания;
 - температура горячего водоснабжения не более 65 °С;
 - температура в подающем трубопроводе систем отопления не более значений, приведенных в таблице 3;
 - давление в обратном трубопроводе потребителей с наибольшей геодезической отметкой – не менее 0,05 МПа.
 - 5.4.15 Уточнение действий персонала при возможных незапланированных отключениях и включениях оборудования.
- При возникновении незапланированной ситуации персонал, участвующий в испытаниях, немедленно докладывает об отклонениях ответственному руководителю испытаний и ДТС (для принятия мер) и действует в соответствии с инструкциями и указаниями руководителя испытаний и диспетчера теплосетей.
- 5.4.16 Выделение при необходимости дополнительного эксплуатационного персонала и его инструктаж.
 - 5.4.17 Перечень организаций и должностных лиц, ответственных за техническую и оперативную часть испытаний.
 - 5.4.18 Перечень организаций и лиц, согласовывающих программу испытаний.
 - 5.4.19 Перечень и последовательность технологических операций при подготовке и проведении испытаний и их исполнители с указанием: ожидаемого режима работы испытываемого оборудования, времени начала и окончания технологических операций.
 - 5.4.20 Время начала и окончания испытаний по каждому этапу.
 - 5.4.21 Допускаемые режимы работы оборудования и меры по предупреждению отклонений от них при испытаниях.
 - 5.4.22 Указания о возможной корректировке хода испытаний (перерыв, повторение опытов, прекращение испытаний и т.д.) по промежуточным результатам испытаний.

5.4.23 Указания о состоянии схемы режима работы оборудования после завершения испытаний.

5.4.24 Требования охраны труда при проведении испытаний тепловых сетей на повышенную температуру теплоносителя.

5.4.25 Необходимые схемы, чертежи, графики.

6 Порядок проведения испытаний

6.1 Перед началом испытания производится расстановка персонала в пунктах наблюдения и по трассе тепловой сети.

6.2 В предусмотренный программой срок на ТИ начинается постепенное повышение температуры воды до установленного максимального значения при строгом контроле за давлением в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ и величиной подпитки (дренажа).

Заданная максимальная температура теплоносителя поддерживается постоянной в течение установленного программой времени, а затем плавно понижается до исходного значения.

6.3 Скорость повышения и понижения температуры воды в подающем трубопроводе должна быть равномерной, чтобы в течение всего периода испытания соблюдалось заданное давление в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ. Поддержание давления в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ при повышении температуры первоначально должно проводиться путем регулирования величины подпитки, а после полного прекращения подпитки, в связи с увеличением объема сетевой воды при нагреве – путем дренирования воды из обратного коллектора.

6.4 Для создания возможного автоматического регулирования давления в обратном коллекторе сетевой воды на ТИ в период дренирования воды (при неавтоматизированном дренаже) допускается превышение расхода дренируемой воды по сравнению с необходимым до значения, при котором вступает в работу регулятор подпитки. Расход дренируемой воды (по расходомеру подпитки) при этом должен устанавливаться возможно меньшим.

6.5 С момента начала прогрева тепловой сети и до окончания испытания во всех пунктах наблюдения должны непрерывно (с интервалом 10—15 мин) вестись измерения и запись температур и давлений сетевой воды.

6.6 Руководитель испытания по данным, поступающим из пунктов наблюдения, должен следить за повышением температуры сетевой воды на ТИ и в тепловой сети и прохождением температурной волны по участкам тепловой сети.

6.7 Для своевременного выявления повреждений, которые могут возникнуть в тепловой сети при испытании, особое внимание должно уделяться режимам подпитки и дренирования, которые связаны с увеличением объема сетевой воды при ее нагреве. Поскольку расходы подпиточной и дренируемой воды в процессе испытания значительно изменяются, это затрудняет определение по ним момента появления неплотностей в тепловой сети. Поэтому в период неустановившегося режима необходимо анализировать причины каждого резкого увеличения расхода подпиточной воды и уменьшения расхода дренируемой воды.

6.8 Нарушение плотности тепловой сети при испытании может быть выявлено с наибольшей достоверностью в период установившейся максимальной температуры сетевой воды. Резкое отклонение величины подпитки от начальной в этот период свидетельствует о появлении неплотности в тепловой сети и необходимости принятия срочных мер по ликвидации повреждения.

6.9 Специально выделенный персонал во время испытания должен объезжать и осматривать трассу тепловой сети (без спуска в тепловые камеры и туннели) и о выявленных повреждениях (появление парения, воды на трассе сети и др.) немедленно сообщать руководителю испытания. При обнаружении повреждений, которые могут привести к серьезным последствиям, испытание должно быть приостановлено до устранения этих повреждений.

6.10 Системы теплоснабжения, температура воды в которых при испытании превысила допустимые значения: расчетную температуру воды для систем отопления (таблица 3); 65°С - для систем горячего водоснабжения, должны быть немедленно отключены.

6.11 Основным этапом испытаний считается завершённым после прохождения во всех пунктах наблюдения температурной волны и понижения температуры сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети до 70-80°С.

7 Выявление дефектов, обработка и оценка результатов испытаний

7.1 По окончании основного этапа испытания должен быть произведен тщательный осмотр испытанной тепловой сети, включающий:

- а) выявление мест неплотностей трубопроводов, их элементов, сварных соединений;
- б) проверку состояния компенсаторов в тепловой сети (целостность и плотность конструкций и сварных соединений, герметичность уплотнений сальниковых компенсаторов, наличие на поверхности стаканов компенсаторов следов теплового перемещения трубопроводов (что указывает на функционирование компенсаторов);
- в) проверку состояния неподвижных и подвижных опор, расположенных в доступных для осмотра местах (выявление мест смещения опор, наличия поврежденных элементов);
- г) проверку состояния запорной арматуры (целостность арматуры, плотность фланцевых соединений и сальниковых уплотнений);
- д) проведение измерений величин фактических максимальных перемещений стаканов сальниковых компенсаторов, по смещению фиксирующих шайб в местах установки ФМП.

7.2 Для сальниковых компенсаторов, на которых устанавливались ФМП, производится сопоставление значений фактических и теоретических перемещений стаканов компенсаторов.

Величина теоретического перемещения стакана сальникового компенсатора (концевого сечения трубопровода компенсируемого участка) для стального трубопровода, свободно проложенного в канале, туннеле или надземно, определяется по формуле (мм):

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot l, \quad (2)$$

- где α — коэффициент термического линейного удлинения трубы [для углеродистой стали $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$];
- Δt — разность между максимальной и начальной температурами сетевой воды при испытании, $^\circ\text{C}$;
- l — длина участка от неподвижной опоры до концевого сечения трубопровода (до стакана компенсатора), м.

7.3 Величину теоретического перемещения стаканов сальниковых компенсаторов для стальных трубопроводов, проложенных бесканально, можно принимать по проектным данным на расчет трубопровода.

7.4 Значение фактического максимального перемещения стаканов сальниковых компенсаторов должно составлять не менее 75% теоретического значения. Меньшее значение свидетельствует о неудовлетворительной компенсирующей способности трубопроводов и оборудования компенсируемого участка тепловой сети и необходимости выявления причин «недокомпенсации».

Причинами «недокомпенсации» могут быть: просадка теплопровода, вызывающая перекося сальникового компенсатора, смещение неподвижной опоры, чрезмерное уплотнение сальниковой набивки компенсатора и т.п.

7.5 После проведения испытания должен быть составлен акт (рекомендуемая форма акта приведена в приложении А), содержащий:

- а) краткие данные по режиму испытания:
 - максимальные значения температуры сетевой воды в подающем и обратном коллекторах, достигнутые при испытании на ТИ;
 - максимальное и минимальное давление воды в подающем и обратном коллекторах сетевой воды на ТИ;
 - максимальный и минимальный расход сетевой воды;
 - максимальные значения температуры воды в подающем трубопроводе, достигнутые в конечных точках тепловой сети;
 - продолжительность поддержания максимальной температуры воды в подающем трубопроводе тепловой сети;
 - время пробега «температурной волны» до наиболее удаленной точки тепловой сети;
 - максимальный расход подпиточной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$:
 - перед «температурной волной» при $T_{1\text{исх}}$;
 - в период подъема температуры от $T_{1\text{исх}}$ до $T_{1\text{п}}$;
 - в период поддержания $T_{1\text{п}}$;
 - в период снижения температуры от $T_{1\text{п}}$ до $T_{1\text{исх}}$;
 - после выхода на $T_{1\text{исх}}$.

б) перечень повреждений (дефектов), имевших место при испытании и выявленных при окончательном осмотре сети, и предполагаемые причины их возникновения в соответствии с [4];

в) перечень затруднений и неполадок, имевших место при создании и поддержании режимов испытания; меры, принятые для их устранения.

Если в процессе испытания наблюдались затруднения с подъемом температуры сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети до заданного значения, имели место большие величины падения температуры по длине сети или возникали другие трудности, мешавшие обеспечению заданных программой режимов испытания, все они должны быть отражены в акте.

7.6 По окончании испытания эксплуатационный персонал потребителей тепловой энергии должен произвести осмотр оборудования тепловых пунктов и систем теплоснабжения, находившихся во время испытания в работе.

8 Требования охраны труда при проведении испытаний на повышенную температуру теплоносителя

8.1 Основным условием обеспечения безопасной работы являются знание и безусловное выполнение правил охраны труда.

8.2 При проведении испытаний тепловых сетей должны соблюдаться требования безопасности, предусмотренные ТКП 459, ТКП 608, а также:

- Инструкцией по эксплуатации тепловых сетей РТС;
- Инструкция по охране труда для слесаря по обслуживанию тепловых сетей;
- Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.

8.3 Персонал, участвующий в проведении испытания тепловых сетей, должен иметь удостоверение по ОТ, обеспечивается СИЗ по требованиям ОТ.

8.4 При проведении испытаний тепловых сетей запрещается:

- проводить на испытываемой тепловой сети работы, не связанные с испытанием;
- находиться и опускаться в тепловые камеры и каналы;
- располагаться против фланцевых соединений и арматуры;
- устранять выявленные неисправности.

8.5 На время испытаний следует организовать наблюдение за всей трассой тепловой сети. Особое внимание должно быть уделено участкам сети в местах движения пешеходов и транспорта, участкам бесканальной прокладки, участкам, на которых ранее имелись случаи коррозионного разрушения труб и т.п.

8.6 При обнаружении в каком-либо месте тепловой сети признаков утечки теплоносителя (парение, появление горячей воды, образование промоин) необходимо немедленно принять меры к ограждению этого участка, одновременно оповестить руководителя испытаний и ДТС, организовать дежурство персонала до ликвидации повреждения.

Приложение А
(обязательное)

**Рекомендуемая форма акта
об испытании водяной тепловой сети на повышенную температуру теплоносителя**

УТВЕРЖДАЮ:
Первый заместитель директора –
главный инженер филиала

« ____ » _____ 202_ г.

**Акт
об испытании водяной тепловой сети
на повышенную температуру теплоносителя**

Филиал _____
Район теплосети _____
Источник тепловой энергии _____

Мы, нижеподписавшиеся,
начальник района РТС _____
технический руководитель теплоисточника _____
руководитель испытаний _____
составили настоящий Акт о том, что на тепловой сети (магистральной № _____)
от теплоисточника _____

было проведено испытание на повышенную температуру теплоносителя.

1 Параметры испытаний

а) температура сетевой воды:

— максимальная температура сетевой воды в подающем трубопроводе на выходе от теплоисточника, достигнутая при испытании, _____ °С;
— максимальная температура сетевой воды в обратном коллекторе на теплоисточнике, _____ °С;
— максимальная температура сетевой воды в подающем трубопроводе в конечных точках тепловой сети (на тепловых пунктах наиболее удаленных систем теплопотребления) _____ °С;

б) давление сетевой воды:

— максимальное и минимальное давление воды в подающем коллекторе сетевой воды на теплоисточнике от _____ МПа до _____ МПа;
— максимальное и минимальное давление воды в обратном коллекторе сетевой воды на теплоисточнике от _____ МПа до _____ МПа;

в) максимальный и минимальный расход сетевой воды на теплоисточнике от _____ до _____ м³/ч;

г) максимальный расход подпиточной воды _____, м³/ч;

д) продолжительность поддержания максимальной температуры сетевой воды на теплоисточнике _____ ч;

е) время пробега «температурной волны» до наиболее удаленных потребителей _____ ч.

2 Перечень повреждений (дефектов), имевших место при испытании и выявленных при окончательном осмотре сети, и предполагаемые причины их возникновения: _____

3 Перечень затруднений и неполадок, имевших место при создании и поддержании режимов испытания; меры, принятые для их устранения: _____

Подписи:

Начальник района РТС _____
Технический руководитель источника тепловой энергии _____
Руководитель испытаний _____

Библиография

- [1] СТП 33240.20.501-23 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей»;
- [2] СТП 33240.38.501-21 «Типовая инструкция по эксплуатации тепловых сетей»;
- [3] СТБ 2252-2012 Трубы стальные, предварительно термоизолированные пенополиуретаном. Технические условия;
- [4] СТП 09110.39.504-06 Типовая инструкция по техническому обслуживанию трубопроводов и оборудования тепловых сетей в процессе эксплуатации.