

**ПОРЯДОК РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ
ЭНЕРГИИ НА ЕЕ ПЕРЕДАЧУ В СЕТЯХ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ИХ ИЗНОСА,
СРОКА И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ПАРАДАК РАЗЛІКУ ВЕЛІЧЫНІ ТЭХНАЛАГІЧНАГА
РАСХОДУ ЦЕПЛАВОЙ ЭНЕРГІІ НА ЯЕ ПЕРАДАЧУ
Ў СЕТКАХ ЦЕПЛАЗАБЕСПЯЧЭННЯ З УЛІКАМ ІХ
ЗНОСУ, ТЭРМІНУ І ЎМОЎ ЭКСПЛУАТАЦЫІ**

Окончательная редакция проекта пересматриваемого ТКП 642

Министерство энергетики
Республики Беларусь

Минск

Ключевые слова: система теплоснабжения, температура, тепловые потери, водяные тепловые сети, сети горячего водоснабжения, конденсатопровод, паропровод, теплоизоляционная конструкция, утечка, баланс, погрешность

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Белэнергоремналадка»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

3 ВЗАМЕН ТКП 642-2019

Минэнерго, XXXX

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства энергетики Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1	Область применения	
2	Нормативные ссылки	
3	Термины и определения	
4	Общие положения	
5	Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения	
6	Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в непроходных каналах	
7	Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя и нормативного расхода воды на подпитку	
8	Расчет суммарных нормируемых тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплоснабжения	
9	Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов	
10	Методика расчета температуры пара в паропроводе	
	Приложение А (обязательное) Средние температуры наружного воздуха и грунта	
	Таблица А.1 – Средняя температура наружного воздуха и число часов отопительного и межотопительного периодов	
	Таблица А.2 – Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине 1,6 м	
	Приложение Б (обязательное) Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность при подземной прокладке	
	Таблица Б.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов горячего водоснабжения и циркуляционных при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.	
	Таблица Б.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.	
	Таблица Б.3 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.	
	Таблица Б.4 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.	
	Таблица Б.5 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.	
	Таблица Б.6 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.	
	Таблица Б.7 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.	
	Таблица Б.8 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя	
	Таблица Б.9 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и	

продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Таблица Б.10 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя

Таблица Б.11 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г. до 16 марта 2018 г.

Таблица Б.12 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г. до 16 марта 2018 г.

Таблица Б.13 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 16 марта 2018 г.

Таблица Б.14 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 16 марта 2018 г.

Таблица Б.15 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с СТБ 2252

Таблица Б.16 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с СТБ 2252

Таблица Б.17 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с техническими условиями изготовителей

Таблица Б.18 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с техническими условиями изготовителей

Таблица Б.19 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГСИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с техническими условиями изготовителей

Таблица Б.20 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГСИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с техническими условиями изготовителей

Таблица Б.21 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с [1].....

Таблица Б.22 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ПИ-трубопроводами, изготовленными в соответствии с [1].....

Приложение В (обязательное) Нормы линейной и поверхностной плотности теплового потока через изолированную поверхность при прокладке на открытом воздухе (надземная прокладка)

Таблица В.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Таблица В.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Таблица В.3 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

- Таблица В.4 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.
- Таблица В.5 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.
- Таблица В.6 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.
- Таблица В.7 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов в трубе-оболочке из оцинкованной стали при прокладке на открытом воздухе, выполненных в соответствии с СТБ 2252
- Приложение Г** (обязательное) Нормы линейной и поверхностной плотностей теплового потока через изолированную поверхность при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах)
- Таблица Г.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.
- Таблица Г.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.
- Таблица Г.3 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.
- Таблица Г.4 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.
- Таблица Г.5 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.
- Таблица Г.6 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.
- Таблица Г.7 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах), выполненных в соответствии с СТБ 2252
- Таблица Г.8 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов СМИТФЛЕКС-П МВТ при прокладке в помещениях (технических подпольях)
- Приложение Д** (справочное) Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей
- Таблица Д.1 – Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей (серия 3.006-2)
- Приложение Е** (справочное) Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения
- Таблица Е.1 – Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения
- Приложение Ж** (рекомендуемое) Форма титульного листа и таблицы исходных данных для трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения
- Таблица Ж.1 – Исходные данные для трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения...
- Приложение К** (обязательное) Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь в тепловых сетях

ТКП 642-XXXX

- Таблица К.1 – Среднемесячные температуры воздуха, теплоносителя, грунта на уровне залегания оси трубопровода и исходной воды, идущей на подпитку тепловых сетей
- Таблица К.2 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом К) тепловых потерь водяными тепловыми сетями и сетями горячего водоснабжения
- Таблица К.3 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом К) тепловых потерь водяными тепловыми сетями и сетями горячего водоснабжения, принимаемыми на баланс.....
- Таблица К.4 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом К) тепловых потерь водяными тепловыми сетями и сетями горячего водоснабжения, выводимыми в ремонт
- Таблица К.5 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом К) тепловых потерь водяными тепловыми сетями и сетями горячего водоснабжения, выводимыми из эксплуатации (выводимыми из баланса).....
- Таблица К.6 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых тепловых потерь через изоляцию водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения.....
- Таблица К.7 – Расчет месячных нормируемых прогнозируемых тепловых потерь через изоляцию тепловых сетей.
- Таблица К.8 – Исходные данные для расчета тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале
- Таблица К.9 – Расчет нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале
- Таблица К.10 – Расчет нормируемых тепловых потерь трубопроводами водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале
- Таблица К.11 – Исходные данные для расчета тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухъячейковом непроходном канале
- Таблица К.12 – Расчет нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухъячейковом непроходном канале
- Таблица К.13 – Расчет нормируемых тепловых потерь трубопроводами водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухъячейковом непроходном канале
- Таблица К.14 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения
- Таблица К.15 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, принимаемых на баланс.....
- Таблица К.16 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, выводимых в ремонт
- Таблица К.17 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, выводимых из эксплуатации (выводимых из баланса).....
- Таблица К.18 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения
- Таблица К.19 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, принимаемых на баланс
- Таблица К.20 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых в ремонт
- Таблица К.21 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых из эксплуатации (выводимых из баланса).....
- Таблица К.22 – Расчет объема воды в трубопроводах по месяцам
- Таблица К.23 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения по месяцам
- Таблица К.24 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения.....
- Таблица К.25 – Расчет объема воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения по месяцам.....
- Таблица К.26 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения.....

Таблица К.27 – Суммарные нормируемые тепловые потери трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплоснабжения	
Приложение Л (обязательное) Удельный объем воды в системах теплоснабжения.....	
Таблица Л.1 – Удельный объем воды в системах теплоснабжения при различных перепадах температур в зависимости от типа теплоснабжающего оборудования	
Приложение М (обязательное) Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах.....	
Таблица М.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.	
Таблица М.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.	
Таблица М.3 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.	
Приложение Н (обязательное) Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов	
Таблица Н.1 – Характеристики участков паропровода и конденсатопровода	
Таблица Н.2 – Характеристика канала подземной прокладки	
Таблица Н.3 – Определение норм линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропровода и конденсатопровода и расчет нормативных термических сопротивлений теплоизоляционного слоя паропровода и конденсатопровода (при совместной прокладке паропровода с конденсатопроводом в непроходном канале) при проектных условиях	
Таблица Н.4 – Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропровода и конденсатопровода за расчетный период	
Приложение П (рекомендуемое) Анализ фактических тепловых потерь в водяных тепловых сетях	
Приложение Р (обязательное) Расчет непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях.....	
Библиография	

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

ПОРЯДОК РАЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕЕ ПЕРЕДАЧУ В СЕТЯХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ИХ ИЗНОСА, СРОКА И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПАРАДАК РАЗЛІКУ ВЕЛІЧЫНІ ТЭХНАЛАГІЧНАГА РАСХОДУ ЦЕПЛАВОЙ ЭНЕРГІІ НА ЯЕ ПЕРАДАЧУ ў СЕТКАХ ЦЕПЛАЗАБЕСПЯЧЭННЯ з УЛІКАМ ІХ ЗНОСУ, ТЭРМІНУ І ўМОЎ ЭКСПЛУАТАЦЫІ

The procedure of calculation of the value of technological consumption of thermal energy for its transmission in heat supply networks adjusted for their wear, operating period and in-service environment

Дата введения XXXX-XX-XX

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает порядок расчета величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации, а также порядок расчета величины нормативной подпитки в тепловых сетях, системах теплоснабжения и теплопотребления.

Настоящий технический кодекс распространяется на энергоснабжающие организации, организации, осуществляющие передачу тепловой энергии, и потребителей тепловой энергии (абонентов, субабонентов).

2 Нормативные ссылки

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

ТКП 411-2021(33240) Правила учета тепловой энергии и теплоносителя

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

СТБ 2252-2012 Трубы стальные, предварительно термоизолированные пенополиуретаном. Технические условия

СТБ 2574-2020 «Электроэнергетика. Основные термины и определения»

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться действующими взамен ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в ТКП 411, ТКП 458, СТБ 2574-2020, [2], [3], [4], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 анализ фактических тепловых потерь: Выявление причин превышения допустимых небалансов в системе теплоснабжения в целом и ее частях, определение количественного влияния на фактические тепловые потери и их структурные составляющие параметров, характеризующих режимы теплоснабжения.

3.2 износ тепловых сетей: Уменьшение толщины стенки трубопровода в результате всех видов коррозии, а также ухудшение теплофизических свойств теплоизоляции и нарушение плотности покровного слоя в процессе эксплуатации.

3.3 коэффициент К: Отношение измеренных при испытаниях тепловых потерь к нормативным значениям в сопоставимых условиях.

3.4 материальная характеристика тепловой сети: Сумма произведений наружных диаметров трубопроводов участков тепловой сети без тепловой изоляции на их длину.

3.5 межотопительный период: Период работы системы теплоснабжения при обеспечении только тепловой нагрузки горячего водоснабжения и технологических нужд.

3.6 непроизводительные тепловые потери: Тепловые потери через теплоизоляцию трубопровода, обусловленные ее неудовлетворительным техническим состоянием, либо ее отсутствием и обусловленные фактическими сверхнормативными параметрами теплоносителя, а также тепловые потери со сверхнормативной утечкой теплоносителя из тепловых сетей и (или) систем теплоснабжения при порывах, свищах, сливах и другое.

3.7 непроходной канал двухъячейковый: Строительная конструкция подземной прокладки для раздельного размещения в ней трубопроводов, имеющая внутреннюю стенку.

3.8 непроходной канал одноячейковый: Строительная конструкция подземной прокладки для размещения в ней трубопроводов, не имеющая внутренней стенки.

3.9 нормативная инструментальная погрешность узла учета: Диапазон возможных значений инструментальной погрешности, соответствующий нормативным характеристикам и режимам работы измерительных устройств, входящих в узел учета.

3.10 нормативные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции: Значения тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции, полученные расчетным путем на базе норм плотности теплового потока при проектных температурах теплоносителя и окружающей трубопровод (ы) среды.

3.11 нормативный небаланс в системе теплоснабжения: Диапазон возможной разности отпущенной тепловой энергии и суммы потребленной тепловой энергии и нормируемых эксплуатационных тепловых потерь, определяемый нормативной инструментальной погрешностью узлов учета и погрешностью метода расчета нормируемых тепловых потерь.

3.12 нормируемые прогнозируемые тепловые потери: Тепловые потери, определенные расчетом на предстоящий период работы при ожидаемых температурных режимах работы тепловой сети, параметрах окружающей трубопроводы среды и температуре исходной воды.

Примечание – Температурный режим работы тепловой сети определяется утвержденным в установленном порядке температурным графиком отпуска тепла.

3.13 нормируемые тепловые потери через теплоизоляционные конструкции: Тепловые потери, полученные расчетным путем на базе норм плотности теплового потока через изолированную поверхность с учетом результатов испытаний на тепловые потери, при нормируемых температурном режиме работы тепловых сетей и параметрах окружающей трубопроводы среды.

3.14 нормируемые эксплуатационные тепловые потери: Тепловые потери, определенные расчетом за прошедший период при фактических температурных режимах работы тепловых сетей, параметрах окружающей трубопроводы среды, температурах исходной воды за этот же период с учетом тепловых сетей, введенных в эксплуатацию и тепловых сетей, выведенных из эксплуатации за прошедший период.

3.15 нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность: Значения плотности теплового потока через изолированную поверхность при расчетных значениях температуры теплоносителя и окружающей среды, принимаемые при проектировании тепловых сетей.

3.16 отопительный период: Период работы системы теплоснабжения при обеспечении нагрузки отопления.

3.17 параметры окружающей среды: Внешние климатические факторы, объективно влияющие на величину тепловых потерь: температура воздуха, температура и влажность грунта на глубине заложения трубопроводов тепловых сетей, продолжительность отопительного и межотопительного пе-

риодов работы тепловой сети.

3.18 период «излома» температурного графика: Период времени, в течение которого значения температур сетевой воды в подающем трубопроводе остаются постоянными при температурном графике качественного регулирования отпуска тепла.

3.19 плотность теплового потока: Количество теплоты, проходящее в единицу времени через изолированную поверхность, отнесенное к единице ее площади.

3.20 линейная плотность теплового потока: Количество теплоты, проходящее в единицу времени через изолированную цилиндрическую поверхность, отнесенное к единице ее длины.

3.21 подпитка: Расход специально подготовленной воды, подаваемый в тепловую сеть для восполнения потерь теплоносителя (сетевой воды), а также водоразбора на тепловое потребление.

3.22 подпитка нормативная: Подпитка, не превышающая производительных потерь теплоносителя.

3.23 расчетный объем воды в трубопроводах: Расчетная величина, используемая для определения нормативной величины утечки сетевой воды из трубопроводов тепловых сетей и систем теплоснабжения.

Примечание – Определяется применением коэффициентов к фактическому объему воды в трубопроводах, учитывающих срок эксплуатации, насыщенность арматурой участка тепловой сети, условий обслуживания и возможность обнаружения утечки.

3.24 сети горячего водоснабжения: Комплекс устройств и трубопроводов, предназначенных для подачи горячей воды питьевого качества для санитарно-гигиенических и хозяйственных потребностей.

3.25 теплоизоляционная конструкция: Конструкция, состоящая из одного или нескольких слоев теплоизоляционного материала (изделия), покровного слоя и элементов крепления.

Примечание – В состав теплоизоляционной конструкции могут входить пароизоляционный, предохранительный и выравнивающий слои.

3.26 теплосчетчик одноканальный: Теплосчетчик с измерением расхода теплоносителя и теплоты только в одном трубопроводе.

3.27 теплосчетчик многоканальный: Теплосчетчик с измерением расхода теплоносителя и теплоты в двух трубопроводах и более.

3.28 технически объяснимая инструментальная погрешность узла учета: Диапазон возможных значений инструментальной погрешности, соответствующий фактическим характеристикам и режимам работы измерительных устройств, входящих в узел учета.

3.29 технически объяснимый небаланс в системе теплоснабжения: Диапазон возможной разности отпущенной тепловой энергии с энергией подкачивающих насосов и суммы потребленной тепловой энергии и нормируемых эксплуатационных тепловых потерь, определяемый технически объяснимой инструментальной погрешностью узлов учета и погрешностью метода расчета нормируемых эксплуатационных тепловых потерь.

3.30 технологический расход тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения: Затраты тепловой энергии при ее транспортировке от теплоисточника до потребителя.

3.31 условия эксплуатации: Факторы, влияющие на техническое состояние трубопроводов и оборудования тепловых сетей и систем теплоснабжения.

Примечание – Такими факторами являются: качество проектирования, монтажа, приемки в эксплуатацию, уровень организации технического обслуживания, планово-предупредительных и капитальных ремонтов.

3.32 фактический небаланс в системе теплоснабжения: Разность отпущенной тепловой энергии и суммы потребленной тепловой энергии и нормируемых эксплуатационных тепловых потерь.

3.33 фактические тепловые потери: Тепловые потери, определенные из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии.

3.34 эксплуатирующая организация: Юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, имеющее в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении тепловые сети и (или) теплоисточник(и).

3.35 энергоснабжающая организация: Организация независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, осуществляющая на договорной основе продажу тепловой энергии и имеющая в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении тепловые сети и (или) теплоисточник(и).

4 Общие положения

4.1 Технологический расход тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения (далее – нормируемые тепловые потери) является величиной индивидуальной как в абсолютном, так и в относительном значении.

4.2 Технической базой для расчета нормируемых тепловых потерь являются нормы линейной плотности теплового потока через изоляцию трубопроводов и нормы производительных потерь теплоносителя, а также результаты испытаний тепловых сетей на тепловые потери через изоляцию трубопроводов (далее – испытания на тепловые потери).

Испытания на тепловые потери являются наиболее объективным критерием оценки изменения теплотехнических характеристик теплоизоляционных конструкций с учетом их износа, срока и условий эксплуатации. Испытаниям на тепловые потери подвергаются трубопроводы всех видов прокладки и конструктивного исполнения.

4.3 Испытания тепловых сетей на тепловые потери должны производиться на трубопроводах, характерных для тепловых сетей эксплуатирующей организации по способу прокладки, сроку службы и условиям эксплуатации, с периодичностью не реже 1 раза в 5 лет.

4.4 Распространение результатов испытаний на участки тепловых сетей, не подвергшиеся испытаниям, возможно, если материальная характеристика испытанных участков составляет не менее 30 % от материальной характеристики всех тепловых сетей эксплуатирующей организации с аналогичным способом прокладки, с учетом сроков эксплуатации.

4.5 В результате испытаний тепловых сетей на тепловые потери определяется коэффициент K , равный отношению фактических тепловых потерь к нормативным значениям.

При совместной прокладке водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения в непроходном канале коэффициент K определяется для каждого трубопровода в режиме их совместной работы. На основании полученных значений K определяются нормируемые термические сопротивления каждого трубопровода, на основании которых рассчитываются нормируемые тепловые потери для всех режимов и состава работающих трубопроводов.

4.6 В тех случаях, когда измеренные тепловые потери, определенные отдельно по каждому испытанному участку и пересчитанные на проектные температуры теплоносителя и окружающей среды, не превышают соответствующих значений нормативных тепловых потерь для этих участков более чем на 10% ($K \leq 1,1$), за основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь принимаются измеренные тепловые потери.

4.7 В тех случаях, когда измеренные тепловые потери по отдельным испытанным участкам превышают нормативные значения более чем на 10 % ($K > 1,1$), они могут быть положены в основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь лишь на срок выполнения программы работ по доведению тепловых потерь до нормативных значений, но не более чем на три года. Увеличение указанного срока возможно при соответствующем технико-экономическом обосновании.

4.8 При использовании эксплуатирующей организацией в нормировании тепловых потерь данных испытаний тепловых сетей на тепловые потери в качестве исходных принимаются следующие положения:

– для участков тепловой сети, не подвергшихся испытаниям, но имеющих способы прокладки, конструкции изоляции и условия эксплуатации, аналогичные испытанным участкам, используются нормативные значения тепловых потерь для данной тепловой сети с введением в них поправочных коэффициентов K ;

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

– нормируемые значения тепловых потерь по тепловой сети в целом получаются путем суммирования тепловых потерь по охарактеризованным выше группам участков;

– для дальнейших расчетов допускается определять среднюю величину K_{cp} в целом по испытанной тепловой сети. Усредненная величина K_{cp} определяется как средневзвешенная по нормативным тепловым потерям испытанных участков, по формуле

$$K_{cp} = \frac{K_i Q_{ni}}{\sum Q_{ni}}; \quad (4.1)$$

где K_i – коэффициент, полученный на испытанном участке при испытаниях;

Q_{ni} – величина нормативных тепловых потерь на испытанном участке, кДж/ч.

4.9 При возникновении разногласий между энергоснабжающей организацией и абонентом (либо абонентом и субабонентом) по расчету нормируемых тепловых потерь на участках тепловой сети, не подвергшихся испытаниям на тепловые потери, необходимо проведение испытаний на этих конкретных участках. Если проведение испытаний на тепловые потери в соответствии с требованиями действующих ТНПА технически невозможно (не обеспечиваются измерения температур и расхода теплоносителя, требуемый режим испытаний), то нормы линейной плотности теплового потока по соглашению сторон могут определяться теплотехническим расчетом теплоизоляционных конструкций этих участков. Теплотехнический расчет должен выполняться на основании исполнительной документации по способу прокладки, технической документации изготовителей, данных по фактическому типу и влажности грунта.

При возникновении разногласий между энергоснабжающей организацией и абонентом для проведения расчетов необходимо привлекать специализированную проектную организацию.

Срок действия расчетных норм линейной плотности теплового потока определяется по соглашению сторон, но не более одного года, в течение которого эксплуатирующая организация должна создать условия для проведения испытаний на тепловые потери.

4.10 Порядок учета изменения нормируемых тепловых потерь для участков тепловой сети, по которым произведена замена трубопроводов и (или) тепловой изоляции.

При расчете нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции при модернизации тепловой изоляции в таблицах соответствующих приложений в столбце «Год проекта» указывается год выполнения проекта на модернизацию тепловой изоляции. В проекте нормы линейной плотности теплового потока должны соответствовать нормам, приведенным в ТНПА, действующих на момент выполнения проекта. В случае замены тепловой изоляции по капитальному (текущему) ремонту год выполнения проекта замене не подлежит и используются нормы плотности теплового потока, соответствующие году разработке первоначального проекта на тепловую сеть.

При расчете нормируемых тепловых потерь с утечкой теплоносителя при замене трубопровода в таблицах соответствующих приложений в столбце «Год ввода в эксплуатацию» указывается год замены трубопровода (капитального ремонта).

4.11 Порядок расчета нормируемых тепловых потерь оборудования тепловых сетей (баки-аккумуляторы и т.д.) аналогичен расчету трубопроводов, проложенных на открытом воздухе (надземная прокладка), в помещениях, технических подпольях, тоннелях, проходных каналах. В формулы для определения нормируемых тепловых потерь вместо длины трубопровода подставляется площадь изолированной поверхности.

4.12 Порядок расчета нормируемых тепловых потерь в сетях горячего водоснабжения при подземной прокладке отдельно от водяных тепловых сетей, а также при прокладке на открытом воздухе, в помещениях, технических подпольях, тоннелях, проходных каналах аналогичен расчету нормируемых тепловых потерь водяными тепловыми сетями с соответствующими способами прокладки. Порядок определения норм линейной плотности теплового потока для сетей горячего водоснабжения приведен в разделе 5.

При совместной бесканальной прокладке водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения нормируемые тепловые потери для них определяются раздельно, без учета их влияния друг на друга.

Методология расчета совместной прокладки трубопроводов в непроходных каналах, приведенная

в разделе 6, позволяет определять тепловые потери для n-го количества трубопроводов.

При совместной прокладке в непроходных каналах водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при определенных температурных режимах их работы при расчете может получиться отрицательная величина тепловых потерь для трубопровода с наиболее низкой температурой теплоносителя (расчетная температура воздуха в канале выше температуры теплоносителя). Это свидетельствует об отсутствии тепловых потерь для данного трубопровода (тепловой поток от воздуха в канале идет на нагрев теплоносителя), и в дальнейших расчетах тепловые потери принимаются равными нулю.

4.13 Потери теплоносителя и связанные с ними потери тепловой энергии в процессе производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии разделяются на производительные и непроизводительные.

Производительные потери состоят из производственных расходов и нормативной утечки (потери теплоносителя, вызванные самопроизвольным истечением воды из различных элементов системы теплоснабжения при нарушении их целостности или герметичности).

Производственные расходы состоят из:

– технологических сливов в средствах автоматического регулирования и защиты (которые предусматривают такой слив) на оборудовании источника тепла и подкачивающих насосных станциях в тепловых сетях в размерах, не превышающих установленных в технической документации на соответствующее оборудование;

– расхода на сальниковые уплотнения насосов, не превышающего значений, установленных в технической документации насосов;

– технологические расходы на прочие устройства, в соответствии с технической документацией (например - самопромывной фильтр сетевой воды и т.д.);

– расхода на пробоотборники котлов, сетевой, подпиточной воды на источнике тепла в соответствии с ТНПА;

– расхода на пусковое заполнение оборудования источника тепла, тепловых сетей и систем теплопотребления в размере не более их полуторакратной емкости после ремонтов, а также при подключении новых сетей и систем;

– расхода при проведении опрессовки тепловых сетей и систем теплопотребления в размере не более их полуторакратной емкости;

– расхода на промывку, дезинфекцию и повторную промывку (для открытых систем теплоснабжения), не превышающего технически обоснованных значений в соответствии с ТНПА;

– затрат на проведение плановых эксплуатационных испытаний, не превышающих технически обоснованных значений в соответствии с ТНПА;

– затрат на пуск паропроводов после планово-предупредительных ремонтов.

Нормируемое эксплуатационное значение расхода на подпитку устанавливается как сумма нормативной утечки и непрерывных технологических расходов (технологических сливов, расхода на сальниковые уплотнения насосов, технологические расходы на прочие устройства, расхода на пробоотборники).

4.14 Величина непроизводительных тепловых потерь определяется как разность расчетных значений тепловых потерь, определенных при нормативных и фактических сверхнормативных параметрах теплоносителя (температурах сетевой воды, превышающих утвержденный температурный график), с учетом результатов испытаний на тепловые потери (коэффициент К).

Значение непроизводительных потерь теплоносителя должно определяться на основании анализа фактических потерь сетевой воды.

4.15 Расчет нормируемых тепловых потерь выполняется так же для тепловых сетей, по которым осуществляется транспорт тепловой энергии к жилому фонду, в том числе по тепловым сетям, находящимся в работе, но еще не принятым по акту ввода в эксплуатацию.

5 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции

трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения

5.1 Факторы, влияющие на тепловые потери

Значения тепловых потерь через изоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей зависят от:

- вида теплоизоляционной конструкции и примененных теплоизоляционных материалов;
- способов прокладки: на открытом воздухе, в помещении, тоннеле, подземная канальная, бесканальная и т.п.;
- температурного режима и продолжительности работы тепловой сети в течение расчетного периода;
- параметров окружающей среды (температура наружного воздуха и скорость ветра - при прокладке на открытом воздухе, температура и влажность грунта) и характера их изменения в течение расчетного периода;
- типа и плотности грунта в месте прокладки;
- диаметров трубопроводов и их протяженности;
- срока и условий эксплуатации тепловых сетей;
- периода проектирования тепловых сетей».

Кроме того, значение тепловых потерь определяется местными особенностями: гидрологическими условиями, схемными и планировочными решениями, насыщенностью и характером смежных коммуникаций и т.д.

5.2 Определение нормируемых тепловых потерь

Определение нормируемых тепловых потерь осуществляется в следующем порядке:

- определяются температурные условия, применяемые при проектировании тепловой изоляции для водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения (температура теплоносителя определяется в соответствии с таблицей 5.1, климатические данные по наружному воздуху и расчетной температуре грунта принимаются в соответствии с приложением А);
- определяются нормы линейной плотности теплового потока (в соответствии с приложениями Б-Г) по отдельным участкам на основании данных о конструктивных характеристиках тепловой сети (способ прокладки, диаметр, вид теплоизоляционного материала, конструкции канала – см. в приложениях Д, Е) при проектных температурных условиях работы тепловой сети;
- определяются часовые нормируемые тепловые потери по отдельным участкам при проектных температурных условиях работы тепловой сети с введением значения коэффициента К в порядке, оговоренном в разделе 4;
- нормируемые тепловые потери тепловой сети за расчетный период определяются исходя из часовых нормируемых тепловых потерь при проектных условиях, пересчитанных на средние температурные условия и количество часов в соответствующем расчетном периоде.

Нормы линейной плотности теплового потока могут определяться следующими способами:

- в соответствии с таблицами норм линейной плотности теплового потока, приведенными в ТНПА по проектированию тепловой изоляции трубопроводов и оборудования в соответствии с расчетной температурой теплоносителя;
- теплотехническим расчетом по фактически принятой толщине (с учетом коэффициента уплотнения) и характеристике теплоизоляционного слоя, который проводит проектная организация (проектирующая данную тепловую сеть) на основании исполнительной документации на способ (конструкцию) прокладки, технической документации изготовителей на трубы и характеристики тепловой изоляции, данных по фактическому типу и влажности грунта и т.п.

Значения плотности теплового потока для труб, предварительно термоизолированных жестким пенополиуретаном, в полиэтиленовой трубе-оболочке: стальных, соответствующих СТБ 2252 (далее - ПИ (СТБ)) и [1] (далее – ПИ (EN)), из нержавеющей стали (далее – ГСИ-трубы), полимерных (далее – ГПИ-трубы), а также для труб СМИТФЛЕКС-П МВТ определены теплотехническим расчетом теплоизоляционных конструкций и приведены в соответствующих приложениях настоящего технического

кодекса. Расчет выполнен в соответствии с [4], на основании характеристик изготовителей трубопроводов, с учетом требований к конструкции прокладки в соответствии с [5].

Рекомендуемая форма титульного листа расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь в тепловых сетях приведена в приложении Ж.

Таблица для формирования исходных данных для трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения приведена в таблице Ж.1.

Порядок оформления расчета нормируемых тепловых потерь – в соответствии с приложением К.

5.3 Температурные условия, применяемые при проектировании тепловой изоляции для водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения

5.3.1 За расчетную температуру окружающей среды, °С, следует принимать:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе:

1) для тепловых сетей при круглогодичной работе – среднюю за год ($t_{в,р}^{ср,г}$);

2) для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, – среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже ($t_{в,р}^{ср,от}$);

б) для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении (техническом подполье), – в соответствии с заданием на проектирование; при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха – 20 °С ($t_{пом,р}$);

в) для изолируемых поверхностей, расположенных в тоннеле (проходном канале), – 40 °С ($t_{тонн,р}$);

г) для подземной прокладки – среднюю за год температуру на глубине заложения оси трубопроводов ($t_{гр,р}^{ср,г}$).

При заглублении верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) или верха теплоизоляционной конструкции трубопровода (при бесканальной прокладке) не более чем на 0,7 м за расчетную температуру следует принимать температуру наружного воздуха, также как и при прокладке на открытом воздухе.

Климатические данные по наружному воздуху и расчетной температуре грунта следует принимать в соответствии с приложением А.

Расчетную температуру грунта следует принимать согласно данным ближайшей метеостанции.

5.3.2 За расчетную температуру теплоносителя для трубопроводов водяных тепловых сетей следует принимать:

– для подающего трубопровода при постоянной температуре сетевой воды и количественном регулировании – максимальную температуру теплоносителя;

– для подающего трубопровода при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании – по таблице 5.1. При проектном температурном графике, отличающемся от приведенного в таблице 5.1, расчетная температура определяется линейной интерполяцией;

– для обратных трубопроводов – 50 °С;

– для сетей горячего водоснабжения – максимальную температуру: в подающем трубопроводе – 60 °С, в циркуляционном – 50 °С.

Таблица 5.1

Температурный режим водяных тепловых сетей, °С	95–70	110–70	120–70	130–70	140–70	150–70	180–70
Расчетная температура теплоносителя, °С	65	71,8	76,4	80,9	85,5	90	110

5.3.3 В теплотехнических расчетах линейной плотности теплового потока через теплоизоляционную конструкцию для ПИ-, ГСИ- и ГПИ-труб приняты следующие температурные условия:

а) температура окружающей среды для подземной прокладки и прокладки на открытом воздухе – 5 °С, для прокладки в помещении и тоннеле – в соответствии с 5.3.1 (пункты б, в);

б) температура теплоносителя в подающем трубопроводе: для ПИ-труб – 90 °С, для ГСИ- и

ГПИ-труб – 65 °С;

в) температура теплоносителя в обратном трубопроводе – 50 °С.

Результаты заносят в таблицу К.1.

5.4 Определение норм линейной плотности теплового потока

5.4.1 Нормы линейной плотности теплового потока для водяных тепловых сетей в зависимости от года выполнения проекта по тепловой изоляции определяются в соответствии с приложениями Б-Г.

5.4.2 Для подземной прокладки водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения значения норм линейной плотности теплового потока суммарно для двух и отдельно проложенных трубопроводов определяются по табличным значениям в соответствии с приложением Б согласно расчетной температуре теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Для подающего трубопровода подземной прокладки водяных тепловых сетей значения нормы линейной плотности теплового потока определяются путем линейной интерполяции (экстраполяции) по табличным значениям в соответствии с приложением Б согласно расчетной температуре теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Для сетей горячего водоснабжения нормы линейной плотности теплового потока определяются отдельно для подающего и циркуляционного трубопроводов. Для подающего трубопровода горячего водоснабжения норма линейной плотности теплового потока определяется интерполяцией между температурами теплоносителя 65 °С и 50 °С.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблицах Б.3, Б.4, на коэффициент 0,7, в таблицах Б.7, Б.9 – на коэффициент 0,8.

Для ПИ-, ГПИ- и ГСИ-труб линейную плотность теплового потока в зависимости от способа прокладки следует принимать в соответствии с таблицами Б.15–Б.22.

Для ПИ(СТБ)-, ГПИ- и ГСИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе циклопентан линейная плотность теплового потока определяется умножением расчётных норм, приведенных в таблицах Б.15-Б.20, на коэффициент 0,9.

При подземной двухтрубной прокладке трубопроводов разных диаметров нормы линейной плотности теплового потока определяются для каждого трубопровода отдельно, суммируются и используются в дальнейшем расчете нормируемых тепловых потерь.

5.4.3 Для прокладки на открытом воздухе значения нормы линейной плотности теплового потока определяются путем линейной интерполяции (экстраполяции) по табличным значениям в соответствии с приложением В согласно расчетной температуре теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблицах В.3, В.4, на коэффициент 0,8.

Для ПИ(СТБ)-труб линейную плотность теплового потока следует принимать в соответствии с таблицей В.7.

Для ПИ(СТБ)-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе циклопентан линейная плотность теплового потока определяется умножением расчётных норм, приведенных в таблице В.7, на коэффициент 0,88.

5.4.4 Для трубопроводов, расположенных в помещении (техническом подполье) или тоннеле (проходном канале), нормы линейной плотности теплового потока определяются путем линейной интерполяции (экстраполяции) по табличным значениям, в соответствии с приложением Г согласно расчетной температуре теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблицах Г.3, Г.4, на коэффициент 0,8.

Для ПИ(СТБ)-труб линейную плотность теплового потока следует принимать в соответствии с таблицей Г.7.

Для ПИ(СТБ)-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе циклопентан линейная плотность теп-

лового потока определяется умножением расчётных норм, приведенных в таблице Г.7, на коэффициент 0,88.

Для труб СМИТФЛЕКС-П МВТ линейную плотность теплового потока следует принимать в соответствии с таблицей Г.8.

5.4.5 Определение норм линейной плотности теплового потока для трубопроводов, которые в процессе эксплуатации переведены на непроектный режим работы

5.4.5.1 Предварительно определяются нормы линейной плотности теплового потока при проектных температурных условиях, на которые были запроектированы трубопроводы рассматриваемых участков тепловой сети:

- для подземной прокладки – в соответствии с 5.4.2;
- для прокладки на открытом воздухе – в соответствии с 5.4.3;
- для трубопроводов, расположенных в помещении (техническом подполье) или тоннеле (проходном канале), – в соответствии с 5.4.4.

5.4.5.2 Производится пересчет нормативных значений, определенных в соответствии с 5.4.5.1, на непроектный режим работы участков тепловой сети по формулам:

а) подземная прокладка:

1) два трубопровода в режиме подающего трубопровода

$$q_{н.ф} = q_n \frac{t_{1p} - \tau_{гр.р}^{ср.г}}{0,5 \cdot (t_{1p} + t_{2p}) - \tau_{гр.р}^{ср.г}}; \quad (5.1)$$

2) два трубопровода в режиме обратного трубопровода

$$q_{н.ф} = q_n \cdot \frac{t_{2p} - \tau_{гр.р}^{ср.г}}{0,5 \cdot (t_{1p} + t_{2p}) - \tau_{гр.р}^{ср.г}}; \quad (5.2)$$

б) прокладка на открытом воздухе, в помещении (техническом подполье), тоннеле (проходном канале):

1) подающий трубопровод (проектный режим эксплуатации трубопровода) в режиме обратного трубопровода

$$q_{1н.ф} = q_{1н} \cdot \frac{t_{2p} - \tau_{о.в.р}}{t_{1p} - \tau_{о.в.р}}; \quad (5.3)$$

2) обратный трубопровод (проектный режим эксплуатации трубопровода) в режиме подающего трубопровода

$$q_{2н.ф} = q_{2н} \cdot \frac{t_{1p} - \tau_{о.в.р}}{t_{2p} - \tau_{о.в.р}}; \quad (5.4)$$

где $q_{н.ф}$ – норма линейной плотности теплового потока участка трубопровода при фактическом режиме эксплуатации, Вт/м;

q_n – норма линейной плотности теплового потока участка трубопровода при проектном режиме эксплуатации, Вт/м;

t_{1p} – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе водяной тепловой сети, °С;

t_{2p} – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе водяной тепловой сети, °С;

$\tau_{о.в.р}$ – расчетная температура окружающего воздуха в соответствии с 5.3.1.

Результаты расчета норм плотности теплового потока заносятся в таблицы К.2–К.5.

5.5 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов

5.5.1 Нормируемые часовые значения тепловых потерь $Q_{норм}$, кДж/ч, при проектных температур-

ных условиях вычисляют по формуле

$$Q_{\text{норм}} = 3,6q_n \beta LK, \quad (5.5)$$

где 3,6 – коэффициент пересчета Вт в кДж/ч;

β – коэффициент местных тепловых потерь участка тепловой сети;

L – длина участка тепловой сети по каналу подающего и обратного трубопровода, м;

K – коэффициент, полученный при испытаниях.

Результаты расчета сводятся в таблицу К.2.

Коэффициенты местных тепловых потерь β приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Изолируемый объект	Коэффициент β
1 Тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным до 1990 г.:	
1.1 Бесканальная прокладка	1,15
1.2 Прокладка в непроходных каналах	1,20
1.3 Прокладка на открытом воздухе, в тоннелях (проходных каналах), помещениях (технических подпольях)	1,25
1.4 Оборудование	1,10
2 Тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным с 1990 г. до 2010 г.:	
2.1 Прокладка на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях (проходных каналах) и помещениях (технических подпольях):	
2.1.1 Трубопроводы на подвижных опорах с условным проходом, мм:	
– до 150	1,20
– 150 и более	1,15
2.1.2 Трубопроводы на подвесных опорах	1,05
2.2 Бесканальная прокладка, ПИ-, ГПИ- и ГСИ-трубы вне зависимости от способа прокладки	1,15
2.3 Оборудование	1,10
3 Тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным с 2010 г.:	
3.1 Прокладка на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях (проходных каналах) и помещениях (технических подпольях):	
3.1.1 Трубопроводы на подвижных опорах с условным проходом, мм:	
– до 150	1,20
– 150 и более	1,15
3.1.2 Трубопроводы на подвесных опорах	1,05
3.2 Бесканальная прокладка, ПИ-, ГПИ- и ГСИ-трубы вне зависимости от способа прокладки	1,00
3.3 Оборудование	1,10

5.5.2 Для трубопроводов, принимаемых на баланс в течение расчетного периода, нормируемые часовые значения тепловых потерь $Q_{\text{норм.б}}$, кДж/ч, при проектных температурных условиях определяются отдельно по каждому способу прокладки с предполагаемым числом часов работы трубопроводов за расчетный период $Z_{\text{б}}$ и вычисляются по формуле

$$Q_{\text{норм.б}} = 3,6 \cdot \frac{q_n \beta L K Z_{\text{б}}}{Z_{\text{пер}}}, \quad (5.6)$$

где $Z_{\text{пер}}$ – число часов за рассматриваемый расчетный период.

Результаты расчета сводятся в таблицу К.3.

5.5.3 Для трубопроводов, отключаемых в течение расчетного периода (на ремонт, вывод из эксплуатации или балансовой принадлежности), нормируемые часовые значения тепловых потерь $Q_{\text{норм.отк(рем)}}$, кДж/ч, при проектных температурных условиях определяются отдельно по каждому способу прокладки с предполагаемым числом часов отключения трубопроводов $Z_{\text{отк(рем)}}$ и вычисляются по формуле

$$Q_{\text{норм.отк (рем)}} = 3,6 \cdot \frac{q_n \beta L K Z_{\text{отк (рем)}}}{Z_{\text{пер}}} \quad (5.7)$$

Результаты расчета сводятся в таблицы К.4 и К.5.

5.5.4 Суммарные нормируемые часовые значения тепловых потерь $\Sigma Q_{\text{норм}}$, кДж/ч, для расчетного периода вычисляются по формуле

$$\Sigma Q_{\text{норм}} = Q_{\text{норм}} + Q_{\text{норм.б}} - Q_{\text{норм.отк}} - Q_{\text{норм.рем}} \quad (5.8)$$

Результаты расчета сводятся в таблицу К.6.

5.5.5 Определяются нормируемые тепловые потери за расчетный период $Q_{\text{из}}^{\text{пер}}$, ГДж, путем пересчета нормируемых тепловых потерь с проектных температурных условий на температурный режим работы тепловой сети за расчетный период:

а) двухтрубная подземная прокладка:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (подз)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{подз})} \cdot \frac{t_1^{\text{ср.пер}} + t_2^{\text{ср.пер}} - 2\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{t_{1\text{п}} + t_{2\text{р}} - 2\tau_{\text{гр.р}}^{\text{ср.г}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.9)$$

б) подземная прокладка при отдельно уложенном трубопроводе:

1) подающий трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (подз)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{подз})} \cdot \frac{t_1^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{t_{1\text{п}} - \tau_{\text{гр.р}}^{\text{ср.г}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.10)$$

2) обратный трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (подз)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{подз})} \cdot \frac{t_2^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{t_{2\text{р}} - \tau_{\text{гр.р}}^{\text{ср.г}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.11)$$

в) прокладка на открытом воздухе:

1) подающий трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (возд)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{возд})} \cdot \frac{t_1^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{в}}^{\text{ср.пер}}}{t_{1\text{п}} - \tau_{\text{в.р}}^{\text{ср.г}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.12)$$

2) обратный трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (возд)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{возд})} \cdot \frac{t_2^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{в}}^{\text{ср.пер}}}{t_{2\text{р}} - \tau_{\text{в.р}}^{\text{ср.г}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.13)$$

г) прокладка в помещении (техническом подполье):

1) подающий трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (пом)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{пом})} \cdot \frac{t_1^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{пом.р}}}{t_{1\text{п}} - \tau_{\text{пом.р}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.14)$$

2) обратный трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (пом)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{пом})} \cdot \frac{t_2^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{пом.р}}}{t_{2\text{р}} - \tau_{\text{пом.р}}} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.15)$$

д) прокладка в тоннеле (проходном канале):

1) подающий трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (тонн)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{тонн})} \cdot \frac{t_1^{\text{ср.пер}} - 40}{t_{1\text{п}} - 40} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.16)$$

2) обратный трубопровод:

$$Q_{\text{из}}^{\text{пер (тонн)}} = \Sigma Q_{\text{норм}}^{(\text{тонн})} \cdot \frac{t_2^{\text{ср.пер}} - 40}{t_{2\text{р}} - 40} \cdot 10^{-6} Z_{\text{пер}}; \quad (5.17)$$

- где $t_{1}^{ср.пер}$ – средняя температура сетевой воды в подающем трубопроводе за рассматриваемый расчетный период, °С;
- $t_{2}^{ср.пер}$ – средняя температура сетевой воды в обратном трубопроводе за рассматриваемый расчетный период, °С;
- $t_{гр}^{ср.пер}$ – средняя температура грунта за рассматриваемый расчетный период, °С;
- $t_{в}^{ср.пер}$ – средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый расчетный период, °С.

5.5.6 В случае когда в рассматриваемый расчетный период тепловая сеть часть времени работает в режиме отопительного периода ($Z_{от}$), а часть – в режиме межотопительного ($Z_{л}$), расчет проводится отдельно для каждого из периодов.

Результаты расчета сводятся в таблицу К.7.

5.6 Расчет нормируемых прогнозируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей

5.6.1 Нормируемые прогнозируемые тепловые потери рассчитывают, применяя среднемесячные климатические данные в соответствии с приложением А. При работе тепловых сетей только в отопительный период эти данные берутся только для этого периода.

5.6.2 Среднемесячные температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах для отопительного и межотопительного периодов определяются из утвержденного, в установленном порядке, температурного графика для системы теплоснабжения.

5.6.3 Нормируемые прогнозируемые тепловые потери за квартал, год определяются как сумма месячных тепловых потерь.

Результаты расчета сводятся в таблицу К.7.

5.7 Расчет нормируемых эксплуатационных тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей

Нормируемые эксплуатационные тепловые потери за прошедший расчетный период рассчитываются по фактическим средним значениям температур сетевой воды, наружного воздуха и грунта, определенным по результатам эксплуатационных измерений и метеорологическим данным.

Также должны быть внесены коррективы в исходные данные изменения материальной характеристики тепловой сети с учетом тепловых сетей, принимаемых на баланс и отключаемых в течение расчетного периода.

6 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в непроходных каналах

6.1 Исходные данные для расчета

Исходными данными для расчета являются:

а) конструктивные и режимные характеристики трубопроводов (определяются по проектной документации) и коэффициенты K для испытанных трубопроводов. При прокладке в непроходном канале n -го количества трубопроводов в расчетных формулах учитываются соответствующие значения K , q_n , t ;

б) конструктивные характеристики канала (определяются по проектной документации). При отсутствии проектной документации конструкцию канала можно определять по данным, приведенным в приложениях Д и Е;

в) заглубление канала (определяется из проектной документации);

г) коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр}$, Вт/м°С (определяется в соответствии с [4] в зависимости от классификации грунтов по их влажности, плотности и виду). При отсутствии сведений о грунте коэффициент теплопроводности грунта может быть принят равным:

- 1) для маловлажных грунтов – 1,2;
- 2) для грунтов средней влажности – 1,8;

3) для сильновлажных грунтов – 2,3.

Исходные данные сводятся в таблицы К.8 и К.11.

6.2 Одноточечный канал

6.2.1 Определение нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения

6.2.1.1 Термическое сопротивление грунта $R_{гр}^k$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{гр}^k = \frac{\ln \left[3,5 \cdot \frac{H}{h} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^{0,25} \right]}{\left(5,7 + 0,5 \cdot \frac{b}{h} \right) \cdot \lambda_{гр}}, \quad (6.1)$$

где H – расчетное заглубление канала от поверхности земли до оси канала, м;

h – высота канала, м;

b – ширина канала, м.

Расчетное заглубление канала от поверхности грунта до оси канала H , м, вычисляют по формуле

$$H = H_k + \delta_{пер} + \frac{h}{2}, \quad (6.2)$$

где H_k – расстояние от поверхности грунта до перекрытия канала, м;

$\delta_{пер}$ – толщина перекрытия канала, м.

В случае, когда расстояние от поверхности грунта до перекрытия канала $H_k \leq 0,7$ м, вместо расчетного заглубления H принимается так называемая приведенная глубина заглубления $H_{прив}$, м, вычисляемая по формуле

$$H_{прив} = H + \frac{\lambda_{гр}}{\alpha_{пов}}, \quad (6.3)$$

где $\alpha_{пов}$ – коэффициент теплоотдачи от поверхности грунта к окружающему воздуху, принимается $\alpha_{пов} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$.

6.2.1.2 Термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха канала к его стенкам $R_{в.к}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{в.к} = \frac{1}{\pi \alpha_{в.к} \cdot \frac{2bh}{b+h}}, \quad (6.4)$$

где $\alpha_{в.к}$ – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенкам канала, принимается $\alpha_{в.к} = 11 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$.

6.2.1.3 Общее термическое сопротивление канала и грунта $R_{кан}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{кан} = R_{гр}^k + R_{в.к}. \quad (6.5)$$

6.2.1.4 Значения норм линейной плотности теплового потока для водяных тепловых сетей $q_{1н}^{подз}$, $q_{2н}^{подз}$, $q_{н}^{подз}$, $^{\circ}\text{C}/\text{м}$, и сетей горячего водоснабжения $q_{3н}^{подз}$, $q_{4н}^{подз}$, $^{\circ}\text{C}/\text{м}$, определяются отдельно для каждого трубопровода в соответствии с 5.4 (по табличным значениям в соответствии с приложением Б по расчетной температуре теплоносителя, определенной в 5.3.2).

Нормы линейной плотности теплового потока для обратного трубопровода водяных тепловых сетей $q_{2н}^{подз}$ определяются как разность между $q_{н}^{подз}$ и $q_{1н}^{подз}$.

6.2.1.5 Нормируемая температура воздуха в канале $\tau_{н(кан)}^{ср.г}$, $^{\circ}\text{C}$, при проектных температурных условиях вычисляется по формуле

$$\tau_{н(кан)}^{ср.г} = \tau_{гр.р}^{ср.г} + (K_1 \cdot q_{1н}^{подз} + K_2 \cdot q_{2н}^{подз} + K_3 \cdot q_{3н}^{подз} + K_4 \cdot q_{4н}^{подз}) \cdot R_{кан}. \quad (6.6)$$

При отсутствии результатов испытаний на тепловые потери ($K_i = 1,0$) принимается $q_{2н} = 0$.

6.2.1.6 Нормируемые термические сопротивления теплопередаче от трубопровода к воздуху канала $R_{iнорм}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формулам:

а) водяные тепловые сети:

1) подающий трубопровод:

$$R_{1\text{норм}} = \frac{t_{1\text{п}} - \tau_{\text{н(кан)}}^{\text{ср.г}}}{K_1 \cdot q_{1\text{н}}^{\text{подз}}}; \quad (6.7)$$

2) обратный трубопровод:

$$R_{2\text{норм}} = \frac{t_{2\text{п}} - \tau_{\text{н(кан)}}^{\text{ср.г}}}{K_2 \cdot q_{2\text{н}}^{\text{подз}}}. \quad (6.8)$$

При отсутствии результатов испытаний на тепловые потери $R_{2\text{норм}}$ принимается $R_{2\text{норм}} = R_{1\text{норм}}$;

б) сети горячего водоснабжения:

1) подающий трубопровод:

$$R_{3\text{норм}} = \frac{60 - \tau_{\text{н(кан)}}^{\text{ср.г}}}{K_3 \cdot q_{3\text{н}}^{\text{подз}}}; \quad (6.9)$$

2) циркуляционный трубопровод:

$$R_{4\text{норм}} = \frac{50 - \tau_{\text{н(кан)}}^{\text{ср.г}}}{K_4 \cdot q_{4\text{н}}^{\text{подз}}}. \quad (6.10)$$

Результаты расчета сводятся в таблицу К.9.

6.2.2 Определение нормируемых тепловых потерь за расчетный период

6.2.2.1 Температуру воздуха в канале при температурных параметрах, отличных от проектных, вычисляют по формулам:

– для отопительного периода:

$$\tau_{\text{кан}}^{\text{пер}} = \left(\frac{t_1^{\text{ср.пер}}}{R_{1\text{норм}}} + \frac{t_2^{\text{ср.пер}}}{R_{2\text{норм}}} + \frac{t_3^{\text{ср.пер}}}{R_{3\text{норм}}} + \frac{t_4^{\text{ср.пер}}}{R_{4\text{норм}}} + \frac{\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{R_{\text{кан}}} \right) / \left(\frac{1}{R_{1\text{норм}}} + \frac{1}{R_{2\text{норм}}} + \frac{1}{R_{3\text{норм}}} + \frac{1}{R_{4\text{норм}}} + \frac{1}{R_{\text{кан}}} \right); \quad (6.11)$$

– для межотопительного периода:

$$\tau_{\text{кан}}^{\text{пер}} = \left(\frac{t_3^{\text{ср.пер}}}{R_{3\text{норм}}} + \frac{t_4^{\text{ср.пер}}}{R_{4\text{норм}}} + \frac{\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{R_{\text{кан}}} \right) / \left(\frac{1}{R_{3\text{норм}}} + \frac{1}{R_{4\text{норм}}} + \frac{1}{R_{\text{кан}}} \right), \quad (6.12)$$

где $\tau_{\text{кан}}^{\text{пер}}$ – средняя температура воздуха в канале за расчетный период, °С;

$t_3^{\text{ср.пер}}$ – средняя температура воды в подающем трубопроводе горячего водоснабжения за рассматриваемый расчетный период, °С;

$t_4^{\text{ср.пер}}$ – средняя температура воды в циркуляционном трубопроводе горячего водоснабжения за рассматриваемый расчетный период, °С.

6.2.2.2 Нормируемую плотность теплового потока за расчетный период $q_{i\text{норм}}^{\text{пер}}$, Вт/м, для каждого трубопровода вычисляют по формуле

$$q_{i\text{норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_i^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан}}^{\text{пер}}}{R_{i\text{норм}}}. \quad (6.13)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.10.

6.2.3 Определение нормируемых тепловых потерь участка тепловой сети за расчетный период

Нормируемые тепловые потери на участке $Q_{i\text{норм}}^{\text{пер}}$, ГДж, для каждого трубопровода вычисляют по формуле

$$Q_{i\text{норм}}^{\text{пер}} = 3,6q_{i\text{норм}}^{\text{пер}}\beta LZ^{\text{пер}}10^{-6}. \quad (6.14)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.10.

6.3 Двухъячейковый непроходной канал

6.3.1 Определение нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при проектных температурных условиях

В одной секции канала располагаются подающий и обратный трубопроводы водяной тепловой сети, во второй – подающий трубопровод горячего водоснабжения и циркуляционный.

В рассматриваемом случае в каждой секции канала установится своя температура воздуха $\tau_{н.кан \langle 1 \rangle}$ и $\tau_{н.кан \langle 2 \rangle}$, а между секциями будет иметь место теплообмен с тепловым потоком через стенки, разделяющие секции канала $q_{н.ст}$, который следует учитывать.

Основной поток тепловых потерь, проходящий через каждую секцию, идет не по всему внутреннему периметру канала $P = 2 \cdot (h + b)$, а через внешнюю боковую стенку, перекрытие и днище, т.е. по неполному внутреннему периметру P_h , м, и вычисляется по формуле

$$P_h = h + 2b. \quad (6.15)$$

Поэтому расчет внешних тепловых потерь проводится для канала с уменьшенным коэффициентом теплопередачи, и это уменьшение будет в отношении

$$\frac{P_h}{P} = \frac{h + 2b}{2 \cdot (h + b)}. \quad (6.16)$$

Определяются величины $R_{кан} = R_{гр}^k + R_{в.к}$ для каждой секции по формулам (6.1) – (6.4).

Приведенные термические сопротивления канала каждой секции (на 1 пог. м канала) $R_{кан}^{прив}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{кан \langle i \rangle}^{прив} = R_{кан} \cdot \frac{P}{P_h}. \quad (6.17)$$

Термическое сопротивление теплопередаче стенок между секциями канала (на 1 пог. м канала) $R_{ст}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{ст} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{в.к}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \right)}{h}, \quad (6.18)$$

где $\delta_{ст}$ – толщина стенки канала, м;

$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности стенки канала. С достаточной степенью точности можно принять $\lambda_{ст} = 1,28 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$.

Тепловой поток через стенки, разделяющие секции канала $q_{н.ст}$, $\text{Вт}/\text{м}$, вычисляют по формуле

$$q_{н.ст} = \frac{(K_1 q_{1н}^{подз} + K_2 q_{2н}^{подз}) \cdot R_{кан \langle 1 \rangle}^{прив} - (K_3 q_{3н}^{подз} + K_4 q_{4н}^{подз}) \cdot R_{кан \langle 2 \rangle}^{прив}}{R_{кан \langle 1 \rangle}^{прив} + R_{кан \langle 2 \rangle}^{прив} + R_{ст}}. \quad (6.19)$$

При отсутствии результатов испытаний на тепловые потери ($K_i = 1,0$) принимается $q_{2н} = 0$.

В качестве норм линейной плотности теплового потока трубопроводов подставляются их нормативные значения, определенные в соответствии с 6.2.1.4.

Приближенное значение нормируемой температуры воздуха в каждой секции канала при проектных температурных условиях $\tau_{н.кан \langle 1 \rangle}$ и $\tau_{н.кан \langle 2 \rangle}$, $^{\circ}\text{C}$, вычисляют по формулам:

– для секции с трубопроводами водяных тепловых сетей (секция 1):

$$\tau_{н.кан \langle 1 \rangle} = \tau_{гр.р}^{ср.г} + (K_1 q_{1н}^{подз} + K_2 q_{2н}^{подз} - q_{н.ст}) \cdot R_{кан \langle 1 \rangle}^{прив}. \quad (6.20)$$

При отсутствии результатов испытаний на тепловые потери ($K_i = 1,0$) принимается $q_{2н} = 0$;

– для секции с подающим трубопроводом горячего водоснабжения и циркуляционным (секция 2):

$$\tau_{н.кан \langle 2 \rangle} = \tau_{гр.р}^{ср.г} + (K_3 q_{3н}^{подз} + K_4 q_{4н}^{подз} + q_{н.ст}) \cdot R_{кан \langle 2 \rangle}^{прив}. \quad (6.21)$$

Нормируемые термические сопротивления теплопередаче от трубопровода к воздуху секции канала $R_{i \text{ норм} \langle i \rangle}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, при проектных температурных условиях вычисляют по формулам:

а) водяные тепловые сети (секция 1):

1) подающий трубопровод:

$$R_{1 \text{ норм «1»}} = \frac{t_{1p} - \tau_{\text{н.кан «1»}}}{K_1 q_{1\text{н}}^{\text{подз}}}; \quad (6.22)$$

2) обратный трубопровод:

$$R_{2 \text{ норм «1»}} = \frac{t_{2p} - \tau_{\text{н.кан «1»}}}{K_2 q_{2\text{н}}^{\text{подз}}}. \quad (6.23)$$

При отсутствии результатов испытаний на тепловые потери принимается $R_{2\text{норм}} = R_{1\text{норм}}$;

б) сети горячего водоснабжения (секция 2):

1) подающий трубопровод:

$$R_{3 \text{ норм «2»}} = \frac{60 - \tau_{\text{н.кан «2»}}}{K_3 q_{3\text{н}}^{\text{подз}}}; \quad (6.24)$$

2) циркуляционный трубопровод:

$$R_{4 \text{ норм «2»}} = \frac{50 - \tau_{\text{н.кан «2»}}}{K_4 q_{4\text{н}}^{\text{подз}}}. \quad (6.25)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.12.

6.3.2 Определение нормируемых тепловых потерь за расчетный период при температурных параметрах, отличных от проектных значений

Тепловой поток через стенки, разделяющие секции канала $q_{\text{ст}}^{\text{пер}}$, Вт/м, вычисляются по формуле

$$q_{\text{ст}}^{\text{пер}} = \frac{\left(\frac{A}{a} - \frac{J}{j}\right)}{R_{\text{ст}} + \frac{R_{\text{кан «1»}}^{\text{прив}}}{a} + \frac{R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}}}{j}}, \quad (6.26)$$

где

$$A = \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «1»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_1^{\text{ср.пер}}}{R_{1 \text{ норм «1»}} + \frac{t_2^{\text{ср.пер}}}{R_{2 \text{ норм «1»}}}\right);$$

$$J = \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_3^{\text{ср.пер}}}{R_{3 \text{ норм «2»}} + \frac{t_4^{\text{ср.пер}}}{R_{4 \text{ норм «2»}}}\right);$$

$$a = 1 + R_{\text{кан «1»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{1}{R_{1 \text{ норм «1»}} + \frac{1}{R_{2 \text{ норм «1»}}}\right);$$

$$j = 1 + R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{1}{R_{3 \text{ норм «2»}} + \frac{1}{R_{4 \text{ норм «2»}}}\right).$$

Температуры воздуха в секциях канала $\tau_{\text{кан «i»}}^{\text{пер}}$, °С, вычисляются по формулам:

$$\tau_{\text{кан «1»}}^{\text{пер}} = \left(\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «1»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_1^{\text{ср.пер}}}{R_{1 \text{ норм «1»}} + \frac{t_2^{\text{ср.пер}}}{R_{2 \text{ норм «1»}} - q_{\text{ст}}^{\text{пер}}}\right)\right)/a, \quad (6.27)$$

$$\tau_{\text{кан «2»}}^{\text{пер}} = \left(\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_3^{\text{ср.пер}}}{R_{3 \text{ норм «2»}} + \frac{t_4^{\text{ср.пер}}}{R_{4 \text{ норм «2»}} + q_{\text{ст}}^{\text{пер}}}\right)\right)/j. \quad (6.28)$$

Нормируемую плотность теплового потока за расчетный период $q_{1 \text{ норм}}^{\text{пер}}$, Вт/м, вычисляются по формулам:

а) водяные тепловые сети:

1) подающий трубопровод:

$$q_{1 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_1^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан «1»}}^{\text{пер}}}{R_{1 \text{ норм «1»}}}; \quad (6.29)$$

2) обратный трубопровод:

$$Q_{2 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_{2 \text{ ср.пер}} - \tau_{\text{кан «1»}}^{\text{пер}}}{R_{2 \text{ норм «1»}}}; \quad (6.30)$$

б) сети горячего водоснабжения:

1) подающий трубопровод:

$$Q_{3 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_{3 \text{ ср.пер}} - \tau_{\text{кан «2»}}^{\text{пер}}}{R_{3 \text{ норм «2»}}}; \quad (6.31)$$

2) циркуляционный трубопровод:

$$Q_{4 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_{4 \text{ ср.пер}} - \tau_{\text{кан «2»}}^{\text{пер}}}{R_{4 \text{ норм «2»}}}. \quad (6.32)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.13.

6.3.3 Определение нормируемых тепловых потерь участка тепловой сети за расчетный период

Нормируемые тепловые потери на участке $Q_{i \text{ норм}}^{\text{пер}}$, ГДж, для каждого трубопровода вычисляются по формуле

$$Q_{i \text{ норм}}^{\text{пер}} = 3,6q_{i \text{ норм}}^{\text{пер}} \beta L Z^{\text{пер}} 10^{-6}. \quad (6.33)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.13.

6.3.4 Определение нормируемых тепловых потерь при отключении трубопроводов водяных тепловых сетей

При отключении трубопроводов водяных тепловых сетей (межотопительный период) расчет тепловых потерь производится в следующем порядке:

– тепловой поток через стенки, разделяющие секции канала $q_{\text{ст}}^{\text{пер}}$, Вт/м, вычисляются по формуле

$$q_{\text{ст}}^{\text{пер}} = \frac{\frac{j}{j} - \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}}{R_{\text{ст}} + R_{\text{кан «1»}}^{\text{прив}} + \frac{R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}}}{j}}; \quad (6.34)$$

– температуры воздуха в секциях канала $\tau_{\text{кан «i»}}^{\text{пер}}$, °С, вычисляются по формуле

$$\tau_{\text{кан «2»}}^{\text{пер}} = \left(\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_{3 \text{ ср.пер}}}{R_{3 \text{ норм «2»}}} + \frac{t_{4 \text{ ср.пер}}}{R_{4 \text{ норм «2»}}} - q_{\text{ст}}^{\text{пер}} \right) \right) / j. \quad (6.35)$$

Дальнейший расчет производится в соответствии с формулами (6.31)–(6.33).

Результаты расчета заносятся в таблицу К.13.

7 Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя и нормативного расхода воды на подпитку

7.1 Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в водяных тепловых сетях

7.1.1 Нормирование значения утечки теплоносителя в водяных тепловых сетях

Среднегодовые значения нормативной утечки теплоносителя в водяных тепловых сетях не должны превышать 0,25 % в час среднегодового **расчетного** объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения (за исключением систем горячего водоснабжения, присоединенных через водоподогреватели).

Среднегодовой расчетный объем воды $V_{\text{р}}^{\text{ср.г}}$, м³, вычисляются по формуле

$$V_{\text{р}}^{\text{ср.г}} = \frac{V_{\text{р}}^{\text{от}} Z^{\text{от}} + V_{\text{р}}^{\text{л}} Z^{\text{л}}}{Z^{\text{год}}}, \quad (7.1)$$

ТКП 642-XXXX

где V_p^{OT} – расчетный объем сетевой воды в системе теплоснабжения в отопительный период, м³;
 V_p^L – расчетный объем сетевой воды в системе теплоснабжения в межотопительный период, м³;
 Z^{OT} – календарное число часов отопительного периода за рассматриваемый год, час;
 Z^L – календарное число часов межотопительного периода за рассматриваемый год, час;
 $Z^{год}$ – календарное число часов за рассматриваемый год, час.

Сезонная норма утечки теплоносителя устанавливается в пределах среднегодового значения и определяется из баланса:

$$\sum_{i=1}^z \gamma^{OT} V_{pi}^{OT} Z_i^{OT} + \sum_{i=1}^z \gamma^L V_{pi}^L Z_i^L = 0,25 V_p^{CD.G} Z^{год}, \quad (7.2)$$

где z – количество месяцев, шт.;

γ^{OT} – норма утечки сетевой воды в отопительный период, %;

γ^L – норма утечки сетевой воды в межотопительный период, %.

При этом норма утечки для межотопительного периода γ^L не должна превышать 0,25 %.

7.1.2 Определение расчетного объема воды в трубопроводах тепловой сети и системах теплотребления

7.1.2.1 Расчетный объем воды в трубопроводах тепловой сети $V_{p,тр}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_{p,тр} = M_э V_{тр} = (1 + K_c) \cdot m V_{тр}, \quad (7.3)$$

где $M_э$ – поправочный коэффициент к фактическому объему воды в трубопроводах;

$V_{тр}$ – фактический объем воды в трубопроводах, м³; $V_{тр} = 0,25 \pi L D_{вн}^2$;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

L – длина трубопровода, м;

K_c – коэффициент, учитывающий старение (утрату ресурса) трубопровода;

m – коэффициент, учитывающий насыщенность арматурой участка тепловой сети, условия обслуживания и возможность обнаружения утечки;

$$K_c = 3 \cdot \left(\frac{n}{\delta / \Pi} \right)^{2,6}, \quad (7.4)$$

где n – срок эксплуатации трубопровода, год;

δ – нормативная толщина стенки трубопровода, мм;

Π – средняя скорость наружной коррозии, мм/год.

Для ГПИ- и ГСИ-трубопроводов K_c равен нулю.

При $K_c > 3$ следует подставлять в формулу (7.3) $K_c = 3$.

Значения m и Π приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Группа участков тепловой сети	m	П, мм/год
Группа I. Трубопроводы, предварительно термоизолированные пенополиуретаном, в полиэтиленовой оболочке, всех способов прокладки: – ПИ-трубопроводы – ГПИ- и ГСИ-трубопроводы	0,15 0,15	0,03 –
Группа II. Тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным после 1 января 1997 г. (всех способов прокладки, кроме ПИ-, ГПИ- и ГСИ-трубопроводов)	0,30	0,03
Группа III. Прокладка на открытом воздухе, в тоннелях (проходных каналах), помещениях (технических подпольях)	0,30	0,07
Группа IV. Подземная прокладка: а) $d_y 250-1\ 400$ мм: 1) канальная 2) бесканальная б) $d_y < 250$ мм: 1) канальная 2) бесканальная	0,85 1,00 1,00 1,15	0,10 0,20 0,10 0,20
Сети горячего водоснабжения: Группа V. Трубопроводы, предварительно термоизолированные пенополиуретаном, в полиэтиленовой оболочке, всех способов прокладки: – ПИ-трубопроводы – ГПИ- и ГСИ-трубопроводы	0,15 0,15	0,07 –
Группа VI. Сети горячего водоснабжения, сооруженные по проектам, выполненным после 1 января 1997 г. (всех способов прокладки, кроме ПИ-, ГПИ- и ГСИ-трубопроводов)	0,30	0,07
Группа VII. Прокладка на открытом воздухе, в тоннелях (проходных каналах), помещениях (технических подпольях)	0,30	0,10
Группа VIII. Подземная прокладка: – канальная – бесканальная	1,00 1,15	0,15 0,25

7.1.2.2 Расчетный объем воды в системах теплоснабжения с отопительно-вентиляционной нагрузкой $V_{р.потр}^{ов}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_{р.потр}^{ов} = 0,3Q_{ов}v, \quad (7.5)$$

где 0,3 – поправочный коэффициент к фактическому объему воды в системе теплоснабжения с отопительно-вентиляционной нагрузкой;

$Q_{ов}$ – мощность системы теплоснабжения, МВт;

v – удельный объем воды на единицу мощности системы теплоснабжения, м³/МВт.

Значения v – в соответствии с приложением Л.

7.1.2.3 Расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения $V_{р.потр}^{ГВ}$, м³, объектов жилищно-коммунального сектора и административно-бытовых зданий как для открытой, так и для закрытой системы теплоснабжения вычисляют по формуле

$$V_{р.потр}^{ГВ} = 0,3 \cdot 0,6 Q_{ГВ} = 0,18 Q_{ГВ}, \quad (7.6)$$

где 0,3 – поправочный коэффициент к фактическому объему воды в системе теплоснабжения с нагрузкой горячего водоснабжения;

0,6 – удельный объем воды на единицу мощности системы горячего водоснабжения, м³/МВт;

$Q_{ГВ}$ – максимально-часовая нагрузка системы горячего водоснабжения, МВт.

7.1.2.4 Расчетные объемы в трубопроводах и системах теплоснабжения, принимаемых на баланс, выводимых в ремонт и выводимых из эксплуатации за расчетный период, $V_{р.тр(потр)}^{б(рем,отк)}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_{р.тр(потр)}^{б(рем,отк)} = \frac{V_p^{б(рем,отк)} \cdot Z_{б(рем,отк)}}{Z_{пер}}, \quad (7.7)$$

где $V_p^{б(рем,отк)}$ – расчетный объем воды в трубопроводах и системах теплоснабжения, принимаемых на баланс, выводимых в ремонт и выводимых из эксплуатации, м³;

$Z_{б(рем,отк)}$ – время работы (при принятии на баланс) и время отключения (при выводе в ремонт и выводе из эксплуатации) за рассматриваемый период, час.

Результаты расчета заносятся в таблицы К.14–К.21.

7.1.3 Определение расчетного объема воды в системе теплоснабжения для рассматриваемого расчетного периода

7.1.3.1 Расчетный объем воды в системе теплоснабжения в отопительный период $V_p^{от}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_p^{от} = V_{р.тр}^{пер.от} + V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от} = \left(V_{р.тр}^{от} + V_{р.тр}^{от б} - V_{р.тр}^{от(л)отк} \right) + \left(V_{р.потр}^{ов} + V_{р.потр}^{ов б} + V_{р.потр}^{гв.ос} + V_{р.потр}^{гв.ос б} - V_{р.потр}^{ов.отк} \right), \quad (7.8)$$

где $V_{р.тр}^{пер.от}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в отопительный период (на балансе), за расчетный период, м³;

$V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от}$ – расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период, м³;

$V_{р.тр}^{от}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в отопительный период (на балансе), м³;

$V_{р.тр}^{от б}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся в эксплуатации в отопительный период, м³;

$V_{р.тр}^{от(л)отк}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, выводимых из эксплуатации в отопительный и (или) межотопительный периоды, м³;

$V_{р.потр}^{ов}$ – расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся в эксплуатации (на балансе), м³;

$V_{р.потр}^{ов б}$ – расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), м³;

$V_{р.потр}^{гв.ос}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), м³;

$V_{р.потр}^{гв.ос б}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), м³.

$V_{р.потр}^{ов.отк}$ – расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, выводимых из эксплуатации, м³;

7.1.3.2 Расчетный объем воды в системе теплоснабжения в межотопительный период $V_p^л$, м³, вы-

числяют по формуле

$$\begin{aligned}
 V_p^l &= V_{p.tr}^{пер.л} + V_{p.потр}^{гв.ос.пер.л} + (V_{p.tr}^{от.пер.л изб} + V_{p.потр}^{ов.пер.л изб}) = \\
 &= (V_{p.tr}^l + V_{p.tr}^б - V_{p.tr}^{рем} - V_{p.tr}^{от(л)отк}) + (V_{p.потр}^{гв.ос} + V_{p.потр}^{гв.ос б} - V_{p.потр}^{гв.ос рем} - V_{p.потр}^{гв.ос отк}) + \\
 &\quad + [(V_{p.tr}^{от изб} + V_{p.tr}^{от изб.б} - V_{p.tr}^{от изб.б.рем} - V_{p.tr}^{от изб.рем} - V_{p.tr}^{от изб.отк}) + \\
 &\quad + (V_{p.потр}^{ов изб} + V_{p.потр}^{ов изб.б} - V_{p.потр}^{ов изб.б.рем} - V_{p.потр}^{ов изб.рем} - V_{p.потр}^{ов изб.отк})], \quad (7.9)
 \end{aligned}$$

- где
- $V_{p.tr}^{пер.л}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в межотопительный период (на балансе), за расчетный период, м³;
 - $V_{p.потр}^{гв.ос.пер.л}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период, м³;
 - $V_{p.tr}^{от.пер.л изб}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период за расчетный период, м³;
 - $V_{p.потр}^{ов.пер.л изб}$ – расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период за расчетный период, м³;
 - $V_{p.tr}^l$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в межотопительный период (на балансе), м³;
 - $V_{p.tr}^б$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся в эксплуатации в межотопительный период, м³;
 - $V_{p.tr}^{рем}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, выводимых в ремонт в межотопительный период, м³;
 - $V_{p.потр}^{гв.ос рем}$ – расчетный объем сетевой воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, выводимых в ремонт, м³;
 - $V_{p.потр}^{гв.ос отк}$ – расчетный объем сетевой воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, выводимых из эксплуатации, м³;
 - $V_{p.tr}^{от изб}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м³;
 - $V_{p.tr}^{от изб.б}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся в эксплуатации в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м³;
 - $V_{p.tr}^{от изб.б.рем}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся в эксплуатации в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых в ремонт, м³;
 - $V_{p.tr}^{от изб.рем}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых в ремонт, м³;
 - $V_{p.tr}^{от изб.отк}$ – расчетный объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых из эксплуатации, м³;
 - $V_{p.потр}^{ов изб}$ – расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м³;

$V_{р.потр}^{ов изб.б}$	– расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.б.рем}$	– расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых в ремонт, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.рем}$	– расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых в ремонт, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.отк}$	– расчетный объем сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимых из эксплуатации, м ³ .

Результаты расчета заносятся в таблицы К.22 и К.23.

7.1.4 Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя

7.1.4.1 Часовой расход воды с нормативной утечкой для расчетного периода $G_{н.ут.}^{пер}$, м³/ч, вычисляются по формулам:

а) для отопительного периода:

1) трубопроводы водяных тепловых сетей:

$$G_{н.ут.тр}^{пер.от} = \gamma_{от} V_{р.тр}^{пер.от} \cdot 10^{-2}; \quad (7.10)$$

2) системы теплоснабжения и системы горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения:

$$G_{н.ут.потр}^{ов,гв.ос.пер.от} = \gamma_{от} V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от} \cdot 10^{-2}; \quad (7.11)$$

б) для межотопительного периода:

1) трубопроводы водяных тепловых сетей:

$$G_{н.ут.тр}^{пер.л} = \gamma^л V_{р.тр}^{пер.л} \cdot 10^{-2}; \quad (7.12)$$

2) системы горячего водоснабжения в открытой системе теплоснабжения:

$$G_{н.ут.потр}^{гв.ос.пер.л} = \gamma^л V_{р.потр}^{гв.ос.пер.л} \cdot 10^{-2}; \quad (7.13)$$

3) трубопроводы водяных тепловых сетей, работающие только в отопительный период, и системы теплоснабжения с отопительно-вентиляционной нагрузкой, находящиеся под избыточным давлением:

$$G_{н.ут}^{пер.л изб} = \gamma^л \cdot (V_{р.тр}^{от пер.л изб} + V_{р.потр}^{ов.пер.л изб}) \cdot 10^{-2}. \quad (7.14)$$

В случае работы водяной тепловой сети в рассматриваемый расчетный период частично в режиме отопительного, а частично межотопительного периода нормативная часовая утечка определяется отдельно для каждого из периодов.

Результаты расчета заносятся в таблицу К.24.

7.1.4.2 Нормируемые тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения за расчетный период $Q_{ут}^{пер}$, ГДж, вычисляются по формулам:

– для отопительного периода:

$$Q_{ут}^{пер} = CZ^{пер} \cdot \left[G_{н.ут.тр}^{пер.от} \rho_{т.тр}^{ср} \cdot (0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер} - \tau_{хи}^{ср.пер}) + G_{н.ут.потр}^{ов,гв.ос.пер.от} \rho_{т.потр}^{ср} \cdot (0,5 \cdot (t_1^{ср.пер} + t_2^{ср.пер}) - \tau_{хи}^{ср.пер}) \right] \cdot 10^{-6}; \quad (7.15)$$

– для межотопительного периода:

$$Q_{ут}^{пер} = CZ^{пер} \cdot \left[G_{н.ут.тр}^{пер.л} \rho_{т.тр}^{ср} \cdot (0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер} - \tau_{хи}^{ср.пер}) + G_{н.ут}^{пер.л изб} \rho_{т.изб}^{ср} \cdot (t_{изб}^{ср.пер} - \tau_{хи}^{ср.пер}) + \right]$$

$$+G_{\text{н.ут.потр}}^{\text{гв.ос.перл}} \rho_{\text{потр}}^{\text{ср}} \cdot (0,5 \cdot (t_1^{\text{ср.пер}} + t_2^{\text{ср.пер}}) - t_{\text{хи}}^{\text{ср.пер}}) \cdot 10^{-6}, \quad (7.16)$$

- где C – теплоемкость воды, $C = 4,187$ кДж/кг $^{\circ}$ С;
- $\rho_{\text{тр}}^{\text{ср}}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из трубопроводов водяных тепловых сетей, находящихся под циркуляцией, при температуре утечки из трубопроводов $t_{\text{тр}}^{\text{ср.пер}}$, $^{\circ}$ С, определяемой из выражения $t_{\text{тр}}^{\text{ср.пер}} = 0,75t_1^{\text{ср.пер}} + 0,25t_2^{\text{ср.пер}}$;
- $t_{\text{хи}}^{\text{ср.пер}}$ – средняя температура воды холодного источника за расчетный период, $^{\circ}$ С (При отсутствии данных принимается в отопительный период равной 5 $^{\circ}$ С, в неотапливаемый период – 15 $^{\circ}$ С);
- $\rho_{\text{потр}}^{\text{ср}}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из систем теплоснабжения при температуре утечки теплоносителя из систем теплоснабжения $t_{\text{потр}}^{\text{ср.пер}}$, $^{\circ}$ С, определяемой из выражения $t_{\text{потр}}^{\text{ср.пер}} = 0,5 \cdot (t_1^{\text{ср.пер}} + t_2^{\text{ср.пер}})$;
- $\rho_{\text{изб}}^{\text{ср}}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из трубопроводов водяных тепловых сетей и систем теплоснабжения, находящихся под избыточным давлением, при температуре утечки $t_{\text{изб}}^{\text{ср.пер}}$, $^{\circ}$ С.

Температура воды с нормативной утечкой из трубопроводов водяных тепловых сетей и систем теплоснабжения, находящихся под избыточным давлением, $t_{\text{изб}}^{\text{ср.пер}}$ принимается равной либо $t_1^{\text{ср.пер}}$, либо $t_2^{\text{ср.пер}}$, в зависимости от того, из какого трубопровода происходит подпитка.

Тепловые потери с нормативной утечкой в водяных тепловых сетях и системах теплоснабжения рассчитываются субъектами системы теплоснабжения в соответствии с их балансовой принадлежностью.

Результаты расчета заносятся в таблицу К.24.

7.1.5 Определение годовых нормируемых прогнозируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя

7.1.5.1 При расчете нормируемых прогнозируемых тепловых потерь среднемесячные температуры теплоносителя принимаются в соответствии с утвержденным в соответствующем порядке температурным графиком отпуска тепла. Температура холодного источника принимается как многолетняя из статистических данных по источнику теплоснабжения. При отсутствии данных принимается в отопительный период равной 5 $^{\circ}$ С, в неотапливаемый период – 15 $^{\circ}$ С.

7.1.5.1 Годовые нормируемые прогнозируемые тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя определяются как сумма месячных потерь.

Результаты расчета заносятся в таблицу К.24.

7.2 Нормирование эксплуатационного расхода воды на подпитку

7.2.1 Нормируемое эксплуатационное значение расхода на подпитку $G_{\text{подп}}$, м 3 /ч, устанавливается как сумма нормативной утечки $G_{\text{н.ут}}$ и непрерывных технологических расходов $G_{\text{тех.рас}}$ (технологических сливов, расхода на сальниковые уплотнения насосов, технологические расходы на прочие устройства (например - самопромывной фильтр сетевой воды), на пробоотборники):

$$G_{\text{подп}} = G_{\text{н.ут}} + G_{\text{тех.рас}} \quad (7.17)$$

7.2.2 Расчет нормативного расхода воды, связанного с нормативной утечкой теплоносителя из системы теплоснабжения, производится в соответствии с 7.1.

7.2.3 Непрерывный технологический расход $G_{\text{тех.рас}}$, м 3 /ч, вычисляются по формуле

$$G_{\text{тех.рас}} = q^{\text{непр}} n^{\text{непр}}, \quad (7.18)$$

- где $q^{\text{непр}}$ – непрерывный нормируемый расход сетевой воды через элементы оборудования, м 3 /ч;
 $n^{\text{непр}}$ – количество оборудования, находящегося в работе, шт.

Численные значения $q^{\text{непр}}$ приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Источник расхода сетевой воды	Численная величина $q^{непр}$, м ³ /ч
Сальниковые уплотнения сетевых насосов производительностью, м ³ /ч:	
– 2500 и выше	0,08
– от 1250 до 2500	0,04
– от 800 до 1250	0,03
– от 400 до 800	0,02
– менее 400	0,01
Гидравлические регуляторы, работающие по сливной схеме РД-3	0,03
Пробоотборники котлов, сетевой, подпиточной воды	0,025
Технологические расходы на прочие устройства (например - самопромывной фильтр сетевой воды и т.д.)	в соответствии с технической документацией

7.3 Расчет эксплуатационных тепловых потерь с утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения

7.3.1 Расход воды с утечкой за расчетный период $G_{ут}^{\phi}$, м³/период, вычисляют по формуле

$$G_{ут}^{\phi} = G_{подп}^{\phi} - G_{пр.рас} \quad (7.19)$$

где $G_{подп}^{\phi}$ – фактический расход воды на подпитку системы теплоснабжения за расчетный период, м³/период;

$G_{пр.рас}$ – производственный расход воды за расчетный период, м³/период.

7.3.2 Производственный расход воды определяют в соответствии с 4.13 и 7.2.

7.3.3 Фактические тепловые потери с утечкой $Q_{ут}^{\phi.пер}$, ГДж, вычисляют по формулам:

– для отопительного периода:

$$Q_{ут}^{\phi.пер} = CZ^{пер} \cdot \left[V_{р.тр}^{отн} G_{ут}^{\phi} \rho_{т.ср} \cdot (0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) + V_{р.потр}^{отн} G_{ут}^{\phi} \rho_{т.ср} \cdot (0,5 \cdot (t_1^{ср.пер} + t_2^{ср.пер}) - \tau_{х.и}^{ср.пер}) \right] \cdot 10^{-6}; \quad (7.20)$$

– для межотопительного периода:

$$Q_{ут}^{\phi.пер} = CZ^{пер} \cdot \left[V_{р.тр}^{отн} G_{ут}^{\phi} \rho_{т.ср} \cdot (0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) + V_{р}^{отн.изб} G_{ут}^{\phi} \rho_{т.ср} \cdot (t_{изб}^{ср.пер} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) + V_{р.потр}^{гв.ос.отн} G_{ут}^{\phi} \rho_{т.ср} \cdot (0,5 \cdot (t_1^{ср.пер} + t_2^{ср.пер}) - \tau_{х.и}^{ср.пер}) \right] \cdot 10^{-6}, \quad (7.21)$$

где $V_{р.тр}^{отн}$ – отношение расчетного объема воды в трубопроводах водяных тепловых сетей к суммарному расчетному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период;

$V_{р.потр}^{отн}$ – отношение расчетного объема воды в системах теплоснабжения к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период;

$V_{р}^{отн.изб}$ – отношение расчетного объема воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, и систем теплоснабжения с отопительно-вентиляционной нагрузкой, находящихся под избыточным давлением, к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период;

$V_{р.потр}^{гв.ос.отн}$ – отношение расчетных объемов воды в системе горячего водоснабжения в открытой системе теплоснабжения к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за

расчетный период.

Тепловые потери с фактической утечкой в водяных тепловых сетях и системах теплоснабжения субъектов системы теплоснабжения рассчитываются в соответствии с их балансовой принадлежностью энергоснабжающей организацией либо оптовым потребителем - перепродавцом либо организацией, осуществляющей передачу тепловой энергии.

7.4 Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения

7.4.1 Значение нормативной утечки теплоносителя в сетях горячего водоснабжения не должно превышать в час 0,25 % суммы расчетного объема воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения и присоединенных к ним системах горячего водоснабжения.

7.4.2 Порядок определения объема воды в трубопроводах и системах горячего водоснабжения потребителей – в соответствии с 7.1.2.

Результаты расчета заносятся в таблицы К.14–К.21.

7.4.3 Расчетный объем воды в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения вычисляются по формуле

$$V_{р.тр}^{гв.зс.пер} + V_{р.потр}^{гв.зс.пер} = (V_{р.тр}^{гв.зс} + V_{р.тр}^{гв.зсб} - V_{р.тр}^{гв.зсотк} - V_{р.тр}^{гв.зсрем}) + (V_{р.потр}^{гв.зс} + V_{р.потр}^{гв.зсб} - V_{р.потр}^{гв.зсрем} - V_{р.потр}^{гв.зсотк}), \quad (7.22)$$

где $V_{р.тр}^{гв.зс.пер}$ – расчетный объем воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения за расчетный период, м³;

$V_{р.потр}^{гв.зс.пер}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения за расчетный период, м³;

$V_{р.тр}^{гв.зс}$ – расчетный объем воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, м³;

$V_{р.тр}^{гв.зсб}$ – расчетный объем воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), м³;

$V_{р.тр}^{гв.зсотк}$ – расчетный объем воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, выводимых из эксплуатации, м³;

$V_{р.тр}^{гв.зсрем}$ – расчетный объем воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, выводимых в ремонт, м³;

$V_{р.потр}^{гв.зс}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, м³;

$V_{р.потр}^{гв.зсб}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), м³;

$V_{р.потр}^{гв.зсрем}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, выводимых в ремонт, м³;

$V_{р.потр}^{гв.зсотк}$ – расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, выводимых из эксплуатации, м³.

Результаты расчета заносятся в таблицы К.22 и К.25.

7.4.4 Часовой расход воды с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения для расчетного периода $G_{н.ут}^{гв.зс.пер}$, м³/ч, вычисляются по формуле

$$G_{н.ут}^{гв.зс.пер} = 0,25 \cdot (V_{р.тр}^{гв.зс.пер} + V_{р.потр}^{гв.зс.пер}) \cdot 10^{-2}. \quad (7.23)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.26.

7.4.5 Нормируемые тепловые потери с нормативной утечкой в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения $Q_{ут}^{гв.зс.пер}$, ГДж, вычисляются по формуле

$$Q_{ут}^{гв.зс.пер} = CZ_{пер} \left[G_{н.ут}^{гв.зс.пер} \cdot \rho_{т.ср} \cdot (0,5 \cdot (t_3^{ср.пер} + t_4^{ср.пер}) - t_{хи}^{ср.пер}) \right] \cdot 10^{-6}, \quad (7.24)$$

где $\rho_{t_{ГВ}^{ср}}$ – плотность воды, кг/м³, с утечкой теплоносителя при температуре утечки $t_{ГВ}^{ср.пер}$, °С, определяемой из выражения $t_{ГВ}^{ср.пер} = 0,5 \cdot (t_3^{ср.пер} + t_4^{ср.пер})$.

Результаты расчета заносятся в таблицу К.26.

8 Расчет суммарных нормируемых тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплотребления

8.1 Нормируемые тепловые потери в системе теплоснабжения $Q_{норм}^{пер}$, ГДж/период, складываются из нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов $Q_{из}^{пер}$ и с нормативной утечкой теплоносителя $Q_{ут}^{пер}$.

$$Q_{норм}^{пер} = Q_{из}^{пер} + Q_{ут}^{пер} \quad (8.1)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу К.27.

9 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов

9.1 Определение температурных условий при проектировании тепловой изоляции паропроводов и конденсатопроводов

9.1.1 За расчетную температуру окружающей среды следует принимать:

- для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, – среднюю за год ($t_{в.р}^{ср.г}$), °С;
- для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении (техническом подполье), – в соответствии с заданием на проектирование; при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха – 20 °С ($t_{пом.р}$), °С;
- для изолируемых поверхностей, расположенных в тоннеле (проходном канале), – 40 °С ($t_{тонн.р}$), °С;
- для подземной прокладки – среднюю за год на глубине заложения оси трубопроводов ($t_{гр.р}^{ср.г}$), °С.

При заглублении верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) не более чем на 0,7 м за расчетную температуру принимают температуру наружного воздуха, так же, как и при прокладке на открытом воздухе.

Климатические данные по наружному воздуху и расчетной температуре грунта следует принимать в соответствии с приложением А.

9.1.2 За расчетную температуру теплоносителя следует принимать:

- для паропроводов – максимальную температуру пара ($t_{н.п}^{ср.г}$), °С, среднюю по длине участка паропровода. Определяется расчетом при максимальном проектном потреблении пара;
- для конденсатопроводов – 100 °С.

9.2 Определение норм линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов и конденсатопроводов

9.2.1 При совместной прокладке паропровода и конденсатопровода в непроходном канале нормы линейной плотности теплового потока определяются отдельно для паропровода и конденсатопровода в соответствии с приложением М.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице М.2, на коэффициент 0,7.

Значения норм линейной плотности теплового потока для паропровода (как одиночного, так и проложенного совместно с конденсатопроводом) $q_{н.п}^{подз}$, Вт/м, определяются путем линейной интерполяции между табличными значениями норм линейной плотности теплового потока в соответствии с проектной температурой пара.

Значения норм линейной плотности теплового потока конденсатопровода $q_{н.к}^{подз}$, Вт/м, определяются:

– по табличным значениям – для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.;

– линейной интерполяцией по проектной температуре пара – для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г.

9.2.2 При прокладке паропровода и конденсатопровода на открытом воздухе нормы линейной плотности теплового потока определяются в соответствии с приложением В.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице В.3, на коэффициент 0,8.

Значения норм линейной плотности теплового потока для паропровода $q_{н.п}^{возд}$, Вт/м, определяются путем линейной интерполяции между табличными значениями норм линейной плотности теплового потока в соответствии с проектной температурой пара.

Значения норм линейной плотности теплового потока для конденсатопровода $q_{н.к}^{возд}$, Вт/м, определяются по табличными значениями норм линейной плотности теплового потока в соответствии с проектной температурой конденсата.

9.2.3 При прокладке паропровода и конденсатопровода в помещении (техническом подполье) или тоннеле (проходном канале) нормы линейной плотности теплового потока определяются в соответствии с приложением Г.

Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Г.3, на коэффициент 0,8.

Для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 2010 г., значения норм линейной плотности теплового потока при прокладке в тоннеле (техническом подполье) определены умножением норм линейной плотности теплового потока при прокладке в помещении (проходном канале) на коэффициент 0,85.

Значения норм линейной плотности теплового потока для паропровода $q_{н.п}^{пом}$ и $q_{н.п}^{тонн}$, Вт/м, определяются путем линейной интерполяции между табличными значениями норм линейной плотности теплового потока в соответствии с проектной температурой пара.

Значения норм линейной плотности теплового потока для конденсатопровода $q_{н.к}^{пом}$ и $q_{н.к}^{тонн}$, Вт/м, определяются по табличными значениями норм линейной плотности теплового потока в соответствии с проектной температурой конденсата.

9.2.4 Порядок оформления расчета нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов – в соответствии с приложением Н.

Основные характеристики трубопроводов и каналов заносятся в таблицы Н.1 и Н.2.

Проектные параметры пара и нормы линейной плотности теплового потока для паропроводов и конденсатопроводов заносятся в таблицу Н.3.

9.3 Определение нормативных термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя паропроводов и конденсатопроводов

9.3.1 Расчет нормативных термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя паропровода и конденсатопровода при совместной прокладке в непроходном канале

По формулам (6.1) – (6.5) определяются значения термических сопротивлений грунта и канала:
 $R_{кан} = R_{гр}^k + R_{в.к}$.

Температуру воздуха в канале $\tau_{норм(кан)}$, °С, при проектных температурных условиях вычисляют по формуле

$$\tau_{норм(кан)} = \tau_{гр.р}^{ср.г} + (q_{н.п}^{подз} + q_{н.к}^{подз}) \cdot R_{кан} \quad (9.1)$$

При совместной прокладке паропровода и конденсатопровода в непроходном канале норматив-

ные термические сопротивления $R_{\text{норм.п}}$ и $R_{\text{норм.к}}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляются по формулам:

$$R_{\text{норм.п}} = \frac{t_{\text{н.п}}^{\text{ср.г}} - \tau_{\text{норм(кан)}}}{q_{\text{н.п}}^{\text{подз}}}, \quad (9.2)$$

$$R_{\text{норм.к}} = \frac{100 - \tau_{\text{норм(кан)}}}{q_{\text{н.к}}^{\text{подз}}}. \quad (9.3)$$

9.3.2 Расчет нормативных термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя паропровода при прокладке на открытом воздухе, в помещении (техническом подполье) и тоннеле (проходном канале)

Расчет нормативных термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя паропровода осуществляется по формулам:

– при прокладке на открытом воздухе:

$$R_{\text{норм.п}} = \frac{t_{\text{н.п}}^{\text{ср.г}} - \tau_{\text{в.р}}^{\text{ср.г}}}{q_{\text{н.п}}^{\text{возд}}}; \quad (9.4)$$

– при прокладке в помещении (техническом подполье):

$$R_{\text{норм.п}} = \frac{t_{\text{н.п}}^{\text{ср.г}} - \tau_{\text{пом.р}}}{q_{\text{н.п}}^{\text{пом}}}; \quad (9.5)$$

– при прокладке в тоннеле (проходном канале):

$$R_{\text{норм.п}} = \frac{t_{\text{н.п}}^{\text{ср.г}} - 40}{q_{\text{н.п}}^{\text{тонн}}}. \quad (9.6)$$

Результаты расчета нормативных термических сопротивлений заносятся в таблицу Н.3.

Так же в таблицу Н.3. заносятся полученные по результатам испытаний на тепловые потери поправочные коэффициенты $K_{\text{п}}$ (для паропровода) и $K_{\text{к}}$ (для конденсатопровода).

9.4 Расчет нормируемой линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов и конденсатопроводов за расчетный период

Температура пара за расчетный период $t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}}$, $^{\circ}\text{C}$, определяется расчетом на основании данных по температуре пара и давлению пара на источнике тепла, расходу пара по потребителям в соответствии с методикой, приведенной в разделе 10.

9.4.1 Расчет нормируемой линейной плотности теплового потока для паропровода и конденсатопровода при совместной прокладке в непроходном канале

9.4.1.1 Температуру воздуха в канале $\tau_{\text{кан}}^{\text{пер}}$, $^{\circ}\text{C}$, при средних за расчетный период параметрах пара, конденсата, грунта и нормативных термических сопротивлениях вычисляют по формуле

$$\tau_{\text{кан}}^{\text{пер}} = \frac{t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}} K_{\text{п}}/R_{\text{норм.п}} + t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}} K_{\text{к}}/R_{\text{норм.к}} + \tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}}/R_{\text{кан}}}{K_{\text{п}}/R_{\text{норм.п}} + K_{\text{к}}/R_{\text{норм.к}} + 1/R_{\text{кан}}}, \quad (9.7)$$

где $t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}}$ – средняя температура конденсата за расчетный период, $^{\circ}\text{C}$.

9.4.1.2 Нормируемую линейную плотность теплового потока за расчетный период $q_{\text{п}}^{\text{пер}}$ и $q_{\text{к}}^{\text{пер}}$, $\text{Вт}/\text{м}$, вычисляют по формулам:

– для паропровода:

$$q_{\text{п}}^{\text{пер}} = \frac{(t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан}}^{\text{пер}}) \cdot K_{\text{п}}}{R_{\text{норм.п}}}; \quad (9.8)$$

– для конденсатопровода:

$$q_{\text{к}}^{\text{пер}} = \frac{(t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан}}^{\text{пер}}) \cdot K_{\text{к}}}{R_{\text{норм.к}}}. \quad (9.9)$$

9.4.2 Расчет нормируемой линейной плотности теплового потока для паропровода и конденсатопровода при прокладке на открытом воздухе

Нормируемую линейную плотность теплового потока за расчетный период вычисляют по формулам:

– для паропровода:

$$q_{\text{п}}^{\text{пер}} = \frac{(t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{в}}^{\text{пер}}) \cdot K_{\text{п}}}{R_{\text{норм.п}}}; \quad (9.10)$$

– для конденсатопровода:

$$q_{\text{к}}^{\text{пер}} = K_{\text{к}} q_{\text{н.к}}^{\text{возд}} \cdot \frac{t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{в}}^{\text{пер}}}{100 - \tau_{\text{в.р}}^{\text{ср.г}}}. \quad (9.11)$$

9.4.3 Расчет нормируемой линейной плотности теплового потока для паропровода и конденсатопровода при прокладке в помещении (техническом подполье)

Нормируемую линейную плотность теплового потока за расчетный период вычисляют по формулам:

– для паропровода:

$$q_{\text{п}}^{\text{пер}} = \frac{(t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{пом.р}}) \cdot K_{\text{п}}}{R_{\text{норм.п}}}; \quad (9.12)$$

– для конденсатопровода:

$$q_{\text{к}}^{\text{пер}} = K_{\text{к}} q_{\text{н.к}}^{\text{пом}} \cdot \frac{t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{пом.р}}}{100 - \tau_{\text{пом.р}}}. \quad (9.13)$$

9.4.4 Расчет нормируемой линейной плотности теплового потока для паропровода и конденсатопровода при прокладке в тоннеле (проходном канале)

Нормируемую линейную плотность теплового потока за расчетный период вычисляют по формулам:

– для паропровода:

$$q_{\text{п}}^{\text{пер}} = \frac{(t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{тонн.р}}) \cdot K_{\text{п}}}{R_{\text{норм.п}}}; \quad (9.14)$$

– для конденсатопровода:

$$q_{\text{к}}^{\text{пер}} = K_{\text{к}} q_{\text{н.к}}^{\text{тонн}} \cdot \frac{t_{\text{к}}^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{тонн.р}}}{100 - \tau_{\text{тонн.р}}}. \quad (9.15)$$

Результаты расчета нормируемых линейных плотностей теплового потока заносятся в таблицу Н.4.

9.5 Определение нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов за расчетный период

Значения нормируемых тепловых потерь за расчетный период $Q_{\text{норм}}^{\text{пер}}$, ГДж, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{норм}}^{\text{пер}} = 3,6 q_{\text{п(к)}}^{\text{пер}} \beta L Z^{\text{пер}} 10^{-6}. \quad (9.16)$$

Значения коэффициентов местных тепловых потерь определяют в соответствии с 5.5.2.

При расчетах должны быть внесены коррективы в исходные данные по изменению материальной характеристики паровой сети с учетом сетей, принимаемых на баланс и отключаемых в течение расчетного периода.

Результаты расчета нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов заносятся в таблицу Н.4.

9.6 Определение фактических тепловых потерь паропроводами и конденсатопроводами

9.6.1 Определение фактических тепловых потерь в результате баланса теплоэнергии, отпущенной по паропроводу и потребленной потребителями, возможно только при режимах, которые обеспечивают перегретое состояние пара по всему паропроводу, как на источнике, так и у потребителей, и при 100-процентной их оснащённости теплосчетчиками.

При этом предельная относительная погрешность определения тепловых потерь может быть

оценена на основании данных по относительной погрешности применяемых измерительных систем, количества потребителей и их доли в теплотреблении.

9.6.2 Потери тепловой энергии, затраченные на прогрев паропровода при его пуске, определяют путем замера либо на основании математической модели работы конкретного паропровода.

10 Методика расчета температуры пара в паропроводе

10.1 Исходные данные для расчета

10.1.1 Нормативные термические сопротивления основного изоляционного слоя паропровода и конденсатопровода (при совместной прокладке паропровода с конденсатопроводом в непроходном канале).

10.1.2 Нормируемые параметры пара на источнике тепла - давление $P_{нач}$, МПа, и температура $t_{нач}$, °С.

10.1.3 Нормируемая температура окружающей трубопровод среды t , °С (воздух, грунт).

10.1.4 Расход пара на потребителей D , кг/с.

10.2 Расчет температуры пара, если пар находится в перегретом состоянии

10.2.1 По $t_{нач}$ и $P_{нач}$ в первом приближении определяются удельная изобарная теплоемкость $C_p^{(1)}$, Дж/(кг°С), и плотность пара $\rho^{(1)}$, кг/м³.

10.2.2 Давление пара в конце участка в первом приближении $P_{кон}^{(1)}$, МПа, вычисляют по формуле

$$P_{кон}^{(1)} = P_{нач} - \left(0,8125 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{D^2 \lambda}{D_{вн}^5 \rho^{(1)}} \right) \cdot \left(L + \Sigma \zeta \cdot \frac{D_{вн}}{\lambda} \right), \quad (10.1)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

$\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Коэффициент гидравлического трения вычисляют по формуле

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{эКВ}}{D_{вн}} \right)^{0,25}, \quad (10.2)$$

где $K_{эКВ}$ – эквивалентная шероховатость трубы, м.

$K_{эКВ}$ принимается по результатам испытаний на гидравлические потери. При отсутствии результатов испытаний можно принимать $K_{эКВ} = 0,0002$ м.

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений величину $\Sigma \zeta \cdot D_{вн} / \lambda$ можно представить в виде αL , где α – коэффициент, учитывающий долю падения давления в местных сопротивлениях для всего участка по отношению к падению давления на трение. С достаточной степенью точности α может быть определен из таблицы 10.1.

Таблица 10.1 – Коэффициент местных потерь давления

Типы компенсаторов	Диаметр паропровода, мм	Значение коэффициента α
Сальниковые	До 1020	0,2
П-образные с гнутыми отводами	До 325	0,5
П-образные со сварными отводами	219–325	0,7
П-образные со сварными отводами	426–529	0,9
П-образные со сварными отводами	630–1020	1,2

10.2.3 По перепаду давления $\Delta P = P_{нач} - P_{кон}^{(1)}$ определяется падение температуры пара от дроссель-эффекта Δt_d , °С. Δt_d устанавливается по линии постоянной энтальпии из диаграммы i-s либо по таблицам теплофизических свойств водяного пара.

10.2.4 Температуру пара в конце участка в первом приближении $t_{\text{кон}}^{(1)}$, °С, вычисляют по формуле

$$t_{\text{кон}}^{(1)} = \tau + \frac{t_{\text{нач}} - \tau}{e^{L\beta / (R_{\text{норм.л.д}} C_p^{(1)} / K_p)} - \Delta t_{\text{д}}}, \quad (10.3)$$

где e – основание натурального логарифма, $e = 2,71828$.

Для подземной канальной прокладки температура окружающей трубопровод среды τ равна температуре воздуха в канале $\tau_{\text{кан}}$, которая определяется в соответствии с 9.4.1.1.

10.2.5 Средние значения параметров на участке:

– температура пара $t_{\text{ср}}^{(1)}$, °С:

$$t_{\text{ср}}^{(1)} = \frac{t_{\text{нач}} + t_{\text{кон}}^{(1)}}{2}; \quad (10.4)$$

– абсолютное давление $P_{\text{ср}}^{(1)}$, МПа:

$$P_{\text{ср}}^{(1)} = \frac{P_{\text{нач}} + P_{\text{кон}}^{(1)}}{2}. \quad (10.5)$$

10.2.6 По $t_{\text{ср}}^{(1)}$ и $P_{\text{ср}}^{(1)}$ во втором приближении определяются удельная изобарная теплоемкость $C_p^{(2)}$, Дж/(кг°С), и плотность пара $\rho^{(2)}$, кг/м³.

10.2.7 Давление пара в конце участка во втором приближении $P_{\text{кон}}^{(2)}$, МПа, вычисляют по формуле (10.1) с подстановкой значения $\rho^{(2)}$ вместо $\rho^{(1)}$.

10.2.8 Температуру пара в конце участка во втором приближении $t_{\text{кон}}^{(2)}$, °С, вычисляют по формуле (10.3) с подстановкой значения $C_p^{(2)}$ вместо $C_p^{(1)}$.

10.2.9 В случае если $(P_{\text{кон}}^{(2)} - P_{\text{кон}}^{(1)}) / P_{\text{кон}}^{(1)} \cdot 100\% \leq 5\%$ и $t_{\text{кон}}^{(1)} - t_{\text{кон}}^{(2)} \leq \pm 5^\circ\text{С}$, расчет завершен. В противном случае расчет повторяется с подстановкой в формулу (10.4) значения $t_{\text{кон}}^{(2)}$ вместо $t_{\text{кон}}^{(1)}$ и в формулу (10.5) значения $P_{\text{кон}}^{(2)}$ вместо $P_{\text{кон}}^{(1)}$.

10.3 Расчет параметров пара, если пар на участке становится влажным

10.3.1 Если в конце расчетного участка параметры пара соответствуют влажному пару, то методом последовательных приближений находится точка перехода пара из перегретого состояния во влажное $t_{\text{нач}}^{\text{вп}}$, °С.

10.3.2 Нормируемые тепловые потери на участке паропровода с влажным паром при температуре пара $t_{\text{нач}}^{\text{вп}}$ и температурах окружающей паропровод среды за расчетный период определяются в соответствии с разделом 9.

10.3.3 Часовые нормируемые тепловые потери на участке $Q_{\text{вп}}^{(1)}$, кДж/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{вп}}^{(1)} = 3,6q_{\text{п}}^{\text{пер}}\beta L. \quad (10.6)$$

10.3.4 Энтальпию влажного пара в конце участка $i_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$, кДж/кг, вычисляют по формуле

$$i_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)} = i_{\text{нач}}^{\text{вп}} - \frac{Q_{\text{вп}}^{(1)}}{D}, \quad (10.7)$$

где $i_{\text{нач}}^{\text{вп}}$ – энтальпия пара в начале участка, кДж/кг, равная энтальпии сухого насыщенного пара;

D – расход пара на участке, кг/ч.

10.3.5 Степень сухости пара в конце участка $X_{\text{кон}}^{(1)}$, вычисляют по формуле

$$X_{\text{кон}}^{(1)} = \frac{i_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)} - i'_{\text{кон}}}{r}, \quad (10.8)$$

где $i'_{\text{кон}}$ – энтальпия жидкости (конденсата), кДж/кг;

r – скрытая теплота парообразования при $P_{\text{нач}}^{\text{вп}}$, кДж/кг.

Значения $i'_{\text{кон}}$ и g определяют по таблицам теплофизических свойств насыщенного водяного пара по $P_{\text{нач}}^{\text{вп}}$.

10.3.6 Плотность влажного водяного пара в конце участка $\rho_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)} = \frac{\rho''_{\text{кон}} \cdot \rho'_{\text{кон}}}{X_{\text{кон}}^{(1)} \cdot (\rho'_{\text{кон}} - \rho''_{\text{кон}}) + \rho''_{\text{кон}}}, \quad (10.9)$$

где $\rho''_{\text{кон}}$ – плотность сухого насыщенного пара на линии насыщения, кг/м³;

$\rho'_{\text{кон}}$ – плотность воды на линии насыщения, кг/м³.

Значения $\rho''_{\text{кон}}$ и $\rho'_{\text{кон}}$ определяют по таблицам теплофизических свойств насыщенного водяного пара по $P_{\text{нач}}^{\text{вп}}$.

10.3.7 Среднюю плотность влажного пара на участке $\rho_{\text{ср}}^{\text{вп}(1)}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{ср}}^{\text{вп}(1)} = \frac{\rho_{\text{нач}}^{\text{вп}} + \rho_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}}{2}, \quad (10.10)$$

где $\rho_{\text{нач}}^{\text{вп}}$ – плотность пара в начале участка, определяется по $P_{\text{нач}}^{\text{вп}}$, кг/м³.

$\rho_{\text{нач}}^{\text{вп}} = \rho''_{\text{нач}}$, т.е. равна плотности сухого насыщенного пара на линии насыщения.

10.3.8 Давление влажного пара в конце участка $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$, МПа, определяют в соответствии с 10.2.2. Если $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$ отличается от $P_{\text{нач}}^{\text{вп}}$ не более чем на 5 %, расчет считается завершенным, если более чем на 5 % – расчет повторяется при средних значениях температуры и давления на участке $t_{\text{ср}}^{\text{вп}(1)}$ и $P_{\text{ср}}^{\text{вп}(1)}$.

10.3.9 Расчет считается завершенным, если $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$ и $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(2)}$ отличаются не более чем на 5%.

Приложение А

(обязательное)

Средние температуры наружного воздуха и грунта

Таблица А.1 – Средняя температура наружного воздуха и число часов отопительного и межотопительного периодов

Область, пункт	Средняя месячная, годовая и отопительная температура воздуха, °С														Число часов отопительного и межотопительного периодов в апреле и октябре, час			
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая	Отопительная	Апрель, от.	Апрель, мот.	Октябрь, мот.	Октябрь, от.
ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Езерище	-7,2	-6,3	-1,5	5,7	12,1	15,7	17,2	15,9	10,6	5,4	-0,4	-5,0	5,2	-1,5	600	120	0	744
Верхне-двинск	-6,3	-5,6	-1,0	5,8	12,3	15,7	17,3	16,2	11,0	5,7	0,3	-4,2	5,6	-1,0	576	144	24	720
Полоцк	-6,4	-5,6	-0,9	6,0	12,6	15,9	17,5	16,2	11,0	5,7	0,3	-4,2	5,7	-1,1	552	168	48	696
Шарковщина	-6,1	-5,4	-0,9	6,0	12,5	15,9	17,5	16,4	11,3	5,9	0,5	-3,9	5,8	-1,0	552	168	72	672
Витебск	-7,0	-6,0	-1,1	6,2	12,8	16,2	17,7	16,4	11,1	5,6	-0,2	-4,7	5,6	-1,5	528	192	48	696
Лынтупы	-5,9	-5,1	-1,0	5,5	12,0	15,2	16,8	15,8	10,9	5,7	0,4	-3,9	5,5	-0,8	624	96	24	720
Докшицы	-6,4	-5,5	-1,2	5,8	12,2	15,5	17,0	16,0	10,9	5,7	0,2	-4,3	5,5	-1,1	576	144	24	720
Лепель	-6,4	-5,4	-0,8	6,2	12,8	16,1	17,6	16,5	11,2	5,8	0,2	-4,2	5,8	-1,1	552	168	72	672
Сенно	-6,6	-5,6	-0,9	6,2	12,8	16,1	17,6	16,5	11,3	5,8	0,1	-4,4	5,7	-1,2	552	168	72	672
Орша	-7,0	-6,1	-1,5	5,9	12,4	15,8	17,4	16,2	11,0	5,4	-0,2	-4,3	5,4	-1,5	576	144	24	720
МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Вилейка	-5,8	-4,8	-0,5	6,2	12,8	16,0	17,6	16,7	11,5	6,2	0,7	-3,7	6,1	-0,8	552	168	120	624
Борисов	-6,2	-5,1	-0,5	6,5	13,0	16,2	17,8	16,7	11,5	6,0	0,3	-4,0	6,0	-1,0	504	216	96	648
Воложин	-5,8	-4,7	-0,5	6,4	12,9	15,9	17,4	16,8	11,5	6,1	0,6	-3,8	6,1	-0,8	528	192	96	648
Минск	-5,9	-4,8	-0,5	6,6	13,1	16,3	17,8	17,0	11,7	6,2	0,5	-3,8	6,2	-0,9	504	216	120	624
Березино	-6,1	-5,0	-0,4	6,8	13,2	16,4	17,9	16,7	11,5	6,1	0,4	-4,0	6,2	-1,0	480	240	120	624
Столбцы	-5,4	-4,3	0,0	6,9	13,2	16,3	17,8	17,0	11,9	6,5	1,0	-3,4	6,5	-0,6	480	240	168	576
Марьина Горка	-6,1	-4,9	-0,3	6,9	13,3	16,3	17,8	16,9	11,7	6,2	0,6	-3,8	6,2	-0,9	480	240	120	624
Слуцк	-5,8	-4,7	-0,1	7,1	13,3	16,2	17,7	16,9	11,9	6,5	1,0	-3,5	6,4	-0,7	456	264	168	576

Продолжение таблицы А.1

Область, пункт	Средняя месячная, годовая и отопительная температура воздуха, °С														Число часов отопительного и межотопительного периодов в апреле и октябре, час			
	Ян- варь	Фев- раль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сен- тябрь	Ок- тябрь	Но- ябрь	Де- кабрь	Годо- вая	Отопи- тельная	Ап- рель, от.	Ап- рель, мот.	Ок- тябрь, мот.	Ок- тябрь, от.
ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Ошмяны	-5,7	-4,7	-0,6	6,0	12,4	15,4	16,9	16,2	11,3	6,1	0,7	-3,6	5,9	-0,7	576	144	96	648
Лида	-5,0	-3,9	0,2	6,7	13,0	16,0	17,6	16,9	11,9	6,7	1,4	-2,9	6,6	-0,3	504	216	192	552
Гродно	-4,4	-3,4	0,5	6,7	12,7	15,9	17,6	16,9	12,1	7,0	1,7	-2,4	6,7	0,1	504	216	216	528
Новогрудок	-5,6	-4,6	-0,5	6,2	12,5	15,4	17,1	16,5	11,5	6,2	0,6	-3,6	6,0	-0,7	552	168	120	624
Волковыск	-4,4	-3,4	0,8	7,0	13,2	16,1	17,7	17,1	12,2	7,1	1,7	-2,5	6,9	0,1	480	240	240	504
МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Горки	-7,5	-6,5	-1,8	6,0	12,5	15,9	17,4	16,2	10,9	5,2	-0,6	-5,0	5,2	-1,8	552	168	0	744
Могилев	-6,8	-5,8	-1,1	6,4	12,9	16,1	17,7	16,6	11,3	5,7	-0,1	-4,6	5,7	-1,5	504	216	72	672
Кличев	-6,4	-5,2	-0,5	6,8	13,1	16,3	17,7	16,6	11,5	6,0	0,4	-4,1	6,0	-1,1	480	240	120	624
Славгород	-6,8	-5,7	-0,8	6,9	13,3	16,5	18,1	16,9	11,6	5,9	0,0	-4,5	6,0	-1,4	456	264	96	648
Костюковичи	-7,2	-6,1	-1,0	6,8	13,1	16,4	17,9	16,7	11,4	5,7	-0,2	-4,7	5,7	-1,6	480	240	72	672
Бобруйск	-6,1	-4,9	-0,3	6,9	13,0	16,3	17,8	16,7	11,6	6,2	0,5	-3,9	6,2	-0,9	480	240	120	624
БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Барановичи	-5,3	-4,2	0,1	6,9	13,2	16,1	17,6	17,0	12,0	6,7	1,2	-3,2	6,5	-0,5	480	240	192	552
Ганцевичи	-5,1	-3,9	0,5	7,3	13,4	16,3	17,9	16,9	11,9	6,9	1,5	-2,9	6,7	-0,3	432	288	216	528
Ивацевичи	-4,6	-3,4	0,9	7,5	13,6	16,6	18,1	17,4	12,4	7,2	1,7	-2,6	7,1	0,1	408	312	264	480
Пружаны	-4,4	-3,3	0,9	7,3	13,3	16,2	17,8	17,2	12,4	7,2	1,9	-2,4	7,0	0,1	432	288	264	480
Высокое	-3,9	-2,7	1,3	7,5	13,5	16,4	18,0	17,3	12,6	7,6	2,2	-2,0	7,3	0,4	432	288	312	432
Полесский	-5,0	-3,7	0,7	7,3	13,1	16,0	17,5	16,6	11,8	6,6	1,4	-2,9	6,6	-0,2	432	288	168	576
Брест	-3,5	-2,2	1,9	8,1	14,3	16,9	18,6	17,9	13,0	8,0	2,6	-1,6	7,8	0,6	360	360	384	360
Пинск	-4,6	-3,3	1,0	7,9	14,0	16,7	18,3	17,5	12,6	7,3	1,8	-2,5	7,2	0,0	384	336	264	480

Окончание таблицы А.1

Область, пункт	Средняя месячная, годовая и отопительная температура воздуха, °С														Число часов отопительного и межотопительного периодов в апреле и октябре, час			
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая	Отопительная	Апрель, от.	Апрель, мот.	Октябрь, мот.	Октябрь, от.
ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ																		
Жлобин	-6,0	-4,8	0,1	7,6	14,0	17,0	18,5	17,4	12,2	6,5	0,7	-3,7	6,6	-0,9	408	312	168	576
Чечерск	-6,5	-5,3	-0,3	7,4	13,8	17,0	18,4	17,3	12,1	6,3	0,3	-4,1	6,4	-1,3	408	312	168	576
Октябрь	-5,7	-4,4	0,2	7,5	13,7	16,8	18,2	17,2	12,1	6,6	0,9	-3,5	6,6	-0,7	408	312	192	552
Гомель	-6,0	-4,7	0,2	8,0	14,4	17,5	19,1	18,0	12,6	6,7	0,8	-3,7	6,3	-1,0	360	360	216	528
Василевичи	-5,7	-4,4	0,5	7,9	14,1	17,1	18,5	17,4	12,3	6,8	1,0	-3,4	6,8	-0,7	384	336	216	528
Житковичи	-5,1	-3,7	0,8	7,8	14,0	16,9	18,4	17,4	12,3	7,0	1,5	-2,9	7,0	-0,3	384	336	240	504
Мозырь	-5,6	-4,4	0,3	7,7	14,1	17,1	18,6	17,6	12,5	6,8	1,0	-3,5	6,9	-0,7	384	336	216	528
Лельчицы	-5,0	-3,7	0,9	8,0	14,2	17,1	18,6	17,6	12,5	7,2	1,5	-2,9	7,2	-0,3	360	360	264	480
Брагин	-5,8	-4,6	0,3	7,8	14,0	17,0	18,5	17,4	12,3	6,7	1,0	-3,5	6,8	-0,8	384	336	192	552
Примечание – Значения температур наружного воздуха определяют в соответствии с [6] (таблица 3.3).																		

Таблица А.2 – Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине 1,6 м

Область, пункт	Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине 1,6 м, °С													
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая	
ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ														
Верхнедвинск	4,4	3,5	3,0	3,3	6,2	9,7	12,3	13,7	13,2	11,3	8,5	6,1	7,9	
Шарковщина	4,7	3,8	3,2	3,4	5,9	8,9	11,4	13,1	13,0	11,5	9,0	6,6	7,9	
Березинский заповедник	3,3	2,6	2,3	3,8	8,0	11,6	14,2	15,2	13,7	10,6	7,1	4,7	8,1	
МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ														
Минск	3,9	3,1	2,8	3,9	7,4	10,7	13,0	14,1	13,2	11,0	8,0	5,4	8,0	
Марьина Горка	3,5	2,7	2,5	4,2	8,3	12,0	14,6	15,8	14,4	11,5	7,9	5,2	8,5	
ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ														
Новогрудок	4,5	3,6	3,2	4,1	7,0	10,3	12,6	13,9	13,3	11,3	8,5	6,1	8,2	

Окончание таблицы А.2

Область, пункт	Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине 1,6 м, °С												
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая
МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Горки	3,9	3,1	2,7	3,3	6,6	10,1	12,6	13,8	13,0	10,8	7,9	5,5	7,8
БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Брест	4,7	3,9	3,8	5,9	9,9	13,0	15,2	16,2	15,0	12,4	9,1	6,4	9,6
Пинск	4,5	3,6	3,4	5,2	9,0	12,3	14,7	15,8	14,8	12,5	9,2	6,4	9,3
ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Гомель	3,7	2,9	2,6	4,5	8,9	12,8	15,6	16,9	15,6	12,6	8,7	5,6	9,3
Примечание – Значения температур почвы определяют в соответствии [7].													

Приложение Б

(обязательное)

Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность при подземной прокладке

Таблица Б.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов горячего водоснабжения и циркуляционных при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С		
	50	65	70
18	12,8 *	17,5 *	19,5 *
21	13,7 *	18,5 *	20,6 *
25	15,0 *	20,0 *	22,0 *
27	15,7 *	20,6 *	22,8 *
32	17,2	23,3	24,4
34	17,8 *	23,0 *	25,2 *
38	19,2	24,4	26,7
42	20,2 *	25,7 *	27,9 *
45	20,9	26,7	29,1
48	21,9 *	27,6 *	30,0 *
57	24,4	30,2	32,6
76	29,1	36,1	38,4
89	32,6	39,5	41,9
108	36,1	44,2	46,5
114	37,2 *	45,3 *	47,9 *
133	40,7	48,8	52,3
159	44,2	52,3	55,8
194	48,8	59,3	62,8
219	53,5	62,8	66,3
273	61,6	73,3	77,9
325	69,8	84,9	89,6
377	82,6	96,5	102,3
426	95,4	111,6	116,3
478	103,5	121,0	126,8

Окончание таблицы Б.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С		
	50	65	70
529	110,5	127,9	133,7
630	121,0	140,7	146,5
720	133,7	154,7	161,7
820	157,0	180,3	187,2

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
18	17,9 *	23,7 *	41,6 *	31,8 *	49,7 *	36,0 *	53,9 *
21	19,1 *	24,9 *	44,0 *	33,0 *	52,1 *	37,8 *	56,9 *
25	20,6 *	26,4 *	47,0 *	34,5 *	55,1 *	40,1 *	60,7 *
27	21,4 *	27,2 *	48,6 *	35,3 *	56,7 *	41,3 *	62,7 *
32	23,3	29,1	52,4	37,2	60,5	44,2	67,5
34	24,1 *	29,9 *	54,0 *	38,0 *	62,1 *	45,4 *	69,5 *
38	25,6	31,4	57,0	39,5	65,1	47,7	73,3
42	26,5 *	32,3 *	58,8 *	40,9 *	67,4 *	49,1 *	75,6 *
45	27,2 *	33,0 *	60,2 *	42,0 *	69,2 *	50,2 *	77,4 *
48	27,9	33,7	61,6	43,0	70,9	51,2	79,1
57	29,1	36,1	65,2	46,5	75,6	54,7	83,8
76	33,7	40,7	74,4	52,3	86,0	61,6	95,3
89	36,1	44,2	80,3	57,0	93,1	66,3	102,4
108	39,5	48,8	88,3	62,8	102,3	72,1	111,6
114	40,6 *	50,2 *	90,8 *	64,5 *	105,1 *	74,0 *	114,6 *
133	44,2	54,7	98,9	69,8	114,0	80,2	124,4
159	48,8	60,5	109,3	75,6	124,4	87,2	136,0
219	59,3	72,1	131,4	91,9	151,2	105,8	165,1

Окончание таблицы Б.2

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
273	69,8	83,7	153,5	104,7	174,5	119,8	189,6
325	79,1	94,2	173,3	116,3	195,4	133,7	212,8
377	88,4	104,7	193,1	124,4	212,8	146,5	234,9
426	95,4	114,6 *	210,0 *	140,7	236,1	159,3	254,7
478	105,8	125,0 *	230,9 *	153,5	259,3	174,5	280,3
529	117,5	135,3 *	252,8 *	165,1	282,6	186,1	303,6
630	132,6	155,6 *	288,2 *	189,6	322,2	214,0	346,6
720	145,4	173,8 *	319,2 *	210,5	355,9	234,9	380,3
820	164,0	193,9 *	357,9 *	232,6	396,6	259,3	423,3
920	180,3	214,0 *	394,3 *	253,5	433,8	283,8	464,1
1020	197,7	234,1 *	431,8 *	279,1	476,8	309,4	507,1

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.3 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
15	6,7 *	10,2 *	16,9 *	15,1 *	21,1 *	17,6 *	22,9 *
20	7,2 *	10,7 *	17,9 *	15,6 *	22,1 *	18,6 *	24,4 *
25	7,7	11,2	18,9	16,1	23,1	19,6	25,9
32	8,4	11,9	20,3	16,8	24,5	21,0	28,0
40	9,1	12,6	21,7	18,2	26,6	22,4	30,1
50	9,8	14,0	23,8	19,6	28,7	24,5	32,9
65	11,2	16,1	27,3	23,8	34,3	28,0	37,1
80	11,9	17,5	29,4	25,2	36,4	30,8	40,6

Окончание таблицы Б.3

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
100	13,3	19,6	32,9	28,7	40,6	33,6	44,1
125	14,7	21,7	36,4	29,4	42,0	35,0	46,2
150	15,4	22,4	37,8	30,8	44,1	38,5	50,4
200	18,9	27,3	46,2	37,8	53,2	47,6	62,3
250	21,0	31,5	52,5	44,8	62,3	53,9	70,0
300	23,1	35,0	58,1	49,0	68,6	58,8	76,3
350	25,9	38,5	64,4	52,5	73,5	65,8	84,0
400	26,6	40,6	67,2	57,4	80,5	70,7	90,3
450	30,1	46,9	77,0	65,1	90,3	74,9	95,2
500	30,8	47,6	78,4	68,6	95,2	81,9	104,3
600	35,0	55,3	90,3	76,3	105,0	92,4	116,2
700	38,5	62,3	100,8	88,2	118,3	105,7	131,6
800	42,0	70,0	112,0	98,0	129,5	114,1	142,1
900	46,2	74,2	120,4	105,7	143,5	130,2	160,3
1000	49,7	81,9	131,6	110,6	150,5	134,4	167,3
1200	55,3	100,8	156,1	129,5	174,3	160,3	196,7
1400	57,4	106,4	163,8	147,0	194,6	176,4	215,6

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Примечание - Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Б.3, на коэффициент 0,7.

Таблица Б.4 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
15	7,4 *	11,6 *	19,0 *	17,2 *	23,9 *	19,7 *	25,7 *
20	7,9 *	12,1 *	20,0 *	17,7 *	24,9 *	20,7 *	27,2 *
25	8,4	12,6	21,0	18,2	25,9	21,7	28,7
32	9,1	13,3	22,4	18,9	27,3	23,1	30,8
40	9,8	14,7	24,5	20,3	29,4	25,2	33,6
50	10,5	15,4	25,9	23,1	32,9	28,0	37,1
65	13,3	18,9	32,2	26,6	37,8	32,9	42,7
80	14,0	20,3	34,3	28,7	40,6	35,7	46,2
100	15,4	23,1	38,5	32,2	45,5	39,9	51,8
125	16,1	23,8	39,9	34,3	48,3	42,7	55,3
150	18,2	26,6	44,8	37,8	53,2	45,5	58,8
200	21,7	33,6	55,3	46,2	64,4	58,1	74,2
250	24,5	37,8	62,3	53,2	73,5	65,1	82,6
300	28,0	43,4	71,4	60,9	83,3	72,1	91,7
350	30,8	47,6	78,4	65,1	88,9	81,9	102,2
400	32,9	53,2	86,1	76,3	102,2	86,1	107,1
450	34,3	53,9	88,2	78,4	105,7	94,5	116,9
500	37,8	61,6	99,4	88,2	118,3	116,9	140,0
600	40,6	68,6	109,2	98,0	129,5	119,7	144,2
700	44,1	74,9	119,0	114,1	147,0	129,5	156,1
800	50,4	91,0	141,4	126,7	160,3	149,1	178,5
900	52,5	96,6	149,1	133,0	172,9	163,8	194,6
1000	54,6	106,4	161,0	139,3	180,6	174,3	208,6
1200	60,2	129,5	189,7	179,9	226,1	210,0	247,8
1400	63,0	142,8	205,8	198,8	247,1	225,4	266,0
* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).							
Примечание - Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Б.4, на коэффициент 0,7.							

Таблица Б.5 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
15	6 *	8 *	14 *	10 *	16 *	13 *	19 *
20	7 *	9 *	16 *	12 *	19 *	16 *	23 *
25	8	11	19	16	23	19	25
32	8	12	20	16	24	20	27
40	9	12	21	18	26	22	30
50	10	14	24	19	28	24	32
65	11	16	27	23	33	27	36
80	12	17	29	24	35	30	40
100	13	19	32	28	40	32	42
125	14	21	35	28	40	33	44
150	15	22	37	30	43	37	49
200	18	26	44	36	51	45	59
250	20	30	50	43	60	51	67
300	22	33	55	47	66	56	72
350	25	37	62	50	70	63	81
400	26	39	65	55	77	67	86
450	29	45	74	62	86	71	91
500	30	46	76	65	91	78	100
600	33	53	86	73	101	88	111
700	37	59	96	84	113	101	126
800	40	67	107	93	123	108	135
900	44	71	115	99	135	122	151
1000	48	78	126	104	142	127	159
1200	53	95	148	122	165	152	187
1400	55	101	156	140	186	167	205

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.6 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С						
	обратный	подающий	суммарно для 2-х трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-х трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-х трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50	110	110/50
15	5 *	8 *	13 *	12 *	17 *	14 *	19 *
20	6 *	9 *	15 *	14 *	20 *	16 *	22 *
25	8	12	20	18	26	21	28
32	9	13	22	18	26	22	30
40	10	14	24	20	29	24	32
50	10	15	25	22	32	27	36
65	13	18	31	25	36	31	41
80	14	20	34	27	39	34	44
100	15	22	37	31	44	38	50
125	16	23	39	33	47	41	53
150	18	25	43	36	51	43	56
200	21	32	53	44	62	55	71
250	23	36	59	50	70	62	79
300	27	41	68	58	79	68	87
350	29	45	74	61	84	77	97
400	31	50	81	72	97	81	101
450	33	51	84	74	100	89	110
500	36	58	94	83	112	110	132
600	39	65	104	92	122	113	136
700	42	71	113	107	138	122	147
800	48	86	134	119	151	140	168
900	50	91	141	125	163	153	182
1000	52	100	152	131	170	164	197
1200	57	122	179	169	213	197	233
1400	60	134	194	187	233	212	251

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.7 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	18,1 *	24,2 *	42,2 *	32,0 *	49,6 *
20	19,0 *	25,3 *	44,3 *	33,6 *	52,0 *
25	20,0	26,4	46,4	35,2	54,4
32	21,3 *	28,0 *	49,3 *	37,4 *	57,8 *
40	22,9 *	29,8 *	52,6 *	40,0 *	61,6 *
50	24,8	32,0	56,8	43,2	66,4
65	27,2	36,0	63,2	48,0	74,4
80	28,0	36,8	64,8	48,8	76,0
100	30,4	39,2	69,6	52,0	80,0
125	32,8	42,4	75,2	57,6	88,8
150	36,8	48,0	84,8	64,0	98,4
200	40,0	52,8	92,8	71,2	109,6
250	44,0	57,6	101,6	76,8	117,6
300	47,2	63,2	110,4	84,0	128,8
350	52,0	68,8	120,8	90,4	138,4
400	54,4	72,8	127,2	96,8	147,2
450	57,6	77,6	135,2	103,2	156,8
500	62,4	84,0	146,4	110,4	168,0
600	69,6	93,6	163,2	124,8	188,8
700	74,4	100,8	175,2	136,0	204,8
800	81,6	112,0	193,6	148,8	223,2

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Примечания

1 Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Б.7, на коэффициент 0,8.

2 При применении в качестве теплоизоляционного слоя пенополиуретана, фенольного поропласта ФЛ, полимербетона значения норм плотности теплового потока следует определять с учетом коэффициента K_{T1} в соответствии с таблицей Б.8.

Таблица Б.8 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя

Материал теплоизоляционного слоя	Коэффициент K_{T1} при условном проходе трубопровода, мм					
	менее 25	25–65	80–150	200–300	350–500	более 500
Пенополиуретан, фенольный поропласт ФЛ	0,5 *	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0 *
Полимербетон	0,7 *	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0 *

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.9 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	19,4 *	26,2 *	45,6 *	34,6 *	53,4 *
20	20,5 *	27,5 *	48,0 *	36,5 *	56,3 *
25	21,6	28,8	50,4	38,4	59,2
32	23,2 *	30,6 *	53,8 *	41,1 *	63,2 *
40	25,0 *	32,6 *	57,6 *	44,2 *	67,8 *
50	27,2	35,2	62,4	48,0	73,6
65	30,4	40,0	70,4	53,6	82,4
80	31,2	40,8	72,0	55,2	84,8
100	33,6	44,0	77,6	59,2	91,2
125	36,8	48,8	85,6	64,8	100,0
150	41,6	55,2	96,8	72,8	112,0
200	47,2	61,6	108,8	80,8	124,0
250	50,4	66,4	116,8	88,8	136,0
300	55,2	72,8	128,0	97,6	148,8
350	60,0	80,8	140,8	106,4	161,6
400	64,0	86,4	150,4	112,0	170,4
450	68,8	92,8	161,6	120,8	183,2
500	72,8	98,4	171,2	130,4	196,8
600	82,4	112,0	194,4	148,8	224,0
700	89,6	124,8	214,4	162,4	242,4

Окончание таблицы Б.9

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
800	97,6	135,2	232,8	180,8	268,0

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Примечания

1 Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г. определяются делением норм, приведенных в таблице Б.9, на коэффициент 0,8.

2 При применении в качестве теплоизоляционного слоя пенополиуретана, фенольного поропласта ФЛ, полимербетона значения норм плотности теплового потока следует определять с учетом коэффициента K_{T1} в соответствии с таблицей Б.10.

Таблица Б.10 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя

Материал теплоизоляционного слоя	Коэффициент K_{T1} при условном проходе трубопровода, мм					
	менее 25	25–65	80–150	200–300	350–500	более 500
Пенополиуретан, фенольный поропласт ФЛ	0,5 *	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0 *
Полимербетон	0,7 *	0,7	0,8	0,9	1	1,0 *

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.11 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г. до 16 марта 2018 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	16 *	22 *	38 *	31 *	49 *
20	18 *	24 *	41 *	33 *	51 *
25	19	25	44	34	53
32	21	27	48	36	56
40	22	28	50	38	59
50	24	31	55	41	63
65	26	34	60	46	71
80	27	35	62	46	72

Окончание таблицы Б.11

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
100	29	37	66	49	76
125	31	40	71	55	85
150	35	46	81	61	94
200	38	50	88	67	104
250	42	55	97	73	112
300	45	60	105	79	122
350	49	65	114	85	131
400	52	69	121	92	140
450	55	73	128	98	149
500	59	80	139	104	159
600	66	89	155	118	179
700	71	96	167	129	194
800	77	106	183	141	212
900	83	115	198	150	225
1000	89	123	212	163	243
1200	100	140	240	185	275
1400	111	158	269	209	309

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.12 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г. до 16 марта 2018 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	19 *	26 *	45 *	35 *	54 *
20	20 *	27 *	47 *	36 *	56 *

Окончание таблицы Б.12

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратного	подающего	суммарно для 2-трубной прокладки	подающего	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
25	21	28	49	37	57
32	22	29	51	39	60
40	24	30	54	42	65
50	26	34	60	46	70
65	29	38	67	51	79
80	30	39	69	52	80
100	32	42	74	56	87
125	35	46	81	61	94
150	40	52	92	69	106
200	45	58	103	76	117
250	48	63	111	84	129
300	52	69	121	92	140
350	57	76	133	100	152
400	61	82	143	106	161
450	65	88	153	114	173
500	69	93	162	123	186
600	78	106	184	140	211
700	85	118	203	153	228
800	92	127	219	170	252
900	99	138	237	183	270
1000	107	149	256	200	294
1200	121	171	292	230	335
1400	135	193	328	260	376

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.13 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 16 марта 2018 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	5 *	9 *	14 *	11 *	16 *
20	7 *	11 *	18 *	13 *	20 *
25	9	13	22	15	26
32	11	14	25	18	30
40	12	17	29	21	35
50	14	19	33	24	39
65	17	23	40	32	50
80	19	25	44	34	52
100	20	27	47	36	55
125	21	28	49	42	61
150	22	34	56	48	68
200	27	39	66	58	83
250	28	40	68	60	86
300	32	46	78	65	96
350	35	54	89	75	108
400	38	55	93	77	113
500	43	58	101	85	125
600	45	65	110	89	130
700	50	70	120	97	145
800	56	80	136	110	163
900	60	90	150	121	180
1000	66	100	166	132	197

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.14 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 16 марта 2018 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С				
	обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
	50	65	65/50	90	90/50
15	7 *	12 *	19 *	12 *	22 *
20	9 *	13 *	22 *	14 *	25 *
25	10	14	24	16	28
32	12	15	27	19	32
40	13	18	31	22	37
50	15	20	35	25	41
65	19	26	45	35	55
80	21	28	49	38	58
100	23	31	54	41	63
125	24	32	56	48	70
150	26	40	66	55	79
200	32	46	78	67	96
250	33	48	81	70	100
300	38	55	93	77	113
350	42	64	106	89	128
400	46	66	112	92	135
500	52	70	122	102	150
600	55	79	134	108	158
700	61	85	146	118	176
800	69	98	167	135	202
900	74	112	186	150	223
1000	81	123	204	163	243

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Б.15 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с СТБ 2252

Наружный диаметр трубопровода, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
				обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
				50	90	
32	0,45	0,9	5,065 37	7,9	15,8	23,7
33,5	0,45	0,9	4,844 44	8,2	16,4	24,6
38	0,45	0,9	5,165 83	7,7	15,5	23,2
42,3	0,45	0,9	4,648 81	8,5	17,1	25,6
45	0,45	0,9	4,350 39	9,0	18,2	27,2
48	0,45	0,9	4,039 13	9,6	19,5	29,1
57	0,45	0,9	3,822 84	10,0	20,5	30,6
60	0,45	0,9	3,575 46	10,6	21,8	32,4
75,5	0,45	0,9	3,010 50	12,2	25,6	37,8
76	0,45	0,9	2,945 31	12,5	26,0	38,5
88,5	0,45	0,9	2,855 72	12,8	26,8	39,6
89	0,45	0,9	2,828 54	12,9	27,0	39,9
108	0,45	1,2	2,958 44	12,6	26,1	38,7
114	0,45	1,2	2,697 68	13,6	28,4	42,0
133	0,45	1,2	2,511 80	14,4	30,3	44,7
140	0,45	1,2	2,264 41	15,6	33,3	48,9
159	0,45	1,5	2,146 69	16,5	35,1	51,6
165	0,45	1,5	1,968 05	17,6	37,9	55,5
219	0,6	1,5	1,692 97	20,0	43,6	63,6
273	0,6	1,8	1,774 76	19,6	42,1	61,7
325	0,9	1,8	1,505 60	22,6	49,2	71,8
377	0,9	1,8	1,291 67	25,2	56,2	81,4
426	0,9	2,1	1,241 90	26,3	58,5	84,8
530	1,0	2,4	1,320 00	25,2	55,5	80,7

Окончание таблицы Б.15

Наружный диаметр трубопровода, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м ² ·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
				обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
				50	90	
630	1,1	2,4	1,057 46	29,5	67,3	96,8
720	1,2	3,0	0,976 95	32,0	73,0	105,0
820	1,3	3,1	0,855 14	35,2	81,9	117,1
920	1,5	3,3	0,755 12	38,6	91,6	130,3
1020	1,6	3,5	0,676 24	41,7	100,9	142,6
1220	1,825	3,9	0,66198	43,5	103,9	147,4
1420	2	4,25	0,48504	52,2	134,7	186,9

Примечания

- В соответствии с [4] расстояние между ПИ-трубами в зависимости от диаметра труб-оболочек принято, мм:
 - 150 - для ПИ-труб с диаметром оболочки до 225 включительно;
 - 250 - для ПИ-труб с диаметром оболочки свыше 225 до 800 включительно;
 - 350 - для ПИ-труб с диаметром оболочки свыше 800.
- Глубина заложения от поверхности земли до перекрытия канала: для трубопроводов с D_n от 32 до 426 - 1,0 м, для D_n от 530 до 1420 - 1,2 м.
- В соответствии с [4] коэффициент теплопроводности изоляционного слоя принят равным $\lambda_{из} = 0,033$ Вт/(м·°С).
- Коэффициент теплопроводности трубы-оболочки принят равным $\lambda_{тр} = 0,43$ Вт/(м·°С).
- В соответствии с [4] коэффициент теплопроводности грунта принят равным $\lambda_{гр} = 1,92$ Вт/(м·°С).
- Температура грунта принята 5°С.
- В соответствии с [4] коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности трубы-оболочки к окружающему воздуху в канале принят равным $\alpha_n = 10$ Вт/(м²·°С).
- В соответствии с [4] коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале к поверхности канала принят равным $\alpha_{в,к} = 11$ Вт/(м²·°С).
- Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.15, на коэффициент 0,9.

Таблица Б.16 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с СТБ 2252

Наружный диаметр трубопровода, мм	Глубина залегания трубопроводов h_0 , м	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
			обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
			50	90	
32	1	0,24	8,4	16,6	25,0
33,5	1	0,24	8,7	17,4	26,1
38	1	0,26	8,2	16,2	24,4
42,3	1	0,26	9,0	17,9	26,9
45	1	0,26	9,6	19,1	28,7
48	1	0,26	10,3	20,6	30,9
57	1	0,275	10,7	21,6	32,3
60	1	0,275	11,4	23,0	34,4
75,5	1	0,29	13,4	27,4	40,8
76	1	0,29	13,5	27,6	41,1
88,5	1	0,31	13,9	28,3	42,2
89	1	0,31	14,0	28,6	42,6
108	1	0,35	13,5	27,2	40,7
114	1	0,35	14,6	29,7	44,3
133	1	0,375	15,5	31,7	47,2
140	1	0,375	17,0	35,0	52,0
159	1	0,5	18,1	36,9	55,0
165	1	0,5	19,5	40,0	59,5
219	1	0,565	22,2	45,8	68,0
273	1	0,65	21,6	44,0	65,6
325	1	0,7	25,0	51,2	76,2
377	1	0,75	28,5	59,0	87,5
426	1	0,81	29,7	61,3	91,0
530	1,1	0,96	28,5	58,2	86,7
630	1,1	1,05	34,6	71,4	106,0
720	1,2	1,25	37,2	76,7	113,9

Окончание таблицы Б.16

Наружный диаметр трубопровода, мм	Глубина залегания трубопроводов h_0 , м	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
			обратного	подающего	суммарно для двух труб
820	1,3	1,35	41,3	86,1	127,4
920	1,3	1,45	46,1	96,7	142,8
1020	1,3	1,55	51,0	107,2	158,2
1220	1,5	1,775	51,6	108,9	160,5
1420	1,5	1,95	66,5	143,7	210,2
Примечания					
1 См. таблицу Б.15, примечания 1, 3-6.					
2 Расчетные нормы линейной плотности теплового потока для ПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе циклопентан определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.16, на коэффициент 0,9.					

Таблица Б.17 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с техническими условиями изготовителей

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м ² °С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
								обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
								50	65	
25/63	25	2,3	63	2	0,3	0,6	4,68203	8,4	11,7	20,1
25/63	25	3,5	63	2	0,3	0,6	4,73445	8,3	11,6	19,9
25/63	25	2,3	64	2	0,3	0,6	4,75592	8,4	11,5	19,9
32/63	32	2,9	63	2	0,3	0,6	3,49004	10,9	15,2	26,1
32/63	32	4,4	63	2	0,3	0,6	3,54098	10,8	15,0	25,8
32/63	32	2,9	64	2	0,3	0,6	3,56393	10,7	14,9	25,6
32/90	32	2,9	90	2,5	0,45	0,9	5,11727	8,0	10,9	18,9
25/90	32	4,4	94	2,2	0,45	0,9	5,40649	7,6	10,4	18,0
40/75	40	2,8	75	2	0,3	0,6	3,21284	11,6	16,4	28,0
40/75	40	3,7	75	2	0,3	0,6	3,23535	11,6	16,3	27,9
40/75	40	5,5	75	2	0,3	0,6	3,28436	11,5	16,0	27,5
40/75	40	2,8	79	2	0,45	0,9	3,45771	11,3	15,7	27,0
40/75	40	4	79	2	0,45	0,9	3,48800	11,3	15,5	26,8
32/110	40	5,5	110	2,5	0,45	0,9	5,05241	8,0	11,1	19,1
40/110	40	3,7	110	2,5	0,45	0,9	5,00340	8,1	11,2	19,3
32/110	40	5,5	115	2,4	0,45	0,9	5,27345	7,8	10,6	18,4
50/90	47,6	3,6	94	2,2	0,45	0,9	3,42535	11,4	15,8	27,2
50/100	47,6	3,6	103	2,2	0,45	0,9	3,86012	10,3	14,2	24,5
50/90	47,7	3,6	90	2,2	0,45	0,9	3,20847	12,1	16,8	28,9
50/90	47,7	3,6	94,4	2,2	0,45	0,9	3,43525	11,4	15,8	27,2
50/100	47,7	3,6	100	2,2	0,45	0,9	3,70923	10,7	14,7	25,4
50/90	50	4,6	90	2,2	0,45	0,9	2,99799	12,8	17,8	30,6
50/90	50	6,9	90	2,2	0,45	0,9	3,04809	12,6	17,6	30,2
50/110	50	4,6	110	2,5	0,45	0,9	3,92669	10,1	14,0	24,1
40/110	50	6,9	110	2,5	0,45	0,9	3,97679	10,0	13,8	23,8
40/110	50	6,9	115	2,4	0,45	0,9	4,19784	9,6	13,1	22,7
63/100	58,5	4	100	2,2	0,45	0,9	2,71797	13,9	19,4	33,3

Продолжение таблицы Б.17

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м ² °С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
								обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
								50	65	
63/100	58,5	4	103	2,2	0,45	0,9	2,85857	13,3	18,6	31,9
63/110	58,5	4	110	2,4	0,45	0,9	3,15446	12,3	17,0	29,3
63/110	58,5	4	115	2,4	0,45	0,9	3,36695	11,5	16,1	27,6
63/100	63	5,8	100	2,2	0,45	0,9	2,38419	15,5	21,8	37,3
63/100	63	8,6	100	2,2	0,45	0,9	2,43251	15,3	21,4	36,7
63/125	63	5,8	125	2,5	0,45	0,9	3,42446	11,4	15,8	27,2
50/125	63	8,6	125	2,5	0,45	0,9	3,47277	11,3	15,6	26,9
50/125	63	8,6	130	2,6	0,45	0,9	3,65354	10,8	14,9	25,7
75/110	69,5	4,6	110	2,4	0,45	0,9	2,32136	15,8	22,3	38,1
75/110	69,5	4,6	114,8	2,4	0,45	0,9	2,52553	14,8	20,7	35,5
75/110	69,5	4,6	115	2,4	0,45	0,9	2,53385	14,7	20,7	35,4
75/125	69,5	4,6	125	2,6	0,45	0,9	2,91764	13,2	18,2	31,4
75/125	69,5	4,6	130	2,6	0,45	0,9	3,10589	12,4	17,3	29,7
75/110	75	6,8	110	2,4	0,45	0,9	1,97837	18,0	25,6	43,6
75/110	75	10,3	110	2,4	0,45	0,9	2,02907	17,7	25,0	42,7
75/140	75	6,8	140	2,5	0,45	0,9	3,12532	12,3	17,2	29,5
63/140	75	10,3	140	2,5	0,45	0,9	3,17602	12,2	16,9	29,1
63/145	75	10,3	150	2,7	0,45	0,9	3,49446	11,2	15,5	26,7
90/125	84	6	125	2,6	0,45	0,9	2,00885	17,7	25,3	43,0
90/125	84	6	129,7	2,6	0,45	0,9	2,18601	16,6	23,5	40,1
90/125	84	6	130	2,6	0,45	0,9	2,19710	16,6	23,4	40,0
90/145	84	6	145	2,7	0,45	0,9	2,71494	13,9	19,5	33,4
90/145	84	6	150	2,7	0,45	0,9	2,87796	13,2	18,5	31,7
90/125	90	8,2	125	2,6	0,45	0,9	1,69580	20,3	29,1	49,4
90/125	90	12,3	125	2,6	0,45	0,9	1,74527	19,8	28,4	48,2
90/140	90	8,2	140	2,7	0,45	0,9	2,23315	16,3	23,1	39,4
90/160	90	8,2	160	2,5	0,45	0,9	2,88685	13,2	18,4	31,6
75/160	90	12,3	160	2,5	0,45	0,9	2,93632	13,1	18,1	31,2

Продолжение таблицы Б.17

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
								обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
								50	65	
75/160	90	12,3	165	2,9	0,45	0,9	3,03218	12,7	17,6	30,3
110/145	101	6,5	145	2,7	0,45	0,9	1,81921	19,2	27,5	46,7
110/145	101	6,5	150	2,7	0,45	0,9	1,98223	18,0	25,5	43,5
110/145	101	6,5	150,4	2,7	0,45	0,9	1,99503	17,9	25,4	43,3
110/160	101	6,5	160	2,7	0,45	0,9	2,29259	16,1	22,5	38,6
110/160	101	6,5	165	2,9	0,45	0,9	2,40003	15,4	21,7	37,1
110/145	110	10	145	2,7	0,45	0,9	1,43387	22,9	33,4	56,3
110/145	110	15,1	145	2,7	0,45	0,9	1,48424	22,3	32,5	54,8
110/160	110	10	160	2,7	0,45	0,9	1,90725	18,5	26,4	44,9
110/180	110	10	180	2,5	0,45	0,9	2,45727	15,2	21,2	36,4
90/180	110	15,1	180	2,5	0,45	0,9	2,50765	14,8	20,9	35,7
90/180	110	15,1	185	3	0,45	0,9	2,61480	14,4	20,1	34,5
125/160	116	6,8	160	2,7	0,45	1,2	1,61929	21,4	30,7	52,1
125/160	116	6,8	165	2,9	0,45	1,2	1,72673	20,4	29,1	49,5
125/180	116	6,8	180	3	0,45	1,2	2,14350	17,1	24,2	41,3
125/180	116	6,8	185	3	0,45	1,2	2,27646	16,4	22,9	39,3
125/200	125	11,4	200	2,5	0,45	1,2	2,34952	15,9	22,3	38,2
110/200	125	17,1	200	2,5	0,45	1,2	2,39905	15,7	21,9	37,6
110/200	125	17,1	201	3,1	0,45	1,2	2,39549	15,7	21,9	37,6
140/180	127	7,1	180	3	0,45	1,2	1,70399	20,6	29,4	50,0
140/180	127	7,1	185	3	0,45	1,2	1,83695	19,4	27,6	47,0
140/200	127	7,1	200	3,1	0,45	1,2	2,21051	16,8	23,5	40,3
140/200	127	7,1	201	3,1	0,45	1,2	2,23472	16,6	23,3	39,9
140/225	140	12,7	225	2,5	0,45	1,2	2,37080	15,8	22,1	37,9
125/225	140	19,2	225	2,5	0,45	1,2	2,42123	15,6	21,7	37,3
125/225	140	19,2	225	3,5	0,45	1,2	2,38019	15,7	22,1	37,8
160/200	144	7,5	200	3,1	0,45	1,2	1,60104	21,6	31,0	52,6
160/200	144	7,5	200,5	3,1	0,45	1,2	1,61316	21,4	30,8	52,2

Окончание таблицы Б.17

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
								обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
160/200	144	7,5	201	3,1	0,45	1,2	1,62525	21,3	30,6	51,9
160/225	144	7,5	225	3,2	0,45	1,2	2,16848	17,0	23,9	40,9
160/225	144	7,5	226	3,2	0,45	1,5	2,19000	17,1	23,9	41,0
160/250	160	14,6	250	2,5	0,45	1,5	2,23571	16,7	23,5	40,2
140/250	160	21,9	250	2,5	0,45	1,5	2,28528	16,5	23,0	39,5
140/250	160	21,9	250	3,9	0,45	1,5	2,23367	16,8	23,5	40,3
180/250	180	16,4	250	2,5	0,45	1,5	1,66751	21,2	30,2	51,4
160/250	180	24,6	250	2,5	0,45	1,5	1,71698	20,7	29,5	50,2
160/250	180	24,6	250	3,9	0,45	1,5	1,66538	21,2	30,3	51,5

Примечания

1 См. таблицу Б.15, примечания 1, 3–8.

2 Коэффициент теплопроводности материала напорной трубы принят равным $\lambda_{тр}=0,38$ Вт/(м·°С).

3 Глубина заложения от поверхности земли до верха перекрытия канала принята $H=1$ м.

4 Высота гофра труб-оболочек принята, мм:

– для ГПИ-труб с диаметром труб-оболочек до 160 включительно – 1,0;

– для ГПИ-труб с диаметром труб-оболочек свыше 160 – 2,0.

5 Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ГПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.17, на коэффициент 0,9.

Таблица Б.18 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с техническими условиями изготовителей

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
						обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
						50	65	
25/63	25	2,3	63	2	0,213	9,4	12,9	22,3
25/63	25	3,5	63	2	0,213	9,3	12,8	22,1
25/63	25	2,3	64	2	0,214	9,3	12,7	22,0
32/63	32	2,9	63	2	0,213	12,6	17,4	30,0
32/63	32	4,4	63	2	0,213	12,4	17,1	29,5
32/63	32	2,9	64	2	0,214	12,3	17,0	29,3
32/90	32	2,9	90	2,5	0,24	8,5	11,5	20,0
25/90	32	4,4	94	2,2	0,244	8,0	10,9	18,9
40/75	40	2,8	75	2	0,225	13,4	18,5	31,9
40/75	40	3,7	75	2	0,225	13,3	18,4	31,7
40/75	40	5,5	75	2	0,225	13,1	18,1	31,2
40/75	40	2,8	79	2	0,229	12,4	17,1	29,5
40/75	40	4	79	2	0,229	12,3	17,0	29,3
32/110	40	5,5	110	2,5	0,26	8,5	11,6	20,1
40/110	40	3,7	110	2,5	0,26	8,6	11,7	20,3
32/110	40	5,5	115	2,4	0,265	8,2	11,1	19,3
50/90	47,6	3,6	94	2,2	0,244	12,4	17,0	29,4
50/100	47,6	3,6	103	2,2	0,253	11,0	15,1	26,1
50/90	47,7	3,6	90	2,2	0,24	13,2	18,2	31,4
50/90	47,7	3,6	94,4	2,2	0,2444	12,3	17,0	29,3
50/100	47,7	3,6	100	2,2	0,25	11,4	15,7	27,1
50/90	50	4,6	90	2,2	0,24	14,1	19,5	33,6
50/90	50	6,9	90	2,2	0,24	13,8	19,1	32,9
50/110	50	4,6	110	2,5	0,26	10,8	14,8	25,6
40/110	50	6,9	110	2,5	0,26	10,7	14,6	25,3
40/110	50	6,9	115	2,4	0,265	10,1	13,8	23,9
63/100	58,5	4	100	2,2	0,25	15,3	21,2	36,5

Продолжение таблицы Б.18

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
						обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
						50	65	
63/100	58,5	4	103	2,2	0,253	14,6	20,2	34,8
63/110	58,5	4	110	2,4	0,26	13,3	18,3	31,6
63/110	58,5	4	115	2,4	0,265	12,5	17,1	29,6
63/100	63	5,8	100	2,2	0,25	17,2	24,1	41,3
63/100	63	8,6	100	2,2	0,25	16,9	23,6	40,5
63/125	63	5,8	125	2,5	0,275	12,2	16,8	29,0
50/125	63	8,6	125	2,5	0,275	12,1	16,6	28,7
50/125	63	8,6	130	2,6	0,28	11,5	15,7	27,2
75/110	69,5	4,6	110	2,4	0,26	17,5	24,5	42,0
75/110	69,5	4,6	114,8	2,4	0,2648	16,2	22,5	38,7
75/110	69,5	4,6	115	2,4	0,265	16,2	22,5	38,7
75/125	69,5	4,6	125	2,6	0,275	14,2	19,6	33,8
75/125	69,5	4,6	130	2,6	0,28	13,4	18,4	31,8
75/110	75	6,8	110	2,4	0,26	20,2	28,5	48,7
75/110	75	10,3	110	2,4	0,26	19,8	27,8	47,6
75/140	75	6,8	140	2,5	0,29	13,3	18,2	31,5
63/140	75	10,3	140	2,5	0,29	13,1	18,0	31,1
63/145	75	10,3	150	2,7	0,3	11,9	16,4	28,3
90/125	84	6	125	2,6	0,275	19,8	27,8	47,6
90/125	84	6	129,7	2,6	0,2797	18,3	25,6	43,9
90/125	84	6	130	2,6	0,28	18,3	25,5	43,8
90/145	84	6	145	2,7	0,295	15,1	20,8	35,9
90/145	84	6	150	2,7	0,3	14,3	19,7	34,0
90/125	90	8,2	125	2,6	0,275	22,9	32,5	55,4
90/125	90	12,3	125	2,6	0,275	22,4	31,7	54,1
90/140	90	8,2	140	2,7	0,29	18,0	25,0	43,0
90/160	90	8,2	160	2,5	0,31	14,2	19,6	33,8
75/160	90	12,3	160	2,5	0,31	14,0	19,3	33,3

Продолжение таблицы Б.18

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
						обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
						50	65	
75/160	90	12,3	165	2,9	0,315	13,6	18,7	32,3
110/145	101	6,5	145	2,7	0,295	21,4	30,2	51,6
110/145	101	6,5	150	2,7	0,3	19,9	27,9	47,8
110/145	101	6,5	150,4	2,7	0,3004	19,8	27,7	47,5
110/160	101	6,5	160	2,7	0,31	17,5	24,3	41,8
110/160	101	6,5	165	2,9	0,315	16,8	23,2	40,0
110/145	110	10	145	2,7	0,295	26,2	37,5	63,7
110/145	110	15,1	145	2,7	0,295	25,5	36,4	61,9
110/160	110	10	160	2,7	0,31	20,5	28,8	49,3
110/180	110	10	180	2,5	0,33	16,4	22,7	39,1
90/180	110	15,1	180	2,5	0,33	16,1	22,3	38,4
90/180	110	15,1	185	3	0,335	15,5	21,4	36,9
125/160	116	6,8	160	2,7	0,31	23,6	33,4	57,0
125/160	116	6,8	165	2,9	0,315	22,3	31,5	53,8
125/180	116	6,8	180	3	0,33	18,5	25,7	44,2
125/180	116	6,8	185	3	0,335	17,5	24,3	41,8
125/200	125	11,4	200	2,5	0,35	17,0	23,6	40,6
110/200	125	17,1	200	2,5	0,35	16,7	23,1	39,8
110/200	125	17,1	201	3,1	0,351	16,8	23,2	40,0
140/180	127	7,1	180	3	0,33	22,6	31,7	54,3
140/180	127	7,1	185	3	0,335	21,2	29,6	50,8
140/200	127	7,1	200	3,1	0,35	18,0	25,0	43,0
140/200	127	7,1	201	3,1	0,351	17,8	24,7	42,5
140/225	140	12,7	225	2,5	0,375	16,9	23,4	40,3
125/225	140	19,2	225	2,5	0,375	16,6	22,9	39,5
125/225	140	19,2	225	3,5	0,375	16,9	23,3	40,2
160/200	144	7,5	200	3,1	0,35	23,8	33,5	57,3
160/200	144	7,5	200,5	3,1	0,3505	23,6	33,2	56,8

Окончание таблицы Б.18

Типоразмер трубопровода	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
						обратного	подающего	суммарно для двух труб
						50	65	
160/200	144	7,5	201	3,1	0,351	23,5	33,0	56,5
160/225	144	7,5	225	3,2	0,375	18,3	25,4	43,7
160/225	144	7,5	226	3,2	0,476	18,3	25,3	43,6
160/250	160	14,6	250	2,5	0,5	18,0	24,8	42,8
140/250	160	21,9	250	2,5	0,5	17,7	24,3	42,0
140/250	160	21,9	250	3,9	0,5	18,0	24,8	42,8
180/250	180	16,4	250	2,5	0,5	23,3	32,4	55,7
160/250	180	24,6	250	2,5	0,5	22,7	31,5	54,2
160/250	180	24,6	250	3,9	0,5	23,3	32,4	55,7

Примечания

- См. таблицу Б.15, примечания 1, 3–6.
- См. таблицу Б.17, примечания 2, 4.
- Глубина заложения от поверхности земли до оси трубопровода принята равной $H = 1$ м.
- Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ГПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.18, на коэффициент 0,9.

Таблица Б.19 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГСИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с техническими условиями изготовителей

Типоразмер трубопровода	Внутренний диаметр напорной трубы, мм	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м ² ·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
									обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
									50	65	
29/90	29	34	0,3	90	2,5	0,45	0,9	5,42806	7,6	10,3	17,9
39/110	39	44	0,4	110	2,5	0,45	0,9	5,06934	8,1	11,0	19,1
48/110	48	55	0,5	110	2,5	0,45	0,9	3,88414	10,2	14,1	24,3
55/110	48	54,3	0,5	114,8	2,4	0,45	0,9	4,17538	9,6	13,2	22,8
55/110	48	54,3	0,5	115	2,4	0,45	0,9	4,18532	9,5	13,2	22,7
60/125	60	66	0,5	125	2,5	0,45	0,9	3,49486	11,2	15,5	26,7
66/125	60	66	0,5	129,7	2,6	0,45	0,9	3,69717	10,7	14,7	25,4
66/125	60	66	0,5	130	2,6	0,45	0,9	3,71039	10,7	14,7	25,4
76/140	76	85	0,6	140	2,5	0,45	0,9	2,79888	13,6	18,9	32,5
86/145	75	85,6	0,6	150	2,7	0,45	0,9	3,18994	12,1	16,9	29,0
86/145	75	85,6	0,6	150,4	2,7	0,45	0,9	3,20510	12,1	16,8	28,9
88/160	88	98	0,7	160	2,5	0,45	0,9	2,76463	13,8	19,1	32,9
109/160	98	109,2	0,8	165	2,9	0,45	1,2	2,31879	16,1	22,6	38,7
109/160	98	109,2	0,8	165,3	2,9	0,45	1,2	2,32912	16,0	22,5	38,5
98/180	98	109	0,8	180	2,5	0,45	1,2	2,79526	13,8	19,1	32,9
109/200	109	119	0,8	200	2,5	0,45	1,2	2,86755	13,5	18,7	32,2
143/200	127	142,9	0,9	200,7	3,1	0,45	1,2	1,93065	18,7	26,4	45,1
143/200	127	142,9	0,9	201	3,1	0,45	1,2	1,93918	18,7	26,3	45,0
127/225	127	143	0,9	225	2,5	0,45	1,2	2,59575	14,7	20,4	35,1
144/250	144	156	0,9	250	2,5	0,45	1,5	2,61688	14,7	20,4	35,1
163/225	147	163	1	226	3,2	0,45	1,5	1,83010	19,7	27,9	47,6

Примечания

1 См. таблицу Б.15, примечания 1, 3–8.

2 См. таблицу Б.17, примечание 3.

3 Высота гофра труб-оболочек принята, мм:

– для ГСИ-труб с диаметром труб-оболочек до 125 – 5,5;

– для ГСИ-труб с диаметром труб-оболочек свыше 125 включительно до 180 – 6,0;

– для ГСИ-труб с диаметром труб-оболочек свыше 180 включительно до 225 – 7,5; – для ГСИ-труб с диаметром труб-оболочек свыше 225 включительно – 8,0.

4 Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ГСИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.19, на коэффициент 0,9.

Таблица Б.20 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГСИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с техническими условиями изготовителей

Типоразмер трубопровода	Внутренний диаметр напорной трубы, мм	Наружный диаметр напорной трубы, мм	Толщина стенки напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки, мм	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
							обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
							50	65	
29/90	29	34	0,3	90	2,5	0,24	9,0	12,3	21,3
39/110	39	44	0,4	110	2,5	0,26	9,5	13,0	22,5
48/110	48	55	0,5	110	2,5	0,26	12,2	16,8	29,0
55/110	48	54,3	0,5	114,8	2,4	0,2648	11,4	15,6	27,0
55/110	48	54,3	0,5	115	2,4	0,265	11,4	15,6	27,0
60/125	60	66	0,5	125	2,5	0,275	13,4	18,5	31,9
66/125	60	66	0,5	129,7	2,6	0,2797	12,7	17,5	30,2
66/125	60	66	0,5	130	2,6	0,28	12,7	17,4	30,1
76/140	76	85	0,6	140	2,5	0,29	16,3	22,6	38,9
86/145	75	85,6	0,6	150	2,7	0,3	14,5	20,0	34,5
86/145	75	85,6	0,6	150,4	2,7	0,3004	14,4	19,9	34,3
88/160	88	98	0,7	160	2,5	0,31	16,5	22,8	39,3
109/160	98	109,2	0,8	165	2,9	0,315	19,2	26,8	46,0
109/160	98	109,2	0,8	165,3	2,9	0,3153	19,1	26,7	45,8
98/180	98	109	0,8	180	2,5	0,33	16,3	22,5	38,8
109/200	109	119	0,8	200	2,5	0,35	15,9	22,0	37,9
143/200	127	142,9	0,9	200,7	3,1	0,3507	22,4	31,4	53,8
143/200	127	142,9	0,9	201	3,1	0,351	22,3	31,3	53,6
127/225	127	143	0,9	225	2,5	0,375	17,4	24,0	41,4
144/250	144	156	0,9	250	2,5	0,5	17,5	24,0	41,5
163/225	147	163	1	226	3,2	0,476	23,8	33,2	57,0

Примечания

1 См. таблицу Б.15, примечания 1, 3–6.

2 См. таблицу Б.18, примечание 3.

3 См. таблицу Б.19, примечание 3.

4 Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ГСИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Б.20, на коэффициент 0,9.

Таблица Б.21 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с [1]

Наружный диаметр трубопровода, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
				обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
				50	90	
26,9	0,45	0,9	6,62846	6,2	12,2	18,4
33,7	0,45	0,9	5,39160	7,4	14,9	22,3
42,4	0,45	0,9	5,23429	7,6	15,3	22,9
48,3	0,45	0,9	4,51928	8,7	17,6	26,3
60,3	0,45	0,9	4,00362	9,6	19,7	29,3
76,1	0,45	0,9	3,34870	11,2	23,2	34,4
88,9	0,45	0,9	3,22848	11,5	24,0	35,5
108	0,45	1,2	3,37439	11,3	23,2	34,5
114,3	0,45	1,2	3,06324	12,3	25,3	37,6
133	0,45	1,2	2,86979	12,9	26,9	39,8
159	0,45	1,5	2,46144	14,8	31,1	45,9
168,3	0,45	1,5	2,14947	16,4	35,1	51,5
219,1	0,6	1,5	1,95848	17,9	38,4	56,3
273	0,6	1,8	2,05166	17,5	37,0	54,5
323,9	0,9	1,8	1,75562	20,2	42,9	63,1
355,6	0,9	1,8	1,81807	19,6	41,6	61,2
406,4	0,9	2,1	1,70546	20,8	44,3	65,1
457,2	0,91	2,1	1,70163	20,6	44,1	64,7
508	0,91	2,1	1,12340	27,6	63,2	90,8
558,8	0,99	2,4	1,25422	26,2	58,0	84,2
609,6	1,08	2,4	1,42941	23,9	51,9	75,8
711,2	1,18	3	1,22758	27,3	60,0	87,3
812,8	1,3	3,05	1,07222	30,4	67,6	98,0
914,4	1,5	3,25	0,94732	33,5	75,7	109,2

Окончание таблицы Б.21

Наружный диаметр трубопровода, мм	Высота канала, м	Ширина канала, м	Термическое сопротивление трубопровода, м ² ·°С/Вт	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
				обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
				50	90	
1016	1,6	3,45	0,84357	36,5	84,0	120,5
Примечания						
1 В соответствии с [4] расстояние между ПИ-трубами в зависимости от диаметра труб-оболочек принято, мм:						
– 150 – для ПИ-труб с диаметром оболочки до 225 включительно;						
– 250 – для ПИ-труб с диаметром оболочки свыше 225 до 800 включительно;						
– 350 – для ПИ-труб с диаметром оболочки свыше 800.						
2 Глубина заложения от поверхности земли до перекрытия канала: для трубопроводов с Дн от 32 до 426 – 1,0 м, для Дн от 530 до 1020 – 1,2 м.						
3 В соответствии с EN 253 коэффициент теплопроводности изоляционного слоя принят равным $\lambda_{из}=0,029$ Вт/(м·°С).						
4 Коэффициент теплопроводности трубы-оболочки принят равным $\lambda_{тр}=0,43$ Вт/(м·°С).						
5 В соответствии с [4] коэффициент теплопроводности грунта принят равным $\lambda_{гр}=1,92$ Вт/(м·°С).						
6 Температура грунта принята 5 °С.						
7 Коэффициент теплоотдачи от трубы-оболочки к окружающему воздуху в канале принят равным $\alpha_n=10$ Вт/(м ² ·°С)						
8 Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенкам канала принят равным $\alpha_{в.к}=11$ Вт/(м ² ·°С)						

Таблица Б.22 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с [1]

Наружный диаметр трубопровода, мм	Глубина залегания трубопроводов h_0 , м	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
			обратный	подающий	суммарно для 2-трубной прокладки
			50	90	
26,9	1	0,24	6,5	12,7	19,2
33,7	1	0,24	7,9	15,6	23,5
42,4	1	0,26	8,1	16,0	24,1
48,3	1	0,26	9,2	18,4	27,6
60,3	1	0,275	10,3	20,6	30,9
76,1	1	0,29	12,1	24,4	36,5
88,9	1	0,31	12,5	25,2	37,7
108	1	0,35	12,0	24,0	36,0
114,3	1	0,35	13,1	26,4	39,5
133	1	0,375	13,8	28,0	41,8

Окончание таблицы Б.22

Наружный диаметр трубопровода, мм	Глубина залегания трубопроводов h_0 , м	Расстояние между осями трубопроводов, м	Расчетные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С		
			обратного	подающего	суммарно для двух труб
159	1	0,5	16,1	32,4	48,5
168,3	1	0,5	18,1	36,8	54,9
219,1	1	0,565	19,7	40,1	59,8
273	1	0,65	19,1	38,5	57,6
323,9	1	0,7	21,9	44,5	66,4
355,6	1	0,75	21,4	43,2	64,6
406,4	1	0,81	22,8	45,9	68,7
457,2	1,1	0,88	22,8	45,9	68,7
508	1,1	0,88	32,1	66,8	98,9
558,8	1,1	0,96	29,7	60,9	90,6
609,6	1,1	1,05	27,0	54,4	81,4
711,2	1,2	1,25	30,9	62,5	93,4
812,8	1,3	1,35	34,5	70,5	105,0
914,4	1,3	1,45	38,6	79,3	117,9
1016	1,3	1,55	42,9	88,5	131,4
Примечание – См. таблицу Б.21, примечания 1, 3-6.					

Приложение В
(обязательное)

**Нормы линейной и поверхностной плотности теплового потока через изолированную поверхность
при прокладке на открытом воздухе (надземная прокладка)**

Таблица В.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С					
	50	100	200	300	400	500
18	12,1 *	13,3 *	50,5 *	90,7 *	124,8 *	160,8 *
21	12,9 *	15,2 *	52,4 *	93,0 *	127,9 *	165,1 *
25	13,9 *	17,8 *	55,0 *	96,1 *	132,0 *	170,8 *
27	14,4 *	19,1 *	56,3 *	97,7 *	134,1 *	173,6 *
32	15,7 *	22,3 *	59,5 *	101,6 *	139,3 *	180,7 *
34	16,2 *	23,6 *	60,8 *	103,1 *	141,3 *	183,6 *
38	17,2 *	26,2 *	63,4 *	106,2 *	145,5 *	189,3 *
42	18,3 *	28,7 *	65,9 *	109,3 *	149,6 *	195,0 *
45	19,0 *	30,7 *	67,9 *	111,7 *	152,7 *	199,2 *
48	19,8	32,6	69,8	114,0	155,8	203,5
57	22,1	38,4	75,6	121,0	165,1	216,3
76	24,4	43,0	86,1	136,1	184,9	240,7
89	27,9	47,7	93,0	145,4	197,7	255,9
108	30,2	53,5	101,2	158,2	214,0	278,0
114	31,3 *	54,9 *	104,0 *	162,1 *	219,0 *	284,1 *
133	34,9	59,3	112,8	174,5	234,9	303,5
159	38,4	66,3	123,3	190,7	257,0	329,1
219	46,5	81,4	147,7	225,6	300,1	383,8
273	53,5	91,9	164,0	247,7	321,0	419,8
325	61,6	102,3	181,4	275,6	354,7	459,4
377	68,6	114,0	198,9	301,2	389,6	504,7
426	75,6	123,3	218,6	326,8	415,2	536,1
478	81,4	133,7	229,1	347,7	443,1	569,9
529	88,4	144,2	250,0	374,5	475,7	610,6
630	102,3	164,0	281,4	412,9	524,5	665,2

Окончание таблицы В.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С					
	50	100	200	300	400	500
720	114,0	181,4	309,4	453,6	579,2	732,7
820	126,8	200,0	341,9	512,9	651,3	810,6
920	138,4	223,3	373,3	553,6	693,1	885,0
1020	150,0	240,7	400,1	587,3	759,4	945,5

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица В.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С					
	50	100	200	300	400	500
18	17,7 *	22,0 *	59,8 *	97,1 *	141,1 *	180,6 *
21	18,3 *	23,9 *	61,7 *	99,8 *	144,2 *	184,9 *
25	19,0 *	26,4 *	64,3 *	103,4 *	148,3 *	190,6 *
27	19,4 *	27,6 *	65,6 *	105,3 *	150,4 *	193,4 *
32	20,3 *	30,5 *	68,8 *	109,8 *	155,6 *	200,5 *
34	20,7 *	31,7 *	70,1 *	111,6 *	157,6 *	203,4 *
38	21,5 *	34,0 *	72,7 *	115,3 *	161,8 *	209,1 *
42	22,2 *	36,2 *	75,2 *	118,9 *	165,9 *	214,8 *
45	22,8 *	37,8 *	77,2 *	121,7 *	169,0 *	219,0 *
48	23,3	38,4	79,1	124,4	172,1	223,3
57	25,6	45,4	84,9	132,6	181,4	236,1
76	27,9	51,2	96,5	148,9	203,5	264,0
89	31,4	57,0	104,7	160,5	217,5	281,4
108	34,9	62,8	111,6	174,5	234,9	305,9
114	36,0 *	64,5 *	115,5 *	178,7 *	240,5 *	312,6 *
133	39,5	69,8	127,9	191,9	258,2	333,8
159	44,2	79,1	139,6	209,3	282,6	361,7
219	53,5	95,4	167,5	247,7	330,3	422,2
273	60,5	111,6	197,7	294,2	381,5	495,4

Окончание таблицы В.2

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С					
	50	100	200	300	400	500
325	69,8	124,4	219,8	328,0	422,2	542,0
377	77,9	138,4	240,7	358,2	462,9	595,5
426	84,9	148,9	260,5	386,1	494,3	624,5
478	93,0	162,8	276,8	414,0	526,8	672,2
529	101,2	175,6	302,4	445,4	566,4	721,1
630	116,3	200,0	340,8	490,8	624,5	785,0
720	127,9	221,0	374,5	539,6	688,5	872,3
820	141,9	244,2	414,0	610,6	774,6	956,0
920	157,0	272,1	451,2	658,3	824,6	1052,5
1020	171,0	294,2	483,8	697,8	903,7	1115,3

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица В.3 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	3,2	8,0	16,0	24,0	33,6	44,0	54,4	66,4	79,2	92,0
20	4,0	8,8	17,6	27,2	37,6	48,0	60,0	72,8	86,4	101,6
25	4,0	10,4	20,0	29,6	41,6	52,8	65,6	79,2	93,6	109,6
32	4,7 *	11,1 *	21,5 *	32,2 *	44,2 *	56,9 *	70,5 *	85,2 *	100,7 *	117,4 *
40	5,6	12,0	23,2	35,2	47,2	61,6	76,0	92,0	108,8	126,4
50	5,6	13,6	24,8	37,6	51,2	65,6	81,6	98,4	116,0	134,4
65	7,2	15,2	28,8	43,2	57,6	74,4	91,2	109,6	129,6	149,6
80	8,0	16,8	31,2	46,4	61,6	79,2	97,6	117,6	137,6	160,0
100	8,8	19,2	34,4	51,2	68,0	87,2	107,2	128,0	149,6	172,8
125	9,6	21,6	39,2	56,0	74,4	97,6	119,2	142,4	166,4	192,0
150	11,2	24,0	43,2	61,6	81,6	107,2	131,2	155,2	180,8	208,0

Окончание таблицы В.3

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
200	14,4	29,6	52,0	74,4	97,6	127,2	155,2	182,4	212,8	244,0
250	16,8	34,4	60,0	84,8	110,4	143,2	172,0	203,2	235,2	269,6
300	20,0	39,2	67,2	94,4	124,0	158,4	191,2	224,0	259,2	296,0
350	22,4	44,0	74,4	104,8	136,0	174,4	208,8	244,8	282,4	322,4
400	24,0	48,8	81,6	113,6	148,0	188,8	225,6	264,0	304,0	346,4
450	26,4	52,0	87,2	121,6	157,6	201,6	240,8	280,8	323,2	368,0
500	28,8	56,8	95,2	132,8	168,8	216,8	257,6	300,8	344,8	392,8
600	33,6	65,6	108,8	150,4	192,0	244,8	290,4	337,6	386,4	438,4
700	38,4	73,6	120,8	167,2	211,2	269,6	319,2	370,4	423,2	479,2
800	42,4	82,4	133,6	170,4	233,6	296,8	350,4	405,6	463,2	523,2
900	47,2	90,4	147,2	202,4	255,2	324,0	381,6	440,8	502,4	567,2
1000	52,0	99,2	160,8	220,0	276,8	350,4	412,8	476,0	541,6	610,4
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²									
	15,2	28,0	43,2	56,0	68,0	84,0	96,0	108,0	120,0	132,0

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).
Примечание - Нормы плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице В.3, на коэффициент 0,8.

Таблица В.4 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5 000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	4,0	8,8	17,6	27,2	36,8	47,2	59,2	72,0	84,8	99,2
20	4,8	10,4	20,0	30,4	41,6	52,8	65,6	79,2	94,4	110,4
25	4,8	12,0	22,4	33,6	45,6	58,4	72,0	86,4	101,6	119,2
32	5,5 *	13,1 *	24,3 *	36,2 *	49,0 *	63,3 *	77,6 *	93,1 *	109,8 *	128,2 *

Окончание таблицы В.4

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
40	6,4	14,4	26,4	39,2	52,8	68,8	84,0	100,8	119,2	138,4
50	7,2	15,2	28,8	42,4	56,8	72,8	90,4	108,0	127,2	147,2
65	8,0	18,4	32,8	48,8	64,8	83,2	101,6	121,6	142,4	165,6
80	8,8	20,0	36,0	52,8	69,6	89,6	109,6	130,4	152,8	176,8
100	10,4	22,4	40,0	58,4	77,6	98,4	120,0	142,4	166,4	192,8
125	12,0	25,6	44,8	64,8	85,6	111,2	134,4	160,0	186,4	215,2
150	14,4	28,0	50,4	71,2	94,4	122,4	148,0	175,2	204,8	235,2
200	17,6	35,2	61,6	87,2	113,6	147,2	176,8	209,6	242,4	276,8
250	20,8	40,8	70,4	100,0	128,8	165,6	198,4	234,4	268,8	308,0
300	24,0	47,2	80,8	112,0	144,8	184,8	222,4	259,2	299,2	340,8
350	28,0	52,8	89,6	124,0	160,0	204,0	244,0	284,0	327,2	372,8
400	30,4	58,4	97,6	136,0	173,6	220,8	264,8	308,8	353,6	401,6
450	32,8	64,0	105,6	145,6	186,4	238,4	282,4	329,6	376,8	428,0
500	36,0	70,4	114,4	157,6	200,8	257,6	303,2	353,6	404,8	458,4
600	42,4	80,0	132,0	180,0	230,4	292,0	345,6	399,2	456,0	515,2
700	48,0	91,2	147,2	200,0	255,2	323,2	380,0	440,0	500,8	565,6
800	53,6	102,4	164,0	222,4	282,4	357,6	420,8	484,0	550,4	620,0
900	60,0	112,8	180,8	244,8	310,4	389,6	459,2	528,0	599,2	674,4
1000	66,4	124,0	197,6	266,4	336,8	424,8	497,6	572,0	648,0	728,8
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²									
	20,0	35,2	56,8	70,4	86,4	106,4	121,6	132,0	152,0	167,2

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Примечание - Нормы плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице В.4, на коэффициент 0,8.

Таблица В.5 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	4	9	17	25	35	45	56	68	81	93
20	4	10	19	28	39	50	62	75	88	102
25	5	11	20	31	42	54	67	81	94	110
32	5 *	11 *	21 *	33 *	44 *	57 *	71 *	85 *	99 *	116 *
40	5	12	23	35	47	60	75	89	105	122
50	6	14	26	38	51	66	81	97	114	132
65	7	16	29	43	58	74	89	107	126	145
80	8	17	31	46	62	78	95	114	134	154
100	9	19	34	50	67	85	103	123	145	166
125	10	21	38	55	74	92	115	137	160	184
150	11	24	42	61	80	100	126	150	175	201
200	14	30	52	75	98	121	153	180	210	239
250	16	35	60	86	113	139	171	202	234	267
300	18	40	68	97	126	156	189	222	256	293
350	22	45	76	107	139	172	206	242	278	317
400	25	49	83	116	151	186	221	260	298	340
450	27	54	90	126	162	199	237	278	319	362
500	30	58	97	135	174	214	254	297	340	386
600	34	67	111	153	196	240	284	331	380	429
700	38	75	124	169	216	263	312	362	414	468
800	43	83	137	188	237	289	342	396	452	510
900	47	91	150	205	259	315	372	430	490	551
1000	52	100	163	222	282	341	401	464	528	593
1200	62	117	190	257	324	391	459	528	600	673
1400	72	133	216	292	365	441	516	591	672	752

Окончание таблицы В.5

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²									
	16	27	42	55	67	78	90	101	111	135
* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).										

Таблица В.6 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке на открытом воздухе и продолжительности работы 5 000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	4	10	18	28	38	49	61	74	86	101
20	5	11	21	31	42	54	67	80	95	111
25	5	12	23	34	46	59	73	87	103	119
32	5 *	13 *	24 *	36 *	49 *	63 *	77 *	92 *	109 *	126 *
40	6	14	26	39	52	67	81	98	115	133
50	7	16	29	43	57	73	89	106	125	144
65	8	18	33	48	65	81	99	119	139	160
80	9	20	36	52	69	87	106	127	148	170
100	10	22	39	57	75	95	115	137	160	185
125	12	25	44	63	83	112	135	160	186	213
150	13	27	48	69	91	122	147	174	202	232
200	16	34	59	82	108	144	174	204	237	270
250	19	39	66	94	123	164	197	231	266	303
300	22	44	75	105	137	182	217	255	293	334
350	27	53	91	127	162	200	238	279	320	364
400	30	59	99	138	176	217	257	301	345	391
450	33	64	108	149	190	233	277	323	369	418

Окончание таблицы В.6

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
500	35	70	117	161	205	251	297	346	395	447
600	41	81	134	184	233	283	335	388	444	500
700	47	90	149	203	258	312	369	427	486	548
800	53	102	165	225	285	345	406	468	533	600
900	59	112	183	248	312	376	442	510	580	651
1000	64	123	199	269	339	408	479	552	626	702
1200	75	145	233	313	393	471	551	633	716	796
1400	86	166	266	356	446	534	623	713	805	890
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²									
	20	36	55	71	86	100	113	126	142	159
* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).										

Таблица В.7 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов в трубе-оболочке из оцинкованной стали при прокладке на открытом воздухе, выполненных в соответствии с СТБ 2252

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С	
	50	90
32	9,0	17,0
33,5	9,4	17,8
38	8,8	16,6
42,3	9,7	18,4
45	10,4	19,7
48	11,2	21,2
57	11,9	22,4
60	12,7	24,0
75,5	15,1	28,5
76	15,2	28,8

Окончание таблицы В.7

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С	
	50	90
88,5	15,7	29,7
89	15,9	30,0
108	15,1	28,6
114	16,6	31,3
133	17,7	33,5
159	20,6	38,9
219	25,7	48,5
273	24,4	46,1
325	28,7	54,1
377	33,1	62,5
426	34,1	64,5
530	31,9	60,3
630	39,1	73,8
720	42,0	79,3
820	47,2	89,1
920	52,4	99,0
1020	57,6	108,9
1220	78,6	148,4
1420	90,7	171,3

Примечания
1 См. таблицу Б.15, примечание 3.
2 В соответствии с [4] коэффициент теплоотдачи от поверхности защитного слоя к воздуху принят равным $\alpha_{\text{в}} = 26 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$.
3 Температура воздуха принята 5 °С.
4 Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице В.7, на коэффициент 0,88.

Приложение Г
(обязательное)

Нормы линейной и поверхностной плотностей теплового потока через изолированную поверхность при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах)

Таблица Г.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С											
	прокладка в помещении (техническом подполье)						прокладка в тоннеле (проходном канале)					
	50	100	200	300	400	500	50	100	200	300	400	500
18	10,9 *	15,7 *	48,2 *	89,5 *	124,8 *	160,8 *	7,4 *	11,0 *	48,7 *	86,0 *	123,7 *	160,8 *
21	11,7 *	17,3 *	50,1 *	91,8 *	127,9 *	165,1 *	8,2 *	12,6 *	50,2 *	88,3 *	126,8 *	165,1 *
25	12,7 *	19,4 *	52,7 *	94,9 *	132,0 *	170,8 *	9,2 *	14,7 *	52,2 *	91,4 *	130,9 *	170,8 *
27	13,2 *	20,4 *	54,0 *	96,5 *	134,1 *	173,6 *	9,7 *	15,7 *	53,3 *	93,0 *	133,0 *	173,6 *
32	14,5 *	23,0 *	57,2 *	100,4 *	139,3 *	180,7 *	11,0 *	18,3 *	55,8 *	96,9 *	138,2 *	180,7 *
34	15,0 *	24,1 *	58,5 *	101,9 *	141,3 *	183,6 *	11,5 *	19,4 *	56,8 *	98,4 *	140,2 *	183,6 *
38	16,0 *	26,2 *	61,1 *	105,0 *	145,5 *	189,3 *	12,5 *	21,5 *	58,9 *	101,5 *	144,4 *	189,3 *
42	17,1 *	28,3 *	63,6 *	108,1 *	149,6 *	195,0 *	13,6 *	23,6 *	60,9 *	104,6 *	148,5 *	195,0 *
45	17,8 *	29,8 *	65,6 *	110,5 *	152,7 *	199,2 *	14,3 *	25,1 *	62,5 *	107,0 *	151,6 *	199,2 *
48	18,6	31,4	67,5	112,8	155,8	203,5	15,1	26,7	64,0	109,3	154,7	203,5
57	20,9	36,1	73,3	119,8	165,1	216,3	17,4	31,4	68,6	116,3	164,0	216,3
76	23,3	40,7	82,6	134,9	184,9	240,7	18,6	36,1	77,9	130,3	182,6	240,7
89	26,7	45,4	90,7	144,2	197,7	255,9	20,9	39,5	84,9	139,6	195,4	255,9
108	27,9	51,2	97,7	157,0	214,0	278,0	23,3	44,2	91,9	152,4	211,7	278,0
114	29,0 *	52,3 *	100,5 *	160,9 *	219,0 *	284,1 *	24,1 *	45,3 *	94,4 *	156,0 *	216,7 *	284,1 *
133	32,6	55,8	109,3	173,3	234,9	303,5	26,7	48,8	102,3	167,5	232,6	303,5
159	36,1	62,8	119,8	188,4	257,0	329,1	30,2	54,7	112,8	182,6	254,7	329,1
219	44,2	77,9	143,0	223,3	300,1	383,8	36,1	67,5	134,9	216,3	296,6	383,8
273	50,0	87,2	159,3	245,4	321,0	419,8	41,9	75,6	148,9	237,3	317,5	419,8
325	58,2	97,7	175,6	273,3	354,7	459,4	47,7	84,9	165,1	264,0	351,2	459,4
377	65,1	108,2	193,1	298,9	389,6	504,7	53,5	94,2	181,4	288,4	386,1	504,7
426	70,9	117,5	211,7	323,3	415,2	536,1	58,2	102,3	198,9	314,0	411,7	536,1
478	76,8	126,8	222,1	344,2	443,1	569,9	62,8	110,5	208,2	333,8	439,6	569,9
529	83,7	137,2	243,1	371,0	475,7	610,6	68,6	118,6	227,9	359,4	472,2	610,6
630	96,5	155,8	273,3	409,4	524,5	665,2	79,1	134,9	255,9	396,6	519,9	665,2

Окончание таблицы Г.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С											
	прокладка в помещении (техническом подполье)						прокладка в тоннеле (проходном канале)					
	50	100	200	300	400	500	50	100	200	300	400	500
720	107,0	172,1	300,1	450,1	579,2	732,7	88,4	150,0	281,4	436,1	574,5	732,7
820	119,8	189,6	331,5	508,2	651,3	810,6	98,9	165,1	310,5	491,9	645,5	810,6
920	130,3	211,7	361,7	548,9	693,1	885,0	107,0	184,9	339,6	531,5	686,2	885,0
1020	140,7	229,1	388,4	581,5	759,4	945,5	116,3	198,9	364,0	562,9	753,6	945,5

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Г.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С											
	прокладка в помещении (техническом подполье)						прокладка в тоннеле (проходном канале)					
	50	100	200	300	400	500	50	100	200	300	400	500
18	16,3 *	18,2 *	57,5 *	96,3 *	141,1 *	180,6 *	14,6 *	18,4 *	56,4 *	96,5 *	144,0 *	180,6 *
21	17,0 *	20,3 *	59,4 *	99,0 *	144,2 *	184,9 *	15,0 *	19,8 *	58,0 *	98,8 *	146,7 *	184,9 *
25	17,8 *	23,0 *	62,0 *	102,6 *	148,3 *	190,6 *	15,5 *	21,6 *	60,1 *	101,9 *	150,3 *	190,6 *
27	18,2 *	24,3 *	63,3 *	104,4 *	150,4 *	193,4 *	15,8 *	22,5 *	61,1 *	103,5 *	152,1 *	193,4 *
32	19,3 *	27,5 *	66,5 *	108,9 *	155,6 *	200,5 *	16,5 *	24,7 *	63,7 *	107,4 *	156,6 *	200,5 *
34	19,7 *	28,8 *	67,8 *	110,7 *	157,6 *	203,4 *	16,7 *	25,6 *	64,8 *	108,9 *	158,4 *	203,4 *
38	20,4 *	31,2 *	70,4 *	114,3 *	161,8 *	209,1 *	17,2 *	27,3 *	66,9 *	112,0 *	162,0 *	209,1 *
42	21,2 *	33,6 *	72,9 *	117,9 *	165,9 *	214,8 *	17,8 *	28,9 *	69,0 *	115,1 *	165,6 *	214,8 *
45	21,8 *	35,3 *	74,9 *	120,6 *	169,0 *	219,0 *	18,2 *	30,2 *	70,5 *	117,5 *	168,3 *	219,0 *
48	22,1	36,1	76,8	123,3	172,1	223,3	18,6	31,4	72,1	119,8	171,0	223,3
57	24,4	43,0	82,6	131,4	181,4	236,1	19,8	37,2	76,8	126,8	179,1	236,1
76	26,7	48,8	94,2	147,7	203,5	264,0	22,1	41,9	88,4	143,0	201,2	264,0
89	29,1	54,7	101,2	159,3	217,5	281,4	24,4	46,5	95,4	153,5	215,2	281,4
108	31,4	59,3	108,2	173,3	234,9	305,9	26,7	52,3	101,2	167,5	232,6	305,9
114	32,8 *	61,0 *	112,1 *	177,2 *	240,5 *	312,6 *	27,5 *	53,7 *	104,8 *	171,4 *	238,2 *	312,6 *
133	37,2	66,3	124,4	189,6	258,2	333,8	30,2	58,2	116,3	183,8	255,9	333,8
159	41,9	75,6	134,9	207,0	282,6	361,7	33,7	65,1	126,8	201,2	280,3	361,7

Окончание таблицы Г.2

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С											
	прокладка в помещении (техническом подполье)						прокладка в тоннеле (проходном канале)					
	50	100	200	300	400	500	50	100	200	300	400	500
219	50,0	90,7	161,7	245,4	330,3	422,2	41,9	79,1	152,4	237,3	326,8	422,2
273	57,0	105,8	191,9	291,9	381,5	495,4	46,5	91,9	180,3	282,6	378,0	495,4
325	66,3	118,6	212,8	324,5	422,2	542,0	54,7	102,3	200,0	314,0	418,7	542,0
377	73,3	131,4	233,8	354,7	462,9	595,5	60,5	114,0	218,6	343,1	458,2	595,5
426	80,2	141,9	252,4	382,6	494,3	624,5	66,3	123,3	237,3	371,0	489,6	624,5
478	87,2	154,7	268,7	410,5	526,8	672,2	72,1	134,9	252,4	397,7	522,2	672,2
529	95,4	166,3	293,1	441,9	566,4	721,1	79,1	145,4	275,6	428,0	561,7	721,1
630	109,3	189,6	330,3	486,1	624,5	785,0	90,7	165,1	310,5	471,0	618,7	785,0
720	119,8	210,5	362,9	535,0	688,5	872,3	100,0	182,6	340,8	518,7	682,7	872,3
820	133,7	231,4	401,2	604,8	774,6	956,0	110,5	201,2	376,8	585,0	766,4	956,0
920	147,7	258,2	438,5	652,4	824,6	1052,5	122,1	224,5	410,5	631,5	816,4	1052,5
1020	160,5	279,1	469,9	692,0	903,7	1115,3	132,6	243,1	439,6	669,9	895,5	1115,3

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Г.3 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С																	
	прокладка в помещении (техническом подполье)									прокладка в тоннеле (проходном канале)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	6,4	14,4	22,4	32,0	42,4	52,8	64,8	76,8	91,2	5,4	12,2	19,0	27,2	36,0	44,9	55,1	65,3	77,5
20	7,2	16,0	25,6	36,0	46,4	58,4	71,2	84,8	100,0	6,1	13,6	21,8	30,6	39,4	49,6	60,5	72,1	85,0
25	8,0	17,6	28,0	39,2	51,2	63,2	77,6	92,0	108,0	6,8	15,0	23,8	33,3	43,5	53,7	66,0	78,2	91,8
32	8,7 *	19,1 *	30,2 *	42,2 *	54,9 *	68,4 *	83,2 *	99,1 *	115,8 *	7,4 *	16,2 *	25,7 *	35,9 *	46,7 *	58,1 *	70,7 *	84,2 *	98,4 *
40	9,6	20,8	32,8	45,6	59,2	74,4	89,6	107,2	124,8	8,2	17,7	27,9	38,8	50,3	63,2	76,2	91,1	106,1
50	10,4	22,4	35,2	48,8	64,0	79,2	96,0	113,6	132,8	8,8	19,0	29,9	41,5	54,4	67,3	81,6	96,6	112,9
65	12,0	25,6	40,0	55,2	72,0	89,6	107,2	127,2	148,0	10,2	21,8	34,0	46,9	61,2	76,2	91,1	108,1	125,8
80	12,8	28,0	43,2	59,2	77,6	95,2	114,4	135,2	157,6	10,9	23,8	36,7	50,3	66,0	80,9	97,2	114,9	134,0

Окончание таблицы Г.3

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С																	
	прокладка в помещении (техническом подполье)									прокладка в тоннеле (проходном канале)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	50	100	150	200	250	300	350	400	450
100	14,4	31,2	48,0	64,8	84,0	104,0	124,8	147,2	170,4	12,2	26,5	40,8	55,1	71,4	88,4	106,1	125,1	144,8
125	16,8	35,2	52,8	72,0	94,4	116,0	140,0	164,0	189,6	14,3	29,9	44,9	61,2	80,2	98,6	119,0	139,4	161,2
150	19,2	39,2	58,4	78,4	104,0	128,0	152,0	178,4	205,6	16,3	33,3	49,6	66,6	88,4	108,8	129,2	151,6	174,8
200	23,2	47,2	70,4	94,4	124,0	151,2	180,0	208,8	240,8	19,7	40,1	59,8	80,2	105,4	128,5	153,0	177,5	204,7
250	27,2	54,4	80,0	106,4	139,2	168,8	199,2	231,2	266,4	23,1	46,2	68,0	90,4	118,3	143,5	169,3	196,5	226,4
300	31,2	61,6	89,6	119,2	154,4	186,4	220,0	255,2	292,8	26,5	52,4	76,2	101,3	131,2	158,4	187,0	216,9	248,9
350	35,2	68,0	99,2	131,2	169,6	204,8	240,8	278,4	318,4	29,9	57,8	84,3	111,5	144,2	174,1	204,7	236,6	270,6
400	38,4	74,4	108,0	142,4	184,0	220,8	259,2	299,2	342,4	32,6	63,2	91,8	121,0	156,4	187,7	220,3	254,3	291,0
450	41,6	80,8	116,0	152,0	196,0	235,2	276,0	318,4	364,0	35,4	68,7	98,6	129,2	166,6	199,9	234,6	270,6	309,4
500	45,6	87,2	124,8	164,0	211,2	252,8	296,0	340,8	388,0	38,8	74,1	106,1	139,4	179,5	214,9	251,6	289,7	329,8
600	53,6	100,0	143,2	185,6	238,4	284,8	332,0	381,6	433,6	45,6	85,0	121,7	157,8	202,6	242,1	282,2	324,4	368,6
700	59,2	111,2	159,2	204,8	262,4	312,8	364,8	417,6	473,6	50,3	94,5	135,3	174,1	223,0	265,9	310,1	355,0	402,6
800	67,2	124,0	176,0	226,4	289,6	344,0	399,2	456,8	517,6	57,1	105,4	149,6	192,4	246,2	292,4	339,3	388,3	440,0
900	74,4	136,0	192,8	247,2	316,0	374,4	434,4	496,0	561,6	63,2	115,6	163,9	210,1	268,6	318,2	369,2	421,6	477,4
1000	81,6	148,8	209,6	268,0	342,4	404,8	468,8	534,4	606,4	69,4	126,5	178,2	227,8	291,0	344,1	398,5	454,2	515,4
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²																	
	23,2	40,0	54,4	66,4	83,2	95,2	107,2	119,2	132,0	19,7	34,0	46,2	56,4	70,7	80,9	91,1	101,3	112,2
* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).																		
Примечание - Нормы плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Г.3, на коэффициент 0,8.																		

Таблица Г.4 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С																	
	прокладка в помещении (техническом подполье)									прокладка в тоннеле (проходном канале)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	7,2	16,0	24,8	35,2	45,6	57,6	69,6	83,2	97,6	6,1	13,6	21,1	29,9	38,8	49,0	59,2	70,7	83,0
20	8,0	17,6	28,0	39,2	51,2	64,0	77,6	92,0	108,0	6,8	15,0	23,8	33,3	43,5	54,4	66,0	78,2	91,8
25	8,8	20,0	31,2	43,2	56,0	69,6	84,8	100,0	117,6	7,5	17,0	26,5	36,7	47,6	59,2	72,1	85,0	100,0
32	9,5 *	21,5 *	33,8 *	46,9 *	60,9 *	75,6 *	91,5 *	107,8 *	126,2 *	8,1 *	18,3 *	28,7 *	39,9 *	51,8 *	64,3 *	77,8 *	91,6 *	107,3 *
40	10,4	23,2	36,8	51,2	66,4	82,4	99,2	116,8	136,0	8,8	19,7	31,3	43,5	56,4	70,0	84,3	99,3	115,6
50	12,0	25,6	39,2	54,4	71,2	88,0	105,6	124,8	145,6	10,2	21,8	33,3	46,2	60,5	74,8	89,8	106,1	123,8
65	13,6	29,6	45,6	62,4	80,8	99,2	119,2	140,8	163,2	11,6	25,2	38,8	53,0	68,7	84,3	101,3	119,7	138,7
80	16,0	32,8	49,6	67,2	86,4	106,4	128,0	150,4	175,2	13,6	27,9	42,2	57,1	73,4	90,4	108,8	127,8	148,9
100	17,6	36,0	55,2	74,4	95,2	116,8	140,0	164,0	189,6	15,0	30,6	46,9	63,2	80,9	99,3	119,0	139,4	161,2
125	20,0	40,8	61,6	81,6	108,0	132,0	156,8	183,2	212,8	17,0	34,7	52,4	69,4	91,8	112,2	133,3	155,7	180,9
150	22,4	44,8	68,0	91,2	119,2	144,8	172,0	200,8	232,0	19,0	38,1	57,8	77,5	101,3	123,1	146,2	170,7	197,2
200	28,8	56,0	82,4	109,6	143,2	172,8	204,8	239,2	273,6	24,5	47,6	70,0	93,2	121,7	146,9	174,1	203,3	232,6
250	33,6	64,8	94,4	124,0	160,8	193,6	229,6	265,6	304,8	28,6	55,1	80,2	105,4	136,7	164,6	195,2	225,8	259,1
300	38,4	73,6	106,4	139,2	180,0	216,0	255,2	294,4	336,8	32,6	62,6	90,4	118,3	153,0	183,6	216,9	250,2	286,3
350	42,4	82,4	117,6	154,4	198,4	239,2	280,0	323,2	368,0	36,0	70,0	100,0	131,2	168,6	203,3	238,0	274,7	312,8
400	48,0	90,4	129,6	168,0	215,2	259,2	303,2	348,8	396,8	40,8	76,8	110,2	142,8	182,9	220,3	257,7	296,5	337,3
450	51,2	97,6	138,4	180,0	232,8	277,6	324,0	372,0	423,2	43,5	83,0	117,6	153,0	197,9	236,0	275,4	316,2	359,7
500	56,8	105,6	150,4	194,4	251,2	298,4	348,0	399,2	452,8	48,3	89,8	127,8	165,2	213,5	253,6	295,8	339,3	384,9
600	64,8	121,6	172,0	221,6	285,6	338,4	393,6	449,6	509,6	55,1	103,4	146,2	188,4	242,8	287,6	334,6	382,2	433,2
700	72,8	136,0	191,2	247,2	315,2	373,6	432,8	494,4	559,2	61,9	115,6	162,5	210,1	267,9	317,6	367,9	420,2	475,3
800	81,6	152,0	212,0	273,6	348,8	412,0	476,8	543,2	613,6	69,4	129,2	180,2	232,6	296,5	350,2	405,3	461,7	521,6
900	91,2	167,2	233,6	300,0	382,4	450,4	520,0	592,0	668,0	77,5	142,1	198,6	255,0	325,0	382,8	442,0	503,2	567,8
1000	100,0	183,2	254,4	326,4	415,2	488,8	563,2	640,0	722,4	85,0	155,7	216,2	277,4	352,9	415,5	478,7	544,0	614,0

Окончание таблицы Г.4

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С																	
	прокладка в помещении (техническом подполье)									прокладка в тоннеле (проходном канале)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²																	
	28,8	50,4	68,0	84,0	105,6	120,8	136,0	150,4	167,2	24,5	42,8	57,8	71,4	89,8	102,7	115,6	127,8	142,1
* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).																		
Примечание - Нормы плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1990 г. до 1 июля 1995 г., определяются делением норм, приведенных в таблице Г.4, на коэффициент 0,8.																		

Таблица Г.5 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	6	14	23	33	43	54	66	79	92
20	7	16	26	37	48	60	73	86	101
25	8	18	28	40	52	65	79	93	109
32	8 *	19 *	30 *	42 *	55 *	69 *	83 *	98 *	115 *
40	9	21	32	45	59	73	88	104	121
50	10	23	36	50	64	80	95	113	132
65	12	26	41	56	72	88	106	126	145
80	13	28	44	60	77	94	113	134	154
100	14	31	48	65	84	102	123	145	167
125	16	35	53	72	91	112	135	157	182
150	18	38	58	79	99	122	146	170	197
200	22	46	70	92	117	143	170	198	227
250	26	53	79	105	133	160	191	222	254
300	29	60	87	117	147	177	210	243	278
350	33	66	96	128	160	193	228	264	302
400	36	72	105	138	172	208	245	283	323

Окончание таблицы Г.5

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
450	39	78	113	149	185	223	262	302	344
500	43	83	122	160	198	239	279	323	366
600	49	95	138	179	223	267	312	359	408
700	55	106	152	198	245	292	341	391	444
800	61	117	168	218	268	319	373	427	482
900	67	129	184	237	292	347	404	462	522
1000	74	140	199	257	315	374	434	497	560
1200	87	163	231	297	363	429	497	567	638
1400	100	185	263	336	411	483	560	637	716
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²								
	20	38	54	68	81	93	106	118	130

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Г.6 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
15	6	16	25	35	46	58	71	84	98
20	7	18	28	40	52	65	79	92	108
25	8	20	31	43	56	70	84	100	117
32	9 *	21 *	33 *	46 *	60 *	74 *	89 *	106 *	123 *
40	10	23	36	49	64	79	95	113	130
50	11	25	40	54	70	86	104	123	142
65	13	29	45	62	78	97	117	137	159
80	14	32	49	66	84	104	125	146	169
100	16	35	54	73	92	114	136	159	184

Окончание таблицы Г.6

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
125	18	39	60	80	102	125	149	174	200
150	21	44	66	88	112	136	162	190	218
200	26	53	79	106	133	161	192	222	254
250	30	62	91	121	151	183	215	250	286
300	34	69	102	135	168	203	238	275	315
350	38	76	112	147	184	221	260	300	342
400	42	84	122	160	199	239	281	324	368
450	46	91	133	173	215	257	301	347	393
500	51	99	142	187	230	276	323	370	421
600	58	113	162	212	260	310	363	415	470
700	64	126	180	233	287	341	398	455	514
800	72	139	200	258	317	375	436	498	562
900	80	154	219	282	345	409	474	541	609
1000	88	168	238	306	374	442	513	584	656
1200	104	197	278	355	433	511	591	670	752
1400	120	225	318	403	491	580	668	756	848
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ²								
	26	46	63	78	92	105	119	132	145

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица Г.7 –Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах), выполненных в соответствии с СТБ 2252

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С			
	прокладка в помещении (техническом подполье)		прокладка в тоннеле (проходном канале)	
	50	90	50	90
32	6,1	14,3	2,0	10,2
33,5	6,4	15,0	2,1	10,7
38	6,0	13,9	2,0	10,0
42,3	6,7	15,5	2,2	11,1
45	7,1	16,6	2,4	11,9

Окончание таблицы Г.7

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С			
	прокладка в помещении (техническом подполье)		прокладка в тоннеле (проходном канале)	
	50	90	50	90
48	7,7	18,0	2,6	12,8
57	8,1	18,9	2,7	13,5
60	8,7	20,3	2,9	14,5
75,5	10,5	24,4	3,5	17,5
76	10,6	24,7	3,5	17,7
88,5	10,9	25,4	3,6	18,1
89	11,0	25,6	3,7	18,3
108	10,4	24,3	3,5	17,4
114	11,5	26,7	3,8	19,1
133	12,3	28,7	4,1	20,5
140	13,7	31,9	4,6	22,8
159	14,4	33,6	4,8	24,0
165	15,8	36,8	5,3	26,3
219	18,3	42,6	6,1	30,4
273	17,3	40,3	5,8	28,8
325	20,4	47,6	6,8	34,0
377	23,8	55,6	7,9	39,7
426	24,7	57,7	8,2	41,2
530	23,1	53,9	7,7	38,5
630	28,9	67,5	9,6	48,2
720	31,3	73,0	10,4	52,1
820	35,7	83,4	11,9	59,6
920	40,5	94,5	13,5	67,5
1020	45,3	105,6	15,1	75,4
1220	46,1	107,6	15,4	76,8
1420	63,1	147,3	21,0	105,2

Примечания
1 См. таблицу Б.15, примечания 3, 4.
2 В соответствии с [4] коэффициент теплоотдачи от поверхности защитного слоя к воздуху принят равным $\alpha_{в} = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.
3 Температура воздуха в помещении принята 20 °С, в тоннеле – 40 °С.
4 Расчётные нормы линейной плотности теплового потока для ПИ-труб с тепловой изоляцией на вспенивателе **циклопентан** определяются умножением расчётных норм, приведенных в таблице Г.7, на коэффициент 0,88.

Таблица Г.8 – Расчетная линейная плотность теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов СМТФЛЕКС-П МВТ при прокладке в помещениях (технических подпольях)

Типоразмер трубопровода - -	Внутренний диаметр полиэтиленовой напорной трубы, мм	Наружный диаметр полиэтиленовой напорной трубы, мм	Толщина стенки полиэтиленовой напорной трубы, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки оцинковки, мм	Толщина стенки трубы-оболочки оцинковки, мм	Расчётные нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при расчетной температуре теплоносителя, °С	
						обратный	подающий
						50	65
32/90	29	40	5,5	90	0,5	8,0	12,0
40/110	36,2	50	6,9	110	0,5	8,3	12,4
50/125	45,8	63	8,6	125	0,5	9,5	14,2
63/140	54,4	75	10,3	140	0,5	10,4	15,5
75/160	65,4	90	12,3	160	0,5	11,2	16,8
90/180	79,8	110	15,1	180	0,5	13,0	19,5
110/200	90,8	125	17,1	200	0,5	13,6	20,4
125/225	101,6	140	19,2	225	0,5	13,5	20,3
140/250	116,2	160	21,9	250	0,5	14,3	21,5
160/280	130,8	180	24,6	280	0,5	14,5	21,7

Примечания

- 1 В соответствии с техническими условиями изготовителей коэффициент теплопроводности изоляционного слоя из минеральной ваты принят равным $\lambda_{из} = 0,037$ Вт/(м·°С).
- 2 Коэффициент теплопроводности напорной полиэтиленовой трубы РЕ-РТ тип II принят равным $\lambda_{тр} = 0,40$ Вт/(м·°С).
- 3 В соответствии с [4] коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности трубы-оболочки к воздуху в помещении принят равным $\alpha_n = 10$ Вт/(м²·°С).
- 4 Температура воздуха в помещении принята 20 °С.

Приложение Д
(справочное)

Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей

Таблица Д.1 – Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей (серия 3.006-2)

Обозначение (марка) канала	Внутренние размеры канала, м		Толщина, м	
	высота h	ширина b	Перекрытия $\delta_{пер}$	Стенки $\delta_{ст}$
КЛп 60-30	0,3	0,6	0,07	0,125
КЛп 60-45	0,45	0,6	0,075	0,125
КЛп 60-60	0,6	0,6	0,075	0,125
КЛп 90-45	0,45	0,9	0,09	0,125
КЛп 90-60	0,6	0,9	0,09	0,125
КЛп 90-90	0,9	0,9	0,09	0,125
КЛп 120-45	0,45	1,2	0,09	0,125
КЛп 120-60	0,6	1,2	0,09	0,125
КЛп 120-90	0,9	1,2	0,09	0,125
КЛп 150-45	0,45	1,5	0,125	0,15
КЛп 150-60	0,6	1,5	0,125	0,15
КЛп 150-90	0,9	1,5	0,125	0,15
КЛп 180-60	0,6	1,8	0,145	0,175
КЛп 180-90	0,9	1,8	0,145	0,175
КЛп 210-60	0,6	2,1	0,15	0,2
КЛп 210-90	0,9	2,1	0,15	0,2
КЛп 240-90	0,9	2,4	0,15	0,225
КЛп 300-90	0,9	3,0	0,155	0,25

Приложение Е
(справочное)

Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения

Таблица Е.1 – Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения

Условный диаметр труб отопления, мм	Условный диаметр труб сетей горячего водоснабжения (подающий трубопровод), мм												
	25	32	40	50	65	70	80	100	125	150	175	200	250
25	КЛп120x45												
32		КЛп120x45	КЛп120x45										
40				КЛп120x45	КЛп120x45								
50						КЛп120x45							
65		КЛп120x45											
70													
80													
100													
125	КЛп150x45		КЛп150x45		КЛп150x45			КЛп150x45					
150	КЛп150x45		КЛп150x45		КЛп150x45			КЛп180x60	КЛп180x60				
175	КЛп150x60				КЛп180x60					КЛп180x60	КЛп180x60	КЛп210x60	
200	КЛп150x60				КЛп180x60			КЛп210x60	КЛп210x60				КЛп210x60
250	КЛп180x60				КЛп180x60					КЛп210x60	КЛп210x60	КЛп210x60	
300		КЛп210x60					КЛп210x60	КЛп210x60	КЛп210x60				КЛп210x60
350		КЛп210x60								КЛп210x60	КЛп210x60	КЛп210x60	
400		КЛп210x60					КЛп240x90						КЛп300x90

Приложение Ж
(рекомендуемое)

**Форма титульного листа и таблицы исходных данных для трубопроводов
водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения**

Форма титульного листа

наименование вышестоящей организации

то же сокращенно

наименование организации, эксплуатирующей тепловую сеть

СОГЛАСОВАНО:

должность

подпись Ф.И.О

_____ 20__ г.

число месяц

УТВЕРЖДАЮ:

должность

подпись Ф.И.О

_____ 20__ г.

число месяц

**РАСЧЕТ
НОРМИРУЕМЫХ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ (ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ) ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ
В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ**

г. _____, находящихся на балансе
наименование города, поселка и т. п.

на 20__ г.

сокращенное наименование предприятия

Начальник

подразделение, производившее расчет подпись Ф.И.О.

Исполнители:

должность подпись Ф.И.О.

должность подпись Ф.И.О.

Согласовано:

должность представителя вышестоящей организации подпись Ф.И.О.

Расчет проверил. Расчет соответствует положениям технического кодекса _____

должность и место работы проверяющего подпись Ф.И.О.

_____ 20__ г.

Приложение К

(обязательное)

Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь в тепловых сетях

Таблица К.1 – Среднемесячные температуры воздуха, теплоносителя, грунта на уровне залегания оси трубопровода и исходной воды, идущей на подпитку тепловых сетей

Месяцы	Средняя температура			Температура теплоносителя по фактически применяемому графику	
	воздуха $t_{в.р}^{ср.м}$	грунта $t_{гр.р}^{ср.м}$	холодного источника $t_{х.и}^{ср.пер}$	подающий трубопровод	обратный трубопровод
Январь					
Февраль					
Март					
Апрель отопительный					
Апрель межотопительный					
Май					
Июнь					
Июль					
Август					
Сентябрь					
Октябрь межотопительный					
Октябрь отопительный					
Ноябрь					
Декабрь					
Средняя за год			–	–	–
Средняя за отопительный период		–	–	–	–
Проектный температурный график, принятый при определении расчетной температуры теплоносителя:					180-70, 150-70, 95-70 или др.

Таблица К.6 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых тепловых потерь через изоляцию водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения

Месяц, способ прокладки	Нормируемые часовые значения тепловых потерь $Q_{\text{норм}}$, кДж/ч			Нормируемые часовые значения тепловых потерь, принимаемых на баланс, $Q_{\text{норм.б}}$, кДж/ч			Нормируемые часовые значения тепловых потерь, выводимых в ремонт, $Q_{\text{норм.рем}}$, кДж/ч			Нормируемые часовые значения тепловых потерь, выводимых из эксплуатации, $Q_{\text{норм.отк}}$, кДж/ч			Суммарные нормируемые часовые значения тепловых потерь $\Sigma Q_{\text{норм}}$, кДж/ч		
	2-труб.	под.	обр.	2-труб.	под.	обр.	2-труб.	под.	обр.	2-труб.	под.	обр.	2-труб.	под.	обр.
Январь															
Способ прокладки*															
Февраль															
То же															
...															
* Заполняют в соответствии с перечислением типов прокладки в таблице К.2.															
Примечание – Апрель и октябрь нужно разбивать на отопительный и межотопительный периоды.															

Таблица К.7 – Расчет месячных нормируемых прогнозируемых тепловых потерь через изоляцию тепловых сетей

Месяц, способ прокладки	Число часов работы тепловой сети в месяц $Z_{\text{мес}}$	Суммарные нормируемые часовые значения тепловых потерь $\Sigma Q_{\text{норм}}$, ГДж/ч			Средняя температура теплоносителя из фактически применяемого температурного графика, °С		Температура окружающей среды $t_{\text{окр.ср.м}}$, °С	Нормируемые тепловые потери за расчетный период $Q_{\text{из}}^{\text{пер}}$, ГДж/мес.
		2-труб.	под.	обр.	под.	обр.		
Январь								
Способ прокладки*								
Февраль								
То же								
...								
* Заполняют в соответствии с перечислением типов прокладки в таблице К.2.								
Примечание – Апрель и октябрь нужно разбивать на отопительный и межотопительный периоды.								

Таблица К.9 – Расчет нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале

Идентификационный номер	Расчетное заглубление канала Н, м	Приведенная глубина заглубления Н _{прив} , м	Термическое сопротивление грунта R _{гр} ^к , м·°С/Вт	Термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха канала к его стенкам R _{в,к} , м·°С/Вт	Термическое сопротивление канала, R _{кан} , м·°С/Вт	Норма линейной плотности теплового потока, Вт/м				Нормируемая температура воздуха в канале τ _{н(кан)} ^{сп.г} , °С	Нормируемые термические сопротивления, м·°С/Вт			
						Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС			Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС	
						q _{1н}	q _{2н}	q _{3н}	q _{4н}		R _{1норм}	R _{2норм}	R _{3норм}	R _{4норм}

Таблица К.10 – Расчет нормируемых тепловых потерь трубопроводами водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале

Идентификационный номер	Средние температуры теплоносителя за расчетный период, °С				Средние температуры окружающей среды, °С		Средняя температура воздуха в канале τ _{кан} ^{пер} , °С	Нормируемая плотность теплового потока за расчетный период, Вт/м				Коэффициент местных тепловых потерь			Число часов работы тепловой сети Z ^{пер}	Нормируемые тепловые потери, ГДж			
	Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС					Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС		Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС		Водяная тепловая сеть		Сеть ГВС	
	t ₁ ^{сп.пер}	t ₂ ^{сп.пер}	t ₃ ^{сп.пер}	t ₄ ^{сп.пер}	грунта τ _{гр} ^{сп.пер}	воздуха при Н≤0,7м τ _в ^{сп.пер}		q ₁ ^{пер} норм	q ₂ ^{пер} норм	q ₃ ^{пер} норм	q ₄ ^{пер} норм	β _{1,2}	β ₃	β ₄		Q ₁ ^{пер} норм	Q ₂ ^{пер} норм	Q ₃ ^{пер} норм	Q ₄ ^{пер} норм

Таблица К.18 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения

Теплопотребляющее оборудование в системе	Температурный график, °С	Тепловая нагрузка $Q_{ов}$ и $Q_{гв}$, МВт		Удельный объем воды в системе v , м ³ /МВт	Объем воды в системе $V_{р.потр}^{ов}$, $V_{р.потр}^{изб}$, м ³	
		отопительный период	межотопительный период		отопительный период	межотопительный период
Водяные системы теплоснабжения						
Радиаторы чугунные высотой 1 000 мм						
Радиаторы чугунные высотой 500 мм						
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм						
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм						
Радиаторы стальные листотрубные, конвекторы и системы панельного отопления						
Радиаторы алюминиевые и биметаллические						
Трубы чугунные ребристые						
Регистры из стальных труб						
Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты						
Сети горячего водоснабжения						
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при закрытой системе теплоснабжения				–		
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при открытой системе теплоснабжения				–		

Таблица К.19 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, принимаемых на баланс

Теплопотребляющее оборудование в системе	Температурный график, °С	Тепловая нагрузка Q_{pi} , МВт		Удельный объем воды в системе v_i , м ³ /МВт	Месяц ввода в эксплуатацию (название месяца)		Последующие месяцы после ввода, когда $Z_6 = Z_{мес}$			
		отопительный период	межотопительный период		Время работы в месяц Z_6 , час	Объем воды в системе $V_{р.потр}^{ов изб.б}$, М ³				
						отопительный период	межотопительный период	отопительный период	межотопительный период	
Водяные системы теплоснабжения										
Радиаторы чугунные высотой 1 000 мм										
Радиаторы чугунные высотой 500 мм										
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм										
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм										
Радиаторы стальные листотрубные, конвекторы и системы панельного отопления										
Радиаторы алюминиевые и биметаллические										
Трубы чугунные ребристые										
Регистры из стальных труб										
Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты										
Сети горячего водоснабжения										
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при закрытой системе теплоснабжения				–						
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при открытой системе теплоснабжения				–						

Таблица К.20 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых в ремонт

Теплопотребляющее оборудование в системе	Температурный график, °С	Тепловая нагрузка Q_{pi} , МВт	Удельный объем воды в системе v_i , м ³ /МВт	Месяц отключения (название месяца)	
				Время отключения в месяц $Z_{рем}$, час	Объем воды в системе $V_{р.потр}^{гв.ас рем изб.б.рем}$, М ³
Водяные системы теплоснабжения					
Радиаторы чугунные высотой 1 000 мм					
Радиаторы чугунные высотой 500 мм					
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм					
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм					
Радиаторы стальные листотрубные, конвекторы и системы панельного отопления					

Окончание таблицы К.20

Теплопотребляющее оборудование в системе	Температурный график, °С	Тепловая нагрузка $Q_{\text{ри}}$, МВт	Удельный объем воды в системе v_i , м ³ /МВт	Месяц отключения (название месяца)	
				Время отключения в месяц $Z_{\text{рем}}$, час	Объем воды в системе $V_{\text{р.потр}}^{\text{гв.ос рем}}$, $V_{\text{р.потр}}^{\text{ов изб.б.рем}}$, $V_{\text{р.потр}}^{\text{ов изб.рем}}$, м ³
Радиаторы алюминиевые и биметаллические					
Трубы чугунные ребристые					
Регистры из стальных труб					
Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты					
Сети горячего водоснабжения					
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при закрытой системе теплоснабжения			–		
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при открытой системе теплоснабжения			–		

Таблица К.21 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых из эксплуатации (выводимых из баланса)

Теплопотребляющее оборудование в системе	Температурный график, °С	Тепловая нагрузка $Q_{\text{ри}}$, МВт		Удельный объем воды в системе v_i , м ³ /МВт	Месяц вывода из эксплуатации (название месяца)		Последующие месяцы после вывода, когда $Z_{\text{отк}} = Z^{\text{мес}}$			
		отопительный период	межотопительный период		Время отключения в месяц $Z_{\text{отк}}$, час	Объем воды в системе $V_{\text{р.потр}}^{\text{гв.ос отк}}$, $V_{\text{р.потр}}^{\text{ов изб.откл}}$, м ³				
						отопительный период	межотопительный период	отопительный период	межотопительный период	
Водяные системы теплоснабжения										
Радиаторы чугунные высотой 1 000 мм										
Радиаторы чугунные высотой 500 мм										
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм										
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм										
Радиаторы стальные листотрубные, конвекторы и системы панельного отопления										
Радиаторы алюминиевые и биметаллические										
Трубы чугунные ребристые										
Регистры из стальных труб										
Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты										
Сети горячего водоснабжения										
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при закрытой системе теплоснабжения				–						
Жилищно-коммунальный сектор и административно-бытовые здания при открытой системе теплоснабжения				–						

Таблица К.22 – Расчет объема воды в трубопроводах по месяцам

Месяц	Расчетный объем воды в трубопроводах					Расчетный объем воды в трубопроводах, находящихся в эксплуатации в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период				Расчетный объем воды в трубопроводах, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{р.тр}^{пер.от}$, $V_{р.тр}^{пер.л}$, $V_{р.тр}^{гв.эк.пер}$, M^3	Расчетный объем воды в трубопроводах, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, за расчетный период $V_{р.тр}^{пер.л изб}$, M^3
	находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.тр}^{от}$, $V_{р.тр}^{л}$, $V_{р.тр}^{гв.эс}$, M^3	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), $V_{р.тр}^{от б}$, $V_{р.тр}^{л б}$, $V_{р.тр}^{гв.эс б}$, M^3	выводимых из эксплуатации, $V_{р.тр}^{от(л) отк}$, $V_{р.тр}^{гв.эс отк}$, M^3	выводимых в ремонт, $V_{р.тр}^{л рем}$, $V_{р.тр}^{гв.эс рем}$, M^3	работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, $V_{р.тр}^{от изб}$, M^3	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), $V_{р.тр}^{от изб.б}$, M^3	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), выводимых в ремонт, $V_{р.тр}^{от изб.б.рем}$, M^3	выводимых в ремонт, $V_{р.тр}^{от изб.рем}$, M^3	выводимых из эксплуатации, $V_{р.тр}^{от изб.отк}$, M^3		
Водяные тепловые сети											
Январь											
Февраль											
Март											
Апрель (отопительный)											
Апрель (межотопительный)											
Май											
Июнь											
Июль											
Август											
Сентябрь											
Октябрь (межотопительный)											
Октябрь (отопительный)											
Ноябрь											
Декабрь											
Сети горячего водоснабжения при закрытой системе теплоснабжения											
То же											

Таблица К.23 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения по месяцам

Месяц	Расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку				Расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период				Расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения				Расчетный объем воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от}$, м ³	Расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{р.потр}^{гв.ос.пер.л}$, м ³	Расчетные объемы воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, за расчетный период $V_{р.потр}^{ов.пер.л изб}$, м ³
	находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.потр}^{ов}$, м ³	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс) $V_{р.потр}^{ов б}$, м ³	выводимых из эксплуатации $V_{р.потр}^{ов отк}$, м ³	находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, $V_{р.потр}^{ов изб}$, м ³	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), $V_{р.потр}^{ов изб.б}$, м ³	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), выводимых в ремонт, $V_{р.потр}^{ов изб.б.рем}$, м ³	выводимых в ремонт, $V_{р.потр}^{ов изб.рем}$, м ³	выводимых из эксплуатации, $V_{р.потр}^{ов изб.отк}$, м ³	находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.потр}^{гв.ос}$, м ³	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), $V_{р.потр}^{гв.ос б}$, м ³	выводимых в ремонт, $V_{р.потр}^{гв.ос рем}$, м ³	выводимых из эксплуатации, $V_{р.потр}^{гв.ос отк}$, м ³			
Январь															
Февраль															
Март															
Апрель (отопительный)															
Апрель (межотопительный)															
Май															
Июнь															
Июль															
Август															
Сентябрь															
Октябрь (межотопительный)															
Октябрь (отопительный)															
Ноябрь															
Декабрь															

Таблица К.24 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения

Месяц	Время периода $Z_{пер}$, час	Расчетный объем воды за расчетный период, м ³				Объем воды в системе теплоснабжения $V_{р}^{от}$ и $V_{р}^{л}$, м ³	Норма часовой утечки $\gamma^{от}, \gamma^{л}, \%$	Расход теплоносителя с утечкой, м ³ /ч				Температура теплоносителя, °С			Температура холодного источника $t_{х.и.пер}$, °С	Плотность теплоносителя, кг/м ³			Нормируемые тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения $Q_{ут.пер}$, ГДж	
		в трубопроводах, находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.тр.пер.от}$, $V_{р.тр.пер.л}$	в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.от.пер.от}$, $V_{р.от.пер.л}$	в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.ос.пер.л}$	в трубопроводах, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, $V_{р.тр.пер.л.изб}$			для трубопроводов тепловых сетей	для систем теплоснабжения и систем горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения	для систем горячего водоснабжения в открытой системе теплоснабжения	для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, и систем теплоснабжения с отопительно-вентиляционной нагрузкой, находящихся под избыточным давлением	$G_{н.ут.тр.пер.от}$, $G_{н.ут.тр.пер.л}$	$G_{н.ут.потр}$	$G_{н.ут.потр}$		$G_{н.ут.изб}$	$t_1^{ср.пер}$	$t_2^{ср.пер}$		$t_{изб}^{ср.пер}$
Январь																				
Февраль																				
Март																				
Апрель (отопительный)																				
Апрель (межотопит.)																				
Май																				
Июнь																				
Июль																				
Август																				
Сентябрь																				
Октябрь (межотопительный)																				
Октябрь (отопительный)																				
Ноябрь																				
Декабрь																				

Таблица К.25 – Расчет объема воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения по месяцам

Месяц	Расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения				
	находящихся в эксплуатации (на балансе), $V_{р.потр}^{гв.зс}$, м ³	вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), $V_{р.потр}^{гв.зс б}$, м ³	выводимых в ремонт, $V_{р.потр}^{гв.зс рем}$, м ³	выводимых из эксплуатации, $V_{р.потр}^{гв.зс отк}$, м ³	находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{р.потр}^{гв.зс пер}$, м ³
Январь					
Февраль					
Март					
Апрель (отопительный)					
Апрель (межотопительный)					
Май					
Июнь					
Июль					
Август					
Сентябрь					
Октябрь (межотопительный)					
Октябрь (отопительный)					
Ноябрь					
Декабрь					

Таблица К.26 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения

Месяц	Время периода $Z^{\text{пер}}$, час	Расчетный объем воды в трубопроводах, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{\text{р.тр}}^{\text{гв.зс.пер}}$, м ³	Расчетный объем воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе), за расчетный период $V_{\text{р.потр}}^{\text{гв.зс.пер}}$ м ³	Расход теплоносителя с утечкой $G_{\text{н.ут}}^{\text{гв.зс.пер}}$, м ³ /ч	Температура теплоносителя, °С		Температура холодного источника $t_{\text{х.и}}^{\text{сп.пер}}$, °С	Плотность теплоносителя $\rho_{t_{\text{гв}}^{\text{сп}}}$, кг/м ³	Нормируемые тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения $Q_{\text{ут}}^{\text{гв.зс.пер}}$, ГДж
					$t_3^{\text{сп.пер}}$	$t_4^{\text{сп.пер}}$			
Январь									
Февраль									
Март									
Апрель (отопительный)									
Апрель (межотопительный)									
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									
Октябрь (межотопительный)									
Октябрь (отопительный)									
Ноябрь									
Декабрь									

Таблица К.27 – Суммарные нормируемые тепловые потери трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплоснабжения

Месяц	Тепловые потери через изоляцию, ГДж (Гкал)						Тепловые потери с утечкой теплоносителя, ГДж (Гкал)		Суммарные нормируемые тепловые потери, ГДж (Гкал)
	водяная тепловая сеть	сети ГВС	совместная прокладка, одноконтурный канал		совместная прокладка, двухконтурный канал		система теплоснабжения	сети ГВС	
			водяная тепловая сеть	сети ГВС	водяная тепловая сеть	сети ГВС			
Январь									
Февраль									
Март									
Апрель									
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									
Октябрь									
Ноябрь									
Декабрь									
Итого:									
Примечание – 1 ГДж = 0,2388 Гкал, 1 Гкал = 4,1868 ГДж.									

Приложение Л
(обязательное)

Удельный объем воды в системах теплоснабжения

Таблица Л.1 – Удельный объем воды в системах теплоснабжения при различных перепадах температур в зависимости от типа теплотребляющего оборудования

Теплотребляющее оборудование в системе	Удельный объем воды v , м ³ /МВт, (м ³ /Гкал/ч), при температурном перепаде в системе, °С											
	90-60	90-70	95-70	100-70	105-70	110-70	115-70	120-70	130-70	140-70	150-70	180-70
Радиаторы чугунные высотой 1 000 мм	30,2 (35,1)	27,8 (32,3)	26,7 (31,1)	25,7 (29,9)	24,8 (28,8)	24,2 (28,1)	23,1 (26,9)	22,4 (26,1)	20,8 (24,2)	19,9 (23,1)	18,6 (21,6)	15,6 (18,1)
Радиаторы чугунные высотой 500 мм	19 (22,1)	17,5 (20,4)	16,8 (19,5)	16,2 (18,8)	15,6 (18,1)	15,1 (17,6)	14,5 (16,9)	14,1 (16,4)	13 (15,1)	12,6 (14,7)	11,4 (13,3)	9,5 (11,0)
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм	11,4 (13,3)	10,5 (12,2)	10,1 (11,7)	9,7 (11,3)	9,4 (10,9)	9,1 (10,6)	8,7 (10,1)	8,5 (9,9)	7,8 (9,1)	7,6 (8,8)	6,9 (8,0)	5,8 (6,7)
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм	9,7 (11,3)	8,9 (10,4)	8,6 (10,0)	8,3 (9,7)	8 (9,3)	7,7 (9,0)	7,4 (8,6)	7,2 (8,4)	6,7 (7,8)	6,4 (7,4)	5,8 (6,7)	4,8 (5,6)
Радиаторы стальные листотрубные, конвекторы и системы панельного отопления	5,4 (6,3)	5 (5,8)	4,8 (5,6)	4,6 (5,3)	4,5 (5,2)	4,3 (5,0)	4,2 (4,9)	4 (4,7)	3,7 (4,3)	3,5 (4,1)	3,2 (3,7)	2,8 (3,3)
Радиаторы алюминиевые и биметаллические	2,6 (3,0)	2,4 (2,8)	2,3 (2,7)	2,2 (2,6)	2,1 (2,4)	2 (2,3)	2 (2,3)	1,9 (2,2)	1,7 (2,0)	1,6 (1,9)	1,4 (1,6)	1,2 (1,4)
Трубы чугунные ребристые	13,8 (16,0)	12,7 (14,8)	12,2 (14,2)	11,7 (13,6)	11,3 (13,1)	10,7 (12,4)	10,6 (12,3)	10,2 (11,9)	9,3 (10,8)	8,9 (10,4)	7,9 (9,2)	6,9 (8,0)
Регистры из стальных труб	36 (41,9)	33,1 (38,5)	31,8 (37,0)	30,6 (35,6)	29,5 (34,3)	27,5 (32,0)	27,5 (32,0)	26,6 (30,9)	23,2 (27,0)	22,4 (26,1)	20,6 (24,0)	18,9 (22,0)
Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты	8,3 (9,7)	7,6 (8,8)	7,3 (8,5)	7 (8,1)	6,8 (7,9)	6,4 (7,4)	6,3 (7,3)	6,1 (7,1)	5,6 (6,5)	5,2 (6,0)	4,7 (5,5)	3,8 (4,4)
Примечание – 1 МВт = 0,86 Гкал/ч, 1 Гкал/ч = 1,163 МВт.												

Приложение М
(обязательное)

Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах

Таблица М.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1990 г.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С										
	100	110	115	125	150	200	250	300	350	400	450
18	28,2 *	31,3 *	33,7 *	33,5 *	42,5 *	58,6 *	70,7 *	92,1 *	109,3 *	125,1 *	141,1 *
21	29,9 *	33,1 *	35,5 *	35,8 *	44,9 *	61,5 *	74,8 *	95,6 *	112,8 *	129,2 *	145,8 *
25	32,1 *	35,4 *	37,8 *	38,8 *	48,0 *	65,3 *	80,2 *	100,2 *	117,4 *	134,6 *	152,0 *
27	33,3 *	36,6 *	39,0 *	40,4 *	49,6 *	67,3 *	82,9 *	102,5 *	119,8 *	137,4 *	155,1 *
32	36,1	39,5	41,9	44,2	53,5	72,1	89,6	108,2	125,6	144,2	162,8
34	37,2 *	40,7 *	43,1 *	45,7 *	55,1 *	74,0 *	92,3 *	110,5 *	127,9 *	146,9 *	165,9 *
38	39,5	43,0	45,4	48,8	58,2	77,9	97,7	115,1	132,6	152,4	172,1
42	40,9 *	45,0 *	47,3 *	50,8 *	60,1 *	81,2 *	101,7 *	121,1 *	139,9 *	161,0 *	181,4 *
45	41,9	46,5	48,8	52,3	61,6	83,7	104,7	125,6	145,4	167,5	188,4
48	43,1 *	47,4 *	49,7 *	53,2 *	63,1 *	85,5 *	106,4 *	127,6 *	148,0 *	170,1 *	191,6 *
57	46,5	50,0	52,3	55,8	67,5	90,7	111,6	133,7	155,8	177,9	201,2
76	52,3	55,8	58,2	64,0	76,8	100,0	125,6	148,9	172,1	197,7	221,0
89	58,2	62,8	65,1	69,8	82,6	108,2	132,6	158,2	183,8	209,3	234,9
108	64,0	69,8	72,1	77,9	89,6	117,5	145,4	172,1	200,0	226,8	253,5
114	65,4 *	71,2 *	73,8 *	79,9 *	91,8 *	120,3 *	148,5 *	176,0 *	204,5 *	231,6 *	259,4 *
133	69,8	75,6	79,1	86,1	98,9	129,1	158,2	188,4	218,6	246,6	278,0
159	75,6	82,6	86,1	93,0	109,3	139,6	172,1	203,5	238,4	267,5	302,4
194	84,9	91,9	95,4	102,3	119,8	151,2	188,4	223,3	259,3	290,8	325,6
219	90,7	98,9	102,3	110,5	127,9	162,8	203,5	241,9	279,1	314,0	351,2
273	101,2	111,6	116,3	124,4	145,4	186,1	230,3	271,0	311,7	354,7	395,4
325	116,3	125,6	130,3	139,6	162,8	209,3	255,9	302,4	348,9	395,4	441,9
377	132,6	141,9	146,5	157,0	181,4	231,4	279,1	329,1	379,1	430,3	476,8
426	148,9	159,3	164,0	174,5	201,2	253,5	302,4	355,9	409,4	462,9	511,7
478	158,2	169,8	175,6	186,1	215,2	273,3	325,6	383,8	436,1	488,5	546,6
529	168,6	180,3	186,1	197,7	227,9	284,9	348,9	407,1	465,2	523,4	581,5

Окончание таблицы М.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С										
	100	110	115	125	150	200	250	300	350	400	450
630	186,1	201,2	208,2	221,0	253,5	319,8	383,8	447,8	511,7	581,5	645,5
720	204,7	218,6	225,6	238,4	276,8	345,4	416,4	488,5	558,2	630,3	700,1
820	232,6	247,7	255,9	271,0	309,4	383,8	462,9	539,6	622,2	697,8	773,4

* Нормы рассчитаны методом интерполяции (экстраполяции).

Таблица М.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 г. до 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С											
		115	100	150	100	200	100	250	100	300	100	350	100
паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод
25	25	19,6	15,4	25,2	15,4	34,3	15,4	42,7	15,4	53,9	15,4	66,5	15,4
30	25	20,3	15,4	26,6	15,4	36,4	15,4	45,5	15,4	58,1	15,4	70,0	15,4
40	25	21,7	15,4	28,0	15,4	37,8	15,4	49,0	15,4	61,6	15,4	73,5	15,4
50	25	23,8	15,4	30,1	15,4	43,4	15,4	53,9	15,4	66,5	15,4	79,1	15,4
65	30	26,6	17,5	35,7	17,5	49,0	17,5	59,5	17,5	73,5	16,8	86,8	16,8
80	40	30,8	18,9	38,5	18,9	51,8	18,2	63,0	18,2	77,0	18,2	91,0	17,5
100	40	32,9	18,9	41,3	18,9	55,3	18,2	67,9	18,2	82,6	18,2	98,0	17,5
125	50	36,4	20,3	44,8	20,3	60,2	19,6	73,5	19,6	89,6	19,6	105,7	19,6
150	70	39,2	23,1	48,3	22,4	65,1	21,7	79,1	21,7	96,6	21,7	119,0	21,7
200	80	45,5	24,5	56,7	24,5	74,9	23,8	91,0	23,8	109,9	23,8	128,8	23,8
250	100	51,1	26,6	63,0	26,6	83,3	25,9	100,1	25,9	123,2	25,9	144,2	25,9
300	125	56,0	28,7	70,0	28,0	92,4	28,0	111,3	28,0	133,7	28,0	156,1	28,0
350	150	61,6	32,2	75,6	31,5	99,4	31,5	119,7	30,8	143,5	30,8	168,0	30,8
400	180	65,8	35,7	80,5	35,0	106,4	35,0	128,1	34,3	153,3	34,3	178,5	34,3
450	200	70,7	37,8	86,8	37,1	112,7	37,1	135,8	37,1	162,4	36,4	188,3	36,4
500	250	75,6	42,7	92,4	42,0	119,7	41,3	144,9	41,3	173,6	41,3	200,9	40,6

Окончание таблицы М.2

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С											
		115	100	150	100	200	100	250	100	300	100	350	100
паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод
600	300	84,7	46,9	102,9	46,2	133,7	46,2	159,6	45,5	190,4	45,5	219,1	44,8
700	300	91,7	46,9	111,3	46,2	144,2	46,2	170,8	45,5	203,7	44,8	235,2	44,1
800	300	99,4	46,9	120,4	46,2	155,4	46,2	184,8	45,5	–	–	–	–
Примечания													
1 Нормы линейной плотности теплового потока для тепловых сетей, сооруженным по проектам, выполненным с 1990 г до 1 июля 1995 г, определяются делением норм, приведенных в таблице М.2, на коэффициент 0,7.													
2 В нормах учтено влияние одного трубопровода на другой при их совместной прокладке.													

Таблица М.3 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсаторпроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 г.

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С											
		115	100	150	100	200	100	250	100	300	100	350	100
паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод	паропровод	конденсаторпро- вод
25	25	24	18	31	18	42	18	52	18	66	18	81	18
32	25	25	18	33	18	45	18	56	18	71	18	86	18
40	25	26	19	34	19	46	19	60	19	75	19	90	19
50	25	29	19	37	19	53	19	66	19	81	19	98	19
65	32	33	22	44	21	60	22	73	22	90	21	107	21
80	40	38	23	48	23	63	23	79	22	95	22	112	22
100	40	40	23	51	23	68	23	83	22	101	22	121	22
125	50	44	25	55	25	73	24	89	24	109	24	129	24
150	70	48	28	59	28	80	27	96	27	118	26	145	27

Окончание таблицы М.3

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С											
		115	100	150	100	200	100	250	100	300	100	350	100
паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод
200	80	55	30	69	30	91	29	111	29	134	29	157	30
250	100	62	32	77	32	102	32	121	32	149	32	178	32
300	125	68	35	85	34	113	34	136	34	163	34	189	34
350	150	75	39	92	38	121	38	146	38	173	37	204	37
400	180	80	44	101	44	133	44	160	43	185	42	221	42
450	200	86	46	106	46	138	46	165	45	198	45	230	45
500	250	91	52	111	51	147	51	175	50	209	50	249	49
600	300	102	57	125	56	161	56	194	55	230	55	269	54
700	300	111	57	136	56	176	57	206	55	247	54	287	53
800	300	120	57	147	56	188	56	223	55	–	–	–	–

Примечание – В нормах учтено влияние одного трубопровода на другой при их совместной прокладке.

Приложение Н
(обязательное)

**Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь
через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов**

Таблица Н.1 – Характеристики участков паропровода и конденсатопровода

Наименование участка	Год выполнения проекта на тепловую изоляцию		Способ прокладки		Наружный диаметр трубопровода d, мм		Толщина стенки трубопровода δ , мм		Длина участка L, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений для паропровода $\Sigma\zeta$ (или коэффициент местных гидравлических потерь α)
	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод	паропровод	конденсатопровод		
1-2	2000	2000	подземная	подземная	426	159	9	4,5	350	6
2-3	1980	2000	надземная	надземная	325	108	8	4	290	5
3-4	2000	2000	в помещении	в помещении	273	89	3,5	4	200	3
4-5	2000	2000	в тоннеле	в тоннеле	219	76	6	3	150	2

Таблица Н.2 –Характеристика канала подземной прокладки

Наименование участка	Глубина заложения верха перекрытия H_k , м	Высота канала h, м	Ширина канала b, м	Толщина перекрытия канала $\delta_{пер}$, м	Расчетное заглубление канала H, м	Приведенное заглубление канала $H_{прив}$, м	Термическое сопротивление канала $R_{кан}$, м ² С/Вт
1-2	1,5	0,9	1,6	0,13	2,08	–	0,189255

Таблица Н.3 –Определение норм линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропровода и конденсатопровода и расчет нормативных термических сопротивлений теплоизоляционного слоя паропровода и конденсатопровода (при совместной прокладке паропровода с конденсатопроводом в непроходном канале) при проектных условиях

Наименование Участка	Признак трубопровода	Способ прокладки	Расход пара на участке, т/ч	Температура пара, °С		Температура конденсата, °С	Давление пара, МПа		Температура окружающей среды t , °С	Норма линейной плотности теплового потока q_n , Вт/м	Нормативное термическое сопротивление изоляционного слоя $R_{норм}$, м°С/Вт	Коэффициент испытаний К
				начало участка	конец участка		начало участка	конец участка				
1-2	паропровод	подземная	50	250,0	247,7	–	0,800	0,766	38,0 (в канале)	127,6	1,652571	1,045
1-2	конденсатопровод		–	–	–	100	–	–		30,8	2,012539	1,031
2-3	паропровод	надземная	35	247,7	244,2	–	0,766	0,709	6,2	155,6	1,540666	1,045
2-3	конденсатопровод	надземная	–	–	–	100	–	–	6,2	34,4	–	1,031
3-4	паропровод	в помещении	25	244,2	241,3	–	0,709	0,658	20	134,4	1,656823	1,045
3-4	конденсатопровод	в помещении	–	–	–	100	–	–	20	28,0	–	1,031
4-5	паропровод	в тоннеле	15	241,3	238,5	–	0,658	0,614	40	100,3	1,992831	1,045
4-5	конденсатопровод	в тоннеле	–	–	–	100	–	–	40	21,8	–	1,031

Таблица Н.4 – Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропровода и конденсатопровода за расчетный период

Наименование участка	Признак трубопровода	Способ прокладки	Расход пара на участке, т/ч	Температура пара, °С		Средняя температура конденсата за период $t_{к}^{ср.пер}, °С$	Давление пара, МПа		Температура окружающей среды $t_{пер}, °С$	Нормируемая линейная плотность теплового потока $q_{пер}, Вт/м$	Коэффициент местных тепловых потерь β	Число часов работы сети $Z_{пер}$	Нормируемые тепловые потери $Q_{норм}^{пер}, ГДж$
				начало участка	конец участка		начало участка	конец участка					
1-2	паропровод	подземная	35	235,0	232,3	–	0,720	0,702	39,2 (в канале)	122,9	1,15	744	132,5
1-2	конденсатопровод		–	–	–	70	–	–		15,8	1,15	744	17,0
2-3	паропровод	надземная	25	232,3	228,5	–	0,702	0,672	17,8	144,2	1,15	744	128,8
2-3	конденсатопровод	надземная	–	–	–	70	–	–	17,8	19,7	1,2	744	18,4
3-4	паропровод	в помещении	18	228,5	225,2	–	0,672	0,646	20	130,5	1,15	744	80,4
3-4	конденсатопровод	в помещении	–	–	–	70	–	–	20	18,0	1,2	744	11,6
4-5	паропровод	в тоннеле	10	225,2	222,0	–	0,646	0,626	40	96,3	1,15	744	44,5
4-5	конденсатопровод	в тоннеле	–	–	–	70	–	–	40	11,2	1,2	744	5,4

Приложение П (рекомендуемое)

Анализ фактических тепловых потерь в водяных тепловых сетях

В данном разделе приводятся положения по анализу фактических тепловых потерь, определенных из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии.

Анализ фактических тепловых потерь заключается в выявлении причин превышения допустимых небалансов в системе теплоснабжения в целом и ее частях, а также определения количественного влияния параметров, характеризующих режимы теплоснабжения, на фактические тепловые потери и их структурные составляющие.

П.1 Фактические тепловые потери в тепловых сетях определяются из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии в системе теплоснабжения.

Баланс отпущенной и потребленной тепловой энергии в системе теплоснабжения рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{отп}} + Q_{\text{нс}} = Q_{\text{учет}} + Q_{\text{неучет}} \pm Q_{\text{небал}}, \quad (\text{П.1})$$

где $Q_{\text{отп}}$ – отпущенная тепловая энергия от источника теплоснабжения, определенная по показаниям теплосчетчиков источника тепловой энергии, ГДж;

$Q_{\text{нс}}$ – часть учетной электрической энергии, затраченной на привод подкачивающих и подмешивающих насосов, которая преобразовалась в тепловую энергию при транспорте тепла, неучтенная теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{учет}}$ – потребленная тепловая энергия по показаниям теплосчетчиков потребителей, ГДж;

$Q_{\text{неучет}}$ – расчетное теплоснабжение потребителями тепловой энергии и тепловые потери в водяных тепловых сетях и сетях горячего водоснабжения, неучтенные теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{небал}}$ – величина небаланса, ГДж.

Тепловую энергию, вносимую подкачивающими и подмешивающими насосными станциями $Q_{\text{нс}}$, ГДж, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{нс}} = 3,6N_{\text{нс}}\eta 10^{-3}, \quad (\text{П.2})$$

где $N_{\text{нс}}$ – потребленная электрическая энергия за расчетный период, по показаниям счетчиков электрической энергии, кВт;

η – коэффициент, учитывающий тепловые потери в окружающую среду насосом и его двигателем. С достаточной степенью точности может быть принят $\eta = 0,95$.

П.2 Определение составляющих теплоснабжения, неучтенных приборами учета тепловой энергии

П.2.1 Составляющие теплоснабжения, неучтенные приборами учета тепловой энергии:

$$Q_{\text{неучет}} = (Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.пот.тс}} + Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.пот.гв}} + Q_{\text{неучет}}^{\text{ут.от.в}}) + (Q_{\text{неучет}}^{\text{от.вент}} + Q_{\text{неучет}}^{\text{гв}}) + (Q_{\text{неучет.тп.из}}^{\text{тс}} + Q_{\text{неучет.тп.из}}^{\text{гв}}) - Q_{\text{нс}}, \quad (\text{П.3})$$

где $Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.пот.тс}}$ – расчетные тепловые потери с производительными потерями теплоносителя в водяных тепловых сетях, не учтенные теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.пот.гв}}$ – расчетные тепловые потери с производительными потерями теплоносителя в сетях горячего водоснабжения, не учтенные теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{неучет}}^{\text{ут.от.в}}$ – расчетные тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя на потребителях с однопоточными теплосчетчиками, не учитывающие утечки из местных систем теплоснабжения, ГДж;

$Q_{\text{неучет}}^{\text{от.вент}}$ – расчетное количество тепловой энергии, полученной системами отопления, вентиляции, не учтенное теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{неучет}}^{\text{ГВ}}$ – расчетное количество тепловой энергии, полученной системами горячего водоснабжения, не учтенное теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{неучет.тп.из}}^{\text{ТС}}$ – расчетные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции трубопроводами водяных тепловых сетей, не учтенные теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{неучет.тп.из}}^{\text{ГВ}}$ – расчетные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции трубопроводами сетей горячего водоснабжения, не учтенные теплосчетчиками, ГДж.

П.2.2 Величина $Q_{\text{неучет}}^{\text{от,вент}}$ за расчетный период определяется в соответствии с действующими ТНПА.

При преобладании в системе теплоснабжения потребителей с приборами учета тепловой энергии (50% и выше по тепловой нагрузке) значение $Q_{\text{неучет}}^{\text{от,вент}}$ вычисляются по формуле

$$Q_{\text{неучет}}^{\text{от,вент}} = Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.от}} \cdot \frac{Q_{\text{учет}}^{\text{от}}}{Q_{\text{учет}}^{\text{пр.от}}}, \quad (\text{П.4})$$

где $Q_{\text{неучет}}^{\text{пр.от}}$ – проектные тепловые нагрузки потребителей тепла, неучтенные теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{учет}}^{\text{от}}$ – расход тепловой энергии на отопление за расчетный период, учтенный теплосчетчиками, ГДж;

$Q_{\text{учет}}^{\text{пр.от}}$ – проектные тепловые нагрузки потребителей тепла, учтенные теплосчетчиками, ГДж.

П.2.3 Величину $Q_{\text{неучет}}^{\text{ГВ}}$ вычисляются по формуле

$$Q_{\text{неучет}}^{\text{ГВ}} = Q_{\text{потр}}^{\text{ГВ}} + Q_{\text{тп}}^{\text{ГВ}} + Q_{\text{ут}}^{\text{ГВ.зс.пер}}, \quad (\text{П.5})$$

где $Q_{\text{потр}}^{\text{ГВ}}$ – расход тепловой энергии на горячее водоснабжение за расчетный период, определяемый в соответствии с действующими ТНПА по фактическому количеству потребителей, ГДж;

$Q_{\text{тп}}^{\text{ГВ}}$ – проектные тепловые потери трубопроводами горячего водоснабжения внутридомовых систем, ГДж.

При отсутствии проектных данных величину $Q_{\text{тп}}^{\text{ГВ}}$ вычисляются по формуле

$$Q_{\text{тп}}^{\text{ГВ}} = Q_{\text{потр}}^{\text{ГВ}} K^{\text{T}}, \quad (\text{П.6})$$

где K^{T} – коэффициент тепловых потерь трубопроводами внутридомовых систем.

Значения K^{T} приведены в таблице П.1.

Таблица П.1 – Значения коэффициента тепловых потерь трубопроводами

Тип системы горячего водоснабжения	Значение K^{T}
Без полотенцесушителей и изолированными стояками	0,1
С полотенцесушителями и изолированными стояками	0,2
С полотенцесушителями и неизолированными стояками	0,3

Тепловые потери с нормативной утечкой определяют в соответствии с 7.4 без учета объема воды в трубопроводах сетей горячего водоснабжения $V_{\text{р.тр}}^{\text{ГВ.зс}}$.

При преобладании в системе теплоснабжения потребителей с приборами учета тепловой энергии (50% и выше по тепловой нагрузке) значение $Q_{\text{неучет}}^{\text{ГВ}}$ вычисляются по формуле

$$Q_{\text{неучет}}^{\text{ГВ}} = Q_{\text{учет}}^{\text{ГВ}} \cdot \frac{n_{\text{неучет}}}{n_{\text{учет}}}, \quad (\text{П.7})$$

где $Q_{\text{учет}}^{\text{ГВ}}$ – расход тепловой энергии на горячее водоснабжение за расчетный период, учтенный теплосчетчиками, ГДж;

$n_{\text{неучет}}$ – фактическое количество потребителей нагрузки горячего водоснабжения, не оснащенных приборами учета;

$n_{\text{учет}}$ – фактическое количество потребителей нагрузки горячего водоснабжения, оснащенных

приборами учета.

П.2.4 Расчетные тепловые потери с нормативной утечкой теплоносителя на потребителях с однопоточными теплосчетчиками, не учитывающие утечки из местных систем теплоснабжения, определяют по формуле

$$Q_{\text{неучет}}^{\text{ут.от.в}} = Q_{\text{ут}}^{\text{н}} + Q_{\text{ут}}^{\text{у.акт}}, \quad (\text{П.8})$$

где $Q_{\text{ут}}^{\text{н}}$ – тепловые потери с нормативной утечкой, ГДж;

$Q_{\text{ут}}^{\text{у.акт}}$ – тепловые потери с потерями сетевой воды, учитываемые по актам, ГДж.

Тепловые потери с утечкой $Q_{\text{ут}}^{\text{н}}$ определяют в зависимости от места установки теплосчетчика:

– при установке на подающем трубопроводе

$$Q_{\text{ут}}^{\text{н}} = (t_2^{\text{ср.пер}} - t_{\text{х.и}}^{\text{ср.пер}}) \cdot G_{\text{н.ут}}^{\text{пер}} \cdot \rho_{\text{потр}}^{\text{ср}} \cdot C \cdot 10^{-6}; \quad (\text{П.9})$$

– при установке на обратном трубопроводе

$$Q_{\text{ут}}^{\text{н}} = (t_1^{\text{ср.пер}} - t_{\text{х.и}}^{\text{ср.пер}}) \cdot G_{\text{н.ут}}^{\text{пер}} \cdot \rho_{\text{потр}}^{\text{ср}} \cdot C \cdot 10^{-6}. \quad (\text{П.10})$$

П.2.5 Расчет тепловых потерь с производительными потерями теплоносителя и через теплоизоляционные конструкции в водяных тепловых сетях и сетях горячего водоснабжения рассмотрен в настоящем техническом кодексе.

П.3 Погрешности при расчете нормируемых тепловых потерь

П.3.1 Погрешности при определении нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей

Погрешность при неучете изменения коэффициента теплопроводности основного теплоизоляционного слоя на всем диапазоне возможных изменений температуры теплоносителя и окружающей трубопроводы среды для подземной и надземной прокладки не превышает $\pm 6\%$.

Погрешность при неучете изменения скорости ветра (в пределах от 0 до 15 м/с) для прокладки на открытом воздухе не превышает $\pm 3\%$.

Погрешность при неучете изменения влажности грунта (изменение коэффициента теплопроводности грунта в 2 раза, увлажнение от относительно сухого грунта до влажного) не превышает 30 % в сторону увеличения тепловых потерь.

П.3.2 Погрешности при определении нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя

Тепловые потери с утечкой теплоносителя имеют явно выраженный случайный характер. Величина тепловых потерь зависит от места утечки, т. е. с какого трубопровода, подающего или обратного, она происходит.

Погрешность расчета тепловых потерь с нормативной утечкой на всем диапазоне возможного изменения температур теплоносителя и исходной воды не превышает $\pm 16\%$.

П.4 Оценка величины нормативного небаланса в системе теплоснабжения

Для каждой системы теплоснабжения существуют допустимые небалансы, определяемые инструментальной погрешностью системы учета.

Допустимая величина небаланса отпущенной и потребленной тепловой энергии $Q_{\text{неб}}^{\text{доп}}$, ГДж, зависит от случайной погрешности измерительных систем, применяемых в системе теплоснабжения, погрешности метода расчета составляющих теплоснабжения, неучтенных приборами учета, количеством потребителей и их долей в потреблении тепловой энергии и вычисляется по формуле

$$Q_{\text{неб}}^{\text{доп}} = \pm \sqrt{0,95 \cdot \left[\sum_{i=1}^k \left(\frac{\delta_{\text{отп } i}}{100} \cdot Q_{\text{отп } i} \right)^2 + \sum_{i=1}^l \left(\frac{\delta_{\text{нс } i}}{100} \cdot Q_{\text{нс } i} \right)^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\delta_{\text{учет } i}}{100} \cdot Q_{\text{учет } i} \right)^2 \right] + \left(\frac{\delta_{\text{неучет}}}{100} \cdot Q_{\text{неучет}} \right)^2}, \quad (\text{П.11})$$

- где k – количество теплосчетчиков на источнике тепла, шт.;
- $\delta_{отп\ i}$ – относительная погрешность i -го теплосчетчика на источнике тепла, %;
- l – количество приборов учета электрической энергии на подкачивающих и подмешивающих насосных станциях, шт.;
- $\delta_{нс\ i}$ – относительная погрешность i -го прибора учета электрической энергии на подкачивающих и подмешивающих насосных станциях, %;
- m – количество теплосчетчиков на потребителях тепла, шт.;
- $\delta_{учет\ i}$ – относительная погрешность i -го теплосчетчика на потребителях тепла, %;
- $\delta_{неучет}$ – относительная погрешность методики расчета составляющих теплоснабжения, не учтенных теплосчетчиками потребителей тепла, %.

Значение $\delta_{неучет}$ рекомендуется принимать не более 15 %.

Для примера в таблице П.2 приведена расчетная нормативная величина допустимого небаланса в процентах от отпуска тепла в системе теплоснабжения при различном проценте тепловых потерь от отпуска тепла, различном количестве потребителей и их стопроцентной оснащенности приборами учета тепловой энергии.

Величина допустимого небаланса вычислялась по формуле

$$\frac{Q_{неб}^{доп}}{Q_{отп}} = \frac{(Q_{отп} + Q_{нс}) - (Q_{потр} + Q_{норм}^{пер})}{Q_{отп}}, \quad (\text{П.12})$$

где $Q_{потр}$ – расход тепловой энергии на системы теплоснабжения: отопление, приточная вентиляция, горячее водоснабжение, ГДж.

Значение нормируемых тепловых потерь в системе теплоснабжения $Q_{норм}^{пер}$ (см. раздел 8) принято, как действительная величина, без учета погрешностей расчета.

Таблица П.2 – Расчетная допустимая величина небаланса в процентах от отпуска тепла в системе теплоснабжения

Процент тепловых потерь от отпуска тепла	Количество потребителей тепловой энергии			
	1	10	100	1000
	Предельная относительная погрешность измерения тепловой энергии всеми потребителями, %			
	2	1,265	0,4	0,126
Расчетная допустимая величина небаланса от отпуска тепла, ± %				
20	3,53	2,95	2,27	2,059
15	3,63	3,01	2,29	2,066
10	3,73	3,08	3,31	2,072
5	3,82	3,14	3,33	2,078
Примечания				
1 Предел относительной погрешности измерений количества тепловой энергии на теплоисточнике принят 2 %, для потребителей – 4 %.				
2 В системе с одним потребителем предел относительной погрешности для него принят таким же, как на источнике.				
3 Доля потребления тепловой нагрузки принята равной для всех потребителей.				

Расчетная величина предельной относительной погрешности определения тепловых потерь из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии в системе теплоснабжения при условиях согласно таблице П.2, приведена в таблице П.3.

Таблица П.3 – Расчетная величина предельной относительной погрешности определения тепловых потерь

Процент тепловых потерь от отпуска тепла	Количество потребителей тепловой энергии			
	1	10	100	1000
	Предельная относительная погрешность определения тепловых потерь, ±%			
20	18,0	15,1	11,6	10,5
15	24,7	20,1	15,6	15,1
10	38,0	31,4	23,6	21,4
5	78,0	64,0	47,6	42,4

П.5 Анализ фактических потерь сетевой воды с утечкой теплоносителя

П.5.1 Общие положения

П.5.1.1 Тепловые потери с нормативной утечкой сетевой воды в тепловой сети и системах теплоснабжения за прошедший период определяются в соответствии с разделом 7.

П.5.1.2 При определении значения $G_{ут}^{\phi}$ должны быть учтены потери сетевой воды, измеренные по приборам учета с многоканальными теплосчетчиками у потребителей (или на границах балансовой принадлежности), потери, установленные по актам при повреждениях и при несанкционированном водоразборе, а также величины фактических производительных потерь сетевой воды на проведение плановых работ (ремонта, промывок, испытаний и т.п.).

П.5.1.3 Сравнение фактических значений тепловых потерь с утечкой с их нормируемыми значениями производится по отдельным составляющим потерь сетевой воды (утечке, технологическим потерям и др.) в сопоставимых условиях по внутреннему расчетному объему тепловых сетей и систем теплоснабжения, а также по температурам сетевой воды и холодного источника.

П.5.1.4 Ниже приводятся рекомендации по определению фактических эксплуатационных потерь сетевой воды, необходимые для анализа работы тепловых сетей и системы теплоснабжения в целом.

П.5.2 Анализ работы тепловых сетей и системы теплоснабжения по показателю «Потери сетевой воды»

П.5.2.1 Потери сетевой воды за расчетный период вычисляются по формуле

$$G_{подп}^{\phi} = G_{ут}^{\phi} + G_{пр.рас}^{\phi} + G_{ГВ}, \quad (П.13)$$

где $G_{подп}^{\phi}$ – фактический расход воды на подпитку системы теплоснабжения за расчетный период, определенный по приборам учета на источнике, м³/период;

$G_{ут}^{\phi}$ – утечка теплоносителя, м³/период;

$G_{пр.рас}^{\phi}$ – производственный расход воды, м³/период;

$G_{ГВ}$ – расход воды на нужды горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, м³/период.

П.5.2.2 Производственный расход воды определяют в соответствии с 4.13 и 7.2.

Расход сетевой воды на технологические операции или работы (заполнение сетей и систем, подготовка к испытаниям и т.п.) оформляют соответствующими актами.

П.5.2.3 Фактические потери сетевой воды с утечкой складываются из следующих составляющих:

$$G_{ут}^{\phi} = G_{ут}^{у.акт} + G_{н.ут} + G_{ут}^{н.у}, \quad (П.14)$$

где $G_{ут}^{у.акт}$ – утечки, учитываемые количественно по актам, составляемым при выявлении потерь сетевой воды, не относящихся к производственным (не предусмотренный договорами разбор сетевой воды, повреждения тепловых сетей и систем теплоснабжения и их повторное заполнение и т.п.), м³/период;

$G_{н.ут}$ – нормативная утечка сетевой воды, м³/период;

$G_{ут}^{н.у}$ – потери сетевой воды с утечкой, не установленные по месту и количественно, а также вследствие неточности измерения количества отпущенной и потребленной сетевой

воды, м³/период.

П.5.2.4 Не установленные утечки определяются из уравнений водного баланса системы теплоснабжения.

Для закрытой системы теплоснабжения уравнение водного баланса системы теплоснабжения имеет следующий вид:

$$G_{ут}^{н.у} = G_{подп}^{\phi} - G_{пр.рас}^{\phi} - (G_{ут}^{у.акт} + G_{н.ут}) - G_{пр}^{потр}, \quad (П.15)$$

где $G_{пр}^{потр}$ – количество сетевой воды, израсходованной потребителями с приборами учета, включающее все виды потерь сетевой воды в тепловых сетях на балансе потребителей и системах теплоснабжения, м³/период.

Значение неустановленных потерь сетевой воды с утечкой $G_{ут}^{н.у}$, определенное суммарно для всей системы теплоснабжения, распределяется по балансовой принадлежности элементов пропорционально соответствующим расчетным объемам тепловых сетей и систем теплоснабжения по формуле

$$G_{ут}^{н.у.эл} = G_{ут}^{н.у} \cdot \frac{V_{р.эл}}{V_{р.сист}}, \quad (П.16)$$

где $G_{ут}^{н.у.эл}$ – неустановленные потери сетевой воды в трубопроводах тепловых сетей и системах теплоснабжения в соответствии с их балансовой принадлежностью, за исключением тепловых сетей и систем теплоснабжения с приборами учета количества израсходованной сетевой воды, м³/период;

$V_{р.эл}$ – расчетный объем воды в трубопроводах тепловых сетей и системах теплоснабжения в соответствии с их балансовой принадлежностью, за исключением тепловых сетей и систем теплоснабжения с приборами учета количества израсходованной сетевой воды, м³;

$V_{р.сист}$ – расчетный суммарный объем воды в трубопроводах тепловых сетей и системах теплоснабжения в соответствии с их балансовой принадлежностью, за исключением тепловых сетей и систем теплоснабжения с приборами учета с многоканальными теплосчетчиками, м³;

Для открытой системы теплоснабжения уравнение водного баланса системы теплоснабжения имеет следующий вид:

$$G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у} + G_{н.ут} = G_{подп}^{\phi} - G_{пр.рас}^{\phi} - G_{ут}^{у.акт} - G_{пр}, \quad (П.17)$$

где $G_{гвс}^{б.пр}$ – количество сетевой воды, израсходованной на горячее водоснабжение потребителей без приборов учета количества сетевой воды, м³/период;

$G_{н.ут}$ – потери сетевой воды с нормативной утечкой из всех элементов системы теплоснабжения, кроме тепловых сетей и систем теплоснабжения абонентов после приборов учета количества израсходованной воды, м³/период;

$G_{пр}$ – количество сетевой воды, израсходованной в тепловых сетях и системах теплоснабжения абонентов с приборами учета количества сетевой воды, м³/период.

Определение количества сетевой воды, израсходованной на горячее водоснабжение $G_{гвс}^{б.пр}$, и неустановленного количества потерь сетевой воды $G_{ут}^{н.у}$ осуществляется из предполагаемого соблюдения соотношения m :

$$m = \frac{G_{гвс}^{б.пр.д} + G_{н.ут}}{G_{гвс}^{б.пр.д}} = \frac{G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у} + G_{н.ут}}{G_{гвс}^{б.пр} + G_{н.ут}}, \quad (П.18)$$

где $G_{гвс}^{б.пр.д}$ – количество сетевой воды на горячее водоснабжение по договорам с энергоснабжающей организацией потребителей без приборов учета количества израсходованной воды, м³/период.

Количество сетевой воды $G_{ут}^{н.у}$ вычисляют по формуле

$$G_{ут}^{н.у} = \frac{(m - 1) \cdot (G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у} + G_{н.ут})}{m}, \quad (П.19)$$

Суммарное значение $(G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у} + G_{н.ут})$ вычисляются по формуле (П.17).

Распределение количества сетевой воды с неустановленными потерями сетевой воды, определенными суммарно для системы теплоснабжения (за исключением тепловых сетей и систем теплоснабжения после приборов учета с могопоточными теплосчетчиками) между отдельными ее элементами по их балансовой принадлежности, осуществляется по формуле (П.16).

При преобладании в системе теплоснабжения потребителей с приборами учета количества израсходованной сетевой воды (50 % и выше по тепловой нагрузке) значения $G_{ут}^{н.у}$ и $G_{гвс}^{б.пр.д}$ для потребителей без приборов учета количества израсходованной сетевой воды могут быть скорректированы с учетом отношения

$$K = \frac{G_{пр} - G_{пр.рас}^{у.акт.пр} - G_{ут}^{у.акт.пр}}{G_{гвс}^{пр.д} + G_{ут}^{н.пр}} = \frac{G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у.б.пр} + G_{ут}^{н.б.пр}}{G_{гвс}^{б.пр.д} + G_{ут}^{н.б.пр}}, \quad (П.20)$$

- где $G_{пр.рас}^{у.акт.пр}$ – установленный по актам производственный расход в тепловых сетях и системах теплоснабжения абонентов с приборами учета количества сетевой воды, м³/период;
- $G_{ут}^{у.акт.пр}$ – установленная по актам утечка в тепловых сетях и системах теплоснабжения абонентов с приборами учета количества сетевой воды, м³/период;
- $G_{гвс}^{пр.д}$ – количество сетевой воды на горячее водоснабжение по договорам потребителей с приборами учета количества сетевой воды, м³/период;
- $G_{ут}^{н.пр}$ – нормативные потери сетевой воды в тепловых сетях и системах теплоснабжения потребителей с приборами учета количества сетевой воды, м³/период;
- $G_{ут}^{н.у.б.пр}$ – неустановленные потери сетевой воды с утечкой в системах теплоснабжения абонентов без приборов учета количества сетевой воды, м³/период;
- $G_{ут}^{н.б.пр}$ – нормативная утечка сетевой воды в системах теплоснабжения абонентов без приборов учета количества сетевой воды, м³/период.

Суммарное количество сетевой воды, израсходованное потребителями без приборов учета количества сетевой воды, вычисляются по формуле

$$(G_{гвс}^{б.пр} + G_{ут}^{н.у.б.пр} + G_{ут}^{н.б.пр}) = K \cdot (G_{гвс}^{б.пр.д} + G_{ут}^{н.б.пр}). \quad (П.21)$$

Суммарное значение $G_{ут}^{н.у}$ вычисляются из формулы (П.17), представленной в виде

$$K \cdot (G_{гвс}^{б.пр.д} + G_{ут}^{н.б.пр}) + G_{ут}^{н.у} + G_{н.ут} = G_{подп}^{\phi} - G_{пр.рас}^{\phi} - G_{ут}^{у.акт} - G_{пр}, \quad (П.22)$$

Определенное из формулы (П.22) $G_{ут}^{н.у}$ распределяется между тепловыми сетями энергоснабжающей организации, тепловыми сетями потребителей с приборами учета количества сетевой воды, установленными не на границе балансовой принадлежности, и тепловыми сетями потребителей без приборов учета количества сетевой воды пропорционально расчетному внутреннему объему каждого из элементов $V_{р.эл}$ по формуле (П.16).

П.5.2.5 В общем виде для системы теплоснабжения сопоставление фактических эксплуатационных потерь сетевой воды с нормативными значениями сводится к определению значения небаланса $\Delta G_{под}$

$$\Delta G_{под} = G_{подп}^{\phi} - (G_{подп} + G_{пр.рас}^{\phi}), \quad (П.23)$$

При сопоставлении фактических и расчетных потерь сетевой воды и последующем их анализе должны быть учтены следующие положения:

– нормативные потери сетевой воды по всем видам потерь и элементам системы теплоснабжения должны быть приведены в соответствие с расчетными объемами тепловых сетей и систем теплоснабжения, фактически находящихся в работе или заполненном состоянии в рассматриваемом периоде, а также должна быть учтена их балансовая принадлежность;

– технологические потери сетевой воды на проведение плановых работ и операций, учитываемых по актам $G_{пр.рас}^{опер}$ (см. 4.13), должны сопоставляться с соответствующими расчетными значениями

потерь сетевой воды;

– технологические потери сетевой воды, учитываемые как известные по эксплуатационным нормам $G_{\text{тех.рас}}$ (см. 7.2), могут отличаться от принятых из-за несоответствия количества оборудования, фактически находящегося в работе, принятому при определении расчетных потерь сетевой воды.

П.5.2.6 Конечным результатом сопоставления фактических и расчетных потерь сетевой воды должно быть уточнение на основе накопления фактического материала количественных значений отдельных составляющих потерь сетевой воды по их видам, элементам системы теплоснабжения, балансовой принадлежности и последующий учет их в составляющих себестоимости, цены (тарифа) на отпущенную и потребленную тепловую энергию, а также определение направлений сокращения потерь сетевой воды.

Приложение Р (обязательное)

Расчет непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях

В данном разделе приводятся положения по расчету непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях с утечкой, а так же при отсутствии тепловой изоляции на трубопроводе.

Р.1 Определение непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях с утечкой, при выявлении дефекта на трубопроводе

Р.1.1 Количество тепловой энергии при непроизводительной утечке теплоносителя определяется по следующей формуле

$$Q_{ун} = G_{ун} c_{ун} \rho_{t_{ун}} Z_{ун} (t_{ун} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) 10^{-6}, \quad (P.1)$$

- где $Q_{ун}$ – величина тепловой энергии непроизводительной утечки теплоносителя, ГДж;
 $G_{ун}$ – величина непроизводительной утечки теплоносителя, м³/ч;
 $c_{ун}$ – теплоемкость теплоносителя, принимается равной 4,187 кДж/(кг°С);
 $\rho_{t_{ун}}$ – плотность теплоносителя, при $t_{ун}$, кг/м³;
 $Z_{ун}$ – продолжительность периода непроизводительной утечки теплоносителя, час;
 $t_{ун}$ – температура теплоносителя в трубопроводе, в котором зафиксирована утечка, °С;
 $\tau_{х.и}^{ср.пер}$ – средняя температура воды холодного источника за период непроизводительной утечки, °С (При отсутствии данных принимается в отопительный период равной 5 °С, в неотапливаемый период – 15 °С);

Р.1.2 Величина расхода теплоносителя при непроизводительной утечке определяется по следующей формуле

$$G_{ун} = 3,6 \mu F_{отв} \sqrt{2 \frac{P_{изб}}{\rho_{t_{ун}}}} \cdot 10^6, \quad (P.2)$$

- где μ – коэффициент расхода, принимается равным 0,6;
 $F_{отв}$ – площадь отверстия в стенке трубопровода, через которое произошла утечка теплоносителя, м²;
 $P_{изб}$ – избыточное давление теплоносителя в месте утечки или в ближайшей точке до места утечки, МПа;

Р.2 Определение непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях при отсутствии тепловой изоляции на трубопроводе

Р.2.1 Количество тепловой энергии, теряемой трубопроводом, при отсутствии тепловой изоляции на нем, определяется по следующей формуле

$$Q_{бт} = 3,6 L Z_{бт} \frac{(t_{вн} - t_{в})}{R_{бт}} 10^{-6}, \quad (P.3)$$

- где $Q_{бт}$ – величина теряемой тепловой энергии трубопроводом без теплоизоляции, ГДж;
 L – длина трубопровода без теплоизоляции, м;
 $Z_{бт}$ – длительность нахождения трубопровода без теплоизоляции, час;

- $t_{вн}$ – температура теплоносителя внутри трубопровода, °С;
 $t_{в}$ – температура наружного воздуха, окружающего трубопровод, °С;
 $R_{бт}$ – термическое сопротивление трубопровода без теплоизоляции, м°С /Вт;

При частичном отсутствии теплоизоляции в формулу Р.3 подставляется длина L , которая вычисляется по формуле

$$L = \frac{F_{бт}}{\pi D_n}, \quad (P.4)$$

- где $F_{бт}$ – суммарная площадь поверхности трубопровода без наличия тепловой изоляции, м²;
 D_n – наружный диаметр трубопровода, на котором частично отсутствует теплоизоляция, м;
 Величина $R_{бт}$ берется из таблицы Р.1 и подставляется в формулу Р.3.

Таблица Р.1 Термическое сопротивление трубопровода без теплоизоляции, м°С /Вт;

Наружный диаметр трубопровода без теплоизоляции, мм	Термическое сопротивление трубопровода без теплоизоляции, м°С /Вт;
D_n	$R_{бт}$
18	0,680839
25	0,490186
32	0,38305
38	0,322563
45	0,272383
57	0,215089
76	0,161314
89	0,137817
108	0,113569
133	0,092221
159	0,077158
219	0,056057
273	0,044989
325	0,037808
377	0,032608
426	0,028857
478	0,025694
530	0,023184
630	0,019512
720	0,017081
820	0,014998
920	0,013374
1000	0,012309
1220	0,010099
1420	0,008676

Р.3 Определение периода непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях

При расчете непроизводительных тепловых потерь в водяных тепловых сетях, получаемых при непроизводительной утечке теплоносителя и тепловой энергии, теряемой трубопроводом при отсутствии тепловой изоляции на нем, принимать за продолжительность утечки теплоносителя $Z_{ун}$ (часов) и длительность нахождения трубопровода без теплоизоляции $Z_{бт}$ (часов) с момента последнего акта осмотра тепловых сетей до момента устранения, оформленные в установленном законодательстве порядке.

Библиография

- [1] «EN 253:2019+A.1:2023» Европейский стандарт на трубы централизованного теплоснабжения, изготовленные из напорной стальной трубы, пенополиуретановой теплоизоляции и оболочкой из полиэтилена.
- [2] Правила теплоснабжения
Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11.09.2019 № 609
- [3] РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения
- [4] СН 4.02.02-2019 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- [5] СН 4.02.01-2019 Тепловые сети
- [6] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- [7] Справочник по климату Беларуси. – Минск, 2017