

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 расхода цеплавой энергіі на яе перадачу ў сетках цеплазабеспячэння з улікам іх зносу, тэрміна і ўмоў эксплуатацыі

*Настоящий проект технического кодекса установившейся практики
не подлежит применению до его утверждения*



УДК 621.64.8

МКС 27.100

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»
ВНЕСЕН Министерством энергетики Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ _____

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ с отменой документа «Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации», утвержденной постановлением Комитетом по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь от 29.09.2006 № 2.

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

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Общие положения	5
5 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения	7
6 Расчет тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в непроходных каналах	12
7 Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя и нормативного расхода воды на подпитку	16
8 Расчет суммарных нормируемых тепловых потерь трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплоснабжения	22
9 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов	23
10 Методика расчета температуры пара в паропроводе	25
Приложение А (обязательное) Средние температуры наружного воздуха и грунта	28
Таблица А.1 – Средняя температура наружного воздуха и число часов отопительного и межотопительного периодов	28
Таблица А.2 – Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине 1,6 м	30
Приложение Б (обязательное) Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность при подземной прокладке	31
Таблица Б.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов горячего водоснабжения и циркуляционных при прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года	31
Таблица Б.2 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года	32
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 года	33
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 года до 2010 года	34

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 года	35
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 года	36
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 года до 2010 года	37
Таблица Б.8 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при изменении теплоизоляционного слоя	37
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 года до 2010 года	38
Таблица Б.10 – Коэффициент, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при изменении теплоизоляционного слоя	38
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 года до 16 марта 2018 года	39
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 года до 16 марта 2018 года	40
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 года	41
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 года	42
Таблица Б.15 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ПИ-трубопроводами, выполненными в соответствии с СТБ 2252-2012	43

Таблица Б.16 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012	45
Таблица Б.17 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с ТУ производителей	46
Таблица Б.18 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГПИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с ТУ производителей	48
Таблица Б.19 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах ГСИ-трубопроводами, выполненных в соответствии с ТУ производителей	50
Таблица Б.20 – Расчетные нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке ГСИ трубопроводами, выполненных в соответствии с ТУ производителей	51
Приложение В (обязательное) Нормы линейной и поверхностной плотности теплового потока через изолированную поверхность при надземной прокладке	52
Таблица В.1 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при надземной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года	52
Таблица В.2 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов при надземной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года	53
Таблица В.3 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при надземной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 года до 2010 года	54
Таблица В.4 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при надземной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 года до 2010 года	55
Таблица В.5 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при надземной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 года	56

Таблица В.6 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов и оборудования при надземной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее, сооруженных по проектам, выполненным с 2010 года .	57
Таблица В.7 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов в трубе-оболочке из оцинкованной стали при надземной прокладке, выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012	58
Приложение Г (обязательное) Нормы линейной и поверхностной плотности теплового потока через изолированную поверхность при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах)	59
Таблица Г.1 – Нормы 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 1 июля 1995 года	59
Таблица Г.2 – Нормы 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 1 июля 1995 года	60
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 года до 2010 года	61
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 года до 2010 года	62
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 года	63
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 года	64
Таблица Г.7 – Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для ПИ-трубопроводов при прокладке в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах), выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012	65
Приложение Д (обязательное) Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей	66
Таблица Д.1 – Основные размеры сборных железобетонных каналов для тепловых сетей (серия 3.006-2)	66

Приложение Е (обязательное) Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения.....	67
Таблица Е.1 – Выбор конструкции канала при совместной прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения.....	67
Приложение Ж (обязательное) Удельный объем воды в системах теплоснабжения.....	68
Таблица Ж.1 – Удельный объем воды в системах теплоснабжения при различных перепадах температур в зависимости от типа теплоснабжающих систем	68
Приложение К (обязательное) Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах	69
Таблица К.1 – Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года.....	69
Таблица К.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 года до 2010 года	70
Таблица К.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 года.....	71
Приложение Л (рекомендуемое) Форма титульного листа.....	72
Приложение М (обязательное) Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь в тепловых сетях	73
Таблица М.1 – Среднемесячные температуры воздуха, теплоносителя, грунта на уровне залегания оси трубопровода и исходной воды, идущей на подпитку тепловых сетей	73
Таблица М.2 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом "К") теплотерь водяными сетями и сетями горячего водоснабжения.....	74
Таблица М.3 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом "К") теплотерь водяными сетями и сетями горячего водоснабжения, принимаемыми на баланс	75
Таблица М.4 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом "К") теплотерь водяными сетями и сетями горячего водоснабжения, выводимыми в ремонт	76
Таблица М.5 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых (с коэффициентом "К") теплотерь водяными сетями и сетями горячего водоснабжения, выводимыми из эксплуатации (выводимыми из баланса)	76
Таблица М.6 – Расчет часовых среднегодовых нормируемых тепловых потерь через изоляцию водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения	77
Таблица М.7 – Расчет месячных нормируемых прогнозируемых тепловых потерь теплосетями через изоляцию	77
Таблица М.8 – Исходные данные для расчета тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в однокамерном непроходном канале	78

Таблица М.9 – Расчет нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале.....	78
Таблица М.10 – Расчет нормируемых тепловых потерь трубопроводами водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в одноячейковом непроходном канале.....	78
Таблица М.11 – Исходные данные для расчета тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухячейковом непроходном канале	79
Таблица М.12 – Расчет нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухячейковом непроходном канале	79
Таблица М.13 – Расчет нормируемых тепловых потерь трубопроводами водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения при их совместной прокладке в двухячейковом непроходном канале.....	79
Таблица М.14 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения.....	80
Таблица М.15 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, принимаемых на баланс	81
Таблица М.16 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, выводимых в ремонт	82
Таблица М.17 – Геометрические характеристики водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, выводимых из эксплуатации (выводимых из баланса).....	82
Таблица М.18 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения	83
Таблица М.19 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, принимаемых на баланс.....	83
Таблица М.20 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых в ремонт	84
Таблица М.21 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения, выводимых из эксплуатации (выводимых из баланса)	84
Таблица М.22 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения по месяцам	85
Таблица М.23 – Расчет объема воды в системах теплоснабжения и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения по месяцам	86
Таблица М.24 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения	87
Таблица М.25 – Расчет объема воды в системах горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения по месяцам	88
Таблица М.26 – Расчет нормируемых тепловых потерь с нормативной утечкой теплоносителя в сетях горячего водоснабжения в закрытой системе теплоснабжения	89
Таблица М.27 – Суммарные нормируемые тепловые потери трубопроводами тепловых сетей и подключенными к ним системами теплоснабжения	90

Приложение Н (обязательное) Формы таблиц оформления расчета нормируемых прогнозируемых (эксплуатационных) тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции паропроводов и конденсатопроводов	91
Таблица Н.1 – Характеристики участков паропровода и конденсатопровода	91
Таблица Н.2 – Характеристика канала подземной прокладки	91
Таблица Н.3 – Расчет нормируемых термических сопротивлений паропровода и конденсатопровода (при совместной прокладке с паропроводом) при проектных условиях	91
Таблица Н.4 – Расчет нормируемых тепловых потерь паропроводом и конденсатопроводом (при совместной прокладке с паропроводом) за расчетный период	91
Таблица Н.5 – Расчет нормируемых тепловых потерь конденсатопроводом за расчетный период ...	91
Приложение П (рекомендуемое) Анализ фактических тепловых потерь в водяных тепловых сетях	92
Библиография	99

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 РАСХОДА ЦЕПЛАВОЙ ЭНЕРГІІ
НА ЯЕ ПЕРАДАЧУ Ё СЕТКАХ ЦЕПЛАЗАБЕСПЯЧЭННЯ З УЛІКАМ
ІХ ЗНОСУ, ТЭРМІНА 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 _____

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее ТКП) регламентирует единый подход к расчету величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации.

Действие настоящего ТКП распространяется на все субъекты хозяйствования Республики Беларусь, независимо от ведомственной принадлежности, которые занимаются выработкой, транспортом и потреблением тепловой энергии.

Настоящий ТКП предназначен для инженерно–технических работников предприятий, осуществляющих отпуск, транспорт, распределение и потребление тепловой энергии и теплоносителей, а также выполняющих наладочные работы в системах теплоснабжения.

2 Нормативные ссылки

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

ТКП 45-4.02-323-2018 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Строительные нормы проектирования

П1-2018 к ТКП 45-4.02-323-2018 Проектирование, расчет и устройство тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

ТКП 45-4.02-322-2018 Тепловые сети. Строительные нормы проектирования

ТКП 45.4.02-89-2007 (02250) Тепловые сети бесканальной прокладки из стальных труб, предварительно термоизолированные пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке. Правила проектирования и монтажа

ТКП 45.4.02-184-2009 (02250) Тепловые сети бесканальной прокладки из полимерных труб, предварительно термоизолированные пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке. Правила проектирования и монтажа

ТКП 411-2102 (02230) Правила учета тепловой энергии и теплоносителя

ТКП 458-2012 (02230) Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей

ТКП 45-4.01-319-2018 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования

СТБ 2270-2012 Изделия стальные, предварительно термоизолированные пенополиуретаном. Общие технические условия

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

СТБ 1495-2004* Изделия теплоизоляционные из пенополиуретана. Технические условия

СНБ 4.02.01-03* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха/ Министерство архитектуры и строительства республики Беларусь. Минск 2015

Изменение № 1 СНБ 2.04.02-2000. Строительная климатология. Утверждено и введено в действие приказом МАиС 2 апреля 2007г. № 87

ГОСТ 26691-85 «Теплоэнергетика. 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 применяются термины, установленные в ТКП 45-4.02-323-2018, ТКП 458-2012, ГОСТ 26691-85, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 абонент: Потребитель тепловой энергии, системы теплоснабжения которого непосредственно присоединены к тепловым сетям энергоснабжающей организации или организации, осуществляющей передачу тепловой энергии, имеющий с данными организациями границу балансовой принадлежности и заключивший с энергоснабжающей организацией договор теплоснабжения, в многоквартирном жилом доме – уполномоченное лицо по управлению общим имуществом, организация, осуществляющая эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющая жилищно-коммунальные услуги, товарищество собственников или организация застройщиков.

3.2 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.

3.3 безучетное потребление тепловой энергии: Потребление тепловой энергии с нарушением установленных договором теплоснабжения и (или) законодательством требований к организации расчетного учета тепловой энергии со стороны абонента, выразившимся во вмешательстве в работу средств расчетного учета тепловой энергии, несоблюдении установленных законодательством сроков метрологической поверки или необеспечении сохранности средств расчетного учета тепловой энергии, обязанность по соблюдению или обеспечению которых возложена на абонента, а также в иных действиях абонента, приведших к искажению данных о фактическом объеме потребления тепловой энергии.

3.4 граница балансовой принадлежности тепловой сети: Линия имущественного раздела тепловых сетей (теплоустановок) между энергоснабжающей организацией и абонентом, либо абонентом и субабонентом, либо организацией, осуществляющей передачу тепловой энергии и абонентом, обозначенная на схеме тепловых сетей и зафиксированная актом разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон.

3.5 водяная система теплоснабжения закрытая: Система теплоснабжения, в которой теплоносителем является сетевая химически очищенная вода, подготовленная в соответствии с требованиями обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов, циркулирующая в тепловой сети и используется только как теплоноситель и из сети не отбирается.

3.6 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.

3.7 класс точности средства измерений: Обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая их уровень точности и выражаемая точностными характеристиками средств измерений [10].

3.8 коэффициент К: Отношение измеренных при испытаниях тепловых потерь (приведенных к проектным условиям) к нормативным значениям.

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

3.10 непроизводительные потери тепловой энергии: Потери, обусловленные неудовлетворительным техническим состоянием теплоиспользующего оборудования, систем регулирования и тепловых сетей или неудовлетворительной организацией их эксплуатации.

3.11 непроизводительные потери теплоносителя: Производственные расходы и потери с утечкой превышающие нормативные значения, потери при сливах, водоразборах, безучетное, самовольное потребление теплоносителя и другое.

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

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

3.14 нормативная инструментальная погрешность узла учета: Диапазон возможных значений инструментальной погрешности, соответствующий нормативным (установленным «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителей») характеристикам и режимам работы измерительных устройств, входящих в узел учета.

3.15 нормативная утечка теплоносителя: Среднегодовое значение утечки в час, размер которой не превышает значения, регламентированного требованиями обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов.

3.16 нормативные тепловые потери через теплоизоляционные конструкции: Значения тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции, полученные расчетным путем на базе норм плотности

теплого потока при проектных температурах теплоносителя и окружающей трубопровод (трубопроводы) среды.

3.17 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.

3.18 технологический расход тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения (производительные потери тепловой энергии): Сумма нормируемых потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов и оборудования тепловых сетей и с производительными потерями теплоносителя.

3.19 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. Температурный режим работы теплосети определяется утвержденным в установленном порядке температурным графиком отпуска тепла.

3.20 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, изменения температурного графика отпуска тепла и параметров окружающей среды.

3.21 нормируемые эксплуатационные тепловые потери: Тепловые потери, определенные расчетом за прошедший период при фактических температурных режимах работы тепловых сетей, окружающей трубопроводы среды, температуры исходной воды за этот же период.

3.22 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.

3.23 открытая система теплоснабжения (горячего водоснабжения): Технологически связанный комплекс инженерных сооружений, предназначенный для теплоснабжения и горячего водоснабжения путем отбора горячей воды из тепловой сети.

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

3.25 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 периодов работы тепловой сети.

3.26 период «излома» температурного графика: Период времени, в течение которого значения температур сетевой воды в подающем трубопроводе в соответствии с температурным графиком отпуска тепла остаются постоянными.

3.27 плотность теплового потока: Количество теплоты, проходящее в единицу в единицу времени через изолированную поверхность, отнесенное к единице ее площади (ТКП 45-4.02-323-2018).

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

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

3.30 погрешность средства измерений: Разность между показанием средства измерений и известным опорным (действительным) значением величины [10].

3.31 погрешность средства измерения абсолютная: Погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой величины [10].

3.32 погрешность средства измерения относительная: Погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к опорному значению измеряемой величины [10].

3.33 погрешность средства измерения основная: Погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях [10].

3.34 потребитель: Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель, гражданин, использующие тепловую энергию, система теплоснабжения которых присоединена к тепловым сетям, находящимся в собственности, хозяйственном ведении, оперативном управлении энергоснабжающей организации или организации, осуществляющей передачу тепловой энергии.

3.35 предел допускаемой погрешности средства измерений: Наибольшее значение погрешности средства измерений (без учета знака), устанавливаемое нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором оно еще признается метрологически исправным [10].

3.36 прибор учета тепловой энергии (средство расчетного учета): Прибор или комплекс приборов (средств измерений), предназначенный для определения количества теплоты, имеющий функции измерения (регистрации) массы и параметров теплоносителя, сведения о котором внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь, прошедший государственную поверку в

установленный срок, годный к применению для измерения расхода и количества теплоносителя и тепловой энергии, параметров теплоносителя и принятый энергоснабжающей организацией в качестве коммерческого прибора учета тепловой энергии в установленном порядке.

3.37 производительные потери теплоносителя: Потери, состоящие из производственных расходов теплоносителя и нормативной утечки.

3.38 производственные расходы теплоносителя: Расходы теплоносителя на пусковое заполнение элементов систем теплоснабжения при их ремонте, подключении новых участков сети и потребителей, во время опрессовки, регламентных испытаний, дезинфекции, промывки, а также технологические расходы, связанные с работой оборудования элементов системы теплоснабжения.

3.39 расходомер однопоточный: Расходомер с измерением расхода теплоносителя только в одном трубопроводе.

3.40 расходомер двухпоточный: Расходомер с измерением расхода теплоносителя в двух и более трубопроводах.

3.41 расчетный объем воды в трубопроводах: Расчетная величина, используемая для определения нормативной величины утечки сетевой воды из трубопроводов тепловых сетей и систем теплоснабжения. Определяется введением коэффициентов к фактическому объему воды в трубопроводах, учитывающих срок эксплуатации, насыщенность арматурой участка теплосети, условий обслуживания и возможность обнаружения утечки.

3.42 расчетный период: Установленный договором теплоснабжения период времени, за который должна быть учтена и оплачена абонентом потребляемая тепловая энергия и невозвращенный теплоноситель.

3.43 сети горячего водоснабжения: Тепловая сеть, в которой теплоносителем является вода питьевого качества.

3.44 система теплоснабжения: Комплекс теплоиспользующих установок с соединительными трубопроводами и (или) тепловыми сетями (ТКП 458-2012).

3.45 система теплоснабжения: Совокупность взаимосвязанных теплоисточника(ов), тепловых сетей и систем теплоснабжения (ТКП 458-2012).

3.46 система теплоснабжения паровая: Система теплоснабжения, в которой теплоносителем является пар (ГОСТ 26691-85).

3.47 субабонент: Потребитель, система теплоснабжения которого непосредственно присоединена к тепловым сетям абонента энергоснабжающей организации, заключивший с абонентом договор теплоснабжения.

3.48 температурный график: Зависимость температур сетевой воды, подаваемой теплоисточником в тепловую сеть и возвращаемой от потребителей, от температуры наружного воздуха при принятом в системе теплоснабжения методе центрального регулирования отпуска теплоты.

3.49 тепловая сеть: Совокупность трубопроводов и устройств, предназначенных для передачи и распределения тепловой энергии (ТКП 458-2012).

3.50 тепловая нагрузка системы теплоснабжения: Суммарное количество тепла, получаемое от источника тепла, равное сумме теплоснабжений приемников тепла и потерь в тепловых сетях в единицу времени (ГОСТ 26691-85).

3.51 тепловой баланс: Количественная характеристика производства, потребления и потерь тепла (ГОСТ 26691-85).

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

3.53 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.

3.54 узел учета: Комплекс средств измерений, приборов учета тепловой энергии и других технических средств, на основании показаний которых определяется количество тепловой энергии, производится контроль и регистрация параметров теплоносителя и осуществляется коммерческий расчет за произведенную или поставленную тепловую энергию.

3.55 условия эксплуатации: Факторы, влияющие на техническое состояние трубопроводов и оборудования тепловых сетей и систем теплоснабжения. Такими факторами являются: качество проектирования, монтажа, приемки в эксплуатацию, уровень организации технического обслуживания, планово-предупредительных и капитальных ремонтов.

3.56 утечка теплоносителя: Потери теплоносителя вызванные самопроизвольным истечением воды из различных элементов системы теплоснабжения при нарушении их целостности или герметичности.

3.57 фактический небаланс в системе теплоснабжения: Разность отпущенной тепловой энергии с энергией подкачивающих насосов и суммы потребленной тепловой энергии и нормируемых эксплуатационных тепловых потерь.

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

3.59 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 Расход тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения (далее - тепловые потери) являются величиной индивидуальной как в абсолютном, так и в относительной виде.

4.2 Технической базой для расчета величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения (далее - нормируемые тепловые потери) являются нормы 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).

4.3 Испытания на тепловые потери являются наиболее объективным критерием оценки изменения теплотехнических характеристик теплоизоляционных конструкций с учетом их износа, срока и условий эксплуатации.

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

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

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

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 или незначительно превышают соответствующие значения нормативных тепловых потерь для этих участков ($K \leq 1,1$), за основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь принимаются измеренные тепловые потери.

4.7 В тех случаях, когда измеренные тепловые потери по отдельным испытанным участкам существенно превышают нормативные ($K > 1,1$), они могут быть положены в основу нормирования эксплуатационных потерь сети лишь на срок выполнения программы работ по доведению этих потерь до нормативных, 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 теплосетей 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 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 теплосети. Усредненная величина « K_{cp} » определяется как средневзвешенная по нормативным потерям испытанных участков, вычисляются по формуле

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

где K_i – коэффициент K , полученный при испытаниях;

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

4.9 При возникновении спорных вопросов между энергоснабжающей организацией и абонентом (либо абонентом и субабонентом) по расчету нормируемых тепловых потерь на участках теплосети, не подвергшихся испытаниям на тепловые потери, необходимо проведение испытаний на этих конкретных участках.

При невозможности проведения испытаний на момент возникновения спора из-за технических проблем по выполнению требований действующих ТНПА по испытаниям тепловых сетей на тепловые потери, нормы плотности теплового потока по соглашению сторон могут определяться теплотехническим расчетом теплоизоляционных конструкций этих участков. Теплотехнический расчет должен выполняться на основании исполнительной документации по конструкции прокладки, технической документации заводов-изготовителей, данных по фактическому типу и влажности грунта.

Привлечение специализированной проектной организации для проведения расчетов следует использовать при спорных ситуациях между энергоснабжающей организацией и абонентом.

Срок действия расчетных норм плотности теплового потока определяется по соглашению сторон, но не более одного года до создания эксплуатирующей организацией условий для проведения испытаний на тепловые потери.

4.10 Порядок учета изменения нормируемых тепловых потерь для участков теплосети, по которым произведен капитальный ремонт.

При замене трубопровода в приложениях М и Н в столбце «год ввода в эксплуатацию» указывается год замены трубопровода (капитального ремонта).

При замене тепловой изоляции в приложениях М и Н в столбце «год проекта» указывается год выполнения проекта по тепловой изоляции. В проекте на тепловую изоляцию нормы плотности теплового потока должны соответствовать нормам, приведенным в действующих на момент выполнения проекта ТНПА.

4.11 Порядок расчета нормируемых тепловых потерь оборудованием тепловых сетей (баки аккумуляторы и т.д.) аналогичен расчету трубопроводов проложенных на открытом воздухе (надземная прокладка), в помещениях, технических подпольях, тоннелях, проходных каналах. Нормы плотности теплового потока для плоских поверхностей в соответствии с приложениями В, Г. В формулы для определения нормируемых теплотерь вместо длины трубопровода подставляется площадь поверхности нагрева.

4.12 Порядок расчета нормируемых тепловых потерь в сетях горячего водоснабжения при подземной прокладке отдельно от водяных тепловых сетей, а также для прокладки на открытом воздухе, в тоннелях, проходных каналах, помещениях, технических подпольях аналогичен расчету нормируемых тепловых потерь водяными тепловыми сетями соответствующих способов прокладок. Порядок определения норм 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 определяются отдельно, для водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, без учета их влияния друг на друга.

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

Производительные потери состоят из производственных расходов и нормативной утечки.

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 теплосетях в размере, не превышающем установленный техническими условиями в НТД);
- расхода на сальниковые уплотнения насосов, не превышающего значений установленного техническими условиями в НТД;
- 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 теплоснабжения в размере не более полуторакратной их емкости после ремонтов, а также при подключении новых сетей и систем;
- расхода при проведении опрессовки теплосетей и систем теплоснабжения в размере не более полуторакратной их емкости;
- расхода на промывку, дезинфекцию и повторную промывку (для открытых систем теплоснабжения) не превышающего технически обоснованных значений, в соответствии с ТНПА;
- затраты на проведение плановых эксплуатационных испытаний, не превышающие технически обоснованных значений, в соответствии с ТНПА;
- затраты 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, расхода на пробоотборники).

5 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов водяных тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения

5.1 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: температуры наружного воздуха и скорости ветра (при прокладке на открытом воздухе), температуры и влажности грунта и характера изменения параметров в течение расчетного периода;
- типа и плотности грунта в месте прокладки;
- диаметров трубопроводов и их протяженности;
- срока и условий эксплуатации 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 За основу определения нормируемых тепловых потерь принимаются следующие положения:

- определяются нормы плотности теплового потока по отдельным участкам на основании данных о конструктивных характеристиках тепловой сети (способ прокладки, диаметр, вид теплоизоляционного материала) 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 K 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 количества часов в соответствующем расчетном периоде.

Нормы плотности теплового потока могут определяться следующими способами:

- в соответствии с таблицами норм 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 по конструкции прокладки, технической документации заводов-изготовителей по характеристикам трубопроводов и тепловой изоляции, данных по фактическому типу и влажности грунта и т.п.;

Для труб, предварительно термоизолированных жестким пенополиуретаном в полиэтиленовой трубе оболочке (стальных, соответствующих таблице 3.1 СТБ 2252-2012 – далее ПИ-труб, из нержавеющей стали – далее ГСИ-труб, полимерных – далее ГПИ-труб) нормы плотности теплового потока определены теплотехническим расчетом теплоизоляционных конструкций в соответствии с ТКП 45-4.02-323-2018, на основании заводских характеристик трубопроводов, с учетом требований к конструкции прокладки в соответствии с ТКП 45-4.02-322-2018, ТКП 45.4.02-89-2007 (02250) и ТКП 45.4.02-184-2009 (02250) и приведены в соответствующих приложениях, настоящего ТКП.

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

5.3.1 За расчетную температуру окружающего воздуха следует принимать:

- а) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе:
 - 1) среднюю за год – для тепловых сетей при круглогодичной работе, $t_{в,р}^{ср.г}$, °С;
 - 2) среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже – для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, $t_{в,р}^{ср.от}$, °С;
- б) для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении (техническом подполье) в соответствии с заданием на проектирование; при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха 20 °С, $t_{пом,р}$, °С;
- в) для изолируемых поверхностей, расположенных в тоннеле (проходном канале) 40 °С, $t_{тонн,р}$, °С;
- г) для подземной прокладки – среднюю за год температуру на глубине заложения оси трубопроводов, $t_{гр,р}^{ср.г}$, °С.

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 принимать температуру наружного воздуха, что и при прокладке на открытом воздухе.

Климатические данные по наружному воздуху в соответствии с таблицей А.1 в соответствии с Изменением № 1 СНБ 2.04.02-2000.

Расчетную температуру грунта следует принимать по ближайшей метеостанции в соответствии с таблицей А.2 [12].

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, отличающимся 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	150-70	180-70
Расчетная температура теплоносителя, °С	65	90	110

5.3.3 В теплотехнических расчетах норм плотности теплового потока через теплоизоляционную конструкцию для ПИ-труб (выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012), ГСИ-труб и ГПИ-труб приняты следующие температурные условия:

- а) температура окружающей среды для подземной прокладки и прокладке на открытом воздухе принята 5 °С, для прокладки в помещении и тоннеле в соответствии с 5.3.1 б) и 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 М.1.

5.4 Определение норм плотности теплового потока

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

«Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей».- М.: Госстройиздат, 1959 распространяются на тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года.

Нормы в соответствии со СНиП 2.04.14-88 с учетом Изменения № 1, введенного Постановлением Государственного комитета Республики Беларусь по строительству и архитектуре № 67 от 17 марта 1995 г. к СНиП 2.04.14-88 распространяются на тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным с 1 июля 1995 до 2010 года.

Нормы в соответствии с ТКП 45-4.02-91-2009 (02250) распространяются на тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным с 2010 года до 16 марта 2018 года.

Нормы в соответствии с ТКП 45-4.02-323-2018 распространяются на тепловые сети, сооруженные по проектам, выполненным с 16 марта 2018 года.

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 в соответствии с расчетной температурой теплоносителя, определенной в 5.3.2.

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

Для ПИ-труб (выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012), ГПИ и ГСИ-труб, нормы плотности в зависимости от способа прокладки принимать в соответствии с таблицами Б.15–20.

При подземной двухтрубной прокладке трубопроводов разных диаметров, нормы плотности теплового потока определяются для каждого трубопровода отдельно, суммируются и участвуют 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 в соответствии с расчетной температурой теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Для ПИ-труб (выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012) нормы плотности принимать в соответствии с таблицей В.7.

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 в соответствии с расчетной температурой теплоносителя, определенной в 5.3.2.

Для ПИ-труб (выполненных в соответствии с СТБ 2252-2012) нормы плотности принимать в соответствии с таблицей Г.7.

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

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

- 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 фактический режим работы участков теплосети по формулам:

а) подземная прокладка;

1) два трубопровода в режиме подающего трубопровода

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

2) два трубопровода в режиме обратного трубопровода

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

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

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

$$q_{1н.ф} = q_{1н} \cdot \frac{t_{2p} - \tau_{в.п}^{ср.г}}{t_{1p} - \tau_{в.п}^{ср.г}}; \quad (5.3)$$

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

$$q_{2н.ф} = q_{2н} \cdot \frac{t_{1p} - \tau_{в.п}^{ср.г}}{t_{2p} - \tau_{в.п}^{ср.г}}; \quad (5.4)$$

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

q_n – норма 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.

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

5.5 Расчет нормируемых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов

5.5.1 Нормируемые часовые значения тепловых потерь $Q_{норм}$, кДж/ч, при проектных температурных условиях вычисляются по формуле

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

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

β – коэффициент местных тепловых потерь участка теплосети;

L – длина участка теплосети по каналу, подающего и обратного трубопровода, м.

Результаты расчета сводятся в таблицу М.2.

5.5.2 Коэффициенты местных тепловых потерь β приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Изолируемый объект	Коэффициент β
1 Теплосети, сооруженные по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года:	
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 Теплосети, сооруженные по проектам, выполненным с 1 июля 1995 года до 2010 года:	
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;	1,15
2.3 Оборудование.	1,10
3 Теплосети, сооруженные по проектам, выполненным с 2010 года:	
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

5.5.3 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 их работы в расчетный период $Z_{\text{б}}$, вычисляются по формуле

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

где $Z_{\text{пер}}$ – число часов в рассматриваемом расчетном периоде.

Результаты расчета сводятся в таблицу М.3.

5.5.4 Для трубопроводов, отключаемых в течении 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 их отключения $Z_{\text{отк (рем)}}$, вычисляются по формуле

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

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

5.5.5 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 М.6.

5.5.6 Определяются нормируемые тепловые потери за расчетный период $Q_{\text{из}}^{\text{пер}}$, ГДж, путем пересчета нормируемых тепловых потерь с проектных температурных условий на режим работы теплосети в расчетном периоде:

а) двухтрубная подземная прокладка

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

б) подземная прокладка при отдельно уложенном трубопроводе;

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

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

в) прокладка на открытом воздухе;

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

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

г) прокладка в помещении (техническом подполье);

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

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

д) прокладка в тоннеле (проходном канале);

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

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

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;
 $\tau_{гр}^{ср.пер}$ – средняя температура грунта за рассматриваемый расчетный период, °С;
 $\tau_{в}^{ср.пер}$ – средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый расчетный период, °С.

5.5.7 В случае, когда в рассматриваемом расчетном периоде теплосеть часть времени работает в режиме отопительного периода ($Z_{от}$), а часть – в режиме межотопительного ($Z_{л}$), расчет проводится раздельно для каждого из периодов.

5.5.8 Результаты расчета сводятся в таблицу М.7.

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

5.6.1 Климатические данные для расчета нормируемых прогнозируемых тепловых потерь приведены в приложении А.

При работе тепловых сетей только в отопительный период эти данные берутся только для отопительного периода.

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

5.6.3 Нормируемые прогнозируемые теплотери за квартал, год определяются как сумма среднемесячных теплотери.

5.6.4 Результаты расчета сводятся в таблицу М.7.

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

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

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

6 Расчет 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:

- а) конструктивные и режимные характеристики трубопроводов (определяются по проектной документации) и коэффициенты «К» для испытанных трубопроводов;
- б) конструктивные характеристики канала (определяются по проектной документации). При отсутствии проектной документации конструкцию канала можно определять по приложениям Д и Е;
- в) заглубление канала (определяется из проектной документации);
- г) коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр}$, Вт/м⁰С, определяется в соответствии с П1-2018 к ТКП 45-4.02-323-2018 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 М.8 и М.11.

6.2 Однячейковый 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 $R_{гр}^k$, м⁰С/Вт, вычисляются 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, вычисляются 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, вычисляются 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 $\alpha_{пов} = 17$ Вт/м²·°С.

6.2.1.2 Термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха канала к его стенкам $R_{в,к}$, м⁰С/Вт, вычисляются 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 $\alpha_{в,к} = 11$ Вт/м²·°С.

6.2.1.3 Общее термическое сопротивление канала и грунта, $R_{кан}$, м⁰С/Вт, вычисляются по формуле

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

6.2.1.4 Определяются значения норм плотности теплового потока для водяных тепловых сетей $q_{1н}^{подз}$, $q_{2н}^{подз}$, $q_{н}^{подз}$, Вт/м и сетей горячего водоснабжения $q_{3н}^{подз}$, $q_{4н}^{подз}$, Вт/м отдельно для каждого трубопровода в соответствии с 5.4 (по табличным значениям, приведенным в приложении Б в соответствии с расчетной температурой теплоносителя, определенной в 5.3.2).

Нормы 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 $\tau_{н(кан)}^{ср.г}$, °С при проектных температурных условиях вычисляются по формуле

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

6.2.1.6 Нормируемые термические сопротивления теплопередаче от трубопровода к воздуху канала $R_{iнорм}$, м°С/Вт, вычисляются по формулам:

а) сетевая вода;

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

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

б) сети горячего водоснабжения;

1) подающий трубопровод

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

2) циркуляционный трубопровод

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

Результаты расчета сводятся в таблицу М.9.

6.2.2 Определение нормируемых тепловых потерь за расчетный период

6.2.2.1 Температура воздуха в канале при температурных параметрах, отличных от проектных вычисляются по формулам:

– для отопительного периода

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

– для межотопительного периода

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

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

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

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

6.2.2.2 Нормируемую плотность теплового потока за расчетный период $q_{iнорм}^{пер}$, Вт/м, для каждого трубопровода вычисляются по формуле

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.10.

6.2.3 Определение нормируемых тепловых потерь участка теплосети за расчетный период

Нормируемые потери тепла на участке $Q_{iнорм}^{пер}$, ГДж, для каждого трубопровода вычисляются по формуле

$$Q_{iнорм}^{пер} = 3,6 q_{iнорм}^{пер} \beta L Z^{пер} 10^{-6}. \quad (6.14)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу М.10.

6.3 Двухячейковый 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_n , м, вычисляется по формуле

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

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

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

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) $R_{кан}^{прив}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляются по формуле

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

Термическое сопротивление теплопередаче стенок между секциями канала (на 1 пог. м канала) $R_{ст}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, вычисляются 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, который с достаточной степенью точности можно принять $\lambda_{ст} = 1,28 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$.

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

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

В качестве норм 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 $\tau_{н.кан \langle 2 \rangle}$, $^{\circ}\text{C}$, вычисляются по формулам:

– для секции с трубопроводами сетевой воды (секция «1»)

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

– 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 вычисляются по формулам:

а) для сетевой воды (секция «1»);

1) подающий трубопровод

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

2) обратный трубопровод

$$R_{2 \text{ норм } \langle 1 \rangle} = \frac{t_{2р} - \tau_{н.кан \langle 1 \rangle}}{K_2 q_{2н}^{подз}}; \quad (6.23)$$

- б) для сетей горячего водоснабжения;
1) трубопровод горячего водоснабжения

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

- 2) циркуляционный трубопровод

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.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, вычисляют по формуле

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

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

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

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

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

Температуры воздуха в секциях канала $\tau_{\text{кан } \langle i \rangle}^{\text{пер}}$, °С, вычисляют по формулам

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

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

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

- а) сетевая вода;
1) подающий трубопровод

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

- 2) обратный трубопровод

$$q_{2 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_2^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан } \langle 1 \rangle}^{\text{пер}}}{R_{2 \text{ норм } \langle 1 \rangle}}; \quad (6.30)$$

- б) сети горячего водоснабжения;
1) подающий трубопровод горячего водоснабжения

$$q_{3 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_3^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан } \langle 2 \rangle}^{\text{пер}}}{R_{3 \text{ норм } \langle 2 \rangle}}; \quad (6.31)$$

- 2) циркуляционный трубопровод

$$q_{4 \text{ норм}}^{\text{пер}} = \frac{t_4^{\text{ср.пер}} - \tau_{\text{кан } \langle 2 \rangle}^{\text{пер}}}{R_{4 \text{ норм } \langle 2 \rangle}}; \quad (6.32)$$

Результаты расчета заносятся в таблицу М.13.

6.3.3 Определение нормируемых тепловых потерь участка теплосети за расчетный период

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

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.13.

6.3.4 При отключении трубопроводов сетевой воды (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 формулам

$$\tau_{\text{кан «2»}}^{\text{пер}} = \left(\tau_{\text{гр}}^{\text{ср.пер}} + R_{\text{кан «2»}}^{\text{прив}} \cdot \left(\frac{t_3^{\text{ср.пер}}}{R_{3 \text{ норм «2»}}} + \frac{t_4^{\text{ср.пер}}}{R_{4 \text{ норм «2»}}} - q_{\text{ст}}^{\text{пер}} \right) \right) / j, \quad (6.35)$$

Дальнейший расчет производится в соответствии с формулами (6.31, 6.32, 6.33).
Результаты расчета заносятся в таблицу М.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 $V_p^{\text{ср.г}}$, м³, вычисляются по формуле

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

- где $V_p^{\text{от}}$ – «расчетный» объем сетевой воды в системе теплоснабжения в отопительный период, м³;
 $V_p^{\text{л}}$ – «расчетный» объем сетевой воды в системе теплоснабжения в межотопительный период, м³;
 $Z^{\text{от}}$ – календарное число часов отопительного периода в рассматриваемом году, час;
 $Z^{\text{л}}$ – календарное число часов межотопительного периода в рассматриваемом году, час;
 $Z^{\text{год}}$ – календарное число часов в рассматриваемом году, час.

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

$$\sum_{i=1}^z \gamma^{\text{от}} V_{pi}^{\text{от}} Z_i^{\text{от}} + \sum_{i=1}^z \gamma^{\text{л}} V_{pi}^{\text{л}} Z_i^{\text{л}} = 0,25 V_p^{\text{ср.г}} Z^{\text{год}}, \quad (7.2)$$

- где z – количество месяцев, шт;
 $\gamma^{\text{от}}$ – норма утечки сетевой воды в отопительный период, %;
 $\gamma^{\text{л}}$ – норма утечки сетевой воды в межотопительный период, %.

При этом норма утечки для межотопительного периода $\gamma^{\text{л}}$ не должна превышать 0,25 %.

7.1.2 Определение «расчетного» объема воды в трубопроводах тепловой сети и системах теплоснабжения

7.1.2.1 «Расчетный» объема воды в трубопроводах тепловой сети $V_{p,\text{тр}}$, м³, вычисляются по формуле

$$V_{p,\text{тр}} = M_3 V_{\text{тр}} = (1 + K_c) \cdot m V_{\text{тр}}, \quad (7.3)$$

- где M_3 – поправочный коэффициент к фактическому объему воды в трубопроводах;
 $V_{\text{тр}}$ – фактический объем воды в трубопроводах, м³;

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

m – коэффициент, учитывающий насыщенность арматурой участка теплосети, 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 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 теплосети	m	Π , 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 года (всех способы прокладок, 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) $d_y 250-1400$ мм; 1) канальная прокладка; 2) бесканальная прокладка; б) $d_y \leq 200$ мм; 1) канальная прокладка; 2) бесканальная прокладка.	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 ГВС, сооруженные по проектам, выполненным после 1 января 1997 года (все способы прокладок, 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 прокладка; – бесканальная прокладка.	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 теплоснабжающей системе с отопительно-вентиляционной нагрузкой;

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

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

Значения v в соответствии с приложением Ж.

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

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

- где 0,3 – поправочный коэффициент к фактическому объему воды в теплотребляющей системе 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 теплотребления принимаемых на баланс, выводимых в ремонт и выводимых из эксплуатации за расчетный период $V_{р.тр(потр)}^{пер б(рем,отк)}$, м³, вычисляются по формуле

$$V_{р.тр(потр)}^{б(рем,отк)} = \frac{V_p^{б(рем,отк)} \cdot Z_{б(рем,отк)}}{Z_{пер}}, \quad (7.9)$$

- где $V_p^{б(рем,отк)}$ – «расчетный» объем воды в трубопроводах и системах теплотребления 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) в рассматриваемом периоде, час.

7.1.2.5 Результаты расчета заносятся в таблицу М.14-21.

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 отопительном периоде $V_p^{от}$, м³, вычисляются по формуле

$$V_p^{от} = V_{р.тр}^{пер.от} + V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от} = (V_{р.тр}^{от} + V_{р.тр}^{от б} - V_{р.тр}^{от(л)отк}) + (V_{р.потр}^{ов} + V_{р.потр}^{ов б} + V_{р.потр}^{гв.ос} + V_{р.потр}^{гв.ос б}), \quad (7.7)$$

- где $V_{р.тр}^{пер.от}$ – «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в отопительный период (на балансе) в расчетный период, м³;
 $V_{р.потр}^{ов,гв.ос.пер.от}$ – «расчетный» объем воды в системах теплотребления, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку и системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе) в 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 отопительном и (или) в межотопительном периодах, м³;
 $V_{р.потр}^{ов}$ – «расчетный» объем воды в системах теплотребления, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся в эксплуатации (на балансе), м³;
 $V_{р.потр}^{ов б}$ – «расчетный» объем воды в системах теплотребления, 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.

7.1.3.2 «Расчетный» объем воды в системе теплоснабжения в межотопительный период $V_p^л$, м³, вычисляются по формуле

$$\begin{aligned} V_p^л &= V_{р.тр}^{пер.л} + V_{р.потр}^{гв.ос.пер.л} + (V_{р.тр}^{от пер.л изб} + V_{р.потр}^{ов.пер.л изб}) = \\ &= (V_{р.тр}^{л} + V_{р.тр}^{л б} - V_{р.тр}^{рем} - V_{р.тр}^{от(л)отк}) + (V_{р.потр}^{гв.ос} + V_{р.потр}^{гв.ос б} - V_{р.потр}^{рем} - V_{р.потр}^{отк}) + \\ &\quad + [(V_{р.тр}^{от изб} + V_{р.тр}^{от изб.б} - V_{р.тр}^{от изб.б.рем} - V_{р.тр}^{от изб.рем} - V_{р.тр}^{от изб.отк}) + \\ &\quad + (V_{р.потр}^{ов изб} + V_{р.потр}^{ов изб.б} - V_{р.потр}^{ов изб.б.рем} - V_{р.потр}^{ов изб.рем} - V_{р.потр}^{ов изб.отк})], \quad (7.8) \end{aligned}$$

- где $V_{р.тр}^{пер.л}$ – «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в межотопительный период (на балансе) в расчетный период, м³;
 $V_{р.потр}^{гв.ос.пер.л}$ – «расчетный» объем воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, находящихся в эксплуатации (на балансе) в расчетный период, м³;

$V_{р.тр}^{от пер.л изб}$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период в расчетный период, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов.пер.л изб}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период в расчетный период, м ³ ;
$V_{р.тр}^л$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, находящихся в эксплуатации в межотопительный период (на балансе), м ³ ;
$V_{р.тр}^л б$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся в эксплуатации в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.тр}^л рем$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, выводимых в ремонт в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.потр}^{гв.ос рем}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, выводимые в ремонт, м ³ ;
$V_{р.потр}^{гв.ос отк}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, выводимых из эксплуатации, м ³ ;
$V_{р.тр}^{от изб}$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.тр}^{от изб.б}$	– «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, м ³ ;
$V_{р.тр}^{от изб.б.рем}$	– «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, м ³ ;
$V_{р.тр}^{от изб.рем}$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением, в межотопительный период, выводимых в ремонт, м ³ ;
$V_{р.тр}^{от изб.отк}$	– «расчетный» объем воды в трубопроводах водяных тепловых сетей, работающих только в отопительный период, но находящихся под избыточным давлением, в межотопительный период, выводимых из эксплуатации, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.б}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, вводимых в эксплуатацию (принимаемых на баланс), находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.б.рем}$	– «расчетные» объемы 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 ;
$V_{р.потр}^{ов изб.рем}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимые в ремонт, м ³ ;
$V_{р.потр}^{ов изб.отк}$	– «расчетные» объемы сетевой воды в системах теплоснабжения, имеющих отопительно-вентиляционную нагрузку, находящихся под избыточным давлением в межотопительный период, выводимые из эксплуатации, м ³ .

7.1.3.3 Результаты расчета заносятся в таблицу М.22 и 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 формуле:

а) для отопительного периода;

1) для трубопроводов тепловых сетей

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

2) для систем теплоснабжения и систем горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения

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

- б) для межотопительного периода;
 1) для трубопроводов тепловых сетей

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

- 2) для систем горячего водоснабжения в открытой системе теплоснабжения

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

- 3) для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период и систем теплотребления с отопительно-вентиляционной нагрузкой, находящихся 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 теплосети в рассматриваемом расчетном периоде частично в режиме отопительного, а частично межотопительного периодов нормативная часовая утечка определяется отдельно для каждого из периодов.

Результаты расчета заносятся в таблицу М.24.

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

- для отопительного периода

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

- для межотопительного периода

$$Q_{ут}^{пер} = CZ^{пер} \cdot [G_{н.ут.тр}^{пер.л} \rho_{т.тр}^{ср} \cdot (0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) + G_{н.ут}^{пер.л изб} \rho_{т.изб}^{ср} \cdot (t_{изб}^{ср.пер} - \tau_{х.и}^{ср.пер}) + G_{н.ут.потр}^{гв.ос.пер.л} \rho_{т.потр}^{ср} \cdot (0,5 \cdot (t_1^{ср.пер} + t_2^{ср.пер}) - \tau_{х.и}^{ср.пер})] \cdot 10^{-6}, \quad (7.16)$$

где С – теплоемкость воды, $C=4,187$ кДж/кг $^{\circ}$ С;

$\rho_{т.тр}^{ср}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из трубопроводов тепловых сетей, находящихся под циркуляцией при температуре $t_{тр}^{ср.пер}$, $^{\circ}$ С, определяемой из выражения

$$t_{тр}^{ср.пер} = 0,75t_1^{ср.пер} + 0,25t_2^{ср.пер};$$

$\tau_{х.и}^{ср.пер}$ – средняя температура холодного источника за расчетный период, $^{\circ}$ С;

$\rho_{т.потр}^{ср}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из систем теплотребления при температуре утечки теплоносителя из систем теплотребления $t_{потр}^{ср.пер}$, $^{\circ}$ С, определяемой из выражения

$$t_{тр}^{ср.пер} = 0,5 \cdot (t_1^{ср.пер} + t_2^{ср.пер});$$

$\rho_{т.изб}^{ср}$ – плотность воды, кг/м 3 , с утечкой теплоносителя из трубопроводов тепловых сетей и систем теплотребления, находящихся под избыточным давлением при температуре $t_{изб}^{ср.пер}$, $^{\circ}$ С.

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.24.

7.1.6 При расчете нормируемых прогнозируемых тепловых потерь среднемесячные температуры теплоносителя принимаются в соответствии с принятым в соответствующем порядке температурном графике отпуска тепла. Температура холодного источника принимается, как многолетняя из статистических данных по источнику теплоснабжения.

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.24.

7.2 Нормирование эксплуатационного расхода воды на подпитку

7.2.1 Нормируемое эксплуатационное значение расхода на подпитку $G_{подп}$, м 3 /ч, устанавливается как сумма нормативной утечки $G_{н.ут}$ и непрерывных технологических расходов $G_{тех.рас}$ (технологических сливов, расхода на сальниковые уплотнения насосов, расхода на пробоотборники).

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

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

7.2.3 Непрерывный технологический расход $G_{\text{тех.рас}}$, м³/ч, вычисляют 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, м³/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
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

7.3 Расчет эксплуатационных тепловых потерь с утечкой теплоносителя в системе теплоснабжения

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

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

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

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

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

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

– для отопительного периода

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

– для межотопительного периода

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

где $V_{\text{р.тр}}^{\text{отн}}$ – отношение расчетного объема воды в трубопроводах тепловых сетей к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период, м³;

$V_{\text{р.потр}}^{\text{отн}}$ – отношение расчетного объема воды в системах теплотребления к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период, м³;

$V_{\text{р}}^{\text{отн изб}}$ – отношение расчетного объема воды в трубопроводах тепловых сетей, работающих только в отопительный период, и систем теплотребления с отопительно-вентиляционной нагрузкой, находящихся под избыточным давлением, м³;

$V_{\text{р.потр}}^{\text{гв.ос.отн}}$ – отношение расчетных объемов воды в системе горячего водоснабжения в открытой системе теплоснабжения к суммарному объему воды в системе теплоснабжения за расчетный период, м³.

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 тепловой сети и присоединенных к ней 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 таблицу М.14-21.

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

$$V_{р.тр}^{гв.зс.пер} + V_{р.потр}^{гв.зс.пер} = (V_{р.тр}^{гв.зс} + V_{р.тр}^{гв.зс.б} - V_{р.тр}^{гв.зс.отк} - V_{р.тр}^{гв.зс.рем}) + (V_{р.потр}^{гв.зс} + V_{р.потр}^{гв.зс.б} - V_{р.потр}^{гв.зс.рем} - V_{р.потр}^{гв.зс.отк}), \quad (7.22)$$

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

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

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

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

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

$V_{р.тр}^{гв.зс.рем}$ – «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.

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

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

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

Результаты расчета заносятся в таблицу М.22 и 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 М.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

$$Q_{ут}^{гв.зс.пер} = CZ^{пер} \cdot G_{н.ут}^{гв.зс.пер} \cdot \rho_{т.гв}^{ср} \cdot (0,5 \cdot (t_3^{ср.пер} + t_4^{ср.пер}) - t_{х.и}^{ср.пер}) \cdot 10^{-6}, \quad (7.24)$$

где $\rho_{т.гв}^{ср}$ – плотность воды, кг/м³, с утечкой теплоносителя при температуре утечки теплоносителя

$t_{т.гв}^{ср.пер}$, °С, определяемой из выражения

$$t_{т.гв}^{ср.пер} = 0,5 \cdot (t_3^{ср.пер} + t_4^{ср.пер}).$$

Результаты расчета заносятся в таблицу М.26.

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

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 $Q_{ут}^{пер}$.

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

8.2 Результаты расчета заносятся в таблицу М.27

8.3 Сопоставление и анализ значений нормируемых и фактических тепловых потерь (определенных из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии) приведен в приложении П.

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 окружающего воздуха 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 температуру 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 принимать температуру наружного воздуха, что и при прокладке на открытом воздухе.

Климатические данные по наружному воздуху в соответствии с таблицей А.1 в соответствии с Изменением № 1 СНБ 2.04.02-2000.

Расчетную температуру грунта следует принимать по ближайшей метеостанции в соответствии с таблицей А.2 [12].

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 плотности теплового потока

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

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

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

- для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным до 1 июля 1995 года по табличным значениям;
- для тепловых сетей, сооруженных по проектам, выполненным с 1 июля 1995 года линейной интерполяцией по проектной температуре пара.

9.2.2 Для прокладки на открытом воздухе, в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) нормы плотности теплового потока определяются путем линейной интерполяции между табличными значениями в соответствии с проектной температурой пара и конденсата:

- для прокладки на открытом воздухе $q_{н.п}^{возд}$ и $q_{н.к}^{возд}$, Вт/м, в соответствии с приложением В;
- при прокладке в помещениях (технических подпольях) $q_{н.п}^{пом}$ и $q_{н.к}^{пом}$, Вт/м и тоннелях (проходных каналах) $q_{н.п}^{тонн}$ и $q_{н.к}^{тонн}$, Вт/м, в соответствии с приложением Г. Значения $q_{н.п}^{тонн}$ и $q_{н.к}^{тонн}$ для сетей сооруженным по проектам, выполненным с 1 июня 1995 года до 2010 года приведены с учетом коэффициента 0,85.

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

Проектные параметры пара и нормы плотности теплового потока заносятся в таблицу Н.3.

9.3 Определение нормируемых термических сопротивлений основного теплоизоляционного слоя паропровода

9.3.1 Расчет нормативных термических сопротивлений при совместной прокладке паропровода и конденсатопровода в непроходных каналах при отсутствии результатов испытаний на тепловые потери

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

Нормируемая температура воздуха в канале, $t_{норм(кан)}$, °С, при проектных температурных условиях вычисляются по формуле

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

Нормативные термические сопротивления при совместной прокладке паропровода и конденсатопровода $R_{\text{норм.п}}$ и $R_{\text{норм.к}}$, $\text{м}^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$, 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 паропровода при прокладке на открытом воздухе, помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах) при отсутствии результатов испытаний на тепловые потери:

- прокладка на открытом воздухе

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

- прокладка в помещении (техническом подполье)

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

- тоннель (проходной канал)

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

9.3.3 По результатам испытаний на тепловые потери должны быть определены фактические значения термических сопротивлений $R_{\text{факт.п}}$, $\text{м}^{\circ}\text{С}/\text{Вт}$. Результаты испытаний приводятся в таблице Н.3, как поправочный коэффициент $K = R_{\text{норм.п}}/R_{\text{факт.п}}$ к нормативным термическим сопротивлениям, определенным в пунктах 9.3.1 и 9.3.2.

Результаты расчета термических сопротивлений приводятся в таблице Н.2

9.4 Расчет нормируемой плотности теплового потока в расчетный период

Температура пара за расчетный период $t_{\text{п}}^{\text{ср.пер}}$, $^{\circ}\text{С}$, 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 Подземная прокладка в непроходных каналах при совместной прокладке паропровода и конденсатопровода

9.4.1.1 Температура воздуха в канале $t_{\text{кан}}^{\text{пер}}$, $^{\circ}\text{С}$, при средних за расчетный период параметрах пара, конденсата, грунта и нормируемых термических сопротивлениях от трубопровода к воздуху канала вычисляются по формуле

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

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

9.4.1.2 Нормы плотности теплового потока за расчетный период $q_{\text{п}}^{\text{пер}}$ и $q_{\text{к}}^{\text{пер}}$, $\text{Вт}/\text{м}$, вычисляются по формуле

- 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 Прокладка на открытом воздухе, в помещениях (технических подпольях) и тоннелях (проходных каналах)

Нормы плотности теплового потока за расчетный период вычисляются по формуле

- для паропровода

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

– для конденсатопровода

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

9.5 Определение нормируемых тепловых потерь за расчетный период

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

$$Q_{норм}^{пер} = 3,6 q_{п(к)}^{пер} \beta L Z^{пер} 10^{-6}. \quad (9.12)$$

Значения коэффициентов местных тепловых потерь определяются в соответствии с 5.5.2.

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

Результаты расчета приводятся в таблицах Н.4 и Н.5.

9.6 Определение фактических тепловых потерь паропроводами и конденсатопроводами

9.6.1 Определение фактических тепловых потерь в результате баланса отпущенной теплоэнергии по паропроводу и потребленной потребителями возможно только при режимах, которые обеспечивают у потребителей перегретое состояние пара, и оснащении всех потребителей 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 теплопотреблении (см. приложение П).

9.6.2 Потери тепла, затраченные на прогрев паропровода при его пуске, определяются путем замера либо на основании математической модели работы реального паропровода.

10 Методика расчета температуры пара в паропроводе

10.1 Исходные данные для расчета

10.1.1 Нормируемые термические сопротивления основного изоляционного слоя паропровода и конденсатопровода (при совместной прокладке с паропроводом в непроходных каналах).

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 τ , °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 $c_p^{(1)}$, кДж/(кг°С) и плотность пара $\rho^{(1)}$, кг/м³.

10.2.2 Давление пара в конце участка в первом приближении $P_{кон}^{(1)}$, МПа, вычисляются 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 вычисляются 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 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 давлений

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 определяется по линии постоянной энтальпии из диаграммы i-s, либо из таблиц теплофизических свойств водяного пара.

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

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

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

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

10.2.5 Средние значения параметров на участке:

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

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

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

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

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

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

В случае, если $t_{кон}^{(1)} - t_{кон}^{(2)} \leq \pm 5$ °С, расчет закончен. В противном случае расчет повторяется с подстановкой в формулу 10.4 значения $t_{кон}^{(2)}$ вместо $t_{кон}^{(1)}$.

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

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

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 во влажное состояние $t_{нач}^{вп}$, °С.

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

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

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

10.3.4 Энтальпия влажного пара $i_{кон}^{вп(1)}$, кДж/кг в конце участка 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 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.

$i'_{\text{кон}}$ и r – определяются из таблиц 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 сухого насыщенного воды на линии насыщения, кг/м³.

$\rho''_{\text{кон}}$ и $\rho'_{\text{кон}}$ – определяются из таблиц 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

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

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 Определяется давление влажного пара в конце участка $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(1)}$, МПа, 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 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 $P_{\text{кон}}^{\text{вп}(2)}$ отличается не более чем на более 5%.