ГОССТРОЙ РОССИИ

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

# МДК 4-03.2001



gost.e-ecolog.ru

МОСКВА 2002

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

# ПРИКАЗ

01.10.01 № 225

Москва

## ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В целях дальнейшей реализации Основных направлений и механизма энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве Российской Федерации, одобренных Правительственной комиссией по реформированию жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации, приказываю:

1. Утвердить прилагаемую Методику определения нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения, разработанную РАО «Роскоммунэнерго», внесенную Управлением инженерной инфраструктуры Госстроя России, согласованную Федеральным государственным учреждением «Российское агентство энергоэффективности» Минэнерго России (письмо от 19.07.01 № ЕК-49/2).

2. Управлению инженерной инфраструктуры (Жуков Н.Н.) совместно с РАО «Роскоммунэнерго» (Хиж Э.Б.):

- организовать издание Методики определения нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения и доведение ее до коммунальных энергетических предприятий и других заинтересованных организаций;

- оказать организационно-техническую помощь заинтересованным организациям по определению нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей, разработке и внедрению мероприятий по повышению энергоэффективности работы систем коммунального теплоснабжения.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя председателя Госстроя России Л.Н. Чернышова.

**Председатель** **А.Ш. Шамузафаров**

ГОССТРОЙ РОССИИ

*УТВЕРЖДЕНА*
*Приказом Госстроя России*
*от 01.10.01 № 225*

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

# МДК 4-03.2001

МОСКВА 2002

РАЗРАБОТАНА Российским акционерным обществом закрытого типа «Роскоммунэнерго» при участии Российской ассоциации «Коммунальная энергетика» (*Хиж Э.Б., Скольник Г.М., Бытенский О.М.*)

СОГЛАСОВАНА Федеральным государственным учреждением «Российское агентство энергоэффективности» Минэнерго России (письмо от 19.07.01 № ЕК-49/2)

УТВЕРЖДЕНА Госстроем России (приказ от 01.10.2001 № 225)

*«Методика определения нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения» предназначена для использования в практической работе коммунальными теплоснабжающими организациями.*

*Применение Методики позволяет проводить сравнительный анализ режимов функционирования тепловых сетей и систем теплоснабжения, оценку эффективности мероприятий по повышению уровня эксплуатации, а также анализировать технологическую обоснованность затрат при определении тарифов на тепловую энергию.*

*Применением Методики обеспечивается единый подход к определению технически обоснованных значений эксплуатационных затрат и потерь теплоносителя и тепловой энергии, затрат электрической энергии на передачу тепловой энергии и других эксплуатационных показателей.*

**Замечания и предложения направлять**
**по адресу Роскоммунэнерго:**
**109004, г. Москва, ул. Воронцовская, 11,**
**тел. (095) 911 2390, факс (095) 911 3016**
**E-mail: roskom @ cea.ru**

## ВВЕДЕНИЕ

Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [1] предусмотрено составление энергетических характеристик водяных тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения.

Энергетические характеристики предназначены для сравнительного анализа режимов функционирования тепловых сетей и систем теплоснабжения, оценки эффективности мероприятий, осуществляемых для повышения уровня эксплуатации, а также расчета затрат при определении тарифов на тепловую энергию.

Настоящая «Методика определения нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения» (далее — Методика) предназначена для использования коммунальными теплоэнергетическими организациями при разработке нормативных значений показателей функционирования тепловых сетей.

В Методике приведены способы и порядок разработки нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения, обеспечивающие единый подход к определению технически обоснованных значений нормируемых эксплуатационных потерь, а также объективному анализу функционирования тепловых сетей в рамках реализации Основных направлений и механизма энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве Российской Федерации, одобренных решением Правительственной комиссии по реформированию жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (протокол от 20 марта 1998 г. № 3).

Характеристики, определяемые по Методике, подразделяются на:

1) характеристики по показателям технологически обоснованных затрат и потерь при передаче и распределении тепловой энергии, к которым относятся:

- потери и затраты теплоносителя в процессе передачи и распределения тепловой энергии;
- потери тепловой энергии, обусловленные потерями теплоносителя;
- потери тепловой энергии теплопередачей через изоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей;

2) характеристики по показателям режимов функционирования тепловых сетей, к которым относятся:

- расход тепловой энергии в тепловой сети;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети;
- разность значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах или температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети;
- расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети;
- удельный среднечасовой расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети;
- затраты электроэнергии на передачу тепловой энергии, включая затраты насосными группами источников теплоснабжения;
- удельные затраты электроэнергии на передачу тепловой энергии, включая затраты насосными группами источников теплоснабжения.

Нормативные значения указанных показателей определяют соответствующую нормативную характеристику функционирования тепловой сети.

Энергетические характеристики режимов функционирования тепловых сетей разрабатываются для тепловых сетей в целом на предстоящий расчетный период при ожидаемых значениях температуры наружного воздуха и позволяют сопоставить действительные значения показателей режимов функционирования тепловых сетей и систем теплоснабжения с их нормативными значениями.

# 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

## 1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1. Нормирование эксплуатационных потерь тепловой энергии и теплоносителя должно производиться для каждой тепловой сети как в абсолютном, так и относительном исчислении.

Эксплуатационные потери каждой тепловой сети характерны только для этой конкретной сети, и не могут приниматься для оценки эффективности передачи и распределения тепловой энергии для других тепловых сетей или приниматься в качестве аналога для этого без тщательного анализа.

1.1.2. При нормировании устанавливаются размеры технологически неизбежных эксплуатационных потерь в зависимости от конструкции трубопроводов, условий эксплуатации, технического состояния, режимов функционирования тепловых сетей.

1.1.3. Основой для разработки нормативных показателей тепловых потерь для тепловых сетей являются их тепловые испытания специализированными организациями согласно Методическим указаниям по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях [2] с периодичностью, указанной в п. 4.12.33 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [1]. Расчетными методами допускается определение тепловых потерь в системах теплоснабжения тепловой мощностью до 6 Гкал/ч; для систем теплоснабжения большей мощности расчетные методы могут быть использованы до проведения испытаний, на срок не более двух лет.

Кроме результатов тепловых испытаний, расчетов, в качестве исходной информации для нормирования тепловых потерь, а также потерь теплоносителя следует использовать исполнительную техническую документацию, статистическую информацию о режимах функционирования тепловой сети и параметрах окружающей среды, сведения о техническом состоянии трубопроводов, полученные в результате обследования, шурфовок, вскрытий для ремонта и т.д.

1.1.4. Эксплуатационные потери при передаче и распределении тепловой энергии по трубопроводам тепловых сетей включают:

- потери и затраты теплоносителя;
- потери тепловой энергии, обусловленные потерями теплоносителя;

• потери тепловой энергии теплопередачей через изоляционные конструкции.

1.1.5. В Методике применены следующие понятия:

***материальная характеристика тепловой сети*** — значение суммы произведений значений наружных диаметров трубопроводов отдельных участков тепловой сети, м, на длину этих участков, м; материальная характеристика тепловой сети, м$^2$, включает материальную характеристику всех участков тепловой сети с распределением по видам прокладки и типам теплоизоляционной конструкции;

***норма тепловых потерь (норма плотности теплового потока через изолированную поверхность)*** — значение удельных тепловых потерь трубопроводами тепловой сети через их изоляционные конструкции при расчетных среднегодовых значениях температуры теплоносителя и окружающей среды [4] и [5];

***подпиточная вода*** — специально подготовленная вода, подаваемая в тепловую сеть для восполнения потерь теплоносителя (сетевой воды), а также водоразбора на тепловое потребление;

***расчетная часовая тепловая нагрузка потребителя тепловой энергии (расчетное тепловое потребление)*** — сумма значений часовой тепловой нагрузки по видам теплового потребления (отопление, приточная вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение), определенных при расчетных значениях температуры наружного воздуха для каждого из видов теплового потребления, и среднего значения часовой за неделю нагрузки горячего водоснабжения;

***расчетная часовая тепловая нагрузка источника теплоснабжения*** — сумма расчетных значений часовой тепловой нагрузки всех потребителей тепловой энергии в системе теплоснабжения и тепловых потерь трубопроводами тепловой сети при расчетном значении температуры наружного воздуха;

***расчетный часовой расход теплоносителя на отопление (приточную вентиляцию)*** — значение часового расхода теплоносителя на отопление (приточную вентиляцию) при значении температуры наружного воздуха, расчетном для проектирования отопления (приточной вентиляции);

***расчетный часовой расход теплоносителя на горячее водоснабжение*** — значение часового расхода теплоносителя на горячее водоснабжение, соответствующее среднему за неделю значению часовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения, при значении темпера-

туры наружного воздуха, соответствующем точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки.

***средняя часовая за неделю (средненедельная) тепловая нагрузка горячего водоснабжения*** — 168-я часть тепловой энергии, используемой на горячее водоснабжение за неделю;

***средняя часовая за неделю массовая (весовая) нагрузка горячего водоснабжения (средненедельный водоразбор)*** — 168-я часть количества теплоносителя (сетевой воды), используемого за неделю на горячее водоснабжение непосредственным водоразбором.

## 1.2. НОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ И ЗАТРАТ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

1.2.1. К потерям и затратам теплоносителя в процессе передачи, распределения и потребления тепловой энергии и теплоносителя относятся технологические затраты, обусловленные используемыми технологическими решениями и техническим уровнем оборудования системы теплоснабжения, а также утечки теплоносителя, обусловленные техническим состоянием тепловой сети и систем теплопотребления.

1.2.2. К технологическим затратам теплоносителя относятся:

- затраты теплоносителя на заполнение трубопроводов тепловых сетей и систем теплопотребления перед пуском после плановых ремонтов, а также при подключении новых участков тепловых сетей и систем теплопотребления;
- технологические сливы теплоносителя средствами автоматического регулирования тепловой нагрузки и защиты;
- технически обусловленные затраты теплоносителя на плановые эксплуатационные испытания.

1.2.3. К утечке теплоносителя относятся технически неизбежные в процессе передачи и распределения тепловой энергии потери теплоносителя через неплотности в арматуре и трубопроводах тепловых сетей и систем теплопотребления в регламентированных Правилами [1] пределах.

1.2.4. Потери теплоносителя при авариях и других нарушениях нормального режима эксплуатации, а также превышающие нормативные значения показателей, приведенных выше, в утечку не включаются и являются непроизводительными потерями.

1.2.5. Технологические затраты теплоносителя, связанные с вводом в эксплуатацию трубопроводов тепловых сетей и систем тепло-

потребления, как новых, так и после планового ремонта или реконструкции, принимаются условно в размере 1,5-кратной емкости присоединяемых элементов системы теплоснабжения.

1.2.6. Технологические затраты теплоносителя, обусловленные его сливом приборами автоматики и защиты тепловых сетей и систем теплопотребления, определены конструкцией и технологией обеспечения нормального функционирования этих приборов.

Размеры затрат устанавливаются на основе паспортной информации или технических условий на указанные приборы и уточняются в результате их регулирования. Значения годовых потерь теплоносителя в результате слива из этих приборов определяются:

$$M_{а.н.} = \sum mNn \text{ , м}^3 \text{ ,} \qquad (1)$$

где m — технически обоснованный расход теплоносителя, сливаемого каждым из установленных средств автоматики или защиты, $м^3/ч$;

N — количество функционирующих средств автоматики и защиты одного типа;

n — продолжительность функционирования однотипных средств автоматики и защиты в течение года, ч.

1.2.7. Технологические затраты теплоносителя при плановых эксплуатационных испытаниях и промывке тепловых сетей и систем теплопотребления включают потери теплоносителя при выполнении подготовительных работ, отключении участков трубопроводов, их опорожнении и последующем заполнении. Нормирование этих затрат теплоносителя производится с учетом регламентируемой нормативными документами периодичности проведения упомянутых работ, а также эксплуатационных норм затрат, утвержденных администрацией предприятия для каждого вида работ в тепловых сетях и системах теплопотребления на балансе теплоснабжающей организации.

Для трубопроводов тепловых сетей и систем теплопотребления, находящихся на балансе иных организаций, нормируемые затраты теплоносителя на проведение указанных работ планируются в соответствии с договорами о теплоснабжении, на основе технически обоснованных сведений.

1.2.8. Нормативные значения годовых потерь теплоносителя, обусловленных утечкой теплоносителя, определяются по формуле:

$$M_{у.н} = \frac{a V_{ср.год} n_{год}}{100} = m_{у.год.н} n_{год}\ ,\ м^3\ , \qquad (2)$$

где $a$ — норма среднегодовой утечки теплоносителя, $м^3/ч \cdot м^3$, установленная Правилами [1] в пределах 0,25 % среднегодовой емкости трубопроводов тепловой сети и подключенных к ней систем теплопотребления в час;

$V_{ср.год}$ — среднегодовая емкость тепловой сети и систем теплопотребления, $м^3$;

$n_{год}$ — продолжительность функционирования тепловой сети и систем теплопотребления в течение года, ч;

$m_{у.год.н}$ — среднечасовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, $м^3/ч$.

Значение среднегодовой емкости тепловых сетей и присоединенных к ним систем теплопотребления определяется формулой:

$$V_{ср.год} = \frac{V_{от} n_{от} + V_{л} n_{л}}{n_{от} + n_{л}} = \frac{V_{от} n_{от} + V_{л} n_{л}}{n_{год}}\ ,\ м^3\ , \qquad (3)$$

где $V_{от}$ и $V_{л}$ — емкость трубопроводов тепловой сети и систем теплопотребления в отопительном и неотопительном периодах, $м^3$;

$n_{от}$ и $n_{л}$ — продолжительность функционирования тепловой сети в отопительном и неотопительном периодах, ч.

Определяя емкость систем теплопотребления, следует учитывать каждую из систем, покрывающих различные виды тепловой нагрузки, независимо от схемы их присоединения к тепловым сетям, за исключением систем горячего водоснабжения, подключенных с помощью водо-водяных теплообменников.

При определении емкости трубопроводов тепловых сетей и систем теплопотребления жилых, общественных и административных зданий можно пользоваться информацией, приведенной в Приложениях 6 и 7. Для определения емкости систем теплопотребления производственных зданий следует использовать исполнительную техническую документацию.

1.2.9. Сезонные нормы утечки теплоносителя (для отопительного и неотопительного периодов функционирования систем теплоснабжения) определяются:

$$m_{у.н.от} = \frac{aV_{от}n_{от}}{100n_{год}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (4)$$

$$m_{у.н.л} = \frac{aV_{л}n_{л}}{100n_{год}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (5)$$

1.2.10. Сезонные нормы утечки теплоносителя могут быть уточнены корректировкой по рабочему давлению теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей по формулам:

• отопительный период —

$$m_{у.н.от} = \frac{m_{у.н.год}n_{год}}{\left(1 + \frac{V_{л}}{V_{от}}\sqrt{\frac{P_{л}}{P_{от}}}\right)n_{л}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (4а)$$

• неотопительный период —

$$m_{у.н.л} = \frac{m_{у.н.год}n_{год}}{\left(1 + \frac{V_{от}}{V_{л}}\sqrt{\frac{P_{от}}{P_{л}}}\right)n_{от}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5а)$$

где $P_{от}$ и $P_{л}$ — средние значения рабочего давления в тепловой сети в отопительный и неотопительный периоды, кгс/см$^2$.

При этом должно быть соблюдено равенство:

$$m_{у.н.год} = m_{у.н.от}\frac{n_{от}}{n_{год}} + m_{у.н.л}\frac{n_{л}}{n_{год}}. \quad (6)$$

Средние значения рабочего давления в тепловой сети в отопительный и неотопительный периоды определяются как среднеарифметические из средних значений давления теплоносителя в подающих и обратных коллекторах источника теплоснабжения.

1.2.11. Нормируемые потери теплоносителя по сезонам (отопительный, неотопительный) и месяцами функционирования определяются суммированием составляющих потерь.

1.2.12. Определение нормативных значений эксплуатационных потерь теплоносителя следует производить по элементам, системы теплоснабжения сообразно их балансовой принадлежности, учиты-

вая оснащенность приборами учета тепловой энергии и теплоносителя, а также место их установки относительно границ балансовой принадлежности, по указаниям Методики [3]:

- коммуникации и оборудование источника (источников) теплоснабжения на балансе теплоснабжающей организации;
- трубопроводы и оборудование тепловых сетей на балансе теплоснабжающей организации;
- трубопроводы и оборудование тепловых сетей других организаций, являющихся оптовыми покупателями, не оснащенные приборами учета количества тепловой энергии и теплоносителя на границах балансовой принадлежности;
- системы теплопотребления абонентов, не оснащенные приборами учета;
- трубопроводы тепловых сетей и системы теплопотребления, оснащенные приборами учета на границах балансовой принадлежности;
- трубопроводы тепловых сетей абонентов, расположенные между границами балансовой принадлежности и местом установки приборов учета.

Расчеты для определения нормативных значений эксплуатационных потерь теплоносителя целесообразно осуществлять, пользуясь формами, приведенными в Приложении 8.

### 1.3. НОРМИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПОТЕРЯМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

1.3.1. Нормативные значения годовых эксплуатационных тепловых потерь, обусловленных утечкой теплоносителя, определяются по формуле:

$$Q_{у.и.} = m_{у.н.год}\rho_{год}c[at_{1год} + (1 - a)t_{2год} - t_{х.год}]\, n_{год}10^{-6},\ Гкал(ГДж),\ (7)$$

где $\rho_{год}$ — среднегодовая плотность теплоносителя при среднем значении температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, кг/м$^3$;

$t_{1год}$ и $t_{2год}$ — среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, °С;

$t_{хгод}$ — среднегодовое значение температуры холодной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой затем для подпитки тепловой сети, °С;

$c$ — удельная теплоемкость теплоносителя (сетевой воды), ккал/кг °С;

а — доля массового расхода теплоносителя, теряемого подающим трубопроводом (при отсутствии данных принимается равной 0,75).

1.3.2. Среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети определяются как средние из ожидаемых среднемесячных значений температуры теплоносителя по применяемому в системе теплоснабжения графику регулирования тепловой нагрузки, соответствующих ожидаемым среднемесячным значениям температуры наружного воздуха на всем протяжении функционирования тепловой сети в течение года.

Ожидаемые среднемесячные значения температуры наружного воздуха определяются как средние из соответствующих статистических значений по информации метеорологической станции за последние 5 лет (при отсутствии таковой — по климатологическому справочнику или соответствующей главе СНиП).

1.3.3. Среднегодовое значение температуры холодной воды, подаваемой на источник теплоснабжения для подпитки тепловой сети, определяется по формуле:

$$t_{х.год} = \frac{t_{х.от} n_{от} + t_{х.л} n_{л}}{n_{от} + n_{л}}, \ °C, \qquad (8)$$

где $t_{х.от}$ и $t_{х.л}$ — значения температуры исходной холодной воды, поступающей на источник теплоснабжения в отопительном и неотопительном периодах, °С; при отсутствии достоверной информации $t_{х.от}$ = 5 °С, $t_{х.л}$ = 15 °С.

1.3.4. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь, обусловленных утечкой теплоносителя, по периодам функционирования тепловой сети, определяются по следующим формулам:

$$Q_{у.н.от} = Q_{у.н.год} \frac{V_{от} n_{от}}{V_{год} n_{год}}, \ Гкал(ГДж); \qquad (9)$$

$$Q_{у.н.л} = Q_{у.н.год} \frac{V_{л} n_{л}}{V_{год} n_{год}}, \ Гкал(ГДж). \qquad (9а)$$

Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь, обусловленных утечкой теплоносителя, по месяцам в отопительном и неотопительном периодах, определяются по формулам:

$$Q_{у.н.от.мес} = Q_{у.н.от} \frac{(t_{п\,мес} + t_{о\,мес} - 2t_{х\,мес})\, n_{мес}}{(t_{п\,от} + t_{о\,от} - 2t_{х\,от})\, n_{от}}, \text{ Гкал(ГДж)}; \quad (10)$$

$$Q_{у.н.л.мес} = Q_{у.н.л} \frac{n_{мес}}{n_{л}}, \text{ Гкал(ГДж)}, \quad (10а)$$

где $t_{п\,мес}$ и $t_{о\,мес}$ — среднемесячные значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, °С;

$t_{п\,от}$ и $t_{о\,от}$ — средние значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети в отопительный период, °С; определяются как средние из среднемесячных значений температуры теплоносителя за этот период;

$t_{х\,мес}$ — среднемесячное значение температуры холодной воды, °С.

1.3.5. Определение нормативных значений эксплуатационных тепловых потерь, связанных с утечкой теплоносителя, производится для системы теплоснабжения, а также для отдельных ее элементов по их балансовой принадлежности, по формулам (7) — (10а).

1.3.6. Кроме тепловых потерь, связанных с нормативной утечкой теплоносителя из эксплуатируемых трубопроводов тепловой сети и других элементов системы теплоснабжения, нормируются тепловые потери, обусловленные технологическими потерями теплоносителя, необходимыми для обеспечения эксплуатационных режимов функционирования системы теплоснабжения, и проведением работ по поддержанию оборудования и элементов системы теплоснабжения в технически исправном состоянии. К таковым относятся сброс теплоносителя для проведения плановых ремонтов, производство промывок, различного рода испытаний. Базой для нормирования являются эксплуатационные нормы потерь теплоносителя, разработанные предприятием, эксплуатирующим тепловую сеть, и утвержденные в установленном порядке.

Определение тепловых потерь, связанных с технологическими потерями теплоносителя, производится в соответствии с периодами функционирования тепловой сети, с распределением технологических потерь (год, отопительный, неотопительный периоды, месяц) по указаниям раздела 7 Методики [3].

## 1.4. НОРМИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

1.4.1. Тепловые потери трубопроводами тепловых сетей теплопередачей через изоляционные конструкции зависят от следующих факторов:

- вид теплоизоляционной конструкции и примененные теплоизоляционные материалы;
- тип прокладки — надземная, подземная в каналах, бесканальная, их соотношение по длине для рассматриваемой тепловой сети;
- температурные режимы и продолжительность функционирования тепловой сети в течение года;
- параметры окружающей среды — значения температуры наружного воздуха, грунта (для подземной прокладки) и характер их изменения в течение года, скорость ветра (для надземной прокладки);
- продолжительность и условия эксплуатации тепловой сети.

1.4.2. Эксплуатационные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей для средних за год условий функционирования нормируются на год, следующий после проведения тепловых испытаний, и являются нормативной базой для нормирования тепловых потерь согласно указаниям [2].

1.4.3. Нормирование эксплуатационных тепловых потерь через изоляционные конструкции на планируемый (расчетный) период производится, исходя из значений часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях функционирования тепловой сети.

1.4.4. Нормирование эксплуатационных часовых тепловых потерь производится в следующем порядке:

- для всех участков тепловой сети, на основе сведений о конструктивных особенностях тепловой сети на участках (типы прокладки, виды тепловой изоляции, диаметр трубопроводов, длина участков), на основе норм тепловых потерь [4], если изоляция трубопроводов соответствует этим нормам, или [5], если изоляция соответствует СНиП 2.04.14-88, определяются значения часовых тепловых потерь через изоляционные конструкции, пересчетом табличных значений на среднегодовые условия функционирования;
- для участков тепловой сети, характерных для нее по типам прокладки и видам теплоизоляционных конструкций и подвергавшихся тепловым испытаниям согласно указаниям [1] и [2], в качестве нормативных принимаются полученные в результате испытаний значения действительных (фактических) часовых тепловых потерь, пере-

считанные на среднегодовые условия функционирования тепловой сети;

• для участков тепловой сети, аналогичных подвергавшимся тепловым испытаниям по типам прокладки, видам теплоизоляционных конструкций и условиям эксплуатации, в качестве нормативных принимаются значения часовых тепловых потерь, определенные по нормам [4] или [5], с введением поправочных коэффициентов, определенных по результатам тепловых испытаний;

• для участков тепловой сети, не имеющих аналогов среди участков, подвергавшихся тепловым испытаниям по указаниям [1] и [2], в качестве нормативных принимаются значения часовых тепловых потерь, определенные теплотехническим расчетом для среднегодовых условий функционирования тепловой сети с учетом технического состояния (методика теплотехнического расчета приведена в Приложении 3);

• для участков тепловой сети, вводимых в эксплуатацию после монтажа, реконструкции или капитального ремонта, с изменением типа или конструкции прокладки и теплоизоляционного слоя, в качестве нормативных принимаются значения часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях функционирования тепловой сети, определенные теплотехническим расчетом (Приложение 3) на основе исполнительной технической документации.

1.4.5. Значения часовых тепловых потерь тепловой сетью в целом при среднегодовых условиях функционирования определяются суммированием значений часовых тепловых потерь трубопроводами на отдельных ее участках.

1.4.6. Определение нормативных значений часовых тепловых потерь для среднегодовых условий функционирования тепловой сети, сооруженной в соответствии с Нормами проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей [4], производится по этим нормам (табл. 2.1 и 2.2 Приложения 2) по формулам:

• для теплопроводов подземной прокладки, по подающим и обратным трубопроводам вместе —

$$Q_{\text{из.н.год}} = \sum \left( q_{\text{из.н}} L \beta \right) 10^{-6} \text{ , Гкал/ч (ГДж/ч);} \qquad (11)$$

• для теплопроводов надземной прокладки по подающим и обратным трубопроводам раздельно —

$$Q_{\text{из.н.год.п}} = \sum \left( q_{\text{из.н.п}} L \beta \right) 10^{-6} \text{ , Гкал/ч (ГДж/ч);} \qquad (12)$$

$$Q_{из.н.год.о} = \sum (q_{из.н.о} L \beta) 10^{-6}\ ,\ Гкал/ч\ (ГДж/ч), \qquad (12а)$$

где $q_{из.н}$, $q_{из.н.п}$ и $q_{из.н.о}$ — удельные часовые тепловые потери трубопроводов каждого диаметра, определенные пересчетом табличных значений норм удельных часовых тепловых потерь на среднегодовые условия функционирования тепловой сети, подающих и обратных трубопроводов подземной прокладки — вместе, надземной — раздельно, ккал/м·ч (кДж/м·ч);

$L$ — длина трубопроводов участка тепловой сети подземной прокладки в двухтрубном исчислении, надземной в однотрубном, м;

$\beta$ — коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий потери запорной арматурой, компенсаторами, опорами; принимается 1,2 при диаметре трубопроводов до 150 мм, 1,15 — при диаметре 150 мм и более, а также при всех диаметрах трубопроводов бесканальной прокладки.

1.4.7. Значения нормативных удельных часовых тепловых потерь при среднегодовых значениях разности температуры теплоносителя и окружающей среды (грунта или воздуха), отличающихся от значений, приведенных в таблицах норм [4], определяются линейной интерполяцией (или экстраполяцией), по формулам:

• для теплопроводов подземной прокладки, подающих и обратных трубопроводов вместе —

$$q_{из.н} = q_{из.н.Т1} + (q_{из.н.Т2} - q_{из.н.Т1}) \frac{\Delta t_{год} - \Delta t_{Т1}}{\Delta t_{Т2} - \Delta t_{Т1}}\ ,\ ккал/м·ч\ (кДж/м·ч), \qquad (13)$$

где $q_{из.н.Т1}$ и $q_{из.н.Т2}$ — удельные часовые тепловые потери подающих и обратных трубопроводов каждого диаметра при 2 смежных табличных значениях (меньшем и большем, чем для конкретной тепловой сети) среднегодовой разности температуры теплоносителя и грунта, ккал/м·ч (кДж/м·ч);

$\Delta t_{год}$ -- среднегодовая разность температуры теплоносителя и грунта для рассматриваемой тепловой сети, °С;

$\Delta t_{T1}$ и $\Delta t_{T2}$ — смежные, меньшее и большее, чем для конкретной тепловой сети, табличные значения среднегодовой разности температуры теплоносителя и грунта, °С.

Среднегодовая разность температуры теплоносителя и грунта определяется:

$$\Delta t_{ср.год} = \frac{t_{п\,год} - t_{о\,год}}{2} - t_{гр.год}\ ,\ °C\ , \qquad (14)$$

где $t_{п\,год}$ и $t_{о\,год}$ — значения среднегодовой температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах рассматриваемой тепловой сети, °С;

$t_{гр.год}$ — среднегодовая температура грунта на глубине заложения трубопроводов тепловой сети, °С;

• для теплопроводов надземной прокладки, по подающим и обратным трубопроводам раздельно —

$$q_{из.н.п} = q_{из.н.пT1} + (q_{из.н.п.T2} - q_{из.н.п.T1})\frac{\Delta t_{п.год} - \Delta t_{п.T1}}{\Delta t_{п.T2} - \Delta t_{п.T1}}\ , \qquad (15)$$

ккал/м·ч (кДж/м·ч),

$$q_{из.н.о} = q_{из.н.о.T1} + (q_{из.н.о.T2} - q_{из.н.о.T1})\frac{\Delta t_{о.год} - \Delta t_{о.T1}}{\Delta t_{о.T2} - \Delta t_{о.T1}}\ , \qquad (15а)$$

ккал/м·ч (кДж/м·ч),

где $q_{из.н.п.T1}$ и $q_{из.н.п.T2}$ — удельные часовые тепловые потери подающих трубопроводов конкретного диаметра при двух смежных (меньшем и большем табличных значениях) среднегодовой разности значений температуры теплоносителя и наружного воздуха, ккал/м·ч (кДж/м·ч);

$q_{из.н.о.T1}$ и $q_{из.н.о.T2}$ — то же, для обратных трубопроводов, ккал/м·ч (кДж/м·ч);

$\Delta t_{п.год}$ и $\Delta t_{о.год}$ — среднегодовая разность температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети и наружного воздуха, °С;

$\Delta t_{п.Т1}$ и $\Delta t_{п.Т2}$ — смежные табличные значения (меньшее и большее) среднегодовой разности температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети и наружного воздуха, °С;

$\Delta t_{п.Т1}$ и $\Delta t_{п.Т2}$ — то же, для обратных трубопроводов, °С.

Значения среднегодовой разности температуры $\Delta t_{п.год}$ и $\Delta t_{о.год}$ для подающих и обратных трубопроводов определяются как разность соответствующих значений среднегодовой температуры теплоносителя $t_{п.год}$ и $t_{о.год}$ и среднегодовой температуры наружного воздуха $t_{н.год}$.

1.4.8. Среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети $t_{п.год}$ и $t_{о.год}$ определяются как средние из ожидаемых среднемесячных значений температуры теплоносителя по действующему в системе теплоснабжения температурному графику регулирования тепловой нагрузки, соответствующих ожидаемым значениям температуры наружного воздуха.

1.4.9. Ожидаемые среднемесячные значения температуры наружного воздуха и грунта определяются как средние по информации местной гидрометеорологической станции о статистических климатологических значениях температуры наружного воздуха и грунта на глубине заложения трубопроводов тепловых сетей за последние 5 лет.

1.4.10. Определение значений нормативных часовых тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей, изоляционные конструкции которых соответствуют нормам СНиП 2.04.14-88 [5] (табл. 2.3—2.6 Приложения 2), производится аналогично п. 1.4.6, с учетом следующего:

• нормы приведены применительно к тепловым сетям с различной продолжительностью функционирования в год — в 5000 ч включительно, а также более 5000 ч;

• нормы касаются не разности среднегодовых значений температуры теплоносителя и окружающей среды, а абсолютных среднегодовых значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей;

• нормы при подземной прокладке тепловых сетей приведены раздельно для канальной и бесканальной прокладки;

• удельные часовые тепловые потери при подземной прокладке трубопроводов тепловых сетей в каналах и бесканально по каждому

из диаметров труб определяются суммированием тепловых потерь раздельно для подающих и обратных трубопроводов;

• удельные часовые тепловые потери при надземной прокладке трубопроводов тепловых сетей (при расположении на открытом воздухе) определяются для подающих и обратных трубопроводов вместе, при средней температуре теплоносителя в них.

1.4.11. Значения нормативных часовых тепловых потерь участков тепловой сети, аналогичных участкам, подвергавшимся тепловым испытаниям по типам прокладки, видам изоляционных конструкций и условиям эксплуатации, определяются для трубопроводов подземной и надземной прокладки отдельно, по формулам:

• для теплопроводов подземной прокладки, по подающим и обратным трубопроводам вместе —

$$Q_{\text{из.н.год}} = \sum \left(k_{\text{и}} q_{\text{из.н}} L \beta\right) 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал/ч (ГДж/ч)}; \qquad (16)$$

• для теплопроводов надземной прокладки по подающим и обратным трубопроводам раздельно —

$$Q_{\text{из.н.год.п}} = \sum \left(k_{\text{и.п}} q_{\text{из.н.п}} L \beta\right) 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал/ч (ГДж/ч)}; \qquad (17)$$

$$Q_{\text{из.н.год.о}} = \sum \left(k_{\text{и.о}} q_{\text{из.н.о}} L \beta\right) 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал/ч (ГДж/ч)}, \qquad (17а)$$

где $k_{\text{и}}$, $k_{\text{и.п}}$ и $k_{\text{и.о}}$ — поправочные коэффициенты для определения нормативных часовых тепловых потерь, полученные по результатам тепловых испытаний.

1.4.12. Поправочные коэффициенты для участков тепловой сети, аналогичных подвергавшимся тепловым испытаниям по типам прокладки, видам теплоизоляционных конструкций и условиям эксплуатации, определяются:

• подземная прокладка, подающие и обратные трубопроводы вместе

$$k_{\text{и}} = \frac{Q_{\text{из.год.и}}}{Q_{\text{из.год.н}}}\ , \qquad (18)$$

где $Q_{\text{из.год.и}}$ и $Q_{\text{из.год.н}}$ — тепловые потери, определенные тепловыми испытаниями, пересчитанные на среднегодовые условия функционирования каждого испытанного участка тепловой сети, и потери, определенные по нормам [4] или [5] для тех же участков, ккал/ч (кДж/ч);

• надземная прокладка, подающие и обратные трубопроводы раздельно

$$k_{и.п} = \frac{Q_{из.год.п.и}}{Q_{из.год.п.н}}; \quad (19)$$

$$k_{и.о} = \frac{Q_{из.год.о.и}}{Q_{из.год.о.н}}, \quad (19а)$$

где $Q_{из.год.п.и}$ и $Q_{из.год.о.и}$ — тепловые потери, определенные тепловыми испытаниями, и пересчитанные на среднегодовые условия функционирования каждого испытанного участка тепловой сети, для подающих и обратных трубопроводов, ккал/ч (кДж/ч);

$Q_{из.год.п.н}$ и $Q_{из.год.о.н}$ — тепловые потери, определенные по нормам [4] или [5] для тех же участков, ккал/ч (кДж/ч).

Максимальные значения поправочных коэффициентов не должны быть больше значений, приведенных в таблице 4.1 Приложения 4.

1.4.13. При выявлении тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов теплотехническим расчетом следует учитывать:

• теплотехнические характеристики, приводимые в справочных пособиях, должны быть скорректированы введением поправок на основании оценки технического состояния трубопроводов тепловой сети;

• определение значений тепловых потерь должно быть проведено для среднегодовых условий эксплуатации тепловых сетей (среднегодовые значения температуры теплоносителя и окружающей среды — наружного воздуха для надземной прокладки трубопроводов, грунта — для трубопроводов подземной прокладки);

• значения теплотехнических характеристик, входящие в формулы для определения тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов, зависящие от конструкции и материала теплоизоляционного слоя, могут быть приняты согласно исполнительной технической документации и должны быть скорректированы по результатам специальных обследований;

• расчеты следует проводить в соответствии с методиками, изложенными в специальной технической литературе, сообразно виду прокладки трубопроводов рассматриваемой тепловой сети.

1.4.14. В каждый последующий год между плановыми тепловыми испытаниями к значениям тепловых потерь вводятся соответствующие поправки.

Поправки представляют собой коэффициенты к значениям часовых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов, определяемые в зависимости от соотношения значений материальной характеристики трубопроводов подземной и надземной прокладки тепловой сети в целом, а также соотношения тепловых потерь на участках тепловой сети, полученных в результате тепловых испытаний и расчетов, и нормативных тепловых потерь, полученных на базе норм [4] или [5] (таблица 4.1 Приложения 4).

1.4.15. Наибольшие значения поправочных коэффициентов для каждого соотношения видов прокладки и уровня тепловых потерь не должны быть больше значений, указанных в таблице 4.1 Приложения 4. В исключительных случаях, на срок проведения ремонтных работ для восстановления разрушенной тепло- и гидроизоляции, но не дольше 1 года, могут быть приняты поправочные коэффициенты, значения которых превышают приведенные в таблице; конкретный устанавливается руководством предприятия при планировании энергосберегающих мероприятий.

1.4.16. К значениям часовых тепловых потерь трубопроводов, проложенных в проходных и полупроходных каналах, определенным в результате тепловых испытаний или теплотехническим расчетом, поправки не вводятся. Однако при изменении условий эксплуатации или технического состояния теплоизоляционного слоя указанных трубопроводов значения тепловых потерь должны быть уточнены.

1.4.17. Значения тепловых потерь трубопроводами тепловой сети за месяц определяются на основании значений часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях функционирования пересчетом на средние температурные условия каждого месяца с учетом продолжительности функционирования тепловой сети в этом месяце.

1.4.18. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов тепловой сети за соответствующий месяц определяются по выражению:

$$Q_{из.н.мес} = (Q_{из.н.мес} + Q_{из.н.п.мес} + Q_{из.н.о.мес})\ n,\ Гкал(ГДж), \quad (20)$$

где $Q_{из.н}$, $Q_{из.н.п}$ и $Q_{из.н.о}$ — нормативные значения эксплуатационных часовых тепловых потерь тепловых сетей подземной прокладки, подающим

и обратным трубопроводами вместе, надземной — раздельно, Гкал/ч (ГДж/ч);

n — продолжительность функционирования тепловой сети в рассматриваемом месяце, ч.

1.4.19. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь при среднемесячных условиях функционирования тепловой сети определяются:

• для теплопроводов подземной прокладки, подающими и обратными трубопроводами вместе —

$$Q_{\text{из.н.мес}} = Q_{\text{из.н.год}} \frac{t_{\text{п.мес}} + t_{\text{о.мес}} - 2t_{\text{гр.мес}}}{t_{\text{п.год}} + t_{\text{о.год}} - 2t_{\text{гр.год}}}, \text{ Гкал (ГДж)}, \quad (21)$$

• для теплопроводов надземной прокладки, подающими и обратными трубопроводами раздельно —

$$Q_{\text{из.н.мес.п}} = Q_{\text{из.н.год.п}} \frac{t_{\text{п.мес}} - t_{\text{н.мес}}}{t_{\text{п.год}} - t_{\text{н.год}}}, \text{ Гкал (ГДж)}, \quad (22)$$

$$Q_{\text{из.н.мес.о}} = Q_{\text{из.н.год.о}} \frac{t_{\text{о.мес}} - t_{\text{н.мес}}}{t_{\text{о.год}} - t_{\text{н.год}}}, \text{ Гкал (ГДж)}, \quad (22а)$$

где $t_{\text{п.мес}}$ и $t_{\text{о.мес}}$ — ожидаемые среднемесячные значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах конкретной тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки при ожидаемых значениях температуры наружного воздуха, °С;

$t_{\text{гр.мес}}$ и $t_{\text{н.мес}}$ — ожидаемые среднемесячные значения температуры грунта на глубине заложения трубопроводов и наружного воздуха, °С.

1.4.20. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь через изоляционную конструкцию трубопроводов участков тепловой сети, не характерных по типу прокладки и конструкции теплоизоляционного слоя для рассматриваемой тепловой сети, удельные тепловые потери которых определялись расчетным путем, выявляются:

• для подземной прокладки, подающих и обратных трубопроводов вместе

$$Q_{\text{из.н.р.год}} = \sum q_{\text{из.р}} L \beta 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал (ГДж)}; \qquad (23)$$

• для надземной прокладки, подающих и обратных трубопроводов раздельно

$$Q_{\text{из.н.р.год.п}} = \sum q_{\text{из.р.п}} L \beta 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал (ГДж)}; \qquad (24)$$

$$Q_{\text{из.н.р.год.о}} = \sum q_{\text{из.р.о}} L \beta 10^{-6}\ ,\ \text{Гкал (ГДж)}, \qquad (24а)$$

где $q_{\text{из.р}}$, $q_{\text{из.р.п}}$ и $Q_{\text{из.р.о}}$ — удельные часовые тепловые потери, определенные теплотехническим расчетом для трубопроводов каждого диаметра при среднегодовых условиях функционирования тепловой сети для подающих и обратных трубопроводов подземной прокладки вместе, надземной раздельно, ккал/мч (кДж/мч).

1.4.21. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов, Гкал (ГДж), участков тепловой сети, введенных в эксплуатацию после строительства, капитального ремонта или реконструкции, определяются по формулам (23) — (24а) с использованием значений удельных тепловых потерь, найденных в результате теплотехнических расчетов для соответствующих участков.

1.4.22. Нормативные значения эксплуатационных тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов по периодам функционирования (отопительный и неотопительный) и за год в целом определяются, пользуясь формами, приведенными в Приложении 5, как суммы нормативных значений эксплуатационных тепловых потерь за соответствующие месяцы.

1.4.23. При выявлении эксплуатационных тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей по периодам функционирования тепловые потери в переходные месяцы распределяются пропорционально количеству часов функционирования тепловой сети в эти месяцы. В случае если происходит изменение коммутационной схемы тепловой сети, тепловые потери определяются с учетом этого изменения.

# 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

## 2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1. Режимы функционирования тепловых сетей определяются характеристиками, которые разрабатываются по следующим показателям:

- расход тепловой энергии в тепловой сети (отпуск тепловой энергии в тепловую сеть);
- разность температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, или температура теплоносителя в обратном трубопроводе, при заданной температуре теплоносителя в подающем;
- расход теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах;
- тепловой энергии, и затраты электроэнергии на передачу тепловой энергии;
- удельный расход теплоносителя;
- удельные затраты электроэнергии на передачу тепловой энергии.

2.1.2. Характеристики режимов функционирования тепловых сетей могут быть изображены графически, в виде графиков изменения значений показателей режимов функционирования в зависимости от метеоусловий на всем протяжении расчетного периода, или в табличном виде.

2.1.3. Характеристики режимов функционирования тепловых сетей разрабатываются для отопительного и неотопительного периодов года.

2.1.4. Основой для расчета нормативных значений показателей режимов функционирования тепловых сетей служат договоры о теплоснабжении, заключаемые теплоснабжающими организациями с абонентами (потребителями тепловой энергии), и технические характеристики источников теплоснабжения и тепловых сетей.

В каждом договоре приводится следующая исходная информация:

- расчетная часовая тепловая нагрузка отопления, приточной вентиляции, кондиционирования воздуха при расчетных значениях температуры наружного воздуха для каждого из этих видов теплового потребления;

• средняя часовая за неделю тепловая нагрузка горячего водоснабжения с обязательным указанием затрат тепловой энергии на циркуляцию воды в местных системах горячего водоснабжения;

• принципиальные схемы присоединения каждой из систем теплопотребления, их расчетные параметры и степень автоматизации.

2.1.5. Информация о режимах отпуска тепловой энергии источником теплоснабжения содержится утвержденный теплоснабжающей организацией график регулирования тепловой нагрузки (графики температуры, расхода и давления теплоносителя в подающих и обратных коллекторах), а также график отпуска тепловой энергии в зависимости от температуры наружного воздуха.

2.1.6. Нормативные значения показателей режима функционирования систем теплоснабжения определяются как минимум для следующих характерных значений температуры наружного воздуха:

• значение температуры наружного воздуха, соответствующее началу и окончанию отопительного периода — $t_н = +8$ °С;

• значение температуры наружного воздуха $t_{н.и}$, соответствующее излому графика температуры теплоносителя;

• среднее значение температуры наружного воздуха отопительного периода $t_н$;

• значение температуры наружного воздуха $t_{н.р}$, расчетное для проектирования отопления.

2.1.7. Для открытых систем теплоснабжения, в которых температура воды, поступающей на горячее водоснабжение, не регулируется, определение показателей режима функционирования системы теплоснабжения необходимо производить также для значения температуры наружного воздуха, при котором водоразбор на горячее водоснабжение с подающего трубопровода переводится на обратный. Нормативные значения показателей режима функционирования тепловой сети при этом значении температуры наружного воздуха следует определять как для режима отбора из подающего, так и режима отбора из обратного трубопроводов тепловой сети.

## 2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

2.2.1. Нормативные значения расхода тепловой энергии в системе теплоснабжения (отпуска тепловой энергии) определяются для всех характерных значений температуры наружного воздуха.

2.2.2. Нормативные значения отпуска тепловой энергии складываются из требуемых при данном значении температуры наружного воздуха значений теплового потребления всех потребителей системы теплоснабжения (отопление, приточная вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение) и нормативных значений тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов тепловой сети, а также с потерянным теплоносителем:

$$Q_{отп} = Q_{тп} + Q_{из} + Q_{у}, \text{ Гкал/ч (ГДж/ч)}, \qquad (25)$$

где $Q_{тп}$, $Q_{из}$ и $Q_{у}$ — тепловое потребление, тепловые потери через изоляционные конструкции трубопроводов тепловой сети, а также обусловленные потерями теплоносителя — при характерном значении температуры наружного воздуха.

2.2.3. Требуемые значения теплового потребления (отопление, приточная вентиляция, кондиционирование воздуха) определяются на основе расчетных значений тепловой нагрузки этих видов теплового потребления пересчетом их на характерные значения температуры наружного воздуха; значения теплового потребления на горячее водоснабжение одинаковы для всех значений температуры наружного воздуха и равны средней часовой за неделю тепловой нагрузке горячего водоснабжения каждого потребителя тепловой энергии.

Расчетные значения тепловой нагрузки принимаются по сведениям, содержащимся в договорах теплоснабжения, при заключении которых абонентами представляются обоснования соответствующих расчетных значений тепловой нагрузки (проектная информация, расчет, результаты испытаний и т.д.).

2.2.4. Значения требуемого расхода тепловой энергии на компенсацию тепловых потерь в системах горячего водоснабжения при циркуляции в них горячей воды определяются в открытых и закрытых системах теплоснабжения долей средней часовой за неделю тепловой нагрузки горячего водоснабжения потребителей. Размер указанной доли нагрузки горячего водоснабжения зависит от наличия и протяженности отдельных тепловых сетей горячего водоснабжения между ЦТП и местными системами, в также полотенцесушителей в местных системах горячего водоснабжения. Кроме этого , размер компенсации тепловых потерь в местных системах горячего водоснабжения зависит от наличия и качества тепловой изоляции на их стояках.

2.2.5. В диапазоне спрямления температурного графика, что обусловлено необходимостью обеспечения нормативного значения температуры воды для горячего водоснабжения, при отсутствии на тепловом пункте технических средств для обеспечения требуемых значений температуры теплоносителя в подающем трубопроводе, к требуемому значению теплового потребления должен быть введен поправочный коэффициент (больший единицы), зависящий от размера несоответствия температурному графику значений температуры подаваемого теплоносителя и определяемый по формуле:

$$\chi = \frac{t_1' - t_н}{t_1 - t_н}, \qquad (26)$$

где $t_1'$ — значения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети в диапазоне спрямления температурного графика, °С.

2.2.6. Нормативные значения потерь тепловой энергии теплопередачей через изоляционные конструкции трубопроводов тепловой сети и потерь, обусловленных потерями теплоносителя, для характерных значений температуры наружного воздуха определяются по указаниям главы 1.4 настоящей Методики, а также Приложения 10.

### 2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ПОДАЮЩИХ И ОБРАТНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.3.1. Нормативные значения температуры теплоносителя, °С, в подающем трубопроводе тепловой сети для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха на протяжении расчетного периода принимаются по температурному графику регулирования тепловой нагрузки, который разрабатывается на основе расчетных значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, видов теплового потребления и принятого метода регулирования тепловой нагрузки.

2.3.2. Расчетные значения температуры теплоносителя принимаются на базе проектных решений по системе теплоснабжения; изменение расчетных значений температуры теплоносителя требует соответствующих технико-экономических обоснований.

Температурный график регулирования тепловой нагрузки разрабатывается из условий суточной подачи тепловой энергии на отопление, обеспечивающей потребность теплоснабжаемых зданий в

тепловой энергии в зависимости от температуры наружного воздуха, а также покрытие тепловой нагрузки горячего водоснабжения на всем протяжении отопительного периода.

Температурный график регулирования тепловой нагрузки утверждается теплоснабжающей организацией.

2.3.3. В закрытых системах теплоснабжения нормативные значения разности значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловых пунктов, усредненные по всем потребителям, для характерных значений температуры наружного воздуха определяются делением значений расхода тепловой энергии, требуемой на тепловое потребление при этих значениях температуры наружного воздуха, на соответствующие значения расхода теплоносителя:

$$\Delta t_н = \frac{\sum Q_{тп}}{c\sum G_1} 10^3 \ ,^\circ C \ , \qquad (27)$$

где $\Sigma Q_{тп}$ — значение расхода тепловой энергии, требуемой на тепловое потребление, Гкал/ч (ГДж/ч);

$\Sigma G_1$ — сумма соответствующих значений расхода теплоносителя в подающих трубопроводах тепловой сети на тепловых пунктах, т/ч.

Нормативные значения расхода тепловой энергии определяются по указаниям главы 2.2, расхода теплоносителя — главы 2.4.

2.3.4. В открытых системах теплоснабжения нормативные значения разности значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловых пунктов, усредненные по всем потребителям, для характерных значений температуры наружного воздуха определяются делением значений расхода тепловой энергии, требуемой на отопление и приточную вентиляцию, без учета водоразбора соответствующими потребителями непосредственно из подающих трубопроводов тепловой сети, на соответствующие значения расхода теплоносителя:

$$\Delta t_н = \frac{\sum Q_{тп} - \sum Q_{г.п}}{c\left(\sum G_1 - \sum G_{г.п}\right)} 10^3 \ ,^\circ C \ , \qquad (27а)$$

где $\Sigma Q_{г.п}$ — значение расхода тепловой энергии, приходящейся на водоразбор из подающего трубопровода, Гкал/ч (ГДж/ч);

$\Sigma G_{г.п}$ — сумма значений расхода теплоносителя, отбираемого на горячее водоснабжение из подающего трубопровода, т/ч.

2.3.5. Нормативное значение разности температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети системы теплоснабжения (подающих и обратных коллекторах источников теплоснабжения) отличается от усредненного значения разности температуры теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей тепловой энергии на нормативное среднее значение падения температуры теплоносителя в этих трубопроводах; все упомянутые значения определяются для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха с помощью формул (30) и (30а).

2.3.6. Нормативные значения температуры теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети определяются формулой:

$$t_{2н} = t_{1н} - \Delta t_{н}, \ ^{\circ}C, \qquad (28)$$

где $t_{1н}$ — нормативное значение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети, °С; определяется по графику регулирования тепловой нагрузки;

$\Delta t_{н}$ — нормативное значение разности температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, °С.

2.3.7. Нормативное значение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети (коллекторе источника теплоснабжения) меньше нормативных значений этого показателя режима на тепловых пунктах потребителей тепловой энергии на нормативные значения падения температуры теплоносителя в обратных трубопроводах тепловой сети от каждого из потребителей до источника теплоснабжения. Среднее нормативное значение падения температуры теплоносителя в обратных трубопроводах тепловой сети на участках между потребителями и источником теплоснабжения, обусловленное тепловыми потерями трубопроводов, определяется выражением:

$$\Delta t_{тп2н} = t_{2н.аб} - t_{2н.и}, \ ^{\circ}C, \qquad (29)$$

где $t_{2н.аб}$ и $t_{2н.и}$ — нормативные значения температуры теплоносителя в обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей и обратном коллекторе источника теплоснабжения, °С.

2.3.8. Нормативные значения падения температуры теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети определяются формулами:

$$\Delta t_{тп1н} = \frac{Q_{тп1н}}{cG_{1тс}} 10^3 \text{ ,}^{\circ}\text{C} ; \qquad (30)$$

$$\Delta t_{тп2н} = \frac{Q_{тп2н}}{cG_{2тс}} 10^3 \text{ ,}^{\circ}\text{C} , \qquad (30а)$$

где $Q_{тп1н}$ и $Q_{тп2н}$ — нормативные значения тепловых потерь подающими и обратными трубопроводами тепловой сети при характерном значении температуры наружного воздуха, Гкал/ч (ГДж/ч);

$G_{1тс}$ и $G_{2тс}$ — нормативные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах при характерном значении температуры наружного воздуха, т/ч.

Указания по определению тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей приведены в главе 1.4 настоящей Методики, а также в Приложении 10.

## 2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

2.4.1. Нормативные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети, т/ч, определяются суммированием значений расхода теплоносителя по видам теплового потребления (отопление, приточная вентиляция, горячее водоснабжение) в подающих и обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха.

2.4.2. Определение нормативных значений расхода теплоносителя производится с учетом типа системы теплоснабжения (открытая, закрытая), схем присоединения систем теплопотребления к тепловым сетям, а также степени автоматизации тепловых пунктов этих систем.

2.4.3. Нормативные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей тепловой энергии определяются на основе расчетных значений расхода теплоносителя по видам теплового потребления.

Определение расчетных значений расхода теплоносителя по видам теплового потребления производится по указанием Приложе-

ния 9 в зависимости от типа системы теплоснабжения, схем присоединения систем теплопотребления, а также степени автоматизации тепловых пунктов.

2.4.4. В системах теплоснабжения без нагрузки горячего водоснабжения нормативные значения расходов теплоносителя для всех характерных значений температуры наружного воздуха постоянны и равны расчетным значениям расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию.

2.4.5. В закрытых системах теплоснабжения при отсутствии на всех тепловых пунктах потребителей тепловой энергии автоматических регуляторов поддержания постоянного расхода теплоносителя в системах отопления и проточной вентиляции, а также постоянной температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение, нормативные значения расхода теплоносителя для всех характерных значений температуры наружного воздуха постоянным и равным сумме расчетных значений соответствующего расхода теплоносителя.

2.4.6. В закрытых системах теплоснабжения при оснащении всех тепловых пунктов потребителей тепловой энергии автоматическими регуляторами поддержания постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, а также температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение, составляющие нормативного значения расхода теплоносителя по видам теплового потребления для характерных значений температуры наружного воздуха определяются:

- отопление и приточная вентиляция — равным расчетным значениям расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию для всех значений температуры наружного воздуха;
- горячее водоснабжение — равным расчетным значениям расхода теплоносителя на горячее водоснабжение для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха — равным значениям расхода теплоносителя на горячее водоснабжение, определяемым тепловым расчетом тепловых пунктов. Исключение составляют тепловые пункты с теплообменниками горячего водоснабжения, подключенными к тепловой сети по параллельной схеме, для которых при значении температуры наружного воздуха, соответствующем началу и окончанию отопительного периода (+8 °С), значение расхода теплоносителя на горячее водоснабжение равно расчетному.

2.4.7. В закрытых системах теплоснабжения, при различной степени автоматизации систем теплопотребления, составляющие нормативного значения расхода теплоносителя по видам теплового потребления для характерных значений температуры наружного воздуха определяются:

а) для полностью автоматизированных тепловых пунктов (наличие регуляторов постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, а также температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение) — по указаниям п. 2.4.6;

б) для тепловых пунктов без регуляторов постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, а также температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение — для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки, равными сумме расчетных значений расхода теплоносителя на отопление, приточную вентиляцию и горячее водоснабжение; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха нормативные значения расхода теплоносителя на отопление, приточную вентиляцию и горячее водоснабжение определяются по результатам гидравлического расчета тепловой сети на основе значений гидравлического сопротивления систем отопления, приточной вентиляции и теплообменников горячего водоснабжения; при независимом присоединении систем отопления и приточной вентиляции для гидравлического расчета применяются вместо гидравлического сопротивления этих систем значения гидравлического сопротивления соответствующих теплообменников;

в) для тепловых пунктов, оборудованных только регуляторами температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение, —

• горячее водоснабжение — по указанным п. 2.4.6;

• отопление и приточная вентиляция — для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки, равными сумме расчетных значений расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха нормативные значения расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию определяются по результатам гидравлического расчета тепловой сети на основе значений гидравлического сопротивления систем отопления (при зависимом присоединении) и теплообменников отопления (при независимом присоединении).

2.4.8. В открытых системах теплоснабжения, при различной степени автоматизации систем теплопотребления, составляющие нормативного значения расхода теплоносителя по видам теплового потребления в подающих и обратных трубопроводах на тепловых пунктах для характерных значений температуры наружного воздуха определяются:

а) при полной автоматизации тепловых пунктов (наличие регуляторов постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, а также постоянной температуры воды, поступающей на горячее водоснабжение) —

• отопление и приточная вентиляция — расчетное значение расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию для всех характерных значений температуры наружного воздуха;

• горячее водоснабжение — расчетное значение расхода теплоносителя на горячее водоснабжение для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки, а также началу и окончанию отопительного периода; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха — в зависимости от температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети и, соответственно, доли водоразбора из него;

б) при установке на тепловых пунктах только регуляторов температуры воды, поступающей на горячее водоснабжение, —

• горячее водоснабжение — по указаниям подпункта а);

• отопление и приточная вентиляция — расчетный расход теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха — по результатам гидравлического расчета тепловой сети на основе значений гидравлического сопротивления систем отопления;

в) при полном отсутствии на тепловых пунктах регуляторов постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, а также постоянной температуры воды, поступающей на горячее водоснабжение, —

• горячее водоснабжение — расчетное значение расхода теплоносителя для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки, а также началу и окончанию отопительного периода;

для остальных характерных значений температуры наружного воздуха — по тепловому расчету, в зависимости от температуры теплоносителя в подающем (водоразбор из подающего трубопровода) и обратном трубопроводах (водоразбор из обратного трубопровода); для значения температуры наружного воздуха, соответствующего переводу водоразбора с подающего трубопровода на обратный, производится определение значений отбора теплоносителя на горячее водоснабжение как из подающего, так и обратного трубопроводов;

• отопление и приточная вентиляция — расчетное значение расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию для значения температуры наружного воздуха, соответствующего точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки; для остальных характерных значений температуры наружного воздуха — по результатам гидравлического расчета тепловой сети на основе значений гидравлического сопротивления систем отопления.

2.4.9. В открытых системах теплоснабжения нормативные значения расхода теплоносителя в обратных трубопроводах при каждом из характерных значений температуры наружного воздуха следует принимать как разность значений расхода теплоносителя в подающем трубопроводе и водоразбора, среднечасового за неделю.

2.4.10. При определении нормативных значений расхода теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети должна быть учтена циркуляция воды в местных системах горячего водоснабжения.

2.4.11. В автоматизированных системах горячего водоснабжения при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети значение расхода теплоносителя на циркуляцию определяется расчетом для каждого характерного значения температуры наружного воздуха. Для значения температуры наружного воздуха, соответствующего излому температурного графика регулирования тепловой нагрузки, эта часть нормативного расхода равна ее расчетному значению; для значений температуры наружного воздуха, когда водоразбор полностью производится из обратного трубопровода, значение расхода теплоносителя на циркуляцию равно нулю.

2.4.12. Значение расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети, приходящееся на циркуляцию воды в неавтоматизированных системах горячего водоснабжения при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети, определяется как расчетное при значении температуры наружного возду-

ха, соответствующим точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки.

Для остальных характерных значений температуры наружного воздуха и водоразборе из подающего трубопровода тепловой сети эта часть нормативного значения расхода теплоносителя уточняется по результатам гидравлического расчета тепловой сети на основе значений гидравлического сопротивления систем отопления и циркуляционных линий местных систем горячего водоснабжения. При водоразборе из обратного трубопровода значение расхода теплоносителя на циркуляцию равно нулю.

2.4.13. В закрытых системах теплоснабжения, определяя нормативные значения расхода теплоносителя на горячее водоснабжение, при любых схемах подключения нагревателей необходимо учитывать циркуляцию воды в местных системах горячего водоснабжения.

2.4.14. В закрытых системах теплоснабжения нормативные значения расхода теплоносителя в обратных трубопроводах тепловых пунктов следует принимать равными нормативным значениям расхода теплоносителя в подающих трубопроводах.

2.4.15. Нормативные значения расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети (в подающих коллекторах источников теплоснабжения) для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха на протяжении расчетного периода превышают нормативные значения суммарного расхода теплоносителя в подающих трубопроводах тепловых пунктов потребителей тепловой энергии на нормативное значение потерь теплоносителя из подающих трубопроводов тепловой сети.

Нормативные значения расхода теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети (в обратных коллекторах источников теплоснабжения) для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха на протяжении расчетного периода меньше нормативного значения суммарного расхода теплоносителя в обратных трубопроводах тепловой сети на тепловых пунктах потребителей тепловой энергии на нормативное значение потерь теплоносителя из обратных трубопроводов тепловой сети.

Определение нормативных значений потерь теплоносителя производится по указаниям главы 1.2.

2.4.16. В силу того, что нормативные значения потерь теплоносителя малы по сравнению с нормативными значениями расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети, норма-

тивными потерями теплоносителя при практических расчетах можно пренебречь и принимать нормативные значения расхода теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети равными нормативными значениям суммарного расхода теплоносителя в соответствующих трубопроводах на тепловых пунктах потребителей.

2.4.17. Выполнение гидравлических расчетов тепловых сетей для определения нормативных значений расхода теплоносителя для различных характерных значений температуры наружного воздуха (пп. 2.4.7, 2.4.8 и 2.4.12) производятся с помощью электронной вычислительной машины (ЭВМ), с применением специально разработанной программы гидравлического расчета, позволяющей производить многовариантные расчеты гидравлических режимов функционирования тепловых сетей.

2.4.18. Основной (базовый) вариант гидравлического расчета тепловой сети целесообразно производить для подающего и обратного трубопроводов отдельно, при значении расхода теплоносителя каждой из систем теплопотребления, определенном при значении температуры наружного воздуха, соответствующем точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки. Это значение температуры наружного воздуха является расчетным для тепловой сети, т.к. при этой температуре расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети является максимальным.

Расчетные значения располагаемого напора на тепловых пунктах неавтоматизированных систем теплопотребления, а также значения их гидравлического сопротивления, $м/(м^3/ч)^2$, определяются по результатам базового варианта гидравлического расчета тепловой сети и построения расчетного варианта гидравлического режима ее функционирования. Эти значения являются исходными для проведения гидравлических расчетов для других характерных значений температуры наружного воздуха. Расчеты производятся, принимая значения гидравлического сопротивления неавтоматизированных систем теплопотребления, которые были определены в результате базового гидравлического расчета тепловой сети, и значения расхода теплоносителя автоматизированных систем теплопотребления для соответствующих характерных значений температуры наружного воздуха.

2.4.19. Значение эквивалентной шероховатости для проведения гидравлического расчета тепловых сетей принимается по результатам их специальных испытаний или в результате анализа эксплуатационной информации.

2.4.20. Для определения нормативных значений расхода теплоносителя в трубопроводах тепловой сети на тепловых пунктах систем теплопотребления для характерных значений температуры наружного воздуха, кроме расчетного, при некоторых принципиальных схемах присоединения местных систем горячего водоснабжения приходится применять метод последовательных приближений.

При расчетном для тепловой сети значении температуры наружного воздуха, соответствующем точке излома графика регулирования тепловой нагрузки, значения расхода теплоносителя для неавтоматизированных систем отопления и приточной вентиляции являются расчетными, и значение температуры теплоносителя в обратных трубопроводах тепловой сети на тепловых пунктах этих систем равно значению температуры теплоносителя по температурному графику регулирования тепловой нагрузки в этой точке графика. Но при остальных значениях температуры наружного воздуха значения температуры теплоносителя в обратных трубопроводах неавтоматизированных систем отопления и приточной вентиляции отличаются от значения температуры теплоносителя по температурному графику, что изменяет расход теплоносителя на горячее водоснабжение при 2-ступенчатых схемах присоединения теплообменников горячего водоснабжения, а также при непосредственном отборе теплоносителя на горячее водоснабжение. При определении значений расхода теплоносителя для систем горячего водоснабжения необходим учет этих обстоятельств (методом последовательных приближений).

В частности, при 2-ступенчатой смешанной схеме присоединения теплообменников горячего водоснабжения, оснащенных регуляторами температуры воды, подаваемой на горячее водоснабжение, но без поддержания постоянного расхода теплоносителя на отопление и приточную вентиляцию, для гидравлического расчета тепловых сетей следует принимать в качестве расчетных значения расхода теплоносителя на отопление и горячее водоснабжение, расчетные для этих систем (точка излома температурного графика тепловой нагрузки). При остальных значениях температуры наружного воздуха значения расхода теплоносителя для неавтоматизированных систем отопления и приточной вентиляции становится больше расчетного значения, и поэтому температура теплоносителя в обратных трубопроводах этих систем будет выше, чем это предусмотрено температурным графиком. Последнее приводит к повышенной тепловой производительности I ступени теплообменников горячего во-

доснабжения и снижению расхода теплоносителя в их II ступени. Вследствие этого необходимо проведение повторного теплового расчета таких тепловых пунктов при увеличении значения расхода теплоносителя в системах отопления и приточной вентиляции и выявление на его основе сниженных значений расхода теплоносителя на горячее водоснабжение. Полученные значения расхода теплоносителя должны быть положены в основу повторного гидравлического расчета тепловой сети, который и определит нормативные значения расхода теплоносителя для неавтоматизированных систем теплопотребления.

2.4.21. При параллельной схеме присоединения теплообменников горячего водоснабжения их режим функционирования не зависит от температуры теплоносителя в обратных трубопроводах систем отопления и приточной вентиляции, а зависит только от температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети. Поэтому в повторных тепловых расчетах указанных тепловых пунктов необходимости нет.

## 2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ПОДАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.5.1. Нормативное значение удельного часового расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети системы теплоснабжения определяется как соотношение нормативного значения часового за сутки расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети для характерного значения температуры наружного воздуха и нормативного значения часового расхода тепловой энергии в системе теплоснабжения при том же значении температуры наружного воздуха.

2.5.2. Нормативное значение удельного расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети системы теплоснабжения определяется для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха по формуле:

$$g_{1н.п} = \frac{G_{н.п}}{Q_{н.с.т}}, \text{ т/Гкал (т/ГДж)}, \qquad (31)$$

где $G_{н.п}$ — нормативное значение расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети при каждом характерном значении температуры наружного воздуха, т/ч;

$Q_{н.с.т}$ — нормативное значение расхода тепловой энергии в системе теплоснабжения при том же значении температуры наружного воздуха, Гкал/ч (ГДж/ч).

### 2.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ АБСОЛЮТНЫХ И УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПЕРЕДАЧУ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

2.6.1. Нормативное значение затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии определяется по мощности электродвигателей насосов, необходимой для нормального функционирования тепловой сети:

- подпиточные насосы источников теплоснабжения;
- сетевые насосы источников теплоснабжения;
- подкачивающие насосы на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети;
- подмешивающие насосы в тепловой сети;
- дренажные насосы;
- насосы отопления и горячего водоснабжения, а также подпиточные насосы тепловой сети II контура отопления на центральных тепловых пунктах (ЦТП).

Нормативные значения затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии определяются для характерных значений температуры наружного воздуха на всем протяжении расчетного периода.

Основой для определения нормативных значений затрат электроэнергии являются, кроме нормативных значений расходов теплоносителя, перекачиваемого указанными насосами, значения развиваемого наосами напора, необходимого для нормального функционирования тепловой сети, а также характеристики насосов.

2.6.2. Мощность, требуемая на валу насоса для перекачки теплоносителя центробежными насосами, определяется по формуле:

$$N = \frac{G\rho H}{3600 \times 102 \times \eta_п \eta_н}, \text{ кВт}, \qquad (32)$$

где G — объемный расход теплоносителя, перекачиваемого насосом, $м^3/ч$;

$\rho$ — плотность теплоносителя, $кг/м^3$;

H — напор, развиваемый насосом при расходе G, м;

$n_п$, $n_н$ — коэффициенты полезного действия (КПД) передачи и насоса.

2.6.3. При определении нормативного значения мощности электродвигателей значение расхода теплоносителя, перекачиваемого насосом, принимается по результатам гидравлического расчета тепловой сети в соответствии с местом установки рассматриваемого насоса в системе теплоснабжения. Напор насоса принимается согласно разработанному гидравлическому режиму функционирования тепловой сети с превышением необходимого значения не более 10 %.

2.6.4. При определении нормативного значения мощности электродвигателей подпиточных насосов источников теплоснабжения, значение расхода теплоносителя, перекачиваемого этими насосами, должно соответствовать нормативному значению утечки теплоносителя из системы теплоснабжения (раздел 1.2). Требуемое значение напора определяется гидравлическим режимом функционирования тепловой сети.

2.6.5. Если насосная группа состоит из насосов одного типа, расход теплоносителя, перекачиваемого одним из этих насосов, определяется делением среднего за час суммарного значения расхода теплоносителя на количество рабочих насосов.

2.6.6. Если насосная группа состоит из насосов различных типов (или диаметры рабочих колес однотипных насосов различны), для определения расхода теплоносителя, перекачиваемого каждым из установленных насосов, необходимо построить результирующую характеристик насосов, при помощи которой можно определить расход теплоносителя, перекачиваемого каждым из насосов, при известном суммарном расходе перекачиваемого теплоносителя.

2.6.7. При дросселировании напора, развиваемого насосом (в клапане, задвижке или дроссельной диафрагме), значения напора, развиваемого насосом, и его коэффициента полезного действия при определенном значении расхода перекачиваемого теплоносителя могут быть определены по результатам испытания насоса или его паспортной характеристике.

2.6.8. В случае регулирования напора и производительности насосов путем изменения частоты вращения их рабочих колес результирующая характеристика насосов насосной группы определяется по результатам гидравлического расчета тепловой сети: определяется расход теплоносителя для насосной группы и требуемый напор насосов, измененный по сравнению с паспортной характеристикой при полученном значении расхода теплоносителя. Найденные значения расхода теплоносителя для каждого из включенных в работу

насосов и развиваемого ими при этом напора позволяют определить требуемую частоту вращения рабочих колес насосов по выражению:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{G_1}{G_2}\right)^2 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \qquad (33)$$

где $H_1$ и $H_2$ — напор, развиваемый насосом, при частоте вращения $n_1$ и $n_2$, м;

$G_1$ и $G_2$ — расход теплоносителя при частоте вращения $n_1$ и $n_2$, $м^3/ч$;

$n$ — частота вращения рабочих колес насосов, $мин^{-1}$.

2.6.9. Мощность электродвигателей, кВт, требуемая для перекачки теплоносителя центробежными насосами, с учетом измененной по сравнению с первоначальной частотной вращения их рабочих колес определяется по формуле (31) с подстановкой соответствующих значений расхода перекачиваемого теплоносителя, напора, развиваемого насосом, и КПД преобразователя частоты (последний — в знаменатель формулы).

2.6.10. Нормативное значение суммарной мощности электродвигателей каждой насосной группы определяется суммированием значений требуемой мощности электродвигателей только рабочих насосов.

2.6.11. Нормативное значение требуемой мощности электродвигателей насосов дренажых подстанций, оборудованных на тепловых сетях, ориентировочно можно выявить по мощности электродвигателей рабочих дренажных насосов и продолжительности их функционирования в сутки. Среднее часовое за сутки нормативное значение мощности электродвигателей этих насосов может быть определено по выражению:

$$N_{ср} = \frac{\sum Nn}{24}, \text{ кВт}, \qquad (34)$$

где $N$ — мощность электродвигателя дренажного насоса, кВт;

$n$ — продолжительность функционирования дренажного насоса в сутки, ч.

2.6.12. Нормативное значение суммарной мощности электродвигателей насосов, требуемой для перекачки теплоносителя на ЦТП, должно быть определено для подкачивающих и циркуляционных насосов систем горячего водоснабжения, подпиточных и циркуля-

ционных насосов систем отопления при независимом присоединении их к тепловой сети, а также иных насосов, установленных на трубопроводах тепловой сети.

2.6.13. При определении нормативного значения мощности электродвигателей значение расхода горячей воды, перекачиваемой циркуляционными насосами системы горячего водоснабжения, определяется по средней часовой за неделю тепловой нагрузке горячего водоснабжения и поэтому постоянны на протяжении сезона (отопительного или неотопительного периодов).

2.6.14. При определении нормативного значения мощности электродвигателей подпиточных и циркуляционных насосами отопительных систем, подключенных к тепловой сети через теплообменники, значения расхода теплоносителя, перекачиваемого этими насосами, определяется емкостью этих систем и их теплопотреблением для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха.

2.6.15. При определении нормативного значения мощности электродвигателей подкачивающих и подмешивающих насосов на ЦТП значения расхода теплоносителя, перекачиваемого этими насосами, и развиваемый ими напор определяются принципиальной схемой коммутации ЦТП, а также принципами их автоматизации.

2.6.16. Нормативные значения затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии определяются как произведение значения суммарной нормативной мощности электродвигателей рабочих насосов, необходимой для нормального функционирования тепловой сети, на продолжительность их функционирования в рассматриваемом расчетном периоде:

$$Э = \Sigma N n, \text{ кВт·ч}, \qquad (35)$$

где $\Sigma N$ — суммарная нормативная мощность электродвигателей рабочих насосов, необходимая для нормального функционирования тепловой сети, кВт.

2.6.17. Нормативное значение удельных затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии для каждого из характерных значений температуры наружного воздуха определяется как отношение нормативного значения затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии к нормативному значению отпуска тепловой энергии источниками теплоснабжения в тепловую сеть при одном и том же значении температуры наружного воздуха:

$$э = \frac{\sum Э}{\sum Q_{ист}}, \text{ кВт·ч/Гкал (кВт·ч/ГДж)}, \qquad (36)$$

где $\sum Э$ — нормативное среднесуточное значение затрат электроэнергии в тепловой сети при ее нормальном функционировании для определенного характерного значения температуры наружного воздуха, кВт·ч;

$Q_{ист}$ — нормативное значение среднесуточного расхода теплоты, отпускаемой источниками теплоснабжения в тепловую сеть единой системы теплоснабжения при том же значении температуры наружного воздуха, Гкал (ГДж).

Значение удельных затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии, кВт·ч/Гкал (кВт·ч/ГДж), можно представить и как соотношение средней часовой мощности электродвигателей, кВт, необходимой для нормального функционирования тепловой сети, и среднего часового расхода тепловой энергии, Гкал/ч (ГДж/ч), отпускаемой источниками теплоснабжения в тепловую сеть.

## 2.7. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПЕРЕСМОТРА НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.7.1. Нормативные значения показателей режима функционирования тепловых сетей необходимо пересматривать каждые 5 лет вследствие роста эквивалентной шероховатости трубопроводов тепловых сетей и падения коэффициента теплопередачи теплообменников. Кроме того, пересмотр должен быть произведен при изменении оборудования и тепловой нагрузки в системе теплоснабжения;

- включение новых магистральных трубопроводов или новых перемычек между магистралями тепловой сети;
- замена головных участков магистралей тепловой сети;
- введение новых насосных подстанций;
- изменение на 10 % общей тепловой производительности источников теплоснабжения;
- изменение на 10 % общей расчетной тепловой нагрузки в системе теплоснабжения;
- изменение на 10 % доли автоматизированных систем теплопотребления в системе теплоснабжения;

• изменение на 5 % доли часовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения в расчетной тепловой часовой нагрузке системы теплоснабжения.

2.7.2. Нормативные значения удельных затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии, а также абсолютные затраты электроэнергии необходимо пересматривать в случае перехода к регулированию напора, развиваемого насосами, изменением частоты вращения рабочих колес насосов.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

## ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ МЕТОДИКИ

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 344.20.501-95. — М., 1996.

2. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09.255-97. СПО ОРГРЭС. — М., 1998.

3. Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения (практическое пособие к Рекомендациям по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы). — М.: 1999.

4. Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. — М.: Госстроиздат, 1959.

5. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

6. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Министерство топлива и энергетики Российской Федерации. — М., 1995.

7. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. — М.: Госстрой СССР, 1986.

8. Манюк В.И., Каплинский Я.И., Хиж Э.Б., Манюк А.И., Ильин В.К. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. 3-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Стройиздат, 1988.

9. Методические указания по составлению энергетических характеристик для систем транспорта тепловой энергии (в трех частях). РД 153-34.0-20.523-98. СПО ОРГРЭС. — М., 1999.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

## 2. НОРМЫ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ (ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ОТ ТРУБОПРОВОДОВ) ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.1. Нормы тепловых потерь трубопроводами, проложенными в непроходных каналах и бесканально, при среднегодовой температуре +5 °С на глубине заложения оси трубопроводов.

Таблица 2.1

| Условный диаметр труб, мм | Нормы тепловых потерь трубопроводами, ккал/ч·м (Вт/м) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | обратным при средней температуре теплоносителя 50 °С | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 52,5 °С ($t_{1ср}$= 65 °С) | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 65 °С ($t_{1ср}$= 90 °С) | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 75 °С ($t_{1ср}$= 110 °С) |
| 25 | 25(23) | 45(52) | 52(60) | 58(67) |
| 40 | 23(26)* | 51(59)* | 59(68)* | 65(76)* |
| 50 | 25(29) | 56(65) | 65(75) | 72(84) |
| 70 | 29(34) | 64(75) | 74(86) | 82(95) |
| 80 | 31(36) | 69(80) | 80(93) | 88(102) |
| 100 | 34(40) | 76(88) | 88(102) | 96(111) |
| 125 | 38(45)* | 85(99)* | 98(113)* | 107(124)* |
| 150 | 42(49) | 94(109) | 107(124) | 117(136) |
| 175 | 47(54)* | 104(120)* | 119(138)* | 130(151)* |
| 200 | 51(59) | 113(131) | 130(151) | 142(165) |
| 250 | 60(70) | 132(154) | 150(174) | 163(190) |
| 300 | 68(79) | 149(173) | 168(195) | 183(212) |
| 350 | 76(88) | 164(191)* | 183(212) | 202(234) |
| 400 | 82(95) | 180(209)* | 203(235) | 219(254) |
| 450 | 91(106) | 198(230)* | 223(259) | 241(280) |
| 500 | 101(117) | 216(251)* | 243(282) | 261(303) |
| 600 | 114(133) | 246(286)* | 277(321) | 298(345) |
| 700 | 125(145) | 272(316)* | 306(355) | 327(379) |

*Продолжение табл. 2.1*

| Условный диаметр труб, мм | Нормы тепловых потерь трубопроводами, ккал/ч·м (Вт/м) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | обратным при средней температуре теплоносителя 50 °С | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 52,5 °С ($t_{1ср}$= 65 °С) | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 65 °С ($t_{1ср}$= 90 °С) | 2-трубной прокладки при разности средней температуры теплоносителя и грунта 75 °С ($t_{1ср}$= 110 °С) |
| 800 | 141(164) | 304(354)* | 341(396) | 364(423) |
| 900 | 155(180) | 333(387)* | 373(433) | 399(463) |
| 1000 | 170(198) | 366(426)* | 410(475) | 436(506) |
| 1200 | 200(233) | 429(499) | 482(561) | 508(591) |
| 1400 | 228(265) | 488(568) | 554(644) | 580(675) |

Примечания:

1. Отмеченные *) значения приведены в качестве оценки вследствие отсутствия в Нормах [4] значений удельных часовых тепловых потерь подающим трубопроводом означенных диаметров.

2. Значения удельных часовых тепловых потерь трубопроводами диаметром 1200 и 1400 мм в связи с отсутствием в Нормах [4] приведены как рекомендуемые (определены экстраполяцией).

## 2.2. Нормы тепловых потерь одним трубопроводом, проложенным надземным способом, при среднегодовой температуре наружного воздуха 5 °С

Таблица 2.2

| Условный диаметр труб, мм | Нормы тепловых потерь трубопроводами, ккал/ч·м (Вт/м) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Разность среднегодовой температуры теплоносителя в трубопроводе и наружного воздуха, °С | | | |
| | 45 | 70 | 95 | 120 |
| 25 | 15(17) | 23(27) | 31(36) | 38(44) |
| 40 | 18(21) | 27(31) | 36(42) | 45(52) |
| 50 | 21(24) | 30(35) | 40(46) | 49(57) |
| 70 | 25(29) | 35(41) | 45(52) | 55(64) |

*Продолжение табл. 2.2*

| Условный диаметр труб, мм | Нормы тепловых потерь трубопроводами, ккал/ч·м (Вт/м) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Разность среднегодовой температуры теплоносителя в трубопроводе и наружного воздуха, °С | | | |
| | 45 | 70 | 95 | 120 |
| 80 | 28(32) | 38(44) | 50(58) | 60(70) |
| 100 | 31(36) | 43(50) | 55(64) | 67(78) |
| 125 | 35(41) | 48(56) | 60(70) | 74(86) |
| 150 | 38(44) | 50(58) | 65(75) | 80(93) |
| 175 | 42(49) | 58(67) | 73(85) | 88(102) |
| 200 | 46(53) | 60(70) | 78(90) | 95(110) |
| 250 | 53(61) | 70(81) | 87(101) | 107(124) |
| 300 | 60(70) | 80(93) | 100(116) | 120(139) |
| 350 | 71(82) | 93(108) | 114(132) | 135(157) |
| 400 | 82(95) | 105(122) | 128(148) | 150(174) |
| 450 | 89(103) | 113(131) | 136(158) | 160(186) |
| 500 | 95(110) | 120(139) | 145(168) | 170(197) |
| 600 | 104(121) | 133(154) | 160(186) | 190(220) |
| 700 | 115(133) | 145(168) | 176(204) | 206(139) |
| 800 | 135(157) | 168(195) | 200(232) | 233(270) |
| 900 | 155(180) | 190(220) | 225(261) | 260(302) |
| 1000 | 180(209) | 220(255) | 255(296) | 292(339) |
| 1200 | 205(238)* | 250(290)* | 290(337)* | 336(390)* |
| 1400 | 230(267) | 280(325) | 325(377) | 380(441) |

Примечания:

1. Отмеченные *) значения приведены в качестве оценки вследствие отсутствия в Нормах [4] значений удельных часовых тепловых потерь подающим трубопроводом условным диаметром 1200 мм.

2. Значения удельных часовых тепловых потерь трубопроводом условным диаметром 1200 мм в связи с отсутствием в Нормах [4] приведены как рекомендуемые (определены интерполяцией).

2.3. Нормы плотности теплового потока от трубопроводов, проложенных в непроходных каналах, ккал/м·ч (Вт/м)

Таблица 2.3

| Условный диаметр труб, мм | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | | | | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Трубопровод | | | | | | Трубопровод | | | | | |
| | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный |
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
| | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 25 | 15(18) | 10(12) | 22(26) | 9(11) | 27(31) | 9(10) | 14(16) | 9(11) | 20(23) | 9(10) | 24(28) | 8(9) |
| 30 | 16(19) | 11(13) | 23(27) | 10(12) | 28(33) | 9(11) | 15(17) | 10(12) | 21(24) | 9(11) | 26(30) | 9(10) |
| 40 | 18(21) | 12(14) | 25(29) | 11(13) | 31(36) | 10(12) | 15(18) | 11(13) | 22(26) | 10(12) | 28(32) | 9(11) |
| 50 | 19(22) | 13(15) | 28(33) | 12(14) | 34(40) | 11(13) | 17(20) | 12(14) | 24(28) | 11(13) | 30(35) | 10(12) |
| 65 | 23(27) | 16(19) | 33(38) | 14(16) | 40(47) | 12(14) | 20(23) | 14(16) | 29(34) | 13(15) | 34(40) | 11(13) |
| 80 | 25(29) | 17(20) | 35(41) | 15(17) | 44(51) | 13(15) | 22(25) | 15(17) | 31(36) | 14(16) | 38(44) | 12(14) |
| 100 | 28(33) | 19(22) | 40(46) | 16(19) | 49(57) | 15(17) | 24(28) | 16(19) | 35(41) | 15(17) | 41(48) | 13(15) |
| 125 | 29(34) | 20(23) | 42(49) | 17(20) | 53(61) | 15(18) | 27(31) | 18(21) | 36(42) | 15(18) | 43(50) | 14(16) |
| 150 | 33(38) | 22(26) | 46(54) | 19(22) | 56(65) | 16(19) | 28(32) | 19(22) | 38(44) | 16(19) | 47(55) | 15(17) |
| 200 | 41(48) | 27(31) | 57(66) | 22(26) | 71(83) | 20(23) | 34(39) | 23(27) | 46(54) | 19(22) | 59(68) | 18(21) |
| 250 | 46(54) | 30(35) | 65(76) | 25(29) | 80(93) | 22(25) | 39(45) | 26(30) | 55(64) | 22(25) | 66(77) | 20(23) |

*Продолжение табл. 2.3*

| Условный диаметр труб, мм | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | | | | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Трубопровод | | | | | | Трубопровод | | | | | |
| | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный |
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
| | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 300 | 53(62) | 34(40) | 75(87) | 28(32) | 89(103) | 24(28) | 43(50) | 28(33) | 60(70) | 24(28) | 72(84) | 22(25) |
| 350 | 59(68) | 38(44) | 80(93) | 29(34) | 101(117) | 25(29) | 47(55) | 32(37) | 65(75) | 26(30) | 81(94) | 22(26) |
| 400 | 65(76) | 40(47) | 94(109) | 32(37) | 106(123) | 26(30) | 50(58) | 33(38) | 71(82) | 28(33) | 87(101) | 24(28) |
| 450 | 66(77) | 42(49) | 96(112) | 34(39) | 116(135) | 28(32) | 58(67) | 37(43) | 80(93) | 31(36) | 92(107) | 25(29) |
| 500 | 76(88) | 46(54) | 108(126) | 37(43) | 144(167) | 28(33) | 59(68) | 38(44) | 84(98) | 33(38) | 101(117) | 28(32) |
| 600 | 84(98) | 50(58) | 121(140) | 39(45) | 147(171) | 30(35) | 68(79) | 43(50) | 94(109) | 35(41) | 114(132) | 29(34) |
| 700 | 92(107) | 54(63) | 140(163) | 40(47) | 159(185) | 33(38) | 77(89) | 47(55) | 108(126) | 37(43) | 130(151) | 32(37) |
| 800 | 112(130) | 62(72) | 158(181) | 41(48) | 183(213) | 36(42) | 86(100) | 52(60) | 121(140) | 39(45) | 140(163) | 34(40) |
| 900 | 119(138) | 65(75) | 164(190) | 49(57) | 201(234) | 38(44) | 91(106) | 57(66) | 130(151) | 46(54) | 160(186) | 37(43) |
| 1000 | 131(152) | 67(78) | 171(199) | 51(59) | 214(249) | 42(49) | 101(117) | 61(71) | 136(158) | 49(57) | 165(192) | 40(47) |
| 1200 | 159(185) | 74(86) | 221(257) | 57(66) | 258(300) | 46(54) | 124(144) | 68(79) | 159(185) | 55(64) | 197(229) | 45(52) |
| 1400 | 176(204) | 77(90) | 245(284) | 59(69) | 277(322) | 50(58) | 131(152) | 71(82) | 181(210) | 59(68) | 217(252) | 48(56) |

## 2.4. Нормы плотности теплового потока трубопроводов, проложенных бесканально, ккал/м·ч (Вт/м)

Таблица 2.4

| Условный диаметр труб, мм | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Трубопровод | | | | Трубопровод | | | |
| | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный |
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | |
| | 65 | 50 | 90 | 50 | 65 | 50 | 90 | 50 |
| 25 | 31(36) | 23(27) | 41(48) | 22(26) | 28(33) | 22(25) | 38(44) | 21(24) |
| 50 | 38(44) | 29(34) | 52(60) | 28(32) | 34(40) | 27(31) | 46(54) | 25(29) |
| 65 | 43(50) | 33(38) | 58(67) | 31(36) | 39(45) | 29(34) | 52(60) | 28(33) |
| 80 | 44(51) | 34(39) | 59(69) | 32(37) | 40(46) | 30(35) | 53(61) | 29(34) |
| 100 | 47(55) | 36(42) | 64(74) | 34(40) | 42(49) | 33(38) | 56(65) | 30(35) |
| 125 | 53(61) | 40(46) | 70(81) | 38(44) | 46(53) | 35(41) | 62(72) | 34(39) |
| 150 | 59(69) | 45(52) | 78(91) | 42(49) | 52(60) | 40(46) | 69(80) | 37(43) |
| 200 | 66(77) | 51(59) | 87(101) | 46(54) | 57(66) | 43(50) | 77(89) | 41(48) |
| 250 | 71(83) | 54(63) | 96(111) | 51(59) | 62(72) | 47(55) | 83(96) | 44(51) |
| 300 | 78(91) | 59(69) | 105(122) | 55(64) | 68(79) | 51(59) | 90(105) | 48(56) |
| 350 | 87(101) | 65(75) | 115(133) | 59(69) | 74(86) | 56(65) | 97(113) | 52(60) |
| 400 | 93(108) | 69(80) | 121(140) | 63(73) | 78(91) | 59(68) | 104(121) | 54(63) |
| 450 | 100(116) | 74(86) | 130(151) | 67(78) | 84(97) | 62(72) | 111(129) | 58(67) |
| 500 | 106(123) | 78(91) | 140(163) | 71(83) | 90(105) | 67(78) | 119(138) | 62(72) |
| 600 | 121(140) | 89(103) | 160(186) | 81(94) | 101(117) | 75(87) | 134(156) | 69(80) |
| 700 | 134(156) | 96(112) | 175(203) | 86(100) | 108(126) | 80993) | 146(170) | 74(86) |
| 800 | 146(169) | 105(122) | 195(226) | 94(109) | 121(140) | 88(102) | 160(186) | 80(93) |

Примечания:

1. Расчетные значения среднегодовой температуры теплоносителя в тепловой сети 65, 90 °С соответствуют температурным графикам регулирования тепловой нагрузки с расчетными параметрами теплоносителя 95/70 и 150/70 °С.

2. При применении в качестве теплоизоляционного слоя пенополиуретана, фенольного поропласта, полимербетона значения нормативов плотности следует определять с коэффициентом, приведенным в таблице 2.5.

2.5 Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя из пенополиуретана, фенольного пенопласта ФЛ, полимербетона

Таблица 2.5

| Материал теплоизоляционного слоя | Условный проход трубопроводов, мм | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 25—65 | 80—150 | 200—300 | 350—500 |
| | Коэффициент $K_{из}$ | | | |
| Пенополиуретан, фенольный пенопласт | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| Полимербетон | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |

2.6. Нормы плотности теплового потока от трубопроводов, проложенных подземно

Таблица 2.6

| Условный диаметр труб, мм | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | Продолжительность функционирования более 5000 ч/год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | |
| | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 |
| | Нормы линейной плотности, ккал/м·ч (Вт/м) | | | Нормы линейной плотности, ккал/м·ч (Вт/м) | | |
| 25 | 13(15) | 24(28) | 36(42) | 11(13) | 22(25) | 32(37) |
| 40 | 15(18) | 28(33) | 42(49) | 13(15) | 25(29) | 38(44) |
| 50 | 16(19) | 31(36) | 46(53) | 15(17) | 27(31) | 40(47) |
| 65 | 20(23) | 35(41) | 53(61) | 16(19) | 31(36) | 46(54) |
| 80 | 22(25) | 39(45) | 57(66) | 18(21) | 34(39) | 50(58) |
| 100 | 24(28) | 43(50) | 63(73) | 21(24) | 37(43) | 55(64) |
| 125 | 28(32) | 48(56) | 70(81) | 23(27) | 42(49) | 60(70) |
| 150 | 30(35) | 54(63) | 77(89) | 26(30) | 46(54) | 66(77) |
| 200 | 38(44) | 66(77) | 94(109) | 32(37) | 56(65) | 80(93) |

*Продолжение табл. 2.6*

| Условный диаметр труб, мм | Продолжительность функционирования до 5000 ч/год | | | Продолжительность функционирования более 5000 ч/год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | |
| | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 |
| | Нормы линейной плотности, ккал/м·ч (Вт/м) | | | Нормы линейной плотности, ккал/м·ч (Вт/м) | | |
| 250 | 44(51) | 76(88) | 108(125) | 37(43) | 65(75) | 91(106) |
| 300 | 51(59) | 87(101) | 121(140) | 42(49) | 72(84) | 102(118) |
| 350 | 57(66) | 96(112) | 133(155) | 47(55) | 80(93) | 113(131) |
| 400 | 63(73) | 105(122) | 146(107) | 53(61) | 88(102) | 122(142) |
| 450 | 69(80) | 114(132) | 57(182) | 56(65) | 94(109) | 131(152) |
| 500 | 76(88) | 123(143) | 170(197) | 61(71) | 102(119) | 143(166) |
| 600 | 86(100) | 142(165) | 194(225) | 71(82) | 117(136) | 162(188) |
| 700 | 989114) | 158(184) | 215(250) | 79(92) | 130(151) | 180(209) |
| 800 | 110(128) | 177(205) | 239(278) | 89(103) | 144(167) | 183(213) |
| 900 | 121(141) | 195(226) | 263(306) | 97(113) | 158(184) | 218(253) |
| 1000 | 133(155) | 213(247) | 287(333) | 107(124) | 173(201) | 237(275) |
| Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм | Нормы поверхностной плотности, ккал/м$^2$·ч (Вт/м$^2$) | | | Нормы поверхностной плотности, ккал/м$^2$·ч (Вт/м$^2$) | | |
| | 38(44) | 61(71) | 76(88) | 30(35) | 46(54) | 60(70) |

# 3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА УДЕЛЬНЫХ ЧАСОВЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ДЛЯ СРЕДНЕГОДОВЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

## 3.1. ПОДЗЕМНАЯ ПРОКЛАДКА В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ

3.1.1. Средние за год значения удельных часовых тепловых потерь подающими и обратными трубопроводами, проложенными в непроходном канале, определяются по формуле:

$$q = \frac{t_{в.к} - t_{гр}}{R_{в.к} - R_{гр}}, \text{ ккал/ч·м (Вт/м)}, \qquad (3.1)$$

где $t_{в.к}$ и $t_{гр}$ — среднегодовая температура воздуха в канале и грунта, °С;

$R_{в.к}$ и $R_{гр}$ — термическое сопротивление теплоотдаче поверхности изоляционной конструкции трубопровода воздуху в канале и грунта, м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт).

3.1.2. Температура воздуха в канале, °С, определяется по формуле:

$$t_{в.к} = \frac{\dfrac{t_1}{R_{из.п} - R_{в.п}} + \dfrac{t_2}{R_{из.о} - R_{в.о}} + \dfrac{t_{гр}}{R_{в.к} - R_{гр}}}{\dfrac{1}{R_{из.п} + R_{в.п}} + \dfrac{1}{R_{из.о} + R_{в.о}} + \dfrac{1}{R_{в.к} + R_{гр}}}, \qquad (3.2)$$

где $t_1$ и $t_2$ — температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети среднегодовая, °С;

$R_{из.п}$ и $R_{из.о}$ — термическое сопротивление изоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов, м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт);

$R_{в.п}$ и $R_{в.о}$ — термическое сопротивление теплоотдаче поверхности изоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов воздуху в канале, м·°С/ккал (м·°С/Вт).

3.1.3. Термическое сопротивление грунта определяется по формуле:

$$R_{гр} = \frac{\ln[3,5(H/h)(h/b)^{0,25}]}{\lambda_{гр}[5,7 + (b/2h)]}, \text{ м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт)}, \qquad (3.3)$$

где H — глубина заложения оси трубопроводов, м;

$\lambda_{гр}$ — коэффициент теплопроводности грунта, ккал/м·°С·ч (Вт/м·°С); значения $\lambda_{гр}$ приведены в таблице 1 приложения 3.

3.1.4. Термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха в канале к грунту, в котором проложен канал, определяется по формуле:

$$R_{в.к} = \frac{1}{\pi\alpha_в d_{экв}}, \text{ м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт)}, \qquad (3.4)$$

где $\alpha_в$ — коэффициент теплопередачи от воздуха в канале к грунту, ккал/м²·ч·°С (Вт/°С·м²);

$d_{экв}$ — эквивалентный диаметр сечения канала в свету, м.

Эквивалентный диаметр сечения канала в свету определяется из выражения:

$$d_{экв} = \frac{2bh}{b+h}, \text{ м}, \qquad (3.5)$$

где b и h — ширина и высота канала, м.

3.1.5. Термическое сопротивление теплоотдаче поверхности изоляционной конструкции трубопровода воздуху в канале определяется по формуле:

$$R_в = \frac{1}{\pi\alpha(d_н + 2\delta)}, \text{ м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт)}, \qquad (3.6)$$

где $\alpha$ — коэффициент теплоотдачи поверхности изоляционной конструкции трубопровода воздуху в канале, ккал/м²·ч·°С (Вт/°С·м²);

$d_н$ — наружный диаметр трубопровода, м;

$\delta$ — толщина изоляционной конструкции трубопровода, м.

Значения $R_в$ определяются как для подающего, так и для обратного трубопроводов ($R_{в.п}$ и $R_{в.о}$).

3.1.6. Термическое сопротивление изоляционной конструкции трубопровода определяется по формуле:

$$R_{из} = \frac{\ln[1 + 2(\delta / d_н)]}{2\pi\lambda_{из}}, \text{ м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт)}, \qquad (3.7)$$

где $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности изоляционной конструкции трубопровода, ккал/м·°С·ч (Вт/м·°С); значения $\lambda_{из}$ приведены в таблице

3.1.7 Поправки к значениям $\lambda_{из}$ приведены в таблице 3.2.

Значения $R_{из}$ определяются для подающего и обратного трубопроводов ($R_{из.п}$ и $R_{из.о}$).

### 3.2. ПОДЗЕМНАЯ БЕСКАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА

3.2.1. Средние за год значения нормируемых удельных часовых тепловых потерь определяются по формуле:

$$q_н = q_{н.п} + q_{н.о}, \text{ ккал/м·ч (Вт/м)}, \qquad (3.8)$$

где $q_{н.п}$ и $q_{н.о}$ — среднегодовые значения удельных часовых тепловых потерь подающим и обратным трубопроводами тепловой сети бесканальной прокладки.

3.2.2. Значения $q_{н.п}$ и $q_{н.о}$ определяются по формулам:

$$q_{н.п} = \frac{(t_1 - t_{гр})(R_{из.о} + R_{гр}) - (t_2 - t_{гр})R_{п.о}}{(R_{из.п} + R_{гр})(R_{из.о} + R_{гр}) - R^2_{п.о}}, \text{ ккал/м·ч (Вт/м)}, \qquad (3.9)$$

$$q_{н.о} = \frac{(t_2 - t_{гр})(R_{из.п} + R_{гр}) - (t_1 - t_{гр})R_{п.о}}{(R_{из.п} + R_{гр})(R_{из.о} + R_{гр}) - R^2_{п.о}}, \text{ ккал/м·ч (Вт/м)}, \qquad (3.10)$$

где $R_{из.п}$ и $R_{из.о}$ — термическое сопротивление изоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов, м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт);

$R_{п.о}$ — термическое сопротивление, учитывающее взаимное влияние подающего и обратного трубопроводов, м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт).

Значение $R_{п.о}$ определяется по формуле:

$$R_{п.о} = \frac{\ln[1 + (2H/s)^2]}{2\pi\lambda_{гр}}, \qquad (3.11)$$

где s — расстояние между осями трубопроводов, м.

3.2.3. Термическое сопротивление грунта определяется по формуле:

$$R_{гр} = \frac{\ln[4H/(d_н + 2\delta)]}{2\pi\lambda_{гр}}, \text{ м·°С·ч/ккал (м·°С/Вт)}, \qquad (3.12)$$

### 3.3. НАДЗЕМНАЯ ПРОКЛАДКА

3.3.1. Средние за год удельные часовые тепловые потери каждого из трубопроводов, проложенных надземным способом определяются по формуле:

$$q_н = \frac{\pi(t - t_{н.в})}{\frac{\ln[(d_н + 2\delta)/d_н]}{2\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha(d_н + 2\delta)}}, \text{ ккал/м·ч (Вт/м)}, \quad (3.13)$$

где t — средняя за год температура теплоносителя в трубопроводе, °С.

Значение α при расчетах может быть принято по приложению 9 СНиП 2.04.14-88 [5].

Коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных изделий.

Таблица 3.1

| Теплоизоляционные изделия | Коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С) |
|---|---|
| Асбестовый матрац, заполненный совелитом | $0,0748+0,0001t_{из}(0,087+0,00012t_{из})$ |
| То же, стекловолокном | $0,0499+0,0002t_{из}(0,058+0,00023t_{из})$ |
| Асботкань, несколько слоев | $0,1118+0,0002t_{из}(0,13+0,00026t_{из})$ |
| Асбестовый шнур | $0,1032+0,00027t_{из}(0,12+0,00031t_{из})$ |
| То же, ШАОН | $0,1118+0,0002t_{из}(0,13+0,00026t_{из})$ |
| Асбопухшнур | $0,08+0,00017t_{из}(0,093+0,0002t_{из})$ |
| Асбовермикулитовые изделия марки 250 | $0,0697+0,0002t_{из}(0,081+0,00023t_{из})$ |
| То же, марки 300 | $0,0748+0,0002t_{из}(0,087+0,00023t_{из})$ |
| Битумоперлит | $0,1032+0,0002t_{из}(0,12+0,00023t_{из})$ |
| Битумовермикулит | $0,1118+0,0002t_{из}(0,13+0,0002t_{из})$ |
| Битумокерамзит | $0,1118+0,0002t_{из}(0,13+0,0002t_{из})$ |
| Вулканитовые плиты марки 300 | $0,06364+0,00013t_{из}(0,074+0,00015t_{из})$ |

*Продолжение табл. 3.1*

| Теплоизоляционные изделия | Коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С) |
|---|---|
| Диатомовые изделия марки 500 | $0,09976+0,0002t_{из}(0,116+0,00023t_{из})$ |
| То же, марки 600 | $0,1204+0,0002t_{из}(0,14+0,00023t_{из})$ |
| Известковокремнеземистые изделия марки 200 | $0,05934+0,00013t_{из}(0,069+0,00015t_{из})$ |
| Маты минераловатные прошивные марки 100 | $0,0387+0,00017t_{из}(0,045+0,0002t_{из})$ |
| То же, марки 125 | $0,04214+0,00017t_{из}(0,049+0,0002t_{из})$ |
| Маты и плиты из минеральной ваты марки 75 | $0,037+0,00019t_{из}(0,043+0,00022t_{из})$ |
| То же, стекловатные марки 50 | $0,036+0,000241t_{из}(0,042+0,00028t_{из})$ |
| Маты и полосы из непрерывного стекловолокна | $0,0344+0,00022t_{из}(0,04+0,00026t_{из})$ |
| Пенобетонные изделия | $0,0946+0,000t_{из}(0,11+0,0003t_{из})$ |
| Пенопласт ФРП-1 и резопен группы 100 | $0,037+0,00016t_{из}(0,043+0,00019t_{из})$ |
| Пенополимеробетон | 0,06(0,07) |
| Пенополиуретан | 0,043(0,05) |
| Перлитоцементные изделия марки 300 | $0,0654+0,00016t_{из}(0,076+0,000185t_{из})$ |
| То же, марки 350 | $0,0697+0,00016t_{из}(0,081+0,000185t_{из})$ |
| Плиты минераловатные полужесткие марки 100 | $0,03784+0,00018t_{из}(0,044+0,00021t_{из})$ |
| То же, марки 125 | $0,0404+0,00016t_{из}(0,047+0,000185t_{из})$ |
| Плиты и цилиндры минераловатные марки 250 | $0,0482+0,00016t_{из}(0,056+0,000185t_{из})$ |
| Плиты стекловатные полужесткие марки 75 | $0,03784+0,0002t_{из}(0,044+0,00023t_{из})$ |

*Продолжение табл. 3.1*

| Теплоизоляционные изделия | Коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С) |
|---|---|
| Полуцилиндры и цилиндры минераловатные марки 150 | $0,04214+0,00017t_{из}(0,049+0,0002t_{из})$ |
| То же, марки 200 | $0,04472+0,00016t_{из}(0,052+0,000185t_{из})$ |
| Скорлупы минераловатные оштукатуренные | $0,05934+0,00016t_{из}(0,069+0,00019t_{из})$ |
| Совелитовые изделия марки 350 | $0,06536+0,00016t_{из}(0,076+0,000185t_{из})$ |
| То же, марки 400 | $0,0671+0,00016t_{из}(0,078+0,000185t_{из})$ |
| Фенольный поропласт ФЛ монолит | 0,043(0,05) |
| Шнур минераловатный марки 200 | $0,04816+0,00016t_{из}(0,056+0,000185t_{из})$ |
| То же, марки 250 | $0,0499+0,00016t_{из}(0,058+0,000185t_{из})$ |
| То же, марки 300 | $0,05246+0,00016t_{из}(0,061+0,000185t_{из})$ |

Примечание. Коэффициент теплопроводности, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С), определяется по формуле:

$$\lambda_{из} = \lambda + kt_{из} = \lambda + k\frac{t+40}{2},$$

где $\lambda$ — коэффициент теплопроводности материала, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С);
$t_{из}$ и $t$ — средняя температура теплоизоляционного слоя и теплоносителя, °С.

Поправки к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов в зависимости от технического состояния изоляционных конструкций

Таблица 3.2

| Техническое состояние изоляционной конструкции | Поправка |
|---|---|
| Незначительные разрушения покровного и теплоизоляционного слоев | 1,3—1,5 |
| Частичное разрушение конструкции, уплотнение основного слоя на 30—50 % | 1,7—2,1 |
| Уплотнение изоляционного слоя сверху и обвисание его снизу | 1,6—1,8 |
| Уплотнение основного слоя конструкции на 75 % | 3,5 |

*Продолжение табл. 3.2*

| Техническое состояние изоляционной конструкции | Поправка |
|---|---|
| Периодическое затопление канала | 3—5 |
| Незначительное увлажнение основного слоя конструкции (на 10—15 %) | 1,4—1,6 |
| Увлажнение основного слоя конструкции (на 20—30 %) | 1,9—2,6 |
| Значительное увлажнение основного слоя конструкции (на 40—60 %) | 3—4,5 |

Коэффициенты теплопроводности грунтов в зависимости от увлажнения

Таблица 3.3

| Вид грунта | Коэффициент теплопроводности, ккал/ч·м·°С (Вт/м·°С) | | |
|---|---|---|---|
| | сухой | влажный | водонасыщенный |
| Песок, супесь | 0,95(1,1) | 1,65(1,92) | 2,1(2,44) |
| Глина, суглинок | 1,5(1,74) | 2,2(2,56) | 2,3(2,67) |
| Гравий, щебень | 1,75(2,03) | 2,35(2,73) | 2,9(3,37) |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*

## ПОПРАВКИ К НОРМИРУЕМЫМ ПОТЕРЯМ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ТРУБОПРОВОДАМИ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Таблица 4.1

| Вид прокладки | Соотношение материальной характеристики подземной и надземной прокладки | Среднегодовая поправка $\Delta K^*$ к эксплуатационным тепловым потерям и предельное значение поправочного коэффициента $K^{**}+\Delta K$ для различных соотношений среднечасовых эксплуатационных тепловых потерь и тепловых потерь, определенных по Нормам | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,6—0,8 | | 0,8—0,9 | | 0,9—1,0 | | 1,0—1,1 | | 1,1—1,2 | | 1,2—1,3 | | 1,3—1,4 | |
| | | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ | $\Delta K$ | $K+\Delta K$ |
| Подземная | 0,9 | 0,08 | 1,0 | 0,06 | 1,1 | 0,04 | 1,1 | 0,02 | 1,15 | 0,01 | 1,2 | — | 1,2 | — | 1,2 |

*Продолжение табл. 4.1*

| Вид прокладки | Соотношение материальной характеристики подземной и надземной прокладки | Среднегодовая поправка ΔK* к эксплуатационным тепловым потерям и предельное значение поправочного коэффициента K**+ΔK для различных соотношений среднечасовых эксплуатационных тепловых потерь и тепловых потерь, определенных по Нормам | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,6—0,8 | | 0,8—0,9 | | 0,9—1,0 | | 1,0—1,1 | | 1,1—1,2 | | 1,2—1,3 | | 1,3—1,4 | |
| | | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK | ΔK | K+ΔK |
| Надземная | 0,1 | — | — | 0,16 | 1,3 | 0,14 | 1,4 | 0,12 | 1,5 | 0,11 | 1,6 | 0,1 | 1,7 | 0,08 | 1,7 |
| Подземная | 0,8 | 0,1 | 1,0 | 0,07 | 1,1 | 0,05 | 1,2 | 0,03 | 1,2 | 0,02 | 1,25 | 0,01 | 1,3 | — | 1,3 |
| Надземная | 0,2 | — | — | 0,15 | 1,3 | 0,13 | 1,3 | 0,12 | 1,4 | 0,1 | 1,5 | 0,1 | 1,6 | 0,07 | 1,7 |
| Подземная | 0,6 | 0,12 | 1,0 | 0,1 | 1,1 | 0,08 | 1,2 | 0,05 | 1,25 | 0,03 | 1,3 | 0,02 | 1,35 | — | 1,35 |
| Надземная | 0,4 | — | — | 0,12 | 1,2 | 0,11 | 1,3 | 0,1 | 1,4 | 0,08 | 1,4 | 0,05 | 1,5 | 0,04 | 1,6 |
| Подземная | 0,4 | 0,14 | 1,1 | 0,12 | 1,2 | 0,1 | 1,3 | 0,08 | 1,3 | 0,06 | 1,35 | 0,04 | 1,4 | — | 1,4 |
| Надземная | 0,6 | — | — | 0,1 | 1,15 | 0,08 | 1,2 | 0,06 | 1,3 | 0,05 | 1,3 | 0,03 | 1,4 | 0,02 | 1,5 |
| Подземная | 0,3 | 0,15 | 1,1 | 0,13 | 1,2 | 0,11 | 1,3 | 0,09 | 1,3 | 0,08 | 1,4 | 0,05 | 1,4 | 0,04 | 1,4 |
| Надземная | 0,7 | — | — | 0,09 | 1,15 | 0,07 | 1,2 | 0,05 | 1,3 | 0,03 | 1,3 | 0,02 | 1,4 | 0,01 | 1,4 |
| Подземная | 0,2 | 0,16 | 1,2 | 0,14 | 1,2 | 0,12 | 1,4 | 0,11 | 1,4 | 0,09 | 1,4 | 0,06 | 1,4 | 0,05 | 1,4 |
| Надземная | 0,8 | — | — | 0,08 | 1,15 | 0,05 | 1,2 | 0,03 | 1,3 | 0,02 | 1,3 | 0,01 | 1,4 | 0,01 | 1,4 |

* См. п. 1.4.14 Методики.

** Определяется по формулам (18), (19), (19а) п. 1.4.12 Методики.

# 5. ФОРМЫ ДЛЯ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ И РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

5.1. Средние значения температуры окружающей среды и теплоносителя за год и каждый месяц

Таблица 5.1

| Месяц | Значение температуры, усредненное за 5 лет, °С | | Значения температуры теплоносителя в трубопроводах, °С | |
|---|---|---|---|---|
| | наружного воздуха | грунта на средней глубине заложения | подающий | обратный |
| Январь | | | | |
| Февраль | | | | |
| Март | | | | |
| Апрель | | | | |
| Май | | | | |
| Июнь | | | | |
| Июль | | | | |
| Август | | | | |
| Сентябрь | | | | |
| Октябрь | | | | |
| Ноябрь | | | | |
| Декабрь | | | | |
| Среднее за год значение | | | | |

5.2. Материальная характеристика тепловой сети

Таблица 5.2

| Участок тепловой сети | Вид прокладки, тепловая изоляция | Год ввода в эксплуатацию | Диаметр трубопроводов, мм | Длина участка, м | Материальная характеристика, $м^2$ | Доля М по виду прокладки или конструкции изоляции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Источник теплоснабжения (котельная) | | | | | | |
| | Подземная (подающий, обратный трубопроводы)<br>Надземная (подающий трубопровод, обратный трубопровод) | | | | | |

5.3. Расчет тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов в среднем за год

Таблица 5.3

| Участок тепловой сети | Вид прокладки, тепловая изоляция | Наружный диаметр трубопроводов $d_н$, м | Длина участка L, м | Удельные тепловые потери для средних за год условий, ккал/м·ч | Поправочный коэффициент к удельным тепловым потерям | Среднечасовые тепловые потери на участке, ккал/ч |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Источник теплоснабжения (котельная) | | | | | | |
| | | | | | | |

5.4. Расчет тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов за год и каждый месяц функционирования

Таблица 5.4

| Месяц | Среднечасовые в месяц тепловые потери тепловой сети в целом, Гкал/ч (МВт) | | | Продолжительность функционирования, ч | Тепловые потери тепловой сети в целом за месяц, Гкал(ГДж) | | | Тепловые потери тепловой сети в целом за месяц, Гкал(ГДж) | Отпуск тепловой энергии, Гкал(ГДж) | Соотношение тепловых потерь и отпуска тепловой энергии, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Подземная прокладка | надземная прокладка | | | подземная прокладка | надземная прокладка | | | | |
| | | подающий тр-д | обратный тр-д | | | подающий тр-д | обратный тр-д | | | |
| Январь | | | | | | | | | | |
| Февраль | | | | | | | | | | |
| Март | | | | | | | | | | |
| Апрель | | | | | | | | | | |
| Май | | | | | | | | | | |
| Июнь | | | | | | | | | | |
| Июль | | | | | | | | | | |
| Август | | | | | | | | | | |
| Сентябрь | | | | | | | | | | |
| Октябрь | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | | | | | | | | | | |
| Декабрь | | | | | | | | | | |
| В среднем за год | | | | | | | | | | |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6*

## 6. УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ТРУБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Таблица 6.1

| Диаметр труб, мм | Удельный объем, $м^3/км$ | Диаметр труб, мм | Удельный объем, $м^3/км$ | Диаметр труб, мм | Удельный объем, $м^3/км$ | Диаметр труб, мм | Удельный объем, $м^3/км$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 0,6 | 125 | 12,0 | 350 | 101,0 | 800 | 508,0 |
| 40 | 1,3 | 150 | 18,0 | 400 | 135,0 | 900 | 640,0 |
| 50 | 1,4 | 175 | 27,0 | 450 | 170,0 | 1000 | 785,0 |
| 70 | 3,9 | 200 | 34,0 | 500 | 210,0 | 1200 | 1230,0 |
| 80 | 5,3 | 250 | 53,0 | 600 | 300,0 | 1400 | 5200,0 |
| 100 | 8,0 | 300 | 75,0 | 700 | 390,0 | — | — |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7*

## 7. УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ СИСТЕМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Таблица 7.1

| Оборудование систем теплопотребления | Удельная емкость, $м^3 \cdot ч/Гкал$ ($м^3 \cdot ч/ГДж$), при температурном перепаде, °С | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 95/70 | 110/70 | 130/70 | 140/70 | 150/70 |
| Радиаторы чугунные высотой 500 мм | 19,5(4,7) | 17,6(4,2) | 15,1(3,6) | 14,6(3,5) | 13,3(3,2) |
| То же, высотой 1000 мм | 31,0(7,4) | 28,2(6,7) | 24,2(5,8) | 23,2(5,5) | 21,6(5,2) |
| Радиаторы стальные, панельные, высотой 350 мм | 10,0(2,4) | 9,0(2,1) | 7,8(1,9) | 7,5(1,8) | 6,8(1,6) |
| То же, высотой 500 мм | 11,7(2,8) | 10,6(2,5) | 9,1(2,2) | 8,8(2,1) | 8,0(1,9) |
| Радиаторы стальные, листотрубные и конвекторы | 5,6(1,3) | 5,0(1,2) | 4,3(1,1) | 4,1(1,0) | 3,7(0,9) |

*Продолжение табл. 7.1*

| Оборудование систем теплопотребления | Удельная емкость, $м^3 \cdot ч/Гкал$ ($м^3 \cdot ч/ГДж$), при температурном перепаде, °С | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 95/70 | 110/70 | 130/70 | 140/70 | 150/70 |
| Трубы ребристые чугунные | 14,2(3,4) | 12,5(3,0) | 10,8(2,6) | 10,4(2,5) | 9,2(2,2) |
| Регистры из стальных труб | 37,0(8,9) | 32,0(7,6) | 27,0(6,5) | 26,0(6,2) | 24,0(5,7) |
| Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты | 8,5(2,0) | 7,5(1,8) | 6,5(1,6) | 6,0(1,4) | 5,5(1,3) |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8*

## 8. ФОРМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

8.1. Расчет потерь теплоносителя, обусловленных нормативной утечкой

Таблица 8.1

| Показатель | Тепловая сеть | | | | | | Системы теплопотребления | | | Всего по системе теплоснабжения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | на балансе теплоснабжающей организации | на балансе других организаций | | | | | | | | |
| | | с приборами учета на границах раздела | без приборов учета на границах раздела | между границами раздела и узлами учета | Итого | Всего по сети | с приборами учета | без приборов учета | Итого | |
| Источник теплоснабжения (котельная) | | | | | | | | | | |
| 1. Объем, $м^3$: отопительный период неотопительный период среднегодовая | | | | | | | | | | |
| 2. Норма утечки, $м^3/ч$: среднегодовая отопительный период неотопительный период | | | | | | | | | | |

*Продолжение табл. 8.1*

| Показатель | Тепловая сеть | | | | | | Системы теплопотребления | | | Всего по системе теплоснабжения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | на балансе теплоснабжающей организации | на балансе других организаций | | | | | | | | |
| | | с приборами учета на границах раздела | без приборов учета на границах раздела | между границами раздела и узлами учета | Итого | Всего по сети | с приборами учета | без приборов учета | Итого | |
| 3. Потери теплоносителя с нормативной утечкой, м$^3$: | | | | | | | | | | |
| отопительный период | | | | | | | | | | |
| неотопительный период | | | | | | | | | | |
| годовые | | | | | | | | | | |

## 8.2. Нормируемые потери теплоносителя

Таблица 8.2

| Месяц | Тепловая сеть на балансе организаций | | | | | | | | | | | Системы теплопотребления | | | | | | Всего по системе теплоснабжения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | теплоснабжающей | | | | | | других | | | | | Всего по тепловой сети | потери теплоносителя, м$^3$ | | | | | |
| | потери теплоносителя, м$^3$ | | | | | | потери теплоносителя, м$^3$ | | | | | | нормативная утечка | технологические | | | | |
| | нормативная утечка | технологические | | | | Итого | нормативная утечка | технологические | | | | | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | Итого |
| | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | | | | | | | |
| Источник теплоснабжения (котельная) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Январь | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

*Продолжение табл. 8.2*

| Месяц | Тепловая сеть на балансе организаций | | | | | | | | | | | | Системы теплопотребления | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | теплоснабжающей | | | | | | других | | | | | | потери теплоносителя, м³ | | | | | | |
| | потери теплоносителя, м³ | | | | | | потери теплоносителя, м³ | | | | | | нормативная утечка | технологические | | | | | |
| | нормативная утечка | технологические | | | | Итого | нормативная утечка | технологические | | | | Итого | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | Итого | |
| | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | | | пусковое заполнение | регламентные работы | сливы | другое | | | | | | | | |
| Февраль | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Март | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Апрель | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Май | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Июнь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Июль | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Август | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сентябрь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Октябрь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Декабрь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Всего | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПО ВИДАМ ТЕПЛОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

1. Расчетные значения расхода теплоносителя в системах отопления и приточной вентиляции, запроектированных на расчетное значение температуры наружного воздуха для отопления, определяются по формуле:

$$G = \frac{Q_{от.в.р}}{c(t_{1р} - t_{2р})} 10^3 \text{ , т/ч,} \qquad (9.1)$$

где $Q_{от.в.р}$ — расчетная часовая тепловая нагрузка отопления или приточной вентиляции, Гкал/ч (ГДж/ч);

$t_{1р}$ и $t_{2р}$ — расчетные значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки при расчетном значении температуры наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

2. Расчетные значения расхода теплоносителя, т/ч, в системах приточной вентиляции, калориферные установки которых запроектированы на расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования вентиляции, определяются по формуле (9.1) с подстановкой соответствующих расчетных значений часовой тепловой нагрузки приточной вентиляции, Гкал/ч (ГДж/ч), и температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, °С, по принятому температурному графику центрального регулирования тепловой нагрузки при расчетном значении температуры наружного воздуха для проектирования приточной вентиляции.

3. Расчетные значения расхода теплоносителя, приходящиеся на системы отопления и приточной вентиляции при поддержании постоянного расхода теплоносителя и независимом присоединении их к тепловым сетям определяются при расчетном значении температуры наружного воздуха для каждой из этих систем теплопотребления, с учетом того, что расчетное значение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе теплообменника (тепловая сеть I контура) следует принимать на 10 °С выше расчетного значения температуры теплоносителя в обратном трубопроводе систем теплопотребления (II контур).

Нормативные значения расхода теплоносителя соответствующего этим системам, при всех характерных значениях температуры наружного воздуха на протяжении расчетного периода одинаковы.

4. Расчетные значения расхода теплоносителя на горячее водоснабжение в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети на тепловых пунктах потребителей тепловой энергии с теплообменниками горячего водоснабжения, присоединенными к тепловой сети по последовательной двухступенчатой схеме, определяются в зависимости от вида температурного графика центрального регулирования тепловой нагрузки, используемого на источнике теплоснабжения. При установке на тепловом пункте регуляторов, поддерживающих постоянный расход теплоносителя на отопление, приточную вентиляцию, и постоянную температуру воды, подаваемой на горячее водоснабжение, при температурном графике регулирования отпуска тепловой энергии только по тепловой нагрузке отопления расчетное значение расхода теплоносителя на горячее водоснабжение определяется при значении температуры наружного воздуха, соответствующем точке излома температурного графика, по балансовой нагрузке горячего водоснабжения, при которой обеспечивается суточный баланс тепловой энергии на отопление, т.е. по средней часовой за неделю тепловой нагрузке горячего водоснабжения с балансовым коэффициентом 1,25, по формуле:

$$G_{г.р} = \frac{(t_г - t_{2и} + \delta_и)Q_{г.б}}{c(t_г - t_х)(t_{1и} - t_{2и})} 10^3 \text{ , т/ч,} \qquad (9.2)$$

где $t_г$ и $t_х$ — температура горячей и холодной водопроводной воды, °С;

$t_{1и}$ и $t_{2и}$ — температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах на тепловом пункте потребителя по температурному графику регулирования тепловой нагрузки в точке излома графика, °С;

$Q_{г.б}$ — балансовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения, Гкал/ч (ГДж/ч);

$\delta_и$ — недогрев водопроводной воды до температуры теплоносителя, поступающего в I ступень нагревателя горячего водоснабжения из систем отопления, °С; принимается $\delta_и = 5$ °С.

При регулировании по совместной тепловой нагрузке отопления и горячего водоснабжения $G_{г.р} = 0$ (так называемый повышенный температурный график регулирования тепловой нагрузки).

5. Расчетные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей тепловой энергии с теплообменниками горячего водоснабжения, присоединенными к тепловой сети по смешанной двухступенчатой схеме, включают, кроме отопительно-вентиляционной нагрузки, расход теплоносителя, соответствующий тепловой нагрузке горячего водоснабжения, определяемый в зависимости от степени автоматизации теплового пункта. При установке на тепловом пункте регуляторов, поддерживающих постоянный расход теплоносителя на тепловом пункте и постоянную температуру воды, подаваемой на горячее водоснабжение, расчетный расход теплоносителя на горячее водоснабжение определяется при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, по максимальной часовой тепловой нагрузке горячего водоснабжения согласно формуле (9.2), в которую подставляют значение этой нагрузки и $\delta_и = 10$ °С.

При отсутствии на тепловом пункте регулятора постоянства расхода теплоносителя на отопление, но наличии регулятора температуры горячей воды, расчетный расход теплоносителя на горячее водоснабжение определяется при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, но по балансовой тепловой нагрузке горячего водоснабжения (с балансовым коэффициентом 1,1). В этом случае $\delta_и = 5$ °С.

6. Расчетные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловых пунктов потребителей тепловой энергии с теплообменниками горячего водоснабжения, присоединенными к тепловой сети по параллельной схеме, включают, кроме отопительно-вентиляционной нагрузки, расход теплоносителя, соответствующий тепловой нагрузке горячего водоснабжения, определяемый в зависимости от степени автоматизации теплового пункта. При установке на тепловом пункте регуляторов, поддерживающих постоянный расход теплоносителя на отопление и постоянную температуру воды, подаваемой на горячее водоснабжение, расчетный расход теплоносителя на горячее водоснабжение определяется при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, по максимальной часовой тепловой нагрузке горячего водоснабжения потребителя согласно формуле:

$$G_{г.р} = \frac{Q_{г.м}}{c(t_{1и} - t_{т.и})} 10^3 \text{ , т/ч,} \qquad (9.3)$$

где $t_{т.и}$ — температура теплоносителя, поступающего в тепловую сеть из теплообменника горячего водоснабжения в точке излома температурного графика, °С; можно принимать $t_{т.и} = 30$ °С.

При установке на тепловом пункте потребителя тепловой энергии только регулятора постоянства температуры горячей воды расчетное значение расхода теплоносителя на горячее водоснабжение определяется при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, по балансовой тепловой нагрузке горячего водоснабжения (балансовый коэффициент 1,15), по формуле (9.3).

7. Расчетные значения расхода теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах в случае неавтоматизированных нагревателей горячего водоснабжения, присоединенных к тепловым сетям по параллельной и двухступенчатой смешанной схемам, определяются при значении температуры наружного воздуха, соответствующем точке излома температурного графика центрального регулирования тепловой нагрузки, согласно формулам (9.3) и (9.2) с подстановкой в них соответствующих значений балансовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения и температуры теплоносителя.

8. Расчетные значения расхода теплоносителя на циркуляцию в автоматизированных системах горячего водоснабжения при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети (непосредственный водоразбор, открытая система теплоснабжения) определяются при значении температуры наружного воздуха, соответствующем точке излома температурного графика регулирования тепловой нагрузки по формуле:

$$G_{ц.р} = \frac{Q_{ц.р}}{c\Delta t_ц} 10^3 \text{ , т/ч,} \qquad (9.4)$$

где $Q_{ц.р}$ — тепловые потери в местных системах горячего водоснабжения, компенсируемые за счет циркуляции воды в них, Гкал/ч (ГДж/ч);

$\Delta t_ц$ — расчетный перепад температуры в системе горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора, °С; можно принимать $\Delta t_ц = 15$ °С.

Расчетные значения тепловых потерь в местных системах горячего водоснабжения могут быть определены по указаниям п. 3.3 Приложения 1 Методики [3], а также по выражению:

$$Q_{ц.р} = 0{,}2Q_{г.ср.}, \text{ Гкал/ч (ГДж/ч)}, \qquad (9.5)$$

где $Q_{г.ср}$ — средняя часовая за неделю тепловая нагрузка горячего водоснабжения, Гкал/ч (ГДж/ч).

*ПРИЛОЖЕНИЕ 10*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТРУБОПРОВОДАМИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ХАРАКТЕРНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

1. Нормативные значения тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей, Гкал/ч (ГДж/ч), для характерных значений температуры наружного воздуха можно определять по формулам:

$$Q_{из.н.п} = \left[0{,}7K_{подз}\pi\left(M_{подз} + 0{,}12L_{подз}\right)\left(\frac{t_{1н} + t_{2н}}{2} - t_{гр.от}\right) + \right.$$

$$\left. + K_{надз.п}\pi M_{надз.п}\left(t_{1н} - t_{нх}\right)\right] 10^{-6}\ ; \qquad (10.1)$$

$$Q_{из.н.о} = \left[0{,}3K_{подз}\pi\left(M_{подз} + 0{,}12L_{подз}\right)\left(\frac{t_{1н} + t_{2н}}{2} - t_{гр.от}\right) + \right.$$

$$\left. + K_{надз.о}\pi M_{надз.о}\left(t_{2н} - t_{нх}\right)\right] 10^{-6}\ , \qquad (10.2)$$

где $K_{подз}$, $K_{надз.п}$, $K_{надз.о}$ — условный коэффициент теплопередачи трубопроводов тепловой сети подземной и надземной прокладки; при надземной прокладке — для подающих и обратных трубопроводов раздельно, ккал/ч·м$^2$·°С (кДж/ч·м$^2$·°С);

$M_{подз}$, $M_{надз.п}$, $M_{надз.о}$ — материальная характеристика обоих трубопроводов при подземной прокладке, подающих и обратных трубопроводов — при надземной, на участках тепловой сети от источников теплоснабжения до потребителей тепловой энергии, м$^2$;

$L_{подз}$ — общая длина подающих и обратных трубопроводов подземной прокладки от источников теплоснабжения до потребителей тепловой энергии, м;

$t_{1н}$ и $t_{2н}$ — нормативные значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети при характерном значении температуры наружного воздуха, °С;

$t_{гр.от}$ — среднее за отопительный период значение температуры грунта на глубине заложения оси трубопроводов тепловой сети, °С;

$t_{нх}$ — характерное значение температуры наружного воздуха, °С.

2. Условный коэффициент теплопередачи трубопроводов, ккал/м$^2$·ч·°С (кДж/м$^2$·ч·°С), можно определить по формулам:

• подземная прокладка —

$$K_{подз} = \frac{Q_{из.н.год}}{\pi(M_{подз} + 0{,}12L_{подз})\left[0{,}5(t_{1год} + t_{2год}) - t_{гр.год}\right]}; \quad (10.3)$$

• надземная прокладка —

$$K_{надз.п} = \frac{Q_{из.н.год.п}}{\pi M_{надз.п}(t_{1год} - t_{н.год})}; \quad (10.4)$$

$$K_{надз.о} = \frac{Q_{из.н.год.о}}{\pi M_{надз.о}(t_{2год} - t_{н.год})}, \quad (10.4а)$$

где $Q_{из.н.год}$, $Q_{из.н.год.п}$, $Q_{из.н.год.о}$ — нормативные значения тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов подземной прокладки, подающих и обратных трубопроводов надземной прокладки от источников теплоснабжения до потребителей при среднегодовых условиях функционирования, ккал/ч;

$t_{1год}$ и $t_{2год}$ — среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловой сети, °С;

$t_{гр.год}$ и $t_{н.год}$ — среднегодовые значения температуры грунта на глубине заложения оси трубопроводов и наружного воздуха, °С.

3. Значения материальной характеристики трубопроводов тепловой сети определяются из выражений:

• подземная прокладка —

$$M_{подз} = 2\Sigma d_н L, \text{ м}^2; \quad (10.5)$$

• надземная прокладка —

$$M_{надз.п} = \Sigma d_н L, \text{ м}^2, \quad (10.6)$$

$$M_{надз.о} = \Sigma d_н L, \text{ м}^2, \quad (10.6а)$$

где $d_н$ — наружный диаметр трубопроводов на расчетном участке тепловой сети, м;

L — длина расчетного участка тепловой сети, м.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение ... 3

**1. Определение нормативных значений потерь тепловой энергии и теплоносителя** ... 5

1.1. Общие положения ... 5

1.2. Нормирование эксплуатационных потерь и затрат теплоносителя ... 7

1.3. Нормирование тепловых потерь, обусловленных потерями теплоносителя ... 11

1.4. Нормирование тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов ... 14

**2. Определение нормативных значений показателей режимов функционирования тепловых сетей** ... 24

2.1. Общие положения ... 24

2.2. Определение нормативных значений расхода тепловой энергии ... 25

2.3. Определение нормативных значений температуры теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей ... 27

2.4. Определение нормативных значений расхода теплоносителя в тепловых сетях ... 30

2.5. Определение нормативных значений удельного расхода теплоносителя в подающих трубопроводах тепловых сетей ... 38

2.6. Определение нормативных значений абсолютных и удельных затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии ... 39

2.7. Периодичность пересмотра нормативных значений показателей режимов функционирования тепловых сетей ... 43

*Приложения*

**1. Перечень нормативно-технических документов, на которые имеются ссылки в тексте Методики** ... 45

**2. Нормы тепловых потерь (плотности теплового потока от трубопроводов) водяных тепловых сетей** ... 45

**3. Методика расчета удельных часовых тепловых потерь для среднегодовых условий функционирования тепловых сетей** ... 54

**4. Поправки к нормируемым потерям тепловой энергии трубопроводами водяных тепловых сетей через изоляционные конструкции** ... 60

**5. Формы для исходной информации и расчета тепловых потерь** ... 62

**6. Удельный объем труб для определения объема трубопроводов тепловых сетей** ..... 65
**7. Удельный объем систем теплопотребления** ..... 65
**8. Формы для расчета потерь теплоносителя** ..... 66
**9. Определение расчетных значений расхода теплоносителя по видам теплового потребления** ..... 69
**10. Определение нормативных значений тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей для характерных значений температуры наружного воздуха** ..... 73

*ГОССТРОЙ РОССИИ*

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**МДК 4-03.2001**

Зав. изд. отд. *Л.Ф. Калинина*
Технический редактор *Л.Я. Голова*
Корректор *И.Н. Грачева*
Компьютерная верстка *Л.Н. Аверьянова*

Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Усл.-печ. л. 4,65.
Тираж 100 экз. Заказ № 320

Государственное унитарное предприятие —
Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП)
*127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.*
Тел/факс: (095) 482-42-65 — приемная.
Тел.: (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет.

gost.e-ecolog.ru