*(редакция № 2 на 27 июня 2017 г.)*

**МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ПРИКАЗ**

**от 15 марта 2006 г.**  
**№ 147**

**Об утверждении и введении в действие Методических указаний по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях**

САЗ (18.09.2006) № 06-38

Согласован: Республиканское агентство регулирования энергетики  
Министерство экономики  
Государственная служба Административного надзора  
Прокуратуры ПМР

Зарегистрирован Министерством юстиции  
Приднестровской Молдавской Республики 12 сентября 2006 г.  
Регистрационный № 3669

В соответствии с Указом Президента Приднестровской Молдавской Республики от 13.09.2000 г. № 401 "Об утверждении Положения, структуры и штатного расписания Министерства промышленности Приднестровской Молдавской Республики", с изменениями, внесенными Указами Президента Приднестровской Молдавской Республики от 12.04.2002 г. № 261 (САЗ 02-15), от 13.09.2002 г. № 554 (САЗ 02-37), от 14.01.03 г. № 23 (САЗ 03-03), от 22.05.2003 г. № 224 (САЗ 03-21), от 26.11.2003 г. № 551 (САЗ 03-48), от 15.01.2004 г. № 13 (САЗ 04-03), от 22.01.2004 г. № 29 (САЗ 04-04), от 31.08.2005 г. № 440 (САЗ 05-36), от 27.10.2005 № 577 (САЗ 05-44), от 14.11.2005 г. № 614 (САЗ 05-47), приказываю:

1. Утвердить и ввести в действие "Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях" (Приложение).

2. Настоящие Методические указания действуют на всей территории Приднестровской Молдавской Республики и обязательны для теплоснабжающих организаций, независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности.

3. Направить настоящий Приказ на государственную регистрацию в Министерство юстиции Приднестровской Молдавской Республики.

4. Настоящий приказ вступает в силу со дня официального опубликования.

**МИНИСТР А. БЛАШКУ**

г. Тирасполь  
15 марта 2006 г.  
№ 147

Приложение  
к Приказу Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ВОДЯНЫХ И ПАРОВЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях предназначены для инженерно-технического персонала теплоснабжающих организаций и хозяйствующих субъектов Приднестровской Молдавской Республики независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО НОРМИРОВАНИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

1. Настоящие Методические указания предназначены для определения нормируемых и фактических значений эксплуатационных тепловых потерь в тепловых сетях, принадлежащих теплоснабжающим организациям и хозяйствующим субъектам Приднестровской Молдавской Республики независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности.

Тепловые потери нормируются для предстоящего периода работы конкретной тепловой сети и представляют собой ожидаемые потери за 1 год или 1 месяц. Фактические тепловые потери определяются за любой истекший период работы тепловой сети.

2. Потери тепла в наружных тепловых сетях зависят от протяженности и диаметров тепловых сетей, типа и состояния изоляции теплопроводов, грунтовых условий, срока службы, условий эксплуатации и определяются на основании соответствующих испытаний технически исправных теплопроводов. Результаты испытаний должны быть оформлены актом, который утверждается руководителем организации.

3. Нормируемые эксплуатационные тепловые потери водяной тепловой сети через изоляцию трубопроводов устанавливаются экспериментально путем проведения специальных тепловых испытаний сети. Целью испытаний является определение тепловых потерь различными типами прокладки и конструкции изоляции трубопроводов, характерными для данной тепловой сети. По результатам испытаний оцениваются конкретные условия работы прокладок и состояние изоляции испытываемых трубопроводов.

В связи с этим испытаниям следует подвергать те участки сети, у которых тип прокладки и конструкция изоляции являются преобладающими для данной сети, что облегчает распространение результатов испытаний на тепловую сеть в целом.

Непосредственной задачей испытаний водяной сети является определение тепловых потерь испытываемыми участками при выбранном режиме.

4. Экспериментальное определение тепловых потерь через изоляцию трубопроводов должно производиться периодически: по мере расширения и реконструкции тепловой сети, изменения теплотехнических показателей изоляции трубопроводов в процессе их эксплуатации, замены изоляции на отдельных участках и тому подобное.

Испытания по определению тепловых потерь в тепловых сетях должны проводиться не реже одного раза в 5 лет.

5. При отсутствии возможности проведения испытаний теплопроводов для укрупненных расчетов количества тепловой энергии, теряемой при транспортировке, принимаются расчетные нормируемые тепловые потери, определяемые в зависимости от диаметра трубопровода, средней температуры теплоносителя в подающей и обратной линиях трубопроводов тепловых сетей.

6. Нормируемые значения тепловых потерь с утечкой воды из тепловых сетей определяются на основании часовой утечки воды, регламентируемой "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Приднестровской Молдавской Республики", утвержденными Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 16.12.2002 № 1275 (рег. № 1950 от 13.01.2003 г, САЗ 03-03), с изменениями и дополнениями, внесенными Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 22.10.2004 N711 (рег. № 2989 от 04.11.2004, САЗ 04-45), Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 25.08.2005 № 810 (рег. № 3465 от 10.02.2006, САЗ 06-07).

## 2. НОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ ТРУБОПРОВОДОВ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

7. При определении нормируемых значений часовых среднегодовых эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов для тепловой сети в целом на основе данных испытаний отдельных участков этой сети в качестве исходных принимаются следующие положения:

а) для испытанных участков сети используются значения измеренных тепловых потерь с перерасчетом на среднегодовой режим работы тепловой сети;

б) для участков тепловой сети, не подвергшихся испытаниям, но имеющих типы прокладки и конструкции изоляции, аналогичные испытанным участкам, используются нормативные значения среднегодовых тепловых потерь для данной тепловой сети с введением в них поправочных коэффициентов К, значения которых принимаются по результатам тепловых испытаний;

в) для участков тепловой сети, не подвергнувшихся испытаниям и имеющих типы прокладок или конструкции изоляции, отличные от испытанных участков, принимаются нормативные значения среднегодовых тепловых потерь без введения в них каких-либо поправочных коэффициентов;

г) нормируемые значения среднегодовых эксплуатационных потерь по тепловой сети в целом получаются путем суммирования тепловых потерь по охарактеризованным выше группам участков.

8. Нормативные значения среднегодовых тепловых потерь данной тепловой сети определяются, исходя из действующих норм тепловых потерь для различных типов прокладок сетей, на основании которых запроектирована тепловая изоляция тех или иных участков данной сети. Структура норм тепловых потерь одинакова (Приложение № 1 и Приложение № 2 к настоящим Методическим указаниям).

В Приложении № 1 и Приложении № 2 к настоящим Методическим указаниям значения удельных тепловых потерь для двухтрубных водяных сетей, дифференцированные по типам прокладок, приведены для каждого наружного диаметра труб и нескольких значений разности среднегодовых температур воды и окружающей среды (грунта при подземной и воздуха при надземной прокладке). Для подземной прокладки значения удельных тепловых потерь приводятся суммарно по обоим трубопроводам, для надземной прокладки - по одному трубопроводу. Поскольку приведенные в Приложении № 1 и Приложении № 2 к настоящим Методическим указаниям значения разности температур воды и окружающей среды, как правило, отличаются от разности температур для данной тепловой сети, необходим пересчет этих значений на разность среднегодовых температур, соответствующую условиям работы данной тепловой сети.

9. Нормативные значения среднегодовых тепловых потерь для данной тепловой сети определяются по следующим формулам:

ср.г.

а) для участков подземной прокладки: Q = СУММА бетаqн 1; (1) н

ср.г.

б) для участков надземной прокладки: Q = СУММА бетаq н.п.l; (2) н.п.

ср.г.  
Q = СУММА бетаq н.о.l; (3)  
н.о.

ср.г. ср.г. ср.г.

где: Q , Q и Q - нормативные среднегодовые тепловые потери н н.п н.о соответственно для участков подземной прокладки подающего и обратного трубопроводов участков надземной прокладки, Вт (ккал/ч);

qн - нормативные значения удельных тепловых потерь подающего и обратного трубопровода водяных тепловых сетей при подземной прокладке для каждого диаметра труб и типа прокладки, Вт/м (ккал/мч);

qн.п. и qн.о. - нормативные значения удельных тепловых потерь двухтрубных водяных тепловых сетей соответственно подающего и обратного трубопровода для каждого диаметра труб при надземной прокладке, Вт/м (ккал/м\*ч);

l - длина участка тепловой сети, характеризующегося одинаковым диаметром трубопроводов и типом прокладки, метров;

бета - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери арматуры, опор и компенсаторов;

10. Нормативные значения удельных тепловых потерь определяются, исходя из действующих норм отдельно для участков подземной прокладки разных типов и надземной прокладки применительно к среднегодовым условиям работы данной тепловой сети.

11. Значения qн для различных диаметров трубопроводов подземной прокладки определяются путем линейной интерполяции (или экстраполяции) между табличными значениями удельных тепловых потерь при разностях температур 52,5° С и 65° С (или 65° С и 75° С) на разность среднегодовых температур воды и грунта для данной тепловой сети (Приложение № 1 к настоящим Методическим указаниям).

12. Значения qн.п. и qн.о для различных диаметров трубопроводов надземной прокладки определяются путем линейной интерполяции между табличными значениями удельных тепловых потерь при разностях температур 70° С и 95° С для подающей линии и 45° С и 70° С для обратной линии. Интерполяция проводится на разность среднегодовых температур воды в соответствующей линии и окружающего воздуха для данной тепловой сети (Приложение № 2 к настоящим Методическим указаниям).

13. Определение разности среднегодовых температур теплоносителя и окружающей среды для данной тепловой сети производится на основании средних за год температур наружного воздуха и грунта на уровне заложения теплопроводов, принимаемых по климатологическим справочникам или по данным ближайшей метеорологической станции.

Среднегодовые температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети находятся как среднеарифметические из среднемесячных температур ее в соответствующих линиях за весь период работы сети в течение года. Среднемесячные температуры воды определяются по утвержденному эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха.

14. Значение коэффициента бета в соответствии со СНиП Приднестровской Молдавской Республики 41-02-02 "Тепловые сети", утвержденными Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 3 июля 2002 г. № 584 (рег. № 1777 от 25.09.2002 г., САЗ 02-39), принимается для бесканальной прокладки 1,15; для канальной - 1,2 и для надземной прокладки - 1,25.

15. В формулах (I)-(3) настоящих Методических указаний суммирование производится по всем участкам тепловой сети, не подвергавшимся тепловым испытаниям, раздельно для участков с типами прокладки и конструкциями изоляции, аналогичными испытанным и отличающимся от них.

16. Нормируемые значения часовых среднегодовых эксплуатационных тепловых потерь по каждой группе участков, указанных в п.7. настоящих Методических указаний, определяются раздельно для подземной и надземной прокладок.

17. Нормируемые значения тепловых потерь по участкам, подвергнутым испытаниям, находятся по формулам (34)-(36) настоящих Методических указаний.

18. Нормируемые значения тепловых потерь по участкам, не подвергнутым испытаниям, но имеющим типы прокладки и конструкции изоляции, аналогичные испытанным участкам, находятся по формулам:

ср.г. ср.г.

а) для подземной прокладки Q .= Q К; (4) н.а. н

ср.г. ср.г.

б) для надземной прокладки: Q .= Q Кп; (5) н.п.а. н.п.

ср.г. ср.г.  
Q .= Q Ко; (6)  
н.о.а. н.о.  
ср.г. ср.г. ср.г.

где: Q , Q и Q - нормируемые значения часовых среднегодовых н.а. н.п.а. н.о.а. эксплуатационных тепловых потерь соответственно для участков подземной прокладки и для участков подающей и обратной линий надземной прокладки, Вт (ккал/ч).

Коэффициенты К, Кп и Ко определяются по результатам тепловых испытаний (п.70. настоящих Методических указаний).

19. Нормируемые значения тепловых потерь по участкам, не подвергнутым испытаниям и имеющим типы прокладок и конструкции изоляции, отличные от испытанных участков, находятся по формулам (4)-(6) настоящих Методических указаний без введения коэффициентов.

20. Нормируемые значения среднегодовых эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов тепловой сети в целом определяются раздельно для подземной и надземной прокладок (а для последней - раздельно по обеим линиям сети) путем суммирования тепловых потерь по всем группам участков.

ср.г. ср.г. ср.г. ср.г.  
Q = Q + Q + Q ; (7)  
подз. н.и. н.а. н.н.

ср.г. ср.г. ср.г. ср.г.  
Q = Q + Q + Q ; (8)  
надз.п н.п.и. н.п.а н.п.н.

ср.г. ср.г. ср.г. ср.г.  
Q = Q + Q + Q ; (9)  
надз.о н.о.и. н.о.а н.о.н.

ср.г. ср.г. ср.г.  
где: Q , Q и Q - нормируемые значения среднегодовых часовых  
подз. надз.п. надз.о.  
эксплуатационных тепловых потерь для конкретной тепловой сети  
соответственно для подземной прокладки и для подающей и обратной линий  
надземной прокладки, Гкал/ч;  
ср.г. ср.г. ср.г.  
Q , Q и Q - нормируемые значения часовых среднегодовых  
н.и. н.п.и. н.о.и  
эксплуатационных тепловых потерь для участков, подвергнутых  
испытаниям, соответственно при подземной и надземной их прокладке (для  
последней - раздельно по обеим линиям сети), Гкал/ч;  
ср.г. ср.г. ср.г.  
Q , Q и Q - нормируемые значения часовых среднегодовых  
н.н. н.п.н. н.о.н  
эксплуатационных тепловых потерь для участков, не подвергнутых  
испытаниям и имеющих типы прокладок и конструкции изоляции, отличные  
от испытанных участков, соответственно при подземной и надземной  
прокладке (для последней - раздельно по обеим линиям сети), Гкал/м^3;

21. Нормируемые значения месячных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов для тепловой сети в целом определяются по формуле:

мес. ср.мес. ср.мес. ср.мес.  
Q = (Q+ + Q + Q ) n (10)  
из. подз. надз.п. надз.о.

мес. где:Q - нормируемое значение месячных тепловых потерь через изоляцию

из. трубопроводов, Гкал; ср.мес. ср.мес. ср.мес. Q , Q и Q - нормируемые значения часовых тепловых потерь подз. надз.п. надз.о. соответственно для всех участков сети подземной и надземной прокладки (подающей и обратной линий), определенные применительно к среднемесячным температурам воды и окружающей среды, Гкал/ч; n - продолжительность работы сети в данном месяце, часов;

Пересчет нормируемых значений среднегодовых тепловых потерь ср.г. ср.г. ср.г. ср.мес. ср.мес. Q ; Q и Q на их среднемесячные значения Q , Q и подз. надз.п надз.о. подз. надз.п.

ср.мес.  
Q производится отдельно для участков подземной и надземной прокладки  
надз.о  
(подающей и обратной линий) по следующим формулам:

а) для участков подземной прокладки  
ср.м. ср.м. ср.м.  
t + t - 2t  
ср.мес. ср.г. п. о. гр.  
Q = Q ------------------------ (11)  
подз. подз. ср.г. ср.г. ср.г.  
t + t - 2t  
п. о. гр.

б) для участков подающей линии надземной прокладки

ср.м. ср.м.  
t - t  
ср.мес. ср.г. п. в.  
Q = Q --------------- (12)  
надз.п надз.п ср.г. ср.г.  
t - t  
п. в.

в) для участков обратной линии надземной прокладки

ср.м. ср.м.  
t - t  
ср.мес. ср.г. п. в.  
Q = Q --------------- (13)  
надз.о надз.о ср.г. ср.г.  
t - t  
п. в.  
ср.м. ср.м.  
где: t и t - ожидаемые среднемесячные температуры воды в подающей и  
п о  
обратной линиях тепловой сети, определенные по эксплуатационному  
температурному графику при среднемесячной температуре наружного  
cр.м  
воздуха t , °С;  
в

ср.г. ср.г.  
t и t - среднегодовые температуры воды в подающей и обратной линиях  
п. о.  
тепловой сети, определенные как среднеарифметические из ожидаемых  
среднемесячных температур её в соответствующих линиях за весь период  
работы сети в течение года, °С;  
ср.г. ср.м.  
t и t - среднемесячная и среднегодовая температура грунта на глубине  
гр. гр.  
заложения теплопроводов, °С;  
ср.м. ср.г  
t и t - среднемесячная и среднегодовая температура наружного  
в в  
воздуха, °С;

Для тех месяцев, в течение которых производится перевод круглогодично работающей сети с отопительного на летний режим работы, подсчет нормируемых значений тепловых потерь производится отдельно по соответствующим периодам этих месяцев с подстановкой в формулу (10) вместо n числа часов работы сети в течение данного периода.

22. Нормируемые значения годовых тепловых потерь через изоляцию трубопроводов по тепловой сети в целом определяется как сумма нормируемых значений месячных тепловых потерь.

## 3. НОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ С УТЕЧКОЙ ВОДЫ ИЗ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

23. Нормируемые значения месячных тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети определяются по формуле:

ср.м. ср.м  
t + t  
мес. n o ср.м  
Q = асVр (------------ - t )n10^-6, (14)  
ут. 2 х  
мес.

где: Q - нормируемое значение месячных тепловых потерь с утечкой ут. воды из тепловой сети, ГДж (Гкал); а - нормативное значение утечки из тепловой сети и местных систем, эксплуатируемых теплоэнергетическими организациями Приднестровской Молдавской Республики, принимается 0,0025 м^3/(чм^3); с - удельная теплоёмкость воды;

с = 4,187 кДж/(кг °С) = 1 ккал/(кг °С);  
V - объем указанной части тепловой сети, м^3;

cр.м ср.м  
t + t  
n o  
ро - плотность воды при температуре ------------ , кг/м^3;  
2  
ср.м.  
t - среднемесячная температура воды, поступающей на источник тепла для  
х  
подпитки тепловой сети; может быть принята 5°С в зимний период и 15°С  
в летний период;  
cр.м. ср.м.  
t и t находятся согласно п.21. настоящих Методических указаний.  
n o  
n - продолжительность работы сети в данном месяце, часов;

В открытых водяных системах теплоснабжения, при отсутствии в системах горячего водоснабжения 100 % обеспечения приборами учета, регистрирующими расход теплоносителя на горячее водоснабжение, следует нормировать дополнительные потери с непроизводительными утечками:

(14.1) где: - количество подпиточной воды, определяемое как разность среднемесячных значений расходов теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах по статистическим данным за 2 года, за вычетом суммы среднемесячного значения полезного отпуска тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения, пересчитанного в куб.м. (для потребителей без приборов учета горячего водоснабжения) и среднемесячного количества потребленной сетевой воды в системе горячего водоснабжения потребителями, имеющими приборы учета горячего водоснабжения, по статистическим данным за 2 года. Сложение формул (14) и (14.1) для определения нормируемых значений тепловых потерь с непроизводительными утечками не допускается.

24. Нормируемые значения годовых тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети находятся суммированием нормируемых значений месячных тепловых потерь.

25. При необходимости, нормируемые годовые тепловые потери через изоляцию и с утечкой могут быть определены как доля нормируемого годового отпуска тепловой энергии.

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

26. Фактические тепловые потери через изоляцию трубопроводов за истекший месяц работы тепловой сети определяются по формулам (10)-(13) cр.м. ср.м. настоящих Методических указаний, но в этом случае Q , Q , подз. надз.п. ср.м. Q - фактические значения часовых тепловых потерь соответственно надз.о. для всех участков сетей подземной и надземной прокладки (подающей и обратной линий), определенные применительно к фактическим среднемесячным температурам воды и окружающей среды.

Фактические среднемесячные температуры воды определяются путем усреднения за месяц их среднесуточных значений.

27. Фактические тепловые потери через изоляцию трубопроводов за истекший год определяются суммированием фактических месячных тепловых потерь за время работы сети в этот период.

28. Фактические значения месячных тепловых потерь с утечкой воды в системе теплоснабжения определяется по формуле:

(15) где:

с - удельная теплоемкость воды, с = 4,187 кДж/кг °С;

- фактическая утечка воды из водяной системы теплоснабжения:

- для закрытой системы теплоснабжения - фактический суточный расход подпиточный воды, тонн в сутки;

- для открытой системы теплоснабжения определяется по формуле:

, тонн в сутки;

- фактический суточный расход подпиточной воды, тонн в сутки;

- фактический суточный расход воды на нужды горячего водоснабжения, тонн в сутки;

- фактические среднесуточные температуры воды соответственно в подающей и обратной линиях магистральной сети, °С;

- фактическая среднесуточная температура воды, поступающей на источник тепла для подпитки тепловой сети, °С;

m - продолжительность работы тепловой сети в прошедшем месяце, суток.

29. Фактические тепловые потери с утечкой воды из тепловой сети за истекший год определяются суммированием фактических месячных тепловых потерь за время работы сети в этот период.

30. При необходимости фактические годовые тепловые потери через изоляцию и с утечкой воды могут быть определены как доля фактического годового отпуска тепла.

5. ТЕПЛОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Задачи испытаний и последовательность работ

31. В непосредственную задачу тепловых испытаний водяной тепловой сети входит выявление тепловых потерь через изоляцию трубопроводов испытываемыми участками сети при выбранном режиме и сопоставление их с нормативными значениями по тем же участкам.

32. Перед испытаниями должна быть восстановлена разрушенная тепловая изоляция, осушены камеры тепловых сетей, приведены в порядок дренажи, организован сток поверхностных вод с трассы и тому подобное.

33. Проведение испытаний водяной сети предусматривает выполнение следующих работ:

а) анализ материалов тепловой сети;

б) выбор участков сети, подлежащих испытаниям;

в) расчет параметров испытаний;

г) подготовка сети и оборудования к испытаниям;

д) подготовка измерительной аппаратуры;

е) проведение тепловых испытаний;

ж) обработка данных, полученных при испытаниях;

з) сопоставление измеренных при испытаниях тепловых потерь с нормативными;

Анализ материалов по тепловой сети

34. Подготовка к испытаниям должна начинаться с детального анализа схемы тепловой сети, оборудования теплоподготовительной установки, типов прокладки, конструкции изоляции и состояния ее на отдельных участках сети.

В процессе подготовки составляется таблица с данными по характеристике сети, в которой должны быть указаны диаметры и длины труб по участкам, конструкция изоляции и типы прокладки (подземная бесканальная и в непроходных каналах, надземная вне помещений).

Образец таблицы приведен в Приложении № 6 к настоящим Методическим указаниям (табл.1).

35. Для пересчета полученных при испытаниях результатов на различные эксплуатационные режимы работы сети и для определения и для определения температурных параметров испытаний используются климатологические данные для того населенного пункта, в котором расположена испытываемая сеть: ср.г

а) t среднегодовые температуры грунта на среднем уровне оси гр. ср.г. теплопроводов при подземной прокладке и наружного воздуха t в. при надземной прокладке вне помещений; ср.м.

б) среднемесячные температуры грунта t на среднем уровне оси гр. ср.м. теплопроводов при подземной прокладке и наружного воздуха t по каждому месяцу в отдельности. в.

Эти данные следует принимать как многолетние по материалам ближайшей к данному населенному пункту метеостанции или из справочника по климату.

Выбор участков сети, подлежащих испытаниям.

36. Испытаниям следует подвергать те участки сети, у которых тип прокладки и конструкции изоляции являются преобладающими для данной сети.

37. Испытания по определению тепловых потерь двухтрубной водяной тепловой сети необходимо проводить на циркуляционном кольце, состоящем из подающей и обратной линий с перемычкой между ними на конечном участке кольца.

Начальный участок циркуляционного кольца образуется оборудованием и трубопроводами теплоподготовительной установки (Приложение № 1 к настоящим Методическим указаниям).

Циркуляционное кольцо состоит из ряда последовательно соединенных участков, различающихся, как правило, типом прокладки и конструкцией изоляции. Участки могут состоять из трубопроводов различных диаметров. Рекомендуется проводить испытания с циркуляционным кольцом, которое включает в себя основную магистраль тепловой сети, состоящую из труб наибольшего диаметра и максимальной протяженности от источника тепла. В конечный участок циркуляционного кольца по возможности следует вводить трубопроводы квартальной распределительной сети. Все ответвления и отдельные абоненты, присоединенные к циркуляционному кольцу, на время испытаний отсоединяются от него.

38. При таком выборе циркуляционного кольца расходы воды на всех участках кольца во время испытаний в основном одинаковы и могут различаться между собой за счет незначительной утечки воды из кольца, покрываемой его подпиткой.

39. Понижение температуры воды по мере её движения по кольцу обусловливается только тепловыми потерями трубопроводов и арматуры в окружающую среду. Значения этих тепловых потерь могут быть подсчитаны исходя из измеренного во время испытаний расхода воды и понижения её температуры на отдельных участках кольца.

При таком режиме работы в отличие от условий нормальной эксплуатации двухтрубной водяной тепловой сети температуры воды в обратной линии кольца лишь незначительно ниже её температур в подающей линии соответствующего участка, поскольку это снижение вызвано только тепловыми потерями соответствующей части кольца.

40. Выбор типов прокладки и конструкций изоляции, которые целесообразно подвергать испытаниям, производится на основе оценки их доли в материальной характеристике Мс тепловой сети в целом. При M

---< 0,15 данные типы прокладки и конструкции изоляции, как правило, Mc испытаниям не подлежат, а эксплуатационные потери тепла для них M определяются исходя из нормативных данных. При --- >= 0,15 Mc соответствующие типы прокладки и конструкции изоляции, как правило, должны подвергаться испытаниям.

Здесь М =СУММА(dн l) - материальная характеристика для подающей или обратной линии сети, просуммированная по всем участкам с данным типом прокладки и конструкцией изоляции, м^2;

Mc = СУММА(dн l) - материальная характеристика для подающей или с обратной линии, просуммированная по всей сети в целом, м^2; dн - наружный диаметр труб в пределах одного участка сети (по подающей или обратной линии при равных диаметрах труб этих линий), метров; l - протяженность участка сети, метров;

Выявление участков тепловой сети, которые должны быть подвергнуты испытаниям, следует производить по данным таблицы с характеристикой сети.

Определение параметров испытаний.

41. Основными параметрами испытаний, определяемыми расчетным путем, являются поддерживаемые в процессе испытаний значения температуры воды в подающей линии сети на выходе из теплоподготовительной установки и расхода воды на начальном участке испытываемого циркуляционного кольца. Кроме того, выявляются ожидаемые в процессе испытаний значения температуры воды в обратной линии на входе в тепло подготовительную установку и расхода подпиточной воды, а также ориентировочная продолжительность испытаний.

42. Температурный режим циркуляционного кольца во время испытаний задается исходя из следующих условий: разность между средней температурой воды по всем участкам кольца и температурой окружающей среды во время испытаний должна быть по возможности близка к среднегодовому значению разности средней по подающей и обратной линиям температур воды и температуры окружающей среды по данной сети; понижение температуры воды в циркуляционном кольце за счет его тепловых потерь t при испытаниях должно составлять не менее 8 °С и и не более 20 °С.

При наличии на испытываемом кольце участков с различными типами прокладки и конструкциями изоляции понижение температуры воды в кольце выбирается в соответствии с формулой:

t мин. t = --------------, (16) Mмин. (-------------) Mк.п. + Mк.о.

где: tмин. - минимально допустимое понижение температуры воды в подающей или обратной линии на участке с наименьшей материальной характеристикой Ммин., принимаемое равным 2 °С из соображений обеспечения надлежащей точности измерений температуры; Mмин. ------------- - наименьшее в пределах кольца отношение материальной

Mк.п. + Mк.о.  
характеристики для подающей или обратной линии отдельного участка  
испытываемого кольца Ммин. к суммарной материальной характеристике  
подающей Мк.n. и обратной Мк.о. линий для всего кольца в целом;  
Mмин.

При значении отношения ------------- <0,1 тепловые потери на Mк.п. + Mк.о. соответствующих участках испытываемого кольца, как правило, отдельно не измеряются.

Температура воды в подающей tп.и. и обратной tо.и. линиях испытываемого кольца на выходе из тепло подготовительной установки и на входе в неё определяются по формулам:

ср.г. ср.г.  
t + t t  
п o и ср.г.  
tп.и. = ------------ + ---- + t - t (17)  
2 2 окр.и окр.

ср.г. ср.г.  
t + t t  
п o и ср.г.  
tо.и. = tп.и. - t = ------------ - ----- + t - t (18)  
и 2 2 окр.и окр.

ср.г. ср.г.  
где: t и t - среднегодовые температуры воды в подающей и обратной  
п о  
линиях для испытываемой сети (°С), подсчитываемые согласно п.13.  
настоящих Методических указаний;  
t - ожидаемая усредненная по всем участкам кольца температура  
окр.и  
окружающей среды во время испытаний, °С;  
ср.г  
t - усредненная по тем же участкам среднегодовая температура  
окр.  
окружающей среды, °С.

При наличии в пределах испытываемого кольца участков как с подземной, так и с надземной прокладкой тепловой сети, усредненные ср.г. температуры окружающей среды tокр.и и t подсчитываются окр. соответственно по формулам: ср.м. ср.м. t х Mподз. + t х Mнадз. гр.и. в.и. tокр.и. = -------------------------------- (19) Mк

ср.м. ср.м.  
t х Mподз. + t х Mнадз.  
ср.г. гр. в.  
t = -------------------------------- (20)  
окр. Mк

ср.м. ср.м.  
где: t и t - соответственно средние за месяц проведения  
гр.и. в.и.  
испытаний температуры грунта на среднем уровне оси теплопроводов и  
наружного воздуха, °С;  
ср.м. ср.м.  
t и t - соответственно среднегодовые температуры грунта и  
гр. в.  
наружного воздуха, °С;  
Mподз. и Mнадз. - материальные характеристики для подающей или  
обратной линии по всем участкам соответственно подземной и надземной  
прокладки, расположенным в пределах испытываемого циркуляционного  
кольца, м^2;  
Мк - суммарная материальная характеристика для подающей или обратной  
линии по всем участкам испытываемого кольца, м^2;

43. При принятии расчетного расхода воды, циркулирующей по испытываемому кольцу, следует исходить из ориентировочно оцененного значения тепловых потерь этого кольца при режиме испытаний Qи, подсчитываемого по формуле:

Qи = СУММА (qн.п.и.+ qн..о.и.)бетаl + qн.и бетаl, (21) надз.

где: Qи - ожидаемые значения тепловых потерь испытываемого кольца при режиме испытаний, Вт (ккал/ч); бета - коэффициент местных потерь, принимается согласно п.9. настоящих Методических указаний;

qн.и - значение удельных тепловых потерь данной тепловой сети для каждого диаметра труб подземной прокладки при температурном режиме испытаний, Вт/м [ккал/(м·ч)];

qн.п.и и qн..о.и. - значения удельных тепловых потерь данной тепловой сети соответственно по подающей и обратной линиям для каждого диаметра труб надземной прокладки при температурном режиме испытаний, Вт/м [ккал/(м\*ч)];

l- протяженность участка сети, метров;

Эти значения определяются исходя из действующих норм тепловых потерь отдельно для участков подземной и надземной прокладки применительно к температурному режиму, поддерживаемому во время испытаний в циркуляционном кольце.

Значения qн.и для подземной и qн.п.и. и qн..о.и. для надземной прокладок находятся по формулам:

ср. ср. ср.м.  
t + t - 2t  
п.и. о.и. гр.и.  
qн.и = qн----------------------; (22)  
ср.г. ср.г. ср.г.  
t + t - 2t  
п. о. гр.

ср. ср.м  
t + t  
п.и. в.н.  
qн.п.и. = qн.п.-------------; (23)  
ср.г. ср.г.  
t + t  
п. в.

ср. ср.м  
t + t  
о.и. в.и.  
qн.о.и. = qн.о.-------------; (24)  
ср.г. ср.г.  
t + t  
о. в.

где: значение qн. для испытываемых участков подземной прокладки находится согласно п.11, а значения qн.п и qн.о для испытываемых участков надземной прокладки - согласно п.12 настоящих Методических указаний.

Средние температуры воды при режиме испытаний соответственно в ср. ср. подающей и обратной линиях испытываемого кольца t и t определяются п.и. о.и. по формулам: ср.г. ср.г. t + t ср. tи п. о. tи ср.г. t = tп.и. - --- = --------------- + ---- + tокр.и. - t (25) п.и. 4 2 4 окр.

ср.г. ср.г.  
t + t  
ср. tи п. о. tи ср.г.  
t = tc.и. - --- = --------------- + ---- + tокр.и. - t (26)  
o.и. 4 2 4 окр.

При расчетах по формуле (21) настоящих Методических указаний суммирование осуществляется по всем участкам длиной l испытываемого кольца, отличающимся наружным диаметром труб или типом прокладки, а не конструкцией изоляции, так как конструкция изоляции не влияет на нормативные значения удельных тепловых потерь.

44. Расчетный расход воды в циркуляционном кольце, назначаемый на время испытаний, определяется по формуле:

Qb  
G = ----х10^-3 (27)  
ctи

где: Gи - расчетный расход воды при испытаниях, тонн в час

Предполагаемое значение часовой подпитки сети при испытаниях принимается равным 0,5% суммарного объема трубопроводов в пределах испытываемого циркуляционного кольца.

45. Ожидаемая продолжительность пробега частиц воды по испытываемому циркуляционному кольцу (таук) определяется по формуле:

Vро10^-3  
таук = -------  
Gи (28)

где: таук - ожидаемая продолжительность пробега частиц воды по испытываемому циркуляционному кольцу, часов;

V - суммарный объем труб испытываемого циркуляционного кольца в пределах от выхода до входа их в теплоподготовительную установку, м^3;

pо - плотность воды в испытываемом кольце при средней температуре

tп.и. + tо.и.  
воды в нем ------------- , кг/м^3  
2

Gи - расчетный расход воды при испытаниях, тонн в час;

Подготовка сети и оборудования к испытаниям

46. Циркуляция воды в испытываемом кольце создается летним сетевым насосом небольшой подачи.

При отсутствии такого насоса необходимый расход воды может быть обеспечен основным сетевым насосом, оборудованным циркуляционной перемычкой с регулировочной задвижкой.

47. Тепловая мощность теплоподготовительной установки во время испытаний должна примерно соответствовать значению тепловых потерь циркуляционного кольца. При невозможности обеспечить необходимую тепловую мощность на существующем оборудовании источника тепла следует использовать нестационарные горизонтальные пароводяные подогреватели соответствующей мощности.

48. На конечном участке испытываемого кольца для перепуска воды из подающей линии в обратную линию устанавливается циркуляционная перемычка, рассчитанная на потери напора в ней 1-2 метра.

Для перепуска воды из подающей линии в обратную линию могут быть использованы также элеваторные перемычки вводов, расположенных за конечным участком испытываемого кольца. Сопла элеваторов при этом должны быть удалены.

49. Непосредственно перед началом испытаний, все тепловые вводы потребителей сети, кроме используемых в качестве перемычек за конечным участком, а также все ответвления, не подвергающиеся испытаниям, и перемычки между подающей и обратной линиями должны быть отключены от испытываемого кольца.. Плотность отключения должна быть тщательно проверена..

Подготовка измерительной аппаратуры

50. При тепловых испытаниях сети подлежат измерению: расход воды, циркулирующей по испытываемому кольцу, расход подпиточной воды в точках наблюдения. Кроме того, должно контролироваться давление в обратной линии испытываемого кольца на входе ее в теплоподготовительную установку.

51. Измерение расходов сетевой и подпиточной воды производится посредством сужающих устройств (измерительных диафрагм) или счетчиков-расходомеров, установленных на подающей или обратной линии, а также на подпиточной линии. К измерительным диафрагмам должны быть присоединены расходомеры переменного перепада давления.

Измерительные диафрагмы должны быть рассчитаны на расходы сетевой и подпиточной воды, которые были выявлены при определении параметров испытаний, и на перепад давления, соответствующий примерно 53 кПа (400 мм рт.ст.).

Расчет и установка новых диафрагм должны производиться согласно ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97, ГОСТ 8.563.3-97, утвержденным Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 19 февраля 2003 г. № 71 (рег. № 2019 от 27 февраля 2003 г., САЗ 03-09).

Для устранения пульсаций давления точку измерения расхода воды, циркулирующей по испытываемому кольцу, следует выбирать на расстоянии от циркуляционного насоса, превышающем 50 диаметров трубопровода..

52. Измерения температуры воды в испытываемом циркуляционном кольце должны производиться отдельно по подающей и обратной линиям в точках, расположенных на границах участков, определенных в соответствии с п. 37 настоящих Методических указаний. На перемычке конечного участка кольца устанавливается один термометр.

Термометр на обратном трубопроводе в теплоподготовительной установке размещается до точки врезки подпиточного трубопровода (по ходу воды), чтобы избежать введения поправки на температуру подпиточной воды.

Измерение температуры воды во время испытаний производится лабораторными ртутными термометрами с ценой деления 0,1 °С.

Глубина врезки гильз для термометров выбирается так, чтобы ртутный баллончик находился на оси трубопровода.

53. Все применяемые при испытаниях средства измерения должны иметь действующие клейма о государственной или ведомственной поверке, свидетельства о поверке. а расчеты сужающих устройств должны быть проверены в установленном законодательством порядке "Государственной метрологической службой".

54. На основании результатов подготовительной работы составляется перечень подготовительных мероприятий, необходимых для проведения тепловых испытаний. В перечне должны быть указаны точки врезки и размеры перемычек в теплоподготовительной установке и в сети, точки врезки гильз для термометров, расположение и диаметры отверстий устанавливаемых измерительных диафрагм и т.п.

Проведение тепловых испытаний

55. Перед проведением испытаний проверяется выполнение подготовительных мероприятий и составляется рабочая программа испытаний, которая согласовывается и утверждается главным инженером теплоснабжающего предприятия.

В программу испытаний включаются: схемы и режимы работы сети и теплоподготовительной установки, точки наблюдения, количество наблюдателей, ответственные представители по проведению испытаний, сроки проведения испытаний, а также необходимые мероприятия по технике безопасности согласно действующим Правилам техники безопасности при обслуживании тепловых сетей.

56. Осуществление необходимых гидравлических и температурных испытаний производится в следующем порядке:

а) включаются расходомеры на линиях сетевой и подпиточной воды и устанавливаются термометры на циркуляционной перемычке конечного участка кольца, на выходе трубопроводов из теплоподготовительной установки и на входе в нее;

б) устанавливается определенный расчетом расход воды по циркуляционному кольцу, который поддерживается неизменным в течение всего периода испытаний;

в) устанавливается давление в обратной линии испытываемого кольца на входе ее в теплоподготовительную установку;

г) устанавливается температура tп.и. воды в подающей линии испытываемого кольца на выходе из теплоподготовительной установки, определённая по формуле (17) настоящих Методических указаний.

57. Во время испытаний температура воды в подающей линии должна поддерживаться постоянной с точностью +0,5 °С.

Отклонение показаний расходомера, контролирующего расход сетевой воды в циркуляционном кольце, от расчетного значения недолжно превышать 2%.

58. Определение тепловых потерь при подземной прокладке сетей производится при максимальном приближении к установившемуся тепловому состоянию, что достигается путем дополнительного прогрева грунта, окружающего теплопроводы. Доведение температурного поля в грунте до соответствующего установившемуся состоянию, осуществляется при режиме, принятом для проведения испытаний.

Во время прогрева грунта измеряются расходы циркулирующей и подпиточной воды и температура ее в теплоподготовительной установке и на перемычке конечного участка испытываемого кольца. Результаты измерений фиксируются одновременно через каждые 30 минут.

Показателем достижения установившегося теплового состояния грунта на испытываемом кольце является длительное постоянство температуры воды в обратной линии кольца на входе в теплоподготовительную установку.

Процесс достижения установившегося теплового состояния считается завершенным, если температура воды в этой точке кольца остается постоянной в течение 4-6 часов.

Продолжительность достижения установившегося теплового состояния испытываемого кольца зависит от степени предварительного прогрева грунта и обычно находится в пределах (2-8) таук, где таук - продолжительность (в часах) пробега частиц воды по испытываемому кольцу, определяемая по формуле (29) настоящих Методических указаний.

Продолжительность периода достижения установившегося теплового состояния кольца существенно сокращается, если перед испытаниями горячее водоснабжение потребителей, присоединенных к испытываемой магистрали, осуществлялось при температуре воды в подающей линии, близкой к t п.и..

59. Начиная с момента достижения установившегося теплового состояния во всех намеченных точках наблюдения, устанавливаются термометры, и производится измерение температуры воды. Запись показаний термометров и расходомеров ведется одновременно с интервалом 10 минут. Продолжительность основного режима испытаний, то есть периода измерений, во всех точках наблюдений должна составлять не менее таук + (8-10) часов.

60. На заключительном этапе испытаний методом "температурной волны" уточняется продолжительность пробега таук частиц воды по циркуляционному кольцу, предварительно определенное по формуле (28) настоящих Методических указаний. На этом этапе температура воды в подающей линии за 20-40 минут повышается на 10-20 °С сверх значения tп.и. и поддерживается постоянной на этом уровне в течение 1 часа. Затем с той же скоростью температура воды понижается до значения tп.и, которое и поддерживается до конца испытаний.

Гидравлический режим испытаний при прохождении "температурной волны" остается неизменным. Движение "температурной волны" остается неизменным. Движение "температурной волны" по испытываемому кольцу фиксируется во всех точках наблюдения с интервалом 10 минут, что дает возможность определить фактическую продолжительность пробега частиц воды по каждому участку испытываемого кольца.

Испытания могут быть закончены лишь только после того, как "температурная волна" будет отмечена в обратной линии кольца на входе в теплоподготовительную установку.

61. Суммарная продолжительность основного режима испытаний и периода пробега "температурной волны" составляет 2таук + (10-12) часов.

62. Если циркуляционное кольцо от источника тепла начинается участком надземной прокладки, то "температурная волна" может быть создана на источнике еще в период основного режима испытаний. Продолжительность испытаний при этом сокращается на продолжительность пробега частиц воды по подающему трубопроводу надземной прокладки.

Обработка результатов испытаний

63. В результате испытаний определяются тепловые потери для каждого из участков испытываемого кольца отдельно по подающей и обратной линиям трубопроводов.

64. Предварительно по каждому наблюдательному пункту должны быть усреднены значения температуры воды, полученные при 20-30 последовательных измерениях в тот период, когда режим испытаний был наиболее близок к установившемуся. За этот же период усредняются значения расходов сетевой и подпиточной воды.

Усредняемые значения температуры должны относится к одним и тем же частицам движущейся воды. Поэтому в расчетах вводятся температуры, сдвинутые по времени на фактическую продолжительность пробега частиц между точками измерения, определённую методом "температурной волны".

Для выявления периода, в течение которого температурный режим испытаний был наиболее близок к установившемуся режиму, необходимо построить по всем точкам измерений график изменения температуры частиц воды. (Приложение № 2 к настоящим Методическим указаниям).

65. Тепловые потери в подающей и обратной линии для каждого из участков испытываемого кольца, определяются по формулам:

Gп н к  
Qп.и. = с (Gc - --)(t - t )10^3; (29)  
4 п п

3 н к  
Qо.и. = с (Gc - - Gп)(t - t )10^3; (30)  
4 о о

где:

Qп.и и Qо.и. - тепловые потери соответственно по подающей и обратной линиям для каждого обратной линиям для каждого участка испытываемого кольца, Вт (ккал/ч);

Gс - усредненный расход сетевой воды в подающей линии на выходе из теплоподготовительной установки, килограмм в секунду (тонн в час);

Gп - усредненный расход подпиточной воды, килограмм в секунду (тонн в час); н к

t и t - усредненные температуры воды в начале и конце подающей п п линии на этом участке, °С (Приложение № 1 настоящих Методических указаний). н к

t и t - усредненные температуры воды в начале и конце обратной о о линии на этом участке, °С (Приложение № 1 настоящих Методических указаний);

66. При наличии в середине испытанного участка циркуляционного кольца непротяженных отрезков трубопровода с другими типами прокладок или конструкциями изоляции, на которых невозможно измерить температурный перепад, обработка результатов испытаний по этому участку производится следующим образом:

67. По формулам (30) и (31) настоящих Методических указаний определяются фактические тепловые потери по подающей и обратной линиям на испытанном участке, включающем нехарактерные отрезки трубопровода.

68. Для каждого нехарактерного отрезка трубопровода рассчитываются средние температуры воды в отрезке по подающей ср.и (t )' п.и. ср.и и по обратной (t )'' линиям: п.и.

ср.и н н к Mп.нач +0,5Мп.отр  
(t )' = t - (t - t )------------------- (31)  
п.и. п п п Мп.уч

ср.и к н к Mо.нач +0,5Мо.отр  
(t )' = t - (t - t )------------------- (32)  
о.и. о о о Мо.уч

где: Мп.уч и Мо.уч - материальные характеристики соответственно подающей и обратной линий на всем испытанном участке циркуляционного кольца, м^2 ;

Мп.нач. и Мо.нач- материальные характеристики соответственно подающей и обратной линий участка циркуляционного кольца от начала участка до места расположения нехарактерного отрезка трубопровода, м^2;

Мп.отр и Мо.отр- материальные характеристики соответственно подающей и обратной нехарактерного отрезка трубопровода, м^2;

69. По методу, указанному в п.43 настоящих Методических указаний, определяется приближенные тепловые потери нехарактерного отрезка трубопровода при температурном режиме испытаний; при этом l - длина нехарактерного отрезка (метры), а значения qн.и., qн.п.и. и . qн.о.и. ср. ср. находятся по температурам (t )' и (t )' и температурам грунта и п.и. п.о. воздуха, указанным в п.71 настоящих Методических указаний.

70. Фактические тепловые потери по основной части испытанного участка циркуляционного кольца (без нехарактерных отрезков трубопроводов) определяются как разность тепловых потерь по каждой из линий, найденных в п.п. 67 и 69 настоящих Методических указаний. Эта разность и должна участвовать в дальнейшей обработке результатов испытаний. Сопоставление измеренных тепловых потерь с нормативными.

71. Для разработки на основе результатов испытаний нормируемых эксплуатационных тепловых потерь данной сети в целом измеренные значения этих потерь по каждому испытанному участку должны быть сопоставлены с нормативными значениями тепловых потерь для того же участка сети.

Для сопоставления с нормативными измеренные значения тепловых потерь по каждому испытанному участку должны быть предварительно пересчитаны на среднегодовые условия работы данной тепловой сети (температура воды в подающей и обратной линиях сети, а также окружающей среды).

Для участков подземной прокладки пересчет измеренных тепловых потерь на среднегодовые (отопительный сезон) условия работы сети выполняется суммарно для подающей и обратной линий по формуле:

ср.г ср.г ср.г. ср.г  
Qп.и (t - t ) + Qо.и (t - t )  
ср.г. п гр. о гр  
Q = -------------------------------------- ; (33)  
н.и н к н к  
t + t + t + t  
п п о о  
------------------ - tгр.и.  
4

Для участков надземной прокладки такой пересчет выполняется отдельно для подающей и обратной линий по формулам:

ср.г. ср.г.  
Qп.и (t - t )  
ср.г. п в  
Q = ------------------ ; (34)  
н.п.и н к  
t + t  
п п  
------- - tв.и.  
2  
(35)  
ср.г. ср.г.  
Qо.и (t - t )  
ср.г. о в  
Q = ------------------ ; (35)  
н.о.и н к  
t + t  
о о  
------- - tв.и.  
2

ср.г. ср.г. ср.г.

где Q , Q и Q . - пересчитанные на среднегодовые н.и. н.п.и. н.о.и. условия работы сети, измеренные тепловые потери по каждому испытанному участку кольца, Вт (ккал/ч);

tгр.и. и tв.и. - температура грунта и окружающего воздуха, средняя за время испытаний, °С

Остальные обозначения указаны в п.п.42 и 65 настоящих Методических указаний. ср.г. ср.г. ср.г.

72. Значения Q , Q и Q , подсчитанные по формулам н.и. н.п.и. н.о.и. (34)-(36) настоящих

Методических указаний для всех испытанных участков сети, должны быть сопоставлены с соответствующими нормативными величинами тепловых ср.г. ср.г. ср.г. потерь Q , Q и Q , которые определяются для каждого из н. н.п. н.о. испытанных участков согласно п.п.9-14 настоящих Методических указаний.

При этом в формулах (1)-(3) настоящих Методических указаний суммирование должно производиться по всем диаметрам труб на данном участке.

При сопоставлении измеренных и нормативных тепловых потерь подсчитываются их соотношения, характеризуемые коэффициентами К, равными для участков подземной прокладки:

ср.г.  
Q  
н.и.  
К= ------- (36)  
ср.г.  
Q  
н.  
Для участков надземной прокладки:  
ср.г.  
Q  
н.п.и.  
К= -------- (37)  
ср.г.  
Q  
н.п.

ср.г.  
Q  
н.о.и.  
К= -------- (38)  
ср.г.  
Q  
и.о.

73. Для участков с измеренными тепловыми потерями, существенно превышающими нормативные, то есть со значениями коэффициента К>1,1, в дальнейшем составляется программа работ с целью доведения тепловых потерь этих участков до нормативных значений. Объём, содержание, и сроки проведения таких работ определяются местными условиями.

В тех случаях, когда тепловые потери, определённые по каждому испытанному участку и пересчитанные на среднегодовые температуры воды и окружающей среды, не превышают или незначительно превышают соответствующие значения нормативных тепловых потерь для этих участков (К<=1,1), за основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь сети принимаются измеренные тепловые потери. Полученные таким путём нормируемые значения эксплуатационных тепловых потерь сети утверждаются как действующие на срок до проведения следующих тепловых испытаний сети, но не более чем на пять лет.

В тех случаях, когда измеренные тепловые потери по отдельным испытанным участкам, существенно превышают нормативные (К>1,1), они могут быть положены в основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь сети лишь на срок выполнения программы работ по доведению этих потерь до нормативных, но не более чем на три года.

74. Пример расчета тепловых потерь через изоляцию трубопроводов приведён в Приложении 6 настоящих Методических указаний.

6. Тепловые испытания паровых тепловых сетей  
(паропроводов)

Задачи испытаний и последовательность работ

75. Испытания паропроводов должны проводиться в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации (для трубопроводов 1,2-й и 3-й категорий) или с "предприятиями-владельцами" (для трубопроводов 4-й категории).

76. Испытания паропроводов проводятся при температурах и давлениях пара, равным или ниже их при обеспечении минимального значения перегрева пара в конечной точке испытуемой магистрали не менее чем на 15°С.

77. Задачей тепловых испытаний паропроводов является определение тепловых потерь через наружные изоляционные конструкции испытуемых участков трубопроводов при выбранном режиме и сопоставление их нормативными значениями по тем же участкам (Приложение № 4 и Приложение № 5 настоящих Методических указаний).

78. Перед испытаниями должна быть восстановлена разрушенная тепловая изоляция, осушены камеры, приведены в порядок дренажи и так далее.

79. Испытания состоят из следующих этапов:

а) анализ проектных и эксплуатационных материалов по испытуемому паропроводу:

б) выбор участков паропровода, подлежащих испытанию;

в) определение параметров испытаний;

г) подготовка трубопроводов и оборудования к испытаниям;

д) подготовка измерительной аппаратуры;

е) проведение испытаний;

ж) обработка результатов испытаний;

з) сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными тепловыми потерями.

Анализ материалов по испытываемому паропроводу

80. Подготовка к испытаниям начинается с анализа схемы паропроводов, оборудования источника и потребителей пара и их режимов, типов прокладки, а также конструкции изоляции и ее состояния.

Все данные по паропроводам указываются в Приложении № 9 к настоящим Методическим указаниям и сводятся в таблицу, содержащую данные о диаметрах трубопроводов, длинах участков, конструкциях изоляции и типах прокладки (прокладка в непроходном канале, в тоннеле, надземная прокладка, в помещениях). Образец таблицы приведен в Приложении № 9 к настоящим Методическим указаниям (таблица 1).

Для пересчета полученных при испытаниях данных на различные эксплуатационные режимы работы паропроводов и для определения параметров испытаний используются климатологические данные по окружающей среде (tо) для местности, в которой расположены паропроводы: среднемесячные и среднегодовые температуры грунта ср.м. ср.г. ср.м. (t , t ) при подземной прокладке и наружного воздуха ( t , гр. гр. в. ср.г t ) при надземной прокладке. Эти данные следует принимать из в. климатических справочников или по данным ближайшей метеостанции. При отсутствии обобщенных данных средние температуры должны приниматься по средневзвешенным значениям

СУММА ti ni  
tср = ------------- , (39)  
СУММА ni

где ti - температура в течение определенного периода;

ni - продолжительность определенного периода;

Выбор участков паропроводов, подлежащих испытаниям

81. Испытаниям следует подвергать участки, тип изоляционной конструкции которых является преобладающим для данного паропровода. Это облегчает распространение результатов испытаний на всю сеть паропроводов.

82. Выбор испытуемого участка производится на основе соотношения (Ми/Мс) >= 0,15,

где Ми= СУММА(dн lи) - материальная характеристика всех участков испытуемого паропровода,м^2;

Мс= СУММА(dн lс) - материальная характеристика всей сети рассматриваемых паропроводов, м^2;

dн - наружный диаметр труб, метров;

l - протяженность паропровода, метров;

Выявление испытуемых участков следует производить с учетом характеристик сети паропроводов.

Определение параметров испытаний

83. Надёжное определение тепловых потерь возможно при постоянных параметрах перегретого пара на источнике и у потребителя (по температуре и давлению разброс 3%,по расходу - 10-15%).

84. Постоянное давление и температуры на источнике обеспечивается поддержанием постоянных технологических режимов (электрической нагрузки турбин, режимов парообразования в котлах и так далее).

85. Постоянный расход пара по трассе достигается регулированием расхода пара на коллекторах у абонентов путём увеличения или уменьшения сброса пара в атмосферу через специальные дренажные трубопроводы.

86. Исходя из условия поддержания требуемого давления пара у потребителя и перегрева на 15°С пара на конечном пункте испытуемого участка (п.76 настоящих Методических указаний) определяются конечные давление (Р2) и температура (t2) испытуемого участка паропровода.

Начальная температура (t1) пара определяется из выражения

l(1+бета)  
---------  
RGс  
t1 = [(t2 -t0)e ] + t0 (40)

где: t0 - температура окружающей среды (температура грунта или воздуха в зависимости от типа прокладки),°С;

бета - коэффициент местных тепловых потерь; предварительно рекомендуется принимать бета = 0,25;

R - термическое сопротивление изоляционной конструкции испытуемого участка определяется путем теплового расчета существующей конструкции с применением табличных данных), м\*°С \*с/кДж;

G - Расчетный расход пара, кг/с;

с - удельная изобарная теплоемкость пара при средней температуре

tср = t2 + 30 °С, кДж/(кг°С)  
t1 + t2

После вычисления t1 уточняется c (при температуре tср. = -------) n n+1 2 и расчет повторяется до получения разницы (t1 - t1 < 5 °С, n n+1

где: t1 и t1 - температура в начале паропровода при (n) и (n+ 1) расчете.

Начальное абсолютное давление пара (МПа) определяется из выражения:, (41)

-------------------------

h1(1+альфа)(273+tср)l / h1+(1+альфа)(273+tср)l 2 P1 = --------------------- + \/ [ ---------------------- ]^2 + P (41) (273+t1) 273+t1 2

где: h1 - удельное падение давления

G^2  
h1 = AR ------------10^16 , МПа/м (42)  
ро1d^5,25

здесь: AR - обобщенный коэффициент, равный 10,6\*10^-3м^0,25;

ро1 - плотность пара в начале паропровода, кг/м^3;

d - внутренний диаметр трубопровода, метров;

альфа - коэффициент местных потерь давления; предварительно рекомендуется принимать альфа = 0,25.

По перепаду давления р=р1 - р2 определяется падение температуры пара на участке за счет дроссель-эффекта

дельтаt  
tдельта = ------- \* дельтаP (43)  
дельтаP

дельтаt

где: ------- - дифференциальный дроссель-эффект, °С/МПа дельтаP [принимается при р1=0,5-1,5 МПа и t1 = 300-350 °С равным (12-14) °С/МПа]; при других параметрах пара дроссель-эффект определяется по диаграмме или таблицам теплофизических свойств пара по изоэнтальпии (по линии постоянной энтальпии).

Начальная температура пара с учетом дроссель-эффекта

t1дельта = t1 + tдельта (44)

Подготовка паропровода и оборудования к испытаниям

Перед началом работ все ответвления, не подвергающиеся проверке, отключаются от испытуемого участка. Плотность отключения должна быть тщательно проверена.

Подготовка измерительной аппаратуры

87. Измерению подлежат: расход, температура и давление пара в начало и конце испытуемого паропровода, а также температура наружного воздуха и барометрическое давление.

88. Измерение расхода пара осуществляется установкой измерительных диафрагм у источника и потребителей на перепад давления 0,53 МПа (400 мм рт.ст.). Расчет и установка новых диафрагм должны производиться в соответствии с ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97, ГОСТ 8.563.3-97, утвержденными Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 19 февраля 2003 г. № 71 (рег. № 2019 от 27 февраля 2003 г., САЗ 03-09).

89. Измерение температуры производится установкой ртутных термометров или термоэлектрических термометров (термопар) в соответствии с требованиями, указанными ГОСТ 8.279-78 и ГОСТ 8.317-78., утвержденными Приказом Министра промышленности Приднестровской Молдавской Республики от 19 февраля 2003 г. № 71 (рег. № 2019 от 27 февраля 2003 г., САЗ 03-09).

Ртутные термометры должны иметь шкалу с ценой деления (0,1-0,5)°С. Гильза термометра должна быть врезана так, чтобы ртутный баллон находился на оси трубы. В случае выступания столбика ртути из гильзы при измерениях более 50 мм к основному термометру прикрепляется вспомогательный для определения поправки на температуру выступающего столбика.

90. Давление пара измеряется с помощью манометров типа МТИ (класс 0,6), которые устанавливаются в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

91. Все измерительные приборы перед их установкой тарируются и проверяются: точно измеряются диаметры отверстий диафрагм и проверяется качество острой кромки, промываются, опрессовываются и проверяются ртутные дифференциальные манометры, проверяются термометры и манометры, термоэлектрические термометры подвергаются индивидуальной градуировке.

92. Места установки измерительной аппаратуры указываются на схеме испытуемого паропровода.

Проведение тепловых испытаний паропровода

93. Рабочая программа испытаний согласовывается в соответствии п.75 настоящих Методических указаний и содержит:

а) схемы и режимы работы источника, паропровода и потребителя;

б) расположение точек наблюдения и количество наблюдателей;

в) перечень ответственных представителей по проведению испытаний;

г) необходимые мероприятия по соблюдению действующих правил техники безопасности при обслуживании тепловых сетей;

94. Осуществление режимов испытания производится следующим образом:

а) включаются дифференциальные манометры в начале и конце паропровода;

б) устанавливается расчетный расход пара, который поддерживается постоянным в течение всего периода испытаний, давление Р1 и температура тау1д;

в) прогревается паропровод (и грунт при подземной прокладке) до установления постоянной температуры на конечном участке (в течение 2-5 часов). Продолжительность этого периода значительно сокращается при предварительном прогреве грунта;

г) после установления испытательного режима во всех точках измеряется температура, давление и расход пара через каждые 10 минут в течение 2 часов.

Обработка результатов испытаний

95. Строятся графики расходов, абсолютных давлений и температур по всем испытуемым участкам паропровода.

96. Подсчитываются средние значения всех параметров пара в период испытания и вводятся поправки (при определении абсолютного давления кроме тарировочных поправок учитывается барометрическое давление).

97. Составляются таблицы с данными расходов, давлений и температур по каждому испытуемому участку (Приложение № 9 (табл.2) к настоящим Методическим указаниям).

98. Определяются тепловые потери на каждом участке по формуле:

Qi = G i (i1- i2); (45)

где : Gi - средний расход пара на участке, кг/с; i1 - начальная энтальпия пара, кДж/кг; i2 - конечная энтальпия пара, кДж/кг;

99. Определяются удельные тепловые потери

Qi  
qi = ---------- (46)  
l(1+бета)

100. Термическое сопротивление участка:

ср  
ti - to  
Ri = ----------- (47)  
qi

ср ti1 + ti2

где: ti = --------- - средняя температура на участке, °С; 2

tо - температура окружающей среды - наружного воздуха для надземной прокладки и грунта на уровня оси трубопровода при подземной прокладке, °С;

101. Значение перегрева пара в любой точке паропровода

тау = ti- tн; (48)

где: tн - температура насыщения пара, определяемая по таблицам или диаграммам по давлению Р1, °С;

102. Значение qi , Ri , t, заносятся в табл.2 Приложения № 9 к настоящим Методическим указаниям. Сопоставление измеренных тепловых потерь с нормативными.

103. Для сравнения фактических тепловых потерь с нормативными необходимо пересчитать данные, полученные при испытаниях на среднегодовые условия работы паропровода. При этом принимается, что значения термических сопротивлений (Ri) участков паропровода - постоянны, характеризуют качество изоляции и прокладки трубопровода...

В том случае, если при эксплуатационных режимах пар находится в перегретом состоянии, пересчет производится по формулам (40) и (42-48) настоящих Методических указаний с учетом средних температур окружающей среды (п.80 настоящих Методических указаний). При отсутствии измерений давления на промежуточных участках эти значения могут быть получены по известным начальным параметрам пара:

----------------------  
\_ / 2h(1+альфа) 273+tср  
Р2 = Р1 \/1- ----------- -------l (49)  
P1 273+t1

Результаты пересчета (фактические средние тепловые потери) сравниваются с нормативными тепловыми потерями, и составляется заключение о состоянии паропроводов.

104. В том случае, если при эксплуатационных режимах пар становится влажным, пересчет производится следующим образом:

а) исходные данные: давление и температура пара у источника и расход пара у источника и потребителей. По формуле (40) настоящих Методических указаний определяется распределение t i2 по трассе;

б) по формуле (49) настоящих Методических указаний определяется падение давления Р i2 по трассе и в соответствии с линией давления строится линия температур насыщения tн ;

в) пересечение линий tн и ti2 дает точку перехода пара из перегретого во влажное состояние (t1вл);

г) удельные тепловые потери паропровода на участке ?вл с влажным паром ср. t - tG вл. q = ----------- (50) Rуч.

ср. t1вл. + t2вл.

где: t = ------------- - средняя температура насыщения на участке в.п 2 lвл,°С;

tl вл - температура пара в конце участка lвл, равная температуре насыщения при Р2 вл, °С; Суммарные потери участка с влажным паром определяются по формуле: Q = qlвл(1+ бета); (51)

Энтальпия влажного пара (смеси сухого пара и конденсата) в конце участка lвл определяется по формуле:

Q  
i2вл. = i1вл. - -- (52)  
G

где: i1 вл - энтальпия пара в точке перехода из перегретого в насыщенное состояние, кДж/кг;

Степень влажности пара в конце участка определяется по формуле

i1вл. - i2вл.  
у = ------------- , (53)  
r

где: r - скрытая теплота парообразования, кДж/кг;

Степень сухости пара:

i2вл. - i2ж  
х = i - у = ------------ (54)  
r

где: i2ж - теплосодержание жидкости в конечной точке, кДж/кг;

Количество выпавшего конденсата, кг/с:

Gконд = yG (55)

Результаты расчетов по участку с влажным паром проверяются по формулам теплового и материального баланса:

i1вл G1п = i1вл G2п +с G2в тау2 + Q ; (56) 1-2

G1п = G2п + G2в; (57)

где: G1п - расход пара в начале участка с влажным паром, кг/с;

G2п - расход пара в конце участка с влажным паром, кг/с;

G2в - расход сконденсировавшейся влаги в конце участка с влажным паром, кг/с;

Q1-2 - тепловые потери участка с влажным паром, кДж/с; Формула (56) настоящих Методических указаний может быть выражена следующим образом

i1вл G1п = i2вл(G2п + G2в) + Q ; (58) 1-2

7. Нормирование тепловых потерь паропроводами

105. При определении нормируемых значений часовых среднегодовых (или среднемесячных) эксплуатационных тепловых потерь паропроводами через изоляционную конструкцию исходят из следующих положений: участки типа А - для испытанных участков используются значения измеренных тепловых потерь с пересчетом на среднегодовой режим работы; участки типа Б - для участков, не подвергавшихся испытаниям, но имеющих типы прокладки и конструкции изоляции аналогичные испытанным участкам, используются нормативные значения среднегодовых потерь (п.108. настоящих Методических указаний)для данных паропроводов с введением коэффициента К, значения которого принимаются в соответствии с результатами испытаний: ср.г. Q н.и. К = ------ (59) ср.г. Q н.в. ср.г. ср.г.

Значения Q и Q определяются по формулам (61)-(63) н.и. н.в настоящих Методических указаний. Более точно нормируемые значения тепловых потерь для этого этапа конструкций определяются в такой последовательности:

а) по данным испытаний определяется фактический усредненный коэффициент теплопроводности тепловой изоляции;

б) по существующим диаметрам теплопроводов и толщинам теплоизоляционных слоев подсчитываются нормируемые тепловые потери;

участки типа В - для участков паропроводов, не подвергающихся испытаниям и имеющих типы прокладок или конструкции изоляции, отличные от испытанных участков, принимаются нормативные значения среднегодовых тепловых потерь без введения поправочных коэффициентов;

в) нормируемые значения среднегодовых эксплуатационных тепловых потерь всей сетью паропроводов получаются путем суммирования потерь по охарактеризованным выше группам участков;

106. Нормативные значения среднегодовых тепловых потерь принимаются исходя из действующих норм тепловых потерь для различных типов прокладок паропроводов или на основании технико-экономического расчета.

Поскольку приведенные в действующих нормах значения температур окружающей среды и теплоносителя, как правило, не соответствуют температурам для конкретных паропроводов, необходим пересчет этих значений на условия работы последних.

107. Нормативные значения среднегодовых тепловых потерь для конкретного паропровода при нормативных значениях средних температур пара и окружающей среды определяются по формуле

ср.г.  
Q = СУММАl (1+,tnf)qн , (60)  
н.

где qн - нормативное значение удельных тепловых потерь кДж кВт паропроводов [---- (----)] - принимается по Приложению № 4 или м\*с м Приложению № 5 к настоящим Методическим указаниям.

108. Нормируемые значения среднегодовых тепловых потерь паропроводами определяются по каждой группе участков. Участки типа А: ср.г. ср.г. ( t - t ) ср.г. Qи э о.э.

Q = ------------------- , (61) Н.А. ср.г. ( t - tо.и. ) и.

где Qи - измеренные тепловые потери, кДж/с (кВт);  
ср.г.

t - средняя температура пара при испытаниях, °С; и.

tо.и.- температура окружающей среды при испытаниях, °С; ср.г.

t - средняя годовая температура пара при эксплуатации э. паропровода,°С; ср.г.

t - средняя годовая температура окружающей среды, °С. о.э. Участки типа Б ср.г. ср.г. ( t - t ) ср.г. ср.г. э о.э.

Q = KQ ----------------- , (62) Н.Б. Н ср.г. ср.г. ( t - t ) и. о.н.

где К - принимается в соответствии с п. 105.; ср.г.

t - средняя годовая температура пара по нормам, °С; н. ср.г.

t - средняя годовая температура окружающей среды по нормам, °С; о.н. Участки типа В: ср.г. ср.г. ( t - t ) ср.г. ср.г. э о.э.

Q = Q ----------------- , (63) Н.B. Н ср.г. ср.г. ( t - t ) и. о.н.

109. Нормируемые значения среднегодовых тепловых потерь всей сети паропроводов определяются по формуле:

ср.г. ср.г. ср.г. ср.г.  
СУММА Q = Q + Q + Q (64)  
н. Н.А. Н.Б. Н.В.

110. Нормируемые значения среднемесячных потерь теплоты паропроводами определяются по формулам (61)-(63) настоящих Методических указаний с учетом среднемесячных температур пара и окружающей среды.

111. Нормируемые значения месячных потерь теплоты паропроводом определяются по формуле:

м ср.м.  
Q = (СУММА Q ) х 3,6n, (65)  
н н.  
м.

где Q дано в МДж; н.

n - продолжительность работы паропровода в течение месяца, часов;

112. Нормируемое значение годовых потерь паропроводами через изоляционные конструкции определяется как сумма месячных тепловых потерь Г м Q = СУММА Q (66) н н

113. При тепловых испытаниях должны выявляться тепловые потери паропроводов за счет утечек пара и конденсата и предприниматься мероприятия по их устранению.

114. Пример расчета тепловых потерь через изоляцию трубопроводов паровой сети приведен в приложении № 9 к настоящим Методическим указаниям.

Приложение № 1  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
водяных и паровых тепловых сетей,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

Рис 1. Схема испытываемого циркуляционного кольца:

Приложение № 2  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
в водяных и паровых тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

Рис. 2. Построение графика измерения температуры частиц воды

Приложение № 3  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
в водяных и паровых тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

Рис. 3. Схема паропроводов:

Приложение № 4  
по определению тепловых потерь  
в водяных и паровых тепловых сетях,  
утвержденные Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

Нормы тепловых потерь изолированными водяными трубопроводами при  
подземной бесканальной прокладке в непроходных каналах с расчетной  
среднегодовой температурой грунта = 5 °С на глубине заложения  
трубопроводов

-------------------------------------------------------------------- | Наружный | Нормы тепловых потерь, Вт/м [(ккал/ (м \*ч)], | | диаметр |---------------------------------------------------| | труб d Н, мм | Двухтрубной | Двухтрубной | Двухтрубной | | | прокладки | прокладки при | прокладки | | | при разности | разности | при разности | | | среднегодовых | среднегодовых | среднегодовых | | | температур воды | температур воды | температур | | | и грунта 52,5°С | и грунта 65°С | воды и грунта | | | | | 75°С | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 32 | 52 (45) | 60(52) | 67(58) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 57 | 65 (56) | 75(65) | 84(72) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 76 | 75 (64) | 86(74) | 95(82) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 89 | 80 (69) | 93(80) | 102(88) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 108 | 88 (76) | 102(88) | 111(96) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 159 | 109 (94) | 124(107) | 136(117) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 219 | 131 (113) | 151(130) | 165(142) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 273 | 154 (132) | 174(150) | 190(163) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 325 | 173 (149) | 195(168) | 212(183) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 377 | - | 212(183) | 234(202) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 426 | - | 235(203) | 254(219) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 478 | - | 259(223) | 280(241) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 529 | - | 282(243) | 303(261) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 630 | - | 321(277) | 345(298) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 720 | - | 355(306) | 379(327) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 820 | - | 396(341) | 423(364) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 920 | - | 433(373) | 463(399) | |--------------|-----------------|-----------------|---------------| | 1020 | - | 475(410) | 506(436) | --------------------------------------------------------------------

Приложение № 5  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
в водяных и тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

Н О Р М Ы  
тепловых потерь одним изолированным водяным теплопроводом при  
надземной прокладке с расчетной среднегодовой температурой  
наружного воздуха +5°С

----------------------------------------------------------------------- | Наружный | Нормы тепловых потерь, Вт [ккал/(м·ч)] | | диаметр |------------------------------------------------------| | трубопровода | Разность среднегодовых температур воды и воздуха, °С | | dн, мм |------------------------------------------------------| | | 45 | 70 | 95 | 120 | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 32 | 17(15) | 27(23) | 36(31) | 44(38) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 48 | 21(18) | 31(27) | 42(36) | 52(45) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 57 | 24(21) | 35(30) | 46(40) | 57(49) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 76 | 29(25) | 41(35) | 52(45) | 64(55) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 89 | 32(28) | 44(38) | 58(50) | 70(60) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 108 | 36(31) | 50(43) | 64(55) | 78(67) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 133 | 41(35) | 56(48) | 70(60) | 86(74) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 159 | 44(38) | 58(50) | 75(65) | 93(80) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 194 | 49(42) | 67(58) | 85(73) | 102(88) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 219 | 53(46) | 70(60) | 90(78) | 110(95) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 273 | 61(53) | 81(70) | 101(87) | 124(107) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 325 | 70(60) | 98(80) | 116(100) | 139(120) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 377 | 82(71) | 108(93) | 132(114) | 157(135) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 426 | 95(82) | 122(105) | 148(128) | 174(150) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 478 | 109(89) | 131(113) | 158(136) | 186(160) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 529 | 110(95) | 139(120) | 168(145) | 197(170) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 630 | 121(104) | 154(133) | 186(160) | 220(190) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 720 | 133(115) | 168(145) | 204(176) | 239(206) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 820 | 157(135) | 195(168) | 232(200) | 270(233) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 920 | 180(155) | 220(190) | 261(225) | 302(260) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 1020 | 209(180) | 255(220) | 296(255) | 339(292) | |--------------|-------------|--------------|------------|------------| | 1420 | 267(230) | 325(280) | 377(325) | 441(380) | -----------------------------------------------------------------------

Приложение № 6  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
в водяных и паровых тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

П Р И М Е Р

расчета тепловых потерь через изоляцию трубопроводов водяной тепловой сети

1. Исходные данные

Тепловые потери определяются для 2-х трубной водяной сети. Материальная характеристика этой сети для разных типов прокладок и конструкций изоляции приведена в таблице 1.

Таблица 1

Материальная характеристика 2-х трубной водяной тепловой сети

--------------------------------------------------------------------------------------------- | Тип прокладки и | Наружный | Длина | Материальная | Объем | | конструкция изоляции | диаметр | подающего | характеристика | трубопроводов | | трубопроводов | подающего или | или обратного | М= dн· l, м^2 | Y, м^3 | | | обратного | трубопровода | | | | | трубопровода | l, м | | | | | dн, м | | | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |-------------------------------------------------------------------------------------------| | По всем участкам сети | |-------------------------------------------------------------------------------------------| | Надземная прокладка, | 0,426 | 2180 | 930 | - | | изоляция из минеральной | 0,108 | 2365 | 255 | - | | ваты | | | | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 4545 | 1185 | - | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | Подземная канальная | 0,325 | 2500 | 812 | | | прокладка, изоляция из | 0,273 | 1500 | 409 | | | минеральной ваты | 0,219 | 2160 | 473 | | | | 0,159 | 5150 | 820 | | | | 0,108 | 4325 | 467 | | | | 0,076 | 1055 | 80 | | | | 0,057 | 585 | 33 | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 17275 | 3094 | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | Подземная канальная | 0,219 | 2500 | 548 | - | | прокладка, изоляция из |---------------|---------------|----------------|---------------| | диатомового кирпича | 0,159 | 2065 | 328 | - | | |---------------|---------------|----------------|---------------| | | 0,108 | 3085 | 333 | - | | |---------------|---------------|----------------|---------------| | | 0,076 | 2600 | 198 | - | | |---------------|---------------|----------------|---------------| | | 0,057 | 2310 | 131 | - | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 12560 | 1538 | - | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ВСЕГО по сети | - | - | 5817 | | |-------------------------------------------------------------------------------------------| | По испытываемым участкам сети | |-------------------------------------------------------------------------------------------| | Участок № 1 | 0,426 | 2180 | 930 | 2 х 285 | | Надземная прокладка, | | | | | | изоляция из минеральной | | | | | | ваты | | | | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 2180 | 930 | 2 х 285 | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | Участок № 2 | 0,325 | 2500 | 812 | 2 х 185 | | Подземная канальная |---------------|---------------|----------------|---------------| | прокладка, изоляция из | 0,273 | 1500 | 409 | 2 х 78 | | минеральной ваты | | | | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 4000 | 1221 | 2 х 263 | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | Участок № 3 | | | | | | Подземная канальная | 0,219 | 2500 | 548 | 2 х 81 | | прокладка, изоляция из | | | | | | диатомового кирпича | | | | | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ИТОГО | - | 2500 | 548 | 2 х 81 | |--------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------| | ВСЕГО | - | - | 2699 | 2 х 629=1258 | ---------------------------------------------------------------------------------------------

Примечание. Расположение участков на тепловой сети приведено в Приложении № 1 к настоящим Методическим указаниям.

Для испытываемой сети приняты:

- среднегодовые температуры наружного воздуха и грунта на уровне оси теплопроводов:

ср.г. ср.г.  
t = 0 °С и t = + 4 °С;  
в гр.

- температуры наружного воздуха и грунта на уровне оси теплопроводов, средние за месяц проведения испытаний:

ср.г. ср.м.  
t = + 15 °С и t = + 7 °С;  
в.и. гр.м.

- средние температуры воды и окружающей среды за один из месяцев работы сети

cp.м. cp.м. cp.м. cp.м.  
t = 92 °С; t = 50°С ; t = - 6 °С; t = + 3 °С;  
п. о. в. гр.

(среднемесячные температуры воды находятся по температурному графику сети при среднемесячной температуре наружного воздуха);

- среднегодовые (за отопительный сезон) температуры воды в подающей и обратной линиях, определенные как среднеарифметические из среднемесячных температур ее в этих линиях:

ср.г. ср.г.  
t = 78 °С и t = 46 °С ;  
п. о.

2. Выбор участков сети, подлежащих испытаниям

Выбор типов прокладки и конструкций изоляции, которые необходимо подвергнуть испытаниям, производится на основании таблицы 1 Приложения N6 настоящих Методических указаний.

Доля материальной характеристики участков с различными типами прокладки и конструкциями изоляции в материальной характеристике сети в целом в данном случае составляет:

- для участков надземной прокладки с изоляцией из минеральной ваты М 1185 --- = ---- >0,15; Мс 5117

- для участков подземной прокладки с изоляцией из минеральной ваты М 3094 --- = ---- >0,15; Мс 5817

- для участков подземной прокладки с изоляцией из диатомового кирпича М 1538 --- = ---- >0,15; Мс 5817

Таким образом, все применяемые в данных тепловых сетях типа прокладок и конструкции изоляции должны быть подвергнуты испытаниям. Для испытаний выбрана главная магистраль тепловой сети, типы прокладок и изоляционные конструкции которой охватывают все три типа, подлежащих испытаниям. Схема испытываемого циркуляционного кольца приведена в Приложении № 1 к настоящим Методическим указаниям.

Характеристика участков испытываемого циркуляционного кольца такова: Участок 1- ТЭЦ - ТК- 1. Надземная прокладка трубопровода, изоляция из минеральной ваты; Участок 2 - ТК- ТК - 3. Подземная канальная прокладка трубопроводов, изоляция из минеральной ваты; Участок 3 -ТК-3 - ТК -4. Подземная канальная прокладка трубопроводов, изоляция из диатомового кирпича;

3. Расчет параметров испытаний

Снижение температуры воды в испытываемом кольце, определенное по формуле (16) настоящих Методических указаний, составляет

2  
 tи --------- примерно 20 °С  
548  
---------  
2699+2699

Усредненные температуры окружающей среды t окр.и и подсчитываются соответственно по формулам (19) и (20) настоящих Методических указаний: 7 х (1221+548) + 15 х 930

tокр.и. = -------------------------- = 9,8 °С; 2699

ср.г. 4 х (1221+548) + 0 х 930

t = -------------------------- = 2,6 °С; окр. 2699

Температура воды, поддерживаемая при испытаниях в подающей линии испытываемого кольца на выходе из теплоподготовительной установки, определяется по формуле (17) настоящих Методических указаний:

78+46 20

tп.и = ------ + -- примерно 79 °С 2 2

Ожидаемая температура воды в обратной линии испытываемого циркуляционного кольца на входе в теплоподготовительную установку, определяемая по формулу (18) настоящих Методических указаний, составляет

tо.и. = 79-20 = 59 °С.

Средние температуры воды соответственно в подающий и обратной линиях испытываемого кольца, определяемые по формулам (25) и (26) настоящих Методических указаний, равны:

ср. 20

t = 79 - -- = 74 °С п.и. 4

ср. 20

t = 59 + -- = 64 °С. о.и. 4

Значения нормативных удельных тепловых потерь подающей и обратной линий при наружном диаметре трубопроводов d н, равном 426 мм, для первого испытываемого участка при надземной прокладке, определяемые согласно п.12 настоящих Методических указаний путем линейной интерполяции, составляют:

148-122

qн.п. = 122 + ------- [(78-0) - 70)] = 130 Вт/м или 95-70

128-105

qн.п. = 105 + ------- [(78-0) - 70)] = 112 ккал/ (м\*ч); 95-70

122-95

qн.о = 95 + ------- [(46-0) - 45)] = 96 Вт/м или 70-45

105-82

qн.о = 82 + ------- [(46-0) - 45)] = 83 ккал/ (м\*ч); 70-45

где 148 (128), 122 (105) и 95 (82) - нормативные удельные тепловые потери трубопровода с наружным диаметром d н = 426 мм при надземной прокладке и соответственно при разности среднегодовых температур воды и окружающего воздуха 95; 70 и 45 °С, Вт/м (ккал/м\*ч).

Значения нормативных удельных тепловых потерь суммарно по подающей и обратной линиям трубопроводов с наружным диаметром dн, равным 325 и 273 мм, для участка 2 испытываемого кольца при подземной прокладке, определяемые согласно п.11 настоящих Методических указаний путем линейной интерполяции, составляют:

195-173 78+46

qн = 173 + --------[(----- - 4)- 52,5] = 182 Вт/м или 65-52,5 2

168-149 78+46

qн = 149 + --------[(----- - 4)- 52,5] = 157 ккал./(м.ч); 65-52,5 2

174-154 78+46

qн = 154 + --------[(----- - 4)- 52,5] = 162 Вт/м или 65-52,5 2

150-132 78+48

qн = 132 + --------[(----- - 4)- 52,5] = 140 ккал./(м.ч). 65-52,5 2

где 195 (168) и 173 (149) - нормативные удельные тепловые потери трубопровода с наружным диаметром dн, равным 325 мм, при подземной прокладке и соответственно при разности среднегодовых температур воды и грунта 65 и 52,5 °С, а 174 (150) и 154 (132) - те же величины, но принятые для d н, равного 273 мм, Вт/м [ ккал/ (м\*ч) ].

Значения нормативных тепловых потерь q н суммарно по подающей и обратной линиям для трубопроводов с наружным диаметром dн, равным 219 мм, для участка 3 кольца определяется аналогично и составляет 139 Вт/м, или 120 ккал/(м\*ч)

Значения ожидаемых удельных тепловых потерь для испытываемых участков сети при температурном режиме, принятом для проведения испытаний, определяются по формулам (23)-(24) настоящих Методических указаний и составляют:

- для участка 1:

74-15

qн.п.и. = 130 х ----- = 98 Вт/м или 78-0

74-15

qн.п.и. = 112 х ----- = 85 ккал/(м\*ч); 78-0

64-15

qн.о.и. = 96 х ----- = 102 Вт/м или 46-0

64-15

qн.о.и. = 83 х ----- = 88 ккал/(м\*ч); 46-0

- для участка 2 с диаметром трубопроводов (dн) 325 и 273 мм: 74+64-2х7

qн.и. = 182 х --------- = 195 Вт/м или 78-46-2х4

74+64-2х7

qн.и. = 157 х --------- = 168 ккал/(м\*ч); 78-46-2х4

74+64-2х7

qн.и. = 162 х --------- = 174 Вт/м или 78-46-2х4

74+64-2х7

qн.и. = 140 х --------- = 150 ккал/(м\*ч); 78-46-2х4

- для участка 3: 74+64-2х7

qн.и. = 139 х --------- = 149 Вт/м или 78-46-2х4

74+64-2х7

qн.и. = 120 х --------- = 128 ккал/(мч); 78-46-2х4

Длины участков испытываемого циркуляционного кольца с различными диаметрами трубопроводов принимаются по данным таблицы 1 Приложения N6 к настоящим Методическим указаниям.

Ориентировочное значение тепловых потерь всем циркуляционным кольцом при испытаниях, определяемое по формуле (21) настоящих Методических указаний, составляет: Qи = (98 + 102) х 1,25 х 2180 +195 х 1,2 х 2500 + 174 х 1,2 х 1500 +149 х 1,2 х 2500 = 1890000 ВТ или Qи =(85 + 88) х 1,25 х 2180+168 х 1,2х 2500 + 150 х 1,2 х 1500 + 128 х 1,2 х 2500 = 1629000 ккал/ч,

где бета = 1,25 и 1,2 - коэффициенты местных тепловых потерь, принимаемые согласно п.14 настоящих Методических указаний.

Расчетный расход воды, принимаемый на время испытаний, определяется по формуле (27) настоящих Методических указаний.

1890000

Gи = --------- х 10^-3= 22,6 кг/с или 4,187х20

1629000

Gи = --------- х 10^-3= 81,5 т/ч. 1х20

Ожидаемое значение подпитки испытываемого циркуляционного кольца составляет:

Gп = 0,005 х 1258 : 3,6 = 1,75 кг/с или

Gп = 0,005 х 1258 = 6,3 т/ч.

Ожидаемая продолжительность пробега частиц воды по испытываемому циркуляционному кольцу при средней плотности воды p = 978 кг/м^3, соответствующей ее средней температуре

tп.и. + tо.и.

------------- = 69 °С, 2 находится по формуле (28) настоящих Методических указаний:

1258х978х10^-3

таук = -------------- примерно 15 ч или 3,6х22,6

1258х978х10^-3

таук = -------------- примерно 15 ч 81,5

4. Обработка результатов испытаний

После проведения испытаний и усреднения полученных данных с учетом фактической продолжительности пробега частиц воды по участкам испытываемого циркуляционного кольца были получены расходы сетевой и подпиточной воды Gс = 21,8 кг/с (78,2 т/ч) и Gп = 1,45 кг/с (5,2 т/ч).

Измеренные температуры воды (°С) приведены ниже:

------------------------------------------------ | Точка наблюдения | ТЭЦ | ТК-1 | ТК-3 | ТК-4 | |------------------|------|------|------|------| | Подающая линия | 74,8 | 72,3 | 68,1 | 66,0 | |------------------|------|------|------|------| | Обратная линия | 58,2 | 60,3 | 64,0 | 66,0 | ------------------------------------------------

По данным метеослужбы, температура грунта на уровне оси трубопроводов за период испытаний составляла + 6 °С, а средняя температура наружного воздуха за тот же период оказалась равной + 23 °С.

При испытаниях тепловые потери по подающей и обратной линиям испытанного участка l, определяемые по формулам (30) и (31) настоящих Методических указаний, составляют:

1,75

Qп.и. = 4,187 х (21,8 - ----)(74,8 - 72,3)х 10^3 = 223000 Вт или 4 5,2

Qп.и. = 1,0 х (78,2 - ---) (74,8 - 72,3)х 10^3 = 192000 ккал/ч; 4 3х1,75

Qо.и. = 4,187 х (21,8 - ------)(60,3 - 58,2)х 10^3 =181000 Вт или 4

3х5,5

Qо.и. = 1,0 х (78,2 - -----)(60,3 - 58,2) х 103 = 156000 ккал/ч. 4

Результаты подсчета измеренных тепловых потерь по всем испытанным участкам сведены в Таблицу 1 Приложения № 6 к настоящим Методическим указаниям.

5. Сопоставление измеренных тепловых потерь с нормативными

Необходимые для сопоставления значения измеренных тепловых потерь испытанных участков циркуляционного кольца, пересчитанные на среднегодовые условия работы сети, определяются по формулам (35) и (36) настоящих Методических указаний. Эти значения составляют: - для испытанного участка 1 надземной прокладки

ср.г. 223000(78-0)

Q = -------------- = 344000 Вт или н.п.и. 74,8+72,3 --------- -23 2

ср.г 192000(78-0)

Q = -------------- = 296000 ккал/ч н.п.и 74,8+72,3 --------- -23 2

ср.г. 181000(46-0)

Q = -------------- = 230000 Вт или н.о.и. 60,3+58,2 --------- -23 2

ср.г 156000(46-0)

Q = -------------- = 198000ккал/ч н.о.и 60,3+58,2 --------- -23 2

- для участка 2 подземной прокладки

ср.г. 374000(78-4)+318000(46-4)

Q = ------------------------- = 683000 Вт или н.и. 72,3+68,1+64,0+60,3 ------------------- - 6 4

ср.г. 323000(78-4)+275000(46-4)

Q = ------------------------- = 589000 ккал/ч н.и. 72,3+68,1+64,0+60,3 ------------------- - 6 4

Результаты пересчета тепловых потерь испытанных участков циркуляционного кольца на среднегодовые условия работы сети приведены в Таблице 2 Приложения № 6 к настоящим Методическим указаниям. В этой же таблице приводятся значения нормативных удельных потерь испытанных участков при среднегодовых условиях работы сети, определяемые при расчете параметров испытаний qн, qн.п и qн.о

Нормативные тепловые потери для испытанных участков, пересчитанные на среднегодовые условия работы сети, определяются согласно п.п. 9-14 настоящих Методических указаний.

ср.г.

Q = 1,25 х 130 х 2180 = 354 000 Вт или н.п.

ср.г.

Q = 1,25 х 112 х 2180 = 305 000 ккал/ч; н.п.

ср.г.

Q = 1,25 х 96 х 2180 = 262 000 Вт или н.о.

ср.г.

Q = 1,25 х 83 х 2180 = 226 000 ккал/ч; н.о.

Аналогично для участка 2 подземной прокладки ср.г.

Q = 1,2x182x2500+1,2x162x1500=839000 Вт или н.

ср.г.

Q = 1,2x157x2500+1,2x140x1500=723000 ккал/ч н.

Результаты расчета нормативных абсолютных тепловых потерь испытанных участков приведены в Таблице 2 Приложения № 6 к настоящим Методическим указаниям.

Далее производится сопоставление измеренных и нормативных тепловых потерь по различным испытанным типам прокладки и конструкции изоляции путем определения коэффициента К по формулам (37)-(39) настоящих Методических указаний.

Для участков надземной прокладки при изоляции из минеральной ваты получаем:

а) По подающей линии: Кп=344000 : 354000=0,97 или Кп=296000 : 305000=0,97;

б) По обратной линии: Ко=230000 : 262000=0,88 или Ко=198000 : 226000=0,88;

Соответственно для подземной прокладки при изоляции из минеральной ваты суммарно по обеим линиям: К=683000 : 839000=0,81 или К= 589000 : 723000=0,81;

То же для подземной прокладки при изоляции из диатомового кирпича суммарно по обеим линиям: К=352000 : 418000=0,84 или К=303000 : 360000=0,84;

Как следует из сопоставления значений измеренных и нормативных тепловых потерь, измеренные тепловые потери подающей и обратной линий надземной прокладки, а также суммарные потери по обеим линиям для участков подземной прокладки с различными типами изоляции оказались ниже нормативных.

В связи с этим за основу при определении эксплуатационных тепловых потерь принимаются измеренные тепловые потери, полученные при испытаниях для различных типов прокладки и конструкций изоляции.

Таблица 2

----------------------------------------------------------------------------------------------------- | РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ИЗМЕРЕННЫХ И НОРМАТИВНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ | | ТИПОВ ПРОКЛАДКИ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗОЛЯЦИИ | |---------------------------------------------------------------------------------------------------| | Подсчитываемые величины | Участок 1 (надземная | Участок 2 (подземная | Участок 3 (подземная | | | прокладка, изоляция | прокладка, изоляция из | прокладка, изоляция | | | из минеральной ваты) | минеральной ваты) | из диатомового кирпича) | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | Qп.и., Вт (ккал/ч) | 223000 | 374000 | 187000 | | | (192000) | (323000) | (161000) | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | Qо.и., Вт (ккал/ч) | 181000 | 318000 | 173000 | | | (156000) | (275000) | (149000) | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | - | 683000 | 352000 | | Q н.и., Вт (ккал/ч) | | (589000) | (303000) | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | 344000 | - | - | | Q н.п.и, Вт (ккал/ч) | (296000) | | | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | 230000 | - | - | | Q н.о.и, Вт (ккал/ч) | (198000) | | | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | qн, Вт/м (ккал/м\*ч) | | 182 (157) (при dн=325) | 139 (120) | | | | 162 (140) при dн=273 | | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | qн.п., Вт/м (ккал/м\*ч) | 130 (112) | - | - | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | qн.о., Вт/м (ккал/м\*ч) | 96 (83) | - | - | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | - | 839000 | 418000 | | Q н., Вт (ккал/ч) | | (723000) | (360000) | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | 354000 | - | - | | Q н.п., Вт (ккал/ч) | (305000) | | | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | ср.г. | 262000 | - | - | | Q н.о., Вт (ккал/ч) | (226000) | | | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | К | - | 0,81 | 0,84 | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | Кп | 0,97 | - | - | |-------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------| | К0 | 0,88 | - | - | -----------------------------------------------------------------------------------------------------

6. Нормирование эксплуатационных потерь через изоляцию трубопроводов

Для нормирования эксплуатационных тепловых потерь на участках сети, не подвергшихся испытаниям, должны быть определены, согласно пп.11 и 12 настоящих Методических указаний, нормативные удельные тепловые потери для этих участков, приведенные к среднегодовым условиям работы сети. Значения указанных удельных тепловых потерь, а также нормируемых эксплуатационных тепловых потерь не подвергшихся испытаниям участков сети, определенные по формулам (4)-(6) настоящих Методических указаний с введением соответствующих поправочных коэффициентов К, приведенных в Таблице 3 Приложения N6 к настоящим Методическим указаниям, куда включены также значения нормируемых эксплуатационных потерь участков сети, прошедших испытания.

Как следует из Таблицы 3 Приложения N6 к настоящим Методическим указаниям, значения нормируемых среднегодовых тепловых потерь по тепловой сети в целом, определенная по формулам (7)-(9) настоящих Методических указаний, составляет по участкам подземной прокладки ср.г. Q = 3,325 МВт (2,864 Гкал/ч), а по участкам надземной прокладки подз. ср.г.

Q = 0,501 МВт (0,431 Гкал/ч) и подз.

ср.г.

Q = 0,324 МВт (0,279 Гкал/ч). подз.

Для определения нормируемых тепловых потерь сети за один из месяцев их работы, характеризуемый приведенными выше данными, необходимо найти среднемесячные значения тепловых потерь по формулам (11)-(13) настоящих Методических указаний. Они составляют:

а) Для участков подземной прокладки

ср.м. 92+50-2х3

Q = 3,325 --------- = 3,893 МВт или позд. 78+46-2х4

ср.м. 92+50-2х3

Q = 2,864 --------- = 3,358 Гкал/ч; позд. 78+46-2х4

б) Для участков надземной прокладки ср.м 92-6

Q = 0,501 ----- = 0,552 МВт или надз.п. 78-0

ср.м 92-6

Q = 0,431 ----- = 0,475 Гкал/ч; надз.п. 78-0

ср.м 50-6

Q = 0,324 ----- = 0,352 МВт надз.о. 46-0

ср.м 50-6

Q = 0,279 ----- = 0,267 МВт надз.о. 46-0

Отсюда нормируемое значение месячных потерь тепла через изоляцию трубопроводов для сети в целом, определяемое по формуле (10) настоящих Методических указаний, равно:

мес.

Q = 3,6(3,898+ 0,552+0,352)\*720=12447 ГДж или из.

мес.

Q = (3,358+ 0,475+0,267)\*720=2952 Гкал из.

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------- | НОРМИРУЕМЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ УЧАСТКАМИ СЕТИ | |-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------| | Тип прокладки и конструкция | Наружный диаметр | Длина подающего | Нормативные удельные | Нормируемые эксплуатационные | | изоляции теплопроводов | подающего или | или обратного | тепловые потери | среднегодовые тепловые потери, | | | обратного | трубопровода | Вт/м (ккал/(мч)), | Вт (ккал/ч), для линии | | | трубопровода, | L, м | для линии | | | | dн, м | |-----------------------|-----------------------------------| | | | | подающей | обратно | подающей | обратно | |------------------------------|------------------|-----------------|------------|----------|-----------------|-----------------| | Надземная прокладка, | 0,426 | 2180 | - | - | 344000 (296000) | 230000 (198000) | | изоляция из | 0,108 | 2365 | 55 (47) | 36 (31) | 157000 (135000) | 94000 (81000) | | минеральной ваты | | | | | | | |------------------------------|------------------|-----------------|------------|----------|-----------------|-----------------| | ИТОГО по надземной | - | - | - | - | 501000 (431000) | 324000 (279000) | | прокладке. | | | | | | | |------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------| | Подземная канальная | 0,325 | 2500 | - | 683000 (589000) | | | | | | | | прокладка, | 0,273 | 1500 | - | - | | | | | | | | изоляция из минеральной ваты | 0,219 | 2160 | 139 (120) | 292000 (251000) | | | | | | | | | 0,159 | 5150 | 116 (100) | 580000 (500000) | | | | | | | | | 0,108 | 4325 | 94 (81) | 394000 (340000) | | | | | | | | | 0,076 | 1055 | 79 (68) | 81000 (70000) | | | | | | | | | 0,057 | 585 | 70 (60) | 39000 (34000) | |------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------| | Подземная канальная | 0,219 | 2500 | - | 352000 (303000) | | | | | | | | прокладка, | 0,159 | 2065 | 116 (100) | 242000 (208000) | | | | | | | | изоляция из диатомового | 0,108 | 3085 | 94 (81) | 292000 (252000) | | | | | | | | кирпича | 0,076 | 2600 | 79 (68) | 208000 (178000) | | | | | | | | | 0,057 | 2310 | 70 (60) | 162000 (139000) | |------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------| | ИТОГО по подземной прокладке | - | - | - | 3325000 (2864000) | |------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------| | ВСЕГО по сети | - | - | - | 4150000 (3574000) | ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Приложение № 7  
к Методическим указаниям,  
по определению тепловых потерь  
в водяных и паровых тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

НОРМЫ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПАРОПРОВОДАМИ В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ С РАСЧЕТНОЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ГРУНТА 5°С НА ГЛУБИНЕ ЗАЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------- | Подающая | Обратная | Суммарные | Пар t=200°С | Суммарные | Пар t=250°С | Суммарные | Подающая | Обратная | Суммарные | | Магистраль | магистраль | потери тепла | qп Дж/(м\*с) | потери | qп Дж/(м\*с) | потери | магистраль | магистраль | потери | |------------------------|------------------------| при | (ккал/м\*ч)) | тепла при | (ккал/ м\*ч)) | тепла при |-------------------------|------------------------| тепла при | | Пар t=150°С | Конденсат t=70°С | двухтрубной | | двухтрубной | | двухтрубной | Пар t=300°С | Конденсат t=120°С | двухтрубной | | | | прокладке | | прокладке | | прокладке | | | прокладке | | | | qп+qо | | qп+qо | | qп+qо | | | qп+qо | | | | Дж/(м\*с) | | Дж/(м\*с) | | Дж/( м\*с) | | | Дж/(м\*с) | | | | (ккал/(м\*ч)) | | (ккал/(м\*ч)) | | (ккал/(м\*ч)) | | | (ккал/(м\*ч)) | |------------------------|------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|------------------------|--------------| | Наружный | qп, | Наружный | qо, | | | | | | Наружный | qп | Наружный | q0 | | | диаметр | Дж/(мс) | диаметр | Дж/(мс) | | | | | | диаметр | Дж/(м\*с) | диаметр | Дж/(м\*с) | | | d, мм | (ккал/ м\*ч) | d, мм | (ккал/ м\*ч) | | | | | | d, мм | (ккал/(м\*ч)) | d, мм | (ккал/ м\*ч) | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 32 | 56,8 | 25 | 24,3 | 81,2 | 70,7 | 95,1 | 84,7 | 113,7 | 108 | 150,8 | 57 | 59,1 | 209,9 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (49) | | (21) | (70) | (61) | (82) | (73) | (98) | | (130) | | (51) | (181) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 57 | 70,8 | 32 | 31,3 | 102,1 | 87,0 | 118,3 | 103,2 | 134,5 | 159 | 178,6 | 76 | 67,3 | 245,9 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (61) | | (27) | (88) | (75) | (102) | (89) | (116) | | (154) | | (58) | (212) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 76 | 78,9 | 57 | 38,3 | 117,1 | 97,4 | 135,7 | 114,8 | 153,1 | 219 | 212,3 | 108 | 77,7 | 290,0 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (68) | | (33) | (101) | (84) | (117) | (99) | (132) | | (183) | | (67) | (256) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 89 | 84,7 | 57 | 38,3 | 122,9 | 104,4 | 142,7 | 121,8 | 160,1 | 273 | 238,9 | 108 | 77,7 | 316,7 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (73) | | (33) | (106) | (90) | (123) | (105) | (138) | | (206) | | (67) | (273) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 108 | 92,8 | 57 | 38,3 | 131,1 | 113,7 | 151,9 | 133,4 | 171,7 | 325 | 263,3 | 159 | 93,9 | 357,3 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (80) | | (33) | (113) | (98) | (131,1) | (115) | (148) | | (227) | | (81) | (308) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 159 | 111,4 | 89 | 47,5 | 158,9 | 134,5 | 182,1 | 157,7 | 205,3 | 377 | 283 | 159 | 93,9 | 377,0 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (96) | | (41) | (137) | (116) | (157) | (136) | (177) | | (244) | | (81) | (325) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 219 | 133,4 | 108 | 52,2 | 185,6 | 161,2 | 213,4 | 197,2 | 249,4 | 426 | 301,6 | 219 | 113,7 | 413,9 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (115) | | (45) | (160) | (139) | (184) | (170) | (215) | | (260) | | (98) | (358) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 273 | 151,9 | 108 | 52,2 | 204,1 | 183,3 | 235,4 | 211,1 | 263,3 | 478 | 321,3 | 219 | 113,7 | 435 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (131) | | (45) | (176) | (158) | (203) | (182) | (227) | | (277) | | (98) | (376) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 325 | 169,3 | 108 | 52,2 | 221,5 | 203,0 | 255,2 | 234,3 | 286,5 | 529 | 342,2 | 273 | 127,6 | 469,8 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (146) | | (45) | (191) | (175) | (220) | (202) | (247) | | (295) | | (110) | (405) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 377 | 183,3 | 159 | 63,8 | 247,1 | 218,1 | 281,9 | 251,7 | 315,5 | 630 | 385,1 | 273 | 127,6 | 512,7 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (158) | | (55) | (213) | (188) | (243) | (217) | (272) | | (332) | | (110) | (442) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 426 | 211,1 | 159 | 63,8 | 274,9 | 234,3 | 321,3 | 270,3 | 334,1 | 720 | 417,6 | 325 | 143,8 | 561,4 | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (182) | | (55) | (237) | (202) | (277) | (233) | (288) | | (360) | | (124) | (484) | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 478 | 213,4 | 219 | 77,7 | 291,1 | 251,7 | 329,4 | 291,1 | 368,9 | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (184) | | (67) | (251) | (217) | (284) | (251) | (318) | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 529 | 230,8 | 219 | 77,7 | 308,5 | 262,1 | 339,9 | 313,2 | 390,9 | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (199) | | (67) | (266) | (226) | (293) | (270) | (337) | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 630 | 258,7 | 273 | 89,3 | 348 | 303,9 | 393,2 | 350,3 | 439,6 | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (223) | | (77) | (300) | (262) | (339) | (302) | (379) | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | 720 | 277,2 | 325 | 96,3 | 373,5 | 332,9 | 429,2 | 378,1 | 474,4 | | | | | | |----------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------|--------------| | | (239) | | (83) | (322) | (287) | (370) | (326) | (409) | | | | | | -----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Приложение № 8  
к Методическим указаниям  
по определению тепловых потерь  
в водяных и тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

------------------------------------------------------------- | НОРМЫ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОДНИМ ИЗОЛИРОВАННЫМ ПАРОПРОВОДОМ | | ПРИ НАДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ С РАСЧЕТНОЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ | | ТЕМПЕРАТУРОЙ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА +5°С | |-----------------------------------------------------------| | Наружный | Температура теплоносителя, °С | | диаметр |------------------------------------------------| | труб, мм | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | | |------------------------------------------------| | | Потери тепла, Дж/(м\*с) (ккал/(м\*ч)) | |----------|------------------------------------------------| | 32 | 53,3 | 71,9 | 89,3 | 107,9 | 125,3 | 143,8 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (46) | (62) | (77) | (93) | (108) | (124) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 57 | 67,3 | 90,5 | 111,3 | 113,4 | 155,4 | 177,5 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (58) | (78) | (96) | (115) | (134) | (153) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 76 | 76,5 | 99,7 | 125,3 | 145,8 | 171,7 | 197,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (66) | (86) | (108) | (128) | (148) | (170) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 89 | 82,3 | 107,9 | 132,2 | 157,7 | 183,3 | 208,8 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (71) | (93) | (114) | (136) | (158) | (180) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 108 | 89,3 | 117,1 | 145,0 | 171,7 | 199,5 | 226,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (77) | (101) | (125) | (148) | (172) | (195) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 159 | 109,0 | 139,2 | 171,7 | 203,0 | 237,8 | 266,8 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (94) | (120) | (148) | (175) | (205) | (230) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 194 | 119,5 | 150,8 | 187,9 | 222,7 | 258,7 | 290,0 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (103) | (130) | (162) | (192) | (223) | (250) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 219 | 127,6 | 162,4 | 203 | 241,3 | 278,4 | 313,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (110) | (140) | (175) | (208) | (240) | (270) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 273 | 145,0 | 185,6 | 229 | 270,3 | 310,9 | 353,8 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (125) | (160) | (198) | (233) | (268) | (305) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 325 | 162,4 | 208,8 | 255,2 | 301,6 | 348,0 | 394,4 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (140) | (180) | (220) | (260) | (300) | (340) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 377 | 180,9 | 230,8 | 278,4 | 328,3 | 378,1 | 429,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (156) | (199) | (240) | (283) | (326) | (370) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 426 | 200,7 | 252,9 | 301,6 | 354,9 | 408,3 | 461,7 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (173) | (218) | (260) | (306) | (352) | (398) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 478 | 214,6 | 272,6 | 324,8 | 382,8 | 435 | 487,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (185) | (235) | (280) | (330) | (375) | (420) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 529 | 227,3 | 284,2 | 348,0 | 406,0 | 464,0 | 522,0 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (196) | (245) | (300) | (350) | (400) | (450) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 630 | 252,9 | 319 | 382,8 | 446,6 | 510,4 | 580,0 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (218) | (275) | (330) | (385) | (440) | (500) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 720 | 276,1 | 344,5 | 415,3 | 487,2 | 556,8 | 628,7 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (238) | (297) | (358) | (420) | (480) | (542) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 820 | 308,5 | 382,8 | 461,7 | 538,2 | 620,6 | 696,0 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (266) | (330) | (398) | (464) | (535) | (600) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 920 | 343,3 | 510,4 | 510,4 | 697,4 | 678,6 | 759,8 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (296) | (370) | (440) | (515) | (585) | (655) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 1020 | 382,2 | 562,6 | 562,6 | 655,4 | 742,4 | 835,2 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (336) | (407) | (485) | (565) | (640) | (720) | |----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------| | 1420 | 498,8 | 730,8 | 730,8 | 858,4 | 974,4 | 1090,4 | | |-------|-------|-------|-------|-------|--------| | | (430) | (532) | (630) | (740) | (840) | (940) | -------------------------------------------------------------

Приложение № 9  
к Методическим указаниям  
по определению тепловых потерь  
в водяных и тепловых сетях,  
утвержденным Приказом Министра промышленности  
Приднестровской Молдавской Республики  
от 15 марта 2006 года № 147

ПРИМЕР  
расчета тепловых потерь через изоляцию  
трубопроводов паровой тепловой сети

1. Исходные данные.

Тепловые потери определяются для паропроводов, характеризующихся данными, приведенными в Таблице 1 Приложения № 9 настоящих Методических указаний и в Приложении № 3 к настоящим Методическим указаниям.

Таблица 1  
Характеристика паропровода

-------------------------------------------------------------------------------- | Номер | Тип | Толщина | Условный | Длина | Материальная | | участка | прокладки | теплоизоляции | диаметр, | участка, | характеристика, | | | | из минеральной | мм | м | | | | | ваты, мм | | | м^2 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 1-2 | Надземная | 110 | 350 | 1550 | 543 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 2-3 | Подземная | 90 | 350 | 765 | 268 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 3-4 | Надземная | 110 | 350 | 450 | 157 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 4-5 | Подземная | 100 | 350 | 250 | 87 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 5-6 | Надземная | 90 | 200 | 200 | 40 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 5-7 | Подземная | 90 | 350 | 225 | 79 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 7-11 | Подземная | 90 | 350 | 650 | 228 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 7-8 | Подземная | 90 | 350 | 75 | 26 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 8-9 | Надземная | 110 | 300 | 175 | 525 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 8-10 | Надземная | 90 | 300 | 445 | 133 | |---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------| | 1-12 | Подземная | 120 | 500 | 600 | 300 | |-------------------------------------------------|----------|-----------------| | ИТОГО: | 5385 | 2386 | --------------------------------------------------------------------------------

Температура грунта на уровне оси подземного паропровода,  
проложенного в непроходном канале +10°С  
Температура воздуха +15°С  
Барометрическое давление 0,103 МПа  
Эксплуатационные среднегодовые параметры пара на ТЭЦ (котельной):  
а/ расход 6,9 кг/с  
б/ температура 263°С  
в/ абсолютное давление 1,12 МПа  
Среднегодовая температура грунта +5°С  
Среднегодовая температура воздуха 0°С

1. Выбор участков паропровода, подлежащих испытаниям

М  
1-11  
Участок 1-11: ------- = 0,87 > 0,15;  
М

М  
1-12  
Участок 1-12: ------ = 0,12 < 0,15;  
М

Для испытаний выбирается участок 1-11

2. Начальные параметры пара при испытаниях (расчет не приводится);

Ри= 1,12 МПа; t1и =263°С Gи =11,99 кг/с t1н=263°С

3. Параметры пара, полученные при испытаниях, а также результаты расчета по приведенной выше методике, сведены в Таблицы 5, 6 Приложения N9 к настоящим Методическим указаниям, данные которых позволяют проводить анализ работы всех участков паропровода.

4. Сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными на участке 1-2 с перегретым паром.

Температура пара в точке 2 при эксплуатационном режиме определяется по формуле (40) настоящих Методических указаний:

Средняя температура на участке 1-2:

263-0

t2 = 0° + -------------- = 229 °С 1550х1,25 (------------) е 891х6,9х2,22

cр. (263,2+229)

t ----------- = 246,1 °С 1-2 2

Давление пара в точке 2 при эксплуатационном режиме определяется по формуле (41) настоящих Методических указаний:

6,9^2

h1 = 10,6х10^-3 х ------------- х 10^-6 = 0,03х10^-3 МПа/м; 4,6х0,35^5,25

-------------------------------------  
/ 2х0,03х10^-3 х 1,25(273+246,1)

Р2 = 1,1 \/ 1 ------------------------------ х 1550 = 1,04 МПа 1,1 х (273+263,2)

Падением температуры за счет дроссель-эффекта можно пренебречь из-за его малости в данном случае. Значение перегрева - 89°С;

Фактические удельные среднегодовые потери теплоты определяются по формуле (50) настоящих Методических указаний:

246,1-0  
q = ------- = 0,276 кДж/(м\*с)  
1-2 891

Фактические среднегодовые тепловые потери участка паропровода при среднегодовых температурах пара и окружающей среды определяются по формуле (51) настоящих Методических указаний:

ср.г.  
Q = 0,276 х 1550 х 1,25 = 531,8 кДж/с  
1-2

Нормативные тепловые потери участка паропровода при среднегодовых температурах пара и окружающей среды вычисляются по формуле (63) настоящих Методических указаний:

qн = 240 ккал/(м\*ч) = 278,4 х 10^-3 кДж/(м\*с)

при t= +5°С и температуре пара 250°С

ср.г. 278,4 х 10^3 х 1550 х 1,25(246,1-0)

Q = ----------------------------------- = 542 кДж/с н. 250-5 ср.г. Вывод. Фактические тепловые потери участка 1-2 (Q ) не превышают ср.г. н. нормативных потерь (Q ). н. Нормируемые среднегодовые тепловые потери участка 1-2 принимаем равными фактическим потерям. ср.г. Q = 534,8 кДж/с. Коэффициент К для определения нормированных норми. тепловых потерь для теплопроводов группы Б (п.105 настоящих 534,8 Методических указаний) равен К = ------ = 0,987; 542

5. Сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными на участке с влажным паром. Исходные данные, кроме расхода пара, (Таблица 1 Приложения № 9 настоящих Методических указаний); расход пара 5,70 кг/с.

Среднее термическое сопротивление паропровода на участке 1-7:

891х1550+904х765+769х450+617х250+685х225

R = ----------------------------------------- = 842 мс°С/кДж 1550+765+450+250+225

Средняя температура окружающей среды на участке 1-7

5х1550+0,765+5х450+0-250+0х225

tо = ------------------------------ = 3.5 °C 3240

Температура пара в точке 7 при средней удельной теплоёмкости пара на участке, равной 2,22 кДж/(кг°С), составит:

263-3,5

t = 3,5 + ------------ = 181°С 2(m.7) 3240х1,25 (----------) е 842х2,22

При практических расчетах необходимо просчитывать каждый участок до точки 7, принимая среднюю удельную теплоемкость рассматриваемого участка, как в п.86 настоящих Методических указаний.

Давление пара в точке 7:

5,7^2

h1 = 10,6х10^-3х---------------- = 0,019х10^-3 МПа/м; 4,62\*0,35^5,25

263+181  
tср. = ------- = 222°С;  
2  
-------------------------------  
/ 2х0,019х10^-3 х 1,25(273+222) --------  
Р = 1,1\/1 - ----------------------------- х 3240 = 1,1\/1+0,4142 =  
2(т.7) 273+263

= 1,02 МПа

При таком давлении температура насыщения равна примерно 181°С, таким образом, в точке происходит переход пара из перегретого состояния во влажное. Удельные тепловые потери на участке 7-11 (на котором давление и температура пара принимаются практически постоянными):

181-5

q = ------ = 0,212 кДж/(м\*с) 832

Тепловые потери на участке 7-11:

ср.г.

Q = 0,212х650х1,25= 172 кДж/с э.

Энтальпия пара в точке 11 при энтальпии пара в точке 7, равной 2779 кДж/кг, 172

I = 2779 - ---- = 2749 кДж/кг 2(т.11) 5,7

Степень влажности пара в точке 11 при значении теплоты парообразования 2015 кДж/кг

2779-2749

У = --------- = 0,015 2015

Количество выпавшего конденсата:

Gконд. = 0,015х5,7= 0,086 кг/с

Проверка по тепловому балансу:

а) Количество теплоты в точке 7 - 2779х5,7= 15840 кДж/с;

б) Количество теплоты в точке 11 - 2779(5,7-0,086)+767,5х0,086+172 = 15839 кДж/с или 2779х5,7+172 =15841 кДж/с

Как показывают результаты проверки, расчет сделан правильно.

Нормативные тепловые потери участка 7-11 при ежегодных среднегодовых температурах пара и окружающей среды (qн = 0,203 кДж/(м\*с) при = 200°С и = +5°С) составят:

ср.г. 0,203х650х1,25(181-5)

Q = --------------------- = 149 кДж/с н. 200-5

Сравнение среднегодовых эксплуатационных (172 кДж/с) и нормативных (149 кДж/с) потерь показывает, что фактические тепловые потери на участке 7-11 выше нормативных. Требуется проведение мероприятий по сокращению тепловых потерь до уровня нормативных на этом участке паропровода. Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕРЕННЫХ И РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН ПРИ ТЕПЛОВОМ ИСПЫТАНИИ  
ПАРОПРОВОДОВ

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------- | Параметр | Единица | Номера точек измерений | | | измерения |--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | от т.7 | 6 | 9 | 11 | 10 | | | | | | | |---------------|----------------|----------------| | | | | | | | | | | | | к т.7 | к т.6 | к т.11 | к т.8 | к т.9 | к т.10 | | | | | | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | Измеренные величины | | | | | | | | | | | | | | | | | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 1. Давление пара | МПа | 1,1 | 0,96 | 0,86 | 0,81 | 0,79 | 0,79 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,69 | 0,76 | 0,74 | 0,63 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 2. Температура пара | °С | 263,2 | 240,7 | 229,8 | 223,5 | 218,6 | 217,2 | 214,0 | 214,9 | 213,0 | 212,0 | 214,0 | 200,8 | 202,5 | 193,5 | 191,5 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 3. Перепад давления по | МПа | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,047 | 0,054 | 0,036 | 0,053 | | дифференциальному | (мм рт.ст.) | (463) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (351) | (406) | (267) | (400) | | манометру | | | | | | | | | | | | | | | | | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | Расчетные величины | | | | | | | | | | | | | | | | | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 4. Энтальпия пара | кДж/кг | 2967 | 2924 | 2904 | 2891 | 2882 | 2878 | 2874 | 2874 | 2870 | 2870 | 2874 | 2849 | 2849 | 2832 | 2832 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 5. Плотность пара | кг/м^3 | 4,62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,24 | 3,46 | 3,49 | 2,99 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 6. Расход пара | Кг/с | 11,99 | 11,91 | 11,89 | 11,89 | 11,85 | 1,27 | 4,46 | 10,56 | 3,12 | 2,96 | 6,08 | 1,27 | 3,12 | 4,44 | 2,94 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 7. Температура насыщения | °С | 184,1 | 177,5 | 172,7 | 170,6 | 169,2 | 169,0 | 167,9 | 168,1 | 167,5 | 167,7 | 167,7 | 163,7 | 167,3 | 166,1 | 159,8 | |--------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------| | 8. Перегрев пара | °С | 79,1 | 63,2 | 57,1 | 52,9 | 49,4 | 48,2 | 46,0 | 46,8 | 45,5 | 44,3 | 46,3 | 36,1 | 35,2 | 33,4 | 30,7 | ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕРЕННЫХ И РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО УЧАСТКАМ ПАРОПРОВОДА

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------- | Параметр | Единица | Номера участков | | | измерения |-------------------------------------------------------------------------------| | | | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 5-7 | 7-11 | 7-8 | 8-9 | 8-10 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | Измеренные величины | | | | | | | | | | | | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 1. Длина участка | м | 1550 | 765 | 450 | 250 | 200 | 225 | 650 | 75 | 175 | 445 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 2. Условный диаметр | мм | 350 | 350 | 350 | 350 | 200 | 350 | 300 | 350 | 300 | 300 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 3. Температура окружающей среды | °С | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 4. Тепловые потери | кДж/с | 513,9 | 238 | 154,7 | 106,8 | 36,8 | 84,8 | 189 | 24,4 | 65,1 | 114 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 5. Удельные тепловые потери | кДж/(м\*с) | 0,266 | 0,249 | 0,275 | 0,342 | 0,147 | 0,302 | 0,233 | 0,260 | 0,298 | 0,205 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 6. Термическое сопротивление | мс°С/кДж | 891 | 904 | 769 | 617 | 1320 | 685 | 832 | 786 | 647 | 911 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 7. Скорость пара | м/с | 27,2 | 29,8 | 31,9 | 31,4 | 11,9 | 29,8 | 16,9 | 17,45 | 11,9 | 12,5 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | Расчетные величины | | | | | | | | | | | | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 8. Средний расход пара на участке | кг/с | 11,95 | 11,9 | 11,9 | 11,87 | 1,27 | 10,6 | 4,5 | 6,1 | 3,1 | 3,0 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 9. Средняя температура на участке | 0С | 251,9 | 235,2 | 226,6 | 221,0 | 209,0 | 216,8 | 203,8 | 214,4 | 207,8 | 201,8 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 10. Среднее давление пара на участке | МПа | 1,04 | 0,91 | 0,84 | 0,8 | 0,74 | 0,78 | 0,75 | 0,77 | 0,76 | 0,69 | |---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------| | 11. Средняя плотность пара на участке | кг/м^3 | 4,37 | 8,97 | 3,69 | 3,75 | 3,52 | 3,52 | 3,49 | 3,48 | 3,49 | 3,18 | -------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------