

**ПОДПОЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ**  
**СИСТЕМА **KAN-therm****  
**УКЛАДКА МОКРЫМ МЕТОДОМ**

Инструкция по монтажу

---

**Составители:**

mgr inż. Krzysztof Sękowski

mgr inż. Jacek Juchnicki

Варшава март 2004

Фирма **KAN** Sp. z o.o.

Перепечатка и копирование без согласия фирмы **KAN** Sp. z o.o.  
ЗАПРЕЩЕНЫ!

---

# Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Основная информация</b> .....	<b>3</b>
1.1. Тепловой комфорт .....	3
1.2. Экономия энергии .....	4
1.3. Температура поверхности пола и теплоотдача нагревателя подпольного отопления .....	4
1.4. Система подачи подпольного отопления и совместная работа с радиаторами .....	5
1.4.1. Центральные смесительные системы .....	5
1.4.2. Местные смесительные системы .....	7
<b>2. Конструкция подпольного нагревателя с укладкой мокрым методом</b> .....	<b>8</b>
2.1. Толщина нагревателя и требования к тепловой изоляции .....	8
2.2. Стяжка - бетонная плита .....	9
2.3. Краевая изоляция и разделительные швы .....	10
2.4. Покрытие пола .....	11
2.5. Трубы для подпольного отопления и виды греющих контуров .....	11
<b>3. Монтаж и запуск подпольного отопления с укладкой мокрым методом</b> .....	<b>13</b>
3.1. Укладка слоев изоляции и краевой ленты .....	13
3.2. Монтаж распределителей и шкафчиков .....	14
3.3. Прокладка труб .....	15
3.4. Испытания на герметичность .....	15
3.5. Выполнение стяжки - бетонной плиты .....	16
3.6. Запуск подпольного отопления и раскладка покрытия на полу .....	16
3.7. Регулирование подпольного отопления .....	16
3.8. Регулирование смесительной системы, построенной на распределителе серии 73 .....	18

# Введение

**И**нсталляционная система **KAN-therm**, в состав которой, в частности, входят трубы PE-RT, PE-Xc, предоставляет широкую возможность для применения их в отоплении типа “панельное отопление”, где соответствующим образом заделанные трубы представляют греющий элемент.

## **К панельному отоплению можно отнести:**

- подогрев открытой поверхности, контактирующей с наружным воздухом (спортивные площадки и поля стадионов, коммуникационные трассы, ступеньки в переходах, подъездные пути и террасы).
- отопление внутри зданий типа - обогрев полами (подпольное отопление), потолками и стенами.

**В случае отопления внутри зданий можно использовать различную конструкцию греющих панелей (плит) в зависимости от архитектурных условий, а также предназначения объектов, например:**

- спортивные залы с обогреваемыми полами типа “эластичных” (с воздушной прослойкой),
- деревянные полы с воздушной прослойкой,
- конструкция подпольного отопления с греющей плитой, полученной путем заливки бетоном - выполнение работ т. н. “мокрым методом”.
- конструкция подпольного отопления - выполнение работ “сухим методом” - особенно удобна при ремонте и реконструкции объектов.

Целью данной разработки является ознакомление инвестора, монтажника и проектировщика со спецификой выполнения подпольного отопления внутри зданий с укладкой его мокрым методом. Надеемся, что данное издание будет непрерывно развиваться и дополняться новыми решениями, расширяющими знания о возможностях применения системы **KAN-therm**.

Фирма **KAN** предоставляет программу **KAN** со-Graf, имеющую опцию проектирования подпольного отопления, и программу подбора теплоотдачи обогреваемых полов с воздушной прослойкой в их конструкции (эластичные полы).

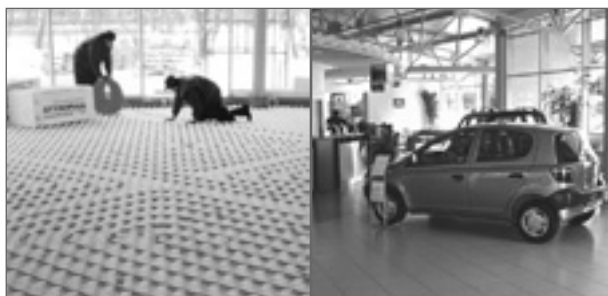
Принципы расчета и монтажа системы подпольного отопления приводятся в Справочнике проектировщика и производителя работ, изданном фирмой **KAN**, который представляет собой пособие к системе **KAN-therm**, а соблюдение принципов, приведенных в нем, является основным условием предоставления гарантии.

# 1. Основная информация

Подпольное отопление, выполненное мокрым методом, основано на непосредственной заливке труб цементным раствором в толще пола. Таким способом получается подпольный отопительный прибор, греющим элементом которого является монолитный пол - бетонная плита. Отопление такого типа очень распространено, особенно в странах Западной Европы, и успешно применяется в жилищном строительстве, как частном, так и многоэтажном.

Система подпольного отопления также является оптимальным решением для поддержания соответствующего теплового комфорта на объектах:

- культовых (костелы, церкви),
- общественного назначения (спортивные залы, выставочные залы),
- промышленных.



**Рис. 1. Подпольное отопление, выполненное мокрым методом - греющие трубы замоноличены в полу.**

## 1.1. Тепловой комфорт

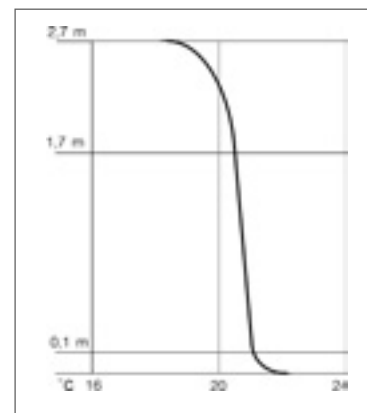
Подпольное отопление - это система обогрева, в которой преобладающее количество тепла передается путем излучения. Тепловой поток проходит через трубы, затем слой стяжки, представляющую собой греющую плиту, а также через покрытие пола и передается в окружающую среду.

Поверхность пола характеризуется повышенной температурой, благодаря чему уже есть преграда холоду (не охлаждаются стопы ног), и одновременно нет отрицательного воздействия на комфортные теплоощущения человека, на которые, в основном, оказывают влияние температура воздуха, его подвижность, температура ограждающих поверхностей помещения.

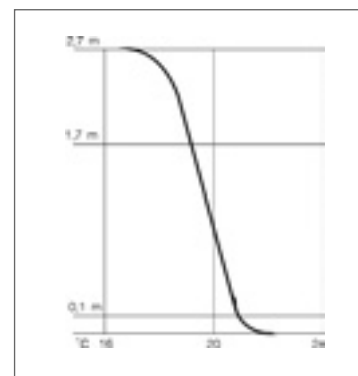
В связи с вышесказанным, температура воздуха в помещении 20°C обеспечивает такой же самый тепловой комфорт, как и температура от 21°C до 22°C при использовании традиционных отопительных приборов (радиаторов и конвекторов), а колебания внутренней температуры на 1°C практически не ощутимы человеческим организмом.

Подпольному отоплению свойственно наиболее благоприятное для человека равномерное распределение температуры в помещении - близкое к идеальному (см. Рис. 2 и 3).

Важнейшим фактором теплового комфорта при подпольном отоплении является уменьшение конвекционного перемещения воздуха по сравнению с радиаторным отоплением, которое вызывает перенос пыли и т.п.



**Рис. 2. Идеальное распределение температуры в помещении.**



**Рис. 3. Распределение температуры в помещении с подпольным отоплением.**

## 1.2. Экономия энергии

Подпольное отопление - это энергосберегающая система обогрева.

Благодаря возможности понижения температуры воздуха в помещении на 1÷2 °С по сравнению с радиаторным отоплением без ухудшения теплового комфорта, можно сэкономить около 5-10% тепловой энергии (понижение температуры ведет к снижению теплопотерь помещения, а следовательно, и энергии, которую необходимо поставить).

Дополнительное преимущество подпольного отопления - это низкая температура теплоносителя на входе в систему, (max 55°C), что дает возможность применить нетрадиционные источники тепла:

- солнечные коллекторы и тепловые насосы,
- конденсационные котлы.

Подпольное отопление в зоне пребывания людей отдает тепло равномерно. Это имеет особое значение при отоплении высоких помещений. В случае конвективного отопления в таких помещениях теплый воздух сосредотачивается в их верхней части и, чтобы поддержать в зоне пребывания людей требуемый уровень температуры, необходимо большее количество тепловой энергии.

Системе подпольного отопления свойственна саморегуляция. Эта особенность вытекает из низкой температурной разницы (около 9°C) пола и воздуха в помещении, при которой наступает теплообмен. Любое возрастание температуры воздуха в помещении, вызванное, например, теплопоступлениями, приводит к падению отдачи подпольного отопления (уменьшается температурная разница), и тем самым к реакции противодействия росту температуры. Это повлечет за собой при постоянном расходе воды в греющих контурах к росту температуры воды на выходе и к экономии энергии источника тепла, оснащенного автоматикой для управления температурой подаваемой воды. В системе подпольного отопления перекрытия хорошо утеплены, что естественно уменьшает теплопотери помещений.

## 1.3. Температура поверхности пола и теплоотдача нагревателя подпольного отопления

Для поддержания теплового комфорта температура поверхности пола не должна превышать:

- 29°C в зонах длительного пребывания людей (жилые помещения),
- 35°C в граничных зонах (полоса шириной 0,5 м вдоль наружных стен с повышенной теплоотдачей применяется в случае необходимости покрыть теплопотери помещения),
- 33°C в зонах временного пребывания людей - ваннные комнаты, где также должна быть повышенная температура воздуха в помещении (25°C).

Вышесказанное ведет к ограничению максимальной теплоотдачи поверхности нагревателя подпольного отопления:

- около 100 Вт/м<sup>2</sup> для жилых помещений с температурой 20°C,
- около 170 Вт/м<sup>2</sup> для граничных зон в жилых помещениях с температурой 20°C,
- около 90 Вт/м<sup>2</sup> для ваннных комнат с температурой 25°C.

Следует обратить внимание на дополнительное ограничение - максимальная температура воды, подаваемая в контур подпольного отопления, равна 55°C. Поэтому приведенные значения теплоотдачи можно получить только при покрытиях пола типа: керамика, камень, тонкие синтетические материалы. Тепловое сопротивление покрытия пола существенно влияет на теплоотдачу подпольного отопления. При той же самой температуре теплоносителя для получения подобной теплоотдачи следует значительно уменьшать расстояние между трубами в случае покрытия с очень большим тепловым сопротивлением. При планировании подпольного отопления следует обратить внимание на эффективную поверхность используемого пола - не учитываются места под встроенные шкафчики и другие сооружения, ограничивающие теплообмен. Трубы не прокладываются под ваннами, душевыми поддонами - могут рассыхаться сифоны. Для помещений с большими теплопотерями (Вт/м<sup>2</sup>) может возникнуть проблема с их компенсацией при использовании подпольного отопления. В этих случаях:

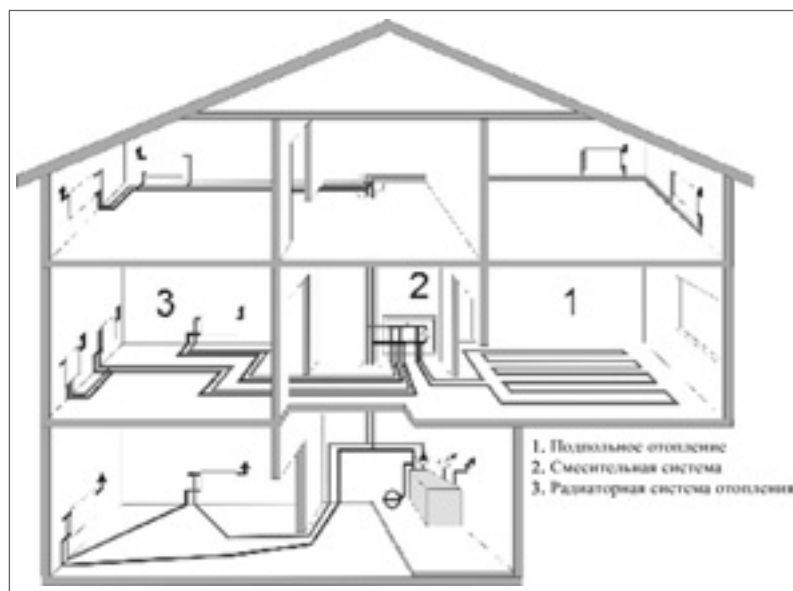
- вводятся граничные зоны с повышенной теплоотдачей (сгущение труб)
- вводятся дополнительные радиаторы, работающие с температурными параметрами подпольного отопления

## 1.4. Система подачи подпольного отопления и совместная работа с радиаторами

Подпольное отопление является низкотемпературной системой отопления. Максимальная температура подачи теплоносителя составляет 55°C, а средняя величина падения температуры теплоносителя в греющем контуре формируется на уровне 10°C (допустимый диапазон 5 ±15°C).

Параметры воды на входе и выходе греющего контура, составляют:

- 55°C/45°C
- 50°C/40°C
- 45°C/35°C



При совместной работе с радиаторным отоплением, действующим при более высоких параметрах, применяются насосные смесительные системы с целью понижения температуры на входе в подпольное отопление.

Существенная проблема - выбор температурных параметров для источника тепла, так как это имеет принципиальное влияние на:

- вид источника тепла,
- конфигурацию системы,
- инвестиционные затраты,
- эксплуатационные расходы.

Ниже даны несколько указаний, которые касаются этой проблемы.

**Рис. 4. Некоторые схемы совместной работы ц.о. и подпольного отопления.**

Выбор низких температурных параметров для источника тепла:

- позволит использовать тепловые насосы (можно получить около 3 кВт тепловой энергии с 1 кВт электрической энергии),
- позволит использовать конденсационные котлы (использование теплоты конденсации водяных паров, образующихся при сгорании газа),
- позволит отказаться от смесительных систем (снизится инвестиционная стоимость),
- приведет к росту требуемой поверхности конвекционных отопительных приборов, присутствующих в системе (приблизительно на 40% по отношению к параметрам источника тепла 80/60 °C),

Можно получить значительное сокращение инвестиционных и эксплуатационных затрат, если система подпольного отопления является доминирующей в здании (имеется только единичное число радиаторов). При выборе высоких температурных параметров для источника тепла всегда стоим перед необходимостью использования смесительных систем для понижения температуры подачи теплоносителя подпольного отопления.

### 1.4.1. Центральные смесительные системы

Применяются в случае, если подпольное отопление планируется на разных этажах здания.

Они, как правило, размещаются рядом с источником тепла (в котельной). Подпольное отопление в этом случае имеет свою систему подводки теплоносителя (стояки, подача через распределитель).

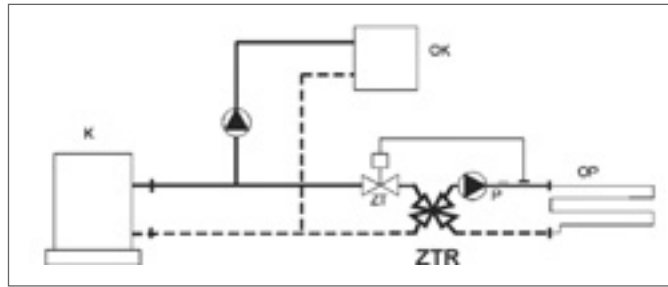
Может быть автоматическое управление (в зависимости от наружной температуры т.н. погодное регулирование) или полуавтоматическое (вручную устанавливается температура подачи подпольного отопления).

Пример схемы оборудования с центральной полуавтоматической смесительной системой представлен на рис. 6.

Основной модуль системы состоит из смесителя с четырехходовым вентиляем с ручной установкой степени смешения. Монтаж термостатического вентиля, оснащенного головкой с контактным датчиком, защищает оборудование от термического пробоя и позволяет поддерживать заданный на головке уровень температуры подачи (диапазон регулирования  $50 \pm 20^\circ\text{C}$ ) подпольного отопления - таким образом реализуется полуавтоматическое регулирование.



**Рис. 5.** Смеситель для подпольного отопления, дополнительно оснащенный термостатическим вентилем и головкой с контактным датчиком - для полуавтоматического регулирования.

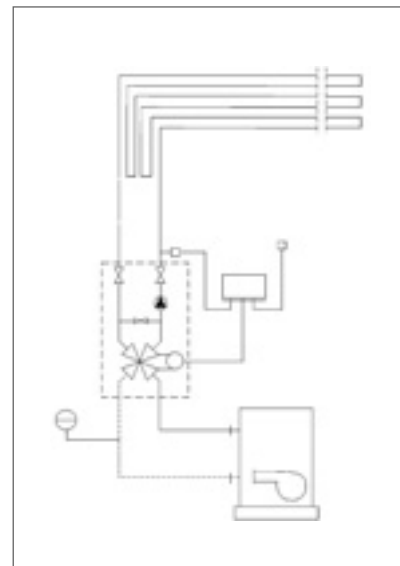


**Рис. 6.** Схема смесительной системы с полуавтоматическим регулированием:  
**OK** - конвективное отопление  
**OP** - подпольное отопление  
**P** - насос  
**ZT** - термостатический вентиль  
**ZTR** - четырехходовой вентиль

Пример схемы оборудования с центральной автоматической смесительной системой представлен на рис. 8.



**Рис. 7.** Смеситель для подпольного отопления, сервомотор SM4 и погодный регулятор - для автоматического регулирования.



**Рис. 8.** Схема с погодным регулятором и четырехходовым вентилем.

Центральные автоматические смесительные системы (Рис.7.) следует оснащать сервомотором SM4, который должен управляться автоматикой, смонтированной на источнике тепла (автоматика, управляющая циркуляционным кольцом ц. о. со смесителем). При отсутствии такой автоматики система **KAN-therm** предлагает погодный регулятор (управляющий одним контуром со смесителем). Регулятор поставляется в комплекте с датчиком наружной температуры (AFS), контактным датчиком температуры подачи (VFAS), присоединительной панелью для регулятора (монтаж на стене). Дополнительно регулятор можно оснастить датчиком комнатной температуры (FBR1) с удаленным регулированием и выбором режима работы. Центральные смесительные системы также можно построить, используя четырехходовой вентиль H6 Ms или группу Gruwi-Block (Рис. 7а и б). Если требуется автоматическое управление, то следует оснастить их сервомотором SM4 и регулятором, описанным выше, если полуавтоматическое - то вентилем с головкой и датчиком (см рис.

5).



Рис. 7а. Четырехходовой вентиль.



Рис. 7б. Группа Gruwi-Block.

#### 1.4.2. Местные смесительные системы

Применяются в случае, если подпольное отопление планируется на одном этаже здания. Как правило, размещаются в монтажных шкафчиках с распределителями и подача теплоносителя к ним осуществляется непосредственно с радиаторной системы. Местные смесительные системы управляются полуавтоматическим способом.

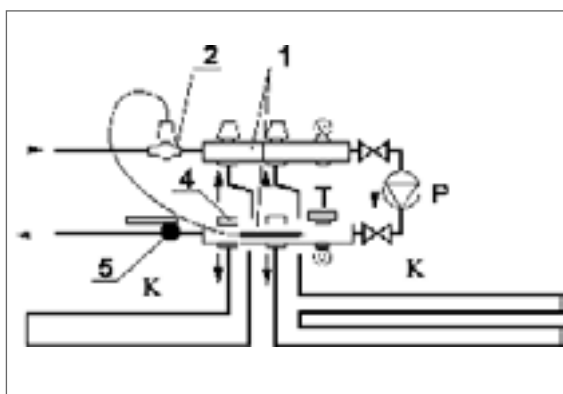


Рис. 9. Схема местной смесительной системы на базе распределителя подпольного отопления:

**P** - насос

**K** - контур подпольного отопления

**1**- распределитель

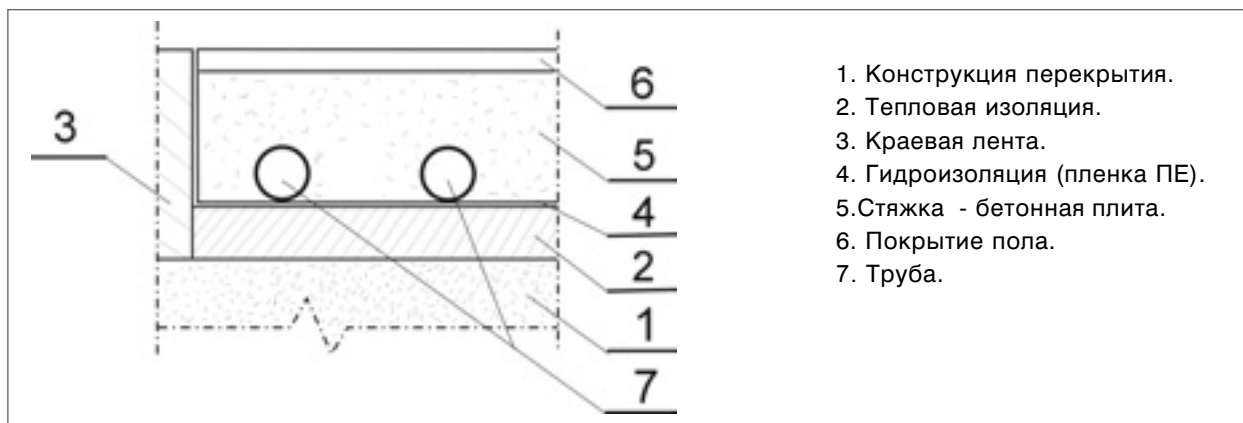
**2** - термостатический вентиль с датчиком температуры

**5** - запорно - регулирующий вентиль



Рис. 10. Смеситель, построенный на базе распределителя подпольного отопления серии 73.

## 2. Конструкция подпольного нагревателя с укладкой мокрым методом



**Рис. 11. Схема конструкции подпольного нагревателя с укладкой мокрым методом.**

Принцип конструкции подпольного нагревателя состоит в том, что стяжка представляет собой т.н. плавающую плиту, которая имеет возможность для свободного термического удлинения по всем направлениям. От перекрытия плита отделяется слоем тепловой изоляции и гидроизоляции, от стен здания и конструктивных элементов типа колонна - краевой лентой, имеющей изоляцию от влаги (пленку ПЕ). Гидроизоляция защищает тепловую изоляцию (также краевую ленту и щели между краевой лентой и тепловой изоляцией) от проникания влаги. В случае, когда перекрытие подвергается увлажнению снизу, то гидроизоляция укладывается также и под тепловую изоляцию. Если тепловая изоляция в виде плит из пенополистирола будет укладываться на битумный слой, то необходимо использовать под пенополистиролом разделительную пленку из ПЕ. Трубы заливаются непосредственно бетоном (цементно - песчаным раствором).

### 2.1. Толщина нагревателя и требования к тепловой изоляции

Общая толщина всех слоев подпольного нагревателя обусловлена требованиями к толщине тепловой изоляции в зависимости от назначения перекрытия.

С целью ограничения потерь тепла сопротивление тепловой изоляции должно соответствовать следующим требованиям:

- $R_{min}=0,75 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$  для перекрытий над отапливаемыми помещениями,
- $R_{min}=2,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$  для перекрытий над неотапливаемыми подвалами,
- $R_{min}=2,25 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$  для перекрытий на грунте.

Если принять минимальную толщину стяжки 6,5 см и в качестве тепловой изоляции взять пенополистирол (коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/мК), то получим следующие толщины подпольного нагревателя:

- около 9,5 см (3 см пенополистирола) для перекрытий над отапливаемыми помещениями,
- около 14,5 см (8 см пенополистирола) для перекрытий над неотапливаемыми подвалами,
- около 15,5 см (9 см пенополистирола) для перекрытий на грунте.

Толщину подпольного нагревателя можно уменьшить, используя изоляцию с меньшим коэффициентом теплопроводности, а толщину изоляции  $d$  [м] можно рассчитать по формуле:

$$d = a \times R_{min} \text{ (м), где:}$$

$a$  - коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/мК

$R_{min}$  - термическое сопротивление тепловой изоляции,  $\text{м}^2\text{К/Вт}$

В качестве тепловой изоляции следует применять пенополистирол, по меньшей мере, класса PS-E FS M 20.

Всегда при выборе типа изоляции необходимо обращать внимание на величину нагрузки на пол (и на допустимую нагрузку для материала изоляции), которые принимаются:

- для жилых помещений - 1,5 кН/м<sup>2</sup>
- для офисных и учебных помещений - 2 кН/м<sup>2</sup>,
- для лекционных залов, ресторанов - 3 кН/м<sup>2</sup>,
- для спортивных залов, дворцов и торговых объектов - 5 кН/м<sup>2</sup>,

Прогиб изоляции под воздействием нагрузки не может превышать 5 мм.

## 2.2. Стяжка - бетонная плита

### Требования к бетонным плитам:

- минимальная толщина стяжки над трубой 4,5 см (6,5 см - над тепловой изоляцией),
- большие площади поверхности стяжки следует делить на меньшие разделительными швами (min ширина 0,5 см - профильная прокладка или краевая лента) так, чтобы длина любого края однородной плиты не превышала 8 м, ее поверхность 30 м<sup>2</sup>, а отношение длин ее сторон составляло 1:2,
- в случае керамического или каменного покрытия полов, а также перекрытий с большой нагрузкой рекомендуется армировать плиты путем укладки на трубы сетки из стальной проволоки толщиной 3-6 мм с ячейкой 10 x10 см. Применение армирования не имеет принципиального влияния на прочность перекрытия, но в случае появления трещин ограничивает их размер. Такое армирование должно прерываться в районе разделительных швов. Для перекрытий, несущих большие нагрузки (по сравнению с жилищным строительством), необходимо подбирать соответствующую высоту бетонной стяжки и тип изоляции так, чтобы ее прогиб не превышал 5 мм.
- применять бетон класса В20 с добавкой пластификатора ВЕТОКАН,
- бетонная плита при термическом расширении не должна оказывать давление на элементы конструкции зданий (применять разделительные швы).

### Компоненты цементно - песчанного раствора:

- цемент СЕМ I 32.5 R (соотв. DIN 1164),
- песок 0,8 мм (соотв. DIN 1045),
- мелкозернистый заполнитель (60% песка с зернистостью от 0 до 4 мм и 40% гравия с зернистостью от 4 до 8 мм),
- добавка к бетону ВЕТОКАН.

**Цемент должен находиться в пропорции к другим составляющим как 1 к 4,5 от всего веса остальных составляющих, например:**

- 50 кг цемента,
- 225 кг мелкозернистого заполнителя,
- 16-18 литров воды,
- 0,5 л (600 г) добавки ВЕТОКАН.

Средний расход добавки к бетону равен 1 кг на 5 м<sup>2</sup> пола, что составляет от 3 до 3,5 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

## 2.3. Краевая изоляция и разделительные швы

### Краевая изоляция:

- ограничивает потери тепла через стены,
- отделяет греющую бетонную плиту от наружных стен, колонн и других конструкций здания,
- укладывается до высоты бетонной стяжки и покрытия пола.

### Материал краевой изоляции:

- краевая лента системы **KAN-therm**.

Краевая изоляция укладывается вдоль наружных стен и других строительных конструкций так, чтобы принимать на себя удлинение бетонной плиты и предотвращать давление на эти элементы.

### Разделительные швы:

- делят бетонную стяжку так, чтобы длина однородной плиты не превышала 8 м, ее площадь 30 м<sup>2</sup>, а отношение длин ее сторон составляло 1:2,
- выполняются также в дверных проемах,
- можно переходить трубопроводами через разделительные швы только в защитной трубе ("пешель" длиной 50 см),



Рис.12. Краевая лента системы **KAN-therm**.

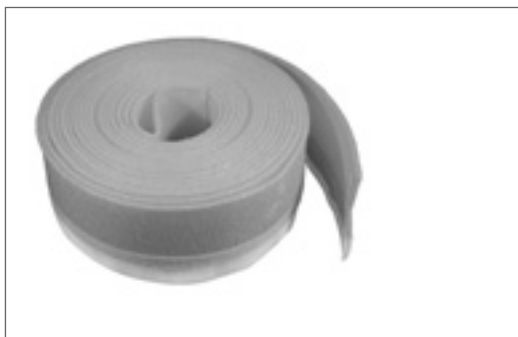


Рис.13. Прокладка профильная системы **KAN-therm**.

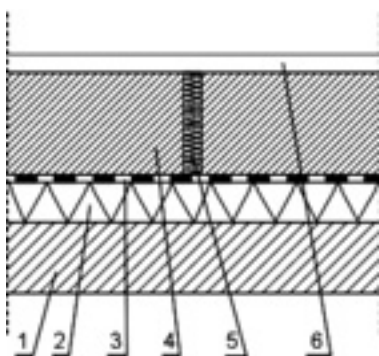


Рис.14. Выполнение разделительного шва в случае мягкого покрытия пола.

1. Перекрытие.
2. Слой тепловой изоляции.
3. Гидроизоляция - защитная пленка ПЕ.
4. Стяжка - греющая бетонная плита.
5. Разделительный шов.
6. Мягкое напольное покрытие, например, ковролин.

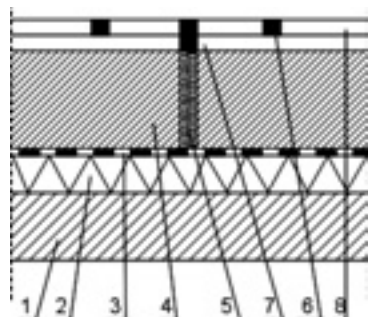


Рис.15. Выполнение разделительного шва в случае покрытия пола в виде керамической плитки.

1. Перекрытие.
2. Слой тепловой изоляции.
3. Гидроизоляция - защитная пленка ПЕ..
4. Стяжка - греющая бетонная плита.
5. Разделительный шов, заполненный эластичной массой.
6. Эластичная масса для расшивки плиток
7. Клеящий раствор.
8. Плитка.

- разделительные швы должны совпадать со швами между керамическими плитками и заполняться материалом, который остается эластичным на протяжении длительного времени.
- минимальная ширина разделительного шва, заполненного эластичным материалом, должна составлять 5 мм с целью принятия на себя термических движений бетонной плиты.
- для разделительного применяется шва профильная прокладка системы **KAN-therm**.

## 2.4. Покрытие пола

Покрытие на пол, а также клей и связывающие растворы должны иметь сертификат производителя для применения в подпольном отоплении.

Покрытие полов оказывает существенное влияние на теплоотдачу подпольного отопления.

Термическое сопротивление для некоторых типов покрытия пола:

- керамика, глазурь, камень  $R = 0,02 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ ,
- покрытие из синтетических материалов  $R = 0,075 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ ,
- паркет, ковер средней толщины  $R = 0,1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ ,
- толстый паркет, толстый ковер  $R = 0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

Термическое сопротивление не может превышать  $R = 0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

В случае паркета или досок влажность дерева не должна превышать 9%, а температура поверхности пола  $28^\circ\text{C}$ .

Покрытие необходимо укладывать после прогрева стяжки, цель которого - удалить избыток влаги.

Содержание влаги в цементной стяжке не должно превышать 2% (2,5% при покрытиях типа ковровое, ПВХ), а также 0,5% в ангидритной стяжке (1% при покрытиях типа ковровое, ПВХ).

## 2.5. Трубы для подпольного отопления и виды греющих контуров

Для подпольного отопления система **KAN-therm** предлагает трубы высокого качества, стойкие к давлению и температуре, гарантирующие срок эксплуатации свыше 50 лет:

- PE-RT (полиэтилен марки Dowlax) с антидиффузионной защитой в соотв. DIN 4726, диаметр 18x2 мм,
- PE-Xc (сшитый полиэтилен методом потока электронов) с антидиффузионной защитой в соотв. DIN 4726, диаметр 18x2 мм,
- PE-RT/Al/PE-HD (многослойные) диаметр 16x2 мм.

Трубы поставляются в бухтах до 200 п.м или на бобилах до 600 п.м (PE-Xc и PE-RT).

**Трубы крепятся шпильками к теплоизоляции из пенополистирола по контуру:**

- меандрическому (Рис.16.) - большой градиент распределения температуры по поверхности пола,
- в форме спирали (Рис.17 и 17а.) - равномерное распределение температуры по поверхности пола,
- в форме спирали с граничной зоной за счет отдельного греющего контура (Рис.18.),
- в форме спирали с граничной зоной за счет того же самого греющего контура (Рис.19.).

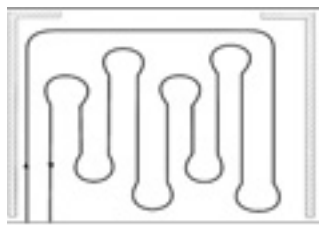


Рис. 16.

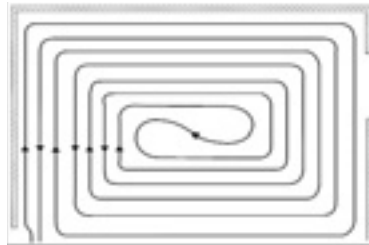


Рис. 17.



Рис. 17а. *Контур, уложенный спиралью в форме меандра, применяется в случае длинных и узких полов с многочисленными разделительными швами.*

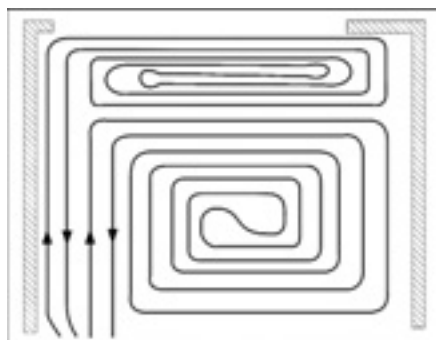


Рис. 18.

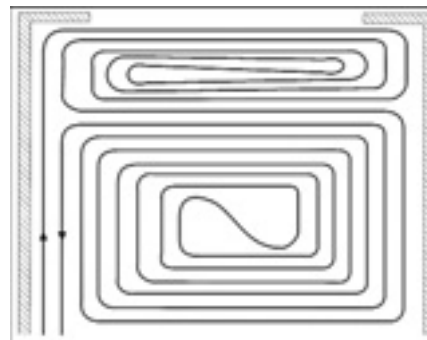


Рис. 19.

**Критерии для греющих контуров:**

- максимальная длина одного контура 120 м,
- потери давления в контуре не более 20 кПа,
- шаг между трубами греющего контура зависит от требуемой теплоотдачи  $q$  [Вт/м<sup>2</sup>] (для установленных параметров подачи, типа покрытия пола, а также температуры в помещении).

В процессе заливки раствором греющего контура трубы должны находиться под давлением min 3 бар с целью локализации возможных механических повреждений труб, которые могут возникнуть во время строительных работ.

## 3. Монтаж и запуск подпольного отопления с укладкой мокрым методом

### 3.1. Укладка слоев изоляции и краевой ленты

Перед укладкой краевой ленты и изоляции необходимо соответствующим образом выровнять несущее основание.

Следует помнить, если тепловая изоляция подвергается увлажнению снизу (например, полы на грунте), то под тепловую изоляцию следует уложить гидроизоляцию.

Пенополистирол должен быть отделен от слоя битума, являющегося гидроизоляцией, например полиэтиленовой пленкой ПЕ.



Рис.20. Раскладка под стеной краевой ленты.

Монтаж отопления начинается с укладки краевой ленты вдоль наружных и внутренних стен помещения.

Краевая лента должна быть расположена таким образом, чтобы после выполнения бетонной стяжки и укладки покрытия на пол она выступала над его поверхностью. Излишек краевой ленты обрезается после окончания строительных работ. В случае керамического и каменного покрытия пола обрезанный край краевой ленты прикрывается эластичной массой. В случае покрытия типа коврового, паркета, обрезанный край маскируется плинтусом.

Затем на подготовленное основание ложатся пенополистирольные плиты.

В зависимости от требуемой толщины изоляции пенополистирольные плиты могут быть уложены в один или несколько слоев.

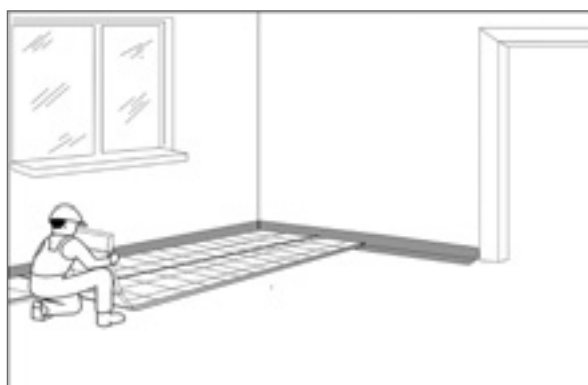


Рис. 21. Укладка пенополистирола с наружным слоем пленки ПЕ..

Пенополистирол системы **KAN-therm** имеет толщину 3 см. Приваренная пленка ПЕ выполняет роль гидроизоляции и имеет печатный узор, облегчающий монтаж труб с требуемым шагом между ними. Полосу пленки, выходящую за край пенополистирольной плиты, необходимо наложить на соседнюю плиту “внахлест” так, чтобы закрыть щель между плитами гидроизоляцией.

Для герметизации места соединения плит из пенополистирола можно использовать синтетическую самоклеющуюся ленту.

Краевая изоляция имеет также фартук из пленки ПЕ, который следует завернуть на пленку пенополистирола.

Затем раскладывается профильная прокладка в дверных проемах, а также по полу в местах прохождения разделительных швов согласно схеме выполненного проекта.

## 3.2. Монтаж распределителей и шкафчиков

Согласно проекту следует предусмотреть размещение монтажных шкафчиков для распределителей.



Рис. 22. Модели шкафчиков SWN и SWNE.



Рис. 23. Модели шкафчиков SWPS и SWPG.



Рис. 24. Распределитель и конусный соединитель.



Рис. 25. Тройник воздуховыпускной - спускной.



Рис. 26. Применение пластмассовых дуг, профилирующих выход труб из-под пола.

Монтажные шкафчики есть в версиях наружной (модели SWN и SWNE) и встраиваемой (модели SWPS и SWPSE). Встраиваемые модели имеют регулировку глубины, поэтому в них можно монтировать распределители, сблокированные со смесительной системой серии 73xx.

Для монтажа распределителя, сблокированного со смесительной системой, в наружном шкафчике следует использовать модель SWNU с увеличенной глубиной.

Модель встраиваемого шкафчика SWPG приспособлена под отделку керамической плиткой. Следует подобрать размер шкафчика в зависимости от количества отводов распределителя в соответствии данным, приведенным в каталоге системы **KAN-therm**.

Встраиваемые шкафчики устанавливаются в заранее подготовленные ниши в стене. Шкафчики к стене можно крепить с помощью дюбелей или за счет заполнения полиуретановой пеной щели между краями ниши и боковыми стенками шкафчика. Шкафчики следует монтировать на соответствующей высоте, учитывая толщину греющей плиты вместе с покрытием пола, так чтобы замаскировать выход труб из-под пола (в модели шкафчика SWPS регулируется нижняя маскирующая планка). Шкафчики оснащены направляющими шинами с болтами, служащими для крепления распределителя.

Распределители имеют держатели, которые передвигают вертикальную ось верхней и нижней трубы коллектора, позволяя легко подсоединить трубы с помощью конусных соединителей (трубы PE-Xc и PE-RT) и соединителей для многослойных труб (PE-Xc/AL/PE-Xc) за счет рожкового ключа. Распределители следует оснащать автоматическими воздуховыпускными клапанами и спускным вентиляем. После выкручивания пробки с резьбой G1" можно распределитель оснастить тройником с воздуховыпускным клапаном и спускным вентиляем. Рекомендуется на входе распределителя (внутренняя резьба G1") смонтировать запорные вентили. В случае монтажа электрических сервомоторов на вентилях верхнего коллектора необходимо разместить распределитель в шкафчике на определенной высоте и оставить сверху соответствующее пространство.

Для улучшения работы воздуховыпускных клапанов распределитель можно монтировать в шкафчике с легким наклоном (воздуховыпускники выше). Распределители нельзя монтировать слишком низко, следует учитывать необходимость изгиба труб при их выходе к шкафчику из-под пола.

Для профилирования выходящих труб применяются пластмассовые дуги. На трубы закладывают защитную трубу "пешель" длиной около 1 м, что с одной стороны защитит трубы, а с другой стороны позволит избежать сильного перегрева пола в зоне монтажного шкафчика из-за сгущения труб (можно также использовать изоляцию из вспененного полиуретана).

### 3.3. Прокладка труб

Прокладка труб должна выполняться двумя работниками, один разматывает трубу из бухты, другой крепит ее к пенополистиролу. Трубы должны быть проложены с шагом (расстояние между осями труб) согласно проектной документации. Шаг между трубами должен быть в пределах 10 - 30 см, а именно, 10, 15, 20, 25, 30 см (т.н. ступенчатое изменение - через 5 см). Применение большего шага, чем 30 см, приведет к значительной разнице распределения температуры пола, и в результате могут ощущаться на полу теплые и холодные места. На пленке пенополистирола нанесена сетка с ячейкой 5 x 5 см, что облегчает прокладку труб с заданным шагом.



**Рис.27. Шпилька для крепления труб.**



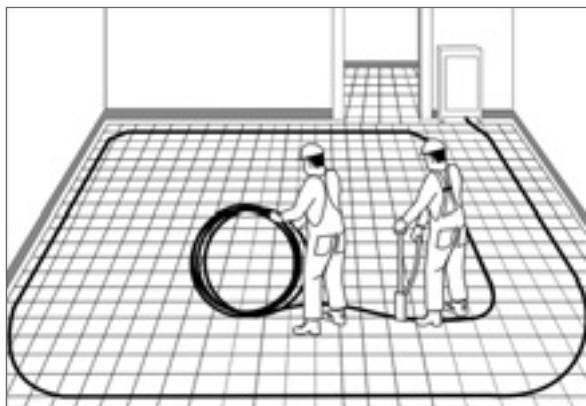
**Рис.28. Оснастка для монтажа шпилек.**

Трубы крепятся с помощью шпилек, вбиваемых в пенополистирол. С целью усовершенствования монтажа труб для вбивания шпилек можно применять специальную оснастку, имеющую магазин для шпилек. Очень важно при прокладке не скручивать трубы вокруг их оси, так как это может привести к отставанию их от пенополистирола и, как следствие, к более плотному размещению шпилек. Средний шаг крепления шпилек составляет около 0,75 м, причем шаг увеличивается на прямых отрезках труб и сокращается на изгибах труб.

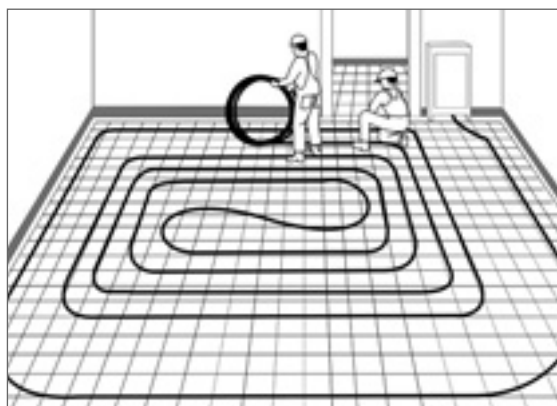
Следует обращать внимание, чтобы труба плотно прилегала к пенополистиролу и не было мест отставания, что может привести к проблеме при заливке труб бетоном и к увеличению толщины стяжки.

Часто применяемый тип укладки труб - контур в форме спирали. Его выполнение состоит в попеременной укладке начального отрезка контура, транспортирующего воду с большей температурой, т.н. подающий трубопровод (вода охлаждается вдоль контура), и конечного отрезка с водой меньшей температуры, т.н. обратный трубопровод. Такой способ укладки труб позволяет достигнуть равномерного распределения температуры пола.

На практике выполнение такого типа контура начинается с укладки труб вдоль стен (по периметру помещения) по направлению к центру помещения с сохранением удвоенного шага. В момент достижения центра помещения выполняется дуга с поворотом на 180° и труба укладывается между ранее закрепленными витками по направлению от центра к стенам помещения. Разновидностью такого контура есть спиральный контур в форме меандра. (Рис.17а). Применяется в случае длинных и узких полов с многочисленными разделительными швами. Он позволяет получить равномерное распределение температуры и одновременно сократить количество переходов труб через разделительные швы. В месте перехода через разделительные швы на трубы необходимо заложить защитную трубу "пешель" длиной около 50 см (разрезанные вдоль куски трубы "пешель"). При повреждении труб для ремонта следует применить соединители с цельным кольцом, натягиваемым прессом системы **KAN-therm**.



**Рис. 29. Подающую часть трубы подсоединить к распределителю, укладывать с требуемой плотностью (с удвоенным шагом), шпильки крепить в соответствующих местах.**



**Рис.30. Обратную часть трубы укладывать "с поворотом" между витками подводящей части трубы.**

### 3.4. Испытания на герметичность

Испытания системы на герметичность проводятся под давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза, но не больше допустимого давления для самой слабой точки системы, при открытых трубопроводах (не бетонированных):

- создать испытательное давление за три приема с интервалом в 10 минут,
- после последнего увеличения давления до испытательного значения, в пределах следующих 30 минут давление не должно понизиться более чем на 0,6 бар,
- в течение последующих двух часов падение давления, по сравнению с предыдущим, не должно превышать 0,2 бар,
- во время испытаний необходимо визуально проверять герметичность соединений.

### 3.5. Выполнение стяжки - бетонной плиты

К выполнению бетонной стяжки можно приступать после испытаний на герметичность.

В фазе заливки раствором пола, по которому разложены трубы, следует поддерживать в трубах давление min 3 бара (рекомендуется 6 бар).

Трубы должны быть защищены от механических повреждений во время строительных работ.

Необходимо разместить проходы, например, с помощью раскладки досок.

Следует обратить внимание на правильное расположение разделяющей профильной прокладки в фазе заливки бетоном отдельных плит. В случае необходимости (одностороннее давление жидкой массы бетона на разделительный профиль) защитить ее, например, дополнительно подперев ее опалубкой.

Способ приготовления бетонной массы и дозировка пластификатора Betokan описаны в разделе 2.2. За стяжкой после заливки следует наблюдать.

### 3.6. Запуск подпольного отопления и раскладка покрытия на полу

Период затвердевания цементной стяжки 21-28 дней, после этого периода можно запускать отопление.

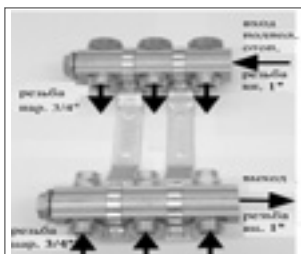
Запуск системы в эксплуатацию начинается с температуры воды 20°C с последующим ежедневным повышением ее на 5°C до достижения проектного значения.

После запуска стяжка должна быть соответствующим образом прогрета - min 4 дня при максимальном значении (проектном) температуры воды с целью удаления излишка влаги.

Покрытие на пол должно укладываться при температуре пола 18-20°C после запуска системы и прогрева стяжки. Следует обращать внимание на соответствующее выполнение швов расшивки между керамическими плитками (должны совпадать с разделительными швами).

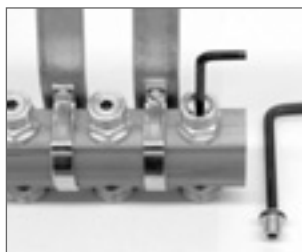
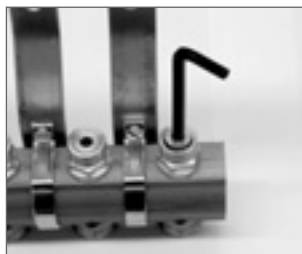
Все связывающие растворы и клеи должны быть постоянно эластичными при температуре 55 °C (иметь сертификат производителя для применения в подпольном отоплении).

### 3.7. Регулирование подпольного отопления



**Рис. 31. Распределитель 71.**

Основное регулирование подпольного отопления состоит в выравнивании сопротивлений потока через отдельные контура с целью достижения равномерного расхода воды. Это регулирование выполняется на нижних вентилях, встроенных в распределители серии 71 системы **KAN-therm**. Распределитель на входе и выходе (подача и "обратка") имеет внутреннюю резьбу 1", а выходы (отводы) с коллекторов распределителя к греющим контурам - наружную резьбу 3/4". Контур подпольного отопления подключается к распределителю с помощью конусных соединителей для труб PE-Xc и PE-RT либо соединителей для многослойных труб PE-RT/Al/PE-HD. Соединение этого типа - самоуплотняющееся, не следует применять дополнительное уплотнение в виде пакли, пасты или тефлоновой ленты.



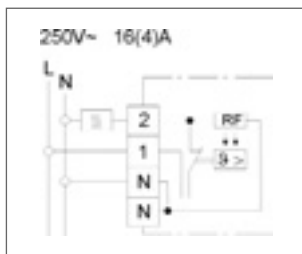
**Рис.32. Предварительное регулирование на нижних вентилях распределителя 71 (51).**

Нижний коллектор распределителя подпольного отопления оснащен встроенными регулирующими вентилями. Они служат для гидравлического выравнивания потоков отдельных контуров подпольного отопления (данные для настройки определяются в проекте ц. о.).

Предварительное регулирование на обратном коллекторе распределителя необходимо проводить следующим образом:

1. Открутить шестигранным ключом 6 мм предохранительный колпачок регулирующего вентиля (Рис. 32 - верхнее фото)
2. Выполнить регулирование (настройку) положения дроссельной головки в гнезде вентиля шестигранным ключом 5 мм. Максимально вкрутить (крутящий момент 6 Нм) настроечный винт в гнездо вентиля (поток отсутствует), в затем повернуть назад, сделав определенное число оборотов, равное настройке, заданной в проекте (Рис. 32 - нижнее фото).
3. После установки соответствующих настроек (характеристики даны на Рис. 41) завернуть предохранительный колпачок

Распределитель серии 71 позволяет управлять температурой в помещениях с помощью термостата и электрических сервомоторов, монтируемых на вентилях верхнего коллектора распределителя.



**Рис.33. Монтаж сервомоторов на верхних вентилях распределителя 71.**

Верхний коллектор распределителя оснащен запорными вентилями, приспособленными для монтажа электрических сервомоторов (Рис. 33.). Электрический сервомотор работает совместно с термостатом код 0.6106 (термостат должен быть установлен в помещении, в котором греющий контур или контуры отдают тепло).

Регулятор температуры (термостат) следует установить в таком месте, где наилучшим образом отражаются тепловые условия, преобладающие в помещении (внутренняя стена).

К одному термостату (учитывая электрическую схему) можно подсоединить до 10 сервомоторов.

Регулирование температуры заключается в закрытии вентиля на распределителе в момент достижения заданной температуры в отапливаемом помещении - отсутствует поток в греющем контуре.

Электрический сервомотор находится в обесточенном закрытом состоянии. Это означает, что при достижении заданной температуры разомкнутся контакты термостата, а это приведет к закрытию вентиля, расположенного на верхнем коллекторе распределителя

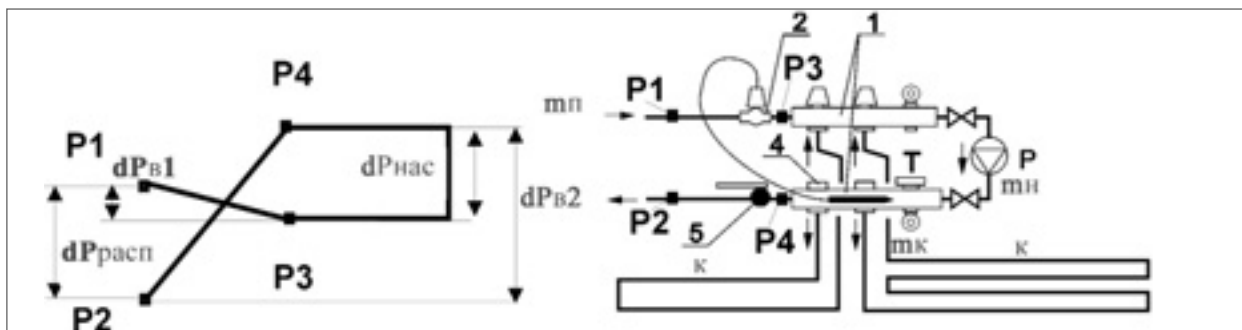
Электрическая схема подключения регулятора температуры (термостата) с управляющим сервомотором размещается под корпусом термостата. Электрические провода должны быть в изоляции, и если их прокладывают рядом с греющими трубопроводами в полу, то должны быть стойкими к температуре 55°C. Как правило, все электрические провода подводятся к колодке, размещаемой в монтажном шкафчике или вблизи его. К колодке также подводится питание.

**Внимание:**

**Все работы, связанные с установкой электрооборудования, должен выполнять квалифицированный специалист, имеющий соответствующий допуск.**

### 3.8. Регулирование смесительной системы, построенной на распределителе серии 73

Распределение давления и его потери на распределителе со смесительной системой



$dP_{нас}$  - высота подъема насоса, равная потерям давления в самом неблагоприятном кольце контура (между точками P4 и P3),

$dP_{расп}$  - располагаемое давление в месте подключения системы (между точками P1 и P2),

$dP_{н1}$  - потери давления на подающем вентиле (2) с головкой и датчиком (между точками P2 и P3),

$dP_{н2}$  - потери давления на обратном регулирующем вентиле (5) (между точками P4 и P2),

$тк$  - сумма массы воды, циркулирующей в контурах,

$мп$  - масса воды, подаваемой в систему,

$мн$  - масса воды, нагнетаемая насосом.

Отсюда следует:

$$dP_{нас} + dP_{расп} = dP_{н1} + dP_{н2}$$

$$мн = тк + mp$$

**Рис. 34. Схема смесительной системы, построенной на распределителе серии 73.**

Схема смесительной системы, построенной на распределителе, и распределение давления показаны на Рис. 34.

Регулирование этой системы состоит в:

- выравнивании сопротивлений потока через отдельные контура, которое выполняется на вентиллях, встроенных в распределитель, способом, описанном в пункте 3.7,
- регулировании обратного вентиля, смонтированного на выходе из системы (потери давления  $dP_{в2}$ ) так, чтобы получить требуемую степень смешения подводимой  $мп$  и обратной воды из контура  $тк$  для достижения запроецированной температуры теплоносителя на входе и выходе контура подпольного отопления,
- установке параметров работы насоса и выборе соответствующего положения переключателя скорости (возможно дорегулирование вентиллями, встроенными в распределитель согласно п. 3.7. с целью выбора точки работы в соответствии с характеристикой насоса).

Подающий вентиль с термостатической головкой и контактным датчиком выполняет роль защиты от превышения проектной температуры подачи подпольного отопления (также позволяет понизить ее за счет изменения настройки головки).

Требуемая степень смешения  $X$  зависит от уровня температуры воды, подаваемой в систему отопления  $Tп$ , запроецированной температуры на входе и выходе подпольного отопления ( $tкп$  и  $tкo$ ) и определяется из зависимости:

$$X = (tкп - tкo) / (Tп - tкп) \quad \text{где:}$$

$tкп$  - температура на входе (подача) подпольного отопления, °C

$tкo$  - температура на выходе ("обратка") подпольного отопления, °C

$Tп$  - температура подачи системы отопления (температура воды, выходящей из источника тепла, °C)

Требуемый поток массы воды, текущей через греющий контур подпольного отопления, можно определить из зависимости:

$$m_k = Q/4190/(t_{kp}-t_{ko}) \text{ [кг/с]} \quad \text{где:}$$

Q - суммарная тепловая мощность, отдаваемая отдельным контуром, Вт,

Требуемый расход  $m_p$  (поток массы воды подаваемой в систему), необходимый для определения настройки обратного вентиля ( $dP_{в2}$ ), определяется из зависимости:

$$m_p = m_k \times X \text{ [кг/с]}$$

Требуемый расход  $m_n$  (поток массы воды, подаваемой через насос), необходимый для определения точки работы насоса, определяется из зависимости:

$$m_n = m_k \times (X + 1) \text{ [кг/с]}$$

С целью правильного подбора настроек обратного вентиля, следует определить требуемые потери давления  $dP_{z2}$  из зависимости:

$$dP_{в2} = dP_{расп} + dP_{нас} - dP_{в1} \text{ [Па]} \quad \text{где:}$$

$dP_{расп}$  - располагаемое давление в месте подключения смесительной системы (между точками P1 и P2 - Рис.34.), Па,

$dP_{в1}$  - потери давления на вентиле с термостатической головкой (между точками P1 и P3 - Рис. 34, это значение следует определить с номограммы на Рис. 35 для значения расхода  $m_p$ ), Па,

$dP_{нас}$  - требуемая высота подъема насоса (между точками P3 и P4 - Рис. 34, это значение равно потери давления в самом неблагоприятном кольце контура и должно быть установлено как реальная точка работы насоса из номограммы на Рис. 38 для расхода  $m_n$ ), Па.

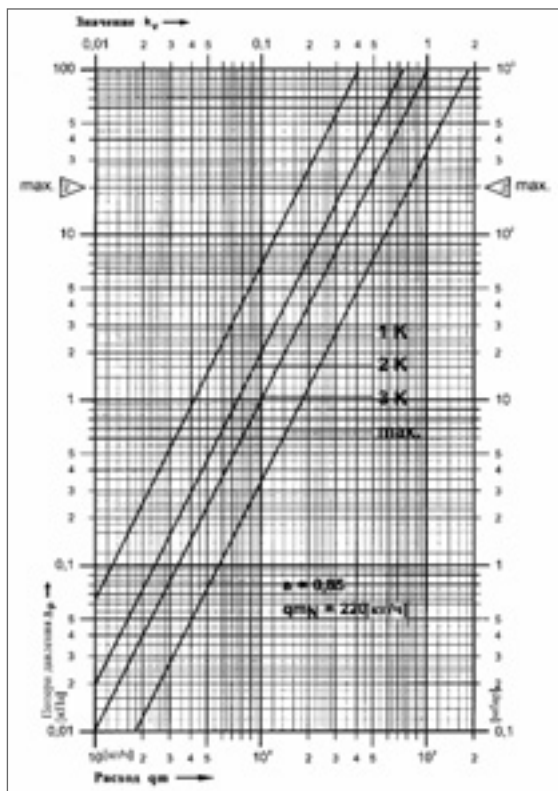


Рис. 35. Номограмма определения  $dP_{в1}$  для значения расхода  $m_p$ .

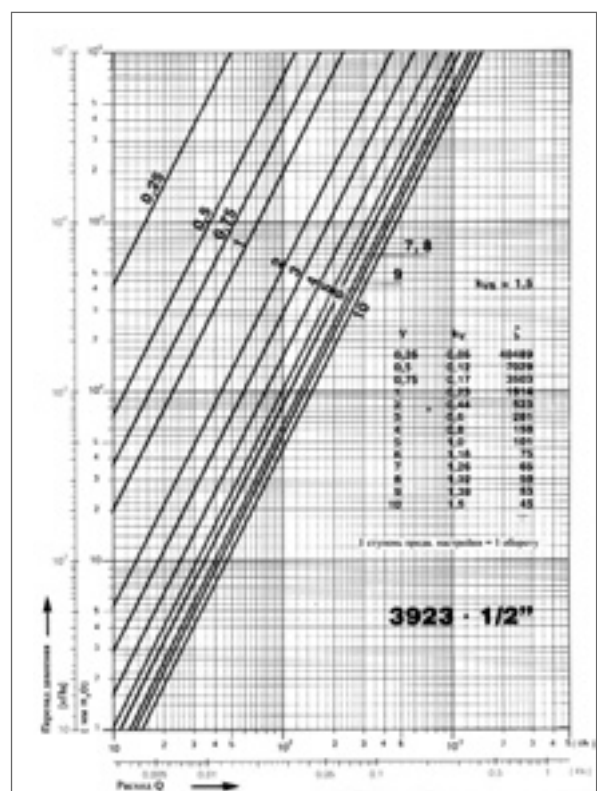


Рис. 36. Номограмма определения настроек обратного вентиля для  $dP_{в2}$  и расхода  $m_p$ .

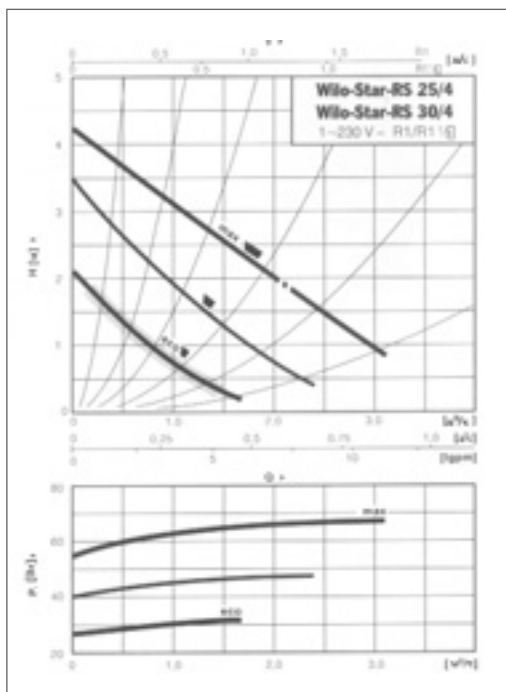
Для значения  $dP_{в2}$  и  $m\dot{p}$  по номограмме на Рис. 35. можно определить настройку обратного вентиля. Эту настройку необходимо выполнять следующим образом: (Рис. 37.):



**Рис. 37. Выполнение настройки на обратном вентиле**

1. Открутить колпачок рожковым ключом 24 мм.
2. Универсальным ключом (код 6625) перекрыть вентиль, поворачивая вправо с моментом кручения 4-6 Нм.
3. Отверткой повернуть гайку предварительной настройки вправо до упора. Затем, поворачивая гайку влево, установить нужное значение предварительной настройки (количество оборотов равно настройке, заданной в проекте).
4. Универсальным ключом открыть вентиль, поворачивая влево до упора.
5. Закрутить колпачок.

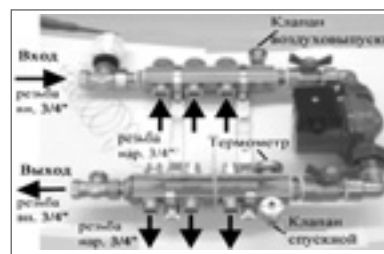
Чтобы выбрать скорость работы насоса, следует для значения  $dP_{нас}$  и  $m\dot{p}$  (пересчитанного на  $m^3/ч$ ) отсчитать ее по номограмме на Рис. 38.



**Рис. 38. Номограмма определения скорости насоса для значения  $dP_{нас}$  и расхода  $m\dot{p}$ .**



**Рис. 39. Обслуживание клапана спускного - воздуховыпускного**



**Рис. 40. Смесительная система, построенная на распределителе серии 73.**

На распределителе монтируются спускные - воздуховыпускные клапаны. Для их обслуживания предназначен универсальный ключ код 6625 (Рис. 39). Контактный датчик, соединенный капиллярной трубкой с термостатической головкой, необходимо монтировать на нижнем коллекторе распределителя (Рис. 40.). После установки обратного вентиля и насоса, подключения контуров и наполнения водой, настройки термостатической головки на определенный уровень температуры можно производить запуск системы.

Термометр, встроенный в распределитель, позволяет контролировать температуру на подаче подпольного отопления.

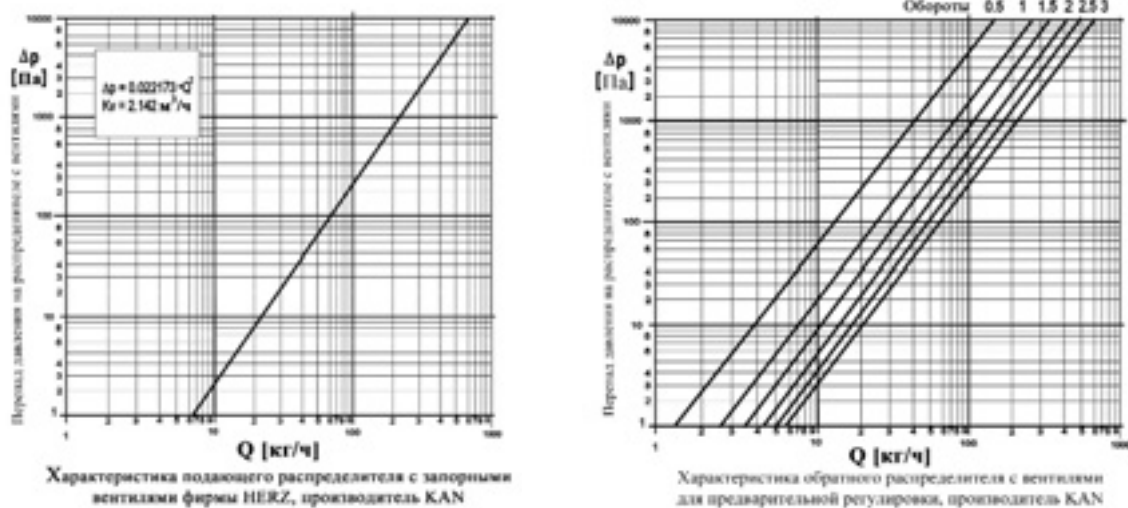
Если на верхнем коллекторе распределителя смонтировать электрические сервомоторы на вентилях каждого контура, то существует потенциальный риск работы насоса при полном закрытии всех потоков. В такой ситуации следует подобрать распределитель на один отвод больше, чем число греющих контуров. Свободный отвод использовать для установки перепускного спускного вентиля, давление открытия которого должно быть установлено чуть выше величины давления подъема насоса  $dP_{нас}$ .

Смесительная система, построенная на распределителе подпольного отопления, может работать с контурами с максимальной суммарной мощностью около 20 кВт при большой разнице температуры подачи системы радиаторного отопления и подпольного отопления и около 15 кВт при малой разнице температуры.

Следует помнить, что сопротивление самого неблагоприятного контура (с учетом сопротивлений вентилей на верхнем и нижнем коллекторе распределителя) должно быть равно высоте подъема насоса. Для самого неблагоприятного контура регулирующий вентиль должен быть установлен на наибольшую настройку (иногда настройку этого вентиля следует выполнять при дорегулировании потерь давления этого кольца к реальному напору насоса при расходе тн и выбранной скорости насоса).

С целью выравнивания сопротивления потока отдельных контуров до сопротивления самого неблагоприятного кольца следует выполнять регулировку вентилей на нижнем коллекторе распределителя согласно пункту 3.7.

Ниже на Рис. 41. приводится характеристика вентилей, встроенных в распределитель.



**Рис. 41.** Характеристика вентилей, встроенных в распределитель.