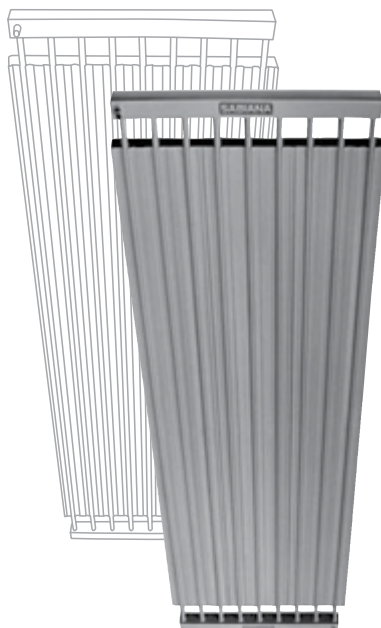


СООТВЕТСТВУЕТ
НОВОМУ ЕВРОПЕЙСКОМУ
СТАНДАРТУ EN 14037



Duck Strip
Инфракрасные панели

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ



SABIANA
ENVIRONMENTAL COMFORT

Содержание

Введение	3
1 Основные параметры теплообмена	4
1.1 Теплопроводность	4
1.2 Конвекция	5
1.3 Излучение	5
2 Теория окружающего комфорта	7
2.1 Оценка комфорта	7
2.2 Оценка физической активности людей	8
2.3 Оценка одежды	8
2.4 Оценка параметров микроклимата	8
3 Панели лучистого отопления DS – Порядок расчета	10
3.1 Новые европейские стандарты EN 14037 и EN 12831	10
3.2 Ширина модулей	12
3.3 Длина термопанелей	13
3.4 Масса и водосодержание	13
3.5 Тепловое излучение потолочных панелей	14
3.6 Тепловое излучение пары коллекторов	16
3.7 Тепловое излучение – Общие данные	18
3.8 Длина излучающих панелей	19
3.9 Таблица длин для промежуточных и конечных элементов (для стандартных модулей 4 и 6 м)	19
3.10 Высота монтажа	20
3.11 Рекомендуемая температура теплоносителя в зависимости от высоты монтажа	20
3.12 Выбор модели	21
3.13 Выбор типа коллектора	23
3.14 Выбор водяного контура	24
3.15 Минимальный расход теплоносителя	26
3.16 Гибкость конфигурации	27
3.17 Перепад давления	27
3.18 Duck Skirt боковые шторы для уменьшения конвективной составляющей тепловой мощности	32
3.19 Тепловое расширение	33
3.20 Автоматические стабилизаторы расхода воды	33
3.21 Уклоны, вентиляционные отверстия и сливы	34
3.22 Управление температурой	35
3.23 Примеры расчета и проектирования	39
0 компании Sabiana	44
Краткий обзор линейки изделий компании Sabiana	45



Введение

С учетом требований ЕВРОПЕЙСКОГО СТАНДАРТА EN 14037 компания Sabiana SpA представляет новое руководство по расчету панелей лучистого отопления DS с обновленными графиками и схемами.

Новое руководство значительно расширено и содержит полезные сведения для проектировщика систем отопления.

С этой целью руководство содержит следующие вопросы:

- Ссылка на механизмы «теплопередачи» и «комфорта окружающей среды».
- Порядок расчета и проектирования систем с лучистыми панелями.

Данные вопросы приведены и описаны со «здравым смыслом» с подчеркиванием того факта, что в теории теплообмена, как и во многих других науках, ничего не является абсолютным: для любого решения всегда существует противоположное решение, и консультанты по системам отопления могут сделать наиболее правильный выбор, исходя из своего профессионализма и опыта.

1. Основные параметры теплообмена

Передача тепла от теплого к холодному объекту может осуществляться тремя способами:

- Теплопроводность.
- Конвекция.
- Излучение

Теплопередача также может осуществляться сочетанием этих способов.

1.1 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Теплообмен путем теплопроводности происходит внутри объекта, когда энергия передается от одной молекулы к другой, без значительного движения частиц.

Для слоя материала с разностью температур на границах можно сказать, что поток тепла будет:

- Обратно пропорционален толщине слоя.
- Прямо пропорционален времени.
- Прямо пропорционален площади поверхности.
- Прямо пропорционален разности температур.
- Прямо пропорционален теплопроводности материала.
- Прямо пропорционален относительной влажности материала (это действительно для всех проникаемых материалов, например, изоляционных, которые могут потерять свои изолирующие свойства при пропитывании).

Теплообмен однородного материала рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{\lambda \cdot A \cdot (T_2 - T_1) \cdot H}{S}$$

Где:

Q = количество переданного тепла (Вт/ч);

λ = теплопроводность материала (Вт/м°C);

S = толщина слоя (м);

A = площадь поверхности слоя (м²);

T_1 = температура холодной поверхности (°C);

T_2 = температура горячей поверхности (°C);

H = время (ч).

Строительные материалы часто являются композитными (например, разные типы пустотелых кирпичей и некоторые типы фундаментных плит); следовательно, часто используется метод «эквивалентной теплопроводности», который отражает количество тепла, передаваемого при теплоотдаче через единичное поперечное сечение 1 м² при разности температур 1 °C. Если обозначить эквивалентную теплопроводность через C , теплообмен через композитный материал будет равен:

$$Q = C \cdot A \cdot (T_2 - T_1) \cdot H$$

Где:

Q = количество переданного тепла (Вт/ч);

C = эквивалентная теплопроводность композитной конструкции (Вт / м² / °C);

A = площадь поверхности слоя (м²);

T_1 = температура холодной поверхности (°C);

T_2 = температура горячей поверхности (°C);

H = время (ч).

1.2 КОНВЕКЦИЯ

Явление переноса теплоты в жидкостях или газах, или сыпучих средах потоками вещества. Теплообмен при конвекции возникает при смешивании частей среды с разными плотностями под действием разности температур.

Естественная конвекция между средой и поверхностью твердого тела при разности температур происходит, когда частицы среды, контактирующие с поверхностью, изменяют плотность, усиливая движение, при котором происходит передача энергии, как внутри среды, так и от среды к твердому телу.

Если среда контактирует с плоской поверхностью, поток тепла bude;

- коррелировать с типом и формой стенки;
- коррелировать с типом среды и, следовательно, будет прямо пропорционален ее удельной теплоемкости и обратно пропорционален ее вязкости;
- прямо пропорционален скорости теплообмена;
- прямо пропорционален времени.

Если пренебречь эффектом ламинарного слоя, теплообмен между средой и твердым телом будет рассчитываться по формуле:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot (T_2 - T_1) \cdot H$$

Где:

Q = количество переданного тепла (Вт/ч);

α = единичная ламинарная теплопроводность;

A = поверхность теплообмена (м²);

T_1 = температура среды (°C);

T_2 = температура среды (°C);

H = время (ч).

1.3 ИЗЛУЧЕНИЕ

Лучистый теплообмен возникает благодаря электромагнитным волнам, когда диапазон длины волны находится в инфракрасной зоне, т.е. в зоне невидимого излучения. Любое твердое тело, жидкость или газ выделяет энергию во всех направлениях, которая передается по воздуху со скоростью света ($\cong 300.000$ км/с) к другим поверхностям, которые могут поглотить или отразить излучение, или пропустить его.

Два тела, помещенные в одну среду в положении, при котором они могут «видеть друг друга», всегда обмениваются энергией друг с другом, при этом, более теплое тело выделяет больше лучистой энергии, чем поглощает (для более холодного тела наоборот). Поглощенная энергия преобразуется в тепло, а передаваемую энергию можно восполнять путем добавления тепловой энергии для достижения устойчивого процесса теплообмена.

Если рассматривать лучистые тела, расположенные одно внутри другого, причем, «контейнер» может выступать «черным телом», отменяя коэффициент формы, который характеризует теплообмен между двумя телами, расположенными в пространстве, где остальные тела участвуют в процессе передачи тепла, можно сказать следующее:

- тело, способное излучать энергию, также может и поглощать ее;
- тело, которое обладает максимальной способностью излучать энергию, также обладает максимальной способностью поглощать ее;
- способность излучать и поглощать энергию зависит от природы тела и цвета поверхности;
- способность металлических тел поглощать и излучать энергию увеличивается при увеличении угла падения по сравнению с нормальным углом;
- способность неметаллических тел поглощать и излучать энергию уменьшается при увеличении угла падения по сравнению с нормальным углом;
- поверхности темного цвета обладают большей способностью поглощать, чем поверхности светлого цвета.

Если рассматривать два тела с разными температурами, не затененные, которые обмениваются энергией по воздуху (следует помнить, что такие газы как диоксид углерода или водяные пары могут поглощать и излучать энергию), теплообмен будет рассчитываться по формуле:

$$Q = 5,73 \cdot A \cdot \epsilon \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot H$$

Где:

Q = количество переданного излучаемого тепла (Вт/ч);

A = площадь поверхности горячего слоя (м²);

ε = общий коэффициент излучения поверхности горячего тела;

T1 = температура горячего тела (°Кельвин = °С + 273);

T2 = температура холодного тела (°Кельвин = °С + 273);

H = время (ч).

2. Теория окружающего комфорта

Окружающий комфорт определяется как общие удовлетворительные условия, демонстрируемые большим количеством людей, которые работают в некой среде, и, следовательно, основаны на следующих параметрах:

- активность людей (метаболизм: выражается как "met");
- одежда людей (одежда: выражается как "clo");
- температура окружающего воздуха (сухой термометр: выражается в °C);
- относительная влажность окружающего воздуха (мокрый термометр: выражается в °C);
- скорость окружающего воздуха (скорость в занимаемой зоне: выражается в м/с);
- лучистая температура стенок (средняя температура: выражается в °C).

Примечание: На данном этапе влияние лучистой асимметрии не учитывается, но будет учтено в следующих разделах.

Взаимосвязь параметров и их влияние на комфорт потребителей были установлены исследовательской группой, возглавляемой Оле Фангером (Технический университет Дании), и являются очень важными для данной задачи; некоторые дальнейшие детали будут полезны перед работой с примерами, которые используются для определения наиболее подходящих расчетных данных для «типичного здания».

2.1 ОЦЕНКА КОМФОРТА

Исследовательская группа, возглавляемая Оле Фангером, выполнила серию экспериментальных исследований, в которых группа лиц подвергалась разной степени тепловой нагрузки, при этом регистрировались субъективные мнения по следующей шкале:

- - 3 = холодно;
- - 2 = прохладно;
- 0 = нейтрально;
- + 1 = слегка тепло;
- + 2 = тепло;
- + 3 = горячо.

Результаты оценки выражаются в так называемом PMV (прогнозируемый средний голос), который используется для построения гипотезы PPD (прогнозируемый процент недовольных), который, в свою очередь, определяет приемлемость конкретного окружающего условия; на данном этапе необходимо установить допустимое количество недовольных людей с учетом нижеследующего:

- невозможно опуститься ниже 5 %, т.к. даже PMV = 0 отражает этот процент;
- стандарт ISO 7730 задает допустимый PMV между - 0.5 и + 0.5, что подразумевает PPD, равный 10 %;
- стандарт ASHRAE 55 задает допустимый PMV между - 0,85 и + 0,85, что подразумевает PPD меньше 20 %.

2.2 ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЮДЕЙ

Интенсивность обмена веществ человеческого тела, то есть количество выделяемого тепла, которое должно быть отведено для поддержания постоянной температуры тела (37°C, с допуском 0.5°C), зависит от физической активности этого тела; выражается это значение через единицу измерения под названием "met", которая равна:

$$1 \text{ met} = 58 \text{ W} / \text{m}^2 = 50 \text{ Kcal} / \text{h} / \text{m}^2$$

Эта единица измерения отражает удельную интенсивность обмена веществ, которая характерна для 1 м² поверхности тела взрослого человека в состоянии покоя; эффективная интенсивность обмена веществ зависит от типа движений и площади поверхности человеческого тела, рассчитанной Дю Буа как 1,9 м² (среднее значение).

2.3 ОЦЕНКА ОДЕЖДЫ

Основное назначение одежды — обеспечить термическое сопротивление для наружной поверхности человеческого тела, ослабляя взаимодействие относительной и известной систем контроля температуры (вазомоторной, мышечной, испарительной); безразмерная единица измерения под названием "CLO" (от «clothing») используется для выражения влияния одежды и равна:

$$\text{CLO} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

Эта единица измерения соответствует термическому сопротивлению стандартной межсезонной европейской одежды.

2.4 ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

Теплообмен между людьми, выполняющими некие действия, и окружающей средой, в которой они выполняют действия, происходит следующим путём:

- Испарение: Скрытая теплота, образующаяся при дыхании и при движении (потоотделении).
- Конвекция: Физическая теплота, которая прямопропорционально зависит от температуры и скорости воздуха.
- Излучение: Физическая теплота, которая прямопропорционально зависит от средней лучистой температуры окружающих поверхностей.

Произведённые эксперименты показали, что в пределах комфортной зоны, изменения относительной влажности окружающего воздуха несущественно влияют на теплообмен при испарении и незначительно изменяют ощущения людей в окружающей среде. Которые, с другой стороны, становятся неудовлетворительными, если относительная влажность меньше 25 % (раздражение слизистой дыхательного тракта) и выше 70 % (ощущение насморка и повышенное восприятие запахов).

Контрольные значения для определения идеальных окружающих условий, степени подвижности и оценки одежды приведены ниже:

- температура окружающего воздуха;
- скорость воздуха;
- средняя лучистая температура поверхностей.

Предположим, что вышеуказанные значения зависят от строительных характеристик здания и отдельных свойств выбранной системной методики, т.к. они определяют скорость воздуха в занимаемых зонах и среднюю лучистую температуру, при этом анализ скорости воздуха в занимаемых зонах можно не учитывать, т.к. обычно это известные значения, зависящие от типа системы. Тогда остается формула для расчета средней лучистой температуры поверхностей в помещении и рабочей температуры внутри помещения, т.е. температуры, которая отражает тепловой баланс тепла, выделяемого человеком, а именно:

$$(1) \rightarrow T_p = T_{pi} - \frac{0,145 \cdot Qd}{St}$$

$$(2) \rightarrow T_o = \frac{T_a + T_p}{2}$$

Где:

Qd = требуемое количество тепла для помещения в связи с потерями (Втч);

St = общая площадь поверхностей, ограничивающих помещение;

T_a = температура окружающего воздуха (°C);

T_o = рабочая температура (°C);

T_p = средняя лучистая температура поверхностей (°C);

T_{pi} = температура внутренних стен, которые не рассеивают теплоту; предполагается, что она равна температуре воздуха (°C);

0,145 = термическое сопротивление внутреннего ламинарного слоя между воздухом и стеной ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$).

3. Панели лучистого отопления DS – Порядок расчета

3.1 НОВЫЕ ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАНДАРТЫ EN 14037 И EN 12831

Новый европейский стандарт EN 14037 описывает характеристики потолочных панелей радиаторов (панелей лучистого отопления) и методы испытаний тепловой мощности.

К основным отличиям относится методология испытаний (та же испытательная камера для радиаторов без инфильтрации воздуха), при которой коллекторы изолируются и выполняются измерения тепловой мощности на погонный метр (Вт/м) и тепловой мощности пары коллекторов (Вт/пара коллекторов). Минимально допустимый расход воды на трубу зависит от температуры возврата и типа коллектора. Для тепловой мощности не учитываются поправочные коэффициенты, зависящие от высоты здания.

Новый стандарт EN 14037 является согласованным европейским стандартом и опубликован в официальном журнале Евросоюза (OJ). Стандарт является обязательным. Производитель должен выполнить испытания в одной из четырех объявленных европейских лабораторий и указать номер отчета об испытаниях для каждой модели, подтвердив соответствие стандарту в виде знака CE на изделии/упаковке.

Новый европейский стандарт EN 12831 описывает порядок расчета теплопотерь здания. Он был опубликован в марте 2003 года и будет переведен на все европейские языки.

Стандарт требует применения рабочей температуры (среднее арифметическое внутренней температуры воздуха и средней лучистой температуры) в качестве внутренней температуры среды.

Теплопотери рассчитываются по этому значению.

Рассмотрим два хорошо изолированных здания, одно из которых обогревается панелями лучистого отопления и имеет рабочую температуру 15 °C, а другое – воздушными системами и имеет рабочую температуру 18 °C. Оба здания обеспечивают одинаковое ощущение комфорта по причине разности температур пола и стен, для правильного расчета теплопотерь здания очень важно правильно определить окончательную температуру в помещении с учетом экономии энергии для одного и того же уровня комфорта, при котором температура может быть на 3 °C ниже.

Стандарт EN 12831 в английской версии, преобразованный Ассоциацией разработчиков систем во Франции, вводит те же концепции в таблице B.1 приложения B.1, предлагая решения для больших зданий высотой более 5 м. При этом, разница при расчете общих теплопотерь здания составляет от 15 % до 30 % в зависимости от применения панелей лучистого отопления или воздушных отопительных систем.

Если внутренняя температура воздуха значительно отличается от средней лучистой температуры (например, для панелей лучистого отопления), тот же стандарт EN 12831 предлагает в приложении B.2 расчет части теплопотерь, связанных с инфильтрацией воздуха, сравнивая наружную температуру с внутренней температурой воздуха, а не с рабочей температурой. В примере с окружающей средой с рабочей температурой 15 °C, средней лучистой температурой 17 °C, внутренней температурой воздуха 13 °C и наружной температурой воздуха - 15 °C, с учетом данного предложения, наблюдается уменьшение результата свыше 5 % при расчете теплопотерь, связанных с инфильтрацией наружного воздуха.

Как указано выше, теплоотдача потолочных лучистых панелей определяется в довольно небольшой испытательной камере с идеальной изоляцией без инфильтрации наружного воздуха.

Используя эти значения тепловой мощности при подборе систем панелей лучистого отопления при расчете теплопотерь, связанных с инфильтрацией наружного воздуха, кратность воздухообмена в час должна быть сведена к минимуму, причем в зависимости от степени изоляции здания, а также частоты и длительности открытия дверей, это значение будет находиться в диапазоне от 0,1 до 0,5 объемов/ч, если не указано иное.

Если инфильтрация воздуха через открытые двери превышает значения, указанные в новом стандарте, рекомендуется использовать подходящую воздушную завесу (например, смотри воздухонагреватели Sabiana серии Atlas с направляющим соплом STP).

Принудительное удаление воздуха через вытяжные системы, установленные на технологическом оборудовании или других системах, должно быть уравновешено подачей того же объема подогретого воздуха. Если требуется более 2 объемов воздуха в час, необходимо связаться с техническим отделом компании Sabiana.

Следовательно, путем расчета точной величины теплопотерь и знания типа используемой системы, все компоненты установки могут подбираться (отопительная установка, насосы, трубы и изоляция, системы управления) таким образом, чтобы существенно уменьшить инвестиции и текущие затраты, обеспечивая непревзойденный комфорт благодаря панелям лучистого отопления.

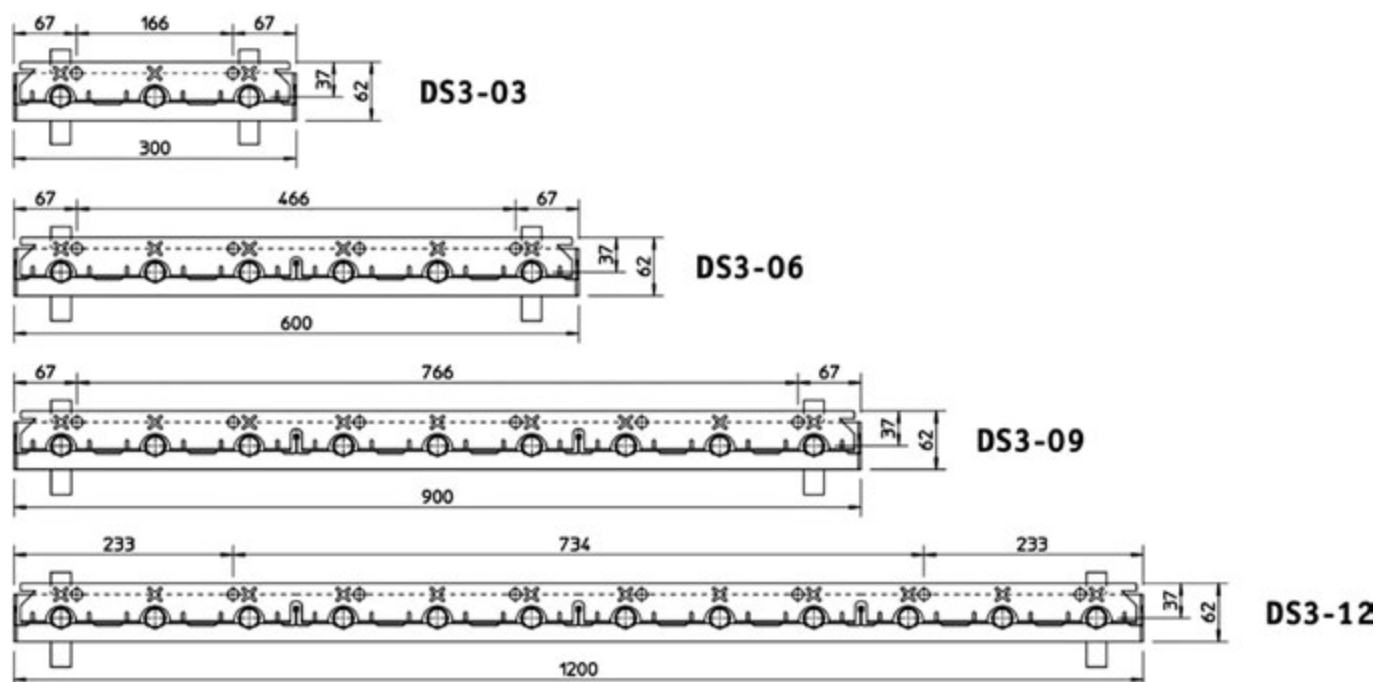
Компания Sabiana разработала подробное программное обеспечение для подбора систем панелей лучистого отопления, которое может быстро создавать модели разных решений. Программное обеспечение совместимо с большинством распространенных пакетов CAD и программ обработки текстов и создает индикацию затрат по требуемым компонентам.

Примечание: В новых зданиях в первые несколько месяцев эксплуатации могут возникнуть некоторые сложности при достижении расчетной окружающей температуры.

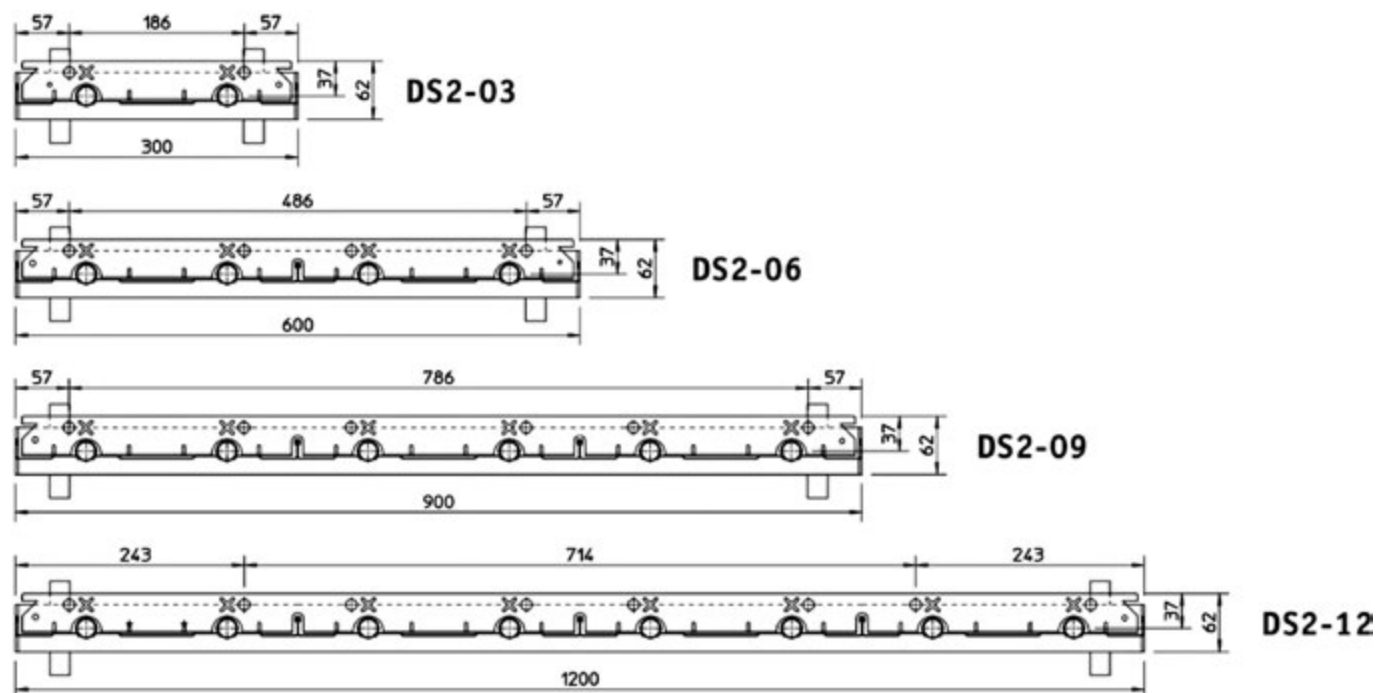
Это происходит потому, что конструкция и полы должны высохнуть, т.е. необходимо удалить содержащиеся в них водяные пары; это обычно происходит спустя несколько месяцев эксплуатации. После полного высыхания конструкции могут быть достигнуты наилучшие результаты по вопросу комфорта.

3.2 ШИРИНА МОДУЛЕЙ

Модель DS3 – трубы $\varnothing 1/2''$ на расстоянии 100 мм друг от друга

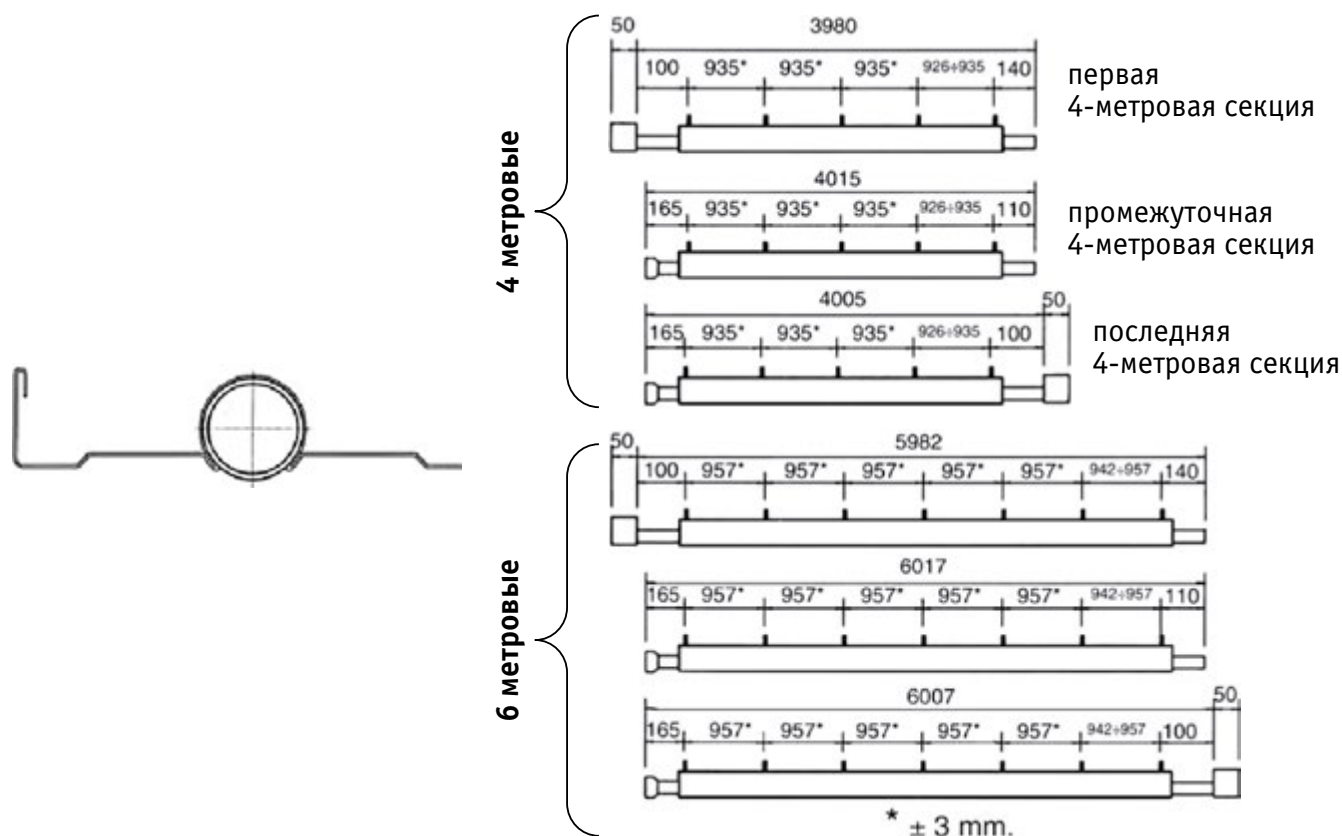


Модель DS2 – трубы $\varnothing 1/2''$ на расстоянии 150 мм друг от друга



3.3 ДЛИНА ТЕРМОПАНЕЛЕЙ

Панели изготавливаются секциями длиной 4 и 6 метров, из которых составляют более длинные панели.



3.4 МАССА И ВОДОСОДЕРЖАНИЕ

Модель	Стандарт, кг/м	Спец., кг/м	Водосодержание, л/м		Объем, л 1 коллектор	Масса, кг Заполненный коллектор
			Стандарт	Специальное		
DS2-03	4,6	5,6	0,53	0,43	0,63	1,9
DS2-06	9,2	11,2	1,05	0,87	1,27	3,7
DS2-09	13,8	16,8	1,58	1,30	1,90	5,1
DS2-12	18,4	22,4	2,10	1,74	2,54	6,5
DS3-03	5,6	7,1	0,79	0,65	0,63	2,1
DS3-06	11,2	14,2	1,58	1,30	1,27	3,9
DS3-09	16,8	21,3	2,37	1,95	1,90	5,3
DS3-12	22,4	28,4	3,16	2,60	2,54	6,7

3.5 ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПОТОЛОЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Тепловое излучение на каждый метр излучающих панелей Duck Strip в соответствии со стандартом EN 14037

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м	Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
20	51	90	126	170	80	249	444	627	834
22	57	100	141	189	82	256	457	645	858
24	63	111	155	209	84	263	470	663	883
26	69	122	171	229	86	271	483	681	907
28	75	133	186	250	88	278	496	700	931
30	81	144	201	270	90	285	509	718	955
32	87	155	217	291	92	292	522	737	980
34	93	166	233	312	94	300	535	755	1004
36	100	177	249	333	96	307	548	774	1029
38	106	189	265	355	98	314	561	792	1054
40	112	200	281	376	100	322	575	811	1078
42	119	212	297	398	102	329	588	830	1103
44	125	223	314	420	104	336	601	849	1128
46	132	235	330	442	106	344	614	868	1153
48	139	247	347	464	108	351	628	887	1178
50	145	259	364	486	110	359	641	906	1203
52	152	271	380	509	112	366	655	925	1228
54	159	283	397	531	114	374	668	944	1253
55	162	289	406	543	116	381	682	963	1279
56	165	295	415	554	118	389	695	983	1304
58	172	307	432	577	120	396	709	1002	1330
60	179	319	449	600	122	404	723	1021	1355
62	186	331	466	623	124	412	736	1041	1381
64	193	344	484	646	126	419	750	1060	1406
65	196	350	493	657	128	427	764	1080	1432
66	200	356	501	669	130	435	777	1099	1458
68	207	368	519	692	132	442	791	1119	1483
70	214	381	537	716	134	450	805	1138	1509
72	221	394	555	739	136	458	819	1158	1535
74	228	406	572	763	138	465	833	1178	1561
76	235	419	590	787	140	473	847	1198	1587
78	242	432	608	810					

Δt_m = разница между средней температурой теплоносителя и температурой в помещении.

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
20	59	105	152	194
22	66	117	170	217
24	73	130	188	241
26	80	142	207	265
28	88	155	226	289
30	95	169	245	313
32	103	182	265	338
34	110	195	284	363
36	118	209	304	388
38	126	223	324	413
40	134	237	344	439
42	141	251	365	465
44	149	265	385	491
46	157	279	406	518
48	165	293	427	544
50	174	308	448	571
52	182	323	469	598
54	190	337	491	625
55	194	345	501	639
56	198	352	512	652
58	207	367	534	680
60	215	382	556	707
62	224	397	578	735
64	232	412	600	763
65	236	420	611	777
66	241	427	622	791
68	249	442	644	820
70	258	458	667	848
72	267	473	689	877
74	275	489	712	905
76	284	504	735	934
78	293	520	757	963

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
80	302	536	780	992
82	311	552	803	1021
84	320	568	827	1051
86	329	584	850	1080
88	338	600	873	1110
90	347	616	897	1139
92	356	632	920	1169
94	365	648	944	1199
96	374	664	968	1229
98	383	681	992	1259
100	393	697	1016	1290
102	402	714	1040	1320
104	411	730	1064	1351
106	420	747	1088	1381
108	430	763	1112	1412
110	439	780	1137	1443
112	449	797	1161	1474
114	458	813	1186	1505
116	468	830	1210	1536
118	477	847	1235	1567
120	487	864	1260	1598
122	496	881	1284	1629
124	506	898	1309	1661
126	515	915	1334	1692
128	525	932	1359	1724
130	535	950	1384	1756
132	544	967	1410	1788
134	554	984	1435	1819
136	564	1001	1460	1851
138	574	1019	1486	1883
140	583	1036	1511	1916

Δt_m = разница между средней температурой теплоносителя и температурой в помещении.

3.6 ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПАРЫ КОЛЛЕКТОРОВ

Тепловое излучение пары коллекторов излучающих панелей Duck Strip в соответствии со стандартом EN 14037

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м	Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
20	29	57	86	108	80	156	313	464	582
22	33	64	96	121	82	161	323	478	599
24	37	71	107	135	84	166	333	492	617
26	40	78	118	148	86	171	342	507	635
28	44	86	129	162	88	175	352	521	653
30	48	93	140	176	90	180	362	536	671
32	52	101	152	191	92	185	372	550	689
34	56	109	163	205	94	190	382	565	708
36	60	117	175	220	96	195	392	579	726
38	64	125	187	235	98	200	402	594	745
40	68	133	199	250	100	204	412	609	763
42	72	141	211	266	102	209	423	624	782
44	76	150	224	281	104	214	433	639	800
46	80	158	236	297	106	219	443	654	819
48	85	167	249	313	108	224	454	669	838
50	89	175	261	328	110	229	464	684	857
52	93	184	274	344	112	234	474	699	876
54	97	193	287	361	114	239	485	714	895
55	100	197	294	369	116	244	495	730	914
56	102	202	300	377	118	250	506	745	933
58	106	211	313	393	120	255	517	761	952
60	111	220	327	410	122	260	527	776	972
62	115	229	340	427	124	265	538	792	991
64	120	238	353	443	126	270	549	807	1011
65	122	242	360	452	128	275	560	823	1030
66	124	247	367	460	130	280	570	839	1050
68	129	256	380	477	132	286	581	854	1069
70	133	266	394	495	134	291	592	870	1089
72	138	275	408	512	136	296	603	886	1109
74	142	284	422	529	138	301	614	902	1129
76	147	294	436	547	140	307	625	918	1149
78	152	303	450	564					

Δt_m = разница между средней температурой теплоносителя и температурой в помещении.

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
20	32	57	91	115
22	35	64	101	129
24	39	71	113	144
26	44	78	124	158
28	48	86	135	173
30	52	93	147	189
32	56	101	158	204
34	60	109	170	220
36	65	116	182	236
38	69	124	194	252
40	74	132	206	268
42	78	140	218	285
44	83	149	231	301
46	87	157	243	318
48	92	165	256	335
50	97	174	268	353
52	101	182	281	370
54	106	191	294	387
55	109	195	301	396
56	111	199	307	405
58	116	208	320	423
60	121	217	333	441
62	126	226	346	459
64	131	235	360	477
65	133	239	366	486
66	136	244	373	495
68	141	253	386	514
70	146	262	400	532
72	151	271	414	551
74	156	280	427	570
76	161	289	441	588
78	167	299	455	607

Δt_m , (K)	DS2-03, Вт/м	DS2-06, Вт/м	DS2-09, Вт/м	DS2-12, Вт/м
80	172	308	469	627
82	177	318	482	646
84	182	327	496	665
86	188	337	510	685
88	193	346	525	704
90	198	356	539	724
92	204	365	553	743
94	209	375	567	763
96	215	385	581	783
98	220	395	596	803
100	226	405	610	823
102	231	414	625	843
104	237	424	639	864
106	242	434	654	884
108	248	444	669	905
110	254	454	683	925
112	259	464	398	946
114	265	475	713	966
116	271	485	728	987
118	276	495	743	1008
120	282	505	757	1029
122	288	516	772	1050
124	294	526	788	1071
126	299	536	803	1092
128	305	547	818	1114
130	311	557	833	1135
132	317	568	848	1156
134	323	578	863	1178
136	329	589	879	1199
138	335	599	894	1221
140	340	610	909	1243

Δt_m = разница между средней температурой теплоносителя и температурой в помещении.

3.7 ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ – ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Модель	Номинальное излучение*
DS2-03	162 Вт/м
DS2-06	289 Вт/м
DS2-09	406 Вт/м
DS2-12	543 Вт/м

Модель	Номинальное излучение*
DS3-03	194 Вт/м
DS3-06	345 Вт/м
DS3-09	501 Вт/м
DS3-12	639 Вт/м

(*) при $\Delta t_m = 55 \text{ K}$

Характеристики кривой для каждой модели взяты из тестов в соответствии со стандартом EN 14037:

$$Q = K \cdot (\Delta T_m)^n$$

Q = излучение Вт/м;

K = тепловой коэффициент агрегата;

Δt_m = разница между средней температурой теплоносителя и температурой в помещении;

n = тепловая экспонента агрегата.

Значение K и n для панелей

Модели	K	n
DS2-03	1,6346	1,147
DS2-06	2,8547	1,1519
DS2-09	3,924	1,1577
DS2-12	5,4315	1,1489

Модели	K	n
DS3-03	17367	1,1771
DS3-06	3,0624	1,1786
DS3-09	4,4192	1,1807
DS3-12	5,7425	1,1757

Значение K и n для коллекторов

Модели	K	n
DS2-03	0,80168	1,2033
DS2-06	1,39832	1,2349
DS2-09	2,21298	1,2198
DS2-12	2,82062	1,2161

Модели	K	n
DS3-03	0,81147	1,2221
DS3-06	1,47147	1,2196
DS3-09	2,60469	1,1849
DS3-12	2,93865	1,2237

Параметры излучения панелей DS компании Sabiana были сертифицированы лабораторией Штутгартского университета H.L.K. на соответствие нормам Европейского стандарта EN14037 со следующими отчётами:

DS2-03 — Отчет № DC203D12.1874;

DS2-06 — Отчет № DC203D12.1873;

DS2-09 — Отчет № DC203D12.1872;

DS2-12 — Отчет №. DC203D12.1871;

DS3-03 — Отчет № DC203D12.1870;

DS3-06 — Отчет №. DC203D12.1869;

DS3-09 — Отчет № DC203D12.1875;

DS3-12 — Отчет № DC203D12.1867.

В соответствии с требованиями стандарта EN 14037-1, Приложение ZA, значения теплового излучения указываются согласно стандарту EN 14037-3. При вычитании 10 % из указанного значения можно получить теплоотдачу по стандарту EN 14037-2

Данные о тепловом излучении с теплоносителем — паром можно узнать по запросу в техническом отделе компании Sabiana.



СТАНДАРТ EN 14037 — Потолочные излучающие панели.

Макс. рабочее давление: 4 бар.

3.8 ДЛИНА ИЗЛУЧАЮЩИХ ПАНЕЛЕЙ

Кроме случая, когда необходимо соблюсти определенные конструктивные требования (освещение, перегородки, балки и т.д.) или расположение технологического оборудования (стеллажи), рекомендуется устанавливать отопительные панели параллельно самой длинной стороне отапливаемого здания.

При этом будут использоваться самые длинные секции панелей и, соответственно, наименьшее количество коллекторов/точек подключения. Что даст более низкие затраты на монтаж. В то же время это позволяет уменьшить количество труб для распределения теплоносителя. Максимальная длина лучистых панелей зависит от типа коллектора и температуры воды.

Вода до 100°C	Коллектор В Коллектор D	Максимум 100 м Максимум 50 м
Вода от 100°C до 170°C	Коллектор В	Максимум 50 м

Длина лучистой панели должна покрывать всю обогреваемую площадь.

Свободное пространство между концами панелей и стенами (или границами обогреваемой зоны) обычно составляет 1–2 метра. В таблице ниже показано сочетание секций панелей для получения нужной общей длины.

3.9 ТАБЛИЦА ДЛИН ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ И КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (для стандартных модулей 4 и 6 м)

Общая длина, м	Состав		
	1-я секция	Промежуточные	Последняя секция
4	1 x 4 м		
6	1 x 6 м		
8	1 x 4 м		1 x 4 м
10	1 x 4 м		1 x 6 м
12	1 x 6 м		1 x 6 м
14	1 x 4 м	1 x 6 м	1 x 4 м
16	1 x 4 м	1 x 6 м	1 x 6 м
18	1 x 6 м	1 x 6 м	1 x 6 м
20	1 x 4 м	2 x 6 м	1 x 4 м
22	1 x 4 м	2 x 6 м	1 x 6 м
24	1 x 6 м	2 x 6 м	1 x 6 м
26	1 x 4 м	3 x 6 м	1 x 4 м
28	1 x 4 м	3 x 6 м	1 x 6 м
30	1 x 6 м	3 x 6 м	1 x 6 м
32	1 x 4 м	4 x 6 м	1 x 4 м
34	1 x 4 м	4 x 6 м	1 x 6 м
36	1 x 6 м	4 x 6 м	1 x 6 м
38	1 x 4 м	5 x 6 м	1 x 4 м
40	1 x 4 м	5 x 6 м	1 x 6 м
42	1 x 6 м	5 x 6 м	1 x 6 м
44	1 x 4 м	6 x 6 м	1 x 4 м
46	1 x 4 м	6 x 6 м	1 x 6 м
48	1 x 6 м	6 x 6 м	1 x 6 м
50	1 x 4 м	7 x 6 м	1 x 4 м

3.10 ВЫСОТА МОНТАЖА

Термопанели DS должны монтироваться в соответствии с температурой теплоносителя, желательно как можно ниже с целью уменьшить потерю теплового излучения из-за пыли которая может находиться под ними. За исключением некоторого уменьшения эффективности за счёт поглощения тепла пылью или любыми другими микрочастицами в воздухе нет никаких других препятствий к более высокому монтажу. На самом деле, если высота монтажа водяных излучающих панелей будет увеличиваться, излучающая поверхность над людьми будет увеличиваться пропорционально квадрату высоты над людьми, в то время как интенсивность излучения, получаемая персоналом, будет уменьшаться пропорционально квадрату расстояния между людьми и поверхностью термопанелей. Основываясь на этих законах физики, общее тепловое излучение на людей будет оставаться постоянным.

Наоборот, есть ограничения по минимальной высоте монтажа излучающих панелей в соответствии с нормальной температурой теплоносителя. Таблица ниже указывает минимальную высоту монтажа термопанелей DS 2 и DS 3 при их горизонтальном размещении и для случая работы персонала на стационарных рабочих местах.

Минимальная высота монтажа (метров от пола)

Температура теплоносителя, °C	DS2-03	DS2-06 DS2-09	DS2-12	DS3-03	DS3-06 DS3-09	DS3-12
60	3,0	3,1	3,2	3,1	3,2	3,3
70	3,1	3,2	3,3	3,2	3,3	3,4
80	3,2	3,3	3,4	3,3	3,5	3,6
90	3,3	3,5	3,7	3,4	3,7	3,9
100	3,4	3,7	3,9	3,5	4,0	4,2
110	3,5	4,0	4,3	3,6	4,2	4,4
120	3,6	4,2	4,5	3,7	4,4	4,7
130	3,7	4,4	4,7	3,8	4,6	4,9
140	3,8	4,6	5,0	3,9	4,8	5,2

3.11 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ МОНТАЖА

При высоте установки 3-4 м рекомендуемая средняя температура теплоносителя (воды) и равна 50/60°C для отопительных панелей моделей DS-03 и DS-06.

Рекомендуемая температура воды при высоте установки 5-9 м составляет 70°C – 90°C для отопительных панелей моделей DS-06, DS-09 и DS-12.

При большей высоте монтажа рекомендуется использовать перегретую воду для отопительных панелей моделей DS-09 и DS-12.

Особое внимание следует уделить отоплению помещений, используемых под склад или для хранения товаров, которые могут портиться под воздействием температуры (фармацевтические товары, пищевые продукты и т.д.). В таблице ниже приведены индикативные лучистые температуры для разных расстояний от панелей DS3-09/DS3-12.

Расстояние, м	DS3-09/DS3-12 	Средняя температура воды					
		80°	90°	100°	120°	140°	160°
0,5		32°	36°	40°	48°	55°	64°
1		24°	27°	30°	36°	40°	48°
2		23°	26°	29°	34°	39°	46°
3		22°	24°	27°	31°	37°	42°
4		20°	22°	25°	29°	34°	38°
5		19°	20°	23°	26°	30°	33°
6		18°	19°	21°	23°	25°	28°
7		18°	18°	19°	20°	21°	23°
8		18°	18°	18°	18°	19°	21°
9		18°	18°	18°	18°	18°	19°
10		18°	18°	18°	18°	18°	18°

Эти температуры измеряются термическим датчиком (тёмный шар), установленным в центре обогреваемой зоны в стационарной среде.

Расчетная окружающая температура: 18°C

Для панелей моделей DS2-09/DS2-12 температуры необходимо уменьшить на 15 %.

Вышеуказанные значения могут сильно меняться в зависимости от скорости воздуха, влагонасыщения и т.д.

3.12 ВЫБОР МОДЕЛИ

После определения длины панели можно выбрать подходящую модель.

Если известны условия работы (температура воздуха, теплотери обогреваемого воздуха, температура воды, высота монтажа), можно проверить теплопроизводительность разных моделей по таблице на стр. 14.

Например: Предположим, используется модель DS3-12 (т.е. одна из моделей с наибольшим тепловым излучением/теплопроизводительностью), тогда необходимо разделить общую тепловую мощность на теплопроизводительность панели на каждый погонный метр (уже уменьшенной на поправочный коэффициент) и найти общее количество метров для данной модели. При делении этого значения на максимальную длину одной панели можно получить количество устанавливаемых панелей.

$$\frac{\text{Общая тепловая мощность}}{\text{Теплопроизводительность / м}} = \text{Общая длина, м} \quad \frac{\text{Общая длина, м}}{\text{Длина одной панели}} = \text{кол-во панелей}$$

Далее необходимо теплоотдачу каждого метра умножить на общее количество метров и рассчитать общую производительность отопительных панелей, а затем прибавить ее к теплоотдаче коллекторов (умножить теплоотдачу каждой пары коллекторов на количество предполагаемых линий). Сумма двух значений соответствует общей теплопроизводительности системы термопанелей и должна покрывать 100 % рассчитанных теплотери.

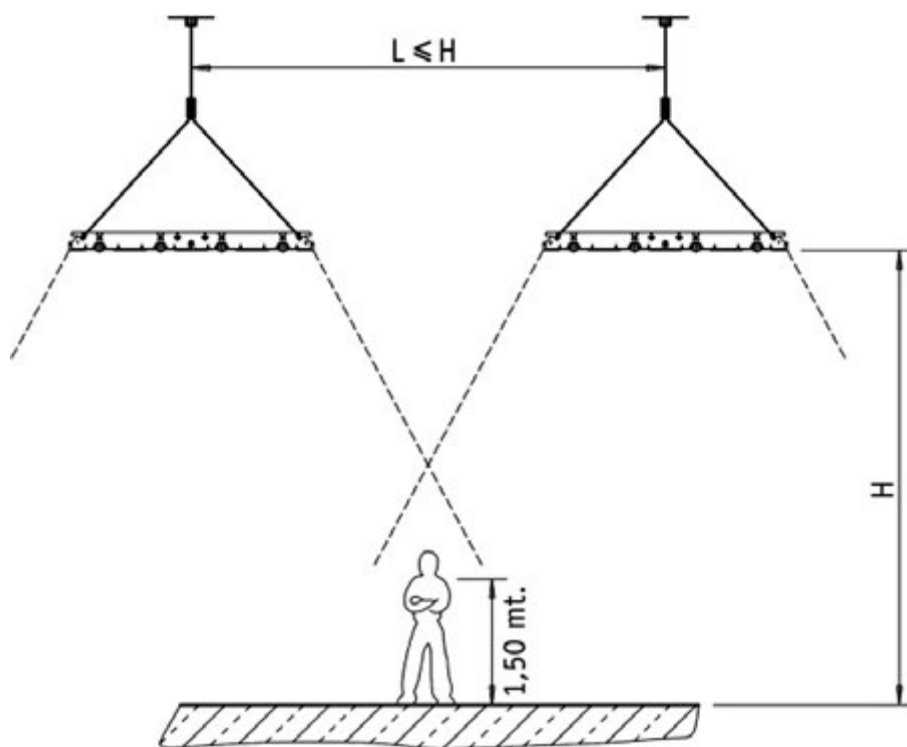
Панели лучистого отопления DS – Порядок расчета

Необходимо выполнить проверку расстояния между двумя панелями, которое должно быть меньше высоты установки. Если расстояние между осями превышает высоту установки, количество панелей необходимо увеличить путем применения термопанелей, тепловыделение которых чуть ниже, чем у одной из выбранных моделей (например, DS2-12 вместо DS3-12), а затем повторить вышеуказанную процедуру.

Так же желательно учесть, что, с точки зрения логистики, наиболее «удачное» заполнение грузовой машины, обеспечивается при использовании панелей шириной 900 мм (DS2-09 и DS3-09) и наимение эффективная загрузка для самых широких DS2-12 и DS3-12 панелей.

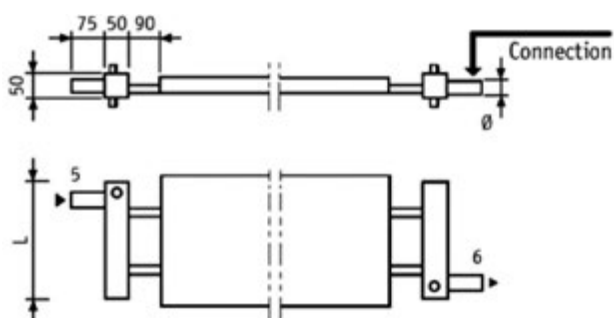
Тесты и практика показывают, что, распределение лучистого тепла даже в центральной части здания (где эффект от холодных стен можно принять за 0) является оптимальным, если расстояние между термопанелями равно или чуть меньше, чем высота размещения термопанелей.

Например, когда термопанели Duck Strip смонтированы на высоте 4 метров, расстояние между термопанелями должно быть не больше 4-х метров для наилучшего покрытия тепловым излучением рабочей зоны.

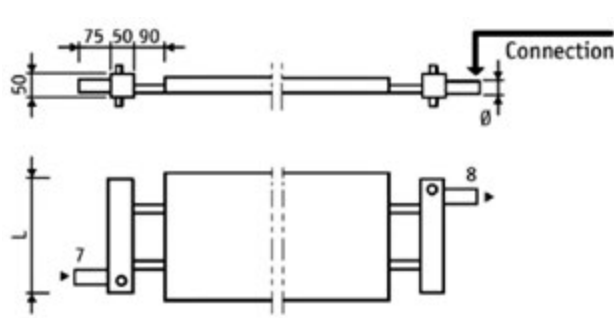


3.13 ВЫБОР ТИПА КОЛЛЕКТОРА

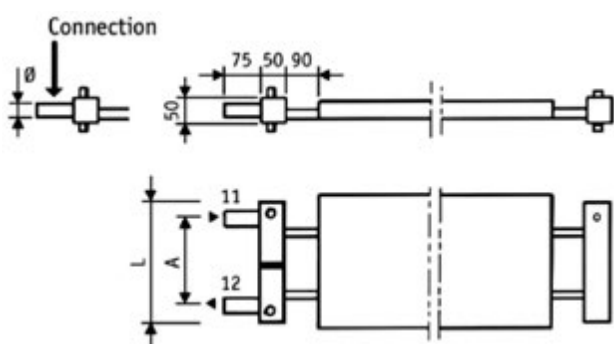
Первая и последняя панели каждой системы лучистого отопления DS содержат коллекторы квадратного сечения, которые привариваются к концам трубы и содержат верхний и нижний патрубки типа BSP диаметром 3/8 дюйма для заглушек, сливных кранов и выпусков воздуха. Горячая вода поступает внутрь панели с одной стороны коллектора и возвращается в конце другого коллектора; благодаря небольшому сечению труб скорость горячей воды во всех трубах достаточна. Для упрощения монтажа или, если требуется увеличить скорость теплоносителя, вода внутри потолочной панели поступает и возвращается в один и тот же конец коллектора типа D. Этот коллектор разделен на две части, чтобы теплоноситель дважды протекал через одну панель без проблем, связанных с переменным тепловым расширением контуров подачи и возврата, поскольку излучающая панель DS состоит из стальных пластин и труб, которые могут свободно и независимо расширяться. Однако, такой тип мембранных коллекторов рекомендуется использовать только для установок с горячей водой, в которых перепад температуры воды не превышает 20 °C (не применим при использовании перегретой воды или пара). Благодаря коллектору типа D линии подачи и возврата панели можно соединить с расходомерными трубками только с одной стороны здания, тем самым уменьшив объем монтируемых трубопроводов (и кронштейнов).

Тип В – соединение 5-6


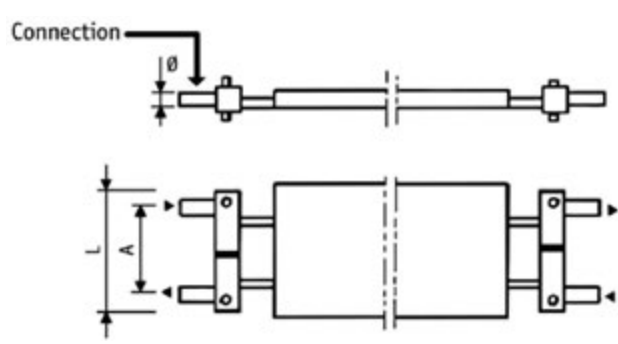
Модель	L	Ø стандарт
03	300	1/2"
06	600	3/4"
09	900	1"
12	1200	1 1/4"

Тип В – соединение 7-8


Модель	L	Ø стандарт
03	300	1/2"
06	600	3/4"
09	900	1"
12	1200	1 1/4"

Тип D


Модель	L	A	Ø стандарт
03	300	200	1/2"
06	600	500	3/4"
09	900	800	1"
12	1200	1100	1 1/4"

Тип D+D


Модель	L	A	Ø стандарт
03	300	200	1/2"
06	600	500	3/4"
09	900	800	1"
12	1200	1100	1 1/4"

3.14 ВЫБОР ВОДЯНОГО КОНТУРА

Тип водяного контура подбирается таким образом, чтобы уменьшить количество трубопроводов подачи с учетом того, что отопительные панели сами пропускают теплоноситель, позволяя уменьшить затраты на монтаж.

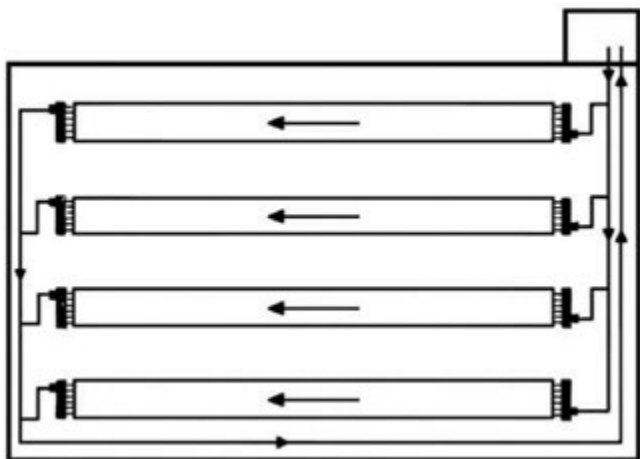
Если количество линий (или пар линий с коллектором типа В, у которого первой является выход, а второй – возврат) превышает 5, рекомендуется использовать систему, уравновешенную третьей трубой, чтобы улучшить равновесие установки и обеспечить равномерное распределение перепада давления.

Несмотря на это, можно использовать автоматические стабилизаторы расхода (см. стр.34).

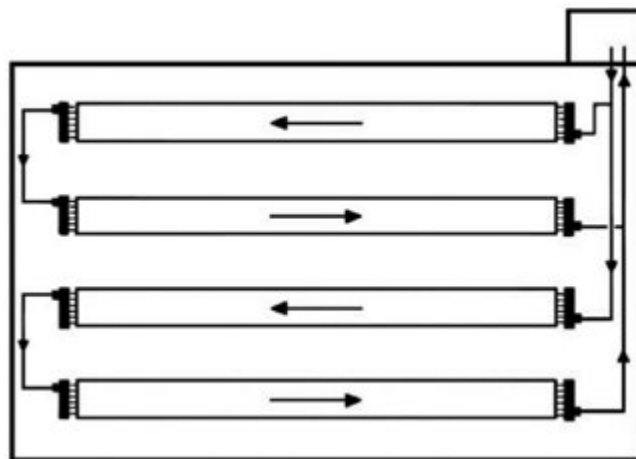
Если использовать отопительные панели, оборудованные коллектором типа В, входной патрубок должен располагаться в той части здания, где существуют наибольшие тепловые потери (северная сторона, вблизи дверных проемов и т.д.).

Ниже показано несколько схем компоновки разных типов водяных контуров.

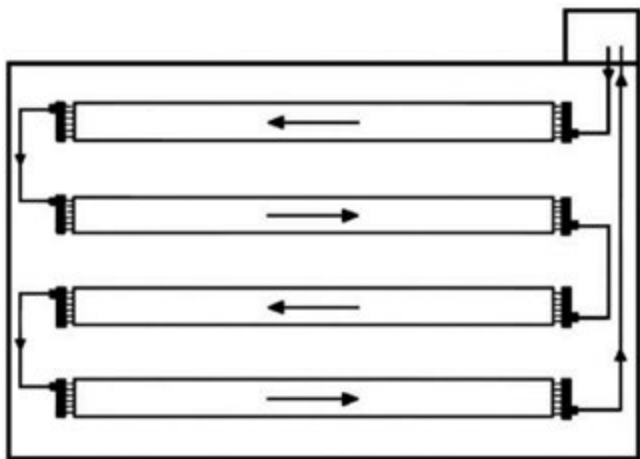
Коллекторы В
Уравновешенные (сбалансированные) линии



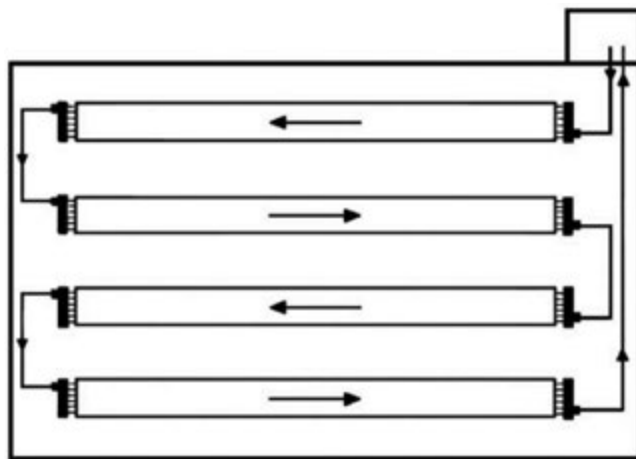
Коллекторы В
сдвоенные термopанели



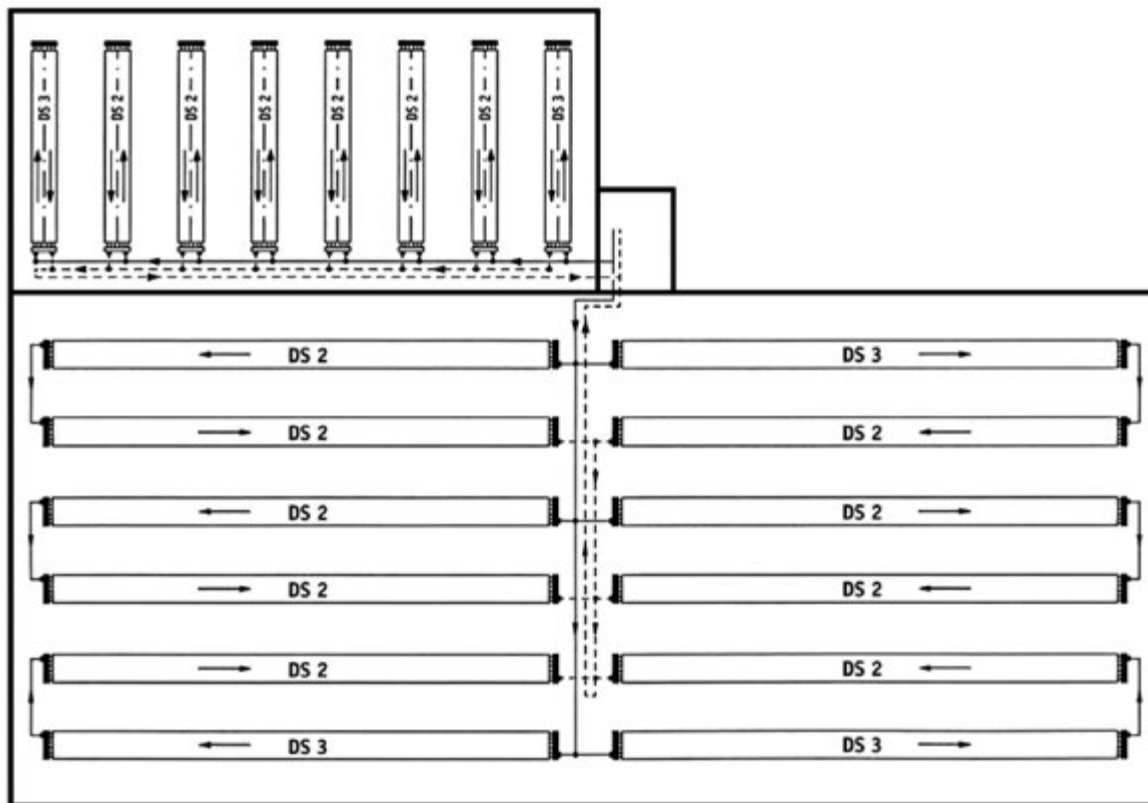
Коллекторы В
Термopанели последовательно



Коллекторы D
Уравновешенные (сбалансированные) линии

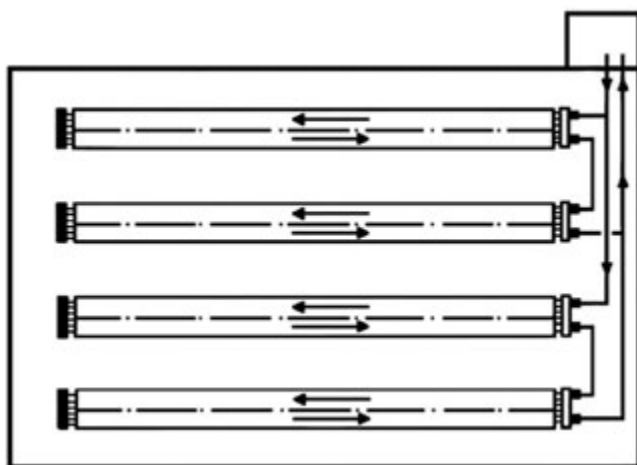


Система излучающих панелей с высоким тепловым излучением около внешних стен, сбалансированных термопанелями с коллекторами типа В и D

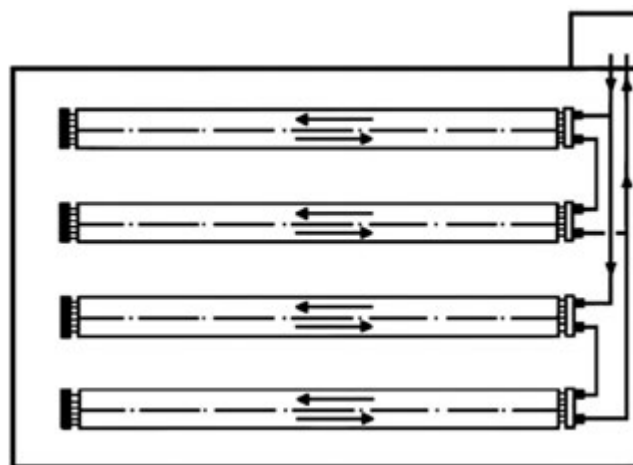


Коллекторы D

Термопанели последовательно



Коллекторы D+D



3.15 МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Значения теплоотдачи действительны, если минимальный расход воды обеспечивает условие турбулентности внутри трубок.

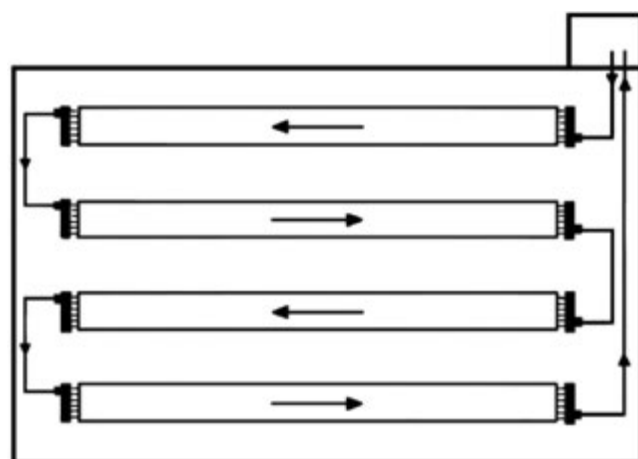
В таблице ниже приведены значения минимального расхода в соответствии с моделью отопительных панелей, коллектора и температуры возврата горячей воды (обратки).

Следует исключить использование расхода ниже минимального указанного значения.

		Температура обратки, °C	DS2-03	DS2-06	DS2-09	DS2-12				
Коллектор В		30	240	480	720	960	DS3-03	DS3-06	DS3-09	DS3-12
		40	196	392	588	784	360	720	1080	1440
		50	164	328	492	656	294	588	882	1176
		60	140	280	420	560	246	492	738	984
		70	120	240	360	480	210	420	630	840
		80	106	212	318	424	180	360	540	720
		90	94	188	282	376	159	318	477	636
		100	86	172	258	344	141	282	423	564
		110	78	156	234	312	129	258	387	516
		120	70	140	210	280	117	234	351	468
		130	66	132	198	264	105	210	315	420
		140	60	120	180	240	99	198	297	396
Коллектор D		30	120	240	360	480	90	180	270	360
		40	98	196	294	392	240	360	600	720
		50	82	164	246	328	196	294	490	588
		60	70	140	210	280	164	246	410	492
		70	60	120	180	240	140	210	350	420
		80	53	106	159	212	120	180	300	360
							106	159	265	318

В системе с короткими отопительными панелями несколько линий можно объединить в группы, чтобы обеспечить достаточный расход воды (см. рис.1). Для данного решения отопительные панели с более высокой средней температурой и, следовательно, более высокой теплоотдачей, должны располагаться первыми в части здания с максимальными тепловыми потерями.

Рис. 1
Коллектор В



3.16 ГИБКОСТЬ КОНФИГУРАЦИИ

Стандартная версия

Трубки DS панелей, поставляемые для стандартной версии, изготавливаются из качественных холоднокатанных листов с электросваркой.

Эти трубки проходят электронные испытания производителем и могут использоваться для большинства стандартных областей применения в установках с рабочим давлением 10 бар и максимальной температурой воды до 120 °C.

По запросу возможна поставка панелей для работы под давлением от 4 до 10 бар.

Специальная версия

При специальном исполнении – для использования с перегретой водой при высоком рабочем давлении или в соответствии со специальными требованиями тех. условий, - применяются «особые» бесшовные трубы с толщиной стенки 2,35 мм.

Эти специальные трубы, которые также подвергаются особым испытаниям, могут монтироваться в системах с рабочим давлением до 25 бар и с максимальной температурой теплоносителя до 180 °C.

3.17 ПЕРЕПАД ДАВЛЕНИЯ

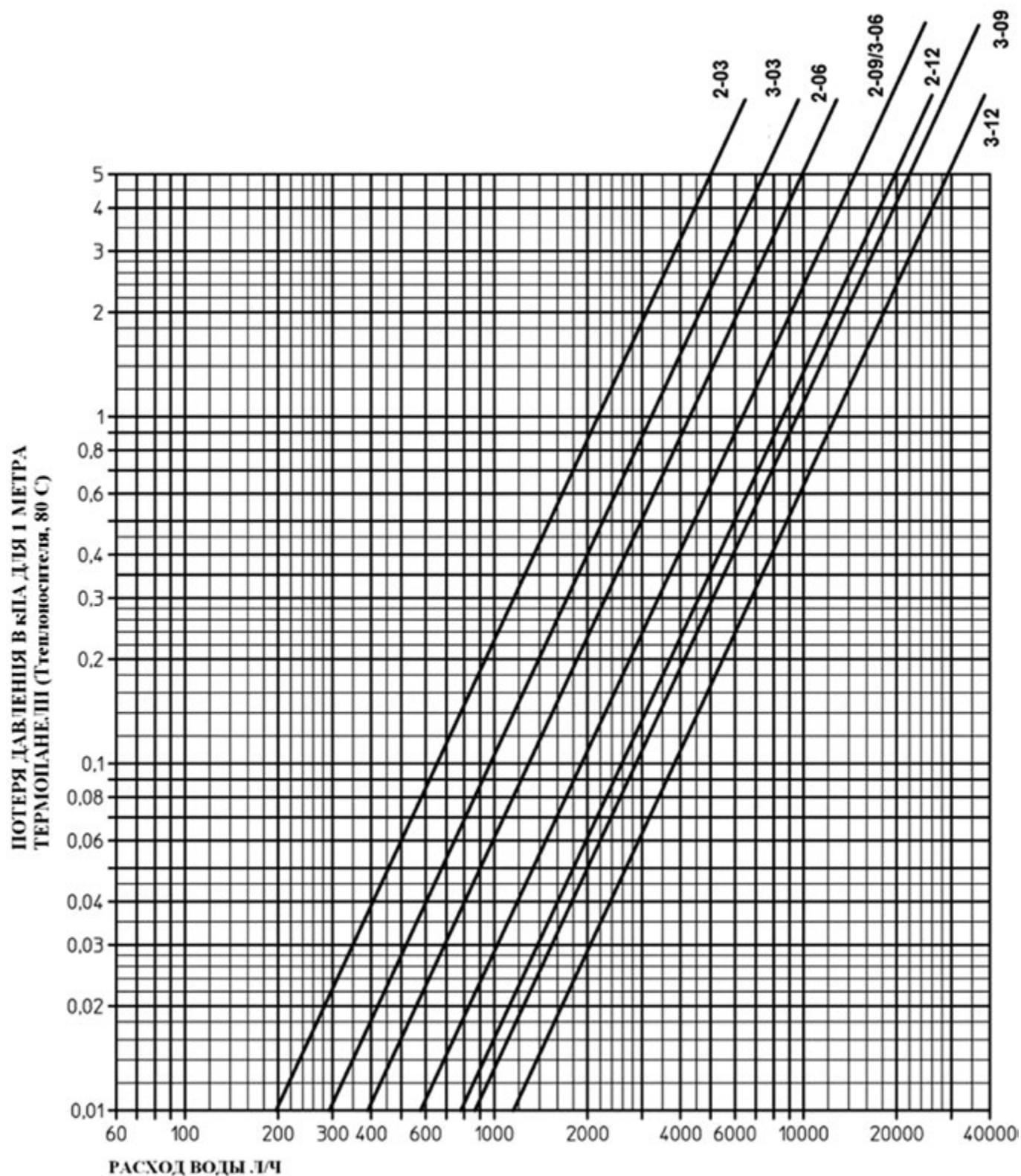
Перепад давления рассчитывается по следующим схемам, исходя из количества воды, которая должна пройти через каждую отопительную панель.

Общий расход воды рассчитывается путем умножения общей теплоотдачи в Вт на коэффициент 0,86 и последующего деления этого значения на перепад температуры воды. Это значение затем необходимо разделить на количество линий, чтобы рассчитать расход воды для каждой отдельной линии. Важно убедиться, что этот расход не меньше минимального рекомендуемого значения, указанного в таблице на стр. 26.

Пример: При расходе воды 2800 л/ч стандартная модель DS3-06 с коллектором типа B будет иметь перепад давления 220 Па на каждый метр. Эту цифру необходимо умножить на длину панели и получить общий перепад давления воды.

Примечание: Во всех отопительных системах при расчете возможного давления насоса следует учитывать только контур, который питает самую дальнюю панель от котла и следовательно, имеет максимальный перепад давления. Для получения расхода воды через насос необходимо сложить расходы по всем отопительным панелям в системе.

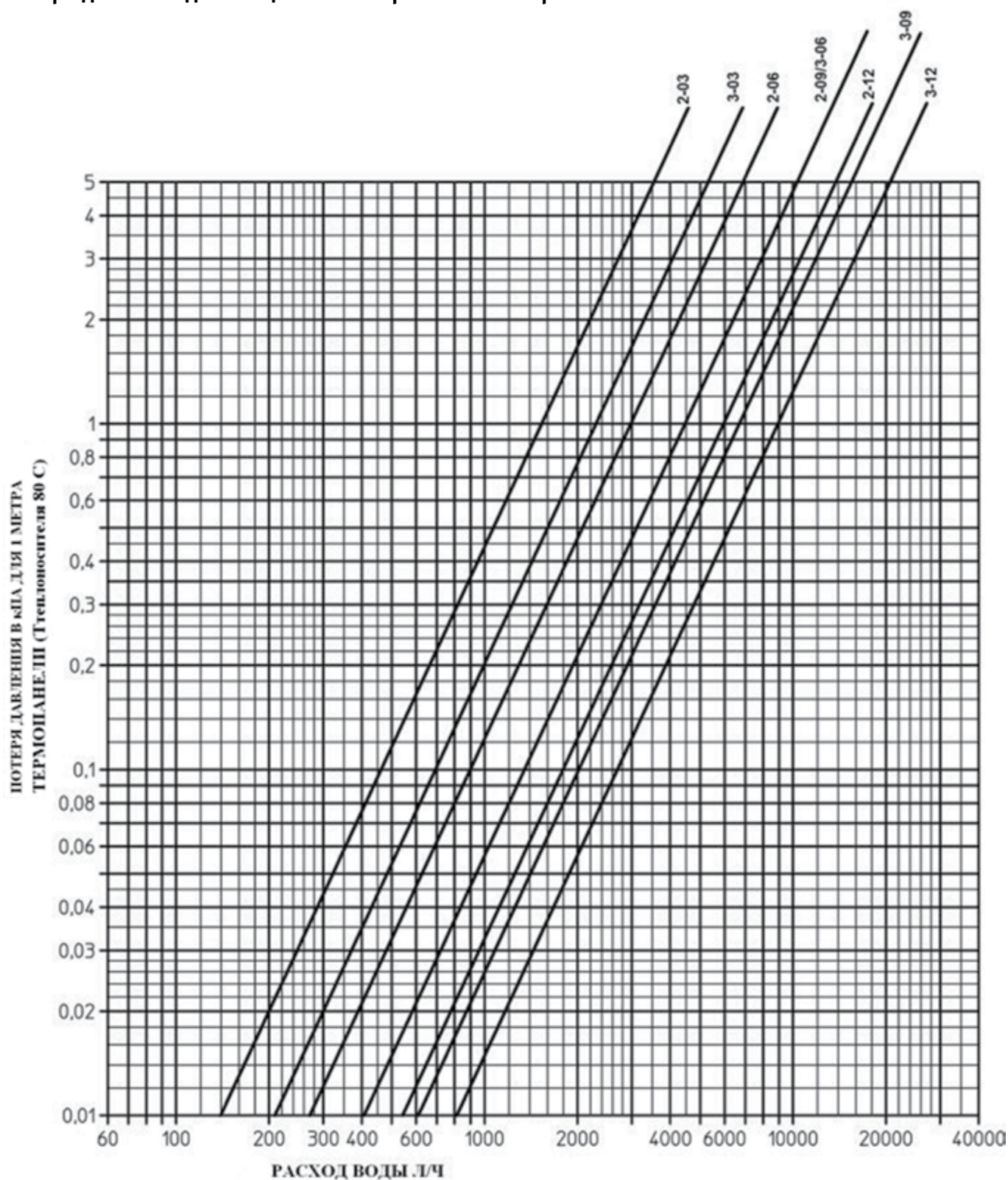
Потеря давления для стандартной версии коллектора типа В



Корректирующий коэффициент при температуре теплоносителя отличной от 80 °С

Температура теплоносителя, °С	60	100	120	140	160
К - коэффициент	1,12	0,92	0,9	0,87	0,85

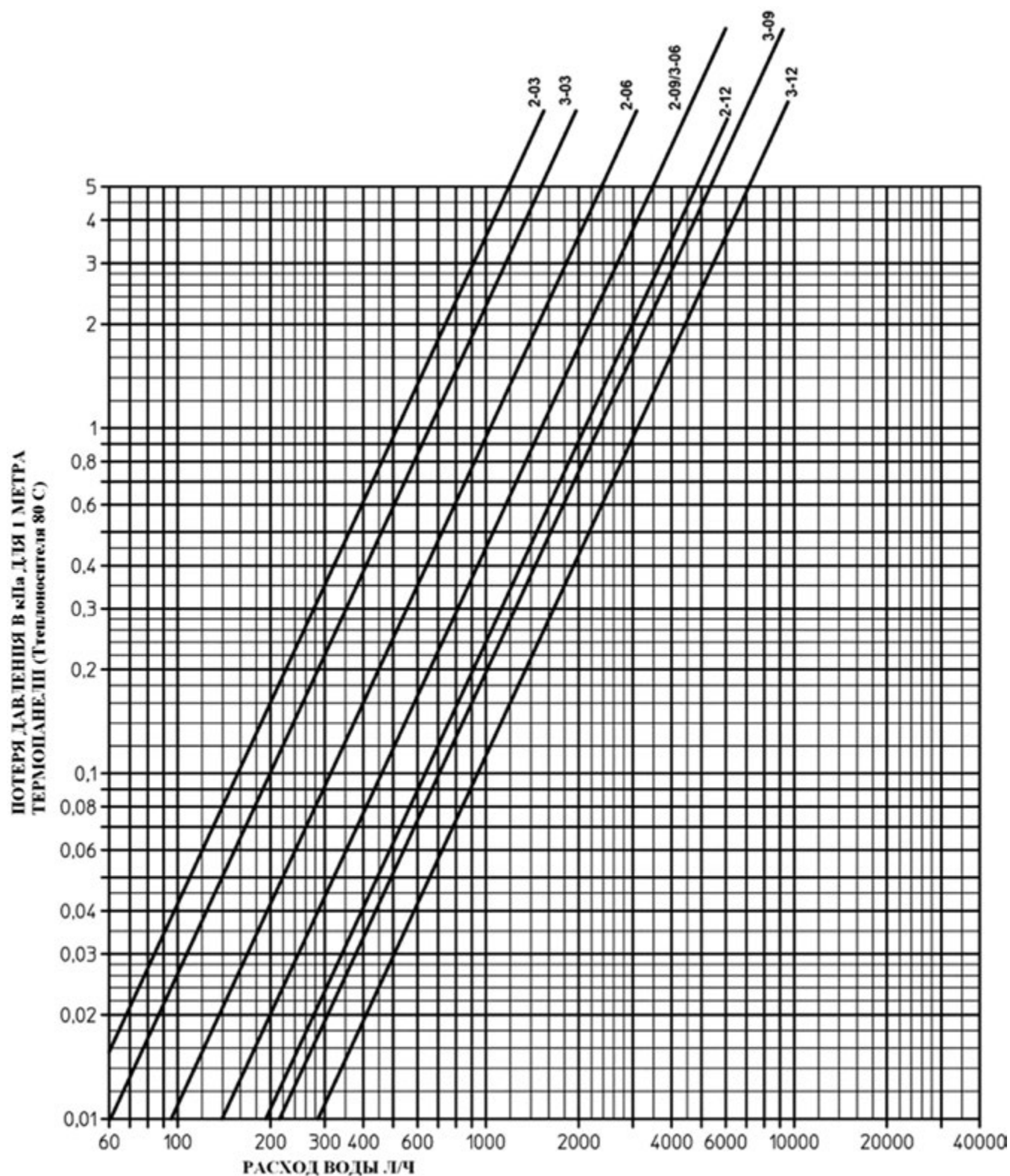
Потеря давления для специальной версии коллектора типа В



Корректирующий коэффициент при температуре теплоносителя, отличной от 80 °C

Температура теплоносителя, °C	60	100	120	140	160
К - коэффициент	1,12	0,92	0,9	0,87	0,85

Потеря давления для специальной версии коллектора типа D



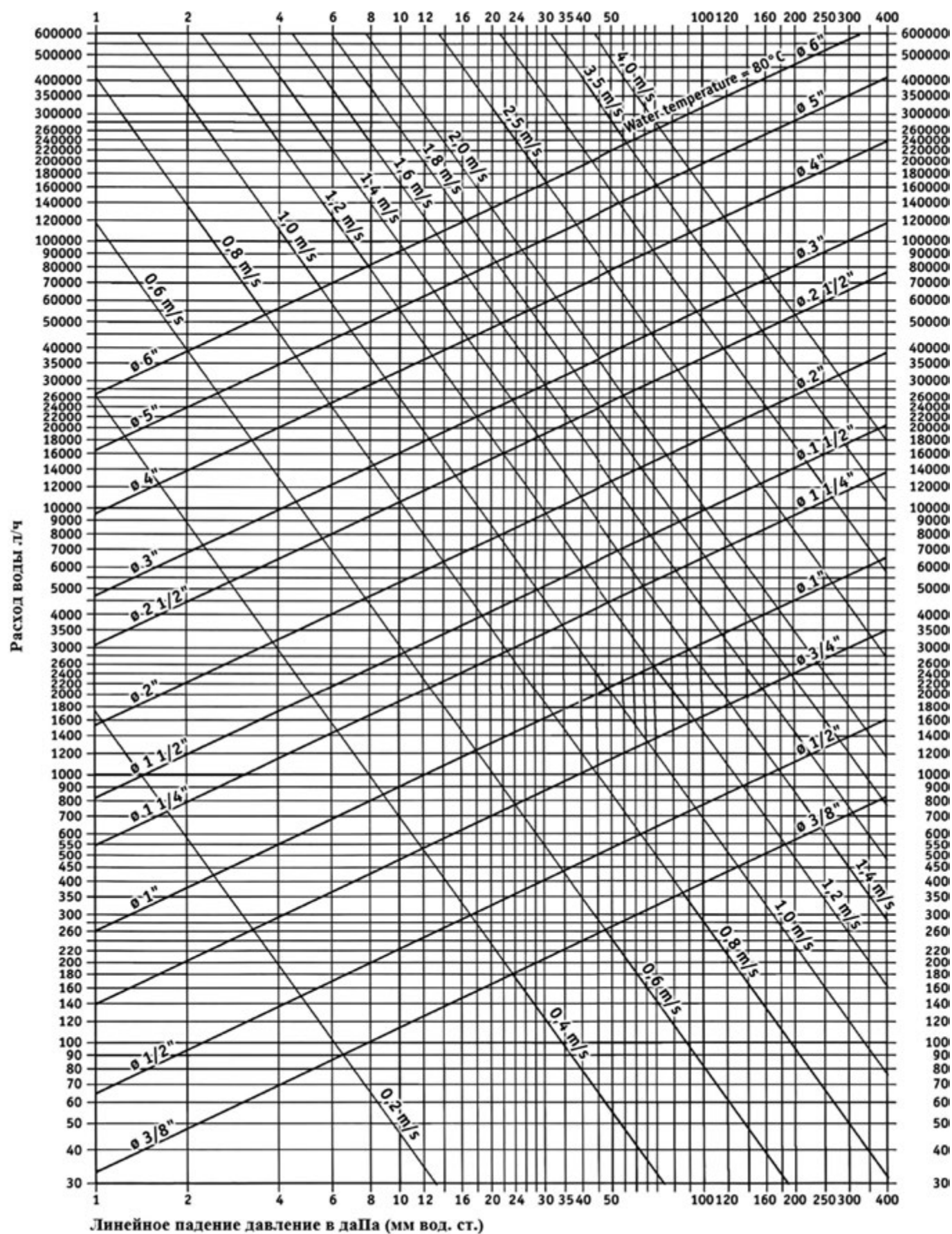
Корректирующий коэффициент при температуре теплоносителя, отличной от 80 °C

Температура теплоносителя, °C	60	100	120	140	160
К - коэффициент	1,12	0,92	0,9	0,87	0,85

Стальные трубы

График определения линейного перепада давления

Диаметр труб указан в дюймах



Характеристики стальных труб (диаметры указаны в дюймах)

Диаметр, дюйм	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Наружная поверхность, м ² /м	Внутр. поперечное сечение, мм ²	Расход воды, л/м	Вес черной трубы, кг/м	Вес оцинкован. трубы, кг/м
3/8"	16,7	12,7	0,052	127	0,13	0,72	0,78
1/2"	21,0	16,3	0,066	209	0,21	1,08	1,16
3/4"	26,4	21,7	0,083	370	0,37	1,39	1,48
1"	33,2	27,4	0,104	589	0,59	2,17	2,30
1 1/4"	41,9	36,1	0,132	1.023	1,02	2,79	2,95
1 1/2"	47,8	42,0	0,150	1.385	1,38	3,21	3,40
2"	59,6	53,1	0,187	2.213	2,21	4,51	4,77
2 1/2"	75,2	68,7	0,236	3.705	3,70	5,76	6,12
3"	87,9	80,6	0,276	5.100	5,10	7,58	8,03
4"	113,0	104,9	0,355	8.638	8,64	10,88	11,58
5"	138,5	128,8	0,435	13.023	13,02	15,98	16,88
6"	163,9	154,2	0,515	18.665	18,67	19,01	20,02

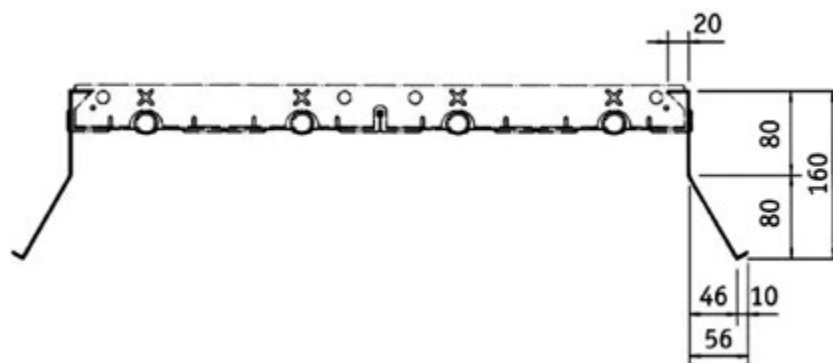
3.18 DUCK SKIRT БОКОВЫЕ ШТОРКИ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОНВЕКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ

Добавление боковых шторок к расположенным горизонтально излучающим панелям Duck Strip улучшают соотношение между тепловым излучением и конвективной составляющей полезной тепловой мощности термопанелей. Шторки препятствуют движению воздуха вдоль термопанелей, т.е. панели меньше охлаждаются за счёт естественной конвекции.

Использование шторок наиболее целесообразно при зональном отоплении рабочих зон в больших промышленных помещениях, где меньшая конвективная составляющая означает экономию тепловой мощности.

Другим типичным случаем применения является монтаж термопанелей в коридорах и проходах между стеллажами. В этом случае уменьшается нагрев предметов на полках стеллажей и излучение концентрируется на нагреве самого прохода, коридора.

Идеальный угол, под которым распределяются инфракрасные лучи для стандартных панелей, – 45°. При использовании шторок этот угол не более 30°.

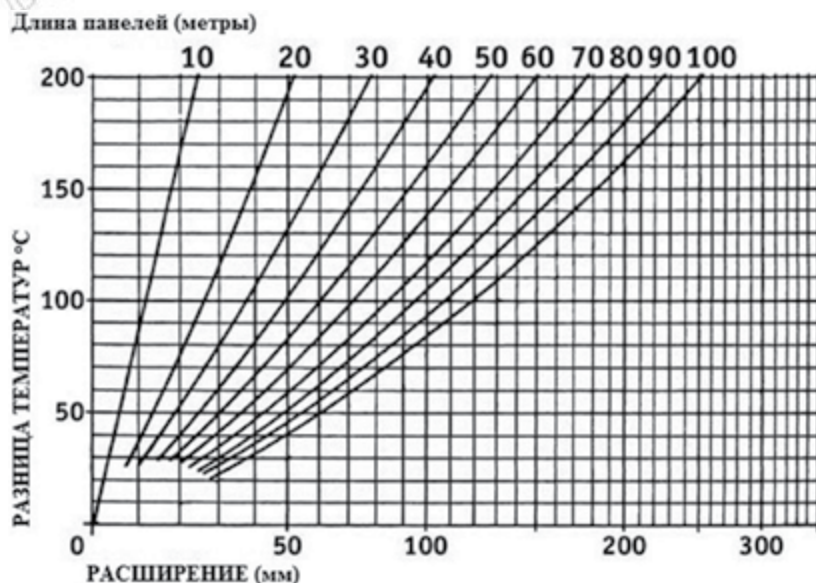


3.19 ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ

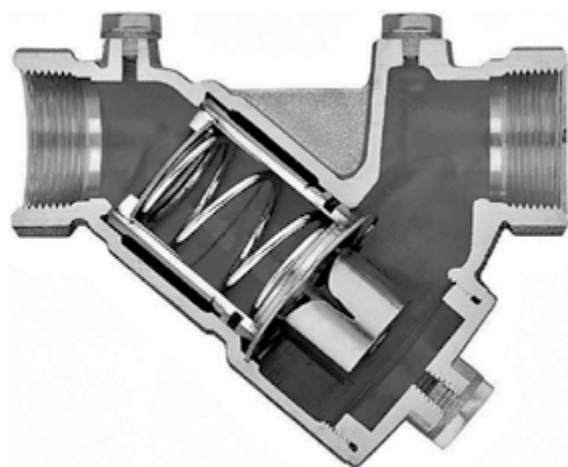
При эксплуатации радиаторные панели ведут себя как все трубы, используемые для прохождения горячих жидкостей, и подвергаются переменному тепловому расширению в зависимости от длины панели и температуры теплоносителя.

Во избежание избыточных напряжений на точки опоры необходимо компенсировать это тепловое расширение. Компенсация выполняется вблизи коллектора с помощью компенсаторов или гибких муфт подходящей длины. Следует исключить расширение подающих трубопроводов, что может повлиять на монтаж панели лучистого отопления.

В таблице ниже показано расширение радиаторных панелей в зависимости от ее длины и разности начальной температуры панели и расчетной рабочей температуры.

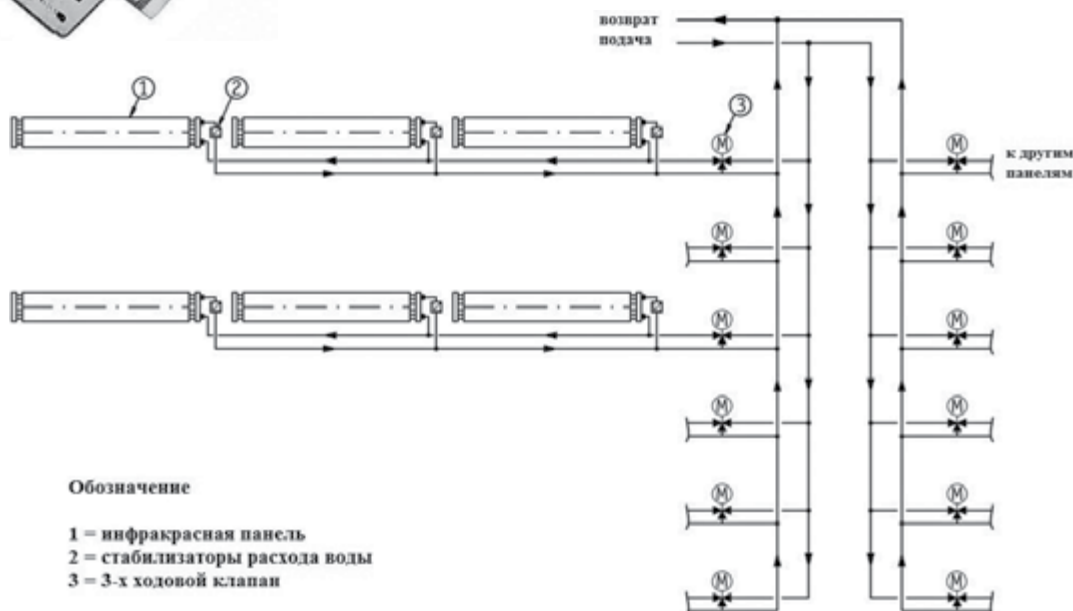


3.20 АВТОМАТИЧЕСКИЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ РАСХОДА ВОДЫ



Чтобы обеспечить расчетный расход воды через каждую радиаторную панель и, следовательно, баланс водного контура, возвратная труба от каждой панели должна оборудоваться автоматическим стабилизатором расхода воды или клапаном-регулятором.

Таким образом, равновесие системы будет обеспечено также при открытии/ закрытии модулирующего трехходового клапана, обслуживающего каждую зону панели отопления.



3.21 УКЛОНЫ, ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ОТВЕРСТИЯ И СЛИВЫ

Панели лучистого отопления должны устанавливаться следующим образом:

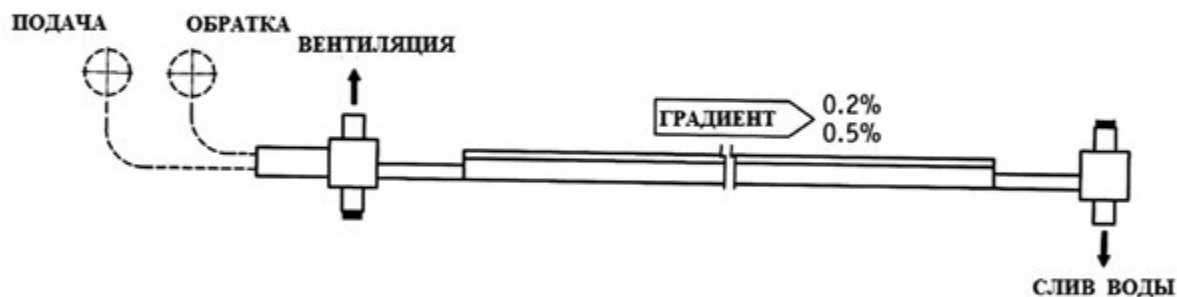
- Панели должны монтироваться с небольшим поперечным уклоном вверх в направлении входного патрубка воды.
- Панели должны монтироваться с небольшим продольным уклоном вверх в направлении входного патрубка воды.

Наивысшая точка отопительной панели должна находиться на входе воды с целью выпуска воздуха. Нижняя точка должна находиться на выходе воды для обеспечения слива воды при необходимости. Трубы подачи воды к отопительным панелям должны проектироваться так, чтобы обеспечить компенсацию теплового расширения без влияния на сами панели.

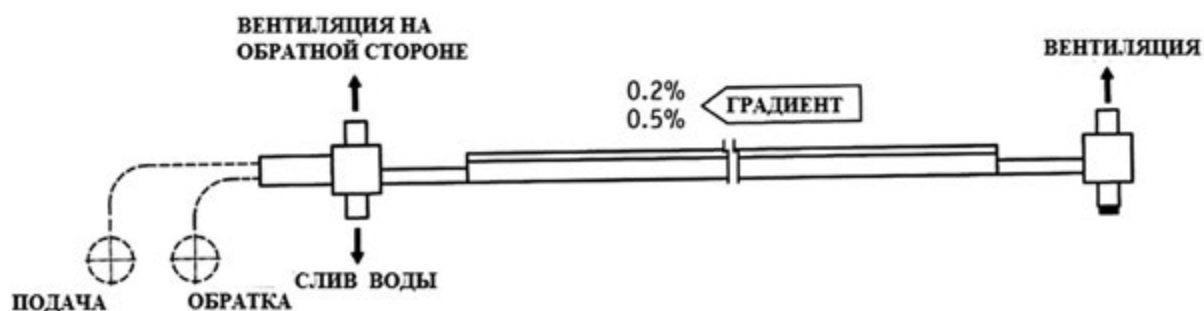
КОЛЛЕКТОР В



КОЛЛЕТОР D ТРУБЫ НАД ПАНЕЛЯМИ



КОЛЛЕТОР D ТРУБЫ ПОД ПАНЕЛЯМИ



3.22 УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ

На следующих страницах описаны примеры управления температурой для разных типов систем отопительных панелей.

В общем, система управления температурой должна быть способна:

- свести к минимуму тепловые перепады по высоте и площади здания;
- обеспечить, чтобы температура в помещении не была превышена.

Высокая гибкость систем отопительных панелей позволяет быстро компенсировать минимальные изменения наружных и внутренних условий, и, следовательно, значительно сэкономить эксплуатационные расходы.

Особое внимание следует уделять работе смесительных клапанов и/или скорости, с которой изменяется температура теплоносителя (воды). На самом деле с целью избежать проблем связанных с различным излучением термопанелей, когда они включаются при похолодании или когда необходимо уменьшать температуру помещения до комфортной, температура воды может легко достигнуть 45 °C без временных граничений, и также увеличиться от 45 °C до 85 °C с шагом 10 °C в течение 3-х минут для панелей, соединённых коллектором типа В, и с шагом 10 °C в течение каждых 4-х минут для термопанелей с коллекторами типа "D".

Кроме того, в ночное время и в выходные дни рекомендуется избегать полного выключения отопительных систем, а включать режим работы с минимальной температурой в помещении.

Примечание: Ниже приведены схемы для систем управления температурой на основе оборудования компании Honeywell.

Основная система управления (без управления котлом)

Цель системы управления — регулирование температуры обогреваемой среды с помощью отопительных панелей.

Измерения выполняют один или несколько датчиков температуры («тёмный шар») в зависимости от размеров обогреваемого помещения. Серия датчиков служит для расчета среднего значения для нескольких точек.

Значение температуры, измеренное датчиками (которое соответствует эффективной температуре излучения, поддерживаемой отопительными панелями) и сравниваемое с нужной точкой уставки, будет влиять на открытие смесительного клапана.

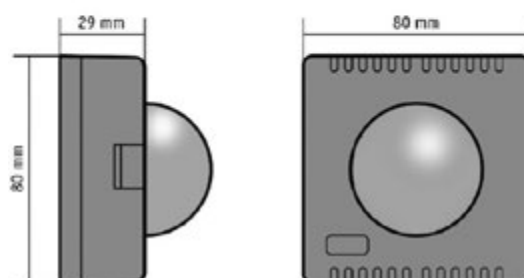
Контроллер не управляет работой котла!

Перечень материалов:

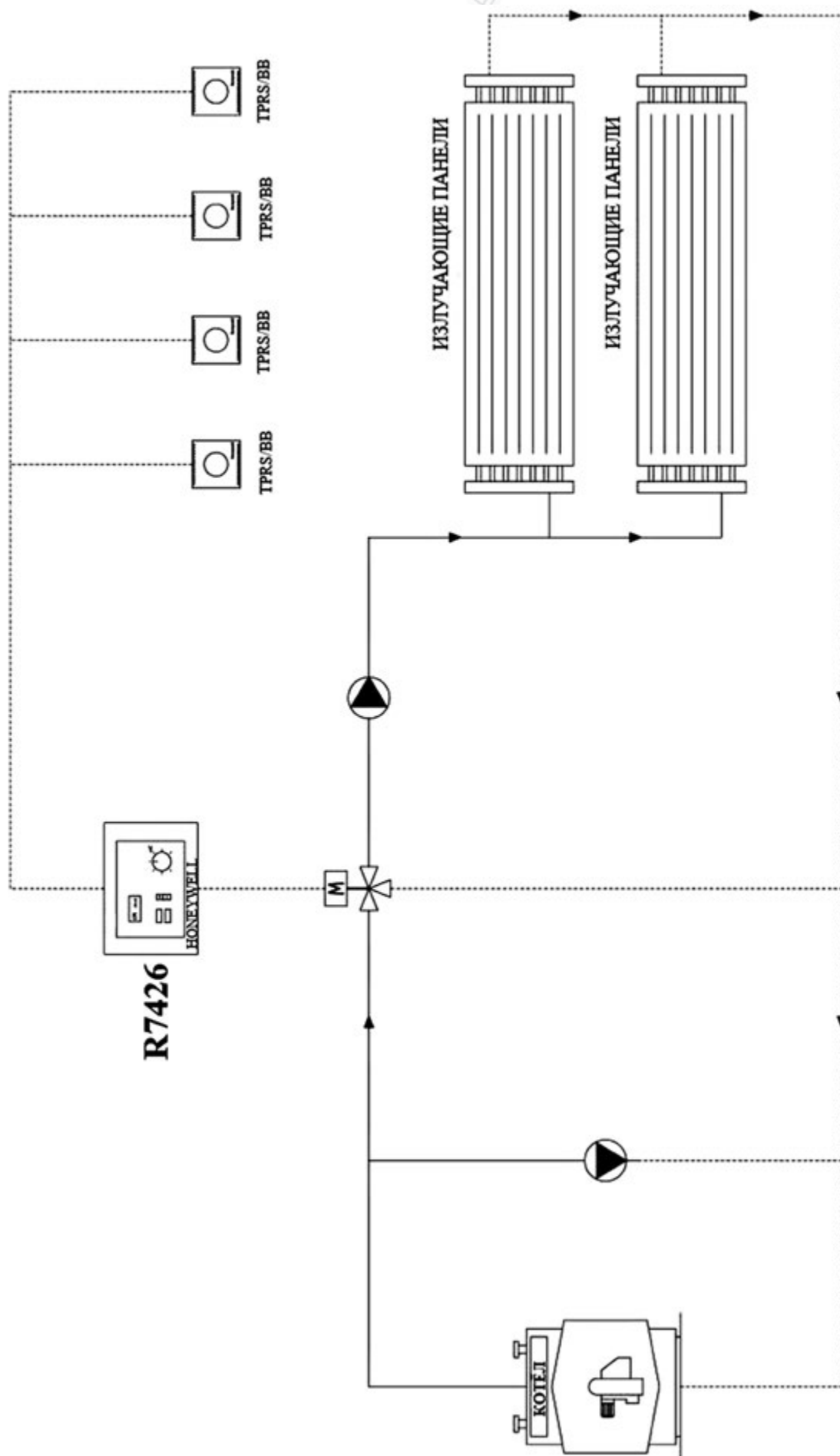
- 1 КОНТРОЛЛЕР;
- 1 ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН С СЕРВОПРИВОДОМ;
- ... ДАТЧИКИ («ТЁМНЫЙ ШАР»).

Датчик «черный шар» (датчик температуры и интенсивности излучения)

Датчик температуры и интенсивности излучения специально предназначен для измерения температура в помещении и интенсивности излучения в системах отопления с инфракрасными обогревателями.



ОСНОВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (БЕЗ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ)



Панели лучистого отопления DS – Порядок расчета

Система управления с компенсацией (с управлением котлом)

Цель системы управления — контроль температуры среды, обогреваемой отопительными панелями, с контролем запуска/остановки котла.

Датчик ручного/автоматического управления и рекалибратор устанавливаются в помещении, чтобы упростить регулирование уставки температуры, заданной контроллером, а также вручную запускать программу таймера.

Задаваемое значение выходной температуры воды также зависит от наружной температуры воздуха (измеренной наружным датчиком), а применение компенсационной программы позволяет выбрать наиболее подходящую кривую в зависимости от условий, считанных датчиками.

Контроллер также позволяет управлять работой теплогенератора, подключенного по типовой прилагаемой схеме, задавая уставку температуры, рассчитанную с учетом требований к выходной температуре.

В контроллер можно загрузить программу дневной/недельной/ годовой эксплуатации.

Перечень материалов:

- 1 КОНТРОЛЛЕР;
- 1 ДАТЧИК НА ВЫХОДЕ;
- 2 ПОГРУЖНЫЕ ДАТЧИКИ;
- 1 ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН С СЕРВОПРИВОДОМ;
- 1 ДАТЧИК («ТЁМНЫЙ ШАР»).

Система с мультizonальной контролем при постоянном расходе воды

Назначение системы управления – контролировать температуру в нескольких зонах, обогреваемых отопительными панелями, а также управление работой котла и поддержание постоянного расхода воды в системе.

Датчик температуры («тёмный шар») устанавливается в каждом помещении и служит для измерения эффективной лучистой температуры, поддерживаемой отопительными панелями.

Контроллер сравнивает значения температур в разных помещениях и определяет размеры отверстия для соответствующих смесительных клапанов с соблюдением диапазонов выходной температуры.

Коллектор также позволяет управлять работой теплогенератора, подключенного по типовой прилагаемой схеме, задавая уставку температуры, рассчитанную с учетом требований к выходной температуре.

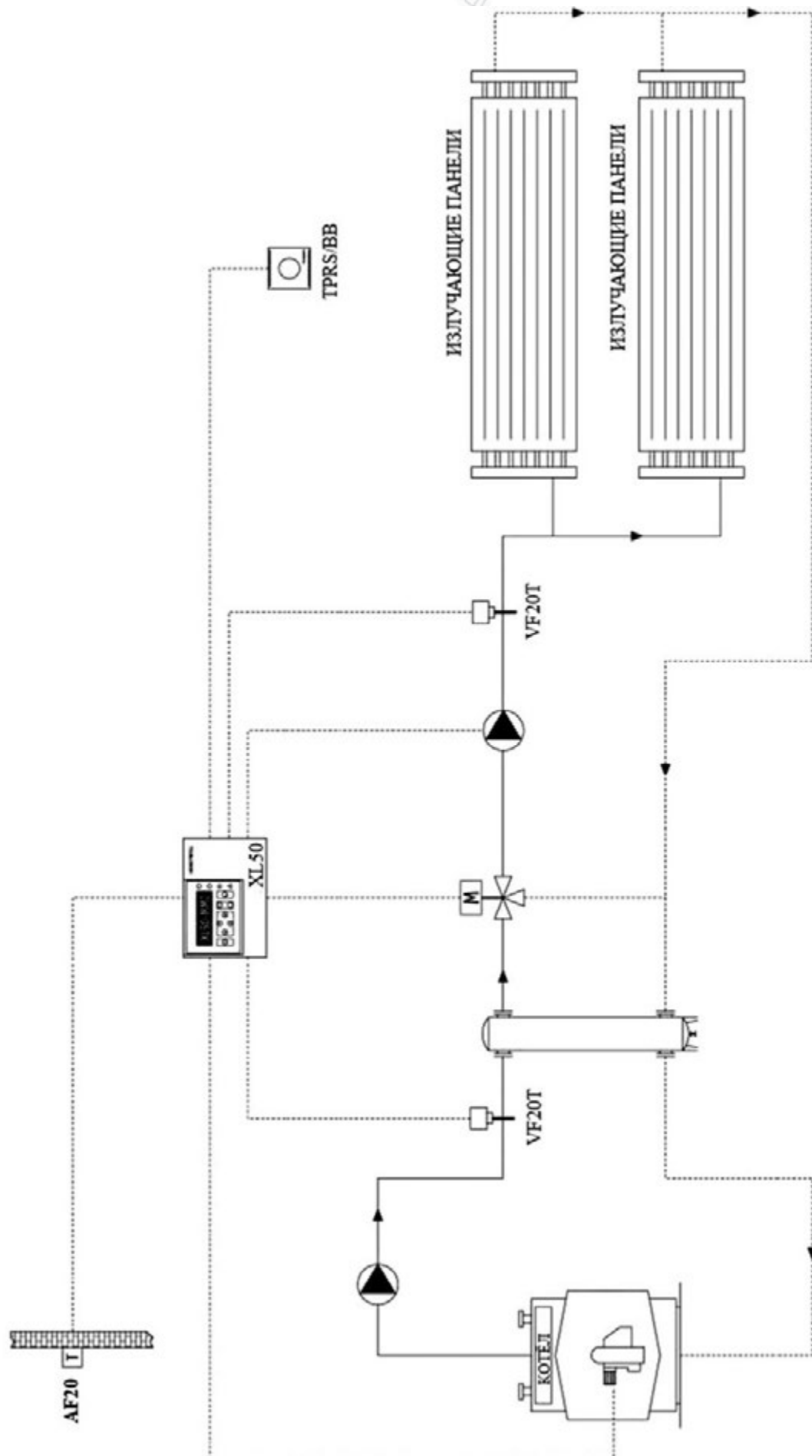
Наружная температура важна для выполнения функции, которая ограничивает «пуск» и «останов» на этапе запуска, сравнивая показания температуры в помещении с заданной температурой, а по наружной температуре определяя время предварительного пуска. Данная функция запускается саморегулирующимся процессом, в течение которого прибор рассчитывает инерционное направление системы для оптимизации значения энергии.

В контроллер можно загрузить программу дневной/недельной/ годовой эксплуатации.

Перечень материалов:

- 1 КОНТРОЛЛЕР;
- 1 НАРУЖНЫЙ ДАТЧИК;
- 4 ПОГРУЖНЫЕ ДАТЧИКИ;
- 3 ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН С СЕРВОПРИВОДОМ;
- 3 ДАТЧИКИ («ТЁМНЫЙ ШАР»).

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С КОМПЕНСАЦИЕЙ (С ОПЦИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ)



Пример управления большими системами

Измерения выполняют один или несколько датчиков температуры («темный шар») в зависимости от размеров обогреваемого помещения. Серия датчиков служит для расчета среднего значения для нескольких точек.

Еще один датчик устанавливается для ручного/автоматического контроля и перекалибратора и позволяет запускать программу таймера на контроллере, если это необходимо, а также упростить коррекцию значения температуры.

Значение температуры в помещении, которое сравнивается с заданной уставкой, определяет размеры отверстия смесительного клапана с учётом диапазона наружной температуры. Т.е. тепловой градиент, который обеспечивают излучающие панели связан с диапазоном наружной температуры.

Контроллер также позволяет управлять работой теплогенератора, подключенного по типовой прилагаемой схеме, задавая уставку температуры, рассчитанную с учетом требований к выходной температуре.

Наружная температура важна для выполнения функции, которая ограничивает «пуск» и «останов», на этапе запуска, сравнивая показания температуры в помещении с заданной температурой, а по наружной температуре определяя время предварительного пуска. Данная функция запускается саморегулирующимся процессом, в течение которого прибор рассчитывает инерционное направление системы для оптимизации значения энергии.

В контроллер можно загрузить программу дневной/недельной/ годовой эксплуатации.

Перечень материалов:

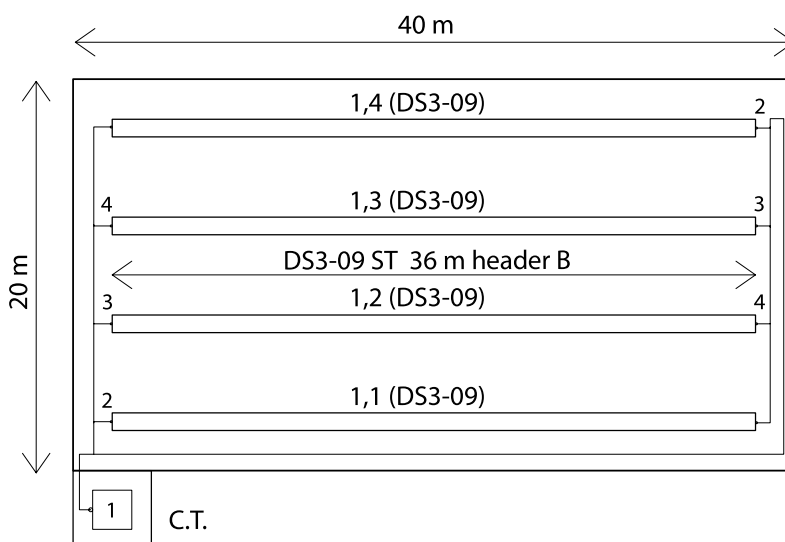
- 1 КОНТРОЛЛЕР;
- 2 ПОГРУЖНЫЕ ДАТЧИКИ;
- 1 НАРУЖНЫЙ ДАТЧИК;
- 1 СЕЛЕКТОР ДЛЯ ЗАДАНИЯ УСТАВКИ;
- 3 ДАТЧИКИ («ТЁМНЫЙ ШАР»);
- 1 ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН С СЕРВОПРИВОДОМ.

3.23 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Пример 1: Техническая спецификация

Температура на входе — 80 °C
Температура обратки — 70 °C
Разность температур — 10 °C

Площадь пола: 800 м² (40 м x 20 м)
Высота зоны: 7 м
Объем зоны: 5600 м³
Температура в помещении: 18 °C
Требуемая тепловая мощность: 69000 Вт



Подбор отопительных панелей

Задача обогреть только одну зону. Высота монтажа 6 метров.

В соответствии с высотой монтажа и теплоносителем можно использовать отопительные панели моделей DS-06, DS-09 или DS-12.

Отопительные панели устанавливаются параллельно по длинной стороне здания на длину 36 м. При расчетных условиях отопительные панели модели DS3-12 имеют тепловую мощность 666 Вт на каждый погонный метр.

В этом случае $\Delta t_m 57 = 75 - 18$, берём среднее значение излучаемой мощности для $\Delta t_m 56$ и 58. Если разделить требуемую тепловую мощность (69000 Вт) на теплоотдачу каждого метра (666 Вт), можно получить количество погонных метров 104 для панелей модели DS3-12, т.е. 3 линии по 36 погонных метров каждая.

Теперь следует выполнить первую проверку, т.е. убедиться, что расстояние между двумя линиями составляет 6,6 м (20 м разделить на 3), и это значение не превышает высоту установки (см. стр.22).

Поэтому это решение использовать не рекомендуется.

Эту же процедуру можно повторить для отопительных панелей моделей DS2-12 (565 Вт) и DS3-09 (523 Вт). В обоих случаях требуется 4 линии; при этом выбрана модель DS3-09, как менее дорогая. Теплоотдача отопительных панелей равна 75,312 Вт (4 x 36 x 523), а добавочная теплоотдача коллекторов равна 1,252 Вт (313 x 4).

Общая тепловая мощность установки составляет 76,564 Вт.

Расчёт расхода воды

Расчет расхода воды выполняется, исходя из тепловой мощности, необходимой для отопления здания, а не общей тепловой мощности, создаваемой отопительными панелями.

В этом случае требуемая мощность равна 69 000 Вт, а разность температур воды составляет 10 °C.

Требуемый расход воды: $(69000 \times 0.86 / 10) = 5934$ л/ч

Если разделить полученное значение (5934 л/ч) на количество предусмотренных отопительных панелей (4), можно найти расход воды через каждую панель (1484 л/ч); затем необходимо проверить, чтобы это значение превышало минимальный расход через каждую панель, указанный в таблице на стр.26.

Расчёт перепада давления

Как было рассчитано ранее, расход для каждой панели равен 1484 л/ч.

Отопительные панели устанавливаются в СТАНДАРТНОЙ конфигурации, пригодной для работы с горячей водой.

На рисунке на стр.28–30 показан перепад давления 0.03 кПа на каждый погонный метр, который, если умножить на длину линии, дает значение перепада давления 1.08 кПа в каждой линии.

Сумма перепада давления отопительных панелей плюс перепад давления в цепи подачи с клапанами и котлом, дает значение, по которому подбирается насос с приводом от двигателя.

Входная линия (подачи). Стальные трубы по UNI 7287

Секция	Длина (м)	Диаметр	Расход (кг/ч)	Скорость (м/с)	Перепад давления в трубе (даПа)
1 - 2	4,22	2"	5936	0,72	48
2 - 3	5,00	2"	4452	0,54	33
3 - 4	5,02	1 1/2"	2968	0,58	51
4 - 1,4	5,81	1"	1484	0,63	173
4 - 1,3	0,81	1"	1484	0,63	16
3 - 1,2	0,83	1»	1484	0,63	16
2 - 1,1	0,83	1»	1484	0,63	16

Линия возврата (обратка). Стальные трубы по UNI 7287

Секция	Длина (м)	Диаметр	Расход (кг/ч)	Скорость (м/с)	Перепад давления в трубе (даПа)
1 - 2	59,52	2"	5936	0,72	792
2 - 3	5,04	2"	4452	0,54	34
3 - 4	4,96	1 1/2"	2968	0,58	50
4 - 1,1	5,61	1"	1484	0,63	169
4 - 1,2	0,59	1"	1484	0,63	12
3 - 1,3	0,57	1"	1484	0,63	11
2 - 1,4	0,59	1"	1484	0,63	12

Пример 2 : Техническая спецификация

Входная температура (подачи) — 140 °C

Температура возврата (обратки) — 110 °C

Разность температур — 30 °C

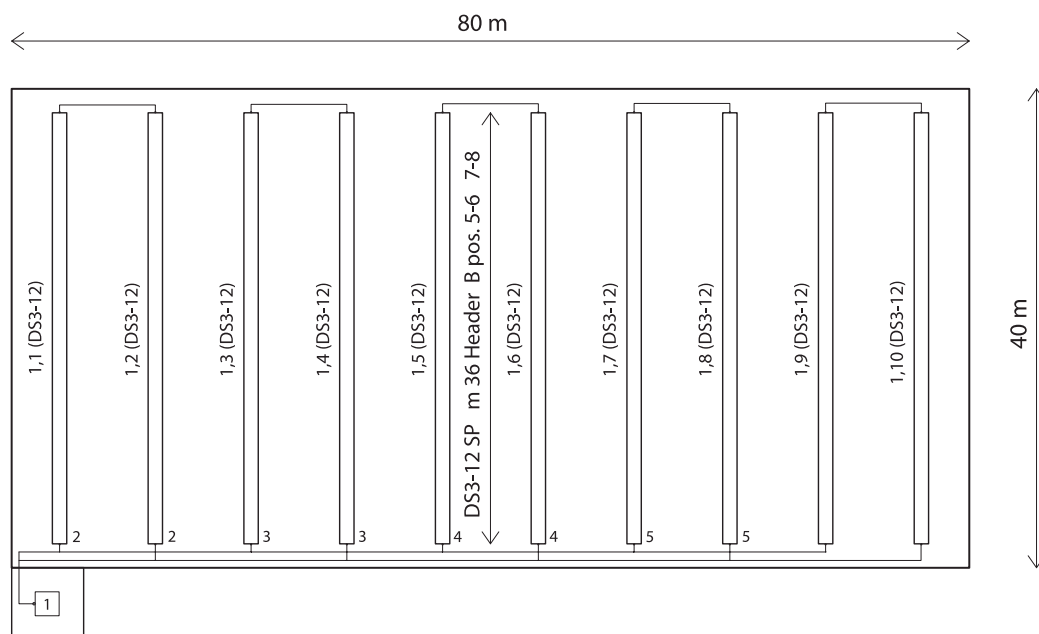
Площадь пола: 3200 м² (80 м x 40 м)

Высота зоны: 10 м

Объем зоны: 32000 м³

Температура в помещении: 16 °C

Требуемая тепловая мощность: 508000 Вт



Подбор отопительных панелей

Высота монтажа 9 м позволяет выбрать модель DS3-12 с максимальными тепловыделениями. Подача перегретой воды при температуре 140°C требует применения отопительных панелей СПЕЦИАЛЬНОГО исполнения с бесшовными трубами.

Отопительные панели, установленные параллельно по короткой стороне здания длиной 36 м по расчетным условиям имеют тепловую мощность 1462 Вт на метр.

Для высоты монтажа не требуется вводить поправочный коэффициент.

Если разделить общую потребность в теплоте (508 000 Вт) на выходную мощность каждого погонного метра (1462 Вт), можно получить количество, равное 348 м для модели DS3-12.

Если разделить 348 на длину каждой линии (36 м), получится необходимое количество линий (10).

Расстояние между двумя отопительными панелями будет равно 8 м, что меньше высоты монтажа.

Применение перегретой воды при температуре 140°C исключает возможность установки коллектора типа "D" с мембраной. Такое же количество отопительных панелей используется для создания контуров теплоносителя с двумя комбинированными отопительными панелями, одним входом и одной обратной с коллекторами типа В соединениями 5-6 и 7-8.

Заказ на покупку, будет выглядеть следующим образом:

10 DS3-12 линий — специальный — 4 бар — сварные соединения — 36 погонных метров — коллектор В 5/6 и 7/8 — Диаметр 1"1/4 — изоляция 40 мм — Ral 9010.

Расчёт расхода воды

При требуемой тепловой мощности 508 000 Вт и разности температур 30 °C общий необходимый расход воды будет 14 562 л/ч, что соответствует 2 913 л/ч для каждого из 5-ти контуров отопительных панелей. Это значение превышает минимальное рекомендуемое значение на стр. 26

Расчёт перепада давления

Для систем с комбинированными отопительными панелями следует учитывать количество воды, необходимое для двух панелей; в данном случае, расход составляет 2913 л/ч.

В таблице на стр. 28-30 показано, что при таком расходе перепад давления на погонный метр для модели DS3-12 равен 0.12 кПа, причем это значение необходимо умножить на поправочный коэффициент $K = 0.90$ для перегретой воды со средней температурой 115 °C.

В результате, $0.12 \times 0.9 = 0.11$ кПа на метр, умноженное на 72 м, дает перепад давления 7.92 кПа для каждого контура комбинированных панелей отопления.

Входная линия (подачи). Стальные трубы по UNI 7287

Секция	Длина (м)	Диаметр	Расход (кг/ч)	Скорость (м/с)	Перепад давления в трубе (даПа)
1 - 2	9,08	2.1/2"	14565	1,06	155
2 - 3	15,96	2.1/2"	11652	0,85	179
3 - 4	15,98	2.1/2"	8739	0,64	105
4 - 5	16,00	2"	5826	0,71	176
5 - 1,9	16,57	1.1/2"	2913	0,56	208
5 - 1,7	0,57	1.1/2"	2913	0,56	29
4 - 1,5	0,57	1.1/2"	2913	0,56	6
3 - 1,3	0,55	1.1/2"	2913	0,56	5
2 - 1,1	0,57	1.1/2"	2913	0,56	29

Линия возврата (обратка). Стальные трубы по UNI 7287

Секция	Длина (м)	Диаметр	Расход (кг/ч)	Скорость (м/с)	Перепад давления в трубе (даПа)
1 - 2	16,36	2.1/2"	14565	1,06	279
2 - 3	15,96	2.1/2"	11652	0,85	179
3 - 4	16,02	2.1/2"	8739	0,64	105
4 - 5	16,00	2"	5826	0,71	176
5 - 1,10	17,31	1.1/2"	2913	0,56	216
5 - 1,8	1,25	1.1/2"	2913	0,56	12
4 - 1,6	1,25	1.1/2"	2913	0,56	12
3 - 1,4	1,27	1.1/2"	2913	0,56	12
2 - 1,2	1,23	1.1/2"	2913	0,56	12

Все данные, изложенные в настоящем проспекте, тщательно подобраны и проверены. Просим принять во внимание, что могут появиться изменения, вызванные влиянием технического прогресса, изменением законодательства и истечением срока действия.

О компании Sabiana

Выбирая продукцию компании Sabiana, Вы выбираете надежность.

Торговый знак компании Sabiana – это гарантия. Гарантия качества изготовления, прекрасных рабочих характеристик и надежности продукции. Это – также гарантия отношений, основанных на честности и компетентности.



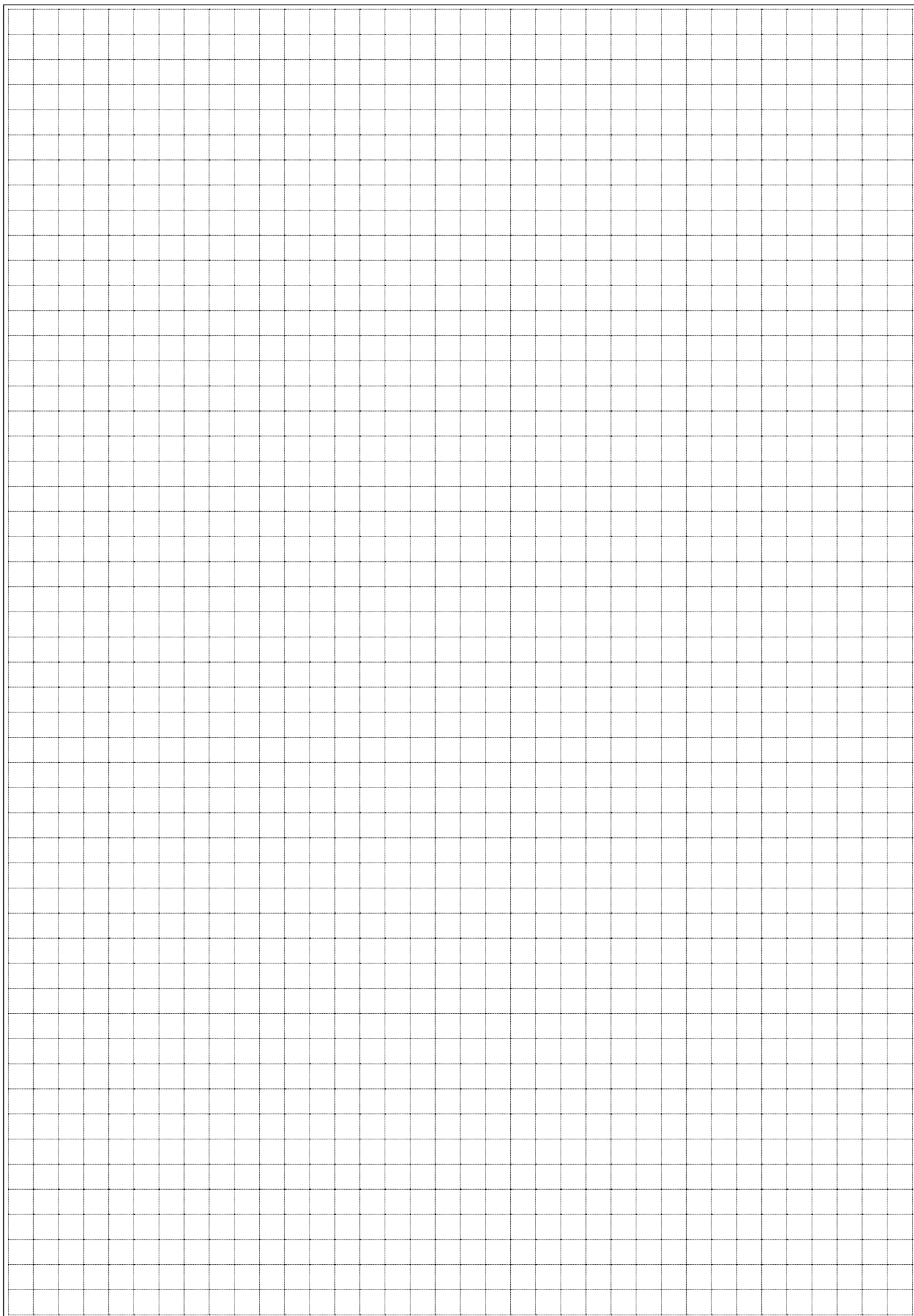
Компания Sabiana была основана в 1929 году Франко Бинаги и Бенвенуто Анатрелла и начала свою деятельность с производства отопительных приборов. Блестяще преодолев трудности военного и послевоенного периода, компания постоянно совершенствовала выпускаемую продукцию в соответствии с современными требованиями, автоматизировала производство и, конечно же, уделяла огромное внимание основному продукту – воздухонагревателям и фанкойлам. Благодаря своим достижениям компания стала лидером европейского рынка в этой области.

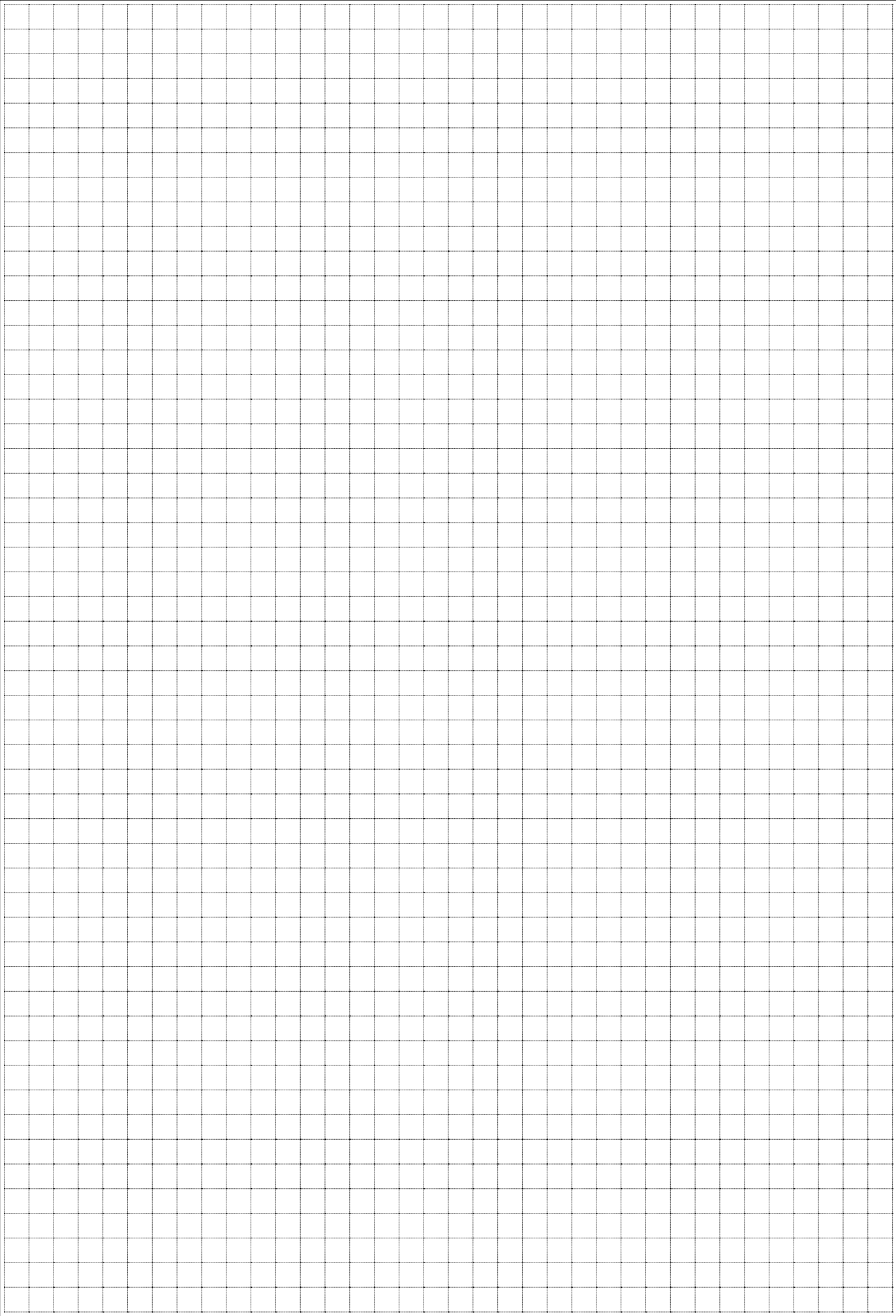
В 70-х годах прошлого века компания Sabiana начала выпускать излучающие потолочные панели (водяные инфракрасные термopанели), которые очень скоро зарекомендовали себя, как самые современные и наиболее эффективные отопительные приборы для помещений большой площади. Благодаря уникальной конструкции и технологии изготовления термopанелей компания Sabiana заняла ведущее положение в этом сегменте европейского рынка. Sabiana производит больше термopанелей, чем вместе все остальные итальянские производители данной продукции.

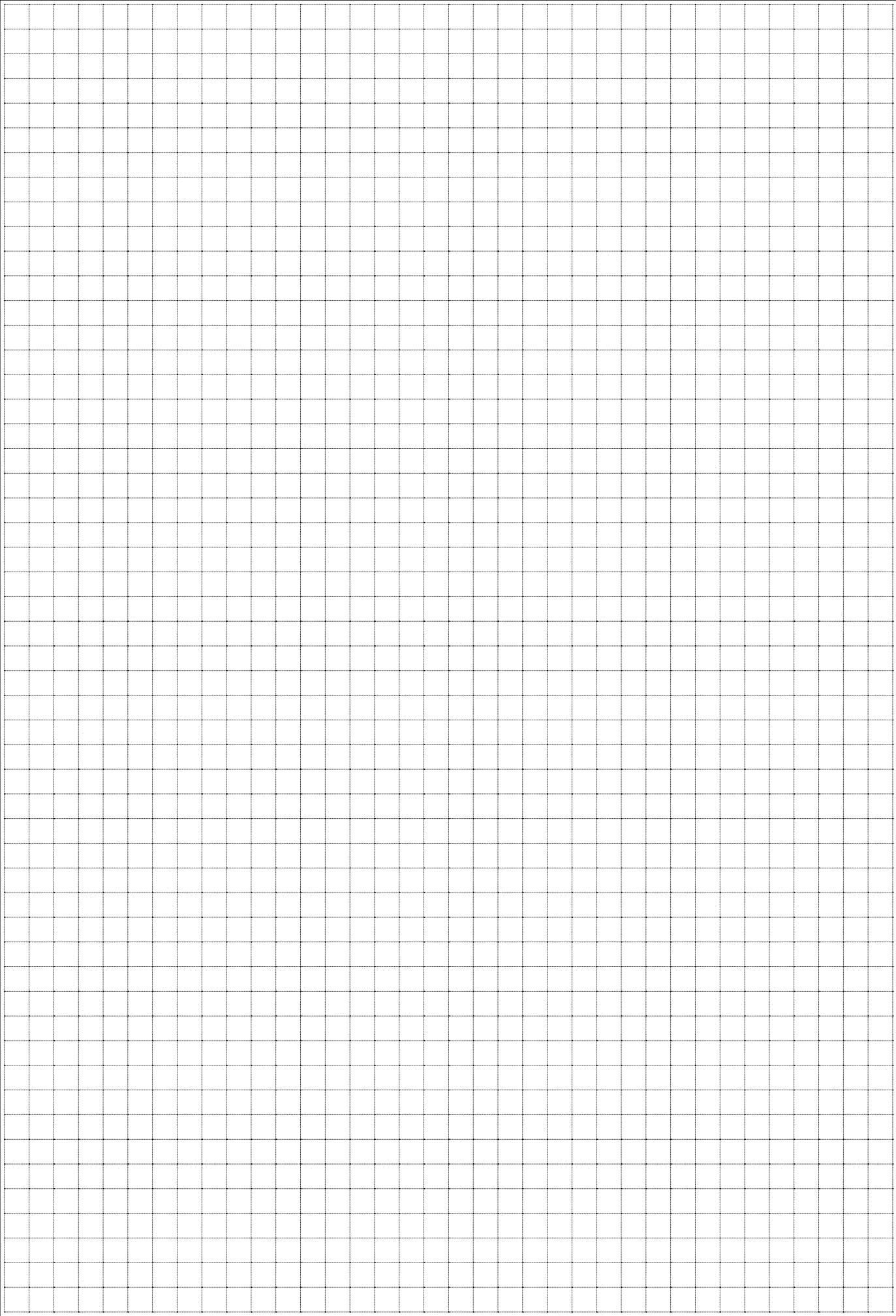
В настоящее время, компания Sabiana — это: завод № 1 в городе Corbetta; завод № 2 в городе Magenta; логистический узел — завод № 3 в городе Magenta. Штат на производстве 180 человек. 43 торговых представительства в Италии. 56 дистрибьюторов по всему миру.

Расходы на разработку и исследования (R&D) — 2,5 млн. € ежегодно за последние пять лет (в среднем 4 % от оборота).

ДЛЯ ЗАМЕТОК







Краткий обзор линейки изделий компании Sabiana:

150000 штук фанкойлов в год — изделие № 1.

Серии **Carisma, Maestro, Ocean, Mistral**, кассетные **Sky Star и Coanda**



250000 м² водяных потолочных панелей в год — изделие № 2

Серии **Duck Strip, Pulsar, Duck Vap.**

Начиная с 1971 года было реализованно более 30000 объектов с панелями Sabiana!

Например: французский завод Airbus в Тулузе, высота монтажа панелей до 40 метров.



25000 штук водяных воздухонагревателей в год — изделие № 3

Серии **Atlas, Comfort, Polaris**

