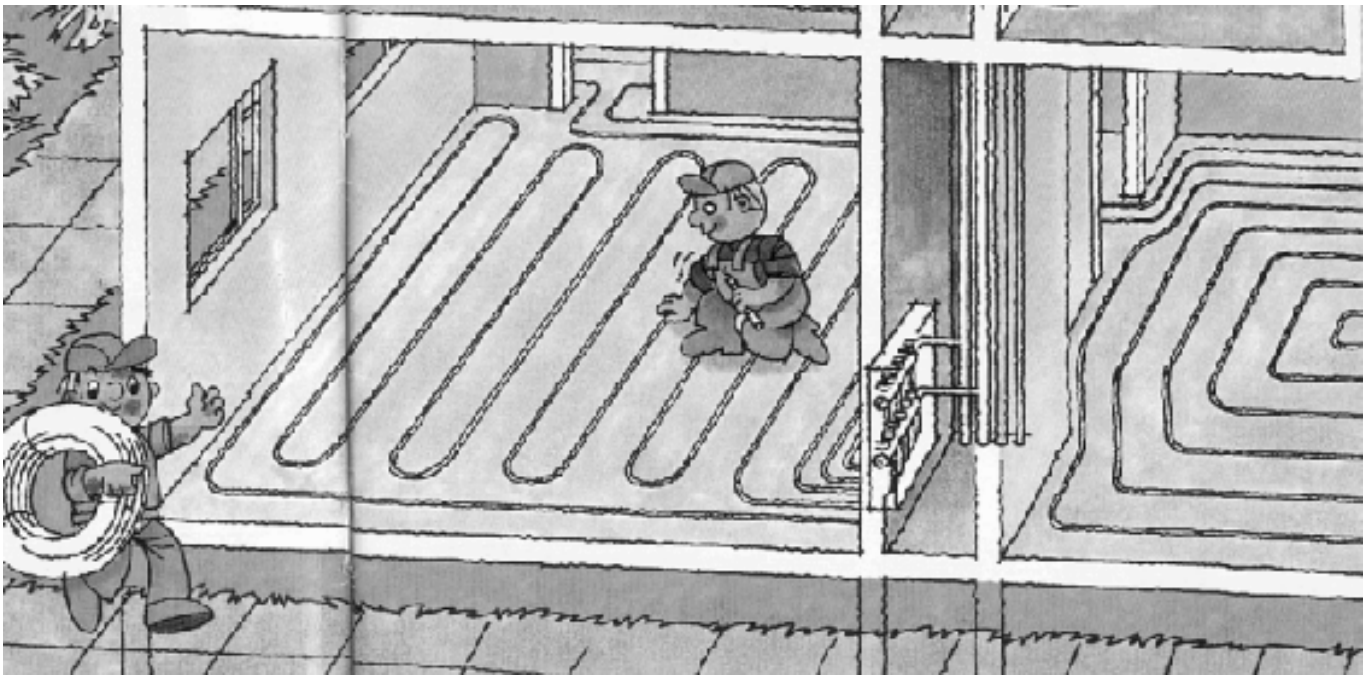
Latvija, Rīga, LV-1007, Slokas 52
Tel.371-7455505, fax.371-7471775
www.gilius.lv info@gilius.lv
PVN reģ. Nr. 40003358669, A/S "Rietumu Banka"
kods RTMBLV2X, Konts 081801922

Apkures katli un boileri.
Vēdināšana.
Dūmvadi.
Caurules.

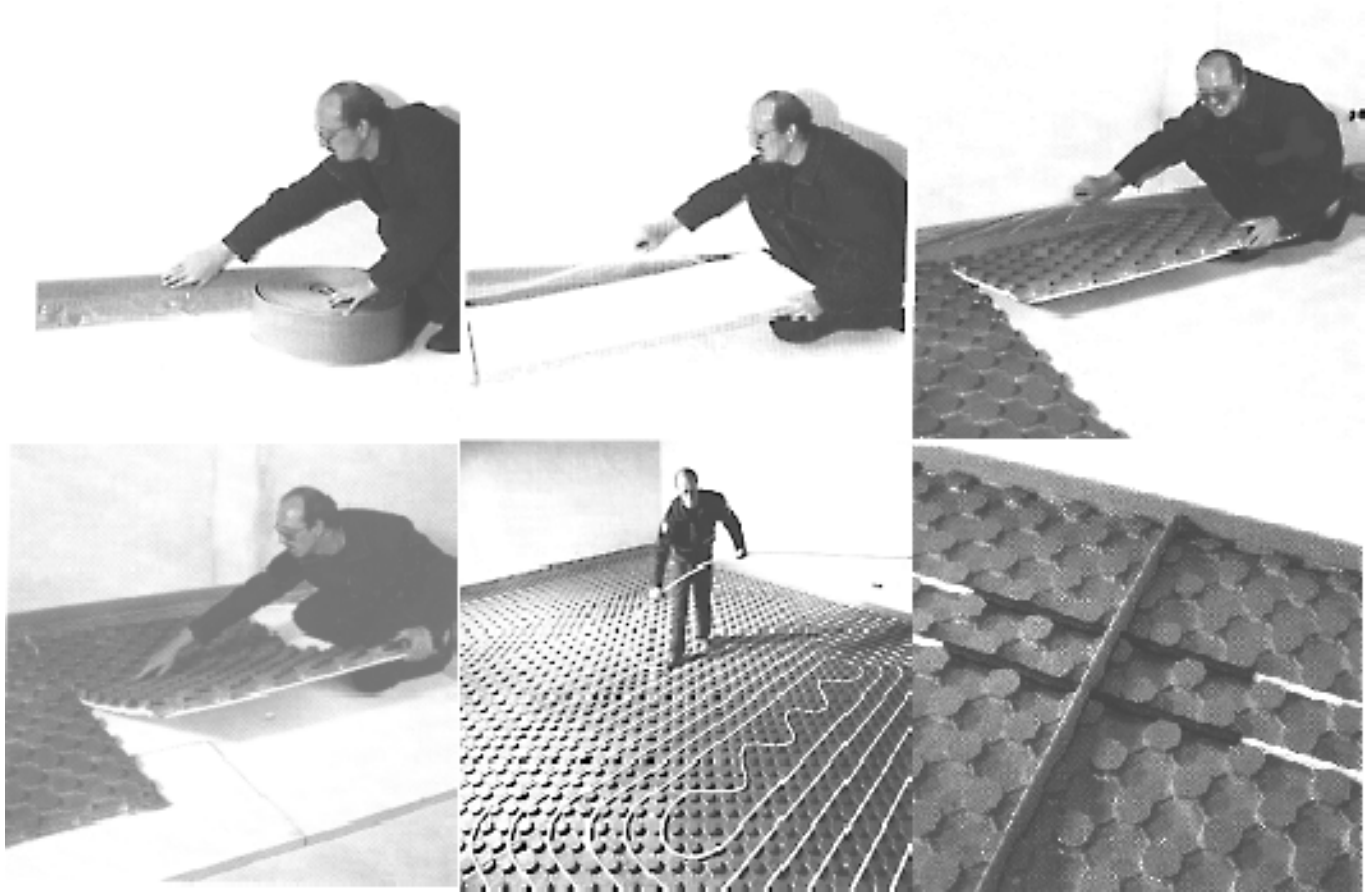
СИСТЕМА «ТЁПЛОГО ПОЛА»



Rīga 2003

Оглавление.

1.0- Общие сведения---------- стр 3
1.1 – Система «Тёплого пола»---------- стр 4
1.2 – Максимально допустимая температура---------- стр 4
2.0 – Принцип проектирования---------- стр 4
2.1 – Разрез конструкции «Тёплого пола»---------- стр 4
2.2 – Тепловая изоляция---------- стр 5
2.3 – Крепление греющего контура---------- стр 6
2.4 – Влагозащитная изоляция----------стр 6
2.5 – Компенсационный шов---------- стр 6
2.6 – Греющий контур---------- стр 7
2.7 – Слой бетона----------стр 9
2.8 – Покрытие пола----------стр 9
2.9 – Варианты прокладки греющего контура----------стр 10
3.0 – Порядок расчёта системы «Тёплого пола»----------стр 11
3.1 – Порядок пользования таблицами---------- стр 12
3.2 – Пример---------- стр 13
3.3 – Таблицы теплоотдачи---------- стр 13
4.0 – Расчёт параметров работы центробежного насоса - стр 15
5.0 – Таблица гидравлического сопротивления---------- стр 16
6.0 – Схемы подключения---------- стр 17
6.1 – Вариант использования станции «CALEFFI»-------- стр 18
7.0 – Примерный перечень материалов----------стр 19



Отопительных устройств в наших домах мы обычно не замечаем. О них начинаем вспоминать, когда крепчает мороз, и в квартире температура падает. И хотя наши отопительные устройства греют душу не так как языки пламени в английском камине, но без них в современном доме не обойтись. На рынке представлено большое разнообразие различных типов отопительных устройств. Что предпочесть из такого разнообразия? Как обеспечить тепловой комфорт, удобство и привлекательный дизайн? Несомненно лучше обратиться к специалисту, который выдвинет ряд обоснованных аргументов в пользу того или иного устройства. Однако окончательный выбор останется за Вами. Поэтому необходимо хотя бы мало-мальски ориентироваться в этой области.

СИСТЕМА «ТЁПЛОГО ПОЛА».

с применением многослойной трубы «HENCO»

1.0 - Общие сведения

Системы «Тёплого пола» находят всё более широкое применение в личном строительстве, а также в строительстве общего предназначения. Система «Тёплого пола» характеризуется относительно низкой стоимостью, надёжностью, простым и быстрым монтажом. Она является низкотемпературной системой центрального отопления с температурой теплоносителя 40-50°С, что позволяет использовать также и низкотемпературные источники тепла (солнечные коллектора, тепловые насосы). Особенностью системы «Тёплого пола» является её саморегулирование, вследствие невысокой температуры теплоносителя и поверхности пола. Что проявляется большим изменением теплоотдачи поверхности пола, при колебаниях температуры воздуха в помещении. Система бесшумна в работе, не занимает полезной площади, имеет длительный срок службы (при условии применения высококачественных материалов гарантирующих её долговечность). Особенностью системы «Тёплого пола» является то, что основная теплоотдача происходит за счёт теплового излучения. Система «ТЁПЛОГО ПОЛА» обеспечивает, при небольших дополнительных затратах, наиболее комфортные условия за счёт перераспределения температуры воздуха по высоте помещения. Распределение температуры по высоте помещения наиболее приближено к идеальному.

При использовании системы «ТЁПЛОГО ПОЛА» температура воздуха в помещении равномерно уменьшается по мере продвижения вверх. При этом ноги в тепле, а дышать приятно более прохладным воздухом. Система «Тёплого пола» обеспечивает равномерное распределение тепла, небольшую подвижность воздуха (практически прекращается перенос пыли, что особенно важно для людей страдающих аллергией). При использовании радиаторной или конверторной системы отопления распределение тепла происходит наоборот. Более тёплый воздух скапливается в верхней части помещения, и постепенно охлаждаясь, опускается вниз. В этом случае мы дышим тёплым пересушенным воздухом, с большим количеством пыли, поднятой с пола сильными конвекционными потоками воздуха, проходящими через конвектор или радиатор.

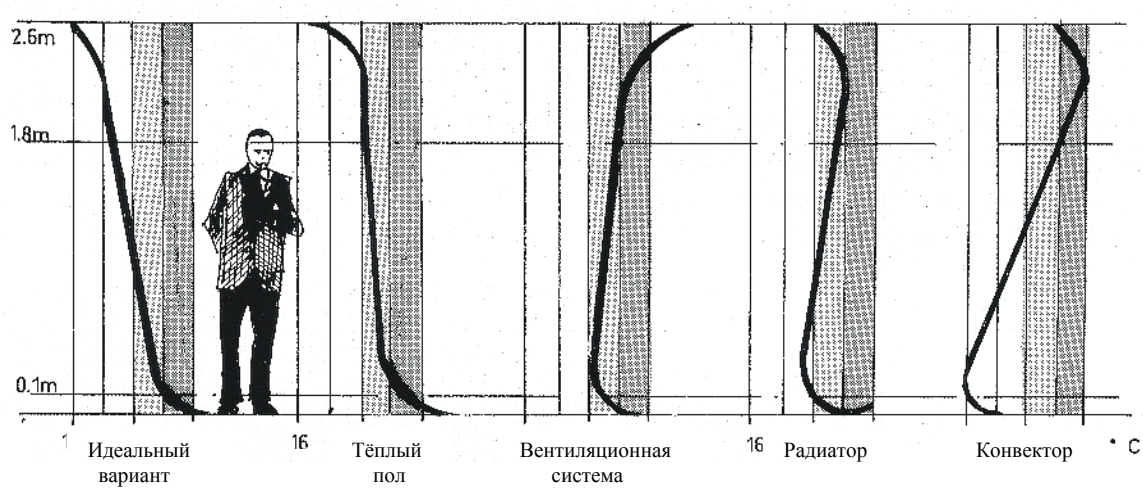


Рис1

Не рекомендуется использовать систему «Тёплого пола» в спальных помещениях. Так как, когда люди лягут спать, они окажутся в зоне повышенной температуры и им будет душно. Вообще, спальные помещения относятся к той категории помещений, где необходима возможность резкого понижения или повышения температуры. Большая инерционность нагретой бетонной отливки не позволяет выполнить это условие. Если присутствует желание иметь тёплый пол и в спальне, то рекомендуется применить систему

комфортного пола, сохранив участок «Тёплого пола» на небольшой площади оставшиеся тепловые потери возмещают радиаторы.

Расход тепла при использовании системы «Тёплого пола» меньше, чем в других системах за счёт более равномерного его распределения и возможности снижения температуры в помещении с 21-22 °С до 18-19 °С, без ухудшения теплового комфорта людей. Снижение температуры в помещении на 1°С уменьшает его тепловые потери примерно на 5%.

По сравнению с радиаторным отоплением экономия теплоты достигает от 15% до 25%, а в помещениях высотой свыше 5м – до 50%.

1.1 - Система «ТЁПЛОГО ПОЛА» подразделяется:

1. Система КОМФОРТНОГО ПОЛА (комбинированная система)
2. Система НАПОЛНОГО ОТОПЛЕНИЯ.

В первом варианте часть потерь тепла в помещении возмещает радиаторная (конверторная) система отопления, обеспечивая при необходимости быстрый прогрев помещения, а тёплый пол обеспечивает необходимый уровень комфорта. Во втором варианте система «Тёплого пола» полностью обеспечивает помещение необходимым количеством тепла.

Экономически целесообразно использовать систему напольного отопления в помещениях с потерями тепла до 65Вт/м^2 , но не более 75-85 Вт/м^2. Поэтому целесообразно предварительно рассмотреть вопрос ограничения тепловых потерь помещений применением теплоизоляционных материалов. Необходимо также помнить об ограничениях санитарными нормами максимальной температуры поверхности пола:

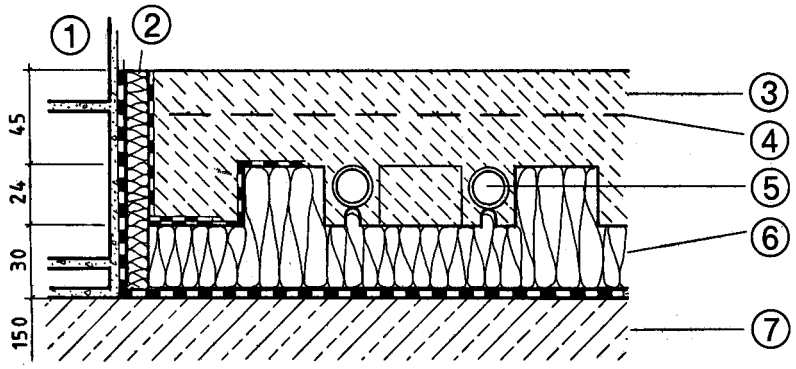
1.2 - Максимально допустимая температура поверхности пола:

Таблица 1.

1. детских садов ----------25 °С
2. жилых помещений ----------26 °С
3. офисов ----------26 °С
4. помещений с временным пребыванием людей ---29 °С
5. ванные комнаты----------33 °С
6. приграничные зоны при окнах----------35 °С

2.0 - Принципы проектирования системы «Тёплого пола».

2.1 – Разрез конструкции «Тёплого пола».



1. Стена
2. Компенсационная лента
3. Слой бетона
4. Арматурная сетка (желательна только при укладке кафельной плитки)
5. Греющий контур
6. Тепловая изоляция
7. Основание пола

Рис.2

2.2 - Тепловая изоляция.

Тепловая изоляция кроме основных теплоизолирующих свойств, выполняет также роль акустической изоляции. Тепловая изоляция может быть выполнена, например: из пенопластовых плит с твердостью не менее 20, жёстких волокнистых минеральных плит и других материалов. Допускаются неровности слоя изоляции до 5 мм. Не допускается наличие щелей между плитами изоляции. Это необходимо для устранения тепловых мостов образующихся вследствие попадания в щели бетона.

Подбор толщины необходимой тепло изоляции.

Необходимая толщина тепловой изоляции зависит от перепада температур. Необходимо подобрать теплоизоляцию так, чтобы не более 10% тепла от труб уходило вниз. Это удобно выполнить, ориентируясь на рис.3. Данные толщины тепловой изоляции приведены при применении пенопластовых плит.

Согласно требований **DIN4725** часть 3.

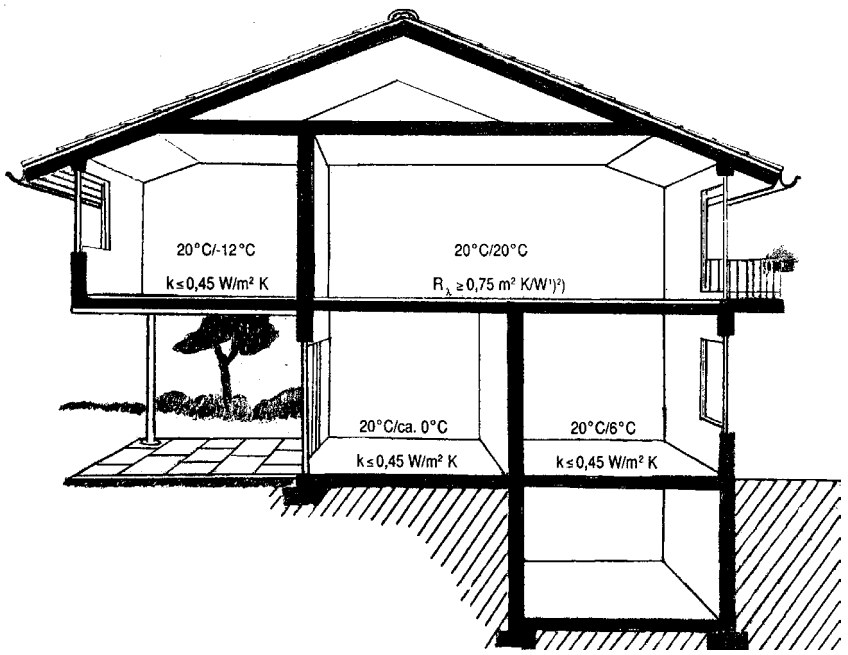


Рис3

1. Помещение граничит с отапливаемым помещением с расчётной температурой 20 °С.

$$R_\lambda \geq 0{,}75 m^2K/Вт$$

основной слой теплоизоляции толщиной 20-30 мм.

2. Помещение граничит с не отапливаемым погребом с расчётной температурой 6 °С

$$R_\lambda \geq 2{,}00 m^2K/Вт$$

основной слой изоляции толщиной 20-30 мм
дополнительный слой изоляции толщиной 15-20 мм

3. Помещение граничит с грунтом с расчётной температурой 0 °С

$$R_\lambda \geq 2{,}25 m^2K/Вт$$

основной слой изоляции толщиной 20-30 мм
дополнительный слой изоляции толщиной 30-45 мм

4. Помещение граничит с наружным воздухом с расчётной температурой –15 °С

$$R_\lambda \geq 3{,}25 m^2K/Вт$$

основной слой изоляции толщиной 20-30 мм
дополнительный слой изоляции толщиной 45-60 мм

---Основной слой изоляции очень удобно выполнить из теплоизолирующих монтажных пластин Австрийской фирмы «KLEMM & DÄMM» (или аналогичных). Они позволяют из отдельных листов размером 1000×500 мм, при толщине изоляции 30 мм, набрать необходимый контур помещения (при этом отдельные пластины защёлкиваются друг с другом – отсюда отсутствие щелей). Активный слой утеплителя, изготовленный из пенопласта, выполнен в виде специальной формовки, позволяющей закрепить на нём трубу без дополнительного крепежа. Активный слой изоляции защищён от разрушающего действия цементного раствора специальным пластиковым покрытием повышающим механическую прочность изоляционного слоя. Это важно при монтаже греющего контура и заливке бетоном, когда приходится передвигаться по слою теплоизоляции. При использовании формованной изоляции труба находится между выступами формовки и оказывается защищённой от механических

повреждений. Формованная поверхность пластин позволяет также отказаться от дополнительной арматурной сетки перед заливкой бетоном.

При использовании пластин из обычного пенопласта или минеральной ваты необходим дополнительный слой полиэтиленовой плёнки, поверх которого укладывается сетка, на которую специальными фиксаторами или подвязками крепится труба. Проложив и закрепив трубу, сверху необходимо уложить арматурную сетку. При этом количество креплений измеряется тысячами. И при стоимости каждого фиксатора в несколько сантим набегает приличная сумма, заставляющая задуматься о применении более современных отформованных теплоизоляционных материалов.

Пластины «KLEMM & DÄMM» находят широкую область применение и для производственных помещений (большая удельная нагрузка), помещений с ледовым покрытием (удельная нагрузка + низкая температура).

Дополнительный слой изоляции выполняется из гладкого листового пенопласта или другого теплоизолирующего материала необходимой толщины и твёрдости. Укладывается под монтажными плитами (подбор приведён выше). *DIN 4725, DIN 18164, DIN 4102, DIN 4108, DIN 4109, DIN 18164.*

2.3 Крепление греющего контура.

В качестве крепления греющего контура применяется:

- Монтажные плиты с отформованным креплением (самый прогрессивный),
- сетка из стальной проволоки, к которой в дальнейшем подвязывается труба,
- U – образный профиль закрепленный перпендикулярно прокладке трубы,
- П – образные шпильки закрепляемые непосредственно в слое изоляции.

Труба крепиться примерно через каждый метр. К сетке труба подвязывается синтетическими материалами или мягкой проволокой в пластмассовой оболочке.

2.4 – Изоляция влагозащитная.

Применяется иногда под слоем тепловой изоляции с целью недопущения намокания последней. Выполняется из полиэтиленовой плёнки, битумных мастик или др. В случае применения тепловой изоляции с подклеенной плёнкой, а также изоляции по периметру с приклеенной плёнкой, влагозащитная изоляция не нужна. Необходимо применение слоя влагозащитной изоляции под теплоизоляцией, когда последняя укладывается на основу, которая может подвергаться воздействию влаги (например – грунт). Необходимо учитывать, что в случае применения пенопласта его нельзя укладывать непосредственно на битумные составы, вследствие размягчения пенопласта. В этом случае необходимо применение разделительной плёнки. *DIN 4117, DIN 18336, DIN 18337*

2.5 – Изоляция по периметру (компенсационный шов).

Изоляция по периметру необходима для компенсации теплового расширения массы бетона и для уменьшения потерь тепла через боковые стены. Толщина слоя изоляции по периметру должна составлять не менее 5 мм, а её высота равна высоте заливки бетона. Она выполнена из вспененного полиуретана не поглощающего влагу. Помимо изоляции по периметру используется изоляция для компенсационных швов. От предыдущей она отличается отсутствием приваренной полиэтиленовой плёнки выполняющей роль влагозащитной изоляции. Если применение изоляции по периметру всегда обязательно, то компенсационный шов применяется в случае если:

- площади помещения более 35 – 40 м^2
- геометрические размеры помещения имеют отношение длина / ширина более чем 2/1

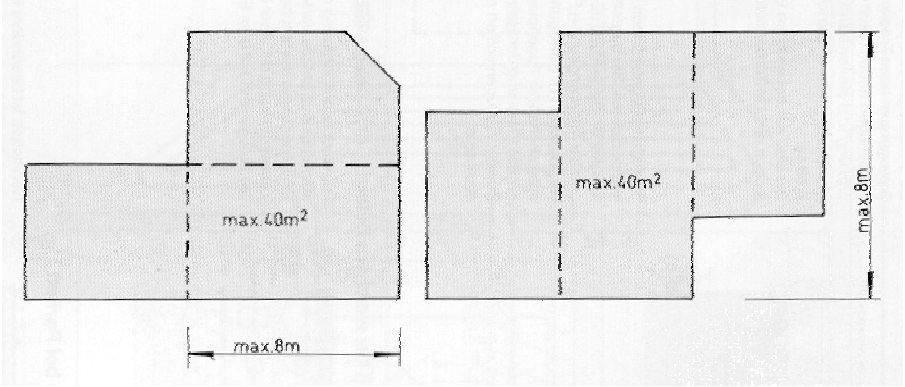


Рис4.

В этих случаях необходимо разбить помещение на отдельные участки и выполнить дополнительные компенсационные швы. При этом необходимо так скомпоновать прокладку греющего контура, чтобы добиться минимального количества труб проходящих через компенсационный шов (желательно чтобы через компенсационный шов проходили только две трубы: подачи и обратки). Также очень важно, как труба проходит через компенсационный шов. Труба должна проходит с небольшим изгибом внутри гофрированной трубки длиной не менее 60 см для обеспечения её подвижности.

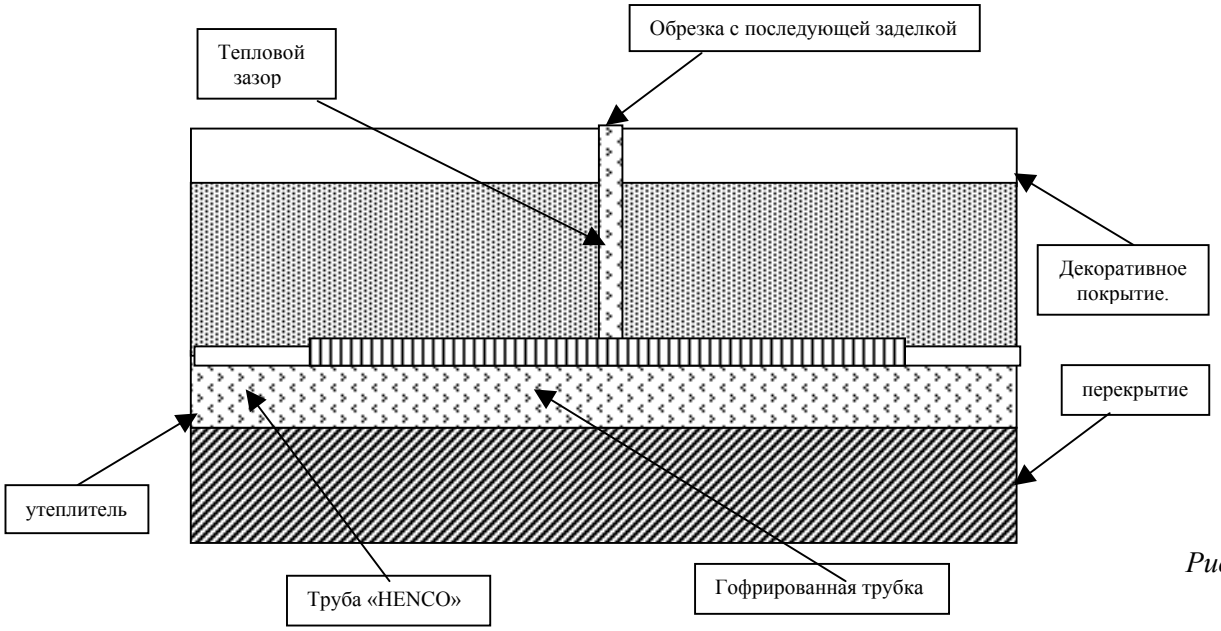


Рис5

Не допускается использование обычного поролона, так как он впитывает влагу и пропитывается цементным раствором во время бетонирования пола, а также в виду отсутствия необходимой жёсткости предохраняющей его от деформации во время бетонирования. Во время бетонирования необходимо следить за тем, чтобы «компенсационная шов» выдержала вертикальное положение и не попала под бетонный раствор. После застывания раствора лишняя по высоте компенсационная лента обрезается, и заделывается герметиком. При использовании в качестве декоративного покрытия керамической или аналогичных жёстких материалов необходимо учесть, что декоративное покрытие над тепловым швом должно иметь щель шириной 5 мм заделанную эластичным герметиком. При применении дополнительного армирования оно должно быть прервано в районе компенсационного шва, и не должно повреждать изоляцию по периметру помещения. *DIN 4102, DIN 18560*

2.6 Греющий контур.

Отдача тепла в системе «Тёплого пола» происходит за счёт протекания горячей воды по закольцованному змеевику (греющему контуру). Тепловой поток проходит через стенку трубы, затем через слой бетона, который вместе с декоративным покрытием пола становится греющей плитой отдающей тепло помещению. После бетонирования очень проблематично заниматься ремонтом трубопровода, поэтому очень важно правильно выбрать необходимую трубу из большого их разнообразия.

- **Оцинкованные стальные трубы** – можно даже не рассматривать, хотя бы вследствие сильного зарастания внутренней проходного сечения трубы. При расчётном сроке эксплуатации 25 лет необходимо учитывать увеличение потерь давления в четыре раза. Кроме того, при работе со стальной трубой в забетонированном пространстве остаётся большое количество сварочных швов.

«НЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ»

- **медные трубы** - более устойчива к внутренней коррозии, но не допускают прямого контакта медной поверхности с цементным раствором. Необходим слой дополнительной изоляции от цемента, но он не связан воедино с медью, отсюда воздушная прослойка, препятствующая теплоотдаче.

«ОГРАНИЧЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ»

- **пластиковые трубы**. Не подвержены коррозии, никаких противопоказаний против контакта с цементным раствором, но не все они поддаются изгибу, тогда вся конфигурация собирается на большом количестве фитингов.

Жёсткие трубы - «НЕ ПРИГОДНЫ»

Рассматриваются только трубы поддающиеся изгибу, выполненные из упрочненного полиэтилена и соответствующие своими паспортными характеристиками требованиям DIN. 4729. Но они не сохраняют самостоятельно форму изгиба (пружинят), что усложняет работу с ними. Кроме того, все они имеют большой линейный коэффициент расширения, что нежелательно для забетонированной конструкции подвергающейся переменному тепловому режиму эксплуатации.

- **комбинированная труба «HENCO»** является лучшим решением этих компромиссных требований. Обладая полной коррозионной, химической и электрохимической стойкостью как снаружи, так и изнутри. Они имеют абсолютно гладкую внутреннюю поверхность, снижающую гидравлические потери давления в трубе. Отсутствие отложений солей гарантирует постоянное во времени гидравлическое сопротивление. Труба имеет армированный слой из алюминия, что помимо увеличения прочности трубы снизило её коэффициент линейного расширения. Благодаря продольной сварке алюминия труба «HENKO» обладает большой гибкостью (держит форму изгиба). Имея рабочие параметры, превышающие требования DIN 4729 по всем показателям, труба «HENCO» гарантирует более чем 50 летний срок эксплуатации. Дополнительно можно отметить применение трубы «HENCO» в любых комбинациях со стальными, медными, алюминиевыми и др. трубами.

- **электрический подогрев** «ТЁПЛОГО ПОЛА» (нагрев высокоомным кабелем) - при незначительно меньших затратах на обустройство системы в качестве источника тепла использует энергию электрического тока, 1Квт которой значительно дороже. Весь выигрыш в цене, полученный при установке, гасится за первые два года эксплуатации. Электрический подогрев экономически целесообразен только при отсутствии централизованного отопления и небольшой площади отапливаемого помещения.

<u>Будьте внимательны!</u>

На рынке Латвии продаётся большое количество комбинированных труб различных (иногда даже неизвестных) производителей. Многослойные трубы сочетают в себе все преимущества металлических и пластмассовых труб. Некоторые из них универсальны, т.к. позволяют выполнить одной трубой разводку отопления, водоснабжения, смонтировать систему «Тёплого пола». Разумеется, их популярность в мире быстро растёт. На этой волне многие фирмы обладая упрощёнными технологиями, стараются наживаться на волне популярности и выпускают продукт низкого качества.

- *Не достаточно закатать алюминий с двух сторон полиэтиленом. Необходимо обеспечить единое целое всех слоёв для чего используется специальный состав, соединяющий воедино полиэтилен и алюминий.*
- *Сам полиэтилен достаточно мягок при высоких температурах. Поэтому его необходимо упрочнять при этом молекулярная структура переплетается, принимая сеточную структуру (у «HENCO» процент упрочнения выше 65%).*
- *Важен и сам способ достижения. этого упрочнения. «HENCO» использует способ воздействия бомбардировки разогнанными электронами. Он наиболее дорогой, но даёт наилучший результат. Более дешевым (на 20%)является способ воздействия химическими реактивами, но помимо меньшей степени упрочнения он например, в некоторых странах Западной Европы и Скандинавии, исключает дальнейшее применение трубы в системе водоснабжения (наличие в трубе остатков химикатов, даже после её тщательной промывки).*
- *Не маловажную роль имеет качество сварочного шва. Некоторые производители выпускают трубы, где алюминий сварен внахлест. При работе он излишне жёсток, при работе с ним быстро устаёшь. При изгибе в месте нахлёста слоёв труба иногда ведёт себя неустойчиво(«эффект гармошки»). Кроме того, наружный диаметр трубы неравномерен по окружности на толщину слоя алюминия в месте нахлеста (0,4мм), отсюда необходимость применения дорогостоящих фитингов компенсирующих эту неравномерность толщины.*

2.7 Слой бетона.

Греющий контур заливается бетоном, который выравнивает температуру, принимает на себя силовую нагрузку и распределяет её на менее прочный слой тепловой изоляции. Для жилищного строительства применяют цементный слой с расчётной эксплуатационной нагрузкой до 2 кН/м^2. Общая толщина бетонного слоя от плоскости изоляции должна составлять не менее 5,5-6,5 см (над поверхностью трубы 3,5-4,5см) для равномерного распределения тепла по поверхности пола и обеспечения необходимой прочности. В бетон, используемый для заливки желательно добавление специального пластификатора для систем «Тёплого пола». Это может быть «VERASOL –2000» или аналогичный. Пластификатор необходим для удаления воздушных пузырьков из раствора и как следствие повышения теплопроводности бетона и увеличения его прочности, а также улучшения пластических свойств бетонной массы, подвергающейся при работе тепловым расширениям.

В некоторых случаях иногда допускается использование специальных бетонных смесей для «Тёплых полов» содержащих в своём составе помимо пластификатора специальные углеродные (или др.) волокна для увеличения прочности при меньшем слое бетонной массы. Условия их применения оговариваются их производителями. Они актуальны:

- *при необходимости снижения общей массы (деревянные перекрытия в старых домах)*
- *в новостройках – при общей высоте помещения 2.30-2.40 потеря 5см высоты нежелательна.*

Напоминаем! - Максимальная одноразовая заливка бетоном не должна превышать 35 – 40 м^2, а максимальная длина бесшовного участка пола 7 - 8 метров. Запуск в эксплуатацию можно производить после полного затвердевания бетона, т.е. через 20 – 25 дней.

DIN 4172, DIN 18202.

2.8 Покрытие пола.

Покрытие пола настилается непосредственно на бетон. В качестве декоративного покрытия возможно использование:

- цементный раствор
- мраморную плитку
- керамическую плитку
- пластмассовую плитку
- паркет (специальный для тёплого пола)
- ковровое покрытие
- линолеум

все материалы, используемые для покрытия, равно как и клей, должны быть устойчивы к длительному воздействию температуры 50 °С должны иметь удостоверение подтверждающее пригодность для систем «Тёплого пола» (изменение физических свойств материала, отсутствие вредных выделений при нагреве). При проектировании системы тёплого пола необходимо заранее учитывать, какой материал будет использоваться в дальнейшем для декоративного покрытия пола, по причине большого влияния типов покрытия на полезную отдачу тепла. Так использование кафельной плитки позволяет максимально снизить потери тепла до потребителя, а использование ковровых покрытий вынуждает при проектировании предусмотреть уменьшение шага прокладки трубы для возмещения потерь теплоотдачи. И это необходимо предусмотреть до монтажа, т к потом исправить ошибку невозможно. В случае, когда тип покрытия, который будет уложен заранее не известен необходимо при расчётах применять покрытия с большим тепловым сопротивлением R_w.

Если при проектировании не известна точно конструкция покрытия, можно пользоваться усреднёнными значениями (таблица 1).

Таблица 2

Тип покрытия	R_λ [м^2 К/ Вт]
Камень, керамика	0,02
Линолеум, пластмассовая плитка	0,075
Тонкий ковёр, тонкий паркет	0,10
Толстый ковёр, толстый паркет	0,15

где:

- R_λ – тепловое сопротивление слоя {м^{2}К/Вт}.

В приложении приведена *таблица 9* с часто используемыми типами покрытий. Где указана их толщина, коэффициент проводимости, тепловое сопротивление, приведённая толщина.

2.9 - Вариант прокладки греющего контура.

По варианту укладки трубы можно выделить два основных способа:

- двойная проводка.
- Ряд контуров (меандрический)

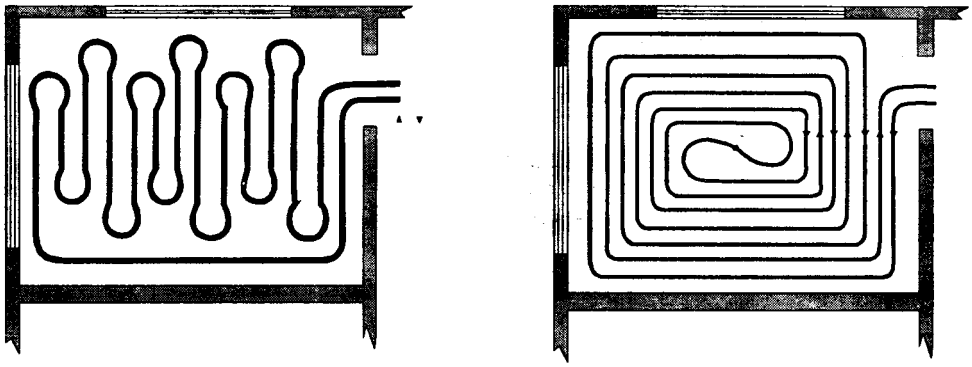


Рис4

В варианте двойной проводки мы получаем более равномерное распределение температуры пола по всей площади. При прокладке меандрического контура начало контура, с самой большой температурой, прокладывают вблизи наружных стен, где наибольшие потери тепла.

Часто вблизи внешних стен, в зоне наибольших потерь тепла, уменьшают расстояние между рядами контура, чтобы получить приграничную зону с повышенной температурой. Ширина приграничного слоя не должна превышать одного метра. Целесообразно применение отдельного кольца обслуживающего приграничную зону для удобства регулировки температуры. *Рис5*

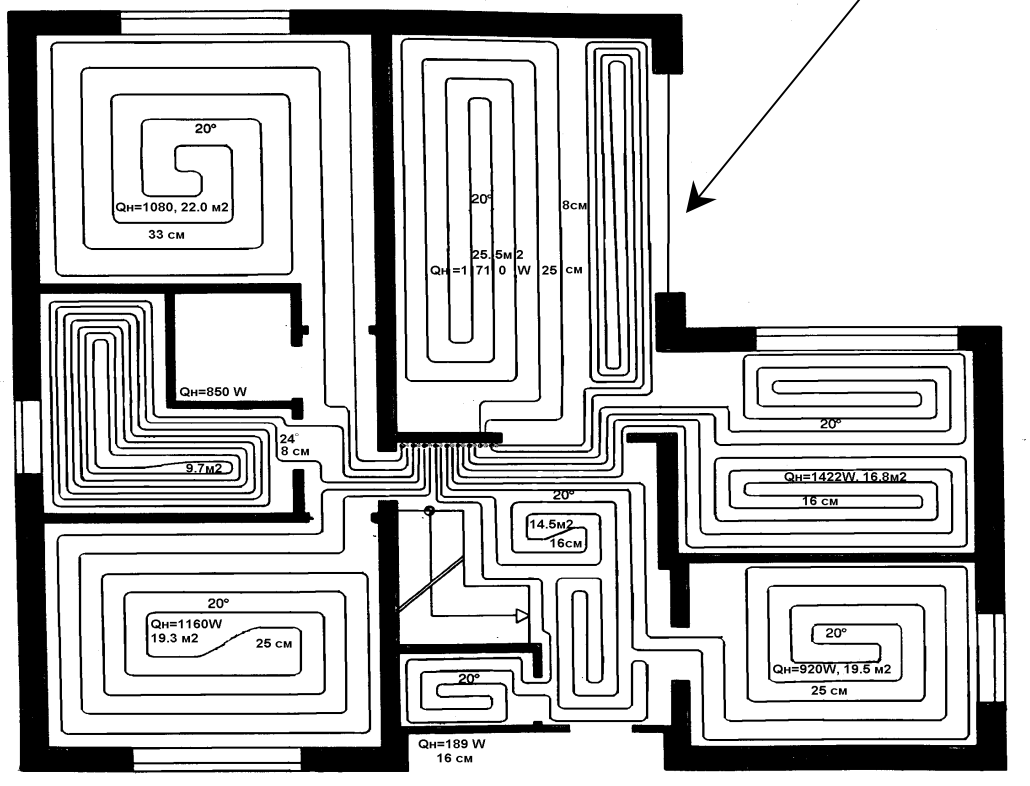


Рис 6

Расстояния прокладки между трубами выбирают в пределах b= 0,1 ÷ 0,3 метра. Большее расстояние может применяться только в обоснованных случаях, т.к. при этом при касании будут ощущаться участки холодного и тёплого пола. Расстояние прокладки менее 0,1м экономически нецелесообразно и применяется в основном только в приграничных зонах.

Отступ крайних труб от поверхности стены должен как минимум соответствовать ½ шага прокладки трубы (b).

Греющий контур перед заливкой проверяется на целостность опресовкой 0,3 ÷ 0,4 МПа.

Общая длина трубы в кольце достигает значительной длины (от 5- до 12 погонных метров на 1м2 площади, при шаге укладки трубы от 10 до 30 см.)– отсюда большое гидравлическое сопротивление протоку теплоносителя. Для уменьшения гидравлического сопротивления используется труба диаметром 18 мм. Максимальная длина трубы в одном кольце не должна превышать 100 метров, нежелательно но допускается в виде исключения увеличение длины трубы до 130 метров (требуется значительно более мощный насос). Греющий контур необходимо выполнять из цельного куска трубы. Заливка в бетон соединительных фитингов недопустима. При длине трубы до 50 метров допускается применение трубы диаметром 16 мм. Возможность прокладки колец греющего контура трубой диаметром 20 мм , для уменьшения гидравлического сопротивления и увеличения длины кольца, не рассматривается в связи с невозможностью прокладки цельного куска, т.к. длина трубы в рулоне 100 метров. При расчёте максимальной длины кольца греющего контура учитывают, что сопротивление потока не должно превышать 20 ÷ 25 кПа. При этом минимальная скорость протока теплоносителя в кольце должна быть не менее 0,15 ÷ 0,20 м/с (1,4 ÷ 1,8 л/мин). При этой скорости воздушные пузырьки будут выдавливаться из трубы, что исключает возможность образования воздушных пробок.

При превышении гидравлическим сопротивлением этой величины применяется параллельное соединение нескольких колец с параллельной подачей. При этом необходимо будет произвести выравнивание гидравлического сопротивления отдельных колец. Выравнивание гидравлического сопротивления производится до величины потерь в наиболее неблагоприятном контуре (наибольшии потери давления). Разница отрегулированного гидравлического сопротивления параллельно соединённых колец не должна превышать 15%. Регулировка осуществляется предварительно установленными на возвратной части коллектора в соответствии с характеристиками предоставленными производителем.

Регулировку очень удобно осуществлять с помощью регулируемых коллекторов фирмы **«CALEFFI»,** позволяющих производить регулирование каждого отдельно взятого кольца. Как по температуре теплоносителя на возвратном коллекторе, так и гидравлического сопротивления на подающем коллекторе.

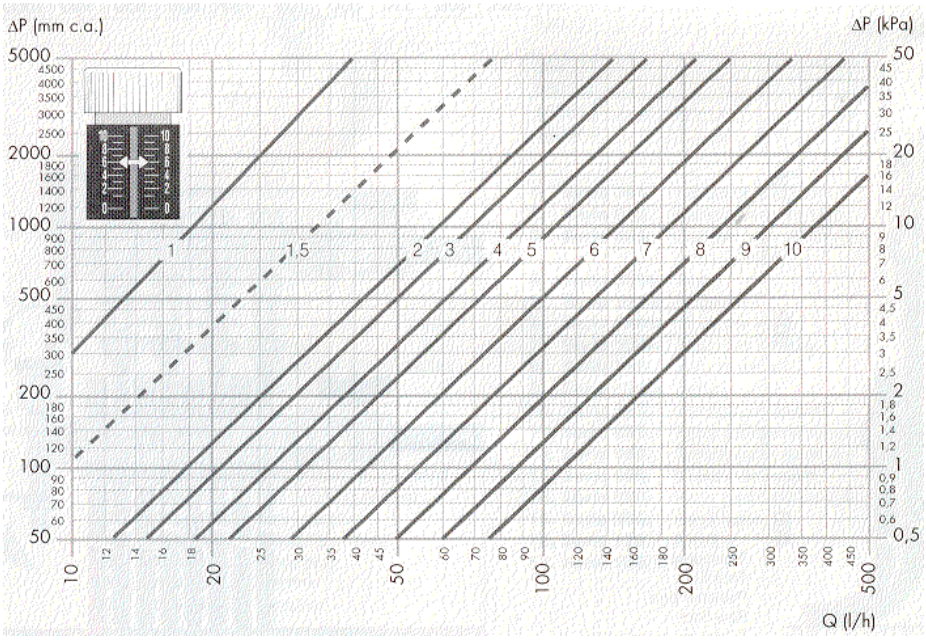


Рис 7

Применение регулируемого коллектора «CALEFFI» предоставляет возможность производить, как ручную, так и автоматическую регулировку температуры помещений (при помощи комнатного термостата управляющего термическим серводвигателем, закреплённым непосредственно на подающем коллекторе). Кроме того, подающий и возвратный коллектора снабжены автоматическими воздуховыпускными клапанами. Удобным подспорьем при настройке служит индикатор расхода, закреплённый на возвратном коллекторе и позволяющий визуально контролировать расход в пределах 1 ÷4 л/мин.

DIN 18380, DIN 1876.

3.0 – Порядок расчёта системы «Тёплого пола».

Ограничение максимально допустимой температуры поверхности пола ограничивает производительность 1 $м^2$ подпольного нагревателя.

Для параметров температуры подачи $t_{подачи}$ / температуры возврата $t_{возврата}$ / температуры помещения $t_{помещения}$ = 55°С /45°С /20°С, теплового сопротивления декоративного покрытия $R_{\lambda\ max}$= 0,15 $м^2К/Вт$ и толщине слоя бетона над трубами e = 0,045 метра, при шаге b = 0,1 метра, можно получить около 80 $Вт/м^2$. Это значение принимается как ориентировочное и его превышение нежелательно. Если тепловые потери не восполняются, то следует принять меры к дополнительному утеплению помещений. Правда, возможны и другие варианты повышения теплоотдачи. Вблизи наружных стен, около окон возможно применение приграничной зоны с повышенной температурой *(таблица 1, параграф 2.8).* Также возможно повысить теплоотдачу за счёт применения декоративного покрытия с меньшим тепловым сопротивлением. Но это уже в ущерб эстетике. Если же не удаётся полностью возместить тепловые потери помещения использованием системы «Тёплого пола», то следует предусмотреть использование дополнительных источников тепла. Например, радиаторов. Они не будут находиться постоянно в работе и поэтому могут быть рассчитаны на работу с той же температурой, с которой теплоноситель подаётся в систему «Тёплого пола».

Как уже говорилось максимальная температура подачи не должна превышать 55°С. При этом рекомендуемое падение температуры около 10°С. Разумеется при температурном режиме 55/45°С, мы будем иметь минимальную длину кольца и значит с минимальной стоимостью. Но не всегда этот тепловой режим приемлем. Например, одно из помещений имеет покрытие из керамической плитки с малым тепловым сопротивлением и имеет расчётные тепловые потери 80 $Вт/м^2$. При допустимой температуре поверхности пола $t_{пола\ max}$ =29°С и желаемой температуре в помещении $t_{помещения}$ =22°С по таблице 4 находим, что при параметрах теплоносителя 55/45°С требуемый шаг прокладки трубы больше 0,3 метра, что неприемлемо (смотри выше). Значит, чтобы не превысить максимально допустимую температуру поверхности пола рациональным является снижение параметров теплоносителя до уровня 45/35°С. Необходимо также помнить, что подача теплоносителя по всем кольцам коллектора проектируется на одну и ту же температуру.

Самый простой способ проведения расчёта основан на применении таблиц теплоотдачи в зависимости от материала декоративного покрытия.

3.1 - Порядок пользования таблицами.

Использование таблиц позволяет максимально упростить подбор шага прокладки трубы. Ориентируясь на температуру теплоносителя, температуру в помещении и на необходимую теплоотдачу поверхности, для наиболее часто встречающихся типов декоративного покрытия, таблицы позволяют получить достаточно точные результаты. При условии выполнения стандартных условий:

- толщину бетона над поверхностью труб 4,5 см.
- применение трубы диаметром 18х2 мм.
- использование стандартных значений температуры помещения и теплоносителя.
- не более 10% тепла уходит вниз.

В таблицах **4,5,6,7** показана эффективность теплоотдачи поверхности «Тёплого пола» для разных типов декоративного покрытия.

По площади **F [$м^2$]** и тепловым потерям **Q [Вт]** помещения , определяем требуемый поток тепла с одного квадратного метра площади **q [$Вт/м^2$].**

$$q = Q / F\ [Вт/м^2]$$

Находим таблицу с соответствующим типом покрытия. Задаёмся температурой теплоносителя и по температуре воздуха в помещении выбираем шаг прокладки трубы **b [м]**, для которого поток тепла наиболее близок к значению, рассчитанному по вышеприведённой формуле. При этом помним, что не всегда имеется возможность использовать максимально допустимую температуру теплоносителя.

Определяем расход теплоносителя:

$$m= 1.1*Q / 4190*(t_{подачи}– t_{возврата})\ [кг/сек].$$

По рассчитанной массе определяем скорость протока теплоносителя и используя таблицу **[8]**, находим единичное гидравлическое сопротивление потоку **R** [Па/метр]

Потери давления в контуре находим по формуле

$$\Delta p = L_W * R\ [Па],$$

где:

$$L_W = F/b\ [м].$$

F – площадь пола [м^2]
b – шаг прокладки трубы [м]
Температуру поверхности пола мы находим по формуле

$$\mathbf{t_{пола} = (q / 11{,}2) + t_{помещения}.[°C]}$$

Как уже было сказано выше, мы помним, что:

- все кольца соединенные параллельно имеют одинаковую температуру теплоносителя
- при превышении максимально допустимой температуры поверхности пола мы выбираем более низкую температуру воды (используем покрытие пола с большим значением $\mathbf{R_\lambda}$)
- потери давления не должны превышать 20 кПа. В противном случае применяют параллельное соединение нескольких колец.

3.2 – Пример.

Требуется рассчитать систему «Тёплого пола» для жилого помещения.

- Тепловые потери помещения Q = 1100 Вт.
- Внутренняя температура помещения $t_{помещения}$ = 20°C.
- Площадь помещения 18 м^2.
- Тепловое сопротивление покрытия 0,1 м^{2}К/Вт.
- Максимальная температура поверхности пола 26°C.

$$\mathbf{q = 1100 /18 = 61\ Вт/м^2.}$$

Выбираем среднюю температуру теплоносителя t_s = 45°C.

Из таблицы для коврового покрытия R_λ = 0,1 м^{2}К /Вт по величине q = 61 Вт/м^2, температуре помещения 20°C и температуре теплоносителя определяем шаг трубы b = 0,2 м (q = 65 Вт/м^2).

Проверяем температуру поверхности пола – она равняется 25,8°C, что не превышает максимально допустимую температуру.

3.3 - Таблицы теплоотдача с 1м2 поверхности системы «ТЁПЛОГО ПОЛА».

(в зависимости от материала покрытия).

Керамическая плитка, глазурированная плитка, камень R_λ = 0,02

Таблица4

	t помещ.	Шаг прокладки b [мм].											
		300		250		200		150		100		50	
		q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола
	15	119	25,63	131,83	26,77	151,67	28,54	163,33	29,58	186,67	31,67	201,83	33,02
t средняя 50	18	108,8	27,71	120,53	28,76	138,67	30,38	149,33	31,33	170,67	33,24	184,53	34,48
t подачи 55	*20*	*102*	*29,11*	*113,00*	*30,09*	*130,00*	*31,61*	*140,00*	*32,50*	*160,00*	*34,29*	*173,00*	*35,45*
t возврата 45	22	95,2	30,50	105,47	31,42	121,33	32,83	130,67	33,67	149,33	35,33	161,47	36,42
	24	88,4	31,89	97,93	32,74	112,67	34,06	121,33	34,83	138,67	36,38	149,93	37,39
	15	102	24,11	113,00	25,09	130,00	26,61	140,00	27,50	160,00	29,29	173,00	30,45
t средняя 45	18	91,8	26,20	101,70	27,08	117,00	28,45	126,00	29,25	144,00	30,86	155,70	31,90
t подачи 50	*20*	*85*	*27,59*	*94,17*	*28,41*	*108,33*	*29,67*	*116,67*	*30,42*	*133,33*	*31,90*	*144,17*	*32,87*
t возврата 40	22	78,2	28,98	86,63	29,74	99,67	30,90	107,33	31,58	122,67	32,95	132,63	33,84
	24	71,4	30,38	79,10	31,06	91,00	32,13	98,00	32,75	112,00	34,00	121,10	34,81
	15	85	22,59	94,17	23,41	108,33	24,67	116,67	25,42	133,33	26,90	144,17	27,87
t средняя 40	18	74,8	24,68	82,87	25,40	95,33	26,51	102,67	27,17	117,33	28,48	126,87	29,33
t подачи 45	*20*	*68*	*26,07*	*75,33*	*26,73*	*86,67*	*27,74*	*93,33*	*28,33*	*106,67*	*29,52*	*115,33*	*30,30*
t возврата 35	22	61,2	27,46	67,80	28,05	78,00	28,96	84,00	29,50	96,00	30,57	103,80	31,27
	24	54,4	28,86	60,27	29,38	69,33	30,19	74,67	30,67	85,33	31,62	92,27	32,24
	15	68	21,07	75,33	21,73	86,67	22,74	93,33	23,33	106,67	24,52	115,33	25,30
t средняя 35	18	57,8	23,16	64,03	23,72	73,67	24,58	79,33	25,08	90,67	26,10	98,03	26,75
t подачи 40	*20*	*51*	*24,55*	*56,50*	*25,04*	*65,00*	*25,80*	*70,00*	*26,25*	*80,00*	*27,14*	*86,50*	*27,72*
t возврата 30	22	44,2	25,95	48,97	26,37	56,33	27,03	60,67	27,42	69,33	28,19	74,97	28,69
	24	37,4	27,34	41,43	27,70	47,67	28,26	51,33	28,58	58,67	29,24	63,43	29,66
	15	51	19,55	56,50	20,04	65,00	20,80	70,00	21,25	80,00	22,14	86,50	22,72
t средняя 30	18	40,8	21,64	45,20	22,04	52,00	22,64	56,00	23,00	64,00	23,71	69,20	24,18
t подачи 35	*20*	*34*	*23,04*	*37,67*	*23,36*	*43,33*	*23,87*	*46,67*	*24,17*	*53,33*	*24,76*	*57,67*	*25,15*
t возврата 25	22	27,2	24,43	30,13	24,69	34,67	25,10	37,33	25,33	42,67	25,81	46,13	26,12
	24	20,4	25,82	22,60	26,02	26,00	26,32	28,00	26,50	32,00	26,86	34,60	27,09

Линолеум, пластмассовая плитка $R_\lambda = 0{,}075$

Таблица5

	t помещ.	Шаг прокладки b [мм].											
		300		250		200		150		100		50	
		q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола
	15	91	23,13	99,17	23,85	110,83	24,90	121,33	25,83	138,83	27,40	155,17	28,85
t средняя 50	18	83,2	25,43	90,67	26,10	101,33	27,05	110,93	27,90	126,93	29,33	141,87	30,67
t подачи 55	*20*	*78*	*26,96*	*85,00*	*27,59*	*95,00*	*28,48*	*104,00*	*29,29*	*119,00*	*30,63*	*133,00*	*31,88*
t возврата 45	22	72,8	28,50	79,33	29,08	88,67	29,92	97,07	30,67	111,07	31,92	124,13	33,08
	24	67,6	30,04	73,67	30,58	82,33	31,35	90,13	32,05	103,13	33,21	115,27	34,29
	15	78	21,96	85,00	22,59	95,00	23,48	104,00	24,29	119,00	25,63	133,00	26,88
t средняя 45	18	70,2	24,27	76,50	24,83	85,50	25,63	93,60	26,36	107,10	27,56	119,70	28,69
t подачи 50	*20*	*65*	*25,80*	*70,83*	*26,32*	*79,17*	*27,07*	*86,67*	*27,74*	*99,17*	*28,85*	*110,83*	*29,90*
t возврата 40	22	59,8	27,34	65,17	27,82	72,83	28,50	79,73	29,12	91,23	30,15	101,97	31,10
	24	54,6	28,88	59,50	29,31	66,50	29,94	72,80	30,50	83,30	31,44	93,10	32,31
	15	65	20,80	70,83	21,32	79,17	22,07	86,67	22,74	99,17	23,85	110,83	24,90
t средняя 40	18	57,2	23,11	62,33	23,57	69,67	24,22	76,27	24,81	87,27	25,79	97,53	26,71
t подачи 45	20	52	24,64	56,67	25,06	63,33	25,65	69,33	26,19	79,33	27,08	88,67	27,92
t возврата 35	22	46,8	26,18	51,00	26,55	57,00	27,09	62,40	27,57	71,40	28,38	79,80	29,13
	24	41,6	27,71	45,33	28,05	50,67	28,52	55,47	28,95	63,47	29,67	70,93	30,33
	15	52	19,64	56,67	20,06	63,33	20,65	69,33	21,19	79,33	22,08	88,67	22,92
t средняя 35	18	44,2	21,95	48,17	22,30	53,83	22,81	58,93	23,26	67,43	24,02	75,37	24,73
t подачи 40	*20*	*39*	*23,48*	*42,50*	*23,79*	*47,50*	*24,24*	*52,00*	*24,64*	*59,50*	*25,31*	*66,50*	*25,94*
t возврата 30	22	33,8	25,02	36,83	25,29	41,17	25,68	45,07	26,02	51,57	26,60	57,63	27,15
	24	28,6	26,55	31,17	26,78	34,83	27,11	38,13	27,40	43,63	27,90	48,77	28,35
	15	39	18,48	42,50	18,79	47,50	19,24	52,00	19,64	59,50	20,31	66,50	20,94
t средняя 30	18	31,2	20,79	34,00	21,04	38,00	21,39	41,60	21,71	47,60	22,25	53,20	22,75
t подачи 35	*20*	*26*	*22,32*	*28,33*	*22,53*	*31,67*	*22,83*	*34,67*	*23,10*	*39,67*	*23,54*	*44,33*	*23,96*
t возврата 25	22	20,8	23,86	22,67	24,02	25,33	24,26	27,73	24,48	31,73	24,83	35,47	25,17
	24	15,6	25,39	17,00	25,52	19,00	25,70	20,80	25,86	23,80	26,13	26,60	26,38

Тонкий паркет, тонкое ковровое покрытие $R_\lambda = 0{,}10$

Таблица6

	t помещ.	Шаг прокладки b [мм].											
		300		250		200		150		100		50	
		q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола
	15	78,17	21,98	84,00	22,50	91,00	23,13	101,50	24,06	116,67	25,42	134,17	26,98
t средняя 50	18	71,47	24,38	76,80	24,86	83,20	25,43	92,80	26,29	106,67	27,52	122,67	28,95
t подачи 55	*20*	*67,00*	*25,98*	*72,00*	*26,43*	*78,00*	*26,96*	*87,00*	*27,77*	*100,00*	*28,93*	*115,00*	*30,27*
t возврата 45	22	62,53	27,58	67,20	28,00	72,80	28,50	81,20	29,25	93,33	30,33	107,33	31,58
	24	58,07	29,18	62,40	29,57	67,60	30,04	75,40	30,73	86,67	31,74	99,67	32,90
	15	67,00	20,98	72,00	21,43	78,00	21,96	87,00	22,77	100,00	23,93	115,00	25,27
t средняя 45	18	60,30	23,38	64,80	23,79	70,20	24,27	78,30	24,99	90,00	26,04	103,50	27,24
t подачи 50	*20*	*55,83*	*24,99*	*60,00*	*25,36*	*65,00*	*25,80*	*72,50*	*26,47*	*83,33*	*27,44*	*95,83*	*28,56*
t возврата 40	22	51,37	26,59	55,20	26,93	59,80	27,34	66,70	27,96	76,67	28,85	88,17	29,87
	24	46,90	28,19	50,40	28,50	54,60	28,88	60,90	29,44	70,00	30,25	80,50	31,19
	15	55,83	19,99	60,00	20,36	65,00	20,80	72,50	21,47	83,33	22,44	95,83	23,56
t средняя 40	18	49,13	22,39	52,80	22,71	57,20	23,11	63,80	23,70	73,33	24,55	84,33	25,53
t подачи 45	*20*	*44,67*	*23,99*	*48,00*	*24,29*	*52,00*	*24,64*	*58,00*	*25,18*	*66,67*	*25,95*	*76,67*	*26,85*
t возврата 35	22	40,20	25,59	43,20	25,86	46,80	26,18	52,20	26,66	60,00	27,36	69,00	28,16
	24	35,73	27,19	38,40	27,43	41,60	27,71	46,40	28,14	53,33	28,76	61,33	29,48
	15	44,67	18,99	48,00	19,29	52,00	19,64	58,00	20,18	66,67	20,95	76,67	21,85
t средняя 35	18	37,97	21,39	40,80	21,64	44,20	21,95	49,30	22,40	56,67	23,06	65,17	23,82
t подачи 40	*20*	*33,50*	*22,99*	*36,00*	*23,21*	*39,00*	*23,48*	*43,50*	*23,88*	*50,00*	*24,46*	*57,50*	*25,13*
t возврата 30	22	29,03	24,59	31,20	24,79	33,80	25,02	37,70	25,37	43,33	25,87	49,83	26,45
	24	24,57	26,19	26,40	26,36	28,60	26,55	31,90	26,85	36,67	27,27	42,17	27,76
	15	33,50	17,99	36,00	18,21	39,00	18,48	43,50	18,88	50,00	19,46	57,50	20,13
t средняя 30	18	26,80	20,39	28,80	20,57	31,20	20,79	34,80	21,11	40,00	21,57	46,00	22,11
t подачи 35	*20*	*22,33*	*21,99*	*24,00*	*22,14*	*26,00*	*22,32*	*29,00*	*22,59*	*33,33*	*22,98*	*38,33*	*23,42*
t возврата 25	22	17,87	23,60	19,20	23,71	20,80	23,86	23,20	24,07	26,67	24,38	30,67	24,74
	24	13,40	25,20	14,40	25,29	15,60	25,39	17,40	25,55	20,00	25,79	23,00	26,05

Толстый паркет, толстое ковровое покрытие $R_\lambda = 0,15$. *Таблица7*

	t помещ.	Шаг прокладки b [мм].											
		300		250		200		150		100		50	
		q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола	q[Вт/м2]	t пола
	15	64,17	20,73	71,17	21,35	75,83	21,77	82,83	22,40	95,67	23,54	113,17	25,10
t средняя 50	18	58,67	23,24	65,07	23,81	69,33	24,19	75,73	24,76	87,47	25,81	103,47	27,24
t подачи 55	*20*	*55,00*	*24,91*	*61,00*	*25,45*	*65,00*	*25,80*	*71,00*	*26,34*	*82,00*	*27,32*	*97,00*	*28,66*
t возврата 45	22	51,33	26,58	56,93	27,08	60,67	27,42	66,27	27,92	76,53	28,83	90,53	30,08
	24	47,67	28,26	52,87	28,72	56,33	29,03	61,53	29,49	71,07	30,35	84,07	31,51
	15	55,00	19,91	61,00	20,45	65,00	20,80	71,00	21,34	82,00	22,32	97,00	23,66
t средняя 45	18	49,50	22,42	54,90	22,90	58,50	23,22	63,90	23,71	73,80	24,59	87,30	25,79
t подачи 50	*20*	*45,83*	*24,09*	*50,83*	*24,54*	*54,17*	*24,84*	*59,17*	*25,28*	*68,33*	*26,10*	*80,83*	*27,22*
t возврата 40	22	42,17	25,76	46,77	26,18	49,83	26,45	54,43	26,86	62,87	27,61	74,37	28,64
	24	38,50	27,44	42,70	27,81	45,50	28,06	49,70	28,44	57,40	29,13	67,90	30,06
	15	45,83	19,09	50,83	19,54	54,17	19,84	59,17	20,28	68,33	21,10	80,83	22,22
t средняя 40	18	40,33	21,60	44,73	21,99	47,67	22,26	52,07	22,65	60,13	23,37	71,13	24,35
t подачи 45	*20*	*36,67*	*23,27*	*40,67*	*23,63*	*43,33*	*23,87*	*47,33*	*24,23*	*54,67*	*24,88*	*64,67*	*25,77*
t возврата 35	22	33,00	24,95	36,60	25,27	39,00	25,48	42,60	25,80	49,20	26,39	58,20	27,20
	24	29,33	26,62	32,53	26,90	34,67	27,10	37,87	27,38	43,73	27,90	51,73	28,62
	15	36,67	18,27	40,67	18,63	43,33	18,87	47,33	19,23	54,67	19,88	64,67	20,77
t средняя 35	18	31,17	20,78	34,57	21,09	36,83	21,29	40,23	21,59	46,47	22,15	54,97	22,91
t подачи 40	*20*	*27,50*	*22,46*	*30,50*	*22,72*	*32,50*	*22,90*	*35,50*	*23,17*	*41,00*	*23,66*	*48,50*	*24,33*
t возврата 30	22	23,83	24,13	26,43	24,36	28,17	24,51	30,77	24,75	35,53	25,17	42,03	25,75
	24	20,17	25,80	22,37	26,00	23,83	26,13	26,03	26,32	30,07	26,68	35,57	27,18
	15	27,50	17,46	30,50	17,72	32,50	17,90	35,50	18,17	41,00	18,66	48,50	19,33
t средняя 30	18	22,00	19,96	24,40	20,18	26,00	20,32	28,40	20,54	32,80	20,93	38,80	21,46
t подачи 35	*20*	*18,33*	*21,64*	*20,33*	*21,82*	*21,67*	*21,93*	*23,67*	*22,11*	*27,33*	*22,44*	*32,33*	*22,89*
t возврата 25	22	14,67	23,31	16,27	23,45	17,33	23,55	18,93	23,69	21,87	23,95	25,87	24,31
	24	11,00	24,98	12,20	25,09	13,00	25,16	14,20	25,27	16,40	25,46	19,40	25,73

4.0-Расчёт параметров работы центробежного насоса.

- Объём протока теплоносителя:

$$\mathbf{V = 1,1\ \Sigma_1^n m_i\ 3600/\rho\ [м^3/ч]}$$

где:

ρ - плотность теплоносителя (для воды $\rho = 1000$ кг/м^3)
n – число контуров обслуживаемых насосом
m_i – масса теплоносителя протекающего через i-ый контур

Массу протока теплоносителя можно рассчитать по формуле или подсмотреть в таблице 8.

$$\mathbf{m = 1,1\ Q/4190\ (t_{подачи} - t_{возврата})}$$

- Высота подъёма насосом:

$$\mathbf{H_p = 1,1\ \Delta p\ /\ \rho\ g\ [м]}$$

где:

ρ - плотность теплоносителя
g – земное ускорение ($g = 9,81$ м/с^2)
Δp – гидравлическое сопротивление

- Определение потерь давления в греющем контуре:

$$\mathbf{\Delta p = L_w\ R}$$

где:

R – единичное сопротивление потоку (таблица 8)
L_w – длина трубы в греющем контуре

5 - ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ И ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

для воды при использовании трубы «HENCO»

Таблица8

теплопроизводительность Q [Вт]		**Массовый проток**		**16 x 2**		**18 x 2**	
Δt=10°C	**Δt=20°C**	**M [кг/час]**	**M [Литр/с]**	**R [Па/м]**	**ν [м/с]**	**R [Па/м]**	**ν [м/с]**
290	580	25	0,42	8	0,06	4	0,05
580	1160	50	0,83	29	0,12	8	0,09
870	1740	75	1,25	58	0,19	28	0,14
1160	***2320***	***100***	***1,67***	***96***	***0,25***	***46***	***0,18***
1450	***2900***	***125***	***2,08***	***114***	***0,31***	***68***	***0,23***
1740	***3480***	***150***	***2,5***	***194***	***0,37***	***93***	***0,27***
2030	***4060***	***175***	***2,92***	***254***	***0,44***	***121***	***0,32***
2320	***4640***	***200***	***3,33***	***321***	***0,50***	***154***	***0,37***
2610	***5220***	***225***	***3,75***	***396***	***0,56***	***189***	***0,41***
2900	***5800***	***250***	***4,17***	***477***	***0,62***	***227***	***0,46***
3190	6380	275	4,58	566	0,68	269	0,50
3480	6960	300	5	661	0,75	314	0,55
3770	7540	325	5,42	763	0,81	362	0,59
4060	8120	350	5,83	871	0,87	413	0,64
4350	8700	375	6,25	986	0,93	467	0,69
4640	9280	400	6,67	1108	0,99	524	0,73
4930	9860	425	7,08	1236	1,06	585	0,78
5220	10440	450	7,5	1371	1,12	648	0,82
5510	11020	475	7,92	1512	1,18	714	0,87
5800	11600	500	8,33	1659	1,24	783	0,91
6090	12180	525	8,75	1813	1,31	855	0,96
6380	12760	550	9,17	1973	1,37	930	1,01
6670	13340	575	9,58	2140	1,43	1008	1,05
6960	13920	600	10	2313	1,49	1088	1,10
7250	14500	625	10,42	2492	1,55	1172	1,14
7450	15080	650	10,83	2677	1,62	1258	1,19
7830	15660	675	11,25	2869	1,68	1348	1,23
8120	16240	700	11,67	3067	1,74	1440	1,28
8410	16820	725	12,08	3271	1,80	1535	1,32
8700	17400	750	12,5	3482	1,86	1633	1,37
8990	17980	775	12,92	3699	1,93	1733	1,42
9280	18560	800	13,33	3921	1,99	1837	1,46
9570	19140	825	13,75	4151	2,05	1943	1,51
9860	19720	850	14,17	-	-	2052	1,55
10150	20300	875	14,58	-	-	2164	1,60
10440	20880	900	15	-	-	2279	1,64
10730	21460	925	15,42	-	-	2397	1,69
11020	22040	950	15,83	-	-	2517	1,74
11310	22620	975	16,25	-	-	2640	1,78
11600	23200	1000	16,67	-	-	2766	1,83
14500	29000	1250	20,83	-	-	4177	2,28

Данные гидравлического сопротивления приведены для температуры 50°C. Для расчёта на другую температуру воды используются поправочные коэффициент К: для 30°C К=1,45; для 100°C К=0,51.

6 - СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ.

Система «тёплого пола» является низкотемпературной. При эксплуатации радиаторной системы отопления совместно с системой «Тёплого пола», требуется применение смесительной аппаратуры понижающей температуру теплоносителя с параметрами 90°С / 70°С до значений 55°С / 45°С. Применять низкотемпературный теплоноситель для подключения радиаторов нецелесообразно, так как при этом сильно возрастают необходимые размеры радиаторов, что сильно их удорожает. При этом экономически целесообразна установка дополнительной терморегулирующей аппаратуры. Возможны её различные варианты.

В полном варианте используются терморегулирующая аппаратура, регулирующая уровень температуры теплоносителя подаваемого в систему «Тёплого пола» в зависимости от температуры наружного воздуха. Дополнительно имеется возможность регулировки температуры для каждого помещения в отдельности. Это достаточно дорогостоящая аппаратура, поэтому такой вариант предпочтителен при больших площадях, когда удорожание 1м^2 площади будет незначительно.

В более простых вариантах используется управление термостатическими головками на постоянную величину температуры теплоносителя.

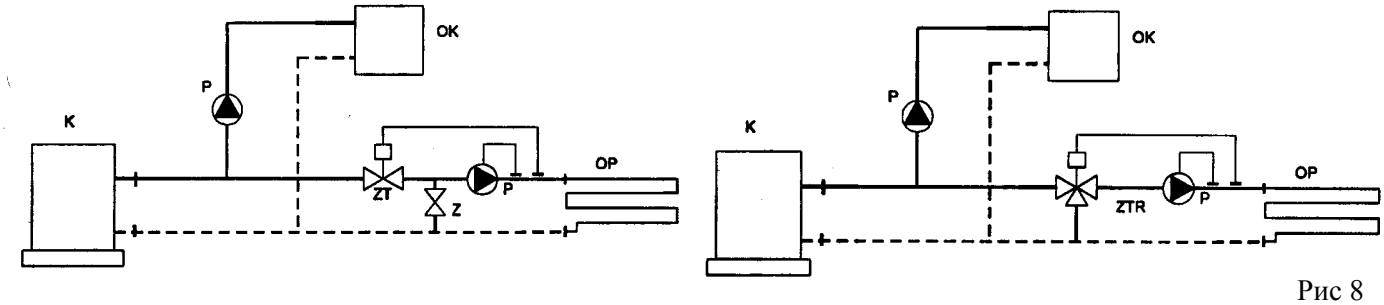


Рис 8

Где:

- **К** - котёл
- **Р** – насос
- **ОР** – греющий контур
- **ОК** – радиаторное отопление
- **ZTR** – трёхходовой термостатический вентиль
- **ZT** - термостатический вентиль
- **Z** - перепускной (байпасный) вентиль

Схема подключения с использованием трёхходового вентиля из-за ограниченной пропускной способности по малому кругу рекомендована при площади Т.П. до 100 м^2.

Схема подключения с использованием двухходового вентиля рекомендована для площадей более 100 м^2. Принцип работы и порядок настройки описаны ниже в разделе – 6.1

Возможен вариант с использованием ограничителя температуры на возврате (RTL вентиль). Эта схема подключения используется для помещений площадью до 10 м2. Она позволяет максимально упростить систему, но приемлема только для маленьких площадей (например, ванная комната, маленький участок пола в комнате «система комфортного пола»). Теплоноситель поступает с обратной линии радиаторной системы, проходит по кольцу «Тёплого пола» и поступает на вход ограничителя температуры. Термоголовка вентиля RTL производит замер проходящей температуры теплоносителя внутри самого вентиля без использования капиллярного датчика. При превышении температуры выше установленного значения вентиль уменьшает проток воды по кольцу, тем самым, поддерживая заданную температуру. Этот вариант подключения использует насос радиаторной системы отопления, но при его расчёте необходимо учитывать гидравлическое сопротивления кольца греющего контура.

Регулирующую аппаратуру желательно установить в коллекторном шкафчике, что помимо эстетичного вида обеспечит защиту от несанкционированного доступа.

6.1 – Вариант с использованием станции «CALEFFI» для систем «Тёплого пола».

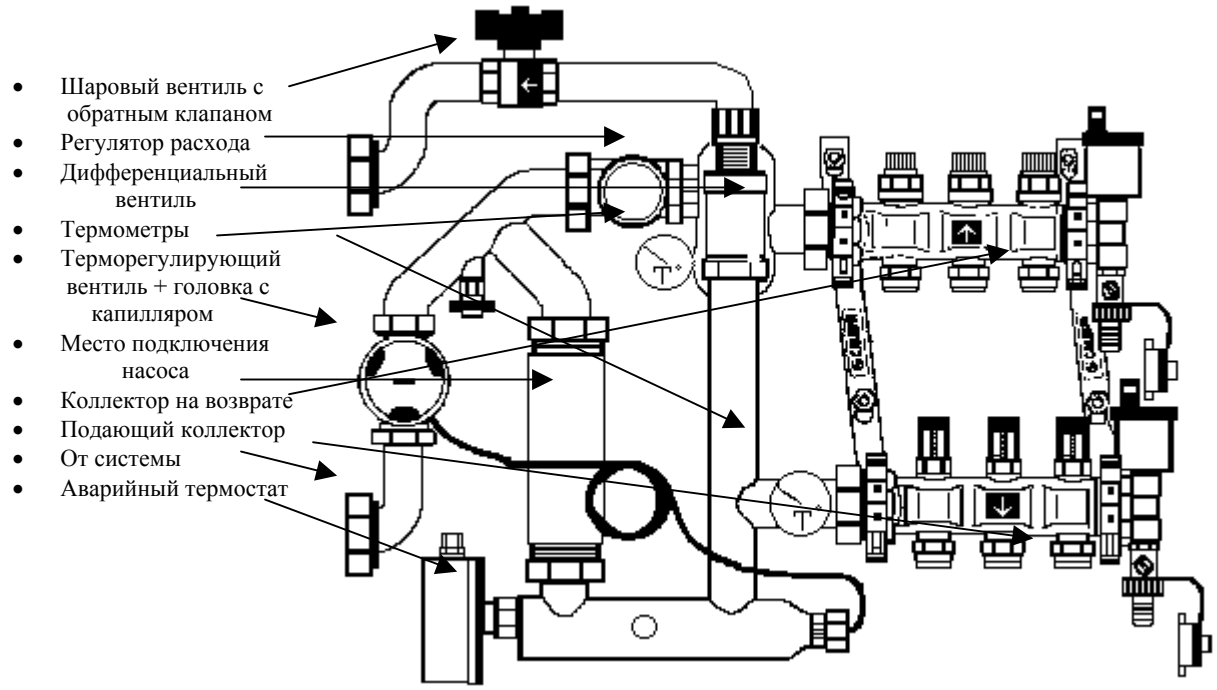


Рис 9

Принцип работы.

Вариант с использованием терморегулирующего вентиля управляемого термоголовкой с капилляром.
Горячий теплоноситель, поступающий из системы (с температурой 70-90 С) проходит через терморегулирующий вентиль, которым управляет термоголовка с капилляром. После чего теплоноситель попадает на вход циркуляционного насоса системы «Тёплого пола». На выходе из насоса производиться замер температуры датчиком Термоголовки и датчиком аварийного термостата. Последний отключает электропитание насоса при превышении температуры выше 55-60 С. Подающий поток с заданной потребителем температурой поступает на вход распределительной гребёнки (коллектора). Далее теплоноситель проходит по греющим контурам и отдав тепло возвращается обратно, через коллектор, на вход насоса, но имея уже достаточную низкую температуру. Датчик Термоголовки даёт сигнал терморегулирующему вентилю, и он пропускает порцию горячей воды, после чего цикл повторяется.
В системе используется регулируемый коллектор «CALEFFI» с возможностью осуществлять регулировку, как по температуре, так и производить точную настройку гидравлического сопротивления отдельных колец (см. стр. 3). При затруднении настройки системы, а также для возможности визуального контакта за скоростью прохождения теплоносителя рекомендуется применение «индикаторов расхода», которые крепятся на возвратном коллекторе (на схеме не показаны).
Настройка гидравлического сопротивления осуществляется подающим коллектором. При этом форма седла клапана имеет специально рассчитанную форму, обеспечивающую плавную линейную характеристику на всём диапазоне регулировки.
Возвратный коллектор позволяет производить регулировку температуры для каждого помещения в отдельности, как вручную, так и автоматически. В последнем случае используется комплект «комнатный термостат – сервопривод (электроголовка)». Этот комплект позволяет осуществлять автоматическое регулирование температуры помещения непосредственно из комнаты. При большой площади помещения один комнатный термостат имеет возможность управлять одновременно 6 сервоприводами.
При автоматическом регулировании возможен вариант, когда сервоприводы перекроют проток теплоносителя по всем кольцам. В этом случае вступает в действие байпасная линия, соединяющая между собой подающий и принимающий коллектора, через дифференциальный клапан, срабатывающий на предварительно заданном перепаде давлений (возможность настройки).
На возвратной линии к котлу необходима установка обратного клапана для предотвращения возможности встречного гидроудара.
Настрока системы состоит из нескольких операций:

- Уравниваются гидравлические сопротивления всех колец.

- Вращением маховика термоголовки выставляется температура теплоносителя (контроль осуществляется с помощью индикатора температуры на подающем коллекторе).
- Производиться настройка общей пропускной способности всей системы «Тёплого пола» с помощью регулятора расхода.
- Подключение сервоприводов.

В дальнейшем вся система работает автоматически.

7 - Примерный перечень материалов необходимых для монтажа системы «Тёплого пола».

1. изоляция на пол (плиты) (м2)---**5.40 Ls**-(15mm), **6.30 Ls**-(32mm).
2. компенсационная лента (м)---**0.33Ls**
3. труба «HENKO» - ∅18мм (м) - **0.77Ls**, - ∅16мм (м) – **0.70Ls**.

Таблица 9

Примерный расход трубы в зависимости от шага прокладки (b).				
300 мм	250 мм	200 мм	150 мм	100 мм
3,3 м/м^2	3,7 м/м^2	5,0 м/м^2	6,4 м/м^2	10,0 м/м^2

4. трёхходовой вентиль (с американками)---Dn 20—**10.52 Ls**, Dn 25-- **18.61 Ls**
5. двухходовой вентиль (с американками)---Dn 25 – **19.73** Ls
6. термоголовка с капилляром---**28.48 Ls**
7. коллектор, регулируемый комплект (1 на подаче и 1 на возврате) на: 3 кольца:—**34.56 Ls**, 4 кольца:–**44.85 Ls**, 5 колец:– 53**.39 Ls**.
8. коллекторный шкаф: SWP-0 (3 кольца)-**18.71 Ls**, SWP-1 (4 кольца)-**19.33 Ls**, SWP-2 (6 колец)-**21,67 Ls**, SWP-3 (8 колец)-**25,69 Ls**, SWP-4 (9 колец)-**27,37 Ls**, SWP-5 (более 9 колец)-**30,62 Ls**
9. воздушный клапан (автомат)---8**.04 Ls** или воздушный клапан (ручной)---7.66L**s** (один на подаче и один на возврате)
10. индикатор расхода теплоносителя 1-4 литра/мин---**6.80 Ls** (настройка системы, визуальный контроль)
11. насос ---**40 – 70 Ls** (рассчитывается)
12. обратный клапан---**1.50 –2.50 Ls**
13. шаровые вентили 2шт ∅25---**7.40 Ls**
14. комнатный термостат (230вольт)---**12.44 Ls** (удобство в эксплуатации)
15. электро - головка (230вольт)---**16.22 Ls** (удобство в эксплуатации)
16. НЕК-18 (2 шт. для каждого кольца)--- 2 x 0.83 Ls =**1.5 Ls**
17. Бетонный раствор (примерный расход 0.06-0.07 м^3 на м^2).

Примерная стоимость материалов для «системы тёплого пола» лежит в пределах от **11 до 18 Ls** за м2 без стоимости бетона (в зависимости от шага прокладки трубы, используемой схемы подключения, применяется пластификатор или нет, наличие дополнительных устройств: - индикаторы расхода, - комнатные термостаты + сервопривод).

Примерная стоимость работ:

- укладка всей системы без заливки бетоном—**3 Ls** за м^2
- **15-20 Ls** за подключение одного кольца.

При покупке комплекта материалов для монтажа системы «Тёплого пола» Вы получаете скидку.

GILIUS

Latvija, Rīga, LV-1007, Slokas 52
Tel.371-7455505, fax.371-7471775
www.gilius.lv info@gilius.lv
PVN reģ. Nr. 40003358669, A/S "Rietumu Banka"
kods RTMBLV2X, Konts 000014370LVLC01

Apkures katli un boileri. Vēdināšana. Dūmvadi. Caurules.