

Инструкция

по проектированию и монтажу

сантехнических систем из многослойных труб (РЕ-AL-РЕ) KISAN

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И МОНТАЖУ САНТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ИЗ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРУБ (PE-Al-PE) KISAN**



„KISAN” OOO

**37-220 Kańczuga, ul. Piłsudskiego 21,
tel. +48 16 649-20-61, fax +48 16 648-84-33
e-mail:office@kisan.pl <http://www.kisan.pl>**

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ
САНТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗ
МНОГОСЛОЙНЫХ ТРУБ (PE-Al-PE) KISAN**

**Разработка:
mgr инж. Влодзимеж Мрочек,
mgr инж. Мартин Чухнович,
mgr инж. Матей Дыбовски**

декабрь 2010 г.

Разработка:

мгр инж. Влодзимеж Мрочек, мгр инж. Мартин Чухнович, мгр инж. Матей Дыбовски

декабрь 2010 г.

Copyright © by KISAN, 2010. Все права зарегистрированы.

Издание 1, декабрь 2010.

Содержание

1. Введение	7
2. Основные сведения о системе KISAN	9
2.1 Трубы	9
2.2. Соединения и фитинги	12
2.2.1. Соединения к запрессовке	12
2.2.2. Зажимные соединения резьбовые	14
2.2.3. Фасонные изделия к зажимным соединениям	15
3. Монтаж системы KISAN	16
3.1. Монтажные инструменты	16
3.2. Инструкция выполнение соединений системы KISAN	17
4. Общие требования к проектированию и монтажу сантехнических систем KISAN	22
4.1. Основные правила разводки труб	22
4.2. Укладка и теплоизоляция труб	23
4.3. Компенсация термических удлинений.....	25
4.4. Основные требования к укладке труб KISAN	26
4.5. Способы разводки систем водоснабжения	27
4.6. Расчет системы водоснабжения.....	27
5. Условия технической приемки систем из пластмассовых труб.....	33
5.1. Принципы технической приемки	33
5.2. Документация, необходимая для приемки	33
5.3. Техническая приемка системы	33
5.4. Испытания герметичности системы	33
6. Указания по проектированию и монтажу систем центрального отопления	35
6.1. Основы проектирования	35
6.2. Выбор системы центрального отопления	35
6.3. Технические решения некоторых элементов систем ц.о.	36
6.4. Принципы гидравлического расчета трубопроводов системы KISAN.....	37
7. Гидравлические таблицы	41
8. Перечень транспортируемых химических веществ.....	61

KISAN COMFORT

9. Напольное отопление – удобно и доступно	65
9.1. Введение	65
9.2. Общие сведения	66
9.3. Требования к зданиям (помещениям) с системой обогрева пола.....	67
9.4. Конструкция пола в системе напольного отопления.....	69
9.5. Требования к материалам, применяющимся в строительстве.....	71
10. Монтаж системы обогрева пола KISAN COMFORT FLOOR	74
10.1. Подготовительные работы – укладка тепловой изоляции и заполнение дилатационной щели.....	74
10.2. Укладка труб.....	75
10.3. Изготовление греющей плиты	76
11. Типы систем напольного отопления выполненные в технологии «по-мокрому»	79
11.1. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD	79
11.2. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS	81
11.3. KISAN COMFORT FLOOR EASY	83

12. Напольное отопление в технологии «сухой стяжки»	84
12.1. KISAN COMFORT FLOOR DRY	85
13. Стеновое отопление KISAN COMFORT WALL	87
13.1. Характеристика стенового отопления	87
13.2. Указания по монтажу	87
13.3. Указания по проектированию	89
13.4. KISAN COMFORT WALL STANDARD	90
14. Проектирование напольного отопления в системе KISAN COMFORT FLOOR	91
15. Таблицы для расчетов систем поверхностного отопления	99
16. Коллекторы для поверхностных систем отопления	107
17. Регулировка напольного отопления – смесительные приспособления	109
18. Индивидуальная регулировка температуры в помещениях	111
18.1. Регулировка в кабельной системе – KISAN COMFORT BASIC CONTROL	111
18.2. Регулировка в цифровой системе WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL	112
19. Особые случаи применения поверхностного отопления	114
19.1. Системы подогрева грунта в теплицах	114
19.2. Обогревание поверхностей под открытым небом	115
20. Библиография	118

1. Введение

Настоящая инструкция представляет общие правила проектирования и монтажа санитарно-технических трубопроводов из многослойных труб PE-AL-PE системы KISAN в строительстве. Инструкция основывается на действующих стандартах, пособиях по проектированию, изданных COBRTI-INSTAL, технических условиях проведения и приемки строительно-монтажных работ. Целью разработки является, прежде всего, показать особенности и необходимость иных, связанных со свойствами труб, способов монтажа системы KISAN, в отличие от систем из других материалов.

Область применения системы KISAN

Из труб KISAN изготавливаются системы холодного и горячего водоснабжения, центрального водного отопления, водного поверхностного отопления и систем охлаждения в одно- и многоквартирных жилых зданиях, общественных и промышленных объектах.

Формально-правовые основания для применения системы KISAN

Элементы системы KISAN имеют все необходимые допуски к применению в строительстве на территории Польши. Это нижеследующие технические заключения, выданные Институтом строительной техники:

- AT/2001-02-1124-02, касающееся многослойных труб KISAN;
- AT/2004-02-1444-01, касающееся соединений и фитингов для многослойных труб «Multilayer Pipes KISAN-SKS Kańczuga»;
- AT-15-7788/2008, касающееся распределителей;

Система KISAN имеет положительные заключения Государственной службы гигиены

- НК/W/0097/01/2007 – зажимные и запрессовываемые латунные соединения,
- НК/W/0829/01/2009 – многослойные трубы, латунные соединения и соединения из PPSU,
- НК/W/0586/01/2006, НК/W/0586/02/2006 – коллекторы, допускающие их к применению в системах питьевой воды.

Трубы KISAN отвечают требованиям лицензента и соответствуют стандартам:

- ASTM F 1281-90 и 1282-90 США;
- SII-GD 340 Израиль;
- CSA-DF 3 Канада.

Система KISAN имеет следующие документы, допускающие изделия на рынки:

1. Россия

- 1.1. Сертификат Соответствия № РОСС PL. МХ03. Н01302 – трубы многослойные (внешний диаметр 14-40 мм) – PEX-Al-PEX; PEX-Al-PE80; PERT-Al-PERT; PE-Al-PE; PE80-Al-PE80;
- 1.2. Сертификат Соответствия № РОСС PL. МХ03. Н01301 – соединительные детали из латуни (соединения, фасонные детали, коллекторы);
- 1.3. Санитарно-гигиеническое заключение № 77.01.06.229.П.042988.06.08 – трубы напорные многослойные (полиэтилен-алюминий-полиэтилен);
- 1.4. Санитарно-гигиеническое заключение № 77.01.06.490.П.046123.06.08 – соединительные детали из латуни (соединения, фасонные детали, коллекторы);

2. Украина

- 2.1. Сертификат Соответствия № UA1.058.0020579-09 – металлопластиковые трубы KISAN – PEX-Al-PEX; PEX-Al-PE80; PERT-Al-PERT; PE-Al-PE; PE80-Al-PE80 – с комплектом фитингов (фасонных изделий);
- 2.2. Удостоверение о государственной гигиенической регистрации № 05.03.02-03/48261 – металлопластиковые трубы типа PEX-Al-PEX; PEX-Al-PE80; PERT-Al-PERT; PE-Al-PE; PE80-Al-PE80;
- 2.3. Удостоверение о государственной гигиенической регистрации № 05.03.02-03/48262 – комплект соединительных элементов (фасонных деталей) для металлопластиковых труб KISAN

3. Беларусь

- 3.1. Техническое Свидетельство № MC-01-0577 – трубы многослойные универсальные диаметром от 14 до 40 мм PEX-AL-PEX и соединительные элементы к ней – латунные, никелированные;
- 3.2. Техническое Свидетельство № MC-01-0578 – трубы многослойные универсальные диаметром от 14 до 32 мм PEX-AL-PE80 и соединительные элементы к ней – латунные, никелированные;
- 3.3. Техническое Свидетельство № MC-01-0583 – трубы многослойные универсальные диаметром от 16 до 20 мм PE80-AL-PE80 и соединительные элементы к ней – латунные, никелированные;
- 3.4. Техническое Свидетельство № MC-01-0579 – трубы многослойные универсальные диаметром от 14 до 32 мм PE-AL-PE и соединительные элементы к ней – латунные, никелированные;
- 3.5. Удостоверение о государственной гигиенической регистрации № 08-33-0.351675 – трубы металлопластиковые PE-Al-PE, PEX-Al-PE80 и соединительные элементы (соединения, фасонные детали, коллекторы), латунные и никелированные.

KISAN Sp. z o.o. применяет систему гарантии качества в области оптовой и розничной продажи элементов санитарных и обогревательных систем и предоставления технических консультаций.

Многослойные трубы, а также соединения и фасонные изделия производятся в соответствии с нормативами системы качества ISO 9001:2001, а изготовитель получил сертификат PL-2109/1/2009, выданный PCBC.

Трубы и фитинги производятся также в соответствии со стандартами и требованиями, применяемыми к трубопроводам, изготовленным из пластмасс: PN-EN ISO 15875 «Системы трубопроводов из пластмасс для горячей и холодной воды. Армированный полиэтилен (PE-X)» и PN-EN ISO 21003 «Многослойные системы трубопроводов для горячего и холодного водоснабжения внутри зданий».

2. Основные сведения о системе KISAN

2.1.Трубы

Многослойные трубы системы KISAN начато производить по лицензии английской фирмы KITECHNOLOGY Ltd.

Основой для изготовления труб является алюминиевая лента толщиной 0,2-0,35 мм, свернутая продольно в трубу, а затем подвергнутая непрерывной ультразвуковой сварке по шву.

В ходе автоматизированного процесса производства алюминиевая труба покрывается поочередно с обеих сторон слоями клея и полиэтилена (различные виды пластмасс: PE, PE80, PEX и PERT).

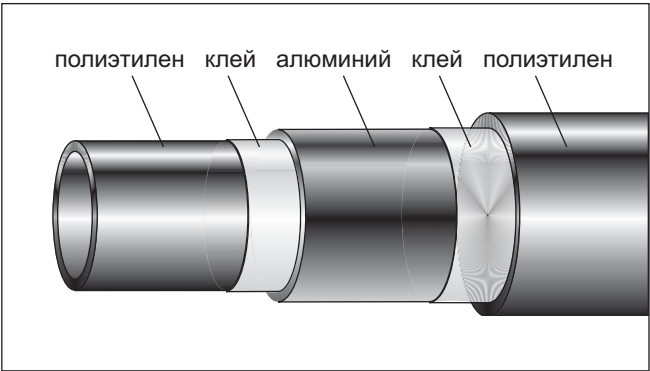


Рис. 1. Конструкция многослойной трубы

Трубы KISAN по всей длине через каждый 1 м маркируются фирменным знаком изготовителя, номерным кодом, обозначением вида пластмассы, максимальными значениями температуры и рабочего давления, а также датой выпуска.

Ассортимент производимых труб

Производятся трубы следующих диаметров:

14х2 мм	в бухтах длиной до 200 пм
16х2 мм	в бухтах длиной до 200 пм (макс. 400 пм)
20х2,25 мм	в бухтах длиной до 150 пм (макс. 240 пм)
25х2,5 мм	в бухтах длиной до 100 пм
32х3,0 мм	в бухтах длиной до 50 пм

Таблица 1. Типы производимых труб

Тип трубы	Применение	Цвет	T _{макс.} [°C]	P _{макс.} [МПа]
PEX/AL/PEX	универсальная	белый	95	1,0
PEX/AL/PE80	универсальная	белый	95	1,0
PERT/AL/PE80	низкотемпературные системы отопления, холодная и горячая вода бытового назначения	белый	70	1,0
PE80/AL/PE80	обогрев пола	красный	60	0,6
PE/AL/PE	обогрев грунта	серебристый	45	0,6

Таблица 2. Основные технические данные труб системы KISAN

Размер [мм]	Внешн. диаметр [мм]	Толщина стенки [мм]	Емкость [дм ³ /м]
14 x 2	10	2,0	0,08
16 x 2	12	2,0	0,12
20 x 2,25	15,5	2,25	0,19
25 x 2,5	20	2,50	0,33
32 x 3,0	26	3,0	0,53
40 x 4,0	32	4,0	0,80

Физические свойства труб системы KISAN

Абсолютная шероховатость	0,003-0,005 мм
Коэффициент линейного расширения	$25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Коэффициент теплопроводности	0,45 Вт/м К

Таблица 3. Рабочие параметры многослойных труб в трубопроводах

Тип трубопровода	Максимальное рабочее давление $p_{\text{макс}}$ [bar]	Рабочая темпера- тура $t_{\text{раб}}$ [°C]	Продол- житель- ность работы $t_{\text{роб}}$ [годы]	Макси- мальная темпера- тура $t_{\text{макс}}$ [°C]	Продол- житель- ность работы $t_{\text{макс}}$ [годы]	Допусти- мая ава- рийная темпера- тура $t_a^{2)}$ [°C]	Допусти- мая про- должи- тельность аварии t_a [h]
Система холодного водоснабжения	10	20 ¹⁾	50	-	-	-	-
Класс применения 1 ³⁾ (система горячего во- доснабжения бытового назначения)	10	60 ¹⁾	49	80	1	95	100
Класс применения 4 ³⁾ (система центрального напольного отопления)	6	20 40 60 ¹⁾	2,5 plus 20 plus 25	70	2,5	100	100
Класс применения 5 ³⁾ (система центрального радиаторного отопле- ния)	6	20 40 80 ¹⁾	14 plus 25 plus 10	90	1	100	100

¹⁾ температура принята как расчетная (проектная)

²⁾ аварийная температура касается периодов аварий системы (напр. управления), в которых может наступить повышение температуры до вышеуказанной при суммарной продолжительности работы 100 часов за период 50 лет эксплуатации системы, при этом одноразовая непрерывная работа в аварийном состоянии не должна превышать 3 часов.

³⁾ классификация применения по норме ISO 10508:1995.

Особенности и качества труб KISAN

- а) стойкость к коррозии и образованию камня,
- б) срок эксплуатации системы в нормальных условиях свыше 50 лет,
- в) газонепроницаемость (антидиффузионность 100%), что ограничивает коррозию металлических элементов в системе,
- г) низкий коэффициент линейного расширения (всего лишь вдвое больший, чем у стали), а следовательно, меньше проблем при компенсации термических удлинений,
- д) стойкость к гидравлическим ударам,
- е) отсутствие памяти формы – трубы можно изгибать, получая стабильную форму,
- ж) простота профилирования, что позволяет обходить конструктивные элементы здания,
- з) быстрый монтаж, благодаря простым и надежным зажимным и запрессовывающимся соединителям,
- и) малая абсолютная шероховатость, а следовательно, низкое сопротивление течению,
- к) возможность транспортировки некоторых агрессивных химических веществ.

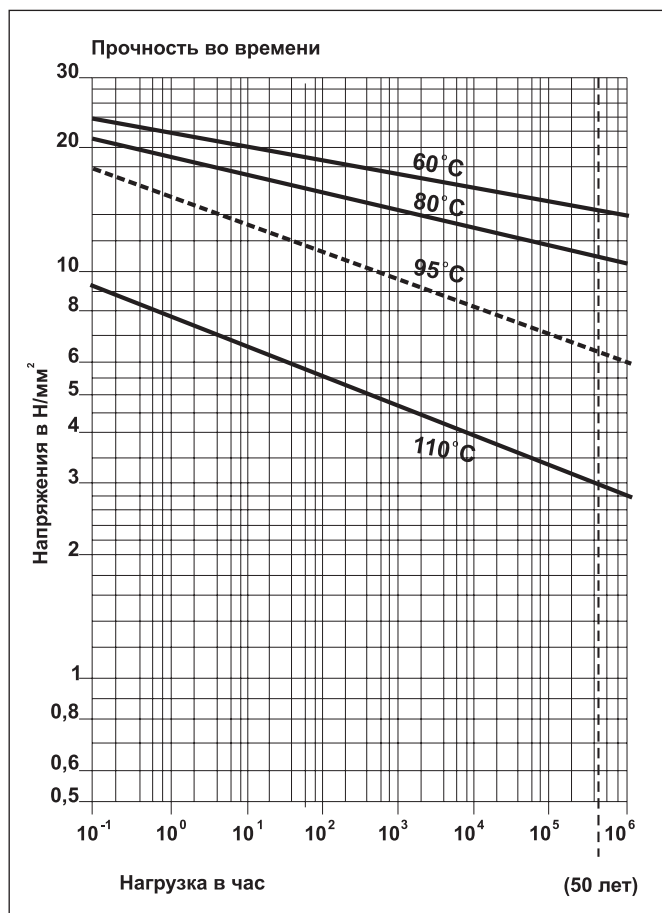


Рис. 2. Диаграмма зависимости прочности многослойных труб от времени

Общие указания по монтажу, складированию и транспортировке многослойных труб системы KISAN

- Монтажные работы следует производить при температуре выше 0°C.
- Во время монтажа нельзя применять смазки, масла и пасты, предназначенные для иных целей, например, для систем канализации.
- Если в ходе монтажа труба заломится, необходимо безоговорочно удалить заломившийся отрезок трубы и соединить трубопровод при помощи двустороннего соединения резьбового либо запрессовывающегося типа, в зависимости от вида перегородки, в которой оно монтируется.
- Трубы накапливают электростатические заряды – не допускается их применение в среде легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ (например, в угольных шахтах).
- Упаковку и транспортировку труб KISAN следует выполнять старательно и осторожно – во избежание ударов и царапин. Трубы в бухтах должны быть связаны тесьмой из синтетических материалов. При транспортировке трубы следует укладывать горизонтально штабелями на ровные и гладкие поверхности и зафиксировать, предохраняя от перемещений.
- Трубы должны храниться в закрытых, проветриваемых складах, защищающих трубы от вредного воздействия ультрафиолетовых лучей прямого солнечного света и атмосферных осадков.

2.2. Соединения и фитинги

Соединение труб с другими элементами трубопровода производится с помощью зажимных и запрессовываемых соединений. Они имеют фирменную маркировку с логотипом производителя, а также указанием диаметра элемента и/либо резьбы и даты выпуска.

2.2.1 Соединения к запрессовке

Конструкция соединений к запрессовке

Предлагается три типа соединений к запрессовке:

- латунные никелированные соединения к запрессовке с плавающей втулкой типа KISAN WL (рис. 3), диапазон диаметров 16-32 мм
- латунные никелированные соединения к запрессовке с плавающей втулкой типа KISAN WM, диапазон диаметров 16-32 мм
- пластмассовые соединения к запрессовке, корпус изготовлен из PPSU (полифениленосульфанила) с плавающей втулкой типа KISAN WT, диапазон диаметров 16-20 мм.

Соединения с плавающей втулкой (отделенной от корпуса) снабжены кольцевой прокладкой из полупрозрачной пластмассы, позволяющей контролировать, на какую глубину введена труба. Свободная втулка, не являющаяся неразъемной частью корпуса фитинга, облегчает насадку соединения на трубу.

В корпусе соединения в углублениях размещены о-образные уплотнительные прокладки изготовленные из NBR70/FKM80 (исключение составляют соединения типа KISAN WL)

Герметичность соединения трубы с запрессовываемым фитингом обеспечивается путем запрессовки втулки на трубе при помощи электрического пресс-пистолета либо ручного прессы с соответствующими зажимными щечками.

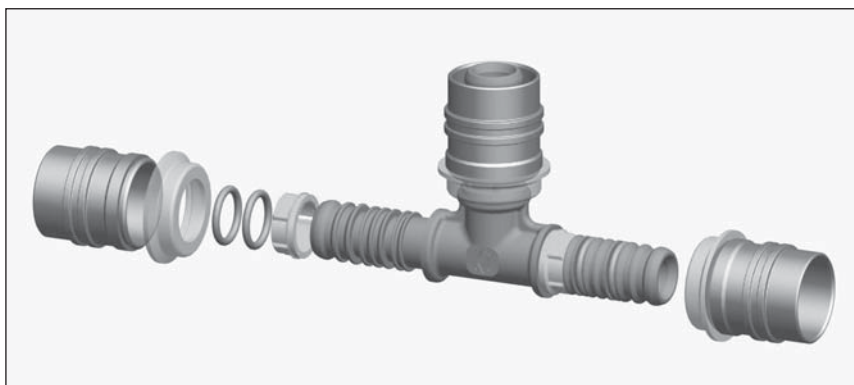


Рис. 3. Соединение к запрессовке типа KISAN WL

Свойства соединений к запрессовке типа KISAN WL, WM и WT:

- повторяемость соединения (всегда одинаковая сила зажима);
- возможность монтажа в горизонтальных перекрытиях (пол) либо вертикальных перегородках (стена);
- возможность наложения на соединение термоизоляции (внешний диаметр соединения незначительно превышает диаметр трубы);
- сокращение времени монтажа (минимальное количество операций);
- эстетичный вид соединения (корпус никелирован) в случае размещения фитинга в видимом месте;
- соединения выполняют одновременно функции монтажных фитингов – тройников, колен, ниппелей, задвижек и т.п.

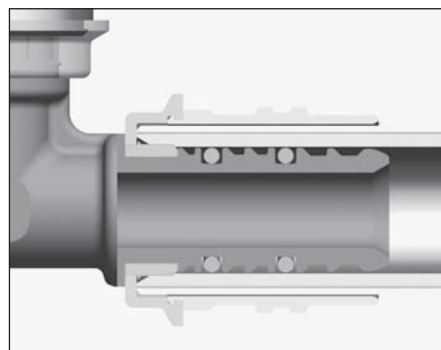


Рис. 4. Соединение к запрессовке типа KISAN WL в разрезе

Дополнительные преимущества соединений типа KISAN WT с корпусом из PPSU:

- имеют незначительно отличающуюся от латунных соединений устойчивость к нагрузкам и ударам,
- не подвержены коррозии,
- более легкие по весу, чем латунные соединители.

Кроме всех перечисленных преимуществ соединений к запрессовке и латунных соединений типа KISAN WM, соединения типа KISAN WL имеют дополнительные технические преимущества.

Дополнительные технические преимущества соединений типа KISAN WL

- Функция контролируемой утечки воды – согласно DVGW W534, для фитингов этого типа нормой является ситуация, когда фитинги с контролируемой утечкой воды в незапрессованном состоянии при давлении между 1 бар (0,1 МПа) и 6,5 бара (0,65 МПа) явно не являются герметичными. Это проявляется двумя возможными способами: выходящие на каждом соединении пузырьки воздуха, не менее 1 пузырька воздуха в секунду, либо вытекающая из каждого соединения вода, не менее 1 капли в секунду.
- Возможность запрессовки двумя профилями щек, прежними KI и новыми TH.
- Более простой монтаж – возможен без применения инструментов нарезающих фаску и калибратора.
- **Не допускается применение при монтаже соединений KISAN WL инструментов типа развертки.**

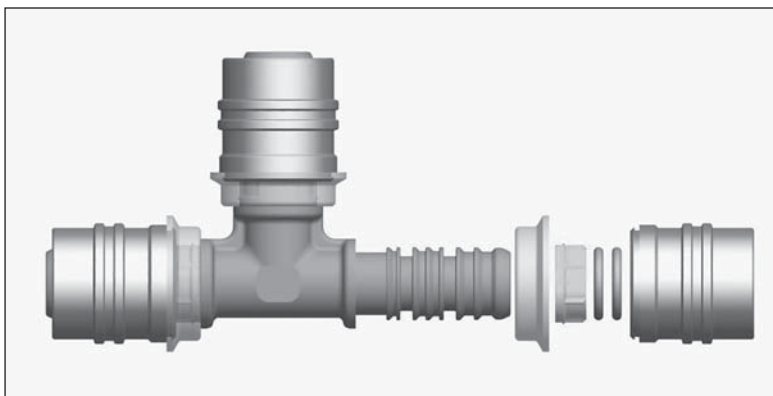


Рис. 5. Тройник типа KISAN WL

Конструкционные изменения в соединении типа WL по сравнению с соединениями типа WM (WT):

1. Кольцо, прикрепляющее втулку к корпусу – выполнено из более качественного материала, повышена его прозрачность, внешний диаметр увеличен и позволяет более надежно установить щеку прессы, обеспечить изоляцию слоя алюминия в трубе от латунного корпуса, что препятствует возникновению электрохимической коррозии.
2. Латунная запрессовываемая втулка – профилированная поверхность дает более надежный обжим и отлично позиционирует оба типа запрессовывающих щек KI и TH.
3. Фиксирующее кольцо зеленого цвета – создает контрастный фон при проверке насадки фитинга на трубу и блокирует соединение на трубе перед операцией опрессовки.
4. Кольцеобразные уплотняющие прокладки – обе изготовлены из EPDM70 с пероксидной сшивкой и максимальной рабочей температурой 110°C.

5. Корпус соединения – кованый горячим методом и подверженный механической обработке, с измененной формой штуцера, обеспечивающей удобный монтаж, с антикоррозионным никелированным покрытием.

2.2.2 Зажимные резьбовые соединения

Свойства зажимных соединений типа KISAN

- возможность монтажа в вертикальных перегородках (стена);
- очень быстрый монтаж;
- монтаж при помощи обычного либо переставного ключа, без необходимости применять специальные запрессовывающие инструменты;
- эстетичный вид соединения (корпус никелирован) в случае размещения фитинга в видимом месте;
- возможность многократного разъединения и соединения элементов – без дополнительных уплотнителей;
- надежность соединения – в правильно выполненном соединении утечек воды не бывает.

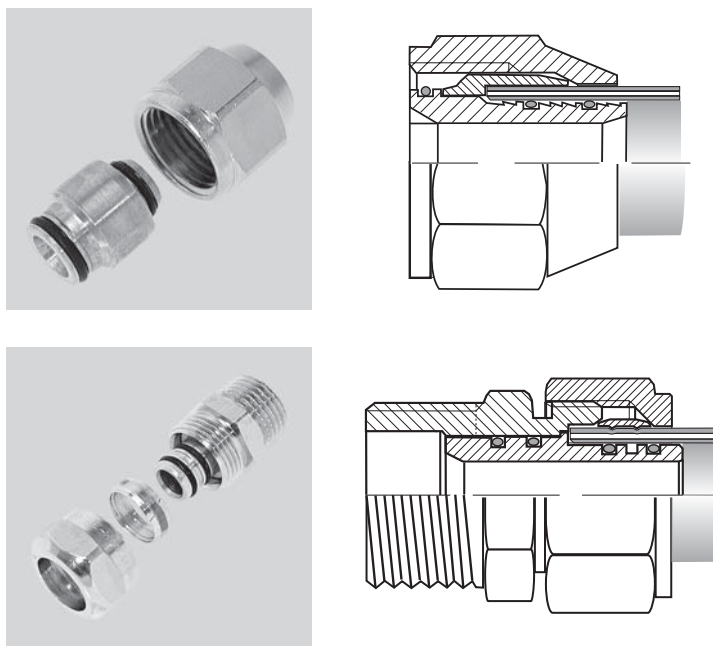


Рис. 6. Зажимные соединения типа VESTOL и VESTOL ZBK

Производится три типа зажимных резьбовых соединений:

- соединение типа VESTOL – обжиму подвергается латунная втулка, помещенная на корпусе, диапазон диаметров: 14, 16, 20, 25 мм, диапазон размера резьбовой части: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1"
- соединение типа VESTOL ZBK – обжиму подвергается разрезанное латунное кольцо, диапазон диаметров: 16, 20 мм, диапазон размера резьбовой части: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ "
- соединение типа сгон Евроконус $G\frac{3}{4}$ " – обжиму подвергается разрезанное латунное кольцо, диапазон диаметров: 14, 16, 20 мм, диапазон размера резьбовой части: $G\frac{3}{4}$ ".

Это латунные никелированные соединения с уплотнительными прокладками круглого сечения (изготовленными из NBR70/FKM80). Корпус фитинга с прокладками насаживается на специально подготовленный при помощи развертки конец трубы.

Для соединения с отпловыми подводками отопительных приборов применяются соединения $G\frac{3}{4}" \times 14 \times 2$, $G\frac{3}{4}" \times 16 \times 2$ и $G\frac{3}{4}" \times 20 \times 2,25$.

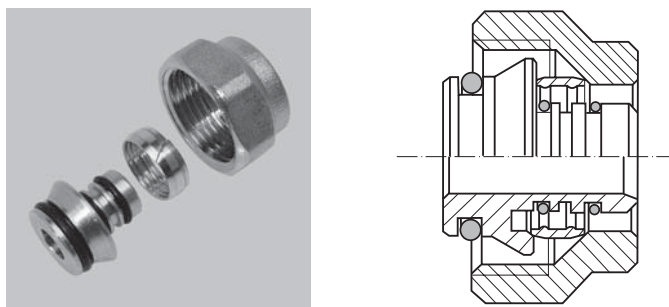


Рис. 7. Соединение для батарей отопления типа Евроконус $G\frac{3}{4}"$

Эти соединения применяются также для комбинированных вентилей радиаторов и коллекторов систем обогрева пола серии:

- RP – RP, RPT, RPT-WPp
- RPO – RPO, RPTO, RPTO-WPz
- UMR.

2.2.3. Фасонные изделия к зажимным соединениям

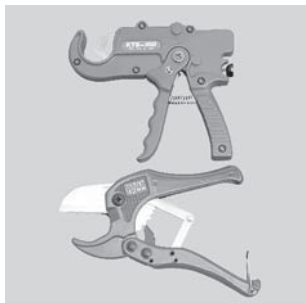
С помощью дополнительных фасонных изделий с размерами резьбы $\frac{1}{2}"$, $\frac{3}{4}"$, $1"$ осуществляются следующие задания:

- ответвление потока (тройники),
- изменение направления течения (уголки) – в случае, когда требуется очень малая дуга,
- соединение с сантехнической арматурой – краны, смесители, отопительные приборы,
- соединение с системами, изготовленными из других материалов.

3. Монтаж системы KISAN

3.1. Инструменты для монтажа системы KISAN

Резка трубы

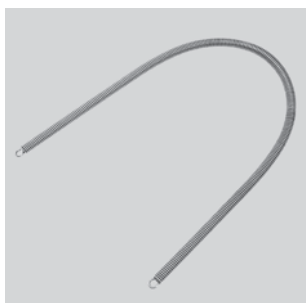


Ножницы для пластмассовых труб (Ø10÷32)



Дисковый резак (Ø10÷40)

Изгибание трубы

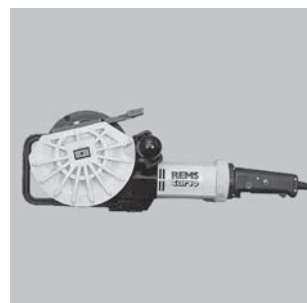


Пружина для изгибания труб внутренняя (Ø14÷25)

Пружина для изгибания труб внешняя (Ø16÷20)



Трубогиб ручной (Ø16÷32)



Трубогиб электрический (Ø10÷40)

Подготовка конца трубы



Развертка для труб 14 x 2 мм



Калибратор

16 x 2 мм

20 x 2,25 мм

25 x 2,5 мм

32 x 3 мм

40 x 4 мм

Запрессовка



Пресс-пистолет
электрический сетевой
($\varnothing 16 \div 40$)



Пресс-пистолет
электрический аккумуляторный
($\varnothing 16 \div 40$)



Ручной пресс ($\varnothing 16 \div 25$)

3.2. Инструкция выполнения соединений системы KISAN

Разметка трубы

Разметку труб, т.е. обозначение мест их резки, производят пользуясь линейной мерой. Обозначения на трубе делают карандашом или маркером.

Не допускается разметка путем нанесения царапин или надрезов на поверхность трубы.

Резка трубы

Резку трубы производят специальными ножницами перпендикулярно к ее оси. Чтобы избежать вмятин на трубе, на ней делают мелкий надрез по периметру, а затем обрезают трубу до конца. Работа с ножницами требует определенной сноровки.

Для диаметров свыше 25 мм рекомендуется применять дисковый резак.



Изгибание трубы

Минимальный радиус изгиба трубы составляет 5D (D – наружный диаметр). Например, для выполнения разворота трубы 16x2 на 180° необходимо выполнить дугу диаметром 16 см. Трубы изгибают «холодным» способом. Во избежание заломов трубы или сужения ее сечения рекомендуется использовать специальную пружину для изгибания труб. Для диаметров свыше 25 мм рекомендуется применять специальные трубогибы.



Подготовка конца трубы

Для подготовки конца трубы применяются калибраторы либо развертки. С помощью этих инструментов калибруют внутренний диаметр трубы.

В связи с усовершенствованиями и нововведениями в системе KISAN некоторые старые инструменты не могут быть использованы для новейших продуктов и тех, что уже были в ассортименте.

Таблица 4. Соответствие инструментов для фаски и калибровки в зависимости от диаметра трубы и системы фитингов

Диаметр трубы/соединения	Зажимные резьбовые соединения	Соединения к запрессовке WM/WT	Соединения к запрессовке WL
14x2,0	развертка	—	—
16x2,0	калибратор , развертка	калибратор , развертка	калибратор , без фаски
20x2,25	kalibrator	калибратор	калибратор , без фаски
25x2,5	калибратор , развертка	калибратор , развертка	калибратор , без фаски
32x3,0	—	калибратор	калибратор , без фаски
40x4,0	—	калибратор	калибратор , без фаски

калибратор – рекомендуется



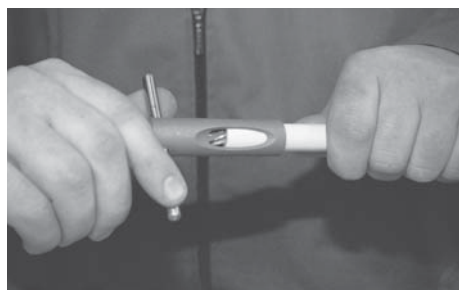
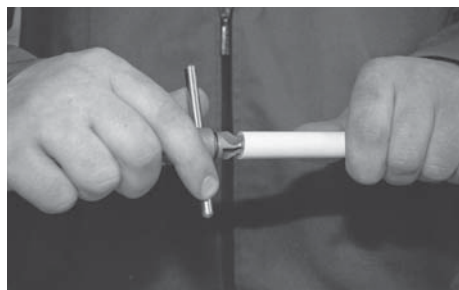
Применение калибратора

Чтобы подготовить конец многослойной трубы к монтажу соединения, необходимо произвести калибровку внутреннего диаметра трубы и нарезку фаски.

У калибратора имеется развальцовочная рабочая часть специальной бочкообразной формы.

Эта часть заканчивается фрезой для нарезания фаски и выравнивания торца трубы. Поворачивая калибратор по часовой стрелке, вводим его в трубу и нарезаем фаску на ее внутренней стенке на глубину 1 мм. На конце трубы подготовленном таким образом, можно закрепить фитинг.

Калибраторы применяются для труб диаметром от 16 мм и более.



Смотри – Таблица 4. Соответствие инструментов для калибровки в зависимости от диаметра трубы и системы фитингов.

Развертку не следует применять:

- для труб диаметром 20x2,25 мм
- для всех типов труб при монтаже фитингов к запрессовке типа KISAN WL.

Применение развертки в вышеперечисленных случаях строго запрещено и может грозить утратой гарантии на выполненное соединение.

Применение развертки

Для подготовки конца трубы при помощи развертки необходимо произвести следующие действия. Развальцовочной частью развертки предварительно калибруется внутренний диаметр трубы и фрезой выполняется фаска на глубину около 1 мм. Затем обратной стороной развертки, состоящей из втулки и цилиндрической фрезы, производят калибровку трубы вплоть до линии надреза на втулке.

Следует обратить внимание, чтобы на конце развертки находилась прокладка (резинка) для отвода снимаемой стружки.

Развертки применяются для труб диаметром 14, 16 и 25 мм и зависят от типа устанавливаемого соединения.

Сборка соединений

Устанавливая соединение на трубе для удобства монтажа необходимо использовать воду либо мыльный раствор.

Запрещается применение смазок, масел и паст, предназначенных для иных целей, например, для систем канализации.

Выполнение запрессовываемого соединения

Конструкция фитингов позволяет проверить на соответствующую ли глубину введена труба в соединитель, благодаря полупрозрачному пластмассовому кольцу.

Для установки фитинга не требуется больших усилий и выполняется она вручную.

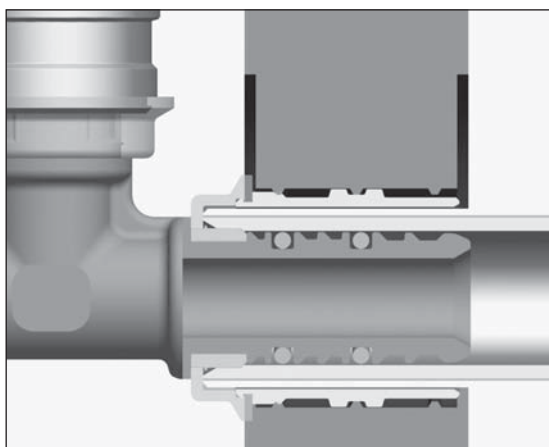


Рис. 8. Установка зажимных щек типа KI на соединении типа KISAN WL

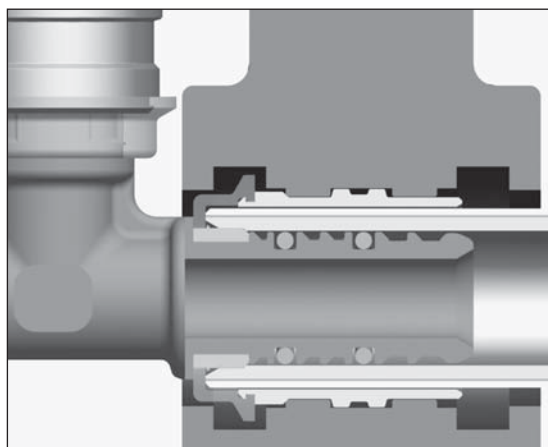


Рис. 9. Установка зажимных щек типа TH на соединении типа KISAN WL



Рис. 10. Соединение к запрессовке типа KISAN WL в разрезе

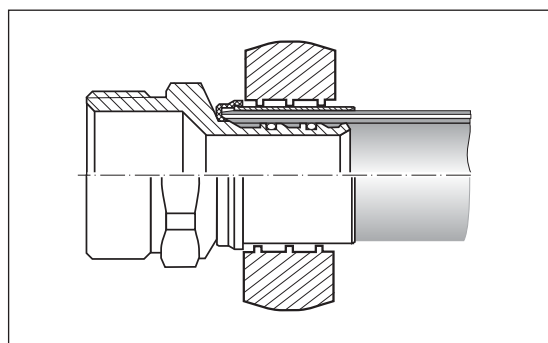


Рис. 11. Правильное положение зажимных щек на соединениях типа KISAN WL и KISAN WT

Указания по монтажу

В таблицах и рисунках, приведенных ниже, указаны минимальные расстояния между фитингами, строительными перегородками и соседними трубами, которые необходимо соблюдать при монтаже труб с использованием запрессовываемых соединений.

Таблица 5.
Рекомендуемая минимальная
длина трубы между двумя
запрессованными соединениями.

Наружный диаметр трубы Ø [мм]	Длина трубы L [мм]
16	60
20	60
25	80
32	80
40	100

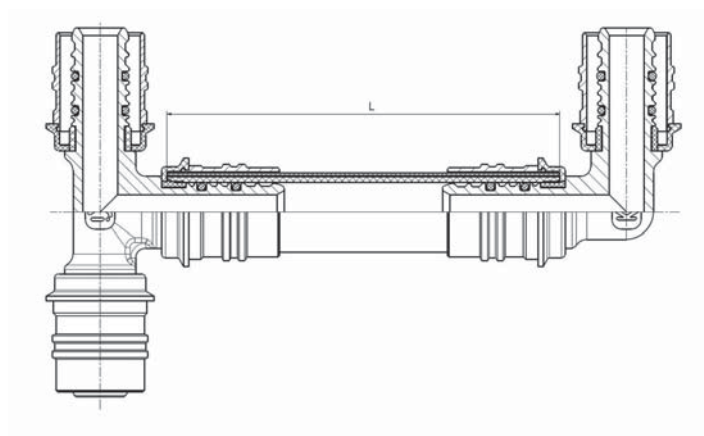


Рис. 12. Рекомендуемая минимальная длина трубы между двумя соседними соединениями

Таблица 6.
Расстояние от ближайшей стены
и трубопроводов одинакового диаметра

Наружный диаметр трубы Ø [мм]	A [мм]	B [мм]
16	23	50
20	25	54
25	28	59
32	31	67
40	40	82

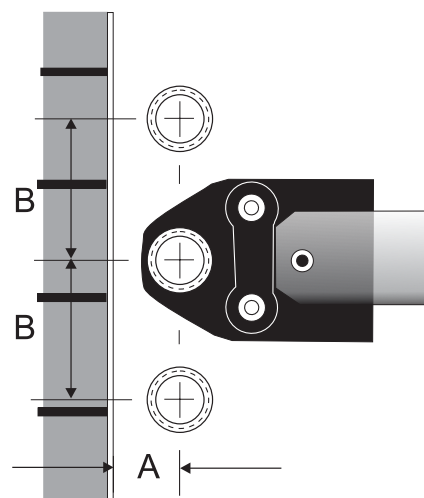


Рис. 13. Расстояние от стен, полов и близлежащих трубопроводов

Таблица 7.
Расстояния от ближайших перегородок
и трубопроводов того же диаметра.

Наружный диаметр трубы Ø [мм]	A [мм]	B [мм]	C [мм]
16	32	63	40
20	33	66	41
25	34	71	43
32	38	80	46
40	48	86	55

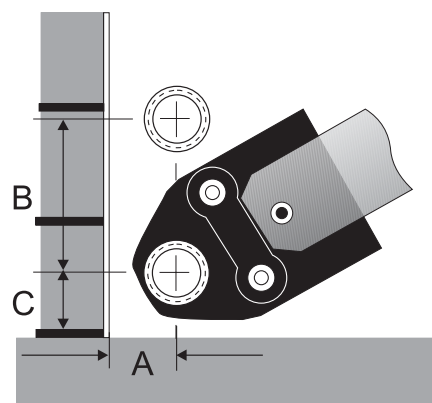


Рис. 14. Расстояние от близлежащих трубопроводов, горизонтальных и вертикальных перегородок

Установка зажимных соединений резьбовых

На подготовленном конце трубы обозначают глубину введения соединения VESTOL. Это делается для контроля глубины насадки корпуса соединения на трубу. На трубу накладывают гайку, а затем устанавливают корпус соединителя.

Следует обратить внимание на введение корпуса фитинга на всю глубину, что можно проверить, прослеживая положение соединения относительно метки на трубе. Важна также надлежащая установка уплотнительных прокладок круглого сечения. Установку первой прокладки можно контролировать визуально, а о неправильном положении второй прокладки свидетельствует более сильное сопротивление при посадке фитинга или невозможность придвинуть корпус соединения к метке на трубе.

При установке зажимных соединений с разрезанным кольцом типа VESTOL ZBK и соединений для радиаторов типа Евроконус $G^{3/4}$ " разрезанное кольцо необходимо прижать к корпусу фитинга.

Установив соосно трубу и соединение, ввинчивают до упора гайку с некоторым усилием так, чтобы зажать кольцо соединителя на наружном слое полиэтилена трубы. Такое соединение не требует уплотнения в виде тефлоновой ленты или пакли, его можно многократно раскручивать и скручивать, причем труба с корпусом фитинга образуют прочное соединение. В случае обнаружения течи в месте соединения трубы с корпусом, его следует вырезать и заменить другим корпусом, поскольку зажатый корпус становится неразъемным. При монтаже системы следует обратить внимание на соответствующую компенсацию термических удлинений так, чтобы при возможном перемещении не возникло чрезмерное напряжение, способное вырывать трубу из соединения.

Соединение VESTOL (с внутренней резьбой) можно накручивать исключительно на фасонные изделия системы KISAN.

Соединения для радиаторов $G^{3/4}$ " можно накручивать исключительно на вентили со стандартным сгоном Евроконус.

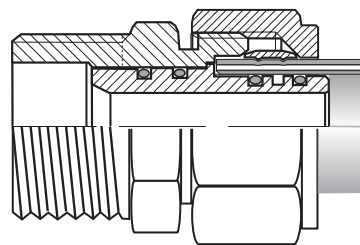
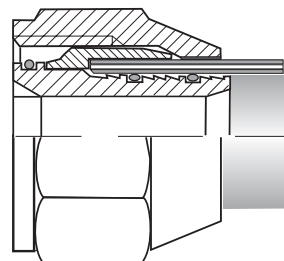


Рис. 15. Соединения VESTOL и VESTOL ZBK в разрезе

Рекомендуется устанавливать резьбовые соединения, прежде всего, в доступных местах трубопровода. Преимущественно, это система ц.о. с коллекторами, в которой соединения устанавливаются только у коллекторов и радиаторов.

Допускается выполнение соединений типа VESTOL под штукатуркой (например, при разводке водопроводной системы, в стояках центрального отопления), однако не допускается выполнение соединений в горизонтальных перекрытиях.

при разводке водопроводной системы, в стояках центрального отопления), однако не допускается выполнение соединений в горизонтальных перекрытиях.

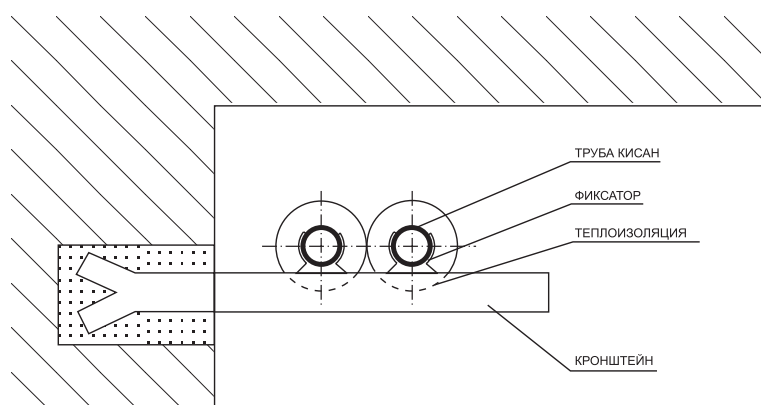
4. Общие требования к проектированию и монтажу сантехнических систем KISAN

4.1. Основные правила разводки труб

Горизонтальные разводящие участки и стояки

Трубы без изоляции крепят к стенам и перекрытиям при помощи хомутов, одиночных и двойных фиксаторов. Если будут присоединяться изолированные трубы, то фиксаторы следует крепить на кронштейнах и подвесках таким образом, чтобы дать возможность наложить изоляцию.

а) МОНТАЖ НА КРОНШТЕЙНАХ



б) МОНТАЖ НА ПОДВЕСКАХ

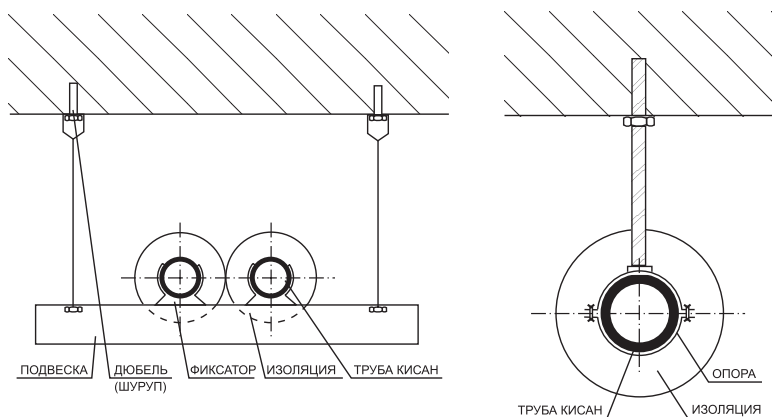


Рис. 16. Примеры крепления труб системы KISAN

Максимальные расстояния между креплениями труб KISAN составляют:

Труба	14 x 2; 16 x 2; 20 x 2,25 мм	горизонтальная – расстояние 0,5 м вертикальная – расстояние 1,0 м
Труба	25 x 2,25 мм	горизонтальная – расстояние 0,75 м вертикальная – расстояние 1,20 м
Труба	32 x 3 мм	горизонтальная – расстояние 1,20 м вертикальная – расстояние 1,50 м

Труба 40 х 4 и 50 х 4,5 мм

горизонтальная – расстояние 1,50 м
вертикальная – расстояние 1,80 м

В местах креплений следует принимать во внимание необходимость компенсации удлинений.

При применении труб KISAN существует принцип, согласно которому нельзя оставлять конец трубы свободным, не закрепленным. Особенно следует помнить об этом при выполнении всякого рода выпускных и воздухоотводных патрубков.

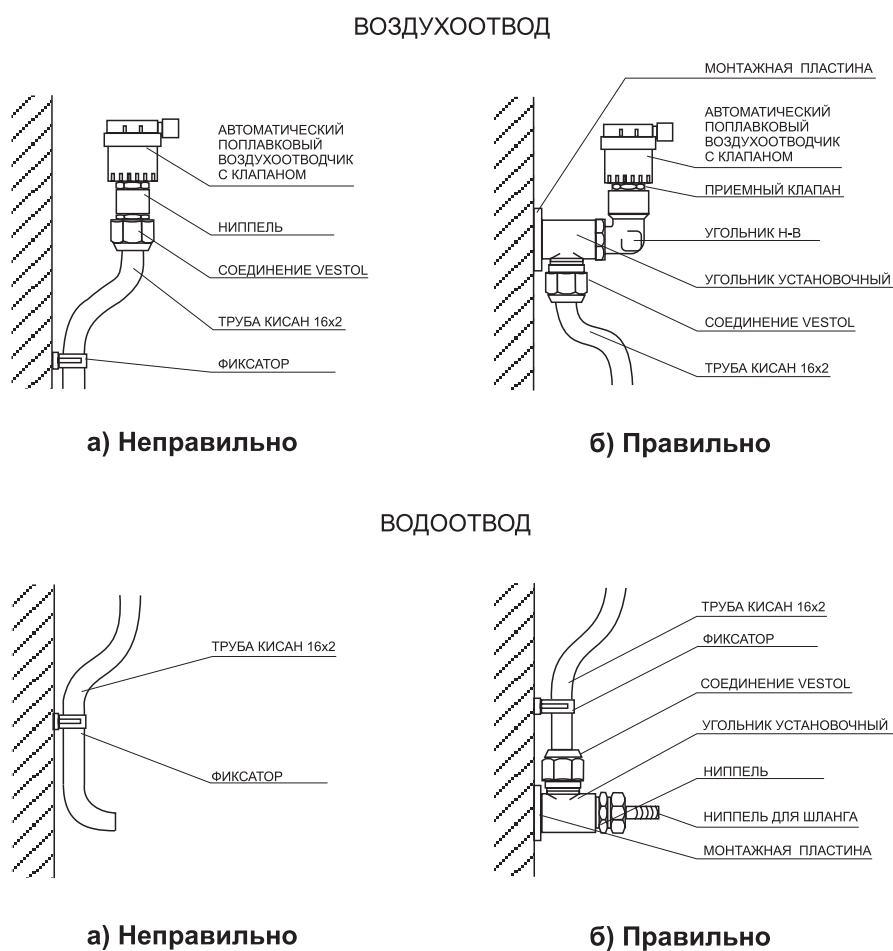


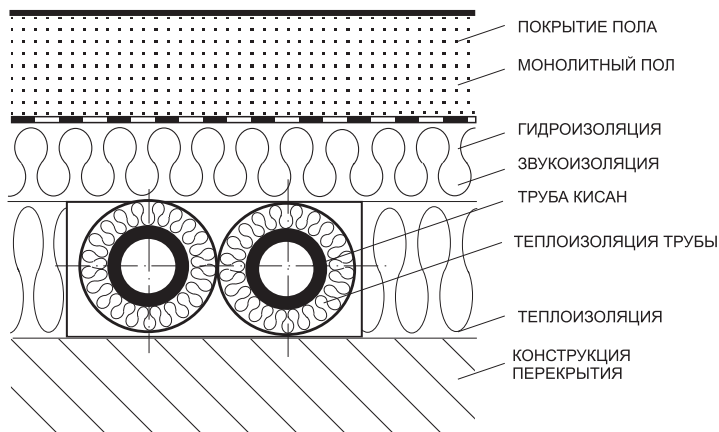
Рис. 17. Примеры закрепления концов трубы

4.2. Укладка и теплоизоляция труб

Допускаются 3 способа разводки труб:

- трубы прокладываются по поверхности стены или в бороздах с соблюдением вышеупомянутых правил крепления,
- разводка труб в полу,
- разводка труб по периметру квартиры под штукатуркой или в плинтусе.

а) Укладка с изоляцией уменьшенной толщины (до 1/2) для подсоединения отопительного прибора в жилых помещениях на перекрытиях над неотапливаемыми помещениями.



б) Укладка с изоляцией полной толщины для подсоединения отопительного прибора в подвалах, на наружных стенах и полах.

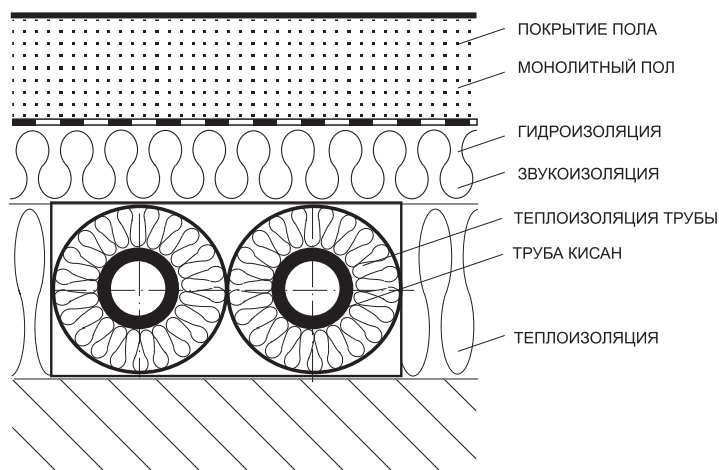


Рис. 18. Укладка труб в полу

В системе KISAN должны быть изолированы:

- трубы в помещении, где находится источник тепла,
- разводящие участки, проходящие через неотапливаемые помещения в подвалах зданий,
- стояки в коридорах, на лестничных клетках и помещениях общего пользования,
- горизонтальная разводка труб центрального отопления и горячей воды в перекрытиях над неотапливаемыми помещениями и на грунте.

Толщину изоляции подбирают по стандарту PN-B-02421 «Отопительная техника и теплоэнергетика. Теплоизоляция труб, арматуры и оборудования».

Коэффициент теплопроводности изоляционного материала не должен превышать 0,04 Вт/мК при средней темп. 20° С. Рекомендуется применять готовые полуфабрикаты – изоляцию и скорлупы из различных пеноматериалов (пористых), таких как полиэтилен, каучук, полиуретан. Не рекомендуется применять полуфабрикаты низкого качества, требующие дополнительного применения кожухов, таких как маты, полосы, изоляционные наполнители и т.п.

Не допускается применение изоляции, выполненной по мокрой технологии. Изоляционный материал должен быть невоспламеняемым или самогасящимся в случае воспламенения и не распространять огонь.

Переходы через строительные перегородки

В местах перехода через перегородки должны быть установлены защитные пластмассовые втулки. Нельзя применять втулки из стальных труб или металлического листа.

В местах проходов не должны находиться соединения труб. Пространство между втулкой и трубой должно быть заполнено пластическим материалом, не воздействующим на материал трубы KISAN.

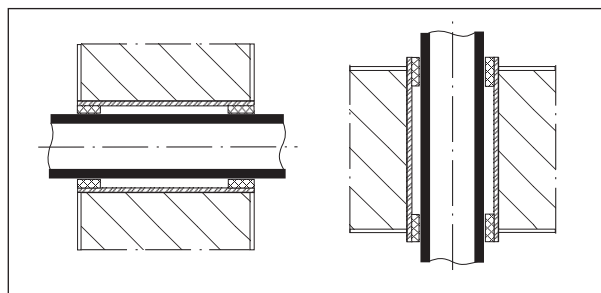


Рис. 19. Примеры переходов через строительные перегородки

4.3. Компенсация тепловых удлинений

Решение компенсации тепловых удлинений во всех деталях должно быть запланировано в фазе проектирования системы. Коэффициент линейного расширения труб KISAN составляет $25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, т.е. один метр трубы KISAN удлиняется на 0,25 мм при разнице температур составляющей 10° C .

Выполнение компенсации требует применения трех элементов:

- подвижных опор (P),
- неподвижных опор (PS),
- компенсаторов.

В качестве подвижных опор используют пластмассовые фиксаторы для труб без прокладок. В качестве неподвижных опор используют хомуты для труб с резиновой прокладкой, установленные на отступе трубы или наверху U-образного компенсатора. Хомуты крепятся к строительным перегородкам или кронштейнам.

В качестве компенсаторов, в первую очередь, следует использовать дуги, колена и отступы, появляющиеся при изменении направления укладки трубопровода (самокомпенсация).

Принципы расчета компенсаторов

Тепловое удлинение данного прямого отрезка трубы можно вычислить по формуле:

$$\Delta l = C \times L \times \Delta t$$

где:

Δl – прирост длины трубы, [мм]

C – коэффициент линейного расширения 0,025, [мм/м $^\circ \text{C}$]

L – длина отрезка трубы, [м]

Δt – разность температур воды и окружающей среды, [$^\circ \text{C}$]

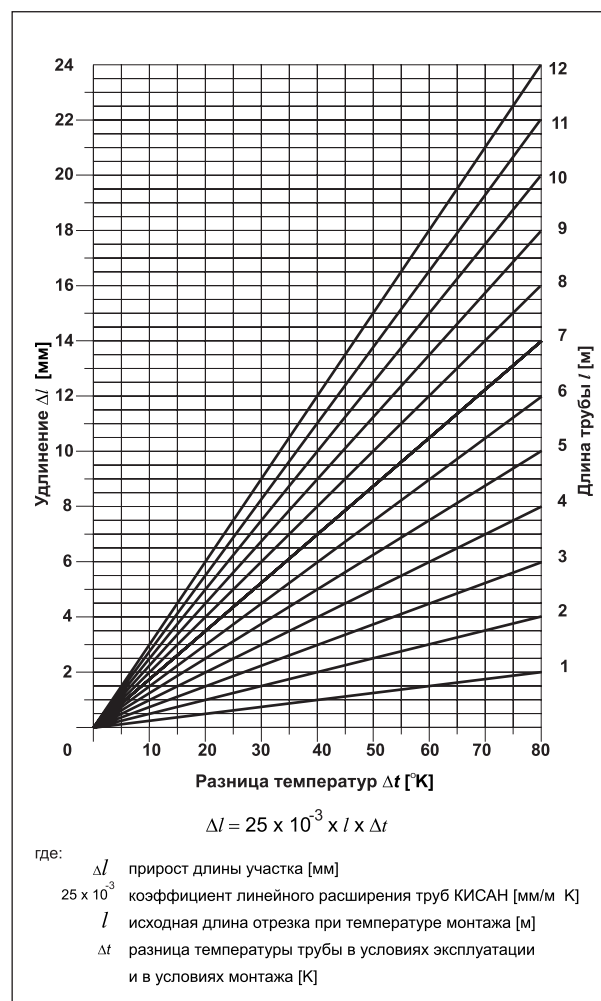
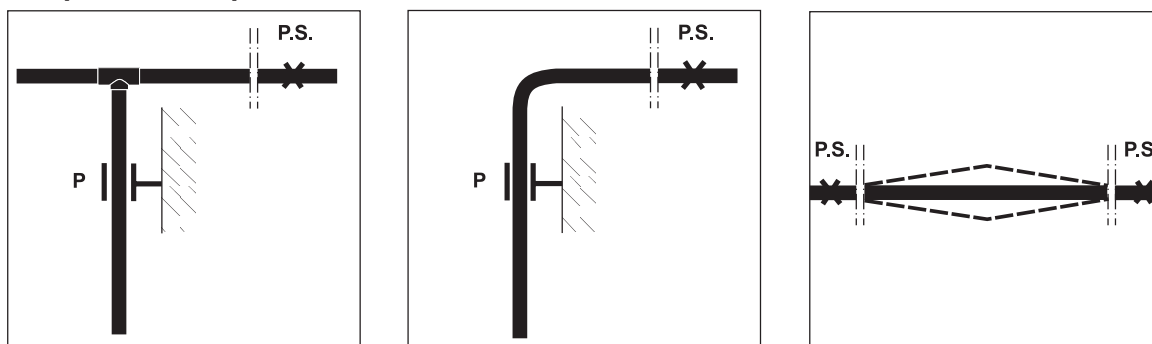


Рис. 20. Диаграмма зависимости линейного удлинения от разницы температур воды для многослойных труб KISAN

Неправильное решение



Правильное решение

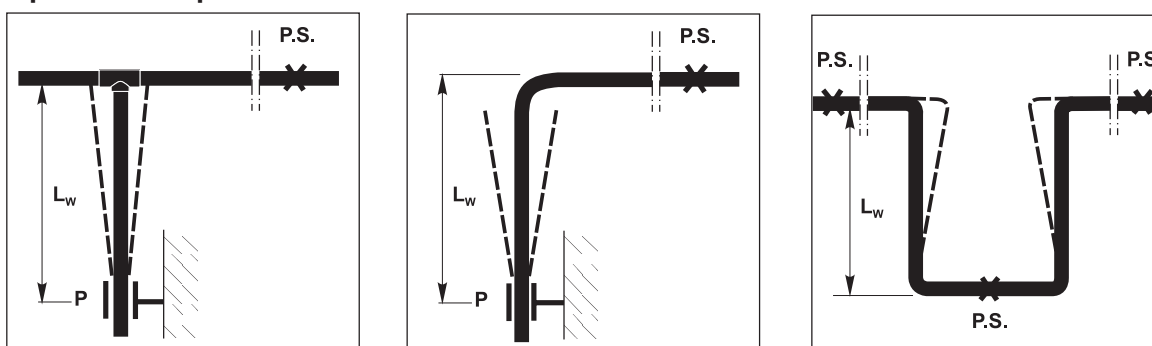


Рис. 21. Примеры решений компенсации трубопроводов

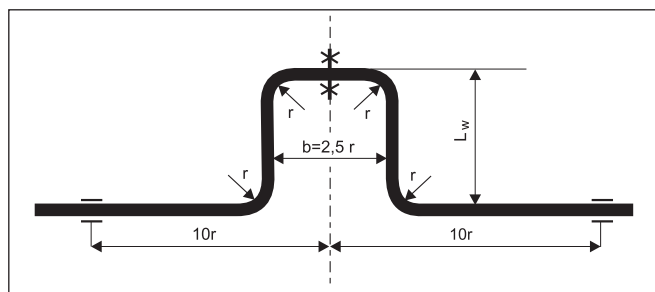


Рис.22. Пример компенсатора

На примере, показанном на рисунке 22, все радиусы дуг компенсатора равны и составляют $r = 5D$ (D – наружный диаметр трубопровода). Расстояние от оси симметрии компенсатора до подвижной опоры составляет не менее $10r$.

Высоту петли компенсатора L_w рассчитывают по формуле:

$$L_w = K \times \sqrt{D \times \Delta l}$$

где: L_w – высота петли компенсатора, [мм]
 D – наружный диаметр трубы, [мм]
 Δl – прирост длины трубы, [мм]
 K – коэффициент упругости, [$K = 30$]

4.4. Особые требования к укладке труб KISAN

Трубы KISAN следует прокладывать таким образом, чтобы избежать их механического или термического повреждения. В помещениях общего пользования, таких как лестничные клетки в многоквартирных домах, коридоры и т.п., трубы KISAN должны быть закрыты со всех сторон строительными перегородками.

В промышленных помещениях трубы KISAN должны быть защищены от механических повреждений, воздействия теплового излучения от элементов с высокой температурой, ультрафиолетового излучения и открытого огня.

Указания по проектированию систем холодного и горячего водоснабжения

В системе KISAN предпочтительным является способ прокладки систем с прикрытием трубопроводов экраном или под штукатуркой, в изоляции с гидрозащитной пленкой.

4.5. Способы разводки систем водоснабжения

Способы разводки водопроводных систем:

- а) традиционная разводка с использованием тройников;
- б) разводка с использованием коллекторов;
- в) разводка с использованием установочных тройников и уголков.

Для удобства монтажа смесителей и водоразборных клапанов в ассортименте системы KISAN имеются двойные и одинарные монтажные пластины, а также крепящиеся к ним установочные уголки, простые плоские и угловые установочные тройники.

Запорная, обратная и водоразборная арматура требует дополнительных креплений (не может нагружать трубу). Лучше всего арматуру на трубопроводах размещать рядом с неподвижными опорами.

При подсоединении независимых устройств для подогрева воды (газовые и электрические водонагреватели) следует руководствоваться рекомендациями производителя оборудования либо монтировать непосредственно у прибора отрезок длиной не менее, чем 0,5 м стальной или медной трубы, а затем к ней подсоединять разводку горячей воды из труб KISAN.

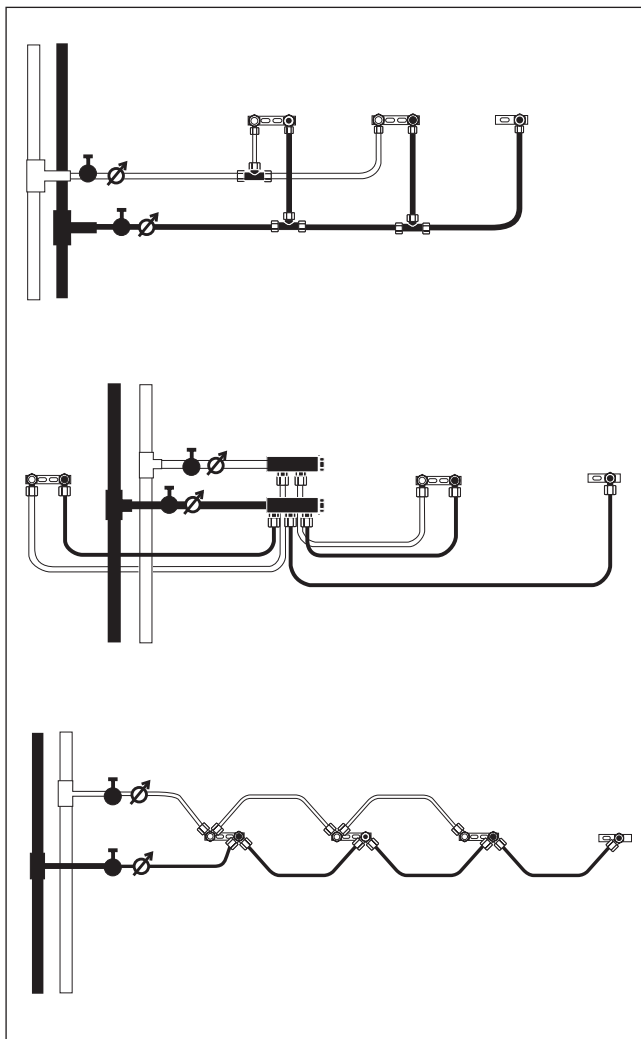


Рис. 23. Разводка водопроводных систем

4.6. Расчет системы водоснабжения

Общие правила

Расчет внутренней водопроводной системы заключается в определении фактического расхода воды на отдельных участках и подборе соответствующих для этого потока диаметров труб. При подборе диаметров рекомендуется использовать достоверные сопоставления расхода воды с учетом коэффициентов равномерности забора воды на отдельных участках водопроводной сети, фактического напора и потерь давления.

Методы расчетов внутренней системы

Расчет внутренней водопроводной системы следует производить в соответствии с требованиями, изложенными в стандарте PN-92/B-01706/Azl:1999.

Расчетный расход воды в жилых зданиях следует определить по формулам (1) или (2)

стандарта, а в нежилых зданиях – по формулам (3) до (7) в зависимости от количества нормативного расхода воды в пунктах водоразбора.

В таблице 8 приведен нормативный выход воды из водоразборных точек.

Таблица 8. Номинальный забор воды из водоразборных точек и необходимое давление перед водоразборной точкой

Тип водоразборной точки		Необходимое давление МПа	Номинальный забор воды		
			Смешанной ¹⁾		Только горячей или холодной
			q_n холодная дм³/сек	q_n горячая дм³/сек	q_n дм³/сек
Водоразборный кран без аэратора ²⁾	$d_{ном}$ 15 ⁴⁾	0,05	0,1	0,1	0,3
	$d_{ном}$ 20	0,05			0,5
	$d_{ном}$ 25	0,05			1,0
с аэратором	$d_{ном}$ 10	0,1			0,15
	$d_{ном}$ 15	0,1			0,15
Головка душа	$d_{ном}$ 15	0,1			0,2
Напорный смывной бачок	$d_{ном}$ 15	0,12			0,7
	$d_{ном}$ 20	0,12			1,0
	$d_{ном}$ 25	0,04			1,0
Смывной бачок для писсуаров	$d_{ном}$ 15	0,1			0,3
Посудомоечная машина (бытовая)	$d_{ном}$ 15	0,1	0,15	0,15	0,15
Стиральный автомат (бытовой)	$d_{ном}$ 15	0,1			
Краны-смесители водоразборные					0,25
для душей	$d_{ном}$ 15	0,1			
для ванн	$d_{ном}$ 15	0,1			
для кухонных раковин	$d_{ном}$ 15	0,1			
для умывальников	$d_{ном}$ 15	0,1			
для сидячих ванн	$d_{ном}$ 15	0,1			
Кран со смесителем	$d_{ном}$ 20	0,1	0,3	0,3	
Смывной бачок	$d_{ном}$ 15	0,05			0,13
Электрический водонагреватель ³⁾	$d_{ном}$ 15	0,1			0,1
¹⁾ холодная вода $t_x=15^{\circ}\text{C}$, горячая $t_r=55^{\circ}\text{C}$ ²⁾ если кран со шлангом $L \leq 10\text{ м}$, то давление 0,15 МПа ³⁾ при полностью открытом дросселирующем винте ⁴⁾ $d_{ном}$ – условный диаметр водоразборной точки, (мм)					

В таблице 9 приведен расчетный расход воды для жилых зданий, в которых применены трубы KISAN.

Таблица 9. Расчетный расход воды для жилых зданий

Σq_n для арматуры		q дм ³ /с
< 0,5 дм ³ /с	≥ 0,5 дм ³ /с	
0,06		0,05
0,10		0,10
0,15		0,15
0,21		0,20
0,29		0,25
0,38		0,30
0,48		0,35
0,60		0,40
0,72		0,45
0,87	0,50	0,50
1,03	0,55	0,55
1,20	0,60	0,60
1,39	0,65	0,65
1,59	0,70	0,70
1,81	0,75	0,75
2,04	0,80	0,80
2,29	0,85	0,85
2,55	0,90	0,90
2,83	0,95	0,95
3,13	1,00	1,00
3,45	1,15	1,05
3,78	1,31	1,10
4,12	1,50	1,15
4,49	1,70	1,20
4,87	1,92	1,25
5,26	2,17	1,30
5,68	2,44	1,35
6,11	2,74	1,40
6,56	3,06	1,45
7,03	3,41	1,50
7,51	3,80	1,55
8,02	4,22	1,60
8,54	4,67	1,65
9,08	5,17	1,70
9,63	5,70	1,75
10,21	6,27	1,80
10,80	6,89	1,85
11,41	7,56	1,90
12,04	8,28	1,95
12,69	9,05	2,00
13,36	9,88	2,05
14,05	10,76	2,10
14,76	11,71	2,15
15,48	12,72	2,20
16,23	13,80	2,25
16,99	14,95	2,30
17,78	16,17	2,35
18,58	17,48	2,40
19,40	18,86	2,45
20,24	20,33	2,50

Рекомендуемая скорость течения воды в системе 1,5-2,5 м/сек, допустимая до 3,0 м/сек.

Потери давления для отдельных потоков и диаметров трубопроводов системы холодного водоснабжения следует определять по следующей номограмме:

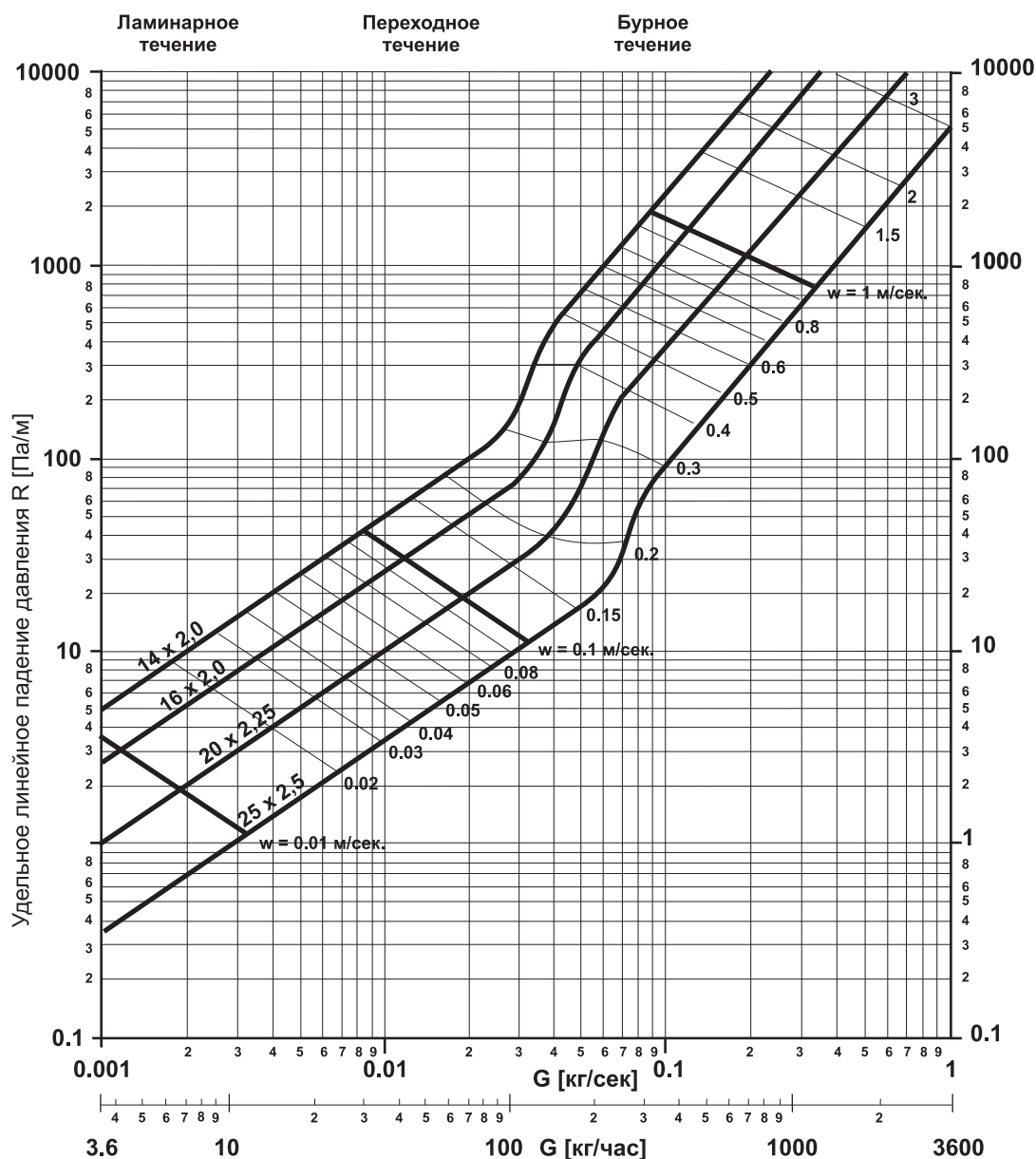


Рис. 24. Удельное линейное падение давления R для водопроводных систем

Потери давления для отдельных потоков и диаметров трубопроводов системы горячего водоснабжения следует определять по номограмме (Рис. 25).

В расчетах учитывается точная величина линейных потерь давления, величина же местных потерь давления определяется как 20% линейных потерь для систем снабжения питьевой, хозяйственной водой и водой для пожаротушения, и 30% – для систем только питьевой и хозяйственной воды.

Для систем с водомером потерю давления на водомере следует определять точно по номограмме, предоставленной производителем.

Расчет циркуляционной системы горячего водоснабжения

Неправильный подбор диаметров труб в циркуляционных трубопроводах ведет к периодической нехватке горячей воды в водоразборных точках, т.е. к расходу воды и теплотерям из-за необходимости спускать воду, чтобы получить соответствующую температуру.

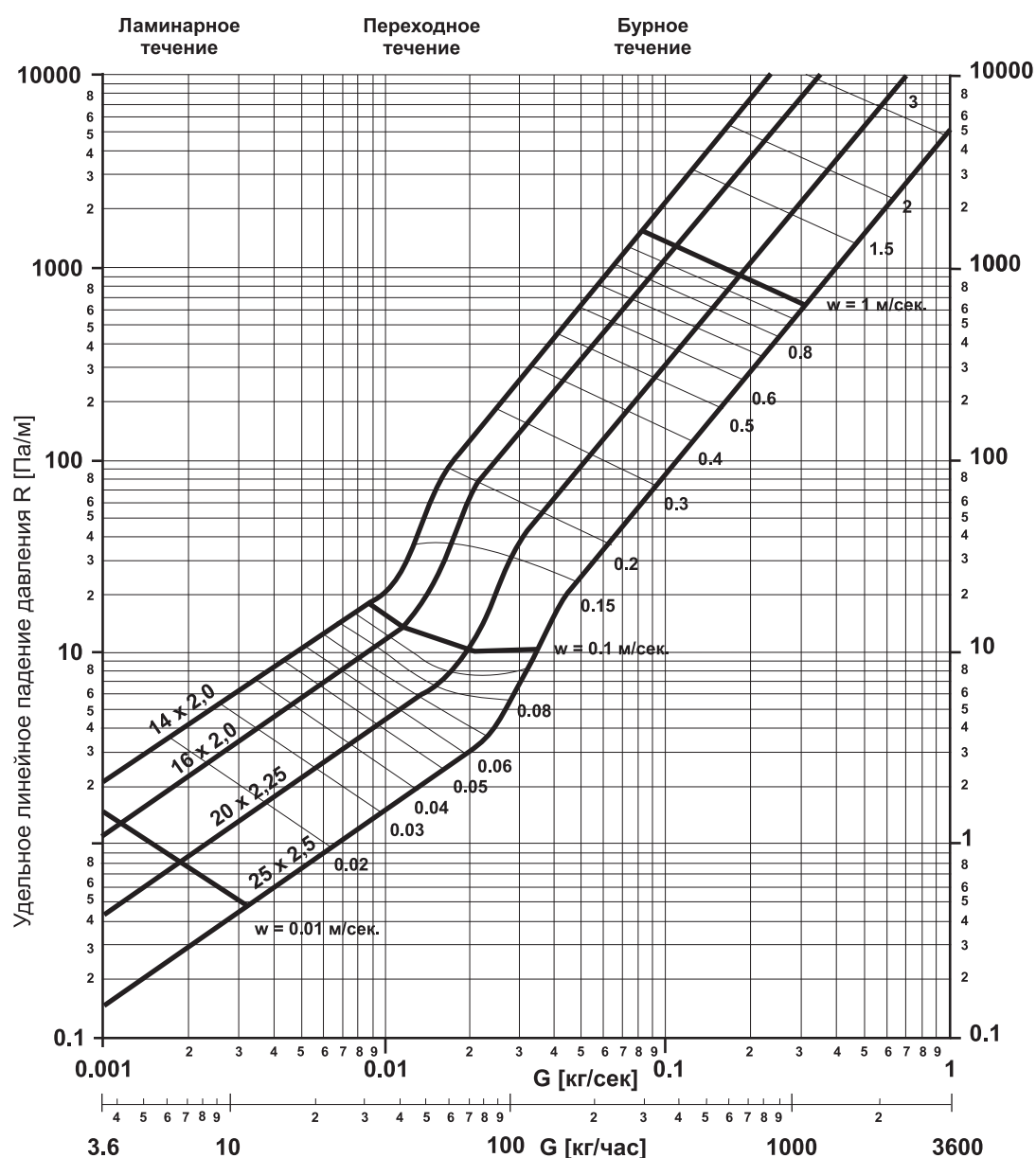


Рис. 25. Удельное линейное падение давления R для систем горячего водоснабжения

Напор воды в циркуляционных трубопроводах зависит от величины потерь тепловой энергии в разводящих трубопроводах и рассчитывается по формуле:

$$G_s = \frac{Q_x}{\Delta t_p \times c_w} \text{ [кг/сек.]}$$

где: G_s — расчетный поток циркулирующей воды, [кг/сек.]
 Q_x — теплотери в системе водоразбора, [кВт]
 Δt_p — допустимое снижение температуры горячей воды, проходящей от источника тепла до наиболее удаленной водоразборной точки, [° C] $\Delta t_p = 5-10^\circ \text{ C}$
 c_w — удельная теплота воды, [кДж/(кг x K)]

Для упрощения расчетов циркуляционных трубопроводов расход воды в этих трубопроводах можно принимать как величину равную 30% расчетного максимального водоразбора

горячей воды, определенного для суммы всех точек разбора, имеющих на рассчитываемом участке циркуляционного трубопровода.

$$G_s = 0,30 \times G_{\text{макс.гор.вод}} \text{ [кг/ч]}$$

где: G_s – расчетный поток циркуляционной воды, [кг/час]
 $G_{\text{макс.гор.вод.}}$ – расчетный максимальный поток горячей воды, [кг/час]

Рекомендуемые параметры для водопроводных систем

Рекомендуемые скорости течения воды приведены в пункте 4.6.

Температура горячей воды на входе в систему не должна превышать 55° С. Температура горячей воды в самой высокой и самой отдаленной точке водоразбора не может быть ниже 45° С.

Расчетная температура холодной воды, поступающей в узел горячей воды, составляет:

- 5° С для воды из поверхностных водозаборов
- 10° С для воды из глубинных водозаборов

Ориентировочные диаметры трубопроводов в системе насосной циркуляции представлены в таблице 10.

Таблица 10. Диаметры трубопроводов в системе насосной циркуляции

Диаметр водоразборного трубопровода [мм]	Диаметр циркуляционного трубопровода [мм]
16x2; 20x2,25; 25x2,5; 32x3;	16x2
40x4	20x2,25

Тепловая изоляция трубопроводов холодного и горячего водоснабжения

Толщина изоляции подбирается в соответствии со стандартом PN-B-02421 «Отопительная техника и теплоэнергетика. Теплоизоляция трубопроводов, арматуры и оборудования».

5. Условия технической приемки систем из пластмассовых труб

5.1. Принципы технической приемки

Принципы приемки систем из труб KISAN соответствуют общим принципам приемки различных типов систем, дополненным проверкой свойств, связанных со спецификой труб KISAN.

Испытания технической приемки должны подтвердить:

- соответствие исполнения проектной документации,
- качество использованных труб, фасонных частей, арматуры и т.п.,
- качество выполнения монтажных работ,
- соответствие функциональным требованиям.

5.2. Документы, необходимые для приемки

Для технической приемки необходимы следующие документы:

- технический проект с согласованиями и нанесенными изменениями,
- общий журнал строительных работ,
- сертификаты материалов,
- акты промежуточных приемок,
- акты проверки герметичности.

5.3. Техническая приемка системы

При приемке следует детально проверить:

- соответствие использованных материалов,
- правильность выполнения соединений труб,
- величину уклонов трубопроводов,
- расстояния между трубопроводами и расстояния от строительных перегородок,
- правильность устройства хомутов и опор и расстояний между ними,
- правильность компенсаторов.

5.4. Испытания герметичности системы

Испытания герметичности систем холодного и горячего водоснабжения следует производить:

- при температуре воздуха внутри зданий выше +5° С,
- перед закрытием борозд и каналов и укладкой теплоизоляции,
- в случае нескольких зон и ответвлений системы центрального отопления – отдельно каждой зоны или ответвления.

Прежде чем приступить к испытаниям, систему следует подготовить. Это заключается в отсоединении арматуры, которая может помешать испытаниям (например, предохранительные клапаны) или повредиться в их ходе (например, регулирующие клапаны, датчики). Отсоединенные элементы следует заменить заглушками или запорными клапанами. Подсоединить к системе манометр с точностью показаний 0,01 МПа. Подготовленную к испытаниям систему наполнить водой и удалить из нее воздух.

Испытательное давление составляет 1,5-кратное значение рабочего давления в системе. Такое давление в течение 30 минут следует дважды, через каждые 10 минут, повышать до исходного значения. После очередных 30 минут снижение давления не должно превышать 0,06 МПа. Через следующие 120 минут снижение давления не должно быть большим, чем 0,02 МПа. Дополнительно, во время испытания, необходимо проверять герметичность соединений визуально.

Во время испытаний герметичности системы, выполненной с использованием соединений типа KISAN WL все фитинги, находящиеся в **незапрессованном** состоянии будут давать утечку уже при давлении от 1 до 6,5 бар.

Во время испытания следует поддерживать постоянную температуру, поскольку она может повлиять на изменение давления. В системе горячего водоснабжения после выполнения испытания на герметичность следует провести “горячее” испытание, наполняя систему горячей водой с температурой +55°C и давлением 0,6 МПа.

6. Указания по проектированию и монтажу систем центрального отопления

6.1. Основы проектирования

- действующие стандарты,
- пособия по проектированию COBRTI Instal
- «Технические условия выполнения и приемки строительно-монтажных работ» – том II «Сантехнические и промышленные системы»,
- «Технические условия выполнения и приемки пластмассовых трубопроводов» – Польская корпорация санитарной, отопительной, газовой и кондиционерной техники.

Тепловая потребность обогреваемых помещений

Общую тепловую потребность следует рассчитывать по стандарту PN-EN 12831:2006.

6.2. Выбор системы центрального отопления

а) Тип системы.

Система центрального отопления, изготовленная полностью или частично из труб KISAN, должна быть водяной низкотемпературной системой – открытой или замкнутой (предпочитается насосная замкнутая система). Рабочее давление ни в одной точке системы не может превышать допустимого значения 0,6 МПа.

б) Распределение и разводка теплоносителя.

В системе KISAN трубопроводы выполняются с нижней (предпочтительно) или верхней разводкой.

Способы разводки трубопровода

– в системе напольного отопления – рассматриваются в отдельной разработке. Рекомендуется, чтобы каждая петля или пара коллекторов обслуживала одну квартиру или ряд помещений одного потребителя.

в) Способ теплового питания системы

Источник тепла должен иметь возможность предохранить систему от повышения рабочего давления свыше допустимого (макс. 0,6 МПа) и повышения температуры свыше допустимой на входе (макс. +95° С).

Источником тепла для систем из труб KISAN может являться:

- местная котельная на жидком или газовом топливе,
- местная котельная на твердом топливе – возможно только при автоматической регулировке,

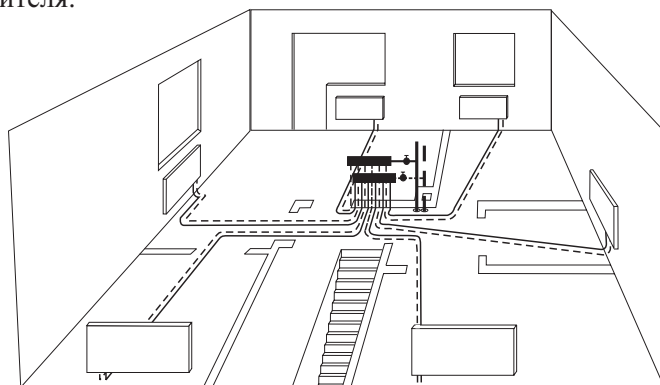


Рис. 26. Подводка от разделителей к батареям под полом в двухтрубной системе – разделители питаются от пары расположенных центрально стояков

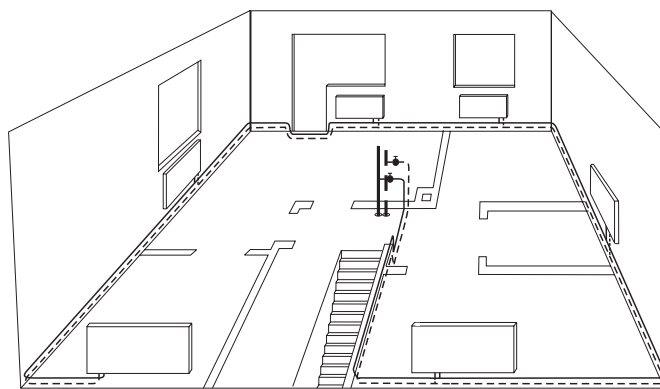


Рис. 27. Разводка трубопроводов в виде двухтрубной петли по периметру квартиры

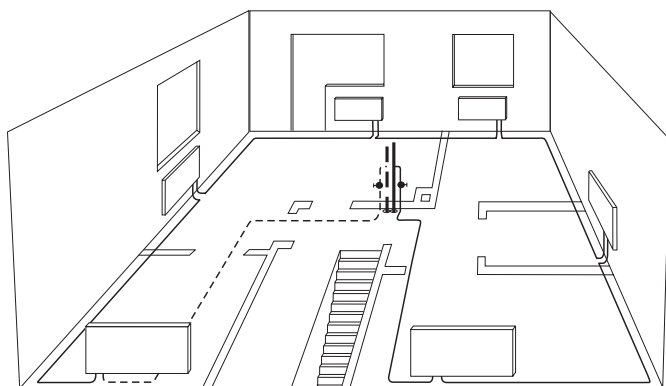


Рис. 28. Разводка трубопроводов в виде однотрубной петли

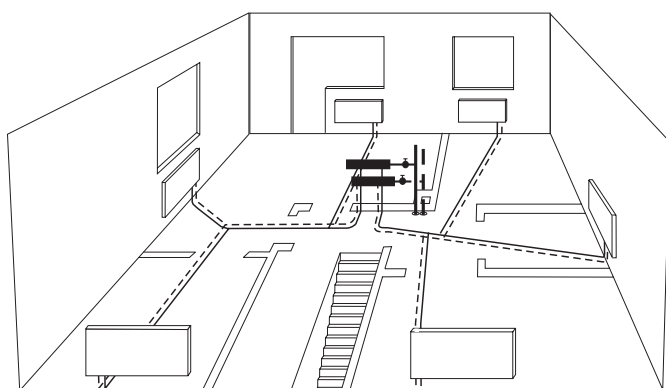


Рис. 29. Прокладка трубопроводов с тройниками в горизонтальных перекрытиях – допускается при использовании соединений к запорсовке.

При подсоединении системы ц.о. из пластмассовых труб к теплоисточнику необходимо руководствоваться монтажными рекомендациями производителя этого оборудования либо устанавливать 1,5-метровый отрезок стальной или медной трубы непосредственно у теплоисточника.

Циркуляционные насосы

Рекомендуется использовать герметические циркуляционные насосы, например, типа LFP, WILO, GRUNDFOS и т.п. с электронным управлением, регулирующим мощность насоса в зависимости от гидравлического сопротивления в системе.

Трубопроводы с арматурой

В соответствии с указаниями COBRTI Instal, подводки к отопительным приборам, выполненные из пластмассовых труб, не должны прокладываться по поверхности стены.

Существуют два способа подводки к отопительным приборам из труб KISAN:

- подводка от стены к угловым клапанам батарей отопления,
- отпловая подводка к комбинированным клапанам батарей отопления.

В системе KISAN используются следующие фитинги для комбинированных клапанов и коллекторов напольного отопления:

- G 3/4" / 14 x 2
- G 3/4" / 16 x 2
- G 3/4" / 20 x 2,25

не допускающей превышения максимальной температуры, либо через систему с теплообменником, отделяющим тепловой контур котельни от контура радиаторного отопления,

- тепловой узел только с теплообменниками при централизованном теплоснабжении из другой сети,
- тепловой насос.

6.3. Технические решения некоторых элементов систем ц.о.

Источник тепла

Источник тепла должен быть защищен от превышения допустимых рабочих параметров $p = 0,6$ МПа, $t = +95^\circ \text{C}$.

В случае, если предохраняются трубопроводы водяного отопления в открытой системе, защитные трубы (разводка: расширительная, переливная, сигнализационная, циркуляционная) не могут быть выполнены из труб KISAN – они должны быть металлическими (стальными или медными).

Для стальных радиаторов с встроенными термостатическими клапанами (т.н. компактными), у которых имеется подсоединение с внутренней резьбой 1/2" применяют ниппель 1,2" и соединение VESTOL 1/2" x 16x2, а также 1/2" x 14x2 или VESTOL ZBK 1/2" x 16x2.

Компенсация удлинений и теплоизоляция

Рассмотрены в разделах 4.2 и 4.3.

Радиаторы и арматура для отопительных систем

В системе KISAN допускается установка всех типов радиаторов – чугунных, алюминиевых, стальных панельных, конвекторных. Целесообразно ограничить применение чугунных секционных радиаторов, так как они являются источником постоянных загрязнений в системе, оказывающих негативное влияние на термостатическую арматуру и фитинги.

У батарей отопления устанавливаются термостатические клапаны с предварительной настройкой или без нее. Целесообразно устанавливать дополнительные запорно-регулирующие клапаны на выходе батареи отопления.

Отвод воздуха из систем ц.о.

На концах стояков и коллекторах устанавливаются автоматические поплавковые воздухоотводы. Всюду, где это необходимо (например, на отпловых вводах) на радиаторах устанавливаются автоматические или ручные воздухоотводы.

Дополнительная оснастка

Сборные резервуары, фильтры, отстойники, тепломеры – такие же, как для других типов систем.

6.4. Принципы гидравлического расчета трубопроводов системы KISAN

Скорость течения воды в системах ц.о. из труб KISAN

- а) скорость в горизонтальных разводящих трубопроводах не более 1,0 м/сек., рекомендуется скорость 0,5-0,6 м/сек.
- б) в стояках рекомендуется скорость 0,2-0,4 м/сек.
- в) в подводках радиаторов в двухтрубных системах – до 0,3 м/сек.

Расчет сети трубопроводов

Трубопроводы должны быть рассчитаны так, чтобы при заданном расчетном потоке, определяемом тепловой нагрузкой, на каждой петле магистрали уравнивались сопротивление потоку и действующее давление и отвечали условию:

$$\Sigma(R \times L + Z) \leq \Delta p_{\text{действ.}}$$

- где: R – удельное сопротивление потоку на данном участке трубопровода, [Па/м]
L – длина участка одинакового диаметра, [м]
Z – местные сопротивления, [Па]
 $\Delta p_{\text{действ.}}$ – действующее давление данной петли трубопровода, [Па]

Действующее давление в водяной двухтрубной системе насосного отопления равно:

$$\Delta p_{\text{действ.}} = \Delta p_p + 0,75 \times \Delta p_{\text{гр}} [\text{Па}]$$

- где: $\Delta p_{\text{действ.}}$ – действующее давление, [Па]
 Δp_p – давление, создаваемое работой насоса, одинаковое для всех петель магистрали, [Па]
 $\Delta p_{\text{гр}}$ – гравитационное давление, зависящее от высоты расположения радиатора, циркуляция которого рассматривается при расчетных температурах воды в системе [Па].

Гравитационное давление составляет:

$$\Delta p_{\text{гр}} = 9,81 \times \Delta \rho \times \Delta h_{\text{пр}}$$

- где: $\Delta p_{\text{гр}}$ – гравитационное давление, зависящее от высоты расположения радиатора, циркуляция которого рассматривается при расчетных температурах воды в системе, [Па].
 $\Delta h_{\text{пр}}$ – высота положения середины радиатора над серединой котла или теплообменника, [м]
 $\Delta \rho$ – разность плотности воды в системе на входе и на выходе, [кг/м³]

Подбор циркуляционных насосов

Необходимую мощность насоса рассчитывают по формуле:

$$V_p = 3600 \times \frac{Q_p}{c_p \times \rho \times \Delta t} \times 1,15 [\text{м}^3/\text{ч}]$$

- где: V_p – мощность насоса, [м³/ч]
 Q_p – расчетная норма необходимого тепла, [Вт]
 c_p – удельная теплота воды, [дж/кгК]
 ρ – плотность воды, [кг/м³]
 Δt – разность температур, [К]

Подбирая по каталогу соответствующий циркуляционный насос для всей системы центрального отопления, разницу показателей давления, созданную работой насоса, следует рассчитывать по формуле:

$$\Delta p = (\Delta p_1 + \Delta p_2) \times 1,2 [\text{Па}]$$

- где: Δp – разность показателей давления, созданного работой насоса, [Па]
 Δp_1 – сопротивление внутренней системы вместе с разделителями для наименее удачной петли трубопровода с наибольшими сопротивлениями потоку, [Па]
 Δp_2 – сопротивление источника тепла и на участке от источника до места подключения к разделителям, [Па]

Выравнивание гидравлических сопротивлений петель магистрали

Диаметр трубопроводов и предварительную настройку регулирующей арматуры в системах водяного отопления следует подбирать так, чтобы в каждой петле трубопровода сумма потерь давления при расчетном потоке была равной действующему давлению.

Для обеспечения гидравлической эффективности в насосных системах отопления с клапанами без термостатических головок потери давления при проходе воды через радиатор, его подводку и арматуру должны соответствовать условию:

$$\Delta p_{\text{пр}} \geq 9,81 \times \Delta \rho \times \Delta h \text{ [Па]}$$

gdzie: $\Delta p_{\text{пр}}$	–	минимальное необходимые гидравлическое сопротивление на узле радиатора, [Па]
$\Delta \rho$	–	разница плотности воды на входе и возврате при расчетных температурах, [кг/м ³]
Δh	–	разница в положении центральной точки радиаторов наиболее высоко и низко расположенных в системе, [м]

Рекомендуется, чтобы потеря давления на узле радиатора в наименее удачной петле магистрали с наибольшими сопротивлениями потоку были $\leq 1,30 \cdot \Delta p_{\text{пр}}$.

Для любой другой петли следует вычислить действующее давление, являющееся разницей между располагаемым действующим давлением и потерями давления для общих участков водяного контура и для этого давления рассчитать диаметр трубопровода.

Диаметры трубопроводов подбирают по расчетным ориентировочным удельным потерям давления.

Подбор элементов, дросселирующих избыточное давление

Для дросселирования избыточного действующего давления можно применять:

- клапаны двойной регулировки;
- термостатические клапаны в соответствии с их паспортными характеристиками;
- клапаны двойной регулировки на стояках или отдельных ответвлениях магистрали (эффективны измерительно-регулирующие клапаны);
- сальниковые фланцы – в случае, когда нет возможности дросселировать избыток давления иными способами. Принципы применения сальниковых фланцев (наименьший диаметр 2 мм, 5-10 мм через каждые 0,5 мм и 10-20 мм через каждые 2 мм) согласно пособиям COBRTI Instal.

Там же – номограммы для подбора сальниковых фланцев.

Испытание герметичности

Испытание герметичности необходимо проводить по инструкции п. 5.4 (водопроводные системы) с той разницей, что для системы центрального отопления испытательное давление составляет 0,2 МПа + наивысшее рабочее давление в системе.

После испытания герметичности следует произвести „горячее” испытание, проверяя в рабочих условиях герметичность системы, правильность и равномерность ее работы.

Номограмма потерь давления в системе центрального отопления

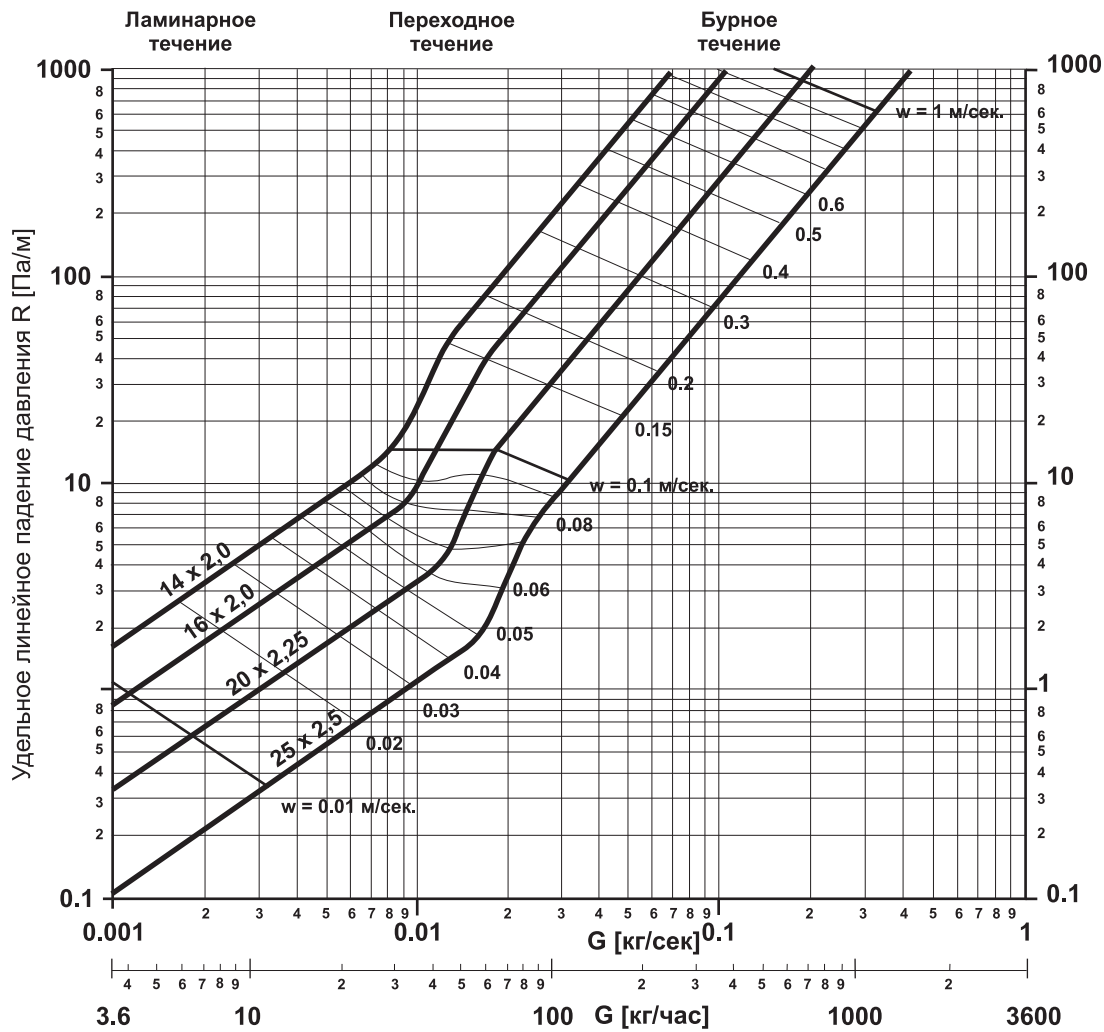


Рис. 30. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах KISAN для систем центрального отопления для средней температуры 70°C

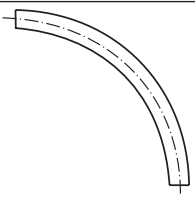
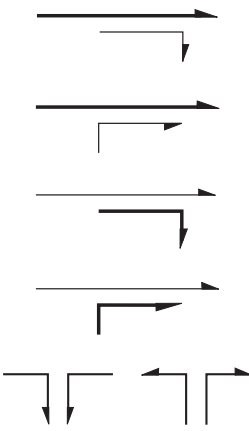
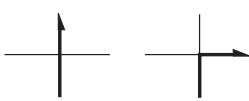
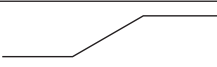
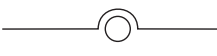
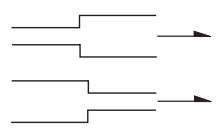
7. Гидравлические таблицы

Таблица 11. Значения местных сопротивлений Z_1 , [Па] [Па] для суммы коэффициентов сопротивления $\Sigma\zeta = 1$ в трубопроводах систем водяного отопления со средней температурой 80°C

Скорость течения воды [м/с]	Сопротивление Z_1 [Па]	Скорость течения воды [м/с]	Сопротивление Z_1 [Па]
0,05	1	0,55	147
0,10	5	0,60	175
0,12	7	0,65	205
0,14	10	0,70	238
0,16	12	0,75	273
0,18	16	0,80	310
0,20	19	0,85	350
0,25	30	0,90	393
0,30	44	0,95	438
0,35	59	1,00	485
0,40	78	1,05	510
0,45	98	1,10	588
0,50	121	1,20	700

Таблица 12. Коэффициенты местного сопротивления элементов системы центрального отопления

№ п/п	Обозначение	Название местного сопротивления	ζ
1		Радиатор секционный при диаметре подводки $d_{\text{вн}} = 12,2$ $d_{\text{вн}} = 15,5$ $d_{\text{вн}} = 20,5$	1,5 3,0 9,0
2		Стальной панельный радиатор при диаметре подводки $d_{\text{вн}} = 12,2$ $d_{\text{вн}} = 15,5$ $d_{\text{вн}} = 20,5$	2,5 6,5 19,0
3		Клапан радиатора модель М-3173 и М-3175 $d_{\text{ном}} = 10\div 15$ $d_{\text{ном}} = 20$	8,5 6,0
4		Термостатический клапан радиатора $d_{\text{ном}} = 10\div 15$	23,0
5		Запорный прямой клапан $d_{\text{ном}} = 10\div 15$ $d_{\text{ном}} = 20\div 25$	16,0 12,0

№ п/п	Обозначение	Название местного сопротивления	ζ
6		Запорный косой клапан $d_{\text{ном}} = 10 \div 15$ $d_{\text{ном}} = 20 \div 25$	3,5 3,0
7		Шаровой клапан	0,15
8		Возвратный клапан	4,0
9		Котел чугунный	2,5
10		Котел стальной	2,0
11		Уголок KISAN	2,0
12		Колено выгнутое $\times r/d \geq 5$ $d_{\text{вн}} = 12,2$ $d_{\text{вн}} = 15,5$ $d_{\text{вн}} = 20,5$	0,5 0,3 0,3
13		Тройники: проход питание проход возврат ответвление питания ответвление возврата совпадающий поток	0,3 0,9 1,3 0,9 3,0 1,5
14		Крестовина проход Крестовина ответвление	2,0 3,0
15		Отступ	0,5
16		Обход	1,0
17		Компенсатор гладкий эластичный	2,0
18		Резкое изменение сечения Расширение Сужение	1,0 0,5

x – наименьший радиус изгиба труб KISAN $r = 5d$

Таблица 13. Удельное линейное падение давления *R* в многослойных трубах KISAN для водопроводных систем

G – расчетный поток воды, [кг/час]
w – скорость течения воды, [м/сек]
R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
3	4,2	0,010	2,2	0,007				
3,2	4,4	0,011	2,3	0,008				
3,4	4,7	0,011	2,5	0,008	1,0	0,005		
3,6	5,0	0,012	2,6	0,009	1,0	0,005		
3,8	5,3	0,012	2,8	0,009	1,1	0,006		
4	5,6	0,013	2,9	0,010	1,1	0,006		
4,2	5,8	0,014	3,1	0,010	1,2	0,006		
4,4	6,1	0,014	3,2	0,011	1,2	0,007		
4,6	6,4	0,015	3,4	0,011	1,3	0,007		
4,8	6,7	0,016	3,5	0,011	1,4	0,007		
5	6,9	0,016	3,7	0,012	1,4	0,007		
5,2	7,2	0,017	3,8	0,012	1,5	0,008		
5,4	7,5	0,018	4,0	0,013	1,5	0,008		
5,6	7,8	0,018	4,1	0,013	1,6	0,008		
5,8	8,1	0,019	4,3	0,014	1,6	0,009		
6	8,3	0,020	4,4	0,014	1,7	0,009		
6,2	8,6	0,020	4,6	0,015	1,7	0,009		
6,4	8,9	0,021	4,7	0,015	1,8	0,009		
6,6	9,2	0,022	4,8	0,016	1,9	0,010		
6,8	9,5	0,022	5,0	0,016	1,9	0,010		
7	9,7	0,023	5,1	0,017	2,0	0,010		
7,2	10,0	0,024	5,3	0,017	2,0	0,011		
7,4	10,3	0,024	5,4	0,018	2,1	0,011		
7,6	10,6	0,025	5,6	0,018	2,1	0,011		
7,8	10,8	0,026	5,7	0,019	2,2	0,012		
8	11,1	0,026	5,9	0,019	2,3	0,012		
8,2	11,4	0,027	6,0	0,020	2,3	0,012		
8,4	11,7	0,028	6,2	0,020	2,4	0,012		
8,6	12,0	0,028	6,3	0,020	2,4	0,013		
8,8	12,2	0,029	6,5	0,021	2,5	0,013		
9	12,5	0,029	6,6	0,021	2,5	0,013		
9,2	12,8	0,030	6,8	0,022	2,6	0,014		
9,4	13,1	0,031	6,9	0,022	2,6	0,014		

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
9,6	13,3	0,031	7,0	0,023	2,7	0,014		
9,8	13,6	0,032	7,2	0,023	2,8	0,014		
10	13,9	0,033	7,3	0,024	2,8	0,015		
12	16,7	0,039	8,8	0,029	3,4	0,018	1,1	0,010
14	19,5	0,046	10,3	0,033	3,9	0,021	1,3	0,012
16	22,2	0,052	11,7	0,038	4,5	0,024	1,5	0,014
18	25,0	0,059	13,2	0,043	5,1	0,027	1,7	0,015
20	27,8	0,065	14,7	0,048	5,6	0,030	1,8	0,017
22	30,6	0,072	16,1	0,052	6,2	0,032	2,0	0,019
24	33,4	0,079	17,6	0,057	6,8	0,035	2,2	0,020
26	36,1	0,085	19,1	0,062	7,3	0,038	2,4	0,022
28	38,9	0,092	20,6	0,067	7,9	0,041	2,6	0,024
30	41,7	0,098	22,0	0,071	8,5	0,044	2,8	0,025
32	44,5	0,105	23,5	0,076	9,0	0,047	2,9	0,027
34	47,3	0,111	25,0	0,081	9,6	0,050	3,1	0,029
36	50,0	0,118	26,4	0,086	10,1	0,053	3,3	0,030
38	52,8	0,124	27,9	0,090	10,7	0,056	3,5	0,032
40	55,6	0,131	29,4	0,095	11,3	0,059	3,7	0,034
42	58,4	0,137	30,8	0,100	11,8	0,062	3,9	0,035
44	61,2	0,144	32,3	0,105	12,4	0,065	4,1	0,037
46	63,9	0,151	33,8	0,109	13,0	0,068	4,2	0,039
48	66,7	0,157	35,2	0,114	13,5	0,071	4,4	0,040
50	69,5	0,164	36,7	0,119	14,1	0,074	4,6	0,042
52	72,3	0,170	38,2	0,124	14,6	0,077	4,8	0,044
54	75,1	0,177	39,6	0,128	15,2	0,080	5,0	0,046
56	77,8	0,183	41,1	0,133	15,8	0,083	5,2	0,047
58	80,6	0,190	42,6	0,138	16,3	0,085	5,3	0,049
60	83,4	0,196	44,0	0,143	16,9	0,088	5,5	0,051
62	86,2	0,203	45,5	0,147	17,5	0,091	5,7	0,052
64	88,9	0,209	47,0	0,152	18,0	0,094	5,9	0,054
66	91,7	0,216	48,4	0,157	18,6	0,097	6,1	0,056
68	94,5	0,222	49,9	0,162	19,2	0,100	6,3	0,057
70	97,3	0,229	51,4	0,166	19,7	0,103	6,4	0,059
72	100,1	0,236	52,8	0,171	20,3	0,106	6,6	0,061
74	102,8	0,242	54,3	0,176	20,8	0,109	6,8	0,062
76	105,6	0,249	55,8	0,181	21,4	0,112	7,0	0,064
78	108,4	0,255	57,2	0,185	22,0	0,115	7,2	0,066
80	111,2	0,262	58,7	0,190	22,5	0,118	7,4	0,067
82	114,0	0,268	60,2	0,195	23,1	0,121	7,5	0,069

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
84	116,7	0,275	61,7	0,200	23,7	0,124	7,7	0,071
86	119,5	0,281	63,1	0,204	24,2	0,127	7,9	0,072
88	122,3	0,288	64,6	0,209	24,8	0,130	8,1	0,074
90	126,2	0,294	66,1	0,214	25,4	0,133	8,3	0,076
92	130,7	0,301	67,5	0,219	25,9	0,136	8,5	0,077
94	136,0	0,308	69,0	0,223	26,5	0,138	8,7	0,079
96	142,1	0,314	70,5	0,228	27,0	0,141	8,8	0,081
98	149,1	0,321	71,9	0,233	27,6	0,144	9,0	0,083
100	156,9	0,327	73,4	0,238	28,2	0,147	9,2	0,084
120	282,7	0,393	103,5	0,285	33,8	0,177	11,0	0,101
140	449,7	0,458	171,7	0,333	41,0	0,206	12,9	0,118
160	585,1	0,523	260,2	0,380	58,5	0,236	14,7	0,135
180	717,0	0,589	336,0	0,428	87,1	0,265	16,9	0,152
200	860,4	0,654	402,9	0,475	121,1	0,295	21,3	0,168
220	1015,3	0,720	474,9	0,523	151,8	0,324	28,7	0,185
240	1181,4	0,785	552,1	0,571	177,3	0,353	38,7	0,202
260	1358,5	0,850	634,3	0,618	203,4	0,383	49,8	0,219
280	1546,5	0,916	721,5	0,666	231,2	0,412	60,3	0,236
300	1745,3	0,981	813,6	0,713	260,4	0,442	69,2	0,253
320	1954,7	1,047	910,6	0,761	291,1	0,471	77,4	0,269
340	2174,7	1,112	1012,3	0,808	323,4	0,501	85,9	0,286
360	2405,2	1,178	1118,9	0,856	357,1	0,530	94,7	0,303
380	2646,0	1,243	1230,1	0,903	392,3	0,560	104,0	0,320
400	2897,2	1,308	1346,0	0,951	428,9	0,589	113,6	0,337
420	3158,6	1,374	1466,6	0,998	466,9	0,619	123,6	0,354
440	3430,2	1,439	1591,8	1,046	506,4	0,648	133,9	0,370
460	3711,9	1,505	1721,5	1,093	547,3	0,677	144,6	0,387
480	4003,7	1,570	1855,8	1,141	589,6	0,707	155,7	0,404
500	4305,5	1,636	1994,7	1,189	633,2	0,736	167,1	0,421
520	4617,2	1,701	2138,0	1,236	678,3	0,766	178,9	0,438
540	4938,8	1,766	2285,8	1,284	724,7	0,795	191,0	0,455
560	5270,4	1,832	2438,0	1,331	772,5	0,825	203,5	0,471
580	5611,7	1,897	2594,7	1,379	821,6	0,854	216,3	0,488
600	5962,9	1,963	2755,7	1,426	872,1	0,884	229,5	0,505
620	6323,8	2,028	2921,2	1,474	923,9	0,913	243,0	0,522
640	6694,4	2,093	3091,0	1,521	977,1	0,942	256,8	0,539
660	7074,7	2,159	3265,2	1,569	1031,5	0,972	271,0	0,556
680	7464,7	2,224	3443,8	1,616	1087,4	1,001	285,5	0,573
700	7864,3	2,290	3626,6	1,664	1144,5	1,031	300,3	0,589

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
720	8273,6	2,355	3813,8	1,711	1202,9	1,060	315,5	0,606
740	8692,4	2,421	4005,2	1,759	1262,6	1,090	331,0	0,623
760	9120,8	2,489	4201,0	1,807	1323,7	1,119	346,8	0,640
780	9558,7	2,551	4401,0	1,854	1386,0	1,149	363,0	0,657
800	10006,1	2,617	4605,2	1,902	1449,6	1,178	379,5	0,674
820	10463,0	2,682	4813,7	1,949	1514,5	1,208	396,3	0,690
840	10929,4	2,748	5026,5	1,997	1580,7	1,237	413,4	0,707
860	11405,3	2,813	5243,4	2,044	1648,2	1,266	430,8	0,724
880	11890,6	2,878	5464,6	2,092	1716,9	1,296	448,6	0,741
900	12385,3	2,944	5690,0	2,139	1786,9	1,325	466,7	0,758
920	12889,4	3,009	5919,6	2,187	1858,2	1,355	485,1	0,775
940			6153,3	2,234	1930,8	1,384	503,9	0,791
960			6391,3	2,282	2004,6	1,414	522,9	0,808
980			6633,4	2,329	2079,6	1,443	542,3	0,825
1000			6879,6	2,377	2155,9	1,473	561,9	0,842
1200			9569,3	2,852	2987,2	1,767	775,7	1,010
1400			12667,6	3,328	3940,9	2,062	1020,0	1,179
1600					5014,9	2,356	1294,2	1,347
1800					6207,6	2,651	1597,6	1,515
2000					7517,9	2,945	1929,9	1,684
2200					8944,7	3,240	2290,8	1,852
2400					10487,1	3,534	2679,9	2,020
2600					12144,4	3,829	3097,0	2,189
2800								2,357
3000								2,526
3200								2,694
3400								2,862
3600								3,031

Таблица 14. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах $\varnothing 32$ и 40 для водопроводных систем

G – расчетный поток воды, [дм³/сек]

w – скорость течения воды, [м/сек]

R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
дм³/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
0,25	132	0,50	46	0,30
0,30	176	0,55	64	0,36
0,35	236	0,65	84	0,42
0,40	304	0,75	103	0,48
0,45	365	0,84	128	0,54
0,50	440	0,93	156	0,60
0,55	523	1,02	185	0,66
0,60	614	1,12	214	0,72
0,65	697	1,20	244	0,77
0,70	804	1,30	280	0,84
0,75	898	1,38	319	0,90
0,80	1014	1,48	359	0,96
0,85	1140	1,58	408	1,02
0,90	1254	1,67	439	1,08
0,95	1382	1,76	484	1,14
1,00	1526	1,86	531	1,20
1,05	1662	1,96	582	1,26
1,10	1802	2,04	630	1,32
1,15	1953	2,14	673	1,38
1,20	2098	2,22	728	1,43
1,25	2272	2,32	791	1,50
1,30	2445	2,42	852	1,56
1,35	2600	2,50	912	1,62
1,40	2791	2,60	968	1,68
1,45	2824	2,68	1029	1,74
1,50	3151	2,78	1093	1,80
1,55	3360	2,88	1158	1,86
1,60	3546	2,97	1245	1,92
1,65	3726	3,06	1298	1,98
1,70			1373	2,03
1,75			1449	2,10
1,80			1520	2,16
1,85			1593	2,21

G	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
Δm³/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
1,90			1676	2,28
1,95			1760	2,33
2,00			1845	2,40
2,05			1934	2,46
2,10			2019	2,52
2,15			2100	2,58
2,20			2190	2,64
2,25			2285	2,70
2,30			2372	2,76
2,35			2461	2,82
2,40			2562	2,88
2,45			2664	2,94
2,50			2767	3,00

Таблица 15. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах KISAN для систем горячей воды бытового назначения

G – расчетный поток воды, [кг/час]

w – скорость течения воды, [м/сек]

R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
3	1,8	0,010	0,9	0,007	0,4	0,005	0,1	0,003
3,2	1,9	0,011	1,0	0,008	0,4	0,005	0,1	0,003
3,4	2,0	0,011	1,1	0,008	0,4	0,005	0,1	0,003
3,6	2,1	0,012	1,1	0,009	0,4	0,005	0,1	0,003
3,8	2,2	0,013	1,2	0,009	0,5	0,006	0,1	0,003
4	2,4	0,013	1,2	0,010	0,5	0,006	0,2	0,003
4,2	2,5	0,014	1,3	0,010	0,5	0,006	0,2	0,004
4,4	2,6	0,015	1,4	0,011	0,5	0,007	0,2	0,004
4,6	2,7	0,015	1,4	0,011	0,5	0,007	0,2	0,004
4,8	2,8	0,016	1,5	0,012	0,6	0,007	0,2	0,004
5	2,9	0,017	1,6	0,012	0,6	0,008	0,2	0,004
5,2	3,1	0,017	1,6	0,013	0,6	0,008	0,2	0,004
5,4	3,2	0,018	1,7	0,013	0,6	0,008	0,2	0,005
5,6	3,3	0,019	1,7	0,014	0,7	0,008	0,2	0,005
5,8	3,4	0,019	1,8	0,014	0,7	0,009	0,2	0,005
6	3,5	0,020	1,9	0,014	0,7	0,009	0,2	0,005
6,2	3,6	0,021	1,9	0,015	0,7	0,009	0,2	0,005
6,4	3,8	0,021	2,0	0,015	0,8	0,010	0,2	0,006
6,6	3,9	0,022	2,1	0,016	0,8	0,010	0,3	0,006
6,8	4,0	0,023	2,1	0,016	0,8	0,010	0,3	0,006
7	4,1	0,023	2,2	0,017	0,8	0,010	0,3	0,006
7,2	4,2	0,024	2,2	0,017	0,9	0,011	0,3	0,006
7,4	4,4	0,025	2,3	0,018	0,9	0,011	0,3	0,006
7,6	4,5	0,025	2,4	0,018	0,9	0,011	0,3	0,007
7,8	4,6	0,026	2,4	0,019	0,9	0,012	0,3	0,007
8	4,7	0,027	2,5	0,019	1,0	0,012	0,3	0,007
8,2	4,8	0,027	2,5	0,020	1,0	0,012	0,3	0,007
8,4	4,9	0,028	2,6	0,020	1,0	0,013	0,3	0,007
8,6	5,1	0,029	2,7	0,021	1,0	0,013	0,3	0,007
8,8	5,2	0,029	2,7	0,021	1,0	0,013	0,3	0,008
9	5,3	0,030	2,8	0,022	1,1	0,013	0,4	0,008
9,2	5,4	0,031	2,9	0,022	1,1	0,014	0,4	0,008

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
9,4	5,5	0,031	2,9	0,023	1,1	0,014	0,4	0,008
9,6	5,7	0,032	3,0	0,023	1,1	0,014	0,4	0,008
9,8	5,8	0,032	3,0	0,024	1,2	0,015	0,4	0,008
10	5,9	0,033	3,1	0,024	1,2	0,015	0,4	0,009
12	7,1	0,040	3,7	0,029	1,4	0,018	0,5	0,010
14	8,2	0,046	4,4	0,034	1,7	0,021	0,5	0,012
16	9,4	0,053	5,0	0,039	1,9	0,024	0,6	0,014
18	10,6	0,060	5,6	0,043	2,1	0,027	0,7	0,015
20	11,8	0,066	6,2	0,048	2,4	0,030	0,8	0,017
22	12,9	0,073	6,8	0,053	2,6	0,033	0,9	0,019
24	14,1	0,079	7,5	0,058	2,9	0,036	0,9	0,020
26	15,3	0,086	8,1	0,063	3,1	0,039	1,0	0,022
28	16,5	0,093	8,7	0,067	3,3	0,042	1,1	0,024
30	17,7	0,099	9,3	0,072	3,6	0,045	1,2	0,026
32	18,8	0,106	9,9	0,077	3,8	0,048	1,2	0,027
34	20,0	0,113	10,6	0,082	4,1	0,051	1,3	0,029
36	21,2	0,119	11,2	0,087	4,3	0,054	1,4	0,031
38	22,7	0,126	11,8	0,091	4,5	0,057	1,5	0,032
40	24,9	0,132	12,4	0,096	4,8	0,060	1,6	0,034
42	28,1	0,139	13,1	0,101	5,0	0,063	1,6	0,036
44	32,1	0,146	13,8	0,106	5,2	0,066	1,7	0,038
46	37,1	0,152	14,8	0,111	5,5	0,069	1,8	0,039
48	42,9	0,159	16,3	0,116	5,7	0,072	1,9	0,041
50	49,4	0,166	18,1	0,120	6,0	0,075	1,9	0,043
52	56,3	0,172	20,4	0,125	6,2	0,078	2,0	0,044
54	63,5	0,179	23,0	0,130	6,4	0,081	2,1	0,046
56	70,8	0,185	26,1	0,135	6,7	0,083	2,2	0,048
58	77,7	0,192	29,4	0,140	7,1	0,086	2,3	0,049
60	84,2	0,199	33,0	0,144	7,6	0,089	2,3	0,051
62	90,3	0,205	36,7	0,149	8,3	0,092	2,4	0,053
64	95,9	0,212	40,6	0,154	9,0	0,095	2,5	0,055
66	101,1	0,219	44,3	0,159	9,9	0,098	2,6	0,056
68	106,5	0,225	48,0	0,164	10,9	0,101	2,7	0,058
70	111,9	0,232	51,4	0,168	12,0	0,104	2,7	0,060
72	117,5	0,238	54,6	0,173	13,2	0,107	2,8	0,061
74	123,2	0,245	57,6	0,178	14,5	0,110	2,9	0,063
76	129,0	0,252	60,5	0,183	15,9	0,113	3,0	0,065
78	135,0	0,258	63,2	0,188	17,3	0,116	3,2	0,066
80	141,0	0,265	66,1	0,192	18,8	0,119	3,4	0,068

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
82	147,2	0,271	68,9	0,197	20,2	0,122	3,6	0,070
84	153,4	0,278	71,8	0,202	21,7	0,125	3,8	0,072
86	159,8	0,285	74,8	0,207	23,1	0,128	4,1	0,073
88	166,3	0,291	77,9	0,212	24,4	0,131	4,4	0,075
90	173,0	0,298	80,9	0,217	25,7	0,134	4,7	0,077
92	179,7	0,305	84,1	0,221	26,9	0,137	5,1	0,078
94	186,6	0,311	87,2	0,226	28,0	0,140	5,5	0,080
96	193,5	0,318	90,5	0,231	29,1	0,143	5,9	0,082
98	200,6	0,324	93,8	0,236	30,1	0,146	6,3	0,084
100	207,8	0,331	97,1	0,241	31,2	0,149	6,8	0,085
120	285,7	0,397	133,3	0,289	42,7	0,179	11,3	0,102
140	374,6	0,463	174,4	0,337	55,7	0,209	14,8	0,119
160	474,0	0,530	220,4	0,385	70,3	0,238	18,6	0,136
180	583,9	0,596	271,0	0,433	86,3	0,268	22,8	0,153
200	704,1	0,662	326,4	0,481	103,7	0,298	27,4	0,170
220	834,4	0,728	386,3	0,529	122,5	0,328	32,3	0,187
240	974,7	0,794	450,7	0,577	142,8	0,358	37,6	0,205
260	1124,9	0,861	519,6	0,625	164,3	0,387	43,2	0,222
280	1285,0	0,927	592,9	0,674	187,3	0,417	49,2	0,239
300	1454,8	0,993	670,7	0,722	211,5	0,447	55,5	0,256
320	1634,4	1,059	752,7	0,770	237,1	0,477	62,1	0,273
340	1823,5	1,125	839,1	0,818	264,0	0,507	69,1	0,290
360	2022,3	1,192	929,7	0,866	292,2	0,537	76,4	0,307
380	2230,7	1,258	1024,7	0,914	321,7	0,566	84,0	0,324
400	2448,5	1,324	1123,8	0,962	352,5	0,596	92,0	0,341
420	2675,8	1,390	1227,2	1,010	384,5	0,626	100,2	0,358
440	2912,5	1,456	1334,8	1,058	417,9	0,656	108,8	0,375
460	3158,7	1,523	1446,5	1,107	452,4	0,686	117,7	0,392
480	3414,2	1,589	1562,5	1,155	488,2	0,715	126,9	0,409
500	3679,0	1,655	1682,5	1,203	525,3	0,745	136,4	0,426
520	3953,2	1,721	1806,8	1,251	563,6	0,775	146,2	0,443
540	4236,7	1,787	1935,1	1,299	603,1	0,805	156,4	0,460
560	4529,5	1,854	2067,5	1,347	643,9	0,835	166,8	0,477
580	4831,5	1,920	2204,1	1,395	685,8	0,864	177,6	0,494
600	5142,8	1,986	2344,7	1,443	729,0	0,894	188,6	0,511
620	5463,3	2,052	2489,4	1,491	773,5	0,924	199,9	0,528
640	5793,0	2,118	2638,2	1,539	819,1	0,954	211,6	0,545
660	6131,9	2,185	2791,0	1,588	865,9	0,984	223,5	0,562
680	6480,0	2,251	2947,9	1,636	913,6	1,013	235,8	0,579

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
700	6837,3	2,317	3108,9	1,684	963,2	1,043	248,3	0,596
720	7203,7	2,383	3273,8	1,732	1013,6	1,073	261,1	0,613
740	7579,3	2,449	3442,9	1,780	1065,2	1,103	274,3	0,630
760	7964,0	2,516	3615,9	1,828	1118,0	1,133	287,7	0,647
780	8357,8	2,582	3792,9	1,876	1172,0	1,162	301,4	0,665
800	8760,7	2,648	3974,0	1,924	1227,2	1,192	315,4	0,682
820	9172,8	2,714	4159,0	1,972	1283,6	1,222	329,7	0,699
840	9594,0	2,780	4348,1	2,021	1341,1	1,252	344,3	0,716
860	10024,2	2,847	4541,2	2,069	1399,9	1,282	359,1	0,733
880	10463,6	2,913	4738,2	2,117	1459,8	1,311	374,3	0,750
900	10912,0	2,979	4939,3	2,165	1520,9	1,341	389,7	0,767
920	11369,5	3,045	5144,3	2,213	1583,1	1,371	405,5	0,784
940			5353,3	2,261	1646,5	1,401	421,5	0,801
960			5566,3	2,309	1711,1	1,431	437,8	0,818
980			5783,2	2,357	1776,9	1,460	454,4	0,835
1000			6004,1	2,405	1843,8	1,490	471,2	0,852
1200			8430,7	2,886	2576,7	1,788	655,4	1,022
1400			11250,9	3,368	3424,7	2,086	867,4	1,193
1600					4386,7	2,384	1106,9	1,363
1800					5462,0	2,682	1373,6	1,533
2000					6650,1	2,980	1667,2	1,704
2200					7950,6	3,278	1987,5	1,874
2400							2334,5	2,045
2600							2708,0	2,215
2800							3107,8	2,385
3000							3534,0	2,556
3200							3986,4	2,726
3400							4464,9	2,897
3600							4969,5	3,067

Таблица 16. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах $\varnothing 32$ и 40 для систем горячей воды бытового назначения

G – расчетный поток воды, [дм³/сек]

w – скорость течения воды, [м/сек]

R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
дм³/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
0,25	112	0,50	39	0,30
0,30	150	0,55	54	0,36
0,35	200	0,65	71	0,42
0,40	258	0,75	88	0,47
0,45	310	0,84	109	0,54
0,50	374	0,93	132	0,60
0,55	440	1,02	157	0,65
0,60	522	1,12	180	0,72
0,65	590	1,20	205	0,78
0,70	683	1,30	235	0,83
0,75	762	1,38	270	0,90
0,80	860	1,49	305	0,96
0,85	969	1,58	345	1,02
0,90	1066	1,67	411	1,08
0,95	1170	1,76	430	1,14
1,00	1295	1,86	451	1,20
1,05	1410	1,96	495	1,26
1,10	1530	2,05	530	1,32
1,15	1660	2,14	572	1,38
1,20	1783	2,22	615	1,42
1,25	1930	2,32	672	1,50
1,30	2080	2,42	724	1,56
1,35	2210	2,50	775	1,62
1,40	2372	2,60	820	1,68
1,45	2400	2,67	875	1,74
1,50	2678	2,78	930	1,80
1,55	2856	2,88	984	1,86
1,60	3010	2,98	1058	1,92
1,65	3167	3,06	1100	1,98
1,70			1168	2,03
1,75			1230	2,10
1,80			1292	2,16
1,85			1354	2,21

G	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
$\Delta m^3/\text{сек}$	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
1,90			1425	2,28
1,95			1496	2,33
2,00			1568	2,40
2,05			1644	2,46
2,10			1715	2,52
2,15			1785	2,58
2,20			1860	2,64
2,25			1942	2,70
2,30			2016	2,76
2,35			2090	2,82
2,40			2175	2,88
2,45			2264	2,94
2,50			2350	3,00

Таблица 17. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах для систем центрального отопления

G – расчетный поток воды, [кг/час]

w – скорость течения воды, [м/сек]

R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
3	1,3	0,010	0,7	0,007	0,3	0,005	0,1	0,003
3,2	1,4	0,011	0,7	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,4	1,5	0,011	0,8	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,6	1,6	0,012	0,8	0,009	0,3	0,005	0,1	0,003
3,8	1,7	0,013	0,9	0,009	0,3	0,006	0,1	0,003
4	1,8	0,013	0,9	0,010	0,4	0,006	0,1	0,003
4,2	1,9	0,014	1,0	0,010	0,4	0,006	0,1	0,004
4,4	1,9	0,015	1,0	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,6	2,0	0,015	1,1	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,8	2,1	0,016	1,1	0,012	0,4	0,007	0,1	0,004
5	2,2	0,017	1,2	0,012	0,4	0,008	0,1	0,004
5,2	2,3	0,017	1,2	0,013	0,5	0,008	0,2	0,005
5,4	2,4	0,018	1,3	0,013	0,5	0,008	0,2	0,005
5,6	2,5	0,019	1,3	0,014	0,5	0,008	0,2	0,005
5,8	2,6	0,019	1,4	0,014	0,5	0,009	0,2	0,005
6	2,6	0,020	1,4	0,015	0,5	0,009	0,2	0,005
6,2	2,7	0,021	1,4	0,015	0,6	0,009	0,2	0,005
6,4	2,8	0,021	1,5	0,016	0,6	0,010	0,2	0,006
6,6	2,9	0,022	1,5	0,016	0,6	0,010	0,2	0,006
6,8	3,0	0,023	1,6	0,017	0,6	0,010	0,2	0,006
7	3,1	0,023	1,6	0,017	0,6	0,011	0,2	0,006
7,2	3,2	0,024	1,7	0,018	0,6	0,011	0,2	0,006
7,4	3,3	0,025	1,7	0,018	0,7	0,011	0,2	0,006
7,6	3,4	0,025	1,8	0,019	0,7	0,011	0,2	0,007
7,8	3,4	0,026	1,8	0,019	0,7	0,012	0,2	0,007
8	3,5	0,027	1,9	0,019	0,7	0,012	0,2	0,007
8,2	3,6	0,027	1,9	0,020	0,7	0,012	0,2	0,007
8,4	3,7	0,028	2,0	0,020	0,8	0,013	0,2	0,007
8,6	3,8	0,029	2,0	0,021	0,8	0,013	0,3	0,007
8,8	3,9	0,029	2,1	0,021	0,8	0,013	0,3	0,008
9	4,0	0,030	2,1	0,022	0,8	0,014	0,3	0,008
9,2	4,1	0,031	2,1	0,022	0,8	0,014	0,3	0,008

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
9,4	4,2	0,031	2,2	0,023	0,8	0,014	0,3	0,008
9,6	4,2	0,032	2,2	0,023	0,9	0,015	0,3	0,008
10	4,4	0,033	2,3	0,024	0,9	0,015	0,3	0,009
12	5,3	0,040	2,8	0,029	1,1	0,018	0,4	0,010
14	6,2	0,047	3,3	0,034	1,3	0,021	0,4	0,012
16	7,1	0,054	3,7	0,039	1,4	0,024	0,5	0,014
18	7,9	0,060	4,2	0,044	1,6	0,027	0,5	0,016
20	8,8	0,067	4,7	0,049	1,8	0,030	0,6	0,017
22	9,7	0,074	5,1	0,054	2,0	0,033	0,6	0,019
24	10,6	0,080	5,6	0,058	2,1	0,036	0,7	0,021
26	11,5	0,087	6,1	0,063	2,3	0,039	0,8	0,022
28	12,5	0,094	6,5	0,068	2,5	0,042	0,8	0,024
30	14,2	0,100	7,0	0,073	2,7	0,045	0,9	0,026
32	16,8	0,107	7,5	0,078	2,9	0,048	0,9	0,028
34	20,3	0,114	8,2	0,083	3,0	0,051	1,0	0,029
36	24,7	0,120	9,3	0,088	3,2	0,054	1,1	0,031
38	29,7	0,127	10,8	0,092	3,4	0,057	1,1	0,033
40	35,1	0,134	12,7	0,097	3,6	0,060	1,2	0,034
42	40,5	0,140	15,0	0,102	3,8	0,063	1,2	0,036
44	45,6	0,147	17,6	0,107	4,1	0,066	1,3	0,038
46	50,2	0,154	20,4	0,112	4,6	0,069	1,3	0,040
48	54,4	0,161	23,3	0,117	5,2	0,072	1,4	0,041
50	58,3	0,167	26,1	0,122	5,9	0,075	1,5	0,043
52	62,4	0,174	28,7	0,126	6,7	0,078	1,5	0,045
54	66,6	0,181	31,1	0,131	7,6	0,081	1,6	0,047
56	70,9	0,187	33,2	0,136	8,6	0,084	1,7	0,048
58	75,4	0,194	35,3	0,141	9,7	0,087	1,8	0,050
60	79,9	0,201	37,4	0,146	10,8	0,090	1,9	0,052
62	84,6	0,207	39,6	0,151	11,9	0,093	2,1	0,053
64	89,4	0,214	41,8	0,156	12,9	0,096	2,3	0,055
66	94,3	0,221	44,1	0,160	13,9	0,099	2,5	0,057
68	99,3	0,227	46,5	0,165	14,8	0,102	2,8	0,059
70	104,4	0,234	48,8	0,170	15,7	0,105	3,1	0,060
72	109,7	0,241	51,3	0,175	16,5	0,108	3,4	0,062
74	115,1	0,248	53,8	0,180	17,3	0,111	3,7	0,064
76	120,5	0,254	56,3	0,185	18,1	0,114	4,1	0,065
78	126,1	0,261	58,9	0,190	18,9	0,117	4,4	0,067
80	131,8	0,268	61,6	0,194	19,7	0,120	4,8	0,069
80	141,0	0,265	66,1	0,192	18,8	0,119	3,4	0,068

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
82	137,6	0,274	64,3	0,199	20,6	0,123	5,1	0,071
84	143,6	0,281	67,0	0,204	21,5	0,127	5,5	0,072
86	149,6	0,288	69,8	0,209	22,4	0,130	5,8	0,074
88	155,7	0,294	72,6	0,214	23,3	0,133	6,1	0,076
90	162,0	0,301	75,5	0,219	24,2	0,136	6,4	0,078
92	168,4	0,308	78,5	0,224	25,1	0,139	6,7	0,079
94	174,8	0,314	81,5	0,228	26,1	0,142	6,9	0,081
96	181,4	0,321	84,5	0,233	27,0	0,145	7,2	0,083
98	188,1	0,328	87,6	0,238	28,0	0,148	7,5	0,084
100	194,9	0,334	90,8	0,243	29,0	0,151	7,7	0,086
120	268,8	0,401	124,9	0,292	39,8	0,181	10,6	0,103
140	353,2	0,468	163,8	0,340	52,1	0,211	13,8	0,121
160	447,9	0,535	207,4	0,389	65,8	0,241	17,4	0,138
180	552,7	0,602	255,6	0,437	80,9	0,271	21,3	0,155
200	667,6	0,669	308,2	0,486	97,4	0,301	25,6	0,172
220	792,4	0,736	365,3	0,535	115,3	0,331	30,2	0,189
240	927,0	0,803	426,9	0,583	134,5	0,361	35,2	0,207
260	1071,3	0,869	492,7	0,632	155,0	0,391	40,5	0,224
280	1225,3	0,936	562,9	0,680	176,8	0,422	46,2	0,241
300	1388,9	1,003	637,4	0,729	199,9	0,452	52,1	0,258
320	1562,1	1,070	716,1	0,778	224,3	0,482	58,4	0,275
340	1744,8	1,137	799,1	0,826	250,0	0,512	65,0	0,293
360	1936,9	1,204	886,3	0,875	276,9	0,542	72,0	0,310
380	2138,5	1,271	977,6	0,923	305,1	0,572	79,2	0,327
400	2349,5	1,338	1073,2	0,972	334,5	0,602	86,7	0,344
420	2569,9	1,404	1172,9	1,021	365,2	0,632	94,6	0,362
440	2799,6	1,471	1276,7	1,069	397,1	0,662	102,8	0,379
460	3038,7	1,538	1384,6	1,118	430,2	0,693	111,2	0,396
480	3287,0	1,605	1496,7	1,166	464,6	0,723	120,0	0,413
500	3544,7	1,672	1612,9	1,215	500,1	0,753	129,1	0,430
520	3811,6	1,739	1733,1	1,264	536,9	0,783	138,4	0,448
540	4087,8	1,806	1857,4	1,312	574,9	0,813	148,1	0,465
560	4373,2	1,873	1985,8	1,361	614,1	0,843	158,1	0,482
580	4667,8	1,940	2118,3	1,409	654,5	0,873	168,3	0,499
600	4971,7	2,006	2254,8	1,458	696,2	0,903	178,9	0,516
620	5284,7	2,073	2395,4	1,507	738,9	0,933	189,7	0,534
640	5606,9	2,140	2540,0	1,555	782,9	0,964	200,8	0,551
660	5938,3	2,207	2688,6	1,604	828,1	0,994	212,3	0,568
680	6278,9	2,274	2841,2	1,652	874,5	1,024	224,0	0,585

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
700	6628,7	2,341	2997,9	1,701	922,0	1,054	236,0	0,602
720	6987,5	2,408	3158,6	1,750	970,7	1,084	248,3	0,620
740	7355,6	2,475	3323,3	1,798	1020,6	1,114	260,9	0,637
760	7732,7	2,541	3492,0	1,847	1071,7	1,144	273,7	0,654
780	8119,0	2,608	3664,7	1,895	1124,0	1,174	286,9	0,671
800	8514,5	2,675	3841,4	1,944	1177,4	1,204	300,3	0,689
820	8919,0	2,742	4022,1	1,993	1232,0	1,234	314,1	0,706
840	9332,7	2,809	4206,7	2,041	1287,7	1,265	328,1	0,723
860	9755,4	2,876	4395,4	2,090	1344,7	1,295	342,4	0,740
880	10187,3	2,943	4588,0	2,138	1402,8	1,325	356,9	0,757
900	10628,2	3,010	4784,7	2,187	1462,0	1,355	371,8	0,775
920			4985,3	2,236	1522,4	1,385	386,9	0,792
940			5189,8	2,284	1584,0	1,415	402,3	0,809
960			5398,4	2,333	1646,7	1,445	418,0	0,826
980			5610,9	2,381	1710,6	1,475	434,0	0,843
1000			5827,3	2,430	1775,6	1,505	450,2	0,861
1200			8209,5	2,916	2489,4	1,807	628,0	1,033
1400			10986,1	3,402	3317,5	2,108	833,2	1,205
1600					4259,4	2,409	1065,5	1,377
1800					5314,6	2,710	1324,7	1,549
2000					6482,6	3,011	1610,7	1,721
2200							1923,3	1,893
2400							2262,4	2,066
2600							2627,9	2,238
2800							3019,7	2,410
3000							3437,9	2,582
3200							3882,2	2,754
3400							4352,7	2,926
3600							4849,3	3,098

Таблица 18. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах $\varnothing 32$ и 40 для систем центрального отопления

G – расчетный поток воды, [кг/час]

w – скорость течения воды, [м/сек]

R – удельное линейное сопротивление, [Па/м]

G кг/час	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
200	8	0,11		
250	12	0,14		
300	15	0,16		
350	21	0,19		
400	26	0,21		
450	32	0,24		
500	37	0,27		
550	45	0,30		
600	52	0,32		
650	60	0,35		
700	68	0,38		
750	77	0,41		
800	86	0,43		
850	96	0,46		
900	105	0,48		
950	116	0,51		
1000	127	0,53		
1050	139	0,56		
1100	150	0,59		
1150	163	0,62		
1200	175	0,64	65	0,42
1250	189	0,66	70	0,44
1300	202	0,69	75	0,46
1350	216	0,72	80	0,48
1400	230	0,75	85	0,50
1450	245	0,77	91	0,52
1500	260	0,79	97	0,53
1550	276	0,83	103	0,55
1600	292	0,86	108	0,56
1650	309	0,88	115	0,58
1700	325	0,90	121	0,60
1750	343	0,93	127	0,62
1800	360	0,96	133	0,64

G	32 x 3		40 x 4	
	R	w	R	w
кг/час	Па/м	м/сек	Па/м	м/сек
1850	379	0,99	140	0,66
1900	397	1,01	147	0,68
2000			161	0,71
2200			191	0,78
2400			223	0,85
2600			257	0,92
2800			293	0,99
3000			331	1,06
3200			372	1,13
3400			415	1,20
3600			460	1,26
3800			506	1,34
4000			555	1,40
4200			606	1,48
4400			658	1,54
4600			713	1,61
4800			769	1,69
5000			828	1,76
5200			905	1,84
5400			951	1,90
5600			1015	1,97

8. Перечень транспортируемых химических веществ

Показания и противопоказания к применению труб из полиэтилена средней и высокой плотности и структурированного полиэтилена для транспортировки химических, пищевых и других субстанций (не касаются вопросов электростатичности).

- + означает стойкость трубы и возможность ее неограниченного по времени применения для транспортировки данного средства при указанной температуре
- 0 означает возможность применения трубы в течение коротких (1-3 месяца) периодов времени
- означает, что трубы не рекомендуются для данных средств

Таблица 19. Показания и противопоказания к применению полиэтиленовых труб

№ п/п	Вещество	Температура	
		+ 20°C	+ 60°C
Неорганические кислоты			
1	азотная кислота до 25%	+	+
2	азотная кислота 50–70%	0	–
3	азотная кислота 95%	–	–
4	борная кислота	–	–
5	хлорсульфоновая кислота	–	–
6	плавиковая кислота до 60%	+	+
7	фосфорная кислота до 50%	+	+
8	фосфорная кислота 95%	0	–
9	соляная кислота до до 36%	+	+
10	серная кислота 10–60%	+	+
11	серная кислота 70%	+	0
12	серная кислота 95–98%	0	–
13	олеум	–	–
Органические кислоты			
14	бензолсульфокислота	–	
15	малеиновая кислота концентрированная	+	+
16	молочная кислота 100%	+	+
17	уксусная кислота 10–60%	+	+
18	уксусная кислота ледяная	0	–
19	салициловая кислота	+	+
20	стеариновая кислота	+	–
Щелочи			
21	гидроокись калия до 100%	+	+
22	гидроокись натрия до 100%	+	+
Прочие неорганические соединения			
23	аммиак газообразный	+	+
24	соли аммония	+	+
25	соединения бария	+	+
26	бура и ее растворы	+	+
27	бромистый водород 100%	+	+
28	бром 100%	–	–

№ п/п	Вещество	Температура	
		+ 20°C	+ 60°C
29	хлористый водород 100%	+	+
30	хлор 100%	0	
31	соединения цинка	+	+
32	фтор 100%	0	
33	фтористый водород 100%	+	0
34	соединения меди	+	+
35	ртуть	+	
36	соединения натрия (также соляной раствор)	+	+
37	сероводород	+	
38	диоксид серы (газообразная)	+	+
39	кислород	+	
40	соединения кальция	+	
41	окись углерода	+	
42	сероуглерод	—	
43	вода	+	+
44	морская вода	+	+
45	водород	+	+
Органические соединения			
46	уксусный альдегид 100%	0	—
47	муравьиный альдегид (формалин, формальдегид) до 40%	+	+
48	ацетон 100%	—	—
49	амиловый спирт	+	
50	этиловый спирт 40%	+	
51	этиловый спирт 96%	0	—
52	бутиловый спирт	+	
53	метиловый спирт до 10%	—	
54	метиловый спирт до 100%	0	—
55	анилин и его производные	—	—
56	бензиловый спирт	—	—
57	фурфуриловый спирт	—	—
58	бензальдегид 100%	—	—
59	бензол	—	—
60	бромистый этил	0	—
61	циклогексинол	—	—
62	хлороформ	—	—
63	дихлорэтилен	—	—
64	этиловый эфир	—	—
65	фенол	—	—
66	глицерин	+	+
67	этиленгликоль	+	+
68	гидрохинон	+	
69	крезолы	—	—

№ п/п	Вещество	Температура	
		+ 20°C	+ 60°C
70	ксилол	–	–
71	метилэтилкетон	0	+
72	моноклорбензол	–	–
73	нитробензол	0	–
74	керосин	–	–
75	камфарное масло	–	
76	минеральные масла	0	–
77	трансформаторное масло	0	–
78	этилацетат	0	–
79	метилацетат	0	–
80	парафин	0	–
81	скипидар	0	–
Пищевые продукты и средства растительного происхождения			
82	дрожжи и их растворы	+	
83	глюкоза и ее растворы	+	+
84	молоко	+	
85	масла животного происхождения	0	–
86	касторовое масло	–	–
87	льняное масло	0	–
88	растительные масла	0	–
89	уксус	–	+
90	крахмал, его растворы и взвеси	+	+
91	сыворотка	+	+
92	жиры животного происхождения	+	
Прочее			
93	разбавленные растворы поверхностноактивных веществ, эмульгаторы	+	+
94	мыльные растворы	+	+
95	растворы средств защиты растений	+	

Внимание!

В случае использования систем для иных субстанций кроме воды необходимо принимать во внимание коррозионную устойчивость соединителей.

KISAN COMFORT

9. Напольное отопление – удобно и доступно

9.1. Введение

Система обогрева пола в технологии KISAN COMFORT состоит из элементов полностью изготовленных в Польше.

Системы обогрева пола относятся к низкотемпературному типу отопления, в котором 70% энергии передается посредством теплового излучения и только 30% – посредством конвекции. При таком способе отопления, благодаря равномерному распределению тепла в помещении от пола до потолка, достигается «тепловой комфорт» (ступнями ног ощущается исходящее от пола тепло при сохранении оптимальной температуры воздуха на уровне головы).

Системы обогрева пола можно применять:

- в жилищном строительстве, особенно, частных домах,
- в зданиях общественного назначения, например, гостиницах, банках и т.п.,
- на промышленных объектах,
- иных сооружениях, как склады, магазины, бассейны и пр.

Преимущества обогрева полов в системе KISAN COMFORT

- а) распределение температуры в помещении максимально приближается к оптимальному;
- б) отсутствие в помещении батарей отопления позволяет создавать интерьер в любом стиле;
- в) приятное ощущение «теплового комфорта»;
- г) снижение количества пыли в воздухе, благодаря меньшей конвекции воздуха в помещении;
- д) улучшение звукоизоляции, благодаря применению изоляционного слоя;
- е) ограничение сухости воздуха в помещении;
- ж) более выгодная с технической точки зрения низкая температура воды в системе (максимум 55°C);

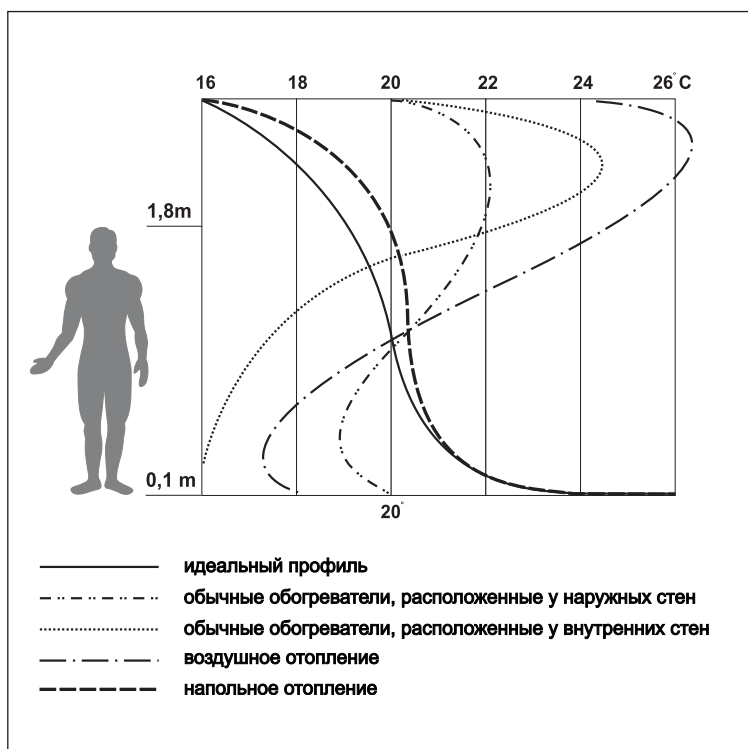


Рис. 31. Распределение температур в помещении с напольным отоплением и традиционным радиаторным

- з) экономия энергии вследствие более низкой температуры воды и оптимального расположения источника тепла в помещении. По сравнению с традиционными системами отопления (радиаторными), экономия может достигать 20%;

- и) возможность соединения с традиционными системами центрального отопления;
- к) элементы системы не подвержены коррозии и образованию накипи;
- л) легкость монтажа труб KISAN – трубы не обладают памятью формы и их можно формировать «холодным» способом;
- м) возможность выполнения греющей петли из одного целого отрезка трубы без дополнительных соединений;
- н) диффузионная герметичность труб системы KISAN, отвечающая требованиям норматива PN-93/C-04607 «Системы трубопроводов из многослойных труб для систем холодной и горячей воды внутри зданий – Трубы» (благодаря прослойке алюминия в стенках трубы кислород не проникает в воду, циркулирующую в системе);
- о) срок эксплуатации системы в нормальных условиях – не менее 50 лет;
- п) возможность использования нетрадиционных низкотемпературных и экологических источников тепла (например, теплообменных агрегатов, солнечных батарей, энергию биораспада в технологических процессах).

Некоторые условия применения систем обогрева полов

- а) Ограничение тепловой эффективности – система обогрева пола может не обеспечивать потребность в тепле в помещениях с большой потерей тепла (выше 80 Вт/м²) или с ограниченной поверхностью обогрева. В подобных случаях рекомендуется использовать дополнительное отопление;
- б) системы обогрева пола характеризуются значительной тепловой инерцией – система реагирует на управление медленнее, по сравнению с традиционными системами отопления;
- в) ограничение выбора материалов для напольного покрытия – можно применять лишь такие типы покрытий, которые обладают хорошей теплопроводностью.

Явление саморегулировки

Сезонное влияние на снижение расхода тепла частично ограничено из-за саморегулировки системы обогрева пола. Оно состоит в том, что при увеличении температуры воздуха в помещении уменьшается разница между температурой пола и температурой воздуха, в результате чего уменьшается и тепловой поток, идущий от пола. Например, когда изначальная температура в помещении составляет 20°C, при увеличении температуры воздуха на 2°C тепловой поток в помещении снижается на 1/3.

9.2. Общие сведения

Требования к проекту

Установке системы обогрева полов должна предшествовать разработка технического проекта, в котором должны содержаться:

- расчеты теплопотери каждого помещения;
- расчетные рабочие параметры системы;
- способ укладки греющей петли с указанным расстоянием между трубами и длиной петли;
- тип и спецификация используемых материалов;
- тип и толщина используемой тепловой изоляции;
- рекомендации (проектные задания) сборки и регулировки системы.

Рабочие условия для систем обогрева пола

Температура пола

В технических стандартах, касающихся систем обогрева пола PN-EN 1264 четко определена температура пола в зависимости от типа помещения :

- 29° С – в зоне постоянного пребывания людей (жилые помещения, офисы и т.п.);
- 35° С – в краевой зоне;
- 33° С – в кухнях и ванных комнатах;
- 27° С – в рабочих помещениях, где люди работают стоя.

Оптимальная температура составляет 24-26° С.

При расчетах системы необходимо проверить, обеспечивается ли при выбранном расстоянии между трубами допустимая температура пола. В действительности, в условиях эксплуатации системы, фактическая температура пола будет значительно ниже расчетной.

Рабочие параметры системы обогрева пола

При разработке проекта системы обогрева пола необходимо предусмотреть следующие рабочие параметры:

Максимальная температура воды в трубах системы не должна превышать 55° С.

- разница температуры на входе и на возврате должна быть в пределах $\Delta t = 5 \div 10^\circ \text{K}$;
- скорость течения воды в трубах должна составлять 0,1–0,6 м/сек;
- длина греющей петли из трубы $\varnothing 14$ мм не должна превышать 80 м, при диаметре $\varnothing 16$ мм не более 120 метров, а из трубы $\varnothing 20$ мм не более 150 метров;
- предполагается, что количество тепла, поступающее в отапливаемое помещение должно составлять не менее 90% количества тепла, доставленного греющими трубами;
- для обеспечения в помещении температуры 20° С расчетная теплоотдача поверхности пола составляет 80 Вт/м².

9.3 Условия для помещений и зданий с системой обогрева пола

Состояние здания перед установкой системы

Перед началом монтажа системы обогрева пола в помещении должны быть выполнены следующие работы:

- установлены входные двери и окна;
- закончена укладка электропроводки, установка сантехнических устройств и осуществлена их техническая приемка;
- закрыты и заделаны технологические борозды;
- закончены штукатурные и отделочные работы;
- вынесен строительный мусор и ненужные материалы;
- поверхности, на которых будет укладываться теплоизоляция (пенополистирол) должны быть вычищены, а неровности возникшие во время штукатурных работ ликвидированы, поскольку могут усложнить укладку изоляции. Неровности поверхности не должны превышать 2-3 мм на 1 метр и 5-8 мм по всей длине помещения;
- должно быть предусмотрено отопление, обеспечивающее температуру в помещении как минимум 5° С. В случае отсутствия отопления, когда система наполнена водой и не работает, могут возникнуть повреждения, вызванные замерзанием воды. В таких

случаях необходимо спустить воду из системы. Чтобы полностью избавиться от воды в системе можно продуть ее воздухом;

- если в результате падения температуры в помещении ниже 0°C замерзнет коллектор, это особенно опасно для концов трубопровода на входе и возврате.

Потери тепла

Системы обогрева полов применяются в жилищном строительстве, а также в зданиях общественного назначения. Чтобы предварительно определить, можно ли использовать в данном помещении систему обогрева пола как основной источник тепла, следует принять исходный параметр теплоотдачи пола равным 80 Вт/м^2 . Расчетные нагрузки на систему обогрева пола определяются по стандарту PN-EN 12831:2006.

Тепловая изоляция

Стандарт для систем обогрева пола PN-EN 1264 определяет минимальное сопротивление тепловой изоляции для греющих плит в зависимости от типа помещения и его использования.

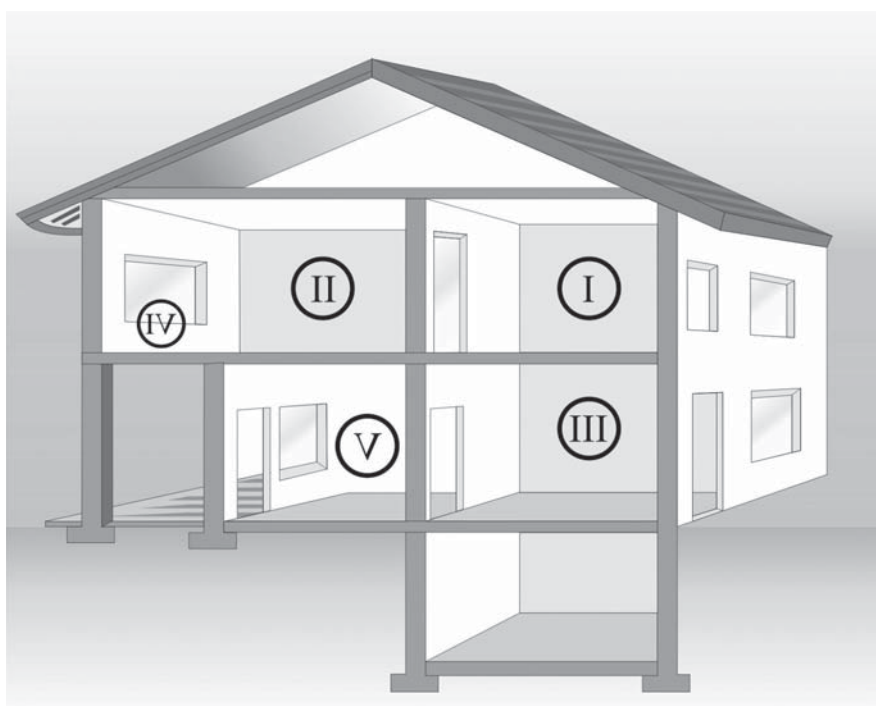


Таблица 20. Величина минимальных сопротивлений теплопроводности согласно стандарту PN-EN 1264

Помещение	Местоположение в доме	Величина необходимого минимального теплового сопротивления R [$\text{м}^2\text{К/Вт}$]
I	Помещение, расположенное ниже обогревается	0,75
II	Помещение, расположенное ниже обогревается неравномерно	1,25
III	Помещение над обогреваемым помещением	1,25
IV	Помещение над проездной аркой	2,0
V	Помещение на грунте	1,25

Тепловую изоляцию можно выполнить из плит пенополистирола высокой твердости плотностью минимум 20 кг/м^3 – EPS 100 согласно стандарту PN-EN 13163 «Изделия для тепловой изоляции в строительстве. Изделия из пенополистирола (EPS) фабричного изготовления. Спецификация.» В качестве изоляции можно также применять минеральную вату с усилением смолами. Чтобы защитить тепловую изоляцию от отсырения, ее накрывают слоем полиэтиленовой пленки либо пленкой с светоотражающим покрытием (Al).

При укладке напольного отопления на грунте необходимо под слоем тепловой изоляции также уложить защиту от влаги из полиэтиленовой пленки. Во влажных помещениях, например, ванных комнатах, можно использовать еще один дополнительный слой гидроизоляции, предохраняющий от заливания водой.

В ассортименте элементов системы KISAN COMFORT имеется:

- пенополистирол EPS 100 польского производства толщиной 30 либо 50 мм, покрытый заводским способом многослойной пленкой с расположенным внутри металлизированным слоем, который представляет собой тепловой экран. Плита из пенополистирола поделена на полосы, что дает возможность сворачивать ее в рулон и облегчает транспортировку и монтаж изоляции. На пленку нанесена сетка с размером ячеек 5 и 10 см, что позволяет точно уложить греющие трубы.
- пенополистирол EPS 100 рифленый, толщиной 3,2 см, с фиксаторами трубы высотой 2,8 см, предназначенный для систем обогрева пола в технологии «по-сухому», возможные интервалы укладки: 10 см, 20 см, 30 см.

Тепловая изоляция, кроме того, выполняет роль звукоизолятора.

9.4. Конструкция пола в системе обогрева пола

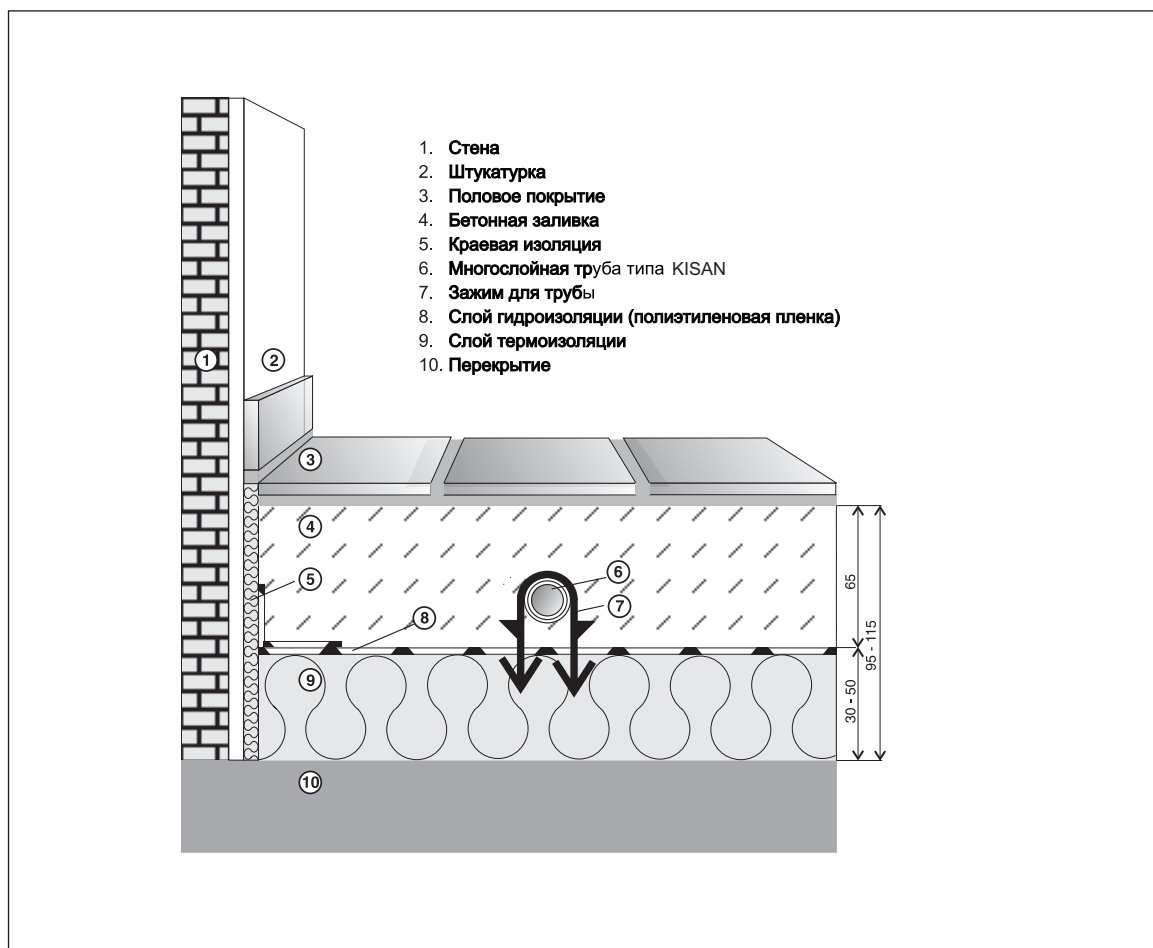


Рис. 32. Полы над отапливаемыми помещениями

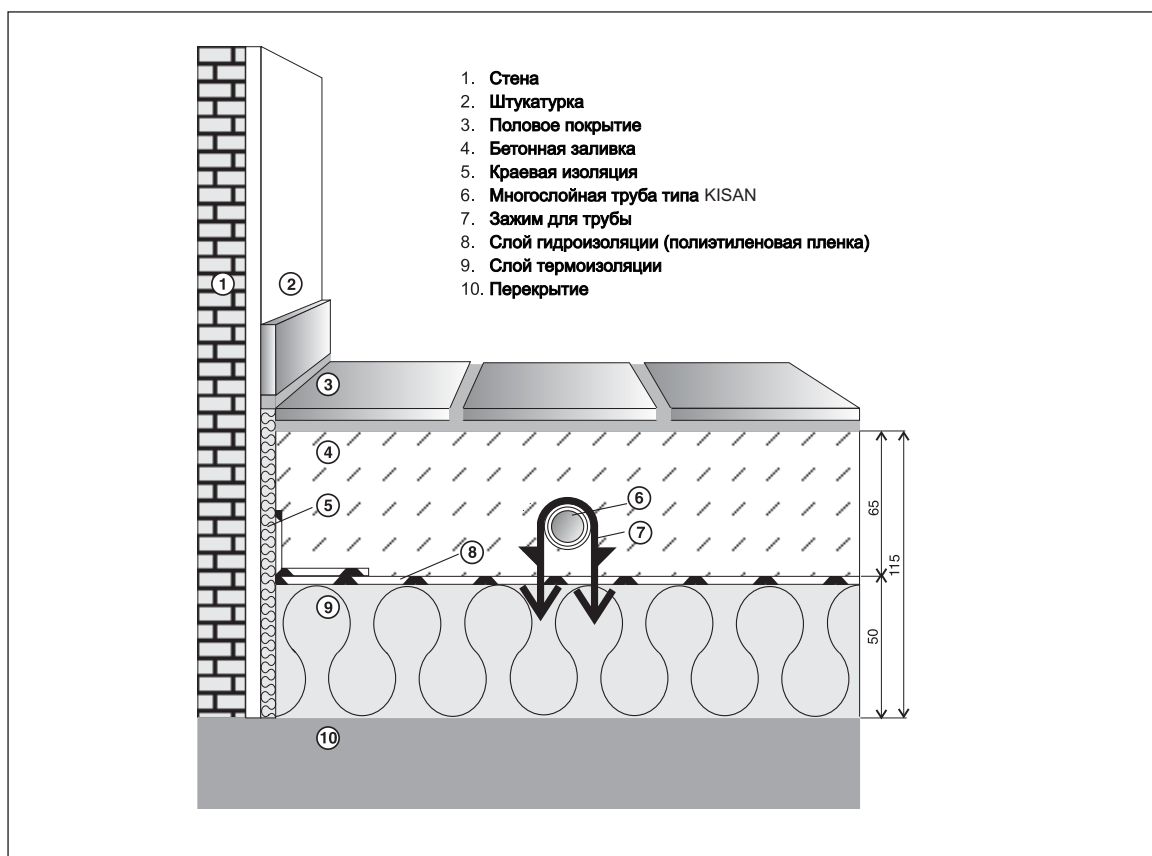


Рис. 33. Полы над не отапливаемыми помещениями

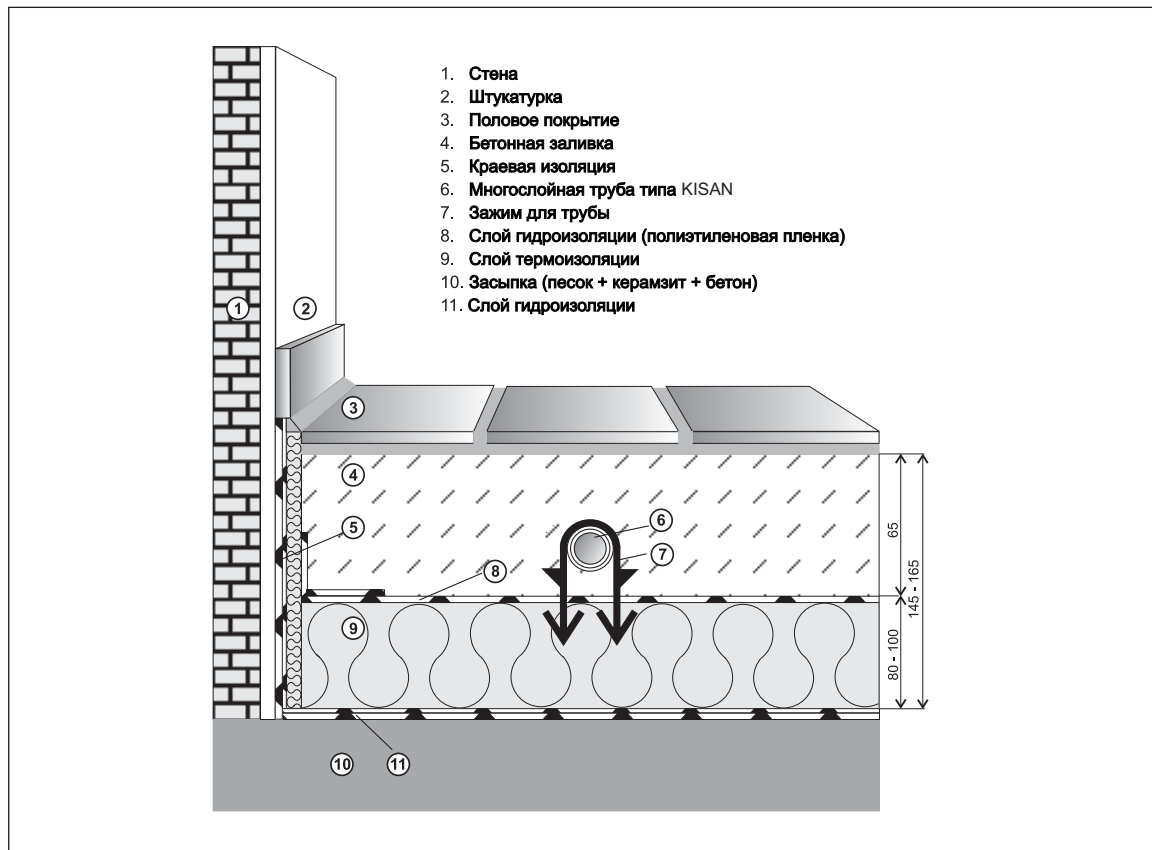


Рис. 34. Полы на грунте

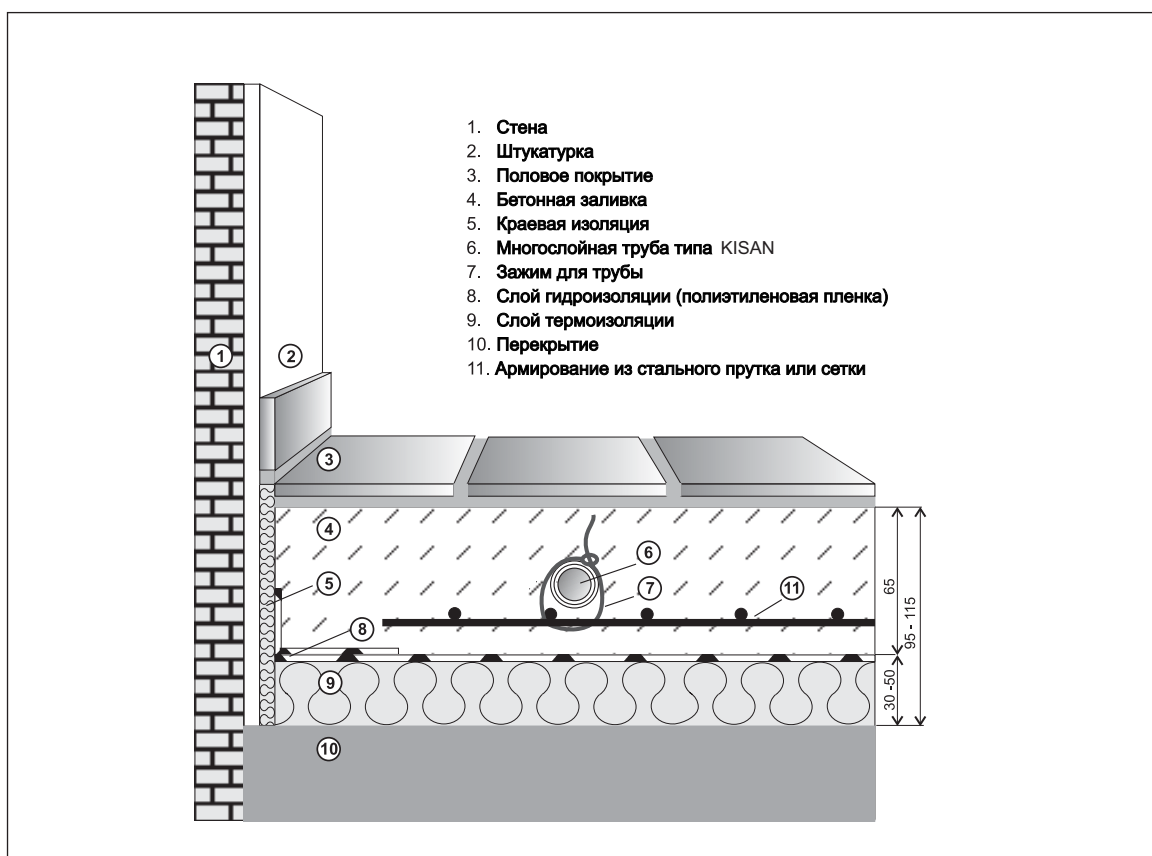


Рис. 35. Полы в помещениях с большой эксплуатационной нагрузкой

Пол как греющая поверхность, уложенная на горизонтальной конструкции, состоит из следующих слоев:

- слой теплоизоляции,
- слой гидроизоляции,
- греющая плита с трубами,
- пол (выполненный в технологии «сухой пол» либо «по-мокрому»)

9.5. Требования к материалам, применяющимся в строительстве

В статье 10 «Закона о строительстве» от 7 июля 1994 года (Dz. U. nr 89 от 25 августа 1994 г.) с последующими изменениями (Dz. U. nr 80 от 27 марта 2003 г.) говорится:

«... 1. При выполнении строительных работ следует использовать строительные материалы, эксплуатационные характеристики которых позволяют правильно спроектированным и выполненным строительным объектам соответствовать основным требованиям, указанным в статье 5 пункте 1 первого абзаца – допущенные к обороту и разрешенные к применению в строительстве.

2. Допущенными к обороту и повсеместному использованию в строительстве считаются:

1) строительные материалы, надлежащим образом маркированные, на которые в соответствии с нормативами:

а) выдан сертификат знака безопасности, указывающий на соответствие техническим требованиям, выработанным на основе польских нормативов, технических исследований, а также соответствующих норм и технических спецификаций – в части материалов, подлежащих такой сертификации;

- б) произведена оценка соответствия и выдан сертификат соответствия польским нормативам или техническим требованиям в части материалов, не подлежащих сертификации, предусмотренной в пункте а), но влияющих существенным образом на соответствие их хотя бы одному, предъявляемому к ним основному требованию.
- 2) строительные материалы, перечисленные в перечне материалов, не влияющих существенным образом на их соответствие предъявляемым к ним основным требованиям, а также материалов, производимых и применяемых в соответствии с повсеместно принятыми правилами строительного ремесла ...»

Вышеперечисленным требованиям соответствуют изделия, входящие в систему обогрева пола KISAN, технические характеристики и эксплуатационные параметры которых подтверждены техническими испытаниями, проведенными COBRTI INSTAL:

- Многослойные трубы «Multilayer Pipes-Kisan-SKS Kańczuga»,
- Соединения и фасонные детали к многослойным трубам «Multilayer Pipes-Kisan-SKS Kańczuga»,
- Латунные коллекторы.

а также соответствуют изданным в России:

- Сертификату соответствия РОСС PL МХОЗ. Н01302 – трубы напорные многослойные из полиэтилена-алюминия-полиэтилена и РОСС PL МХОЗ. Н01301 – соединительные детали к ним из латуни.

в Украине:

- Сертификату соответствия UA 1.058.0020579-09 – металлопластиковые трубы с комплектом соединительных деталей.

Положительные результаты технических испытаний подтверждают Декларации о соответствии выданные изготовителями.

Прилагающиеся к материалам, которые мы поставляем, Декларации изготовителей о соответствии являются, согласно правилам, основой для начала процедуры технической приемки системы напольного отопления.

Требования к материалам, используемым в системах обогрева полов

Конструкция системы напольного отопления такова, что срок ее эксплуатации не может быть короче срока эксплуатации всего здания, т.е. около 50 лет, поскольку замена системы обогрева полов во время срока службы здания довольно трудоемка и связана со значительными финансовыми затратами. Эти обстоятельства накладывают особые требования к качеству используемых материалов, а именно:

- срок службы свыше 50 лет;
- кислородная непроницаемость;
- значительная устойчивость к силам растяжения.

Высокие требования предъявляются ко всем элементам системы обогрева полов, в том числе, и к материалам, используемым для изготовления греющей плиты и теплоизоляции.

При монтаже системы обогрева пола следует использовать сертифицированные материалы, качество которых гарантирует безаварийную эксплуатацию системы в период между двумя генеральными ремонтами здания.

Требования, предъявляемые к материалам, используемым для отделки полов (напольные покрытия)

Напольные покрытия при системах обогрева пола должны соответствовать стандарту PN-EN 1264.

Основным условием для них является максимальное тепловое сопротивление,

$$R_{\lambda, \text{напольного покрытия}} < 0,15 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

Рекомендуется использовать натуральный камень (гранит, мрамор и т.д.), керамическую плитку. Можно использовать также паркет толщиной до 10 мм, причем средняя влажность паркета не должна превышать $8\% \pm 2\%$.

Дополнительные заострения требований касаются:

- ламинированных панелей
- покрытий из синтетических материалов (напр. линолеума PCV)
- ковровых покрытий
- клея для паркета
- лака для паркета.

Вышеперечисленные материалы должны иметь допуск изготовителя для использования при системе обогрева пола на предмет выделения ими вредных веществ при повышенной температуре.

Таблица 21. Приблизительные значения теплового сопротивления R_{λ} в зависимости от типа покрытия пола

Тип напольного покрытия	Терракота (толщина 10 мм), мрамор, природный камень (толщина 25 мм), плитки из ПВХ	Тонкий паркет (толщина 8-10 мм), панели для пола	Ковер (толщина 5 мм)
R_{λ} [м²К/Вт]	0,02	0,05	0,09

Краевая изоляция (тепловая, звукопоглощающая и дилатации)

Краевая изоляция отделяет греющие плиты от вертикальных строительных конструктивных и разделительных перегородок. Она выполняет следующие функции:

- играет роль компенсатора при тепловом расширении греющие плиты; по стандарту DIN 18560 должна иметь возможность компенсации 5 мм расширяющейся стяжки;
- ограничивает потери тепла греющей плиты через стены здания;
- выполняет роль звукопоглощающей изоляции между элементами конструкции.

Полоса краевой изоляции выполняется из демпферной ленты (из пенополиуретана толщиной 8 мм и шириной 150 мм), к которой прикреплена полиэтиленовая пленка. Эта пленка после укладки на элемент тепловой изоляции не позволяет бетону проникнуть между стенкой и плитой тепловой изоляции во время заливки бетонного слоя. Выступающая часть краевой изоляции обрезается только после укладки напольного покрытия.

Для выполнения компенсационных зазоров используются также дилатационные профили с такими же свойствами, как у краевой изоляции.

10. Монтаж системы обогрева пола KISAN COMFORT FLOOR

10.1. Подготовительные работы – укладка тепловой изоляции и заполнение дилатационной щели

На подготовленном основании раскладывают плиты тепловой изоляции из пенополистирола. В первую очередь – слой пенополистирола EPS100, а затем слой фирменного пенополистирола для системы Kisan Comfort в зависимости от конструкции системы напольного отопления.

Если поверхность плавающей стяжки должна быть с уклоном, то он должен быть уже на несущем базовом слое, чтобы можно было выполнить стяжку одинаковой толщины (по стандарту DIN 18560).

Требования относительно размеров и конструкции греющих плит, согласно стандарту PN-EN 1264 для стяжки, выполненной методом «по-мокрому»:

- Максимальная поверхность греющей плиты $<40 \text{ м}^2$
- Максимальная длина самой длинной стороны $<8 \text{ м}$
- Максимальное соотношение сторон греющей плиты 2 : 1.

Краевая изоляция укладывается около наружных и внутренних стен, а также в запроектированных местах тепловой компенсации между нагревательными плитами. Если площадь пола превышает 40 м^2 , то ее необходимо поделить дилатационными щелями на несколько греющих плит. Длина каждой из сторон плиты не должна превышать 8 м. Компенсационные зазоры должны проходить по всей толщине от изолирующего слоя и до слоя напольного покрытия. Трубы змеевика следует располагать таким образом, чтобы до минимума ограничить прохождение труб через компенсационные зазоры. Трубы соединительного трубопровода, которые проходят через компенсационные зазоры, укладывают в защитные гофрированные трубки длиной около 30 см. Концы защитной трубки необходимо загерметизировать клейкой лентой, чтобы раствор не мог попасть внутрь. Для того, чтобы контролировать форму бетонной заливки (в случае возникновения напряжений во время затвердевания), применяют ложные швы, делая углубления при помощи тонкой деревянной фанеры и заполнения их эластичным синтетическим веществом после высыхания раствора.

Демпферная лента может быть размещена над первым слоем тепловой изоляции.

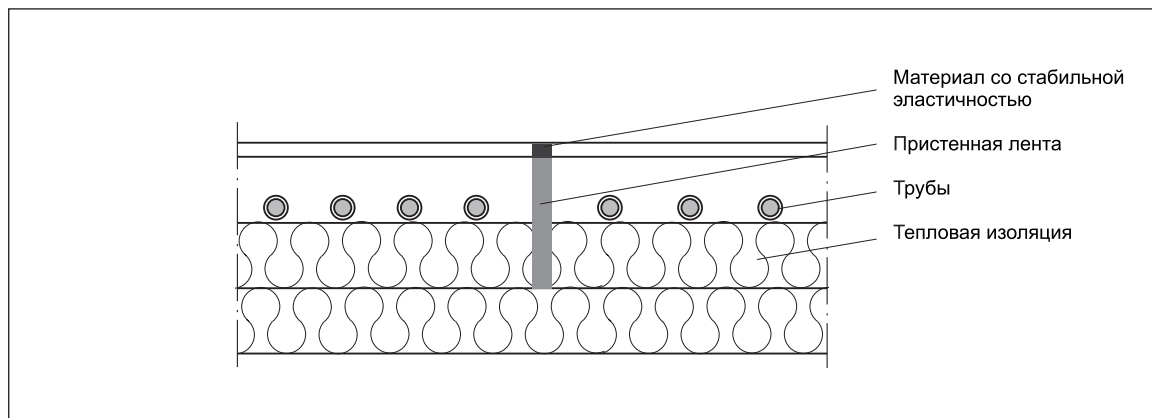


Рис. 36. Конструкция дилатации между плитами (перегородкой) напольного отопления

Пространство над тепловым компенсатором необходимо заполнить материалом с постоянной эластичностью, например, синтетической смолой (при укладке напольного покрытия).

Полиэтиленовая пленка РЕ, которая с одной стороны приклеивается к демпферной ленте, выкладывается на слой пенополистирола так, чтобы избежать проникновения бетона между тепловой изоляцией и пристеночной изоляцией. Когда демпферная лента уложена в дилатационной щели, то по одну сторону укладывают приклеенную пленку, а с противоположной стороны закрываем зазор между демпферной лентой и пенополистиролом, заклеивая его широкой самоклеящейся лентой.

10.2 Укладка труб

Трубы можно укладывать двумя способами:

- а) змеевик располагают в форме меандра (рис. 37). В этом случае начало змеевика с наивысшей температурой укладывается у стены с наибольшей потерей тепла;
- б) в форме петлеобразного змеевика (червячного, спирального) (рис. 38), благодаря чему получаем более равномерное распределение температуры по поверхности пола.

В местах с большими тепловыми потерями, возле больших оконных и дверных проемов, можно сделать краевую зону шириной около 1 м вдоль наружных стен, где трубы укладывают более плотно. В этой зоне допускается более высокая температура пола. Змеевик в краевой зоне чаще всего представляет независимую греющую петлю. В небольших помещениях допускается соединение змеевика в краевой зоне с основным контуром.

Участки труб, подсоединенные к коллектору, должны укладываться в защитных гофрированных трубках. Длина защитной трубки в греющей плите должна составлять около 1 м, а конец помещенный в плите должен быть предохранен от попадания бетона внутрь защитной трубки.

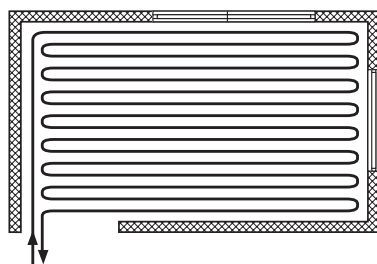


Рис. 37. Меандровая форма укладки змеевика

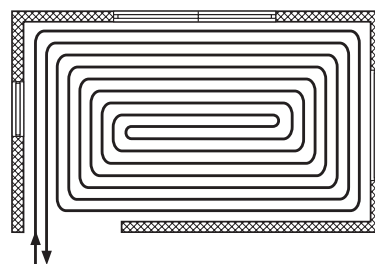


Рис. 38. Червячная форма укладки змеевика

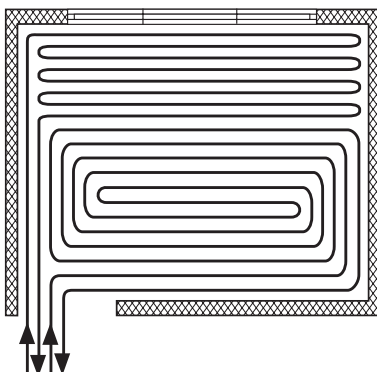


Рис. 39. Укладка змеевика с краевой зоной в виде отдельной петли

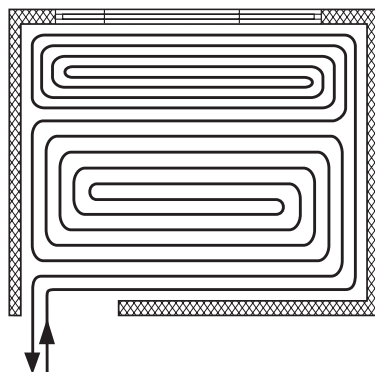
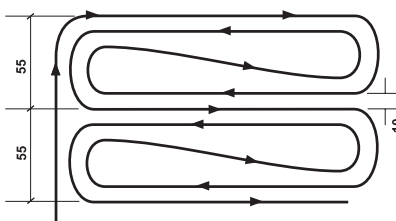
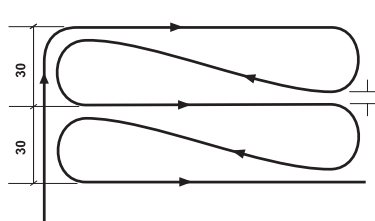


Рис. 40. Укладка змеевика с краевой зоной в одной петле



Расстояние 10 см



Расстояние 15 см

Рис. 41. Способы укладки труб в краевой зоне

Проверка герметичности

Перед заливкой труб бетоном систему необходимо испытать на герметичность под давлением 0,6 МПа в течение 24 часов. Во время затвердевания бетона (20-28 дней) трубы должны оставаться под давлением 0,2 – 0,3 МПа.

После созревания бетона, перед укладкой напольного покрытия плиту необходимо прогреть.

Нельзя запускать систему подогрева до затвердевания бетона.

Промежуточная приемка работ

Промежуточная приемка системы обогрева пола должна производиться в присутствии инвестора либо его представителя. После завершения монтажных работ, при приемке системы обогрева пола необходимо проверить соответствие проекту устройств и материалов:

- выполнение гидро- и теплозащитной изоляции,
- правильное исполнение температурной компенсации,
- укладку греющих петель,
- оформить протокол испытания герметичности и давления в трубопроводах напольного отопления,
- произвести запись о приемке системы в общий журнал строительных работ.

10.3. Изготовление греющей плиты

Общие требования

Греющая плита в системе обогрева пола для жилищных объектов должна иметь прочность при сжатии минимально 12 МПа и при растяжении – минимально 3 МПа. Не рекомендуется изготавливать греющую плиту толщиной более 10 см. В случае применения системы обогрева пола для иных целей, например, в выставочных залах, производственных помещениях, прочность должен определить проектант в зависимости от предназначения объекта, руководствуясь стандартом для выполнения стяжек PN-EN 13813. Греющая плита должна быть «плавающей», т.е. она должна быть отделена от конструктивных элементов здания краевой компенсацией.

Бетон, применяемый для изготовления греющей плиты, должен иметь консистенцию, которая обеспечивает выход воздуха из раствора, отсутствие воздушных пузырей в выложенном слое раствора и полное прилегание к трубам отопления.

Материалы и добавки

Для изготовления греющей плиты применяют два типа растворов:

- цементные,
- ангидритовые.

Для улучшения свойств цементных растворов, прежде всего пластичности, добавляют пластификатор. Количество добавляемой воды зависит от вида применяемого пластификатора. При добавлении пластификатора требуется на 15 % меньше воды для замеса, что уменьшает усадку во время отвердевания раствора, а также снижает пористость. Кроме того, ускоряется затвердевание бетона, особенно в начальной стадии, увеличивается прочность приблизительно на 15%, по сравнению с созревающим бетоном, улучшается качество замеса и пластичность рабочей смеси, повышается водостойкость и морозостойчивость, сталь в железобетоне предохраняется от коррозии, поглощение влаги снижается даже до 50%.

Пластификатор системы Kisan Comfort необходимо дозировать в соответствии с указаниями на упаковке.

Цементные растворы следует готовить из портландского цемента. Зернистость наполнителя должна быть 0-8 мм, причем доля фракции 0-4 мм должна составлять $\leq 70\%$. Вода для приготовления растворов должна отвечать требованиям госстандарта.

Ангидритовые растворы для приготовления греющих плит делают из готовых сухих смесей.

Изготовление греющей плиты (заливка)

Для изготовления греющей плиты из цементного раствора рекомендуется применять составы, приведенные в таблице:

Таблица 22. Рекомендуемый состав цементной стяжки

Зернистость наполнителя [мм]	0-8	0-8	0-8
Количество цемента на 1 м ³ бетона [кг/м ³]	300-350	375-425	425-475
Соотношение воды к бетону	0,45	0,55	0,70
Прочность [Н/мм ²]	22,5	30,00	50,00

Фирма KISAN советует придерживаться следующих рекомендаций при изготовлении греющей плиты для водяных систем обогрева пола:

- пластификатор необходимо применять в соответствии с инструкцией изготовителя,
- рекомендуемая доля цемента в бетонной заливке должна составлять 320-350 кг/м³,
- каждая порция бетона должна изготавливаться по одинаковой рецептуре и количеству наполнителя, цемента, воды и продолжительности замеса,
- бетон следует замесить до однородной, густой, пластичной консистенции без излишек воды,
- не рекомендуется подавать бетон при помощи штукатурного агрегата – данные работы следует проводить вручную,
- залитый участок необходимо оградить, предохраняя от хождения по нему, особенно в начальной стадии схватывания бетона – минимум семь дней,
- забетонированный участок в течение семи дней необходимо смачивать водой один раз в сутки, но не ранее 24 часов с момента укладки,
- созревание бетона должно происходить в течение 28 дней, в это время нельзя подвергать его механическим напряжениям; необходимо ограничить вентиляцию помещения, прикрывая окна таким образом, чтобы греющая плита схватывалась в одинаковых условиях по всей поверхности,
- для изготовления греющей плиты рекомендуется применение цемента марки 35; в качестве наполнителя применяется натуральный песок либо щебень из твердых мелко-раздробленных пород,
- размер сетки, забетонированной в покрытии, должен соотноситься с размерами участка тепловой компенсации (сетка не должна касаться полосы тепловой компенсации); проволочные концы сетки необходимо подогнуть вверх для предотвращения их контакта с трубами.

ВНИМАНИЕ!

Во время изготовления бетонной заливки:

- система обогрева пола должна быть под давлением с целью выявления возможных повреждений трубопроводов, которые могли появиться ранее, во время проведения предыдущих работ,
- нельзя пользоваться острыми предметами и ходить в твердой обуви.

Кроме того, во время изготовления греющей плиты демпферная лента и гидроизоляция должны плотно прилегать друг к другу. Раствор не должен попасть в углубления тепловой компенсации либо соприкасаться с конструктивными элементами здания.

При изготовлении греющих плит из ангидрита с применением специальных самовыравнивающихся масс (специально приготовленных для этой цели) необходимо действовать по инструкции изготовителя.

Во время изготовления греющей плиты давление воды в греющих трубах должно составлять 0,2-0,3 МПа.

Стабильное давление свидетельствует о том, что при изготовлении плиты греющие трубопроводы не были повреждены.

Запуск в эксплуатацию и гидравлическая регулировка системы обогрева пола

Во время пуска системы необходимо на подаче поддерживать температуру равной 25° С в течение 3 суток, затем постепенно повышать ее до максимальной температуры по 5 градусов в сутки. Запуск системы должен происходить после того, как раствор затвердеет (для бетона этот период составляет 20-28 дней, а для ангидритного монолитного пола – 7 дней).

Характерной особенностью систем обогрева пола является большая инерция тепла, это значит, что после выключения системы греющая плита еще в течение длительного времени отдает тепло. В связи с этим возникают трудности с автоматической регулировкой температуры в помещениях, где возможны временные перепады тепла под воздействием внешних факторов, например, от солнечного света либо по технологическим причинам. При напольном отоплении можно воспользоваться следующими способами регулировки: общая, индивидуальная, с применением регулирующих модулей, саморегулирующаяся либо постоянная.

Примечания к монтажу

- а) Прилагающиеся к материалам, которые мы поставляем Декларации изготовителей о соответствии, являются, согласно правилам, основой для начала процедуры технической приемки системы напольного отопления.
- б) При монтаже системы напольного отопления необходимо использовать испытанные материалы, получившие сертификаты качества и гарантирующие безаварийную работу на период между капитальными ремонтами здания.
- в) Пространство над тепловыми компенсаторами необходимо заполнять материалом с постоянной эластичностью – например, синтетическими смолами (при укладке наружного отделочного слоя пола).
- г) Нельзя запускать систему отопления в горячем режиме до созревания бетона.
- д) Во время изготовления бетонной заливки:
 - система обогрева пола должна находиться под давлением с целью выявления возможных повреждений трубопроводов при ранее проведенных работах,
 - нельзя применять острые предметы и ходить в жесткой обуви,
 - во время созревания залитого раствора и перед укладкой наружного покрытия пола плиты необходимо прогреть.
- е) При изготовлении заливки следует обратить особое внимание на то, чтобы греющие плиты не соединялись друг с другом над зазорами тепловой компенсации, а также с элементами конструкций здания. Тепловая компенсация греющих плит должна быть выполнена тщательно.

11. Типы систем напольного отопления выполненные в технологии «по-мокрому»

11.1 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

KISAN COMFORT FLOOR STANDARD – в основе системы технология «по-мокрому» с применением пенополистирола и скоб для крепления.

Свойства:

- Система характеризуется простой техникой укладки с возможностью оптимально уложить изоляционный материал, учитывая форму помещения.
- Может применяться как в системах обогрева пола, так и в системах охлаждения.
- Допускает применение стяжки из бетона, а также из ангидрита (на базе гипса).
- Рекомендуется для труб диаметром 14x2, 16x2 и 20x2,25.
- Имеет неограниченные возможности укладки змеевиков: червячный, меандровый, двойной меандровый.
- Изоляционная плита для этой системы сверху покрыта синтетической металлизированной пленкой, являющейся защитой от влаги, согласно стандарту PN-EN 18560, с нанесенной разметочной сеткой – шаблоном для укладки труб.
- Изоляционные плиты для этой системы имеют припуски, находящиеся друг на друга и после скрепления их самоклеящейся лентой Kisan образуют бесшовную гидроизоляцию.
- В системе имеются изоляционные плиты толщиной 3 см и 5 см.

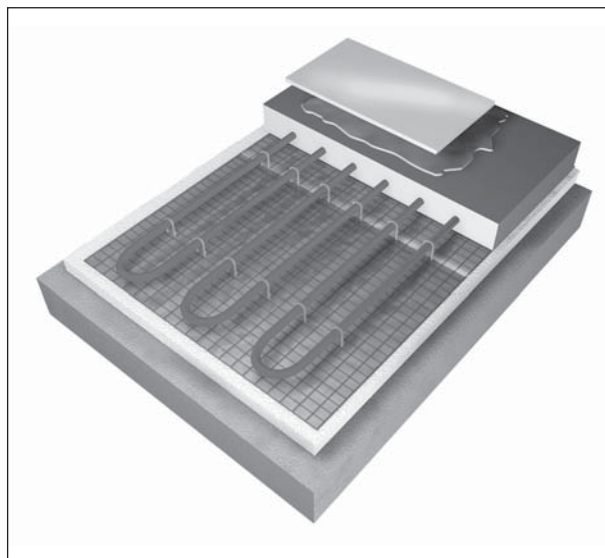


Рис. 42. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

Технические данные и монтажные указания

- Стандартная толщина стяжки – 6,5 см для жилых помещений (максимальная эксплуатационная нагрузка – 1,5 kN/ м²).
- Максимальная площадь греющей плиты – 40 м².
- Максимальная длина стороны греющей плиты – 8 м.
- Соотношение сторон греющей плиты не должно превышать 1:2.
- Переходы труб через дилатационные щели защищаются 30-сантиметровой защитной трубкой.
- Максимальное тепловое сопротивление напольного покрытия $R < 0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (по стандарту), напр. минимальное тепловое сопротивление деревянного покрытия – 0,04 м²К/Вт, керамики – 0,01 м²К/Вт.

Применение:

- Новые и ремонтируемые жилые объекты, где перекрытия выдержат достаточно большую нагрузку.
- Здания общественного пользования.
- Сакральные объекты.
- Промышленные сооружения.
- Промышленные объекты.

Элементы системы KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

№	Элемент системы	Размер	№ по каталогу	ед. из-мерен.
1	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	16x2	13.02.00	м
2	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	20x2,25	13.03.00	м
3	Труба PERT-Al-PE 80 – белого цвета	16x2	11.02.00	м
4	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	16x2	14.02.00	м
5	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	20x2,25	14.03.00	м
6	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	32/30	80.01.00	м ²
7	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	53/50	80.02.00	м ²
8	Демпферная лента из полиуретана	150/8	80.03.00	м
9	Пленка – металлизированный ламинат с разметочной сеткой	100	80.04.00	м
10	Профиль теплового компенсатора		80.05.00	м
11	Лента для теплового компенсатора		80.06.00	м
12	Скоба якорная для пенополистирола	30 мм	81.11.00	шт.
13	Скоба якорная для пенополистирола	50 мм	81.12.00	шт.
14	Скоба крепежная для такера	30 мм	81.21.00	шт.
15	Скоба крепежная для такера	50 мм	81.22.00	шт.
16	Лента самоклеящаяся „KISAN” для соединения стыков изоляционных плит		81.00.13	шт.
17	Пластификатор для бетона		81.00.14	литр

11.2 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS – в основе системы технология «по-мокрому» с применением пенополистирола, фиксаторов для закрепления труб и армирующей сетки.

Свойства:

- Система характеризуется низкой усадкой стяжки, благодаря армирующей сетке.
- Предназначена для помещений, где сосредоточенная в одном месте нагрузка превышает стандартную, а также для обогрева большой площади.
- Армирующая сетка изготовлена из проволоки из оцинкованной стали.
- Специальные фиксаторы позволяют одновременно закрепить трубы и армирующую сетку.



Применение (особенно рекомендуется):

- Объекты с большой площадью обогрева
 - саральные
 - общественного назначения.
- Промышленные объекты, где сосредоточенная в одном месте нагрузка превышает стандартную
 - склады
 - производственные цеха.

Рис. 43. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

Элементы системы KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

№	Элемент системы	Размер	№ по каталогу	ед. изме-рен.
1	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	16x2	13.02.00	м
2	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	20x2,25	13.03.00	м
3	Труба PERT-Al-PE 80 – белого цвета	16x2	11.02.00	м
4	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	16x2	14.02.00	м
5	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	20x2,25	14.03.00	м
6	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	32/30	80.01.00	м ²
7	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	53/50	80.02.00	м ²
8	Демпферная лента из полиуретана	150/8	80.03.00	м
9	Пленка – металлизированный ламинат с разметочной сеткой	100	80.04.00	м
10	Профиль теплового компенсатора		80.05.00	м
11	Лента для теплового компенсатора		80.06.00	м
12	Сетка из стальной проволоки	1 м x 2 м	81.00.10	м ²
13	Фиксатор для закрепления труб на сетке		81.00.11	шт.
14	Шнур для закрепления труб на сетке		81.00.12	шт.
15	Лента самоклеящаяся „KISAN” для соединения стыков изоляционных плит		81.00.13	шт.
16	Пластификатор для бетона		81.00.14	литр

11.3 KISAN COMFORT FLOOR EASY

KISAN COMFORT FLOOR EASY – в основе системы технология «по-мокрому» с применением пенополистирола и монтажных шин.

Свойства

- такие же как и у системы KISAN COMFORT FLOOR STANDARD.

Применение:

- Новые и ремонтируемые жилые объекты, где перекрытия выдержат достаточно сильную нагрузку.
- Здания общественного пользования.
- Сакральные объекты.
- Промышленные сооружения.

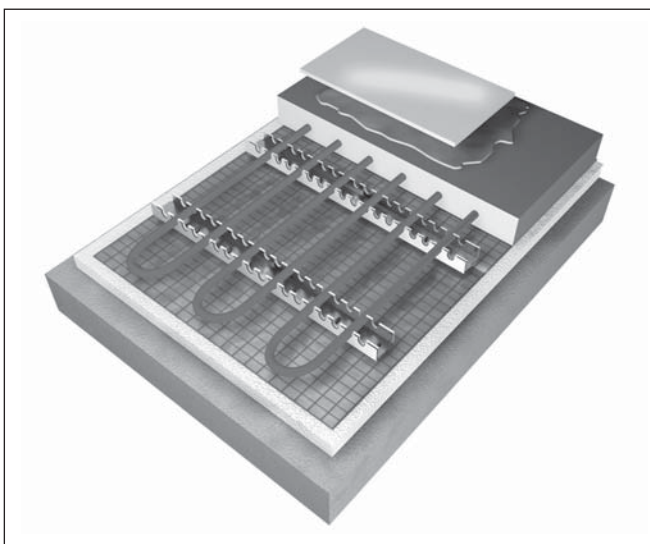


Рис. 44. KISAN COMFORT FLOOR EASY

Элементы системы KISAN COMFORT FLOOR EASY

№	Элемент системы	Размер	№ по каталогу	ед. измерен.
1	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	16x2	13.02.00	м
2	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	20x2,25	13.03.00	м
3	Труба PERT-Al-PE 80 – белого цвета	16x2	11.02.00	м
4	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	16x2	14.02.00	м
5	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	20x2,25	14.03.00	м
6	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	32/30	80.01.00	м ²
7	Плита из пенополистирола EPS 100 с пленкой 5,0 x 1,0 м (толщина)	53/50	80.02.00	м ²
8	Демпферная лента из полиуретана	150/8	80.03.00	м
9	Пленка – металлизированный ламинат с разметочной сеткой	100	80.04.00	м
10	Профиль теплового компенсатора		80.05.00	м
11	Лента для теплового компенсатора		80.06.00	м
12	Шина монтажная для труб в системе обогрева пола	16 x 2	81.02.00	м
13	Шина монтажная для труб в системе обогрева пола	20 x 2,25	81.03.00	м
14	Лента самоклеящаяся „KISAN” для соединения стыков изоляционных плит		81.00.13	шт.
15	Пластификатор для бетона		81.00.14	литр

12. Система обогрева пола в технологии «сухой стяжки»

Принимая во внимание некоторые ограничения, касающиеся напольного отопления, выполненного в технологии «по-мокрому», а именно:

- повышенная тяжесть плавающей стяжки – в связи с чем нельзя применять ее там, где имеются деревянные перекрытия, например, при ремонте старых домов, а также в новых, выполненных в технологии деревянной каркасной конструкции;
- длительный период созревания бетона и растянутость по времени периода окончательного монтажа напольного отопления;
- ограничения, касающиеся формы и размеров греющих плит – необходимость дилатации

была разработана система обогрева пола, не имеющая перечисленных недостатков.

Система сухой стяжки основывается на плитах, уложенных друг на друга внахлестку.

Плиты могут быть выполнены, например, из массы волокна и гипса либо в гипсо-картонной технологии.

Пример сухой стяжки, допущенной к применению в системе KISAN COMFORT FLOOR DRY

Название	Изготовитель	Строительный материал	Толщина	Формат плит	Тепловое сопротивление	Плотность поверхности powierzchniowa
Элемент стяжки Fermacell 2E22	Fels Werke	Целлюлозное волокно и гипс	2x12,5 мм	50x150 см	0,09 м²К/Вт	24 кг/м²

12.1 KISAN COMFORT FLOOR DRY

KISAN COMFORT FLOOR DRY – в основе системы технология «сухого пола» с применением рифленого пенополистирола и греющих пластин из алюминия.

Свойства:

- Система характеризуется быстротой монтажа и короткими сроками окончания работ по напольному отоплению, поскольку нет необходимости ждать полного высыхания и созревания бетона.
- В качестве покрытия трубопровода необходимо использовать сухую стяжку из гипсо-волоконных, гипсокартонных либо дерево-стружечных плит.
- Легкость конструкции и сухая стяжка позволяют применять систему в домах с деревянными перекрытиями со слабой несущей способностью, например, при ремонте старых домов, а также в новых, выполненных в технологии деревянной каркасной конструкции.
- Нет необходимости укладывать змеевик, учитывая расположение тепловых компенсаторов.
- Рекомендуются для труб диаметром 14 x 2, 16 x 2.
- Предназначен для укладки змеевиков меандровым либо двойным меандровым способом.
- Вдавливающиеся в полистирол греющие пластины из металлического листа дополнительно повышают излучение тепла.
- В системе поставляются изоляционные плиты системы разной толщины.



Рис. 45. KISAN COMFORT FLOOR DRY

Изоляционные плиты системы с фиксаторами:

- Изготовлены из усиленного пенополистирола – материала с очень низкой абсорбирующей способностью.
- Устойчивы к деформации – можно свободно передвигаться по плите.
- Соединяются друг с другом при помощи выступов со специальной сцепкой.
- Снизу на плите имеются тисненные линии и разметки облегчающие обрезку плиты.

Применение:

- Объекты жилищного строительства, в особенности, новые дома с деревянной каркасной конструкцией.
- Ремонтируемые объекты жилищного фонда, перекрытия которых имеют недостаточную несущую способность для систем в технологии «по-мокрому».
- Объекты, требующие быстрого завершения работ.

Элементы системы KISAN COMFORT FLOOR DRY

№	Элемент системы	Размер	№ по каталогу	ед. измерен.
1	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	16x2	13.02.00	м
2	Труба PERT-Al-PE 80 – белого цвета	16x2	11.02.00	м
3	Труба PE 80-Al-PE 80 для обогрева пола – красного цвета	16x2	14.02.00	м
4	Плита из пенополистирола EPS 100 рифленая		80.08.00	м ²
5	Пластина греющая алюминиевая	16	81.04.00	м
6	Демпферная лента из полиуретана	150/8	80.03.00	м
7	Лента самоклеящаяся „KISAN” для соединения стыков изоляционных плит		81.00.13	шт.

13. Стеновое отопление KISAN COMFORT WALL STANDARD

13.1. Характеристика стеновое отопления

Стеновое отопление, наряду с напольным, относится к поверхностным типам отопления. Они могут применяться одновременно на одном объекте и питаться от одного общего коллектора.

Стеновое отопление в летний сезон можно использовать для охлаждения помещений.

Свойства стенового отопления:

- равномерное распределение температуры по всей высоте помещения,
- 90% тепла передается путем излучения, и лишь 10% – путем конвекции,
- нет необходимости учитывать тепловое сопротивление напольного покрытия,
- максимальная температура стены может составлять 35° С, поэтому можно получить большую отдачу тепла с 1м² поверхности, а также осуществлять подачу воды более высокой температуры на входе, чем при системах обогрева пола,
- слой штукатурки, покрывающий трубы, более тонкий (ок. 1,5 см), чем слой бетона, покрывающего систему обогрева пола (ок. 4,5 см), в результате чего стеновое отопление характеризуется меньшей тепловой инерцией и более простой регулировкой температуры в помещении.

Элементы системы стенового отопления KISAN

1. Трубы диаметром Ø14x2,0 мм и Ø16x2,0 мм изготовленные из: PEX-Al-PEX, PEX-Al-PE80, PERT-Al-PE80, PE80-Al-PE80
2. Монтажные шины для труб Ø14x2,0 мм и Ø16x2,0 мм
3. Коллекторы для напольного и стенового отопления типа RPO, RPTO, RPTO-WPz, RP, RPT, RPT-WPp
4. Фитинги для коллекторов (т.н. радиаторные фитинги) G 3/4" x 14x2 и G 3/4" x 16x2.

13.2 Указания по монтажу

1. Стеновое отопление в системе KISAN монтируется «по-мокрому» с размещением змеевиков в слое сырой штукатурки.
2. Стеновое отопление, как правило, размещают в наружных стенах. Для стен с коэффициентом водонепроницаемости $U \leq 0,4$ Вт/м² нет необходимости применять дополнительную теплоизоляцию. Теплоизоляцию не применяют также в стенах внутри помещений.
3. Участок с внутрстенным отоплением не должен заслоняться высокой мебелью либо драпировками. Низкая мебель (напр., комод) должна быть отодвинута от стены мин. на 5 см.
4. Рекомендуется применять трубу $\check{R}14x2,0$ мм, т.к. большая скорость потока лучше выталкивает воздух из змеевика. При применении трубы $\check{R}16x2,0$ мм, обязательно нужно индивидуально устанавливать воздухоотводы для каждого змеевика на пике контура.
5. Трубы должны располагаться на расстоянии мин. 10 см от близлежащих стен, оконных и дверных проемов и потолков.
6. В практике лучше всего придерживаться расстояний между трубами в меандровом контуре составляющих 15 или 20 см (рис. 47). Такое решение позволяет наиболее эффективно избавляться от воздуха в системе и сохранять минимальные радиусы при изгибании труб.

Если возникает необходимость сократить расстояние между трубами до 10 см, то можно уложить змеевик в виде двойного меандра (рис. 48). В этом случае оправдано размещение воздухоотвода на пике контура (А).

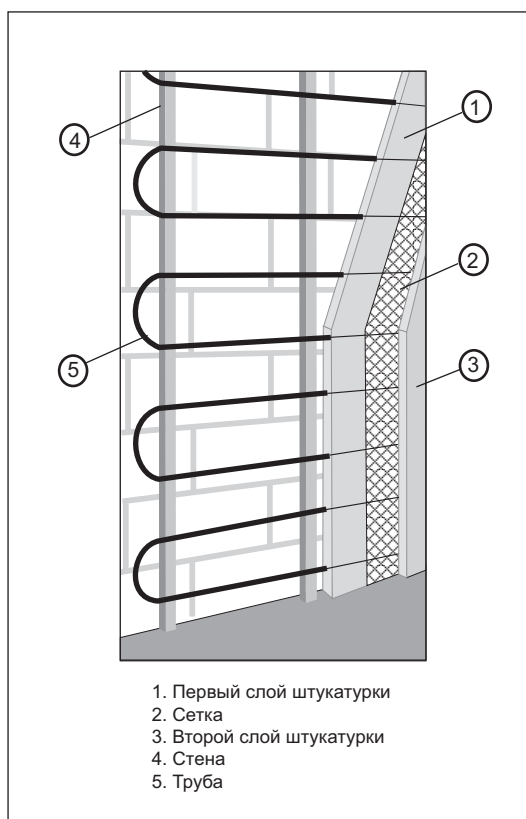


Рис. 46. Стеновое отопление в разрезе с штукатуркой, наложенной в два слоя

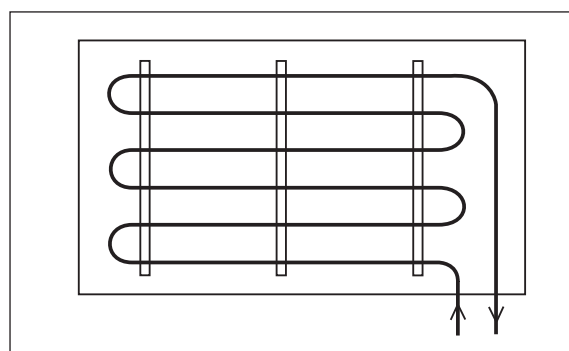


Рис. 47. Змеевик в виде двойного горизонтального меандра в системе стенового отопления

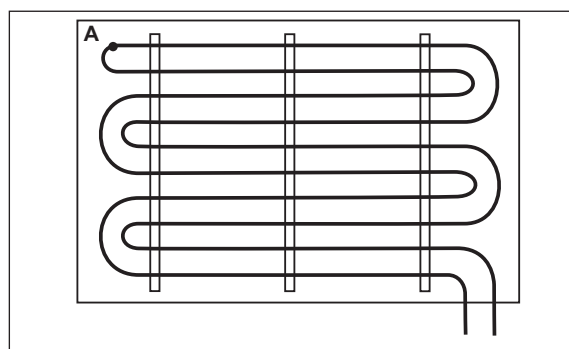


Рис. 48. Змеевик в виде двойного меандра

7. Стеновое отопление можно размещать на скосах потолка чердачных помещений. В этом случае в качестве отделочного материала следует применять гипсокартонные плиты. Отопление этого типа не аккумулирует тепло.
8. Во время эксплуатации стенового отопления можно установить местонахождение греющих труб путем наложения на стену термочувствительной пленки либо при помощи оборудования, служащего для обнаружения металлической проводки. Это имеет значение, напр. в случае вбивания в стену дюбелей.

Изготовление слоя штукатурки

При стеновом отоплении рекомендуется применять известково-гипсовую штукатурку с небольшим тепловым растяжением, напр. штукатурку для агрегатов фирмы KNAUF MP-75 G/F. При накладывании штукатурки необходимо соблюдать инструкцию изготовителя.

Штукатурка для стенового отопления накладывается в зависимости от ее разновидности:

- Цементная штукатурка укладывается в два слоя. Первый слой должен покрыть грею-

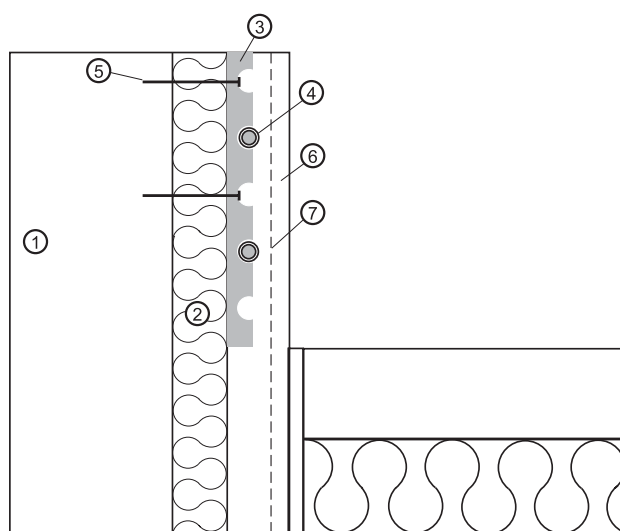


Рис. 49. Соединение стенового отопления с системой обогрева пола в срезе

щие трубы и иметь толщину ок. 20 мм. Затем в штукатурку вдавливаются сетка из пластмассы или стекловолокна с ячейками не меньше чем 7х7 мм. Сетку можно загнуть на соседние стены на длину ок. 20 см. Затем сетка покрывается следующим слоем штукатурки толщиной 10÷15 мм. Весь слой штукатурки вместе с трубами составляет ок. 40 мм. Прогревание штукатурки проводится после полного высыхания, однако не ранее, чем через 21 день.

- Гипсовая штукатурка накладывается в один слой, покрывая греющие трубы на высоту не менее 10 мм. Прогревание штукатурки проводится после полного высыхания, однако не ранее, чем через 7-14 дней.

13.3. Указания по проектированию

1. Температура воды при подаче в систему составляет 30÷50° С. Для достижения большей, чем в системах обогрева пола эффективности, можно увеличить температуру воды на входе до 45÷50° С, не опасаясь нарушения санитарных норм.
2. $\Delta t = 5\div 10^{\circ}\text{C}$. В случае монтажа только системы стенового отопления принимаются скорее более низкие показатели температуры, чем при системах обогрева пола.
3. Максимальная длина змеевика (вместе с подсоединением к коллекторам) составляет для труб Ø14х2,0 мм – 80 м, для труб Ø16х2,0 мм – 120 м.
4. Максимальная теплоотдача (при температуре в помещении 20° С) составляет приблизительно 120 Вт/м², эффективность охлаждения – 60 Вт/м² (при температуре поверхности стены 20÷21° С).

13.4 KISAN COMFORT WALL STANDARD

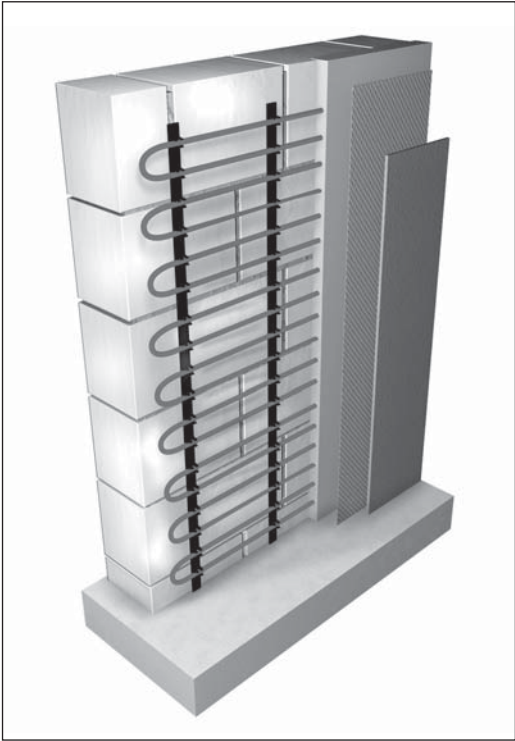
KISAN COMFORT WALL STANDARD – в основе системы технология «по-мокрому» с применением монтажных шин.

Свойства:

- Система характеризуется укладкой непосредственно на массивных стенах из кирпича и бетона без дополнительной изоляции.
- Допускается использование гипсовой, известковой и цементной штукатурки.
- Рекомендуются трубы размером 14х2 и 16х2.
- Рекомендуются способ укладки змеевиков – меандровый по горизонтали либо вертикали.

Технические данные и монтажные указания:

- Подводки стенового отопления, идущие в бетонной заливке пола необходимо обернуть теплоизоляционным материалом.
- Расстояние между монтажными шинами – 35-40см (максимально 50 см).
- Расстояние между трубами – 10-15 см.
- Для стенового отопления, в связи с отсутствием норм, необходимо применять стандарты для напольного отопления, максимальная температура на входе должна составлять 55° С, причем в случае гипсовой и известковой однослойной штукатурки она не должна превышать 45° С.
- Слой штукатурки, прикрывающий трубы – около 10 мм.
- Максимальная температура стены: 35° С.



Rys. 50. KISAN COMFORT WALL STANDARD

Применение

- Новые и ремонтирующиеся бъекты жилищного строительства.
- Сакральные объекты.

Элементы системы KISAN COMFORT WALL STANDARD

№	Элемент системы	Размер	№ по каталогу	ед. измерен.
1	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	14х2	13.01.00	м
2	Труба PEX-Al-PE 80 универсальная – белого цвета	16х2	13.02.00	м
3	Шина монтажная для труб в системе обогрева пола	14 x 2	81.00.00	м
4	Шина монтажная для труб в системе обогрева пола	16 x 2	81.02.00	м
5	Профиль теплового компенсатора		80.05.00	м
6	Лента для теплового компенсатора		80.06.00	м

14. Проектирование напольного отопления в системе KISANCOMFORT FLOOR

При проектировании напольного отопления можно воспользоваться компьютерной программой, которая помогает провести проектирование системы KISAN.

Ниже представлен упрощенный метод проектирования системы напольного отопления при использовании змеевиков из труб KISAN Ø 16 x 2,0.

Исходные положения

- максимальная температура пола для жилой зоны составляет 29° C, для краевой зоны – 35° C, в ванной комнате – 33° C,
- минимальная скорость циркуляции воды в змеевике $v = 0,15$ м/сек.,
- температура воды на входе 35-55° C,
- максимальный спад температуры в жилой зоне $\Delta t = 10$ К, в краевой зоне $\Delta t = 6$ К (для обогреваемой краевой зоны используется отдельный змеевик),
- максимальное сопротивление потока в отдельном змеевике $\Delta p_{\text{макс.}} = 20$ кПа,
- максимальная длина змеевика $l = 120$ м.

Указания для проектирования

- минимальная толщина греющей плиты составляет 0,065 м,
- минимальное расстояние укладки змеевика от стены помещения равно 0,15 м,
- расстояние между трубами (модуль a) в краевой зоне составляет 0,10 либо 0,15 м, а в жилой зоне – 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 м,
- в табл. 26 дана температура пола для температуры помещения $t_i = 20^\circ \text{C}$; для помещений с $t_i = 25^\circ \text{C}$ (ванн. комнаты) к величине температуры пола, приведенной в табл. 26, необходимо добавить 4° C,
- данные в таблицах можно интерполировать,
- ширина краевой зоны составляет от 0,60 до 1,00 м,
- в таблице 26 приведены данные для напольных[покрытий с тепловым сопротивлением $R_\lambda = 0,02; 0,05$ и $0,09 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Методика расчета системы для помещений без учета краевой зоны

- 1.1. Рассчитать потребность тепла Q для данного помещения в соответствии со стандартом PN-EN 12831:2006, а также задать поверхность F и геометрические параметры пола в соответствии с архитектурным проектом (с учетом внутренней застройки).
- 1.2. Выбрать покрытие пола в соответствии с пожеланием заказчика, а затем найти в табл. 25 отвечающее ему значение теплового сопротивления R_λ .
- 1.3. Рассчитать ориентировочную плотность теплового потока с 1 м^2 площади пола

$$q_{\text{ор}} = Q/F [\text{Вт/ м}^2]$$

- $q_{\text{ор}}$ – ориентировочная плотность теплового потока $[\text{Вт/м}^2]$
 Q – потери тепла помещения $[\text{Вт}]$
 F – предполагаемая поверхность пола для обогрева $[\text{м}^2]$

Для дальнейших расчетов принимается помещение, с наибольшим $q_{\text{ор}}$ (за исключением ванных комнат, где зачастую требуется использование дополнительных радиаторов).

- 1.4. Задать температуру воды в системе на входе и выходе и рассчитать среднюю разницу температур

$$t_{sr} = (t_z + t_p)/2 - t_i$$

t_{sr} – усредненная разница температур между нагреваемой жидкостью и температурой помещения [K]

t_z – температура на входе [° C]

t_p – температура на возврате [° C]

t_i – температура внутри помещения [° C]

Значения Δt_{sr} для наиболее типичных случаев приведены в табл. 23

- 1.5. В табл. 26 необходимо выбрать модуль укладки труб a , для которого $q \cong q_{or}$ и, кроме того, не превышает допустимая температура пола.

- 1.6. Определить отдачу тепла от 1 пог. м змеевика

$$q_l = q \times a \text{ [Вт/м]}$$

q_l – отдача тепла от 1 м змеевика [Вт/м]

q – фактическая плотность потока тепла [Вт/м²]

a – модуль укладки труб [м]

- 1.7. Вычислить необходимую длину змеевика l :

$$l = Q/q_l \text{ [м]}$$

l – длина змеевика [м]

Q – потери тепла в помещении [Вт]

q_l – отдача тепла от 1 м змеевика [Вт/м]

Ориентировочная длина трубы в зависимости от модуля укладки дана в табл. 23.

- 1.8. Если $l > 120$ м змеевика, то его необходимо разделить на несколько контуров, для которых проводят отдельные расчеты тепла и гидравлических параметров, определяя количество тепла, которое отдают эти змеевики

$$Q_i = Q (F_i/F) \text{ [Вт]}$$

Q_i – тепло, отдаваемое i -ым змеевиком [Вт]

Q – потери тепла в помещении [Вт]

F_i – поверхность пола, занимаемая i -ым змеевиком [м²]

F – общая площадь поверхности пола [м²]

Температура на подаче для змеевиков соединенных параллельно одинакова.

- 1.9. При расчетах тепловой отдачи змеевиков, обогревающих помещение, через которое проходят транзитные отрезки магистрали, от величины тепловой потребности данного помещения вычитается тепло, полученное от транзитных трубопроводов:

$$Q' = Q - Q_{tr} = Q - (l_{tr} \times q_l) \text{ [Вт]}$$

Q' – тепловые потери помещения минус тепло, полученное от транзитных трубопроводов [Вт]

Q_{tr} – тепло, полученное от транзитных участков змеевика [Вт, м]

Q – потери тепла помещения [Вт]

l_{tr} – длина транзитных участков змеевика [м]
 q_1 – отдача тепла 1 м змеевика [Вт, м]

1.10. Нарисовать змеевик на горизонтальной проекции помещения.

1.11. Вычислить массу воды в потоке:

$$G = (Q \times 0,86) / \Delta t \text{ [кг/ч]}$$

G – масса воды в потоке [кг/ч]
 Q – тепловые потери помещения [Вт]
 Δt – разность температуры воды между подачей и возвратом [К]

1.12. Вычислить сопротивление потока воды в змеевике:

$$\Delta p = Rl + Z \text{ [Па]}$$

Δp – сопротивление потока в змеевике [Па]
 R – удельный линейный спад давления [Па/м], в соответствии с табл. 27
 l – длина змеевика [м]
 Z – местное сопротивление [Па]

При расчете местного сопротивления необходимо принять коэффициент местного сопротивления $\xi = 0,5$ для одного колена змеевика:

$$Z = Z_1 \times \sum \xi \text{ [Па]}$$

Z – местное сопротивление [Па]
 Z_1 – удельное местное сопротивление данного змеевика
 ξ – коэффициент местного сопротивления в соответствии с табл. 28

Если $\Delta p > 20$ кПа, то змеевик необходимо разделить на более короткие участки и повторить расчет тепла и гидравлических характеристик для каждого из них.

Методика расчета системы для помещений с учетом краевой зоной

2.1. Рассчитать потребность тепла Q для данного помещения в соответствии со стандартом PN-EN 12831:2006, а также задать поверхность F и геометрические параметры пола в соответствии с архитектурным проектом (с учетом внутренней застройки).

2.2. Выбрать напольное покрытие в соответствии с желанием заказчика, и затем найти в табл. 25 отвечающее ему значение для теплового сопротивления R_{λ} .

2.3. Предварительно принять, что краевая и жилая зоны обогреваются одним и тем же змеевиком.

2.4. Определить поверхность F_b , которую займет краевая зона (ее длина должна быть равна длине наружной стены, а ширина составлять от 0,6 до 1,0 м), а также поверхность F_p , которую занимает жилая зона.

F_b – площадь краевой зоны [м²],
 F_p – площадь жилой зоны [м²],

2.5. Рассчитать среднюю разность температур Δt_{sr} – см. п. 1.4.

2.6. Принять модуль укладки труб 0,10 либо 0,15 м, определяя по табл. 26 плотность теплового потока в краевой зоне q_b [Вт].

Нельзя превышать максимальную температуру пола в краевой зоне – 35° С.

2.7. Рассчитать тепловую отдачу змеевика в краевой зоне

$$Q_b = q_b \times F_b \text{ [Вт]}$$

Q_b – отдача тепла змеевика краевой зоны [Вт]

q_b – плотность теплового потока в краевой зоне [Вт]

F_b – площадь краевой зоны [м²]

2.8. Вычислить отдачу тепла от 1 м змеевика в краевой зоне

$$q_{lb} = q_b \times a_b \text{ [Вт/м]}$$

q_{lb} – отдача тепла от 1 м змеевика в краевой зоне [Вт/м]

q_b – плотность потока тепла в краевой зоне [Вт/м²]

a_b – модуль укладки труб в краевой зоне [м]

2.9. Вычислить длину змеевика в краевой зоне:

$$l_b = Q_b / q_{lb} \text{ [м]}$$

Q_b – отдача тепла греющих труб в краевой зоне [Вт]

l_b – длина змеевика в краевой зоне [м]

q_{lb} – отдача тепла от 1 пог. м змеевика в краевой зоне [Вт/м]

2.10. Вычислить отдачу тепла змеевика в жилой зоне

$$Q_p = Q - Q_b \text{ [Вт]}$$

Q_p – отдача тепла змеевика в жилой зоне [Вт]

Q – потери тепла помещения [Вт]

Q_b – отдача тепла змеевика в краевой зоне [Вт]

2.11. Вычислить ориентировочную плотность теплового потока для жилой зоны

$$q_{p\text{or}} = Q_p / F_p \text{ [Вт]}$$

$q_{p\text{or}}$ – ориентировочная плотность потока тепла для жилой зоны [Вт/м²]

Q_p – теплоотдача змеевика в жилой зоне [Вт]

F_p – площадь поверхности жилой зоны [м²]

Далее расчеты продолжают в соответствии с п. 1.5 – 1.7.

2.12. Общая длина змеевика

$$l = l_b + l_p \text{ [м]}$$

l – общая длина змеевика [м]

l_b – длина змеевика в краевой зоне [м]

l_p – длина змеевика в жилой зоне [м]

2.13. Гидравлический расчет ведут аналогично п. 1.10.

2.14. Если длина змеевика вместе с краевой зоной $l > 120$ м, либо сопротивление потока превышает $\Delta p = 20$ кПа, то краевую зону необходимо проектировать как отдельный змеевик (рекомендуется снижение температуры воды $\Delta t = 6$ К).

Примеры расчетов

Пример I

Данные:

- помещение	кухня + столовая
- общая площадь	22 м ²
- площадь, занимаемая шкафами	5,7 м ²
- площадь греющего змеевика	16,3 м ²
- внутренняя температура помещения	20° С

По п. 1.1. Потери тепла $Q=1300$ Вт

По п. 1.2. Напольное покрытие – терракота

$$R_{\lambda}=0,02 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

По п. 1.3. Ориентировочная плотность потока тепла

$$q_{\text{ор}}=Q/F_p=1300/16,3 \cong 80 \text{ Вт/м}^2$$

По п. 1.4. Средняя разность температур

$$t_{\text{sr}}=(t_z+t_p)/2 - t_i$$

Принято $t_z=45^{\circ}\text{C}$
 $t_p=35^{\circ}\text{C}$
 $t_{\text{sr}}=20 \text{ К}$

По п. 1.5. В табл. 26 находим

$$q = 85 \text{ Вт/м}^2$$

$$a = 0,25 \text{ м}$$

$$t_{\text{подл}} = 28,4^{\circ}\text{C} < t_{\text{max}}$$

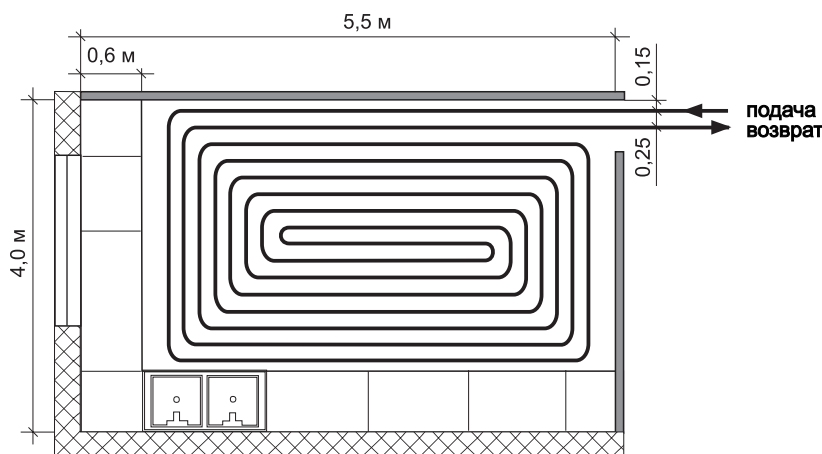


Рис. 51

По п. 1.6 $q_l = q \times a = 85 \times 0,25 = 21,25 \text{ Вт/м}^2$

По п. 1.7. $l = Q/q_l = 1300/21,25 = 61,2 \text{ м} < 120 \text{ м}$

По п. 1.10. Нарисовать змеевик на плане помещения и измерить фактическую его длину:
 $l_{\text{змеев}} = 62 \text{ м},$

По п. 1.11. Масса воды в потоке
 $G = (Q \times 0,86)/\Delta t = (1300 \times 0,86)/10 = 111,8 \text{ кг/ч}$

По п. 1.12. В таблицах 26 и 27 находим
 $R = 118,5 \text{ Па/м}$
 $w = 0,27 \text{ м/сек}$
 $Z_l = 36 \text{ Па}$

Из рисунка следует: $\sum \xi = 30 \times 0,5 = 15$
 $Z = Z_l \times \sum \xi = 36 \times 15 = 540 \text{ Па}$
 $\Delta p = Rl + Z = 118,5 \times 62 + 540 = 7887 \text{ Па} < 20 \text{ кПа}$

Пример II

Данные:

- помещение	салон
- площадь обогрева	27 м ²
- внутренняя температура помещения	20° С

По п. 2.1. Потери тепла в помещении
 $Q = 2160 \text{ Вт}$

По п. 2.2. Тепловое сопротивление напольного покрытия
 $R_\lambda = 0,02 \text{ м}^2\text{К/Вт}$
 принимается расположение краевой зоны у наружной стены

По п. 2.4. $F_b = 6 \text{ м}^2$
 $F_p = 21 \text{ м}^2$

По п. 2.5. Принимаем $t_z = 45^\circ\text{C}$, $t_p = 35^\circ\text{C}$,
 $t_{sr} = 20 \text{ К}$

По п. 2.6. Принимаем расстояние труб в краевой зоне равное
 $a_b = 0,10 \text{ м},$

По табл. 25 определяем

$$q_b = 110 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_{\text{подл}} = 29,8^\circ\text{C} < 35^\circ\text{C}$$

По п. 2.7. $Q_b = 110 \times 6 = 660 \text{ Вт}$

По п. 2.8. $q_{lb} = 110 \times 0,10 = 11,0 \text{ Вт/м}$

По п. 2.9. $l_b = 660/11 = 60 \text{ м}$

По п. 2.10. $Q_p = 2160 - 660 = 1500 \text{ Вт}$

По п. 2.11.
В табл. 26

$$q_{p\text{ or}} = 1500/21 = 71,4 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_p = 74 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_{\text{podl}} = 27,8^\circ\text{C}$$

$$a_p = 0,30 \text{ м}$$

$$q_{lp} = 74 \times 0,30 = 22,2 \text{ Вт/м}$$

$$l_p = 1500/22,2 = 67,6 \text{ м}$$

По п. 2.12.

$$l = 60 + 67,5 = 127,5 \text{ м} > 120 \text{ м}$$

Необходимо проектировать отдельные змеевики для краевой и жилой зоны.

Расчет змеевика в краевой зоне

По п. 2.4.

$$F_b = 6 \text{ м}^2$$

По п. 2.5. Принимаем

$$t_z = 45^\circ\text{C}, t_p = 39^\circ\text{C}$$

$$t_{sr} = 22 \text{ К}$$

По п. 2.6. Принимаем

$$a_b = 0,10 \text{ м}$$

По табл. 26 определяем

$$q_b = 125 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_{\text{podl}} = 30,6^\circ\text{C} < t_{\text{max}}$$

По п. 2.7.

$$Q_b = 125 \times 6 = 750 \text{ Вт}$$

По п. 2.8.

$$q_{lb} = 125 \times 0,10 = 12,5 \text{ Вт/м}$$

По п. 2.9.

$$l_b = 750/12,5 = 60 \text{ м}$$

Внимание!

Часть змеевика для краевой зоны проходит транзитом через жилую зону, длина транзита $l_{tr} = 7 \text{ м}$.

Ориентировочное поступление тепла от транзитной части (расстояние между трубами 0,30 м)

$$Q_{tr} = q_{l\text{ tr}} \times l_{tr} = 12,5 \times 7 \approx 80 \text{ Вт}$$

$$q_{l\text{ tr}} = q_{lb}$$

Для гидравлического расчета принимаем $l_{\text{calc}} = l_b + l_{tr} = 67 \text{ м}$

$$Q_{\text{calc}} = Q_b + Q_{tr} = 830 \text{ Вт}$$

По п. 1.10. Рисунок змеевиков на плане помещения

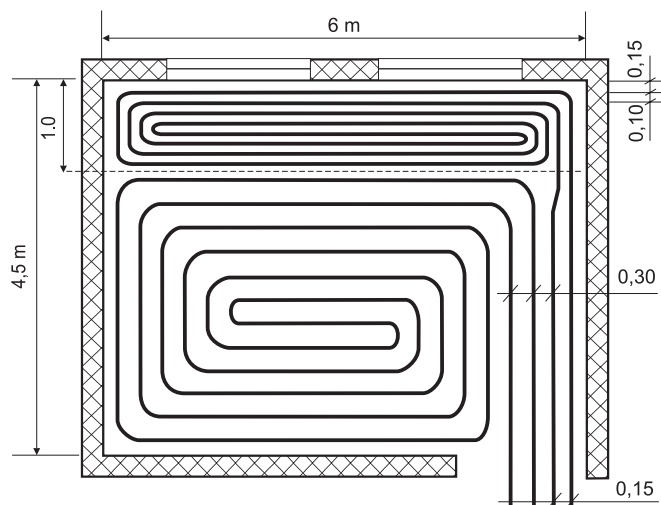


Рис. 52

По п. 1.11. $G_b = (830 \times 0,86)/6 = 119 \text{ кг/ч}$

По п. 1.12. По таблицам 27 и 28 рассчитываем

$$R = 131,5 \text{ Па/м}$$

$$w = 0,29 \text{ м/с}$$

$$Z_1 = 41 \text{ Па}$$

По рисунку находим и вычисляем $\sum \xi = 16 \times 0,5 = 8$

$$Z = 41 \times 8 = 328 \text{ Па}$$

$$\Delta p = R \times l_{\text{calc}} + Z = 131,5 \times 67 + 328 = 9139 \text{ Па} < 20 \text{ кПа}$$

Расчет змеевика в жилой зоне

По п. 2.4. $F_p = 21 \text{ м}^2$

По п. 2.5. Принимаем $t_z = 45^\circ\text{C},$
 $t_p = 35^\circ\text{C},$
 $t_{sr} = 20 \text{ K}$

По п. 2.10. $Q_p = Q - Q_b - Q_{\text{tran}} = 2160 - 750 - 80 = 1370 \text{ Вт}$

По п. 2.11. $q_{p \text{ or}} = 1370/21 = 65,3 \text{ Вт/м}^2$

В табл. 26 находим

$$q_p = 74 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_{\text{podt}} = 27,8^\circ\text{C},$$

$$\alpha_p = 0,30 \text{ м},$$

По п. 1.6. $q_{lp} = 74 \times 0,30 = 22,2 \text{ Вт/м}$

По п. 1.7. $l_p = 1370/22,2 = 61,7 \cong 62 \text{ м} < 120 \text{ м}$

По п. 1.11. $G = (1370 \times 0,86)/10 = 117,8 \text{ кг/ч}$

По п. 2.12. По таблице 27 и 28 рассчитываем

$$R = 129,3 \text{ Па/м}$$

$$w = 0,28 \text{ м/с}$$

$$Z = 38 \text{ Па}$$

По рисунку находим

$$\sum \xi = 24 \times 0,5 = 12$$

$$Z = Z_1 \times \sum \xi = 38 \times 12 = 456 \text{ Па}$$

$$\Delta p = 129,3 \times 62 + 456 = 8473 \text{ Па} < 20 \text{ кПа}$$

В помещении проектируется два змеевика в соответствии с рис. 52.

15. Таблицы для расчетов систем поверхностного отопления

Таблица 23. Ориентировочный расход труб Ø 16 × 2,0 мм в зависимости от модуля укладки греющих труб напольного отопления

Расстояние между трубами <i>a</i> [м]	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Количество труб в пог.м на м ² пола	10,0	6,7	5,0	4,0	3,35	2,85

Таблица 24. Величины средней разности температур *t_{sr}* между температурой греющей жидкости в системе и температурой помещения для различных значений *t_i*

Δ <i>t</i> [K]	<i>t_z</i> / <i>t_p</i> [°C]	<i>t_{sr}</i> [K]			
		<i>t_i</i> =25°C	<i>t_i</i> =20°C	<i>t_i</i> =16°C	<i>t_i</i> =8°C
4	35/31	8	13	17	25
	40/36	13	18	22	30
	45/41	18	23	27	35
	50/46	23	28	32	40
	55/51	28	33	37	45
6	35/29	7	12	16	24
	40/34	12	17	21	29
	45/39	17	22	26	34
	50/44	22	27	31	39
	55/49	27	32	36	44
10	35/25	5	10	14	22
	40/30	10	15	19	27
	45/35	15	20	24	32
	50/40	20	25	29	37
	55/45	25	30	34	42

Пояснения к табл. 24:

t_{sr} = (*t_z* + *t_p*)/2 – *t_i* – усредненная разность температур между температурой воды в системе и температурой помещения
t_z – температура подачи
t_p – температура возврата
t_i – температура внутри помещения
Δ*t* = *t_z* – *t_p*

Таблица 25. Плотность теплового потока, отдаваемого поверхностью пола в зависимости от теплового сопротивления и модуля укладки труб для температуры помещения $t_i = 20^\circ \text{C}$

Внимание! Для температуры помещения $t_i = 25^\circ \text{C}$ найденную величину температуры необходимо увеличить на 4°C . Плотность потока тепла не меняется.

	t _{sr} [K]											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	q [Вт/м²]											
	t _{подл} [°C]											
a = 0,10 [М]												
0,02	53 26,7	56 26,8	68 27,3	74 27,8	82 28,2	90 28,6	97 29,0	103 29,4	110 29,8	120 30,3	125 30,6	131 30,9
0,05	45 25,8	51 26,1	58 26,3	63 26,9	65 27,0	76 27,6	81 28,1	87 28,3	93 28,7	100 29,2	106 29,6	112 30,1
0,09	40 24,0	45 24,3	50 24,7	55 25,0	61 25,6	67 25,8	73 26,2	78 26,6	82 27,0	89 27,3	95 27,8	100 28,2
	a = 0,15 [М]											
0,02	48 26,3	51 26,4	62 27,1	69 27,5	78 27,9	83 28,3	89 28,5	95 29,0	102 29,4	110 29,7	117 30,2	122 30,4
0,05	40 25,6	47 25,8	53 26,2	59 26,6	65 27,0	71 27,4	77 27,7	82 28,1	87 28,4	94 28,8	100 29,3	107 29,6
0,09	36 23,7	40 24,0	44 24,3	50 24,7	57 25,2	60 25,3	67 25,8	71 26,1	76 26,5	82 26,9	87 27,2	92 27,6
	a = 0,20 [М]											
0,02	33 26,0	42 26,1	54 26,8	60 27,0	69 27,4	73 27,8	80 28,1	87 28,4	98 28,9	100 29,2	106 29,4	111 29,8
0,05	29 25,2	39 25,3	47 25,8	53 26,3	59 26,5	64 26,9	70 27,3	76 27,7	86 28,3	88 28,4	92 28,7	99 29,2
0,09	27 23,2	34 23,6	39 23,9	44 24,3	49 24,6	52 24,9	59 25,3	62 25,6	68 25,8	73 26,3	77 26,6	83 26,9
	a = 0,25 [М]											
0,02			50 26,5	54 26,8	63 27,2	68 27,3	72 27,7	79 27,9	85 28,4	91 28,8	97 29,0	101 29,3
0,05			40 25,6	47 25,8	52 26,2	58 26,4	63 26,8	69 27,2	73 27,5	78 27,8	83 28,3	89 28,5
0,09			36 23,7	40 23,9	44 24,3	49 24,5	53 24,9	58 25,2	61 25,6	67 25,8	70 26,1	75 26,4
	a = 0,30 [М]											
0,02			30 26,0	48 26,3	53 26,7	59 26,9	63 27,2	69 27,4	74 27,8	80 28,1	87 28,4	90 28,7
0,05			30 25,0	38 25,4	43 25,7	50 26,0	55 26,4	60 26,7	63 26,8	69 27,1	72 27,5	79 27,9
0,09			30 23,3	33 23,7	38 23,8	42 24,2	47 24,3	49,5 24,6	54 25,0	58 25,2	62 25,5	66 25,7
	a = 0,35 [М]											
0,02					42 26,2	48 26,3	53 26,6	58 26,8	63 27,3	70 27,6	72 27,8	79 27,9
0,05					30 25,0	37 25,4	45 25,8	50 26,0	53 26,2	59 26,5	62 26,8	68 27,2
0,09					30 23,2	33 23,7	39 23,9	41 24,2	46 24,3	50 24,7	53 24,9	57 25,2

a – модуль укладки труб [м],

R_{λ} – тепловое сопротивление покрытия пола [$\text{м}^2\text{К/Вт}$],

t_{sr} – средняя разность температур между температурой греющей жидкости в системе и температурой помещения [К]

$t_{\text{sr}} [\text{K}]$												
24	25	26	27	28	29	30	32	35	36	37	39	40
$q [\text{Вт/м}^2]$												
$t_{\text{podl}} [^{\circ}\text{C}]$												
$a = 0,10 [\text{м}]$												
140 31,3	147 31,7	155 32,2	163 32,7	170 33,0	177 33,3	184 33,8	191 34,6	194 35,8	195 36,2	196 36,6	199 37,2	199 37,6
118 30,3	124 30,7	130 31,2	136 31,7	142 31,9	148 32,3	154 32,7	166 33,6	185 34,6	190 35,1			
105 28,5	110 28,9	117 29,2	122 29,7	128 30,0	132 30,4	139 30,8	150 31,6	167 32,8	173 33,3	176 33,6	188 34,3	193 34,7
$a = 0,15 [\text{м}]$												
130 30,8	136 31,2	145 31,6	151 32,0	158 32,3	163 32,8	170 33,0	183 33,8	192 34,9	193 35,3	194 35,7	195 36,3	196 36,7
110 30,0	118 30,3	123 30,7	130 31,2	136 31,5	141 31,9	147 32,3	159 32,9	177 34,3	182 34,6	188 34,9	190 35,7	
97 27,8	100 28,2	107 28,6	110 28,7	117 29,3	121 29,7	128 30,0	138 30,7	153 31,8	159 32,2	163 32,6	173 33,2	190 33,7
$a = 0,20 [\text{м}]$												
118 30,1	125 30,6	131 30,9	140 31,3	143 31,7	150 31,9	157 32,2	170 33,0	190 34,2	191 34,4	192 34,8	193 35,3	193 35,7
104 29,5	110 29,8	115 30,2	121 30,7	127 31,0	132 31,4	138 31,7	150 32,4	167 33,6	172 33,8	178 34,2	189 35,0	
87 27,2	90 27,4	97 27,8	100 28,2	105 28,4	110 28,9	116 29,2	125 29,9	139 30,8	144 31,3	149 31,5	157 32,1	162 32,5
$a = 0,25 [\text{м}]$												
107 29,5	113 29,9	120 30,3	126 30,6	132 30,9	138 31,2	142 31,5	154 32,1	170 33,1	178 33,3	183 33,7	191 34,2	191 34,6
93 28,8	99 29,1	103 29,5	110 29,9	114 30,2	119 30,4	123 30,8	133 31,4	150 32,4	154 32,8	160 33,1	170 33,7	175 34,1
78 26,7	82 26,9	88 27,2	91 27,4	95 27,8	99 28,1	103 28,3	112 28,9	126 29,8	130 30,2	134 30,5	142 31,1	147 31,3
$a = 0,30 [\text{м}]$												
97 29,0	101 29,3	109 29,7	113 29,9	118 30,2	123 30,4	129 30,8	140 31,3	158 32,2	162 32,6	168 32,8	180 33,6	186 33,8
84 28,2	88 28,3	92 28,7	98 29,1	104 29,5	108 29,7	112 30,0	121 30,6	137 31,6	140 31,8	144 32,1	155 32,8	160 33,2
69 26,0	73 26,3	78 26,6	81 26,9	86 27,1	89 27,3	93 27,7	101 28,2	113 29,1	118 29,3	120 29,6	128 30,2	132 30,3
$a = 0,35 [\text{м}]$												
82 28,3	90 28,7	93 28,9	100 29,2	102 29,3	110 29,7	114 30	126 30,5	140 31,3	146 31,7	150 31,9	160 32,4	166 32,8
73 27,4	77 27,6	81 28,1	86 28,3	90 28,6	97 28,9	100 29,2	108 29,7	122 30,7	128 30,9	130 31,2	140 31,8	146 32,2
60 25,3	64 25,7	69 25,9	72 26,2	75 26,4	79 26,7	82 26,9	90 27,4	102 28,3	105 28,5	109 28,7	117 29,2	125 31,6

Таблица 26. Удельное линейное падение давления R в многослойных трубах KISAN

Серым цветом выделены диаметры труб, которые применяются для напольного отопления

G – масса воды в потоке, [кг/ч]

w – скорость воды, [м/с]

R – удельное падение давления, [Па/м]

G	14 x2		16x2		20x2.25		25 x 2.5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/ч	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с
3	1.8	0.010	0.9	0.007	0.4	0.005	0.1	0.003
3.2	1.9	0.011	1.0	0.008	0.4	0.005	0.1	0.003
3.4	2.0	0.011	1.1	0.008	0.4	0.005	0.1	0.003
3.6	2.1	0.012	1.1	0.009	0.4	0.005	0.1	0.003
3,8	2.2	0.013	1.2	0.009	0.5	0.006	0.1	0.003
4	2.4	0.013	1.2	0.010	0.5	0.006	0.2	0.003
4.2	2.5	0.013	1.3	0.010	0.5	0.006	0.2	0.004
4.4	2.6	0.015	1.4	0.011	0.5	0.007	0.2	0.004
4.6	2.7	0.015	1.4	0.011	0.5	0.007	0.2	0.004
4.8	2.8	0.016	1.5	0.012	0.6	0.007	0.2	0.004
5	2.9	0.017	1.6	0.012	0.6	0.008	0.2	0.004
5.2	3.1	0.017	1.6	0.013	0.6	0.008	0.2	0.004
5.4	3.2	0.018	1.7	0.013	0.6	0.008	0.2	0.005
5.6	3.3	0.019	1.7	0.014	0.7	0.008	0.2	0.005
5.8	3.4	0.019	1.8	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6	3.5	0.020	1.9	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6.2	3.6	0.021	1.9	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6.4	3.8	0.021	2.0	0.015	0.8	0.010	0.2	0.006
6.8	4.0	0.023	2.1	0.016	0.8	0.010	0.3	0.006
7	4.1	0.023	2.2	0.017	0.8	0.010	0.3	0.006
7.2	4.2	0.024	2.2	1.017	0.9	0.011	0.3	0.006
7.4	4.4	0.025	2.3	0.018	0.9	0.011	0.3	0.006
7.8	4.5	0.025	2.4	0.018	0.9	0.011	0.3	0.007
7.8	4.6	0.026	2.4	0.019	0.9	0.012	0.3	0.007
8	4.7	0.027	2.5	0.019	1.0	0.012	0.3	0.007
8.2	4.8	0.027	2.5	0.020	1.0	0.012	0.3	0.007
8.4	4.9	0.028	2.6	0.020	1.0	0.013	0.3	0.007

G	14 x2		16 x 2		20 x 2.25		25 x 2.5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/ч	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с
8.6	5.1	0.029	2.7	0.021	1.0	0.013	0.3	0.007
8.8	5.2	0.029	2.7	0.021	1.0	0.013	0.3	0.008
9	5.3	0.030	2.8	0.022	1.1	0.013	0.4	0.008
9.2	5.4	0.031	2.9	0.022	1.1	0.014	0.4	0.008
9.4	5.5	0.031	2.9	0.023	1.1	0.014	0.4	0.008
9.6	5.7	0.032	3.0	0.023	1.1	0.014	0.4	0.008
9.8	5.8	0.032	3.0	0.024	1.2	0.015	0.4	0.008
10	5.9	0.033	3.1	0.024	1.2	0.015	0.4	0.009
12	7.1	0.040	3.7	0.029	1.4	0.018	0.5	0.010
14	8.2	0.046	4.4	0.034	1.7	0.021	0.5	0.012
16	9.4	0.053	5.0	0.039	1.9	0.024	0.6	0.014
18	10.6	0.060	5.6	0.043	2.1	0.027	0.7	0.015
20	11.8	0.066	6.2	0.048	2.4	0.030	0.8	0.017
22	12.9	0.073	6.8	0.053	2.6	0.033	0.9	0.019
24	14.1	0.079	7.5	0.058	2.9	0.036	0.9	0.020
26	15.3	0.086	8.1	0.063	3.1	0.039	1.0	0.022
28	16.5	0.093	8.7	0.067	3.3	0.042	1.1	0.024
30	17.7	0.099	9.3	0.072	3.6	0.045	1.2	0.026
32	18.8	0.106	9.9	0.077	3.8	0.048	1.2	0.027
34	20.0	0.113	10.6	0.082	4.1	0.051	1.3	0.029
36	21.2	0.119	11.2	0.087	4.3	0.054	1.4	0.031
38	22.7	0.126	11.8	0.091	4.5	0.057	1.5	0.032
40	24.9	0.132	12.4	0.096	4.8	0.060	1.6	0.034
42	28.1	0.139	13.1	0.101	5.0	0.063	1.6	0.036
44	32.1	0.146	13.8	0.106	5.2	0.066	1.7	0.038
46	37.1	0.152	14.8	0.111	5.5	0.069	1.8	0.039
48	42.9	0.159	16.3	0.116	5.7	0.072	1.9	0.041
50	49.4	0.166	18.1	0.120	6.0	0.075	1.9	0.043
52	56.3	0.172	20.4	0.125	6.2	0.078	2.0	0.044
54	63.5	0.179	23.0	0.130	6.4	0.081	2.1	0.046
56	70.8	0.185	26.1	0.135	6.7	0.083	2.2	0.048
58	77.7	0.192	29.4	0.140	7.1	0.086	2.3	0.049
60	84.2	0.199	33.0	0.144	7.6	0.089	2.3	0.051
62	90.3	0.205	36.7	0.149	8.3	0.092	2.4	0.053
64	95.9	0.212	40.6	0.154	9.0	0.095	2.5	0.055

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2.25		25 x 2.5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/ч	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с
66	101.1	0.219	44.3	0.159	9.9	0.098	2.6	0.056
68	106.5	0.225	48.0	0.164	10.9	0.101	2.7	0.058
70	111.9	0.232	51.4	0.168	12.0	0.104	2.7	0.060
72	117.5	0.238	54.6	0.173	13.2	0.107	2.8	0.061
74	123.2	0.245	57.6	0.178	14.5	0.110	2.9	0.063
76	129.0	0.252	60.5	0.183	15.9	0.113	3.0	0.065
78	135.0	0.258	63.2	0.188	17.3	0.116	3.2	0.066
80	141.0	0.265	66.1	0.192	18.8	0.119	3.4	0.068
82	147.2	0.271	68.9	0.197	20.2	0.122	3.6	0.070
84	153.4	0.278	71.8	0.202	21.7	0.125	3.8	0.072
86	159.8	0.285	74.8	0.207	23.1	0.128	4.1	0.073
88	166.3	0.291	77.9	0.212	24.4	0.131	4.4	0.075
90	173.0	0.298	80.9	0.217	25.7	0.134	4.7	0.077
92	179.7	0.305	84.1	0.221	26.9	0.137	5.1	0.078
94	186.6	0.311	87.2	0.226	28.0	0.140	5.5	0.080
96	193.5	0.318	90.5	0.231	29.1	0.143	5.9	0.082
98	200.6	0.324	93.8	0.236	30.1	0.146	6.3	0.084
100	207.8	0.331	97.1	0.241	31.2	0.149	6.8	0.085
120	285.7	0.397	133.3	0.289	42.7	0.179	11.3	0.102
140	374.5	0.463	174.4	0.337	55.7	0.209	14.8	0.119
160	474.0	0.530	220.4	0.385	70.3	0.238	18.6	0.136
180	583.9	0.596	271.0	0.433	86.3	0.268	22.8	0.153
200	704.1	0.662	326.4	0.481	103.7	0.298	27.4	0.170
220	834.4	0.728	286.3	0.529	122.5	0.328	32.3	0.187
240	974.7	0.794	450.7	0.577	142.8	0.358	37.6	0.205
260	1124.9	0.861	519.6	0.625	164.3	0.387	43.2	0.222
280	1285.0	0.927	592.9	0.674	187.3	0.417	49.2	0.239
300	1454.8	0.993	670.7	0.722	211.5	0.447	55.5	0.256
320	1634.4	1.059	752.7	0.770	237.1	0.477	62.1	0.273
340	1823.5	1.125	839.1	0.818	264.0	0.507	69.1	0.290
360	2022.3	1.192	929.7	0.866	292.2	0.537	76.4	0.307
380	2230.7	1.258	1024.7	0.914	321.7	0.566	84.0	0.324
400	2448.5	1.324	1123.8	0.962	352.5	0.596	92.0	0.341
420	2675.8	1.390	1227.2	1.010	384.5	0.626	100.2	0.358
440	2912.5	1.456	1334.8	1.058	417.9	0.656	108.8	0.375

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2.25		25 x 2.5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
кг/ч	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с	Па/м	м/с
460	3158.7	1.523	1446.5	1.107	452.4	0.686	117.7	0.392
480	3414.2	1.589	1562.5	1.155	488.2	0.715	126.9	0.409
500	3679.0	1.655	1682.5	1.203	525.3	0.745	136.4	0.426
520	3953.2	1.721	1806.8	1.251	563.6	0.775	146.2	0.443
540	4236.7	1.787	1935.1	1.299	603.1	0.805	156.4	0.460
560	4529.5	1.854	2067.5	1.347	643.9	0.835	166.8	0.477
580	4831.5	1.920	2204.1	1.395	685.8	0.864	177.6	0.494
600	5142.8	1.986	2344.7	1.443	729.0	0.894	188.6	0.511
620	5463.3	2.052	2489.4	1.491	773.5	0.924	199.9	0.528
640	5793.0	2.118	2638.2	1.539	819.1	0.954	211.6	0.545
660	6131.9	2.185	2791.0	1.588	865.9	0.984	223.5	0.562
680	6480.0	2.251	2947.9	1.636	913.6	1.013	235.8	0.579
700	6837.3	2.317	3108.9	1.684	963.2	1.043	248.3	0.596
720	7203.7	2.383	3273.8	1.732	1013.6	1.073	261.1	0.613
740	7579.3	2.449	3442.9	1.780	1065.2	1.103	274.3	0.630
760	7964.0	2.516	3615.9	1.828	1118.0	1.133	287.7	0.647
780	8357.8	2.582	3792.9	1.976	1172.0	1.162	301.4	0.665
800	8060.7	2.648	3974.0	1.924	1227.2	1.192	315.4	0.682
820	9172.8	2.714	4159.0	1.972	1283.6	1.222	329.7	0.699
840	9594.0	2.780	4348.1	2.021	1341.1	1.252	344.3	0.716
860	10024.2	2.847	4541.2	2.069	1399.9	1.282	359.1	0.733
880	10463.6	2.913	4738.2	2.117	1459.8	1.311	374.3	0.750
900	10912.0	2.979	4939.3	2.165	1520.9	1.341	389.7	0.767
920	11369.5	3.045	5144.3	2.213	1583.1	1.371	405.5	0.784
940			5353.3	2.261	1646.5	1.401	421.5	0.801
960			5566.3	2.309	1711.1	1.431	437.8	0.818
980			5783.2	2.357	1776.9	1.460	464.4	0.835
1000			6004.1	2.405	1843.8	1.490	471.2	0.852
1200			8430.7	2.886	2576.7	1.788	655.4	1.022
1400			11250.9	3.368	3424.7	2.086	867.4	1.193
1600					4386.7	2.384	1106.9	1.363
1800					5462.0	2.682	1373.6	1.533
2000					6650.1	2.980	1667.2	1.704
2200					7950.6	3.278	1987.5	1.874

Таблица 27. Значения местных сопротивлений Z_l [Па] для суммы коэффициентов сопротивления $\Sigma \xi = 1$ в трубопроводах водяного отопления со средней температурой 80 [°C]

Скорость воды [м/с]	Сопротивление Z_l [Па]	Скорость воды [м/с]	Сопротивление Z_l [Па]
0,05	1	0,55	147
0,10	5	0,60	175
0,12	7	0,65	205
0,14	10	0,70	238
0,16	12	0,75	273
0,18	16	0,80	310
0,20	19	0,85	350
0,25	30	0,90	393
0,30	44	0,95	438
0,35	59	1,00	485
0,40	78	1,05	510
0,45	98	1,10	588
0,50	121	1,15	700

16. Коллекторы для поверхностных систем отопления

В системе KISAN Comfort предлагаются разделители для напольного отопления с вмонтированными регулирующими клапанами на коллекторе возврата, служащими для выравнивания потоков в отдельных нагревательных контурах. Коллекторы подачи изготавливаются в двух вариантах – тип R на профилированных брусках либо тип RO из латунной трубы, и следующих разновидностей:

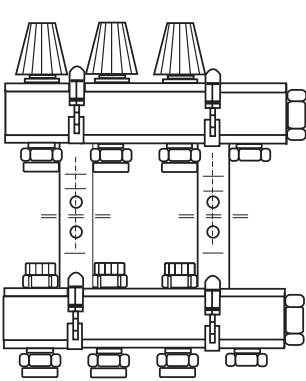


Рис. 53

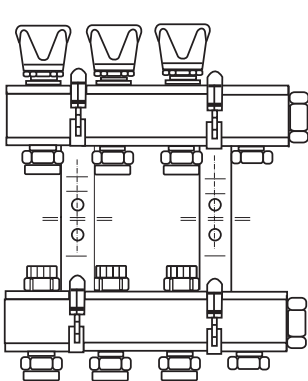


Рис. 54

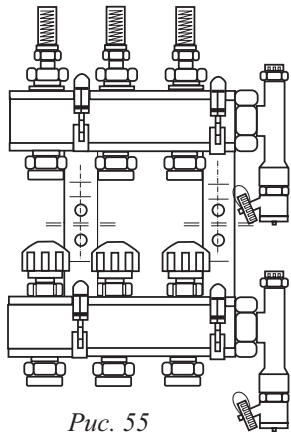


Рис. 55

- Коллектор с вмонтированными запорными клапанами (рис. 53) – распределитель RP или RPO.
- Коллектор с вмонтированными термостатическими клапанами (рис. 54) – распределитель RPT или RPTO.
- Коллектор с вмонтированными термостатическими клапанами и датчиком потока (рис. 55) – распределитель RPT-WPp или RPTO-WPz.

Термостатические клапаны управляются с помощью комнатных термостатов посредством электротермических сервомоторов либо термостатических головок с вынесенными датчиками. Коллекторы устанавливаются в навесных либо встроенных шкафах.

Коллекторы необходимо снабдить автоматическими воздухоотводами (конструкция распределителя дает возможность установки на них устройства воздухоотвода и спускных клапанов). Кроме того, в стенном шкафу можно установить тепловые счетчики. Трубы к коллектору крепят с помощью соединений G 3/4" × 16×2,0 и G 3/4" × 20×2,25. Для подсоединения змеевика из трубы диаметром 14×2,0 (например, в системах стенового отопления) применяются фитинги G 3/4" × 14×2.

Таблица 28. Характеристика коллектора возврата с клапанами для предварительной регулировки

Обороты	K_v , м³/ч	Характеристика Δp [Па]; Q [кг/ч]	Δp – падение давления на коллекторе с клапаном, [Па]; k_v – коэффициент циркуляции потока, [м³/ч]; Q – масса воды в потоке, [кг/ч].
0,5	0,399	$\Delta p = 0,639776 Q^2$	
1,0	0,757	$\Delta p = 0,177316 Q^2$	
1,5	1,063	$\Delta p = 0,089967 Q^2$	
2,0	1,368	$\Delta p = 0,054322 Q^2$	
2,5	1,600	$\Delta p = 0,039728 Q^2$	
3,0	1,822	$\Delta p = 0,030637 Q^2$	

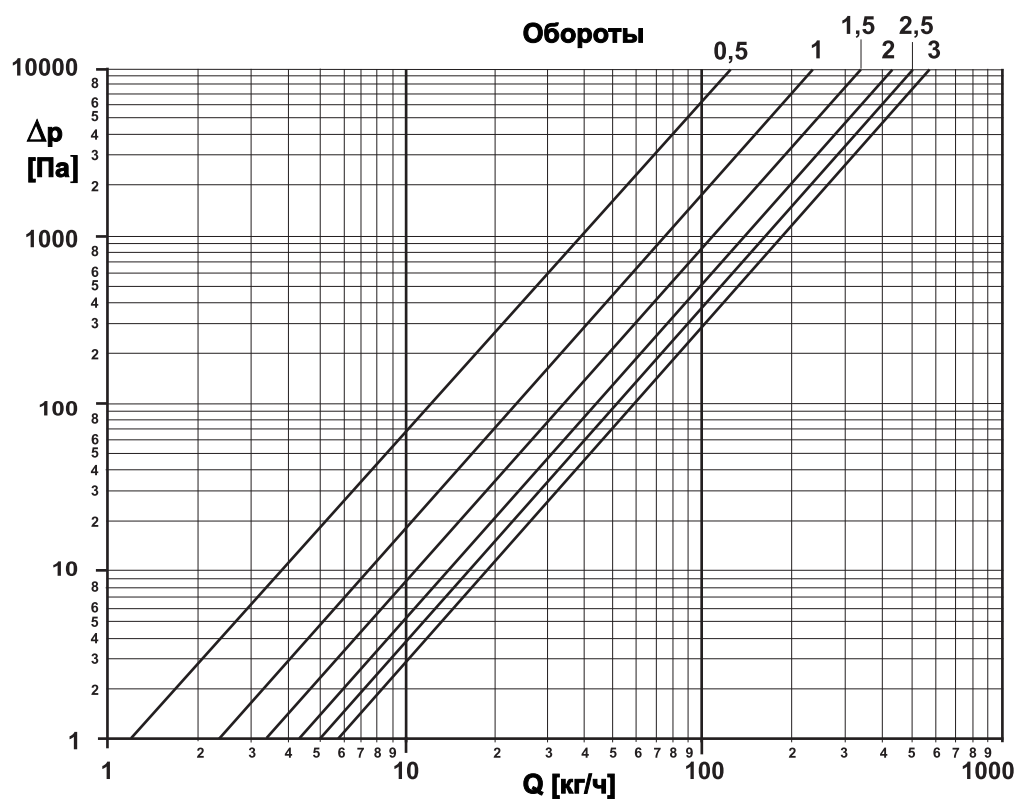


Рис. 56. Характеристика коллектора возврата с регулировочными клапанами на входе

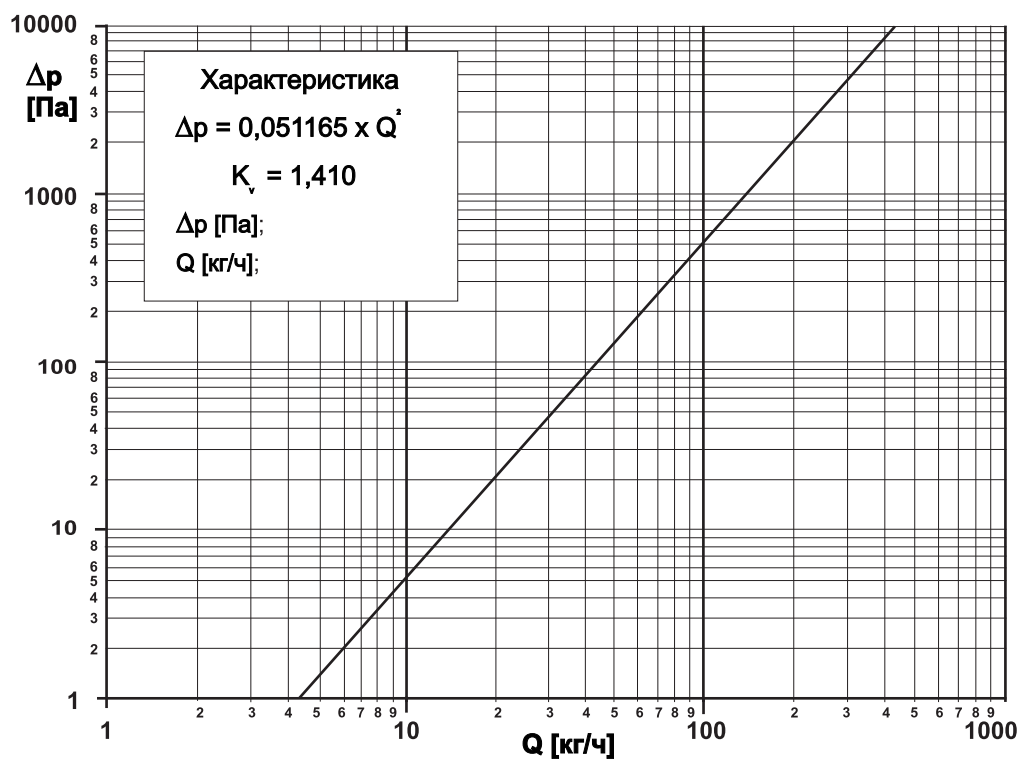


Рис. 57. Характеристика коллектора подачи с запорными клапанами

17. Регулировка систем обогрева пола – смесительные приспособления

При соединении в один трубопровод системы обогрева пола и системы радиаторного отопления с более высокой температурой воды на входе, необходимо применять смесительный модуль, снижающий температуру воды, поступающей в змеевики. Центральные смесительные устройства чаще всего монтируются в котельных, локальные смесители размещаются в шкафчиках возле коллекторов.



Рис. 58. Блок смесителя

Центральные смесительные устройства

Иным решением является применение смесительного блока с трехходовым клапаном. Блок смесителя может управляться как вручную, так и автоматически при помощи сервомотора, управляемого, в свою очередь, через регулятор погодных изменений. К блоку смесителя прилагается дополнительный изоляционный корпус.

Локальные смесительные устройства

Фирма KISAN предлагает комплекты для регулировки, управляемые вручную и состоящие из отдельных элементов для монтажа на строительной площадке. В зависимости от диаметра клапанов комплекты предназначаются для систем обогрева пола площадью до 85 м², до 120 м² и до 160 м².

Благодаря термостатическому регулируемому клапану с контактным датчиком, температура воды на входе не превышает заданную температуру. Дополнительным предохраняющим элементом является термо-выключатель насоса, на котором устанавливается показатель на 5°C выше, чем показатель на головке термостатического клапана.

Если система обогрева пола ограничивается использованием одного коллектора, предлагается локальное смесительное устройство, которое монтируется с коллектором. Такие устройства можно применять с коллекторами

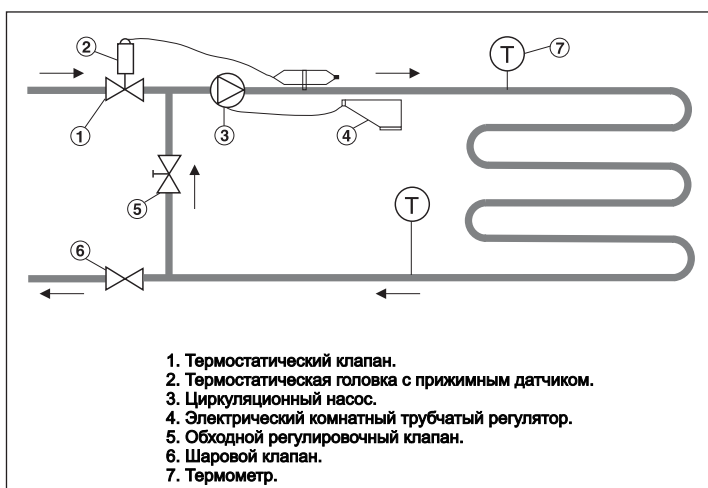


Рис. 59. Схема смесительного устройства для самостоятельного монтажа

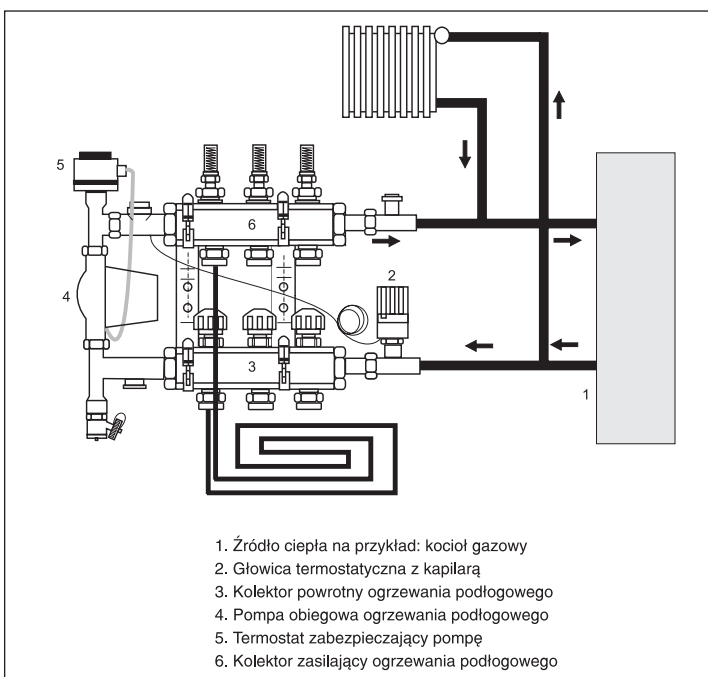


Рис. 60. Схема смесительного устройства прилегающего к коллектору

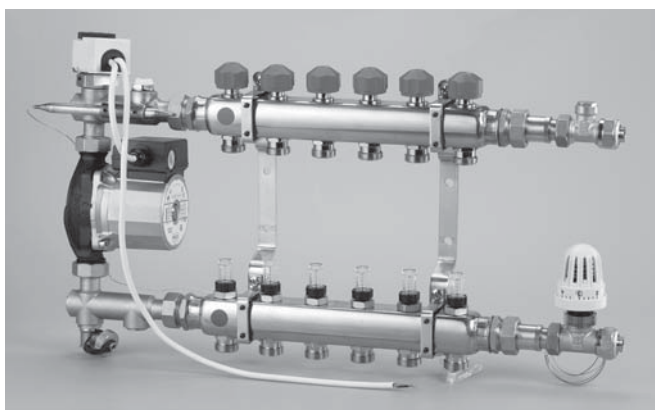


Рис. 61. Смесительное устройство UMR KISAN COMFORT

типа RP (RPT) либо в другой версии с круглыми коллекторами, оснащенными датчиками потока воды типа RPTO-WPz.

Можно также применить уже смонтированную, готовую смесительную систему типа UMR, состоящей из коллектора выполненного из нержавеющей стали с термостатическим клапаном и регулировочными датчиками потока воды на бруске возврата.

Смесительные устройства снабжены насосами WILO ST 20/6. Их можно применять в небольших системах обогрева пола (площадью ок. 100-120 м²)

Ограничитель температуры воды на возврате

Отдельные змеевики, обогревающие, например, ванную комнату, можно регулировать локально при помощи ограничителя температуры возврата (т.н. клапана RTL). Такое решение применяют, если отсутствует смесительное устройство.

Ограничитель температуры воды на возврате является клапаном прямого действия, с термостатической головкой и диапазоном регулировки 10÷50° C. Клапан монтируется в шкафчике под коллектором возврата либо как настенный модуль в распределительной коробке под штукатуркой, что обеспечивает удобный доступ к головке клапана.

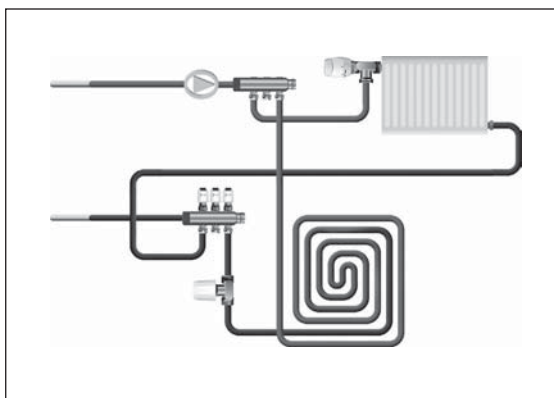


Рис. 62. Клапан типа RTL, размещенный у коллектора

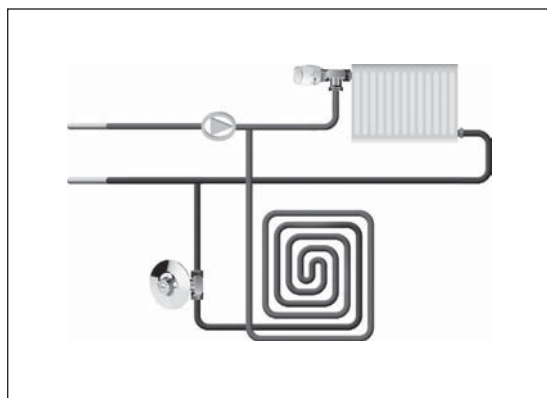


Рис. 63. Клапан типа RTL в виде настенного модуля

Разница давления на входе и на возврате, как правило, достаточна для нормальной работы змеевика на площади пола до 10 м². Температура воды на входе не должна превышать 60° C.

18. Индивидуальная регулировка температуры в помещениях

В случае независимой регулировки температуры в конкретных помещениях с отдельными змеевиками, необходимо применять коллекторы с встроенными термостатическими клапанами типа RPT, RPTO, RPT-WPp, RPTO-WPz. Клапаны управляются комнатными термостатами при помощи электротермических сервомоторов. Один термостат может управлять несколькими сервомоторами, если в помещении находится несколько змеевиков.

18.1. Регулировка в кабельной системе – KISAN COMFORT BASIC CONTROL



Рис. 64. Комнатный термостат 230 V

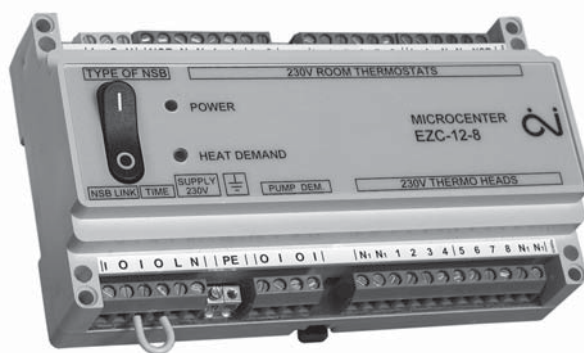


Рис. 65. Автоматическая панель EZC с реле насоса и котла

KISAN COMFORT BASIC CONTROL – аналоговая система управления системами поверхностного отопления.

- Простая и надежная конструкция.
- Точная регулировка, благодаря тепловой обратной связи.
- Установка ограничения диапазона до заданной температуры.
- Возможность работы с сервомоторами, как в обесточенном состоянии закрытыми NO, так и в обесточенном состоянии открытыми NC.
- Возможность обогрева либо охлаждения при помощи одного термостата.
- Возможность установки автоматической панели с реле насоса и котла, управляемыми при помощи сигнала о необходимом количестве тепла.



Рис. 66. Электрический сервомотор с резьбой M30×1,5

Регулирующими элементами в кабельной системе являются:

- комнатный термостат с диапазоном регулировки 6-30° C,
- термостат с функцией ночного снижения температуры,
- электротермический сервомотор с напряжением 24 V, нормально закрыт (по заказу – нормально открыт) с кабелем длиной 1,2 м.

18.2 Регулировка в цифровой системе WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL

Цифровая система дает возможность более точного регулирования температуры в помещениях, по сравнению с аналоговой системой, при которой тепловая инерция от подогрева пола может быть причиной колебания температуры в помещениях около $1,5^{\circ}\text{C}$.

KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL – цифровая система управления системами поверхностного отопления.

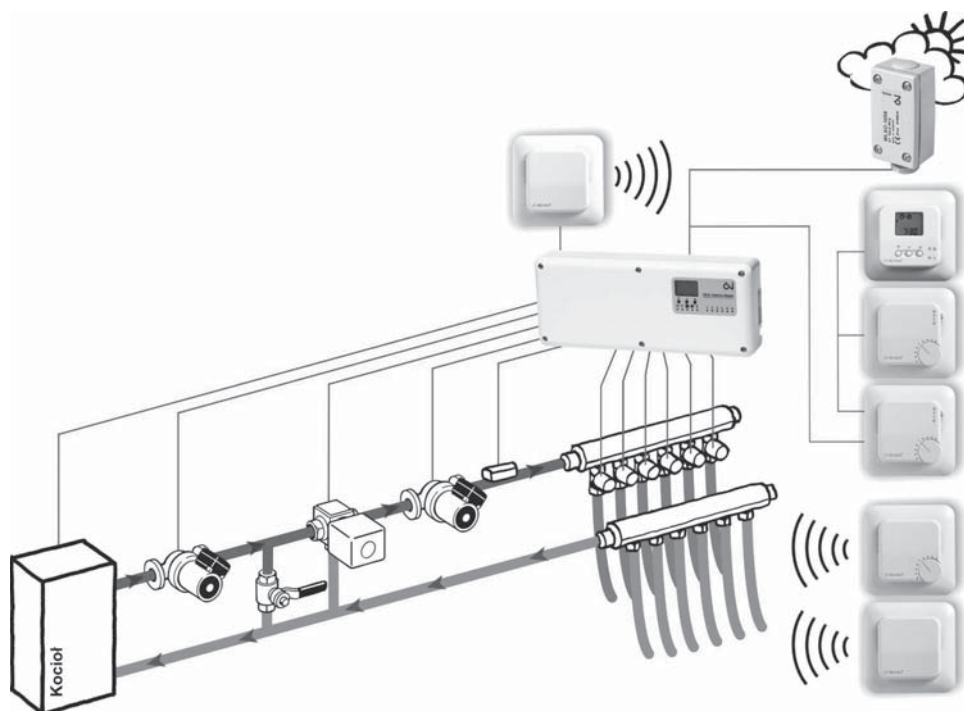


Рис. 67. Схема подключения цифровой системы WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL

- Контроль над отоплением и охлаждением для достижения термического комфорта.
- Экономия энергии, удобство, благодаря адаптационной функции (оптимальный старт).
- Простое обслуживание контроля температуры в отдельных зонах – возможность поделить здание на несколько зон с разной необходимой температурой.
- Возможность любой конфигурации кабельной и безкабельной системы.
- Передача данных в сети при сложных разветвленных магистралях, включая возможность управления системой при помощи компьютера и предназначенных для этой цели программ.
- Возможность одновременно управлять системами как поверхностного отопления, так и системами с батареями отопления.
- Выбор оптимальной работы системы в случае питания системы от двух независимых источников тепла, напр., газового котла и камина с водяной рубашкой (контуром).
- Простой монтаж, благодаря специальным соединениям.
- В режиме охлаждения датчик влажности предотвращает конденсацию водного пара на охлаждаемых поверхностях.
- Дополнительная функция управления с учетом погодных условий.
- Разнородность типов термостатов: программируемые – часовые, стандартные – с регулировкой, инвестиционные – без регулировки.

- Автоматическая функция «тренировки» системы – каждые три дня приводятся в действие неработающие насосы и сервомоторы с клапанами – система всегда исправна.
- Система доступна в версиях с напряжением управления сервомоторами 230 V и 24 V.

Элементы цифровой системы:

- главный блок управления, имеющий 8 выходов к сервомоторам, реле насоса и котла, напряжение питания 230 V, напряжение управления сервомоторами 230 V, напряжение управления термостатами +5 V,
- главный блок управления с дисплеем и компенсацией погодных изменений – кроме вышеперечисленных элементов, дополнительно имеет компенсацию погодных изменений при подсоединении наружного датчика температуры, датчик температуры воды на входе, управление смесительным клапаном,
- дополнительный блок – с возможностью расширения системы на 6 выходов к сервомоторам,
- термостат с регулировкой,
- термостат с часовым программированием,
- термостат с регулировкой и снижением температуры в ночном режиме,
- термостат с регулировкой и ограничением температуры, используется вместе с напольным датчиком,
- датчик напольный,
- датчик влажности,
- контактный датчик для замера температуры охлаждающей воды,
- переключатель подогрев/охлаждение,
- сервомотор электротермический 230 V в обесточенном состоянии закрытый NC.

В электронной системе термостаты соединяются последовательно и/либо параллельно при помощи двужильного кабеля (рекомендованный диаметр 2 x 0,35 мм). Благодаря этому, не нужно подводить кабель к каждому термостату.

Более подробную информацию на тему WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL можно получить в отдельных брошюрах:

- Инструкция монтажа.
- Инструкция пользования.

19. Особые случаи применения поверхностного отопления

19.1 Системы подогрева грунта в теплицах

Фирма KISAN и Институт овощеводства в г. Скерневице провели исследования, с целью изучения возможности использовать трубы KISAN для подогрева грунта в тепличном хозяйстве и пленочных туннелях.

Проведенные исследования подтвердили пригодность труб KISAN для этих целей.

Полученные эффекты:

- ускорение вегетации растений примерно на 2 недели и десятикратное увеличение раннего урожая;
- увеличение общей урожайности растений примерно на 20%;
- ограничение и более эффективное использование тепловой энергии;
- равномерное развитие растений – как надземных их частей, так и корневой системы;
- активизация микробиологической жизни в почве;
- обогрев грунта позволяет осушить листья растений, что имеет большое фитосанитарное значение.

Подогрев грунта наиболее эффективен для таких овощей, как помидоры, огурцы и перец, а также декоративных растений – гербер и фрезий.

Для получения информации о проектировании систем подогрева грунта просим обращаться в технический отдел фирмы KISAN.

Для подогрева грунта фирма KISAN предлагает трубы диаметром 20 x 2,25 мм или 25 x 2,5 мм. Эти трубы серебристого цвета и поставляются в бухтах по 150 м (3/4") и 100 м.

Рабочие параметры системы составляют

- максимальная рабочая температура – $T_{\max} = 45^{\circ}\text{C}$, рабочее давление – 6 бар.

Систему подогрева грунта можно укладывать двумя способами:

- 1) Трубы укладываются под землей на глубине 30÷35 см таким образом, чтобы избежать повреждения труб во время проведения агротехнических работ. Наибольший эффект достигается, когда расстояние между трубами приближается к глубине их укладки (30÷40 см). Также можно укладывать, к примеру, по две трубы под каждым рядом растений. Под трубопроводами следует разместить теплоизоляционный слой, например 20÷30 см промытого шлака. Необходимо помнить, чтобы в сезоне низких температур в трубах неработающей системы не оставалась вода (рекомендуется продуть ее сжатым воздухом).
- 2.) Укладка труб на поверхности грунта – т.н. вегетативный обогрев. Чаще всего используют одну-две трубы в каждом ряду растений. Это более простая система, чем укладка под землей и не требует размещения термоизоляции под трубами. После окончания периода вегетации трубы можно свернуть и повторно использовать в следующем сезоне.

Трубопроводы укладываем в форме петли (Рис. 68) или параллельно (Рис. 69). В качестве разделителей можно использовать стальные трубы с приваренными муфтами, или использовать тройники и муфты системы KISAN.

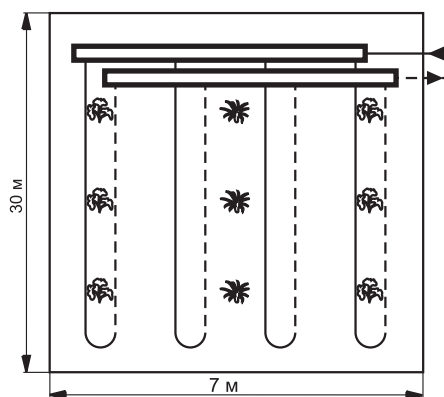


Рис. 68. Укладка в форме петли

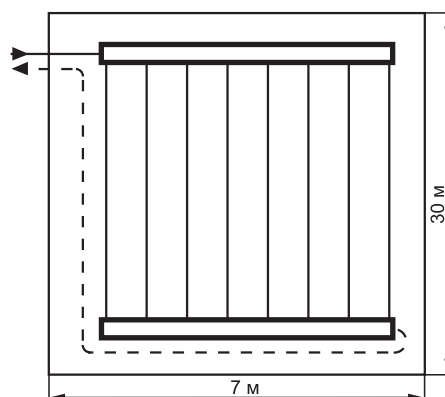


Рис. 69. Укладка параллельная

В связи с необходимостью поддерживать температуру на поверхности грунта на уровне ок. 20° С, система подогрева грунта подключается к основной системе отопления через смесительный узел (рис. 70).

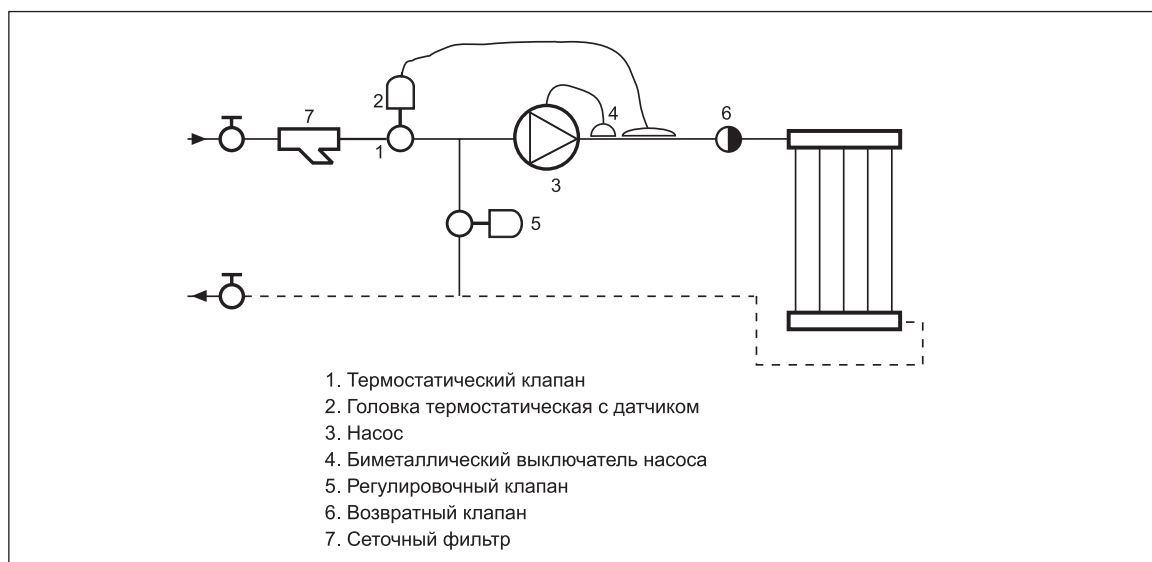


Рис. 70. Пример устройства смесительного узла

19.2. Обогревание поверхностей под открытым небом

Низкотемпературные системы обогрева поверхностей под открытым небом применяются на спортивных объектах (футбольных полях стадионов), под проезжей частью, тротуарами, автомобильными стоянками, подъездами, посадочными полосами и террасами.

Обогревание поверхностей под открытым небом применяется с целью:

- растопить снег или лед,
- осушить поверхность,
- поддерживать постоянную температуру и не допустить охлаждения поверхности.

Исходная температура обогрева поверхности принимается на уровне +1÷+5°С.

Плотность теплового потока, переходящего от поверхности в воздух, зависит от теплопроводности слоя над трубами, температуры воздуха и скорости ветра. Для приблизительных расчетов принимается необходимая мощность 150 Вт на м² поверхности.

Для обогрева поверхностей под открытым небом чаще всего применяются многослойные трубы диаметром 20 и 25 мм, реже – диаметром 16 мм – при малых поверхностях (террасы, открытые моечные площадки для автомобилей).

Питание труб осуществляется через теплообменник – теплоносителем является водный раствор гликоля, чтобы избежать замерзания трубопровода во время перерывов в отоплении либо при больших морозах.

Температура воды на входе должна составлять 30-55° С (для поверхностей засеянных травой – до 45° С). Рекомендуемая разница температур на входе и выходе: 15° С.

Конструкция обогреваемых поверхностей

Под трубопроводом, как правило, не прокладывается теплоизоляция, что повышает потери тепла на грунте и тепловую инерцию. В практике это означает необходимость обогрева в постоянном режиме. Трубы укладываются в монтажных шинах и покрываются слоем бетона, бетона с песком либо песка. В связи с тем, что песок имеет значительно меньший коэффициент теплопроводности (дополнительно уменьшающийся в связи с высыханием песка при обогреве), необходимо увеличить температуру воды на входе либо уменьшить расстояние между трубами. Поэтому не рекомендуется укладка системы обогрева в слое песка под плотно уложенной бетонной либо каменной брусчаткой. В этом случае следует отдать предпочтение слою бетона с трубами под брусчаткой.

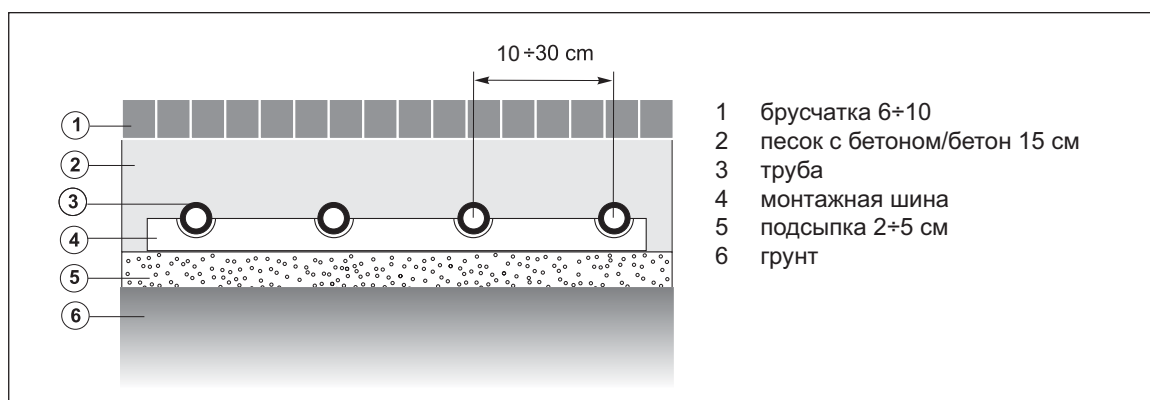


Рис. 71. Обогрев поверхности с брусчаткой

Обогрев футбольного стадиона

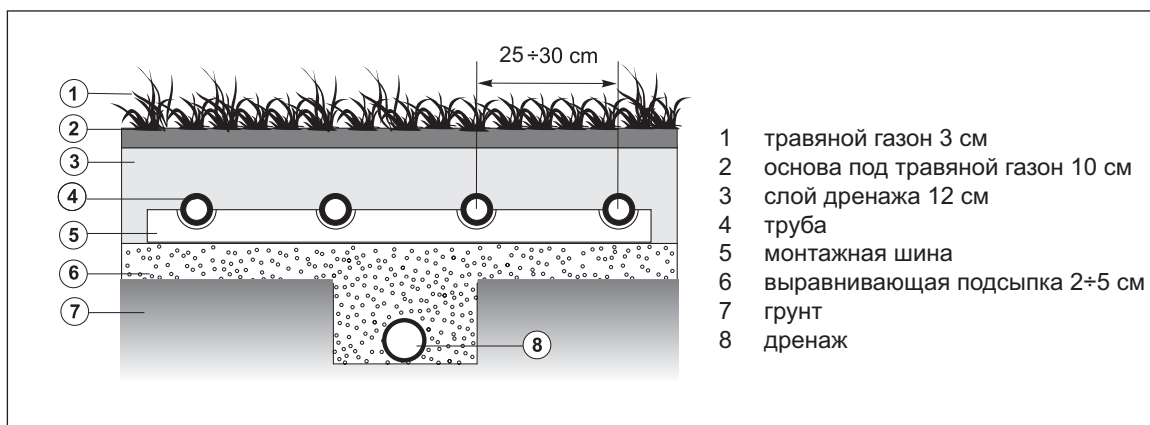


Рис. 72. Обогрев стадиона

Обогрев поля стадиона производится с целью предотвратить замерзание и образование снежного покрова на поверхности. Чаще всего в этом случае применяются трубы диаметром 25 мм, уложенные на глубине ок. 20 см, чтобы не препятствовать уходу за травяным покровом. Температура на входе должна составлять 35-40° С и не превышать 45° С. Для стадиона

со стандартной площадью мощность источника тепла составляет 1,5-2,0 МВт. Система обогрева футбольного поля требует сочетания с системой дренажа, отводящего излишки воды.

При большой поверхности обогрева, также в случае футбольных полей, питание греющих трубопроводов осуществляется через коллекторы больших диаметров. В связи с отсутствием регулирующих клапанов, рекомендуется подключение коллекторов по принципу петли Тихельманна, чтобы обеспечить равномерное питание трубопроводов.

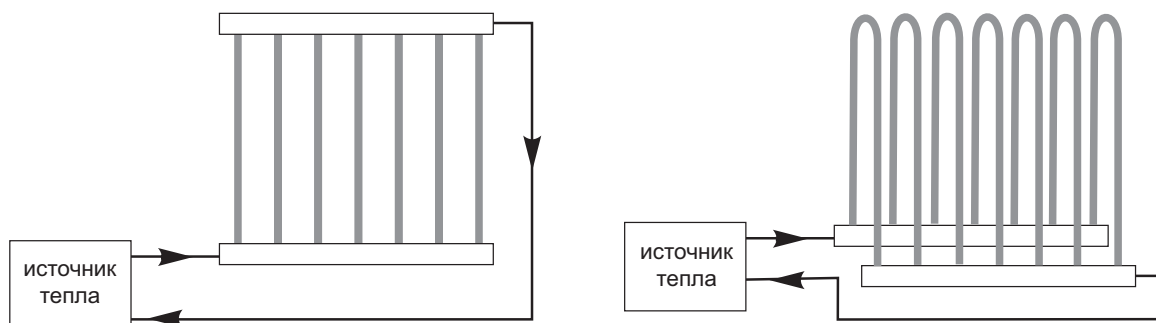


Рис. 73 и 74. Примеры решений петли Тихельманна

Подогрев грунта под промышленными холодильниками (морозильными камерами)

Подогрев поверхности под холодильными (морозильными) помещениями производится для того, чтобы не допустить замерзания грунта под холодильником, что может привести к разрушению фундамента и угрожает стабильности конструкции холодильного цеха. Для этих целей чаще всего применяются многослойные трубы диаметром 20 мм, уложенные в слое «худого бетона» под изоляционным слоем холодильного помещения на расстоянии 40-50 см. Теплоносителем является раствор воды с гликолем. Рекомендуемая температура питания 25-35° С. На больших объектах осуществляется питание греющих трубопроводов через коллекторы больших диаметров, подсоединенных по принципу петли Тихельманна, на небольших объектах – змеевики с максимальной длиной трубы 150 м, с питанием от стандартных коллекторов напольного отопления.

20. Библиография

1. Колодейчик В., Плутенник М.: *Указания по проектированию систем центрального отопления*. – COBRTI Instal, Варшава, 1994.
2. *Технические условия исполнения и приемки пластмассовых трубопроводов*, под редакцией Л. Фуртака. – Польская корпорация санитарной, отопительной, газовой и кондиционерной техники, Варшава, 1994
3. Мрочек В., Вояс Я.: *Инструкция по проектированию и монтажу сантехнических систем с использованием многослойных труб (PE-Al-PE) системы KISAN* – KISAN ООО, Варшава, 2009
4. Мрочек В., Вояс Я., Вильд Я.: *Системы напольного и внутрисстенного отопления из многослойных труб (PE-Al-PE) системы KISAN. Руководство по проектированию, сборке и монтажу* – KISAN ООО, Варшава, 2009.
5. Действующие стандарты.



Для получения более полной информации обращайтесь к нам по адресу:

ул. Ген. Окулицкого 19
05-500 Пясечно
(+ 48 22) 701 71 31, 701 71 32

www.kisan.pl

