

Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР
Ордена Трудового Красного Знамени
Академия коммунального хозяйства им. К.Д.Панфилова

У т в е р ж д а ю
Зам. генерального директора
ПС "Роскоммунэнерго"
Э. Б. И х
26 июня 1989 г.

У К А З А Н И Й
ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ
КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Отдел научно-технической информации АКХ
Москва 1990

В настоящих указаниях приводятся практические меры приятия технического и организационного характера, применение и соблюдение которых в процессе эксплуатации позволит повысить надежность систем теплоснабжения. К ним относятся мероприятия по совершенствованию эксплуатации, разорвиранных, защиты от гидравлических ударов, применению передвижных котельных, автоматизации систем. Указания составлены отделом коммунальной энергетики АКО им. К.Д.Памфилова (канд.техн.наук Н.Г.Дворецков, ст.науч.сотр. В.С.Фаликов, инж. Н.А.Кузнецова) и предназначены для теплоснабжающих организаций.

Замечания и предложения по указаниям: просьба направлять по адресу: 123371. Москва, Волоколамское шоссе, 115. АКО им. К.Д.Памфилова, отдел коммунальной энергетики.

СЕДЬМАЯ ЧАСТЬ

1. Повышение надежности систем коммунального теплоснабжения является одной из важнейших задач службы эксплуатации. Развитие круговых систем теплоснабжения, стационарных тепловых сетей, проложенных в годы массового строительства, увеличение изнашиваемости теплопроводов до 30–40 и более лет, разрывов на 100 м в год приводят к снижению надежности теплоснабжения, значительным эксплуатационным затратам и отрицательным социальным последствиям. Изврежения на трубопроводах большого диаметра приводят к гигантским перерывам в подаче теплоты целым жилым районам и к выходу из строя систем отопления в десятках зданий.

Надежность функционирования системы теплоснабжения должна обеспечиваться целым рядом мероприятий, осуществляемых на стадиях проектирования и строительства, а также в период эксплуатации.

2. Под надежностью понимается свойство системы теплоснабжения выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования. Применительно к системе коммунального теплоснабжения в числе заданных функций рассматривается бесперебойное снабжение потребителей теплом и горячей водой требуемого качества и недопущение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды. Надежность является комплексным свойством, сно в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать ряд свойств (а отдельности или в од-

релевиенном сочетании), основными из которых являются безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимная управляемость, живучесть и безопасность.

3. Ниже приведены определения терминов свойств, характеризующих надежность.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устраниению их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно сохранять исправное или только работоспособное состояние в течение и после хранения.

Устойчивоспособность – свойство объекта непрерывно сохранять устойчивость в течение некоторого времени.

Режимная управляемость – свойство объекта поддерживать нормальный режим посредством управления.

Живучесть – свойство объекта противостоять воздействиям, не допуская их каскадного развития с массовым параллелизмом погибели потребителей.

Безопасность – свойство объекта не допускать ситуации, опасные для людей и окружающей среды.

4. Степень снижения надежности выражается в частоте возникновения отказов и величине снижения уровня работоспособности или уровня функционирования системы теплоснабжения. Полностью работоспособное состояние – это состояние системы, при котором выполняются все заданные функции в полном объеме. Иод отказом понимается событие, заключающееся в переходе системы теплоснабжения с одного

уровня работоспособности на другой, более низкий в результате выхода из строя одного или нескольких элементов системы. Событие, заключающееся в переходе системы теплоснабжения с одного уровня работоспособности на другой, отражающееся на теплоснабжении потребителей, является аварией. Таким образом, авария также является отказом, но с более тяжелыми последствиями.

5. Наиболее слабым звеном системы теплоснабжения являются тепловые сети. Основная причина этого - наружная коррозия подземных теплопроводов, в первую очередь подземных линий водяных тепловых сетей, на которые приходится 80% всех повреждений.

6. В настоящие времена не имеется какой-либо общей термина надежности системы теплоснабжения, позволяющей оценивать надежность системы по всем или большинству показателей надежности, характеризующих в совокупности надежность системы. Отсутствуют какие-либо нормативные документы по надежности систем теплоснабжения. Оценка надежности системы производится на основе использования отдельных показателей надежности. В частности, для оценки надежности системы теплоснабжения используются такие показатели, как интенсивность отказов и относительный аварийный недоотпуск теплоты.

7. Интенсивность отказов определяется по зависимости

$$P = \sum \dot{M}_{\text{от}} n_{\text{от}} / \sum M n$$

где $\dot{M}_{\text{от}}$ - материальная характеристика участков тепловой сети, выключенных из работы при отказе, м^2 ; $n_{\text{от}}$ - время вынужденного выключения участков сети, вызванное отказом и его устранением, ч; $\sum M n$ - произведение материальной характеристики тепловой сети данной системы теплоснабжения на плановую длительность ее работы за заданный период времени (обычно за год).

Материальной характеристикой тепловой сети, состоящей из "n" участков, является величина $= \sum_1^n d_i$, которая предста-

ляющей сумму произведений диаметров трубопроводов на их длину в метрах (учитываются как подавление, так и обратные трубопроволы).

8. Относительный аварийный недоотпуск теплоты может быть определен по формуле

$$\eta = \Sigma Q_{av} / \Sigma Q$$

где ΣQ_{av} - аварийный недоотпуск теплоты за год; ΣQ - расчетный отпуск теплоты всей системой теплоснабжения за год.

9. Указанные показатели в определенной мере характеризуют надежность работы системы теплоснабжения. По анализу изменения этих показателей во времени (например из года в год) можно судить о прогрессе или деградации надежности системы теплоснабжения.

10. Объективная оценка надежности системы может быть произведена только при ведении тщательного учета всех аварий и отказов, возникающих в системе в процессе эксплуатации. Анализ зарегистрированных соютий позволяет выявить наличие элементов повышенной неизменности с целью принятия своевременных мер по замене или ремонту несовершенных и изношенных элементов системы. Учет аварий и отказов должен вестись на каждом предприятии в обязательном порядке. Бюджеты учета аварий и отказов приведены в прил. I, 2 и 3.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

II. В соответствии со СНиП 2.04.07-86 "Тепловые сети" (М., 1988) в тепловых сетях при проектировании должно предусматриваться резервирование цепочки теплоты потребителям за счет совместной работы источников теплоты, а также устройства переключек между тепловыми сетями смежных районов.

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходимых каналах и бескирпичной прокладке резервная подача тепло-

ты предусматривается в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха для отопления и диаметров трубопроводов, принимаемых по табл. I.

Т а б л и ц а I

Минимальный диаметр трубопроводов, мм	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления t_0 , $^{\circ}\text{C}$				
	-10	-20	-30	-40	-50
Допускаемое снижение подачи теплоты, %					
300	-	-	-	-	50
400	-	-	-	50	60
500	-	-	50	60	70
600	-	50	60	70	80
700 и более	50	60	70	80	90

П р и м е ч а н и е. Знак "-" означает, что резервной подачи теплоты не требуется.

Резервирование подачи теплоты по тепловым сетям, проектируемым низоюще и в туннелях, предусматривать не следует.

12. Для зданий, в которых не допускаются перерывы в подаче теплоты (больницы, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картиные галереи и т.д., устанавливаемые в зданиях из проектирование), следует предусматривать резервирование, обеспечивающее 100%-ную подачу теплоты тепловыми сетями. Допускается предусматривать местные резервные источники теплоты.

13. В зданиях из проектирование, дополнительно к перечисленным выше объектам, следует предусматривать резервирование, обеспечивающее 100%-ную подачу теплоты тепловыми сетями для больничных покоев, детских яслей и садов, детских домов, школ-интернатов, очагов для инвалидов и престарелых, стаций скорой помощи, музеев, АТС, телевидения и радиостанций.

14. С учетом климатических условий к потребителям тепла первой категории могут быть также отнесены жилые микрорайоны с населением, для которых также должно предусматриваться 100%-ное резервирование подачи теплоты (см. ниже).

<u>Население, тыс.чел.</u>	$t_H^P, ^\circ C$
2	{ -40)
5	{ -40 } - { -31 }
10	{ -30 } - { -21 }
20	{ -20 } - { -11 }
50	Выше (-10)

15. Надежность существующей системы теплоснабжения в городе может быть повышена путем осуществления совместной работы нескольких источников тепла на единую тепловую сеть, создания узлов распределения, прокладки резервных переключек.

16. При наличии в городе нескольких источников тепла должна быть проанализирована возможность работы их на единую тепловую сеть и создания для нескольких из них единой тепловой сети. В этом случае при аварии на одном из источников тепла имеется возможность частичного обеспечения тепловой нагрузки единой тепловой сети за счет других источников тепла. Предлагаемые основные тепловые и гидравлические режимы, возникающие в аварийной ситуации, должны быть рассчитаны проектной организацией и реализовываться эксплуатирующей организацией. При наличии программы гидравлического расчета и ЭВМ расчет производится при аварии.

17. Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла.

18. В крупных системах теплоснабжения от ТЭЦ к районным котельным мощностью 300 Гкал/ч и более целесообразно

устройство узлов распределения (УР) (СНиП 2.04.07-86, п.1.2) с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивая в случае аварии подачу тепла через переключки между магистральными, а в идеальном случае – путем подключения к другим магистралям.

19. Наличие в тепловой сети УР позволяет получать управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников – возможность изменения режима работы сети в широких пределах.

20. Надежность системы теплоснабжения может быть повышена путем устройства переключек между магистральными сетями, проложенными различно от одного или разных источников теплоты.

Переключки используются как в нормальном, так и в аварийном режимах работы. Наличие переключек позволяет обеспечить бесперебойное теплоснабжение и значительно снизить неизотпуск теплоты при аварии. Количество и диаметры переключек определяются исходя из режима резервирования при снижении расхода теплоносителя в соответствии с табл. I.

21. Проработка вопросов, связанных с осуществлением совместной работы нескольких источников тепла на единую тепловую сеть, создание узлов распределения и проектирование резервных переключек, должна производиться специализированной проектной и малюночной организацией.

В настоящее время указанные вопросы целесообразно решать при разработке схем теплоснабжения городов.

22. Принципиальная схема тепловых систем с совместной работой на единую тепловую сеть двух районных котельных, устройством переключек между магистральными и узлами распределения приведены на рис. I. Наличие в городе такой схемы теплоснабжения позволяет осуществлять непрерывную подачу тепла через групповые кипящие котлы в результате и двухстороннего присоединения к сети, при выключении любого участка сети, из которого произошла авария. Для источни-

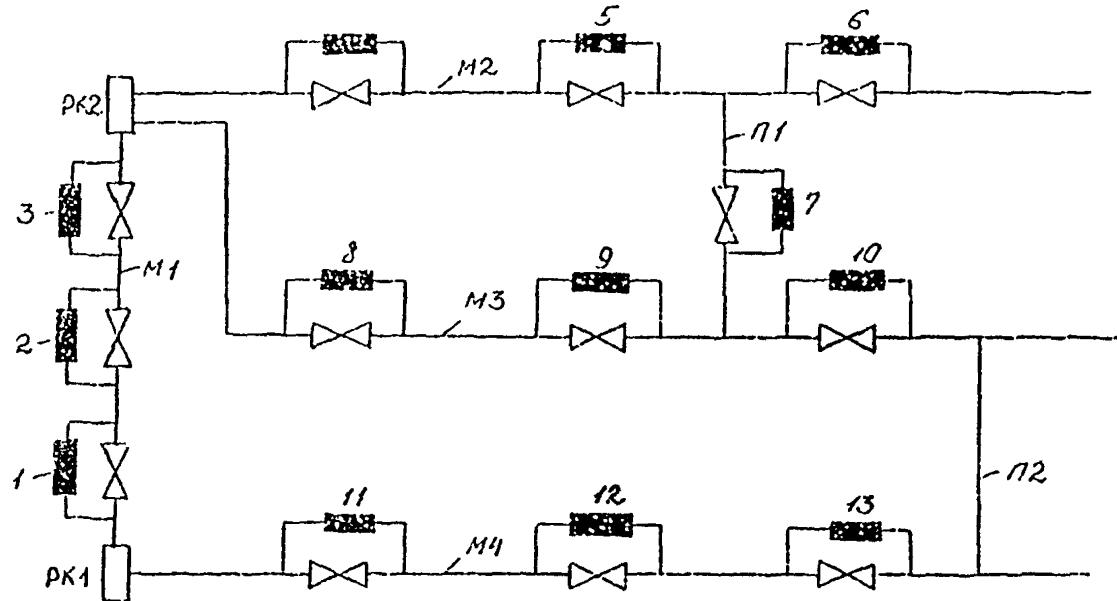


Рис. 1. Принципиальная схема тепловых сетей с совместной работой источников тепла, с устройствами переключения и ГИИ:
 РК - районная котельная; 11-14 - изистраты; П-П2 - переключатели; I-13 - групповые тензометрические пункты

ка тепла обеспечивают возможность использования свободной тепловой мощности при аварии на одном из них. При работе схем теплообменника городов необходимо обратиться к тому, чтобы и распределительные тепловые сети, к которым подключаются центральные тепловые пункты, выполнялись аналогичным образом с двухсторонним подключением ЦП и устройством переключек.

23. При проектировании котельных центров предусматриваться яво входа водопровода и электроснабжения, а также резервное топливо.

24. Практика эксплуатации показывает, что при осуществлении плана ликвидации пожаров котельных, замыкание их группами источников теплоты нежелательно, находящиеся в технически исправном состоянии, целесообразно оставлять в резерве.

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

25. В современных условиях комплексная автоматизация систем теплоснабжения является как одну из основных задач - автоматизацию регулирования отпуска теплоты на стоянение и горячее водоснабжение в тепловых пунктах зданий (ЦП, НП). Главная цель автоматизации регулирования в ЦП, НП - получение экономии теплоты и соответственно теплита, обеспеченные корректными условиями в отапливаемых помещениях.

Решается эта задача путем установки в тепловых пунктах средств автоматического регулирования отпуска теплоты (регуляторов ЧМП систем отопления и горячего водоснабжения) и необходимых смежных устройств (корректирующих насосов смешения, засораторов с регулируемым соллом) согласно СНиП 2.04.07-86 "Теплотечные сети" и "Основным положениям ... [18]. Основные схемы автоматизации ЦП и НП приведены на рис. 2 и 3.

26. Отключение с реверсом главной засораторной автоматики тепловых пунктов способствует повышению надежности

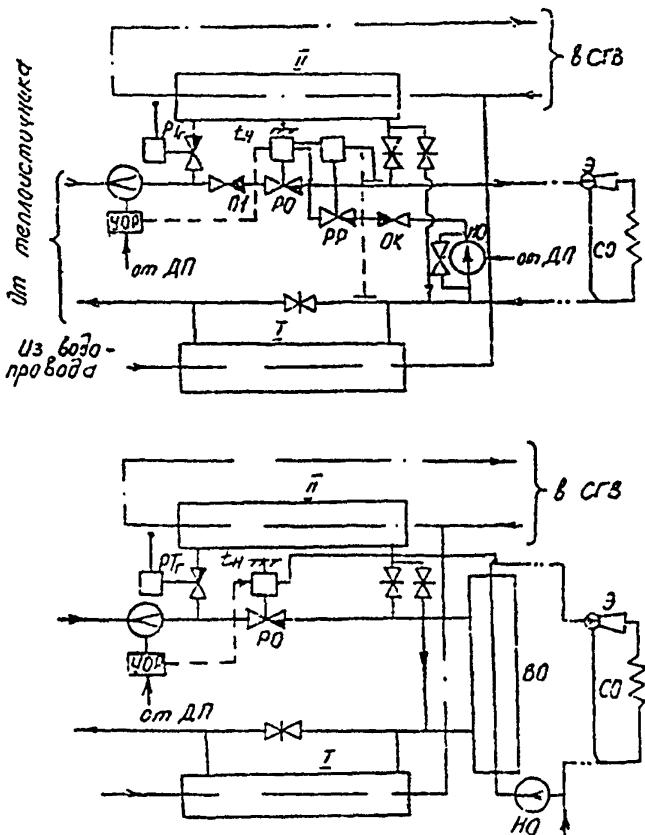


Рис. 2. Схема теплового пункта со смешанным подогревом горячего водоснабжения:

I, II - ступени водонагревателя горячего водоснабжения; РТ_Г - регулятор температуры воды на горячее водоснабжение; РО - регулятор отопления; НС - насос смешения; СК - обратный клапан; Э - элеватор; СО, СГВ - слоты отопления, горячего водоснабжения; РО, НО - водонагреватель и насос отопления; ДП - дисплетерский пункт; ЧОТ - устройство ограничения расхода; РР - регулятор перепада давлений (расхода) воды

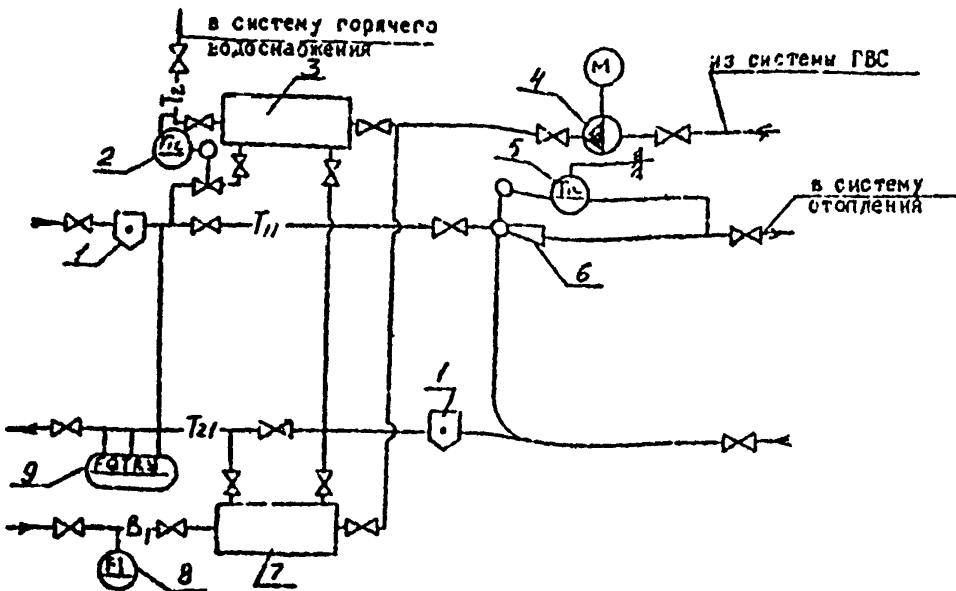


Рис. 3. Схема автоматизации ИП с элеваторами: присоединение системы отопления и смешанным присоединением водонагревателей горячего водоснабжения:

1 - гравийник; 2 - регулятор температуры ГВ; 3 - водонагреватель II ступени; 4 - насос;
5 - регулятор отпуска теплоты на отопление; 6 - элеватор с регулируемым сечением сопла;
7 - водонагреватель I ступени; 8 - насос; 9 - теплосчетчик

систем теплоснабжения. При наилучшей автоматизации могут быть достигнуты:

улучшение состояния изоляции трубопроводов и связанные с этим снижение коррозионной износостойкости тепловых сетей за счет поддержания температуры $\geq 100^{\circ}\text{C}$ при 100%-ной автоматизации;

улучшение условий работы компенсаторных устройств тепловых сетей;

подача теплоты потребителям в требуемом количестве (соответствующем данной температуре наружного воздуха) при ликвидации аварий в сетях с резервированием;

обеспечение устойчивого гидравлического режима работы систем отопления зданий при снижении температуры сетевой воды против требуемой по графику;

автономная циркуляция в местных системах отопления при аварийном падении давления в тепловых сетях, позволяющая снизить вероятность повреждений систем отопления потребителей.

27. Улучшение состояния изоляции трубопроводов и улучшение условий работы компенсаторных устройств обеспечивается осуществлением центрального регулирования отпуска теплоты на теплопоточнике по ступенчатому температурному графику регулирования при постоянной температуре.

Ступенчатый температурный график регулирования (рас.4) представляет собой: график, в каждой из ступеней которого температура подающей сетевой воды T_c поддерживается постоянной и выше 100°C . Отпуск теплоты по такому графику

обеспечивает при незначительном повышении тепловых потерь в сети снижение износостойкости теплопроводов от наружной коррозии благодаря достаточно высокой температуре в зоне контакта трубопровода с его изоляцией. Следует отметить, что увеличение затрат, связанное с потерями тепловых потерь в сетях, в определенной степени компенсируется снижением затрат на электроэнергию, так как ступенчатый график обуславливает резкое сокращение расходов сетевой воды.

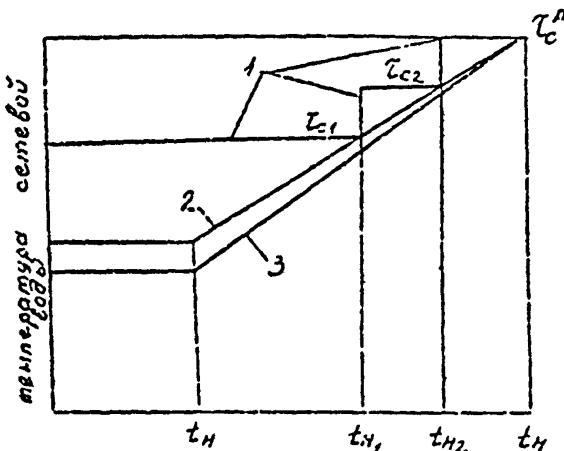


Рис. 4. Температурный график центрального регулирования отпуска теплоты при автоматизации III:

1 – ступенчатый при постоянной температуре; 2 – качественного регулирования по совмещенной нагрузке отопления и ГВС районе теплоснабжения; 3 – качественного регулирования по нагрузке отопления, ограниченный изменением температуры, необходимый для подогрева воды, поступающей в систему ГВС

Кроме отмеченного, указанный график обуславливает улучшение работы компенсаторных устройств в сетях благодаря сокращению диапазона изменения температуры сетевой воды ($100\text{--}150$ вместо $70\text{--}150^{\circ}\text{C}$) и увеличению времени работы с постоянной температурой.

По данным АКХ [9], наиболее целесообразен следующий график (см. рис. 4, кривая I):

первая ступень – при температуре наружного воздуха $t_n > +1$ (включая и летний период) температура подаваемой сетевой воды $T_{c1} = 105\text{--}120^{\circ}\text{C}$;

вторая ступень - при $t_{n_1} > t_n > t_{n_2}$ температура подающей сетевой воды $\bar{t}_{c_2} = 125\text{--}135^\circ\text{C}$;

третья ступень - при $t_n < t_{n_2}$ температура подающей сетевой воды равна расчетной, т.е. $\bar{t}_c = \bar{t}_c$.

Значения температур наружного воздуха t_{n_1} и t_{n_2} , при которых происходит переход с одной ступени на другую, принимаются согласно повышенному или отопительному графику. Меньшее значение \bar{t}_{c_1} и соответственно для \bar{t}_{c_2} принимается при относительно меньшей протяженности тепловых сетей, большее значение - при большой протяженности сетей (с учетом обеспечения у наиболее удаленного потребителя температуры сетевой воды не ниже 100°C).

Для условий Москвы (расчетная температура наружного воздуха для отопления $t_n^P = -26^\circ\text{C}$, отношение нагрузок горячего водоснабжения к отоплению жилых зданий равно 0,25), например, может быть принята первая ступень графика $\bar{t}_c = 120^\circ\text{C}$ при $t_n > -13^\circ\text{C}$, которая составляет по длительности 88% отопительного сезона; вторая ступень $\bar{t}_{c_2} = 135^\circ\text{C}$ при $-13^\circ\text{C} > t_n > -19^\circ\text{C}$ с длительностью 8% сезона; третья ступень $\bar{t}_{c_3} = \bar{t}_c^P$ при $t_n < -19^\circ\text{C}$ (длительность 4%).

Если теплоисточник не имеет избытков тепловой мощности для покрытия максимальной нагрузки горячего водоснабжения, то график должен состоять из двух частей: первая полностью соответствует указанной выше первой ступени (при $t_n > t_{n_1}$, $\bar{t}_{c_1} = 105\text{--}120^\circ\text{C}$); во второй части при $t_{n_1} > t_n > t_n^?$ температура \bar{t}_{c_2} изменяется по повышенному или отопительному графику (см. рис. 4, кривые 2,3).

Для реализации такого графика необходима сложная автоматизация отпуска теплоты на отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию и другие потребители в тепловых пунктах, непосредственно присоединенных к магистральной тепловой сети (в случае частичной автоматизации чрезвычайно ограниченные потребители недопустимо перегреваются). Теплоисточником при этом может быть котельная, а также может быть ТЭЦ при технико-экономическом обосновании с учетом повы-

шенияя доли отбора пара повышенного давления и, следовательно, снижения экономичности выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

28. Недавние автоматизации отпуска теплоты в тепловых пунктах тепловых сетей с резервированием (путем устройства перемычек между тепловыми сетями смежных районов согласно СНиП 2.04.07-86, п. 3.1) позволяет осуществить либоное маневрирование температурой сетевой воды.

При ликвидации аварий на отдельных участках сети можно, зная температуру, подать всем потребителям теплоту на отопление в целях объеме (соответственно данной температуре наружного воздуха) при сниженном расходе сетевой воды на отопление. Значение этого расхода определяют расчетом на СНиП для каждой конкретной сети с учетом имеющихся перемычек и места аварии. Зная этот расход W_0 , температуру наружного воздуха t_n и требуемый для данной температуры t_{n0} расход теплоты на отопление Q_0 , находит необходимую температуру воды в подающем сетеевом трубопроводе согласно работе [14]:

$$\bar{t}_{01} = t_n + \bar{Q}_0 (t_{n0} - t_{nC}) + \frac{0.5 + u}{1 + u} \frac{\delta t'_0}{W_0} + \frac{\Delta t'_0}{2 \Gamma_2^2} \geq 70, \quad (1)$$

где $\bar{Q}_0 = Q_0 / Q_0$, Q_0 – расчетный расход теплоты на отопление, Гкал/ч; t_{n0} – расчетная температура воздуха в помещениях, °С; t_{nC} – расчетная температура наружного воздуха для систем отопления, °С; u – коэффициент смещения алеватора; t'_0 – разность температур сетевой воды перед алеватором, °С; $W_0 = W_0 / W_0$, W_0 – расчетный расход сетевой воды, т/ч; $\Delta t'_0$ – температурный напор нагревательного прибора, °С.

Если отпуск теплоты от теплоисточника производится по ступенчатому графику (см. рис. 4), то температура \bar{t}_{01} приближается к этому графику, но не выше значения согласно формуле (1).

Как видно из формулы (1), чем меньше \bar{W}_0 (чем больше отличается сниженный расход в сети от расчетного значения W_0), тем большее должна быть температура T_0 , чтобы осуществить 100%-ную подачу теплоты потребителям при авариях в сети с резервированием. Отметим, что при этом надежность теплоснабжения зданий существенно повышается по сравнению с СНиП 2.04.07-86 (п. 3.1, табл. 1), которые предусматривают при аналогичных условиях снижение подачи теплоты потребителям от 50 до 90%.

Увеличение температуры сетевой воды при сниженном расходе воды может осуществляться при теплоснабжении как от котельной, так и от ТЭЦ.

29. Гидравлический режим работы автоматизированных систем отопления зданий ухудшается при снижении против градиента температуры сетевой воды, в том числе при аварии на теплосисточнике; при этом регулирующие клапаны авторегуляторов отпуска теплоты на отключение полости открываются и возможна разрегулировка тепловой сети, так как головные потребители отберут из сети большой расход, чем концевые потребители. Чем выше гидравлическая устойчивость сети, тем больше величина указанной разрегулировки и больше снижается надежность теплоснабжения.

Устранить этот недостаток возможно, как это предлагается рядом организаций, путем установки дополнительных регуляторов давления (перепада давления). Однако это приводит, во-первых, к удорожанию автоматизации, во-вторых, к усложнению работы средств автоматизации в тепловых пунктах из-за взаимного влияния авторегуляторов отпуска теплоты и гидравлического режима.

Эффективное решение этого вопроса для ЦП с насосом смешения возможно путем использования предложенной АХК им. К.Д.Нагибилова самопрограммирующейся системы автоматического регулирования отпуска теплоты с двумя авторегуляторами I, 2 и логико-переключающим устройством З (рис.5). Система настраивается тремя обозначениями, что при наличии тре-

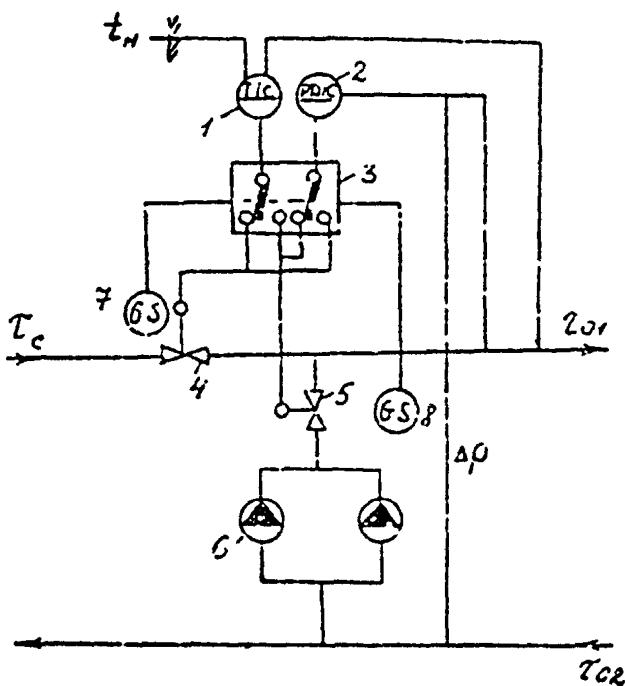


Рис. 5. Схема, пригодная для самоприспособляемойся системы автоматического регулирования отпуска температы в ЦПИ:

1 - регулятор температы; 2 - регулятор расхода; 3 - переключатель устройства; 4 - клапан на подаче питки; 5 - клапан на приемнике; 6 - насосы стартовые; 7, 8 - конечные выключатели

бумой температура T_c согласно принятому графику и даже при ее превышении регулятор температуры воды на отопление I управляет клапаном на подающем трубопроводе 4, а регулятор перепада давления (расхода) 2 - клапаном на перегородке 5. При недостатке теплоты в сети и снижении температуры сетевой воды клапан 4 полностью открывается, устройство 3 от действия выключателя 7 переключает клапаны 4 и 5, теперь регулятор температуры I прикрывает клапан 5 и при полном его закрытии отключается насос 6. В действии остается регулятор расхода 2, который, управляемый клапаном 4, обеспечит в данных условиях устойчивый гидравлический режим системы отопления зданий: откосительное сжигание отпуска теплоты на отопление на период сблизения температуры в сеть будет одинаковым для всех зданий при поддержании постоянства расхода воды, равного расчетному.

30. Снизить вероятность повреждений систем отопления зданий от замораживания при аварийном прекращении подачи теплоносителя из сети (например, в результате закрытия давления в тепловой сети) позволяет организация автономной циркуляции воды в местных системах отопления. При наличии циркуляции воды, кроме того, отделяется момент необходимого слива воды из систем отопления. Для получившего наибольшее распространение АСУ с корректирующим насосами смешения указанная циркуляция обеспечивается установкой на подающем трубопроводе на входе в АСУ электроконтактного манометра (ЭКМ), который при падении давления своих контактами включает насос смешения (или оба насоса, если подача каждого составляет 50% расчетного расхода воды на отопление) (см. рис. 2).

31. Предлагаемые технические решения по повышению надежности теплоснабжения реализуются путем применения выпускаемых отечественной промышленностью средств автоматизации и АСУТП [1, 2]. Основные вопросы проектирования, появившиеся и эксплуатации этих средств для систем теплоснабжения решены в разрабатываемых АСУ нормативно-техническом материалах [8, 10, 11].

ЗАЩИТА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ

32. Гидравлическим ударом называется явление, возникающее в трубопроводе при быстром изменении скорости движения жидкости. Гидравлический удар характеризуется мгновенными повышениями и понижениями давления, которые могут привести к разрушению трубопровода. Вероятность возникновения гидравлических ударов возрастает с увеличением мощности теплоисточников, увеличением диаметров и длины тепловых сетей, оснащения сети регуляторами, клапанами и защелками.

33. Причинами возникновения гидравлических ударов являются: внезапный останов насосов на теплоисточнике или на насосной станции при прекращении подачи электроэнергии; внезапное включение насосов; вскипание теплоносителя в котле в случае снижения расхода теплоносителя и последующей конденсации; быстрое закрытие регулирующих клапанов и задвижек на теплоисточнике, насосных станциях и тепловой сети.

Задита от гидравлических ударов может быть осуществлена за счет применения ряда специальных устройств.

34. На насосных станциях может быть рекомендовано устройство противоударной перемычки между обратным и подающим трубопроводами с установкой на ней обратного клапана (рис. 6). При внезапной остановке насосов, когда давление в обратном трубопроводе превышает давление в подающем, открывается обратный клапан на противоударной перемычке, что приводит к выравниванию давлений в трубопроводах и затуханию ударной волны.

35. В котельных для предотвращения гидравлического удара используются гидрозатворы, подключаемые к обратному коллектору. Гидрозатвор представляет собой установленную вертикально труси в трубе" высотой примерно на 3 м выше напора в обратном коллекторе. Внутренняя труба гидрозатвора врезана в обратный коллектор тепловой сети, внешняя - служит для проката выброса теплоносителя при срабатывании гидрозатвора и подключается либо к приемной стокости, либо к системе канализации.

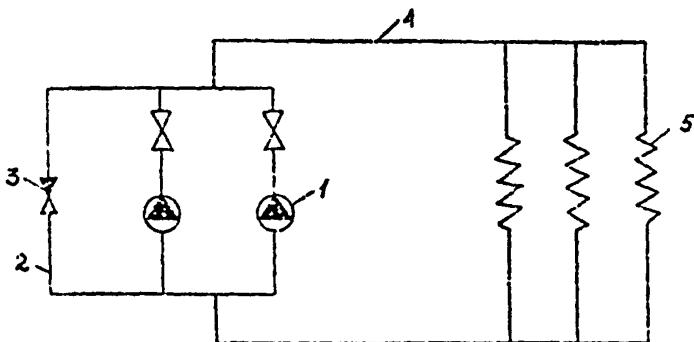


Рис. 6. Схема устройства противоударной перемычки:
1 - насос; 2 - противоударная перемычка; 3 - обратный клапан; 4 - тепловая сеть; 5 - потребители тепла

36. К системе обеспечения надежности и защиты относятся и замкно-регулирующие клапаны (ЗРК) РК-1 с регуляторами типа РД-За трехсольфонной сборки и импульсными клапанами ИК-25 для аварийного отключения котельной от системы. Кроме того, ЗРК укомплектованы регуляторами РД-За односольфонной сборки, что позволяет регулировать давление сетевой воды в подающей и обратной магистралях (рис. 7). В системе применена гидравлическая автоматика, работа которой не зависит от наличия электроэнергии и аварийной остановке насосов повышается давление перед насосом, что приводит к срабатыванию импульсного клапана ИК, в результате регуляторы РК-1 закрываются, отсекая оборудование котельной. Гидравлический удар гасится в результате срабатывания гидрозатвора. Комбинация защит "Гидрозатвор-ЗРК" обеспечивает защиту оборудования котельной, тепловой сети и систем отопления.

37. В качестве быстродействующих сбросных устройств для систем теплообмена могут использоваться: гидрозат-

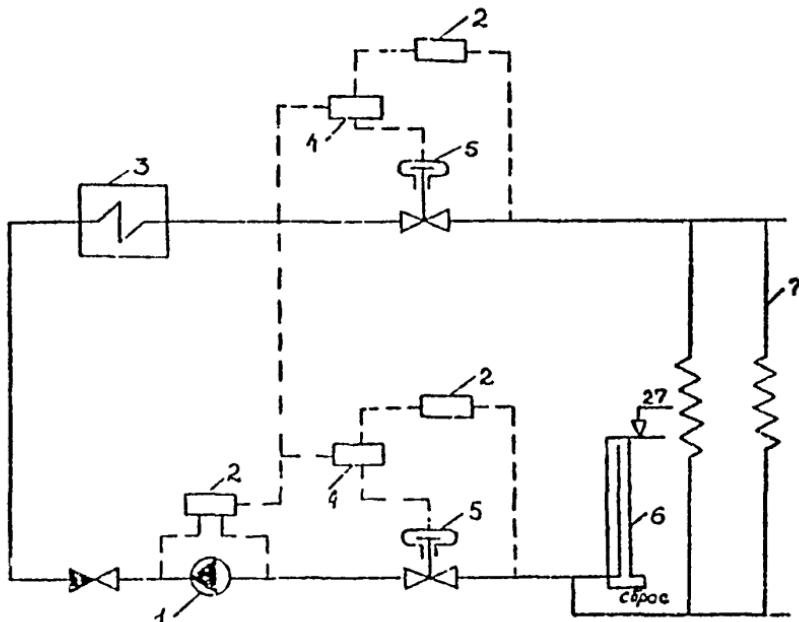


Рис. 7. Схема установки защитных устройств:

1 - насос; 2 - регулятор РД-За; 3 - котел; 4 - импульсный клапан ИК-25; 5 - клапан РК-1; 6 - гидрозатвор; 7 - потребители тепла

вор, сбросной клапан конструкции СКБ ВТИ, разрывные выпуклые мембранны, разрывные плоские мембранны, сбросной клапан конструкции "Союзтехэнерго".

38. При давлениях в обратной магистрали в пределах 0,1-0,25 МПа наиболее целесообразно устанавливать гидро затвор. При давлениях в обратной магистрали более 0,25 МПа и сетевых насосах с электродвигателями, имеющими маховый момент более 150 кг·м² (например насосы типа СС2500-180, 20Д-6 и др.), возможна установка сбросного клапана. При давлениях в обратной магистрали более 0,25 МПа для сетевых насосов с электродвигателями, имеющими маховый момент менее 150 кг·м², наиболее целесообразна установка мембранных предохранительных устройств, имеющих время срабатывания примерно 0,05 с.

39. По вопросам проектирования защиты систем теплоснабжения от гидравлического удара и приобретения сбросовых клапанов, разрывных запускающих мембранны и разрывных мембранны следует обращаться во Всесоюзный государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт ЭИИИЭнергостроя Министерства энергетики и электрификации СССР по адресу: 105266, Москва, Самоновская наб., 2/1.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ТЕПЛОВОЙ СЕТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

40. Условия работы тепловых сетей, более чем на 90% проложенных в непроходимых используемых каналах без долговечной тихоразомажки труб и поверхностей каналов, чрезвычайно неблагоприятны из-за частого затопления каналов и увлажнения изоляции. Это вызывает наружную коррозию труб практически по всей ширине и является причиной сквозных повреждений, что усугубляется неблагоприятными температурными режимами работы при существующих графиках отпуска температуры. По имеющимся сведениям, более 90% повреждений приходится на подземные трубопроводы.

При температуре 70-80°C протекает интенсивный процесс наружной коррозии, характеризующийся лавинный характер, приводящий

к значительному коррозионному повреждению металлических поверхностей, контактирующих с увлажненной тепловой изоляцией.

41. Проведенными исследованиями и наблюдениями в эксплуатационных условиях Москвы (РТС-5) установлено, что повышение температуры теплоносителя в летний период до 100°C приводит к подсушиванию тепловой изоляции и снижению скорости коррозии и повреждаемости в 2-2,5 раза.

42. С целью снижения отказов тепловой сети, возникающих в результате коррозионных повреждений, рекомендуется при канальной и бесканальной прокладках в летний период ввести повышенный режим работы теплосети при температуре в подающем трубопроводе, равной 100°C.

43. Работа тепловой сети по повышенному графику в летний период требует обязательного оснащения всех подключенных к тепловой сети систем горячего водоснабжения регуляторами температуры.

44. В качестве регуляторов температуры может быть использована как гидравлическая, так и электронная автоматика. Гидравлическая автоматика имеет меньшую точность поддержания регулируемой температуры по сравнению с электронной, но она значительно дешевле и проще в эксплуатации. Из гидравлических регуляторов могут применяться регуляторы типов РР с ТРБ, РТ, РГИ, РК-I с ТЛ, УРРД с ТГ; из электронных - РС-29 в комплекте с регулирующим клапаном с электроприводом.

Схемы регулирования и технические данные регуляторов приведены в "Методических указаниях по автоматизации систем горячего водоснабжения жилых зданий в закрытых тепловых сетях" (М.: ОНТИ АКИ им. А.Д.Лагуфлова, 1986).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

45. Повышение надежности систем теплоснабжения может быть достигнуто путем использования передвижных котельных, которые при аварии на тепловой сети должны применяться в

качестве резервных источников теплоты, обеспечивал подачу тепла как всем кварталам (через центральные тепловые пункты), так и отдельным зданиям, в первую очередь потребителям первой категории. Для целей аварийного теплоснабжения каждое предприятие объединенных котельных должно иметь как минимум одну передвижную котельную.

46. Для целей аварийного теплоснабжения могут использоваться передвижные котельные следующих типов: на твердом топливе - УКТ-1(1), УКТ-3(3,2), "Аксиома-1"(1), "Аксиома-3"(3,1); "Квант-1"(1); на твердом, жидким и газообразном топливе - "Виток"(0,26; 0,6; 0,77), "Поиск"(0,5; 0,77); на жидком топливе - ПАКУ(Х)(3,2), КБК-2(1,4), ПАКУ(0,7), БАКУ-5Ц(1,3); на газообразном топливе - ПАКУ(Г) (3,2), КБК(2), "Братек-ГР"(1,7), БКУ-2,32(2), ПКУ-Д(1), ШСБ(1). После типа котельной в скобках указана теплопроизводительность котельной в Гкал/ч.

Подробные технические характеристики передвижных котельных приведены в "Указаниях по использованию передвижных котельных в жилищно-коммунальном хозяйстве" (И.: ОНТИ АКХ им. К.Д.Семёнова, 1988).

47. Передвижные котельные к месту назначения могут транспортироваться волоком или на специальных платформах и тракторах. Разгрузка и погрузка котельных должна осуществляться краном. При необходимости доставки передвижной котельной на объект с помощью трайлера или специальной платформы теплоэнергетическое предприятие заблаговременно должно на месте решить вопрос о наличии данного оборудования в районе или городе и возможности его предоставления предприятия в экстренных случаях. Кроме трайлера должен быть также заблаговременно решен вопрос о выделении соответствующего крана или погрузки и разгрузки передвижной котельной. Грузоподъемность указанного оборудования должна быть не менее 80 т.

48. Основным преимуществом передвижных котельных при аварийном теплоснабжении является быстрота вывода установки в работу, что в эпизоде первая является решающим фактором надежности эксплуатации. Время присоединения передвиж-

ной котельной к системе отопления и топливно-энергетическим коммуникациям для бригады из 4 чел. (два слесаря, электрик, сварщик) составляет примерно 4-8 ч.

49. На случай аварийного подключения передвижной котельной к центральному теплосынку пункту или тепловому пункту здания - потребителя первой категории их целесообразно заранее оборудовать специальными вводами с фланцами, выделенными наружу через стену и отличающимися от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри помещения. Кроме вводов, указанные объекты должны иметь оборудование место для подключения котельной к электрической энергии с рабочей мощностью 10-50 кВт (в зависимости от типа котельной).

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ В СЕВЕРНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

50. С целью повышения надежности теплоснабжения потребителей и с учетом недопустимости снижения фактического отпуска теплоты до сроках с расчетной, даже при выходе из строя одного котла в котельной при расчетных температурах наружного воздуха, следует предусматривать установку дополнительного котла сверх общего числа котлов, определенного по расчетной нагрузке.

51. Схемы тепловых сетей городов и других населенных пунктов должны предусматривать подачу теплоты не менее чем по двум взаимоисключающим трубопроводам в соответствии со СНиП 2.04.07-86, рассчитанным на подачу не менее 70% сутарного тепловою потока катализ трубопроводом и спаянным между собой переходами.

52. При выборе способа прокладки тепловой сети в северной климатической зоне промышленные следует отдавать наземной прокладке на эстакадах, изюсах или высотных стелльно-столбах опорах, а также в подземных каналах, расположенных на поверхности земли.

53. В городах и селах, расположенных в северной климатической зоне, должны иметься 2-3 передвижных котель-

ных, предназначенных для целей аварийного теплоснабжения. На основании анализа возможных аварийных ситуаций должны быть определены и подготовлены места для их подключения с учетом обеспечения теплом, в первую очередь потребителей первой категории.

54. Надежность теплоснабжения потребителей значительно повышается при наличии в городе или поселке нескольких передвижных электрических станций и использовании их в качестве резервных источников электроснабжения при аварии в системе электроснабжения. Мощность электрической станции должна соответствовать мощности электрооборудования, включенного для обеспечения рабочего режима котельной и тепловой сети. В настоящее время промышленностью выпускаются передвижные электрические станции на дизельном топливе ЭСД-10-Т/400-И, ЭСД-50-Т/400-И, ЭСД-50-Т/400-ЧУ, ЭСД-75-Т/400-И, ЭСД-75-Т/400-ЧУ, ЭСД-100-Т/400-ЧУ, ЭД-200-Г/400-ЭРК, ЭД-500-Т/400-ЭРК. После буквенного обозначения "ЭСД" приведена цифра, обозначающая мощность передвижной электростанции в кВт. Для передвижной электростанции также, как и для передвижной котельной, должен иметься двухнедельный запас топлива.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

55. Надежность системы теплоснабжения в значительной степени может быть повышена путем четкой организации эксплуатации системы, взаимодействия теплоснабжающих и теплопотребляющих организаций, своевременного проведения ремонта, замены изношенного оборудования, наличия аварийно-восстановительной службы и организации аварийных ремонтов. Последнее является особенно важно при наличии значительной доли ветхих теплопроводов и их высокой поврежленности.

56. Организация аварийно-восстановительной службы, ее численности и технической оснащенности в каждом конкретном

злучас должна решаться на основе технико-экономического обоснования с учетом оптимального сочетания структурного резерва системы теплоснабжения и временного резерва путем использования аккумулирующей способности зданий. Необходимо совершенствовать процесс восстановления отказавших теплоизводств, устанавливать нормативные сроки ликвидации аварий и определять оптимальный состав аварийно-восстановительной службы.

57. Классификация повреждений в системах теплоснабжения на аварии, отказы в работе I степени и отказы в работе II степени даны в "Инструкции по расследованию и учету нарушений в работе энергетических предприятий и организаций системы Минэнерго СССР" (М.: ОНТИ АИК им. К.Д.Памфилова, 1985). Нормы времени на восстановление должны определяться с учетом требований данной инструкции и местных условий.

58. Предприятия объединенных котельных и тепловых сетей должны быть оснащены необходимыми машинами и механизмами для проведения восстановительных работ в соответствии с "Табл.см: оснащение машинами и механизмами эксплуатации котельных установок и тепловых сетей" (М.: ОНТИ АИК им. К.Д.Памфилова, 1985).

59. Время, необходимое для восстановления тепловой сети, при разрыве трубопровода, полученные на основе обработки статистических данных [6] при качественном прокладке, приведено ниже.

<u>Диапазон,</u>	<u>Среднее время восстановления,</u>
100	12,5
125-300	17,5
350-600	17,5
600-700	19
800-900	27,2

Приведенные данные могут использоваться как ориентировочные для оценки времени, необходимого для восстановления теплоснабжения, при принятии соответствующих решений.

60. По имеющимся данным (СНиП 2.04.07-86 "Тепловые сети"), замораживание трубопроводов в подвалах зданий и лестничных клетках может произойти в случае прекращения подачи тепла при снижении температуры воздуха внутри жилых помещений до -8°C . Примерный темп падения температуры в отапливаемых помещениях ($^{\circ}\text{C}/\text{ч}$) при полном отключении подачи тепла приведен в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Коэффициент аккумуляции, %	Темп падения температуры, $^{\circ}\text{C}/\text{ч}$, при температуре наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$			
	± 0	-10	-20	-30
20	0,3	1,4	1,8	2,4
40	0,5	0,8	1,1	1,5
60	0,4	0,6	0,8	1

Коэффициент аккумуляции характеризует величину тепловой аккумуляции зданий и зависит от толщины стен, коэффициента теплопередачи и коэффициента остекления. Коэффициенты аккумуляции тепла для жилых и промышленных зданий приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Характеристика зданий	Помещения	Коэффициент аккумуляции, %	1	2	3
1. Крупнопанельный дом серии I-605А с трехслойными наружными стенами, утепленными минераловатными плитами с железобетонным фрактурным слоем; толщина стены 21 см, из них толщина утеплителя 12 см	Угловые: верхнего этажа среднего и первого этажа Средние	42 46 77			
2. Крупнопанельный гостиничный дом серии К7-3 (конструкции инж. Лагутенко) с наружными стенами толщиной 16 см, утепленными минераловатными плитами с железобетонным фрактурным слоем	Угловые: верхнего этажа среднего этажа Средние	32 40 51			

Продолжение табл. 3

I	2	3
3. Дом из объемных элементов с наружными ограждениями из железобетонных вибропрекатных элементов, утепленных минераль-ватными плитами. Толщина наружной стены 22 см, толщина слоя утеплителя в зонестыко-вания с ребрами 5 см, между ребрами 7 см. Общая толщина железобетонных элементов между ребрами 30-40 мм	Угловые верхние - го этажа	40
4. Кирпичные жилые здания с тол- щиной стен в 2,5 кирпича и коэффициентом остекления 0,18-0,25	Средние Угловые	100-65 65-60
5. Промышленные здания с несущими стенами выносными и теплоизо- ляционными (стены в 2 кирпича, коэффициент остекления 0,18-0,3)	В целом	25-14

На основании данных, приведенных в табл. 3, можно оце-
нить время, имеющееся для ликвидации аварии или принятия
мер по прекращению ядерного размножения аварий,
т.е. замораживания теплоносителя в системах отопления зданий,
в которых произошло полное теплоснабжение. Предположим, что в от-
личие от зданий в результате аварии в квартире имеются здания кон-
струкции инж. Лагутенко, коэффициент акумуляции для угло-
вого помещения каждого этажа которых равен 40 (см. табл.
3, п. 2). Если авария произошла при температуре наружного
воздуха -20°C , то по табл. 2 определяем темп падения тем-
пературы, равный $1,1^{\circ}\text{C}$ в час. Время снижения температуры
в квартире с 18°C до 2°C , при которой в подвалах и на лест-
ничных стояках может произойти замерзание теплоносителя
в трубах, определяется как $(18-2):1,1$ и составляет 9 ч. Если
в результате аварии отключено несколько зданий, то опре-
деленное время, имеющееся в распоряжении на ликвидацию
аварии или принятие мер по прекращению размножения аварии,
производится по формуле, имеющей наименьший коэффициент
аккумуляции.

61. Основной надежной, бесперебойной и экономичной работой систем теплоснабжения является выполнение правил эксплуатации, а также своевременное и качественное проведение профилактических ремонтов. Плановые текущие и капитальные ремонты оборудования систем теплоснабжения при нормальных условиях эксплуатации должны проводиться в сроки, предусмотренные "Положением о системе планово-предупредительных ремонтов основного оборудования коммунальных теплоэнергетических предприятий (с нормами времени и нормами расхода материалов" (М.: Стройиздат, 1986).

62. Время ликвидации аварий в значительной мере зависит от наличия запасных частей и материалов, необходимых для этого. Поэтому способ вливания должно быть обустроено на обеспечение через оящего запаса оборудования, деталей, узлов и материалов. В теплоснабжающих предприятиях наличие переходящих запасов должно соответствовать "Нормам производственных переходящих запасов материалов и оборудования для теплоснабжающих предприятий местных Советов" (М.: ОНТИ АКИ им. К.Д.Памфилова, 1983). Нормы исходящих запасных частей ищется в "Нормах расхода запасных частей на ремонт теплоснегретеческого и вспомогательного оборудования" (М.: ОНТИ АКИ им. К.Д.Памфилова, 1988).

63. Подготовка системы теплоснабжения к отопительному сезону должна проводиться в соответствии с "Методическими указаниями по определению готовности систем теплоснабжения к началу отопительного сезона" (М.: СНО "Союзтехэнерго", 1987). Выполнение в полном объеме перечня работ по подготовке источников, тепловых сетей и потребителей к отопительному сезону в значительной степени обеспечит надежное и качественное теплоснабжение потребителей.

64. С целью определения состояния строительно-изоляционных конструкций, теплоизоляции и трубопроводов должны проводиться цирковые, которые в частотном время измеряют «истории» способом оценки состояния струк-

тов подземных прокладок тепловых сетей. Для проведения шурфовок ежегодно составляются планы. Количество проводимых шурфовок устанавливается предприятием тепловых сетей и зависит от протяженности тепловой сети, ее состояния, вида изоляционных конструкций. Результаты шурфовок учитываются при составлении плана ремонтов тепловых сетей. Шурфовки следует проводить в соответствии с "Методическими указаниями по определению шурфовок в тепловых сетях" (М.: СНС "Союзтехэнерго", 1987).

65. Тепловые сети от источника теплоснабжения до теплоевых пунктов теплопотребителей, включая магистральную, разводящие трубопроводы и абонентские ответвления должны подвергаться испытаниям на расчетную температуру теплоносителя не реже одного раза в год. Целью испытания зданий тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя является проверка тепловой сети на прочность в условиях температурных деформаций, вызванных повышением температуры до расчетных значений, а также проверка в этих условиях компенсирующей способности тепловой сети. Испытания должны проводиться в соответствии с "Методическими указаниями по испытаниям водных тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя" (М.: СНС "Союзтехэнерго", 1997).

66. Тепловые сети, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться испытаниям на гидравлическую плотность ежегодно после окончания отопительного периода для выявления лейкотов, последующих устраниению при капитальном ремонте и после окончания ремонта, перед включением сетей в эксплуатацию. Испытания проводятся по отдельным, отключенным от источника тепла магистральным и отключающим водогревательных установок, системах теплопотребления и открытым воздушникам у потребителей. При испытании на гидравлическую плотность давление в самых высоких точках сети должно дозначаться до рабочего (I_{25} рабочего), ис не ниже I_{25} рабочего (I_{25} рабочего). Температура воды в трубопроводах при испытаниях не должна превышать 45°C . Испытания следует проводить в соответствии с "Методическими

издания по гидравлическим испытаниям водяных тепловых сетей" (Ц.-Л.: Госэнергоиздат, 1963).

67. Для дистанционного обнаружения мест повреждения трубопроводов тепловых сетей канальной и бесканальной прокладки под слоем грунта на глубине до 3-4 м в зависимости от типа грунта и вида дефекта может быть использован выпускавший предприятием Минприбора пьезометрический течеискатель ПТ-12Д. Прибор основан на непосредственном прослушивании с помощью пьезометрического преобразователя и голосовых телефонов участия поверхности грунта в зоне пролегания трубопровода. Течеискатель функционирует при температуре окружающей среды от -30 до 40°C.

68. В процессе эксплуатации особое внимание должно быть удалено выполнению всех требований "Теховой инструкции по эксплуатации тепловых сетей" (Ц.: СПО "Союзтехсерго", 1988), что позволит в значительной степени контролировать состояние системы теплоснабжения и значительно снизить число отказов в первом отопительном сезоне.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

Журнал учета аварий

н/п	дата и время отключения		Часто парки, отказы из-за возникновения протечек, проколов и вытекающих в воздуховоды и разрывов выполненные через по телесигналам	Классификация групп 4.1.1 - 4.1.7.	Дата и время включения	Общий недоступ к энергии, Гкал	
	Число	Час				Месяц	Час
I	2	3	4	5	6	7	8

Приложение 2

Журнал учета отказов в работе I и II ступени

н/п	дата и время отключения		Наимено-вание сэйфона тепловой сети	Наименова-ние отклю-ченного при-вода (потребитель)	Причи-на от-ключе-ния	Прия-тие ме-ри	Классифи-кация групп 4.1.1 - 4.1.7.	Дата и время включения	Недоступ к энергии, Гкал		
	Число	Час							Месяц	Час	Гкал
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Приложение 3
Выписка

из инструкции по распределению и учету нарушений
в работе энергетических предприятий и организаций
системы Минэнергокомплекса РСФСР

4. Классификация нарушений по причинам и виновникам

4.1. Аварии, отказы в работе I и II ступени классифицируются в зависимости от причин и виновников их возникновения или развития по следующим группам:

- 4.1.1. Вина эксплуатационного персонала энергопредприятия, в том числе:
- 4.1.1.1. Оперативного.
 - 4.1.1.2. Ремонтного.
 - 4.1.1.3. Служб, отелов и лабораторий.
 - 4.1.1.4. Руководящего.
- 4.1.2. Вина потребителя.
- 4.1.3. Вина других организаций, в том числе:
- 4.1.3.1. Заводов-изготовителей.
 - 4.1.3.2. Проектных.
 - 4.1.3.3. Ремонтных.
 - 4.1.3.4. Наладочных.
 - 4.1.3.5. Стройтельных.
 - 4.1.3.6. И прочих.
- 4.1.4. Вина посторонних лиц (повреждения тепловых сетей, другого оборудования).
- 4.1.5. Стихийные явления.
 - 4.1.5.1. Гроза.
 - 4.1.5.2. Гололед.
 - 4.1.5.3. Сильный ветер.
 - 4.1.5.4. Паводок.
 - 4.1.5.5. Другие стихийные явления.
- 4.1.6. Естественный износ.
- 4.1.7. Прочие и невыясненные причины.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Витальев В. П., Фаиков В. С. Приморье и средство автоматизации систем теплоснабжения зданий: Справочное пособие.- М.: Стройиздат, 1987.- 174 с.
2. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию.- М.: Энергостандартиздат, 1988.
3. Гроюз Б. Н. и пр. Методы защиты тепловых сетей от нарушений гидравлических режимов. У Международная конференция по централизованному теплоснабжению: Сб. докладов. Гидравлические и тепловые режимы систем централизованного теплоснабжения. Секция У.- Вып. II.- Киев, 1982.
4. Киротько П. Н. и др. Исследование динамики гидравлических режимов инженерного теплоизационного комплекса при аварийных возмущениях. Сб. науч. тр. Совершенствование проектных решений систем централизованного теплоснабжения ВНИИЭнергопром.- М., 1983.
5. Кошевиц В. Термовой режим зданий многоэтажной застройки.- М.: Стройиздат, 1986.
6. Кучев В. А. Повышение надежности теплоснабжающих систем на основе совершенствования и автоматизации процессов восстановления при отказах теплопроводов. Автограф. канд. техн. наук.- Иркутск: ОНИ СО АН СССР, 1988.
7. Надежность систем энергетики. Терминология.- М.: Наука, 1980.
8. Основные положения по комплексной автоматизации систем теплоснабжения городов.- М.: ОНИ АКХ им. К.Д.Панфилова, 1988.- 64 с.
9. Рекомендации по схемам и режимам работы тепловых сетей от котельных.- М.: ОНИ АКХ им. К.Д.Панфилова, 1986.- С. 41-44.
10. Рекомендации по применению средств автоматического регулирования систем отопления и горячего водоснабжения эксплуатируемых жилых зданий.- М.: ОНИ АКХ им. К.Д.Панфилова, 1988.- 58 с.

- II. Рекомендации по совершенствованию управления работой котельных и тепловых сетей при комплексной автоматизации систем теплоснабжения городов.- М.: ОНТИ АКХ им. К.Д.Памфилова, 1988.- 49 с.
12. Рекомендации по повышению надежности действующих тепловых сетей.- М.: ОНТИ АКХ им. К.Д.Памфилова, 1977.
13. СНиП II-35-76. Нормы проектирования. Котельные установки.- М., 1977.
14. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети.- М.: Энергоиздат, 1982.
15. Технические решения систем защиты электростанций от затопления сетевой водой со стороны тепловых сетей при разрыве станционных сетей трубопроводов.- М.: ЕИИПЭнергопром, 1986.