

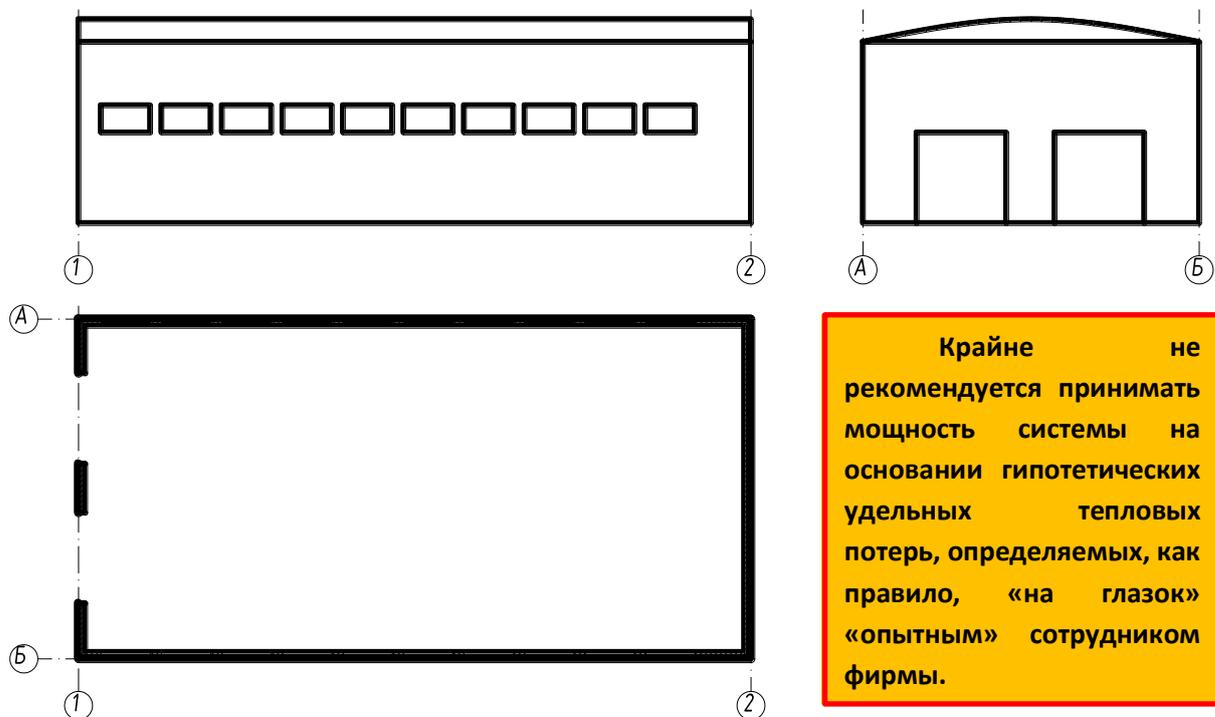
ТЕПЛОРАНЕЛ

Приложение: методическое пособие по проектированию

ТЕХНИЧЕСКИЙ КАТАЛОГ 2014

Водяные потолочные панели инфракрасного отопления

Подбор водяных панелей «ТЕПЛОПАНЕЛЬ» на объект нового строительства или реконструкции



Крайне не рекомендуется принимать мощность системы на основании гипотетических удельных тепловых потерь, определяемых, как правило, «на глазок» «опытным» сотрудником фирмы.

- Рассмотрим для примера промышленное здание 60х30х8.

① Для начала подбора отопительного оборудования в первую очередь необходимо определиться с мощностью $Q_{расч}$, необходимой для отопления рассматриваемого здания.

Здесь существует два варианта:

1. Заказчик сам предоставляет цифру по мощности;
2. Фирма, формирующая коммерческое предложение, считает цифру своими силами:
 - а. Руководствуясь СНиПом 23-02-2003 или любой другой методикой, рассчитываются потери тепла через ограждающие конструкции;
 - б. Руководствуясь техническим заданием, рассчитываются потери тепла с вентиляционным воздухом.
 - i. В том случае, если система вентиляции не предусматривается, по договорённости с Заказчиком или, например, в случае применения воздушных завес в производственных помещениях, допускается не увеличивать расчётную тепловую мощность системы инфракрасного отопления.
 - ii. Если условия нагрева воздуха не обговаривались отдельно, максимальная кратность воздухообмена в помещении, тепловую мощность которой допускается суммировать к расчётной мощности, равна единице.

- Примем для нашего случая общую мощность 100 кВт.

Стоит отметить тот факт, что при применении инфракрасного отопления, температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях, регламентируемая СНиПом, может быть снижена на 3-4°C в соответствии с п.5.8 СП 60.13330.2012 СНиП 41-01-2003.

② Следующим этапом после определения мощности системы отопления, следует выяснить значение температуры теплоносителя, которую сможет обеспечить источник тепла, применяемый на данном объекте. При этом, температура обратной воды будет варьироваться в зависимости от длины применяемых водяных панелей. В первом приближении, на этапе коммерческого предложения, рекомендуется принимать перепад температур 15°C. На этапе рабочего проектирования эта цифра может меняться в зависимости от выбранного расхода в панели.

● *Примем для нашего случая источник – локальная топочная с параметрами 80/65, внутренняя результирующая температура 16°C.*

③ Далее необходимо вычислить удельный теплосъём с погонного метра панели ТП1, $q_{ТП}$, при заданных в п.1-2 параметрах. Для этого необходимо вычислить температурный напор по формуле:

$$\Delta T = T_1 - \frac{T_1 - T_2}{2} - T_{рез}$$

где

ΔT – температурный напор, °C;

T_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °C;

T_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °C;

$T_{рез}$ – результирующая (расчётная) температура в помещении, °C.

● *Температурный напор в нашем случае получается 56°C.*

● *Удельный теплосъём находим по таблице, он равен 204 Вт/м.п.*

Теперь вы можете вычислить общую длину панелей ТП1, которые надо разместить на объекте, чтобы покрыть расчётную мощность:

$$L = \frac{Q_{расч}}{q_{ТП}} = \frac{100\,000}{204} = 490 \text{ м. п.}$$

$\Delta T, ^\circ C$	ТП mini	ТП-1	ТП-2	ТП-3	ТП-4
	Удельный теплосъём с погонного метра, $q_{ТП}, \text{Вт/м.п.}$				
80	154	308	616	923	1231
78	149	299	598	897	1196
76	145	290	580	871	1161
74	141	281	563	844	1126
72	136	273	545	818	1091
70	132	264	528	792	1056
68	128	255	511	766	1022
66	123	247	494	740	987
64	119	238	476	715	953
62	115	230	459	689	919
60	111	221	442	664	885
58	106	213	425	638	851
56	102	204	409	613	817
54	98	196	392	588	784
52	94	188	375	563	751
50	90	179	359	538	717
48	86	171	342	513	685
46	81	163	326	489	652
44	77	155	310	465	619
42	73	147	294	440	587
40	69	139	278	416	555
38	65	131	262	393	523
36	61	123	246	369	492
34	58	115	230	346	461
32	54	107	215	322	430
30	50	100	199	299	399
28	46	92	184	276	369
26	42	85	169	254	338
24	39	77	154	232	309
22	35	70	140	210	279
20	31	63	125	188	250

④ Имея общую длину панелей ТП1, можно дать ориентировочную стоимость предложения, с коэффициентом запаса, и на этом остановиться.

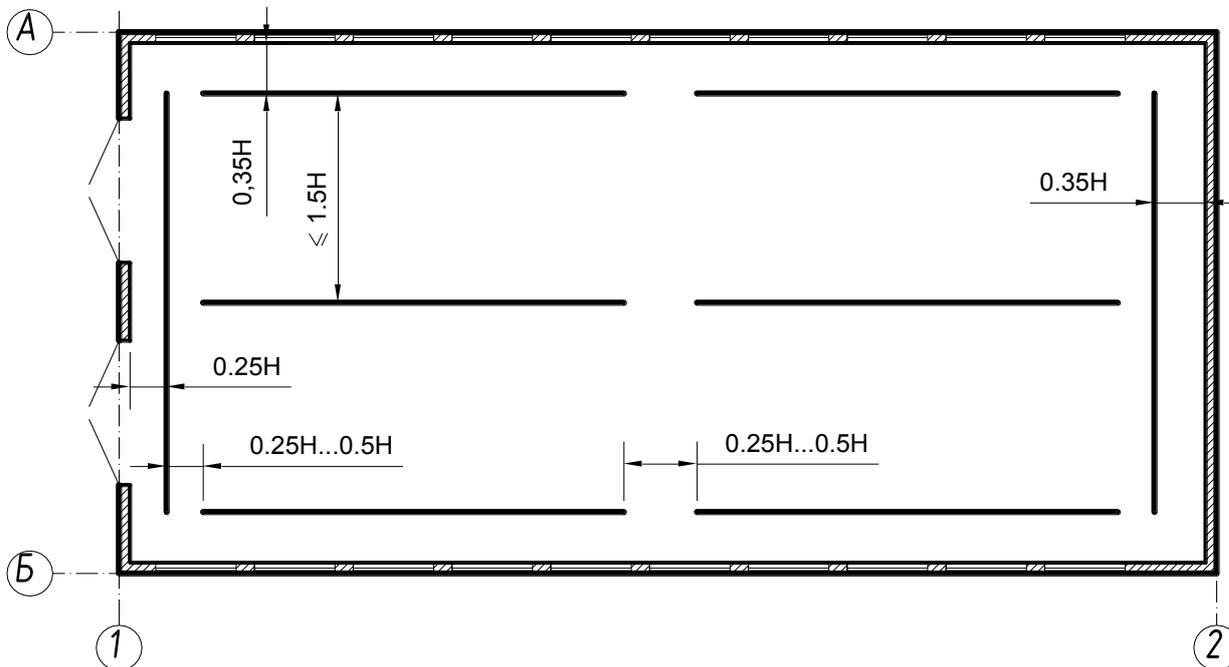
Если стоит вопрос проектирования, тогда существует необходимость раскладки панелей в отапливаемом пространстве.

В таком случае, первое, с чем надо определиться это высота, на которой будет висеть оборудование. Обычно это низ ферм или высота сплошного потолка. Затем проверить по таблице соответствие средней температуры теплоносителя в панели и минимальной высоты подвеса, после чего разложить отопительные панели, как показано на рисунке.

Средняя температура воды в панели, °С	ТП-мини	ТП-1	ТП-2	ТП-3	
	Минимальная высота подвеса панелей, м				
40	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
50	2,5	2,5	2,7	3,1	3,5
60	2,5	2,5	2,9	3,5	4,0
70	2,5	2,6	3,1	3,8	4,5
80	2,5	2,7	3,3	4,0	4,9
90	2,5	2,9	3,4	4,2	5,2

• Примем для нашего случая высоту подвеса 8м. Это значение соответствует требованиям минимальной высоты подвеса при средней температуре 70-75°С.

При раскладке панелей рекомендуется не делать отрезки длиной более 50м.



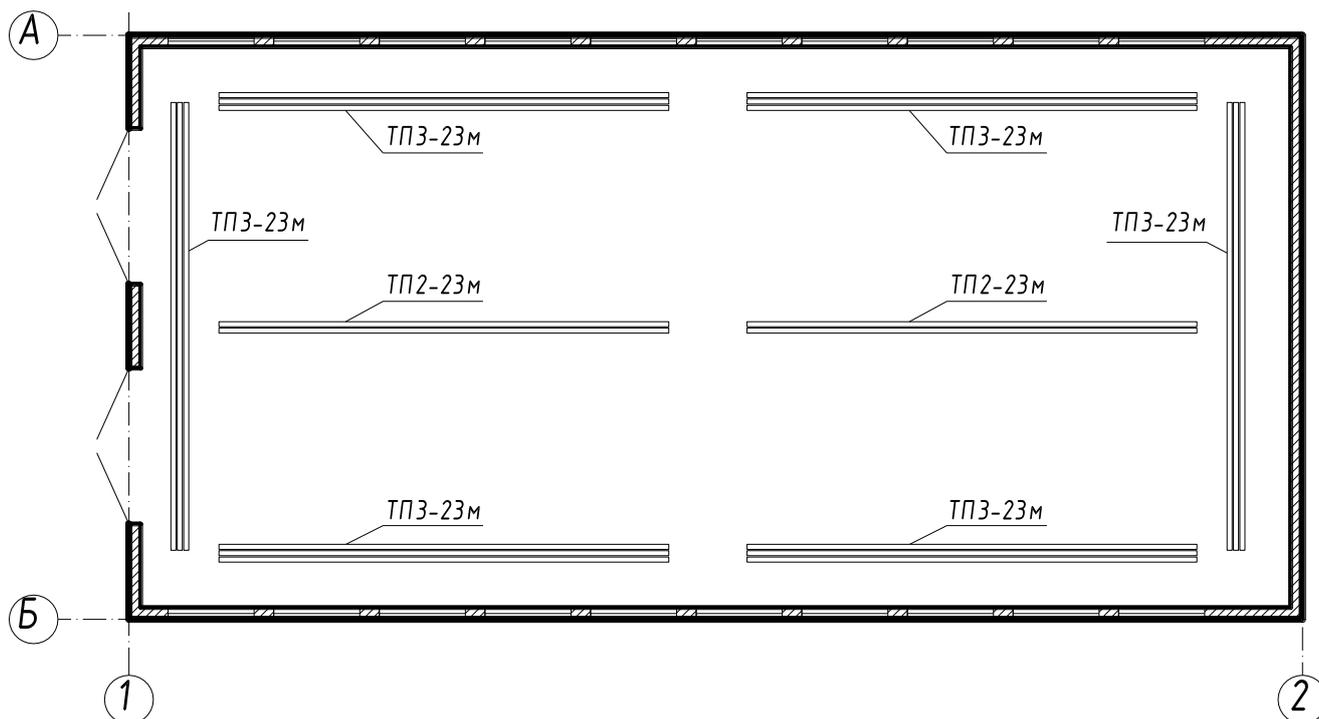
Таким образом, получается 8 панелей по 23м каждая, общая длина ТП1 при этом составит $8 \cdot 23 = 184$ м.п.

Ранее мы вычислили, что нам необходима общая длина ТП1 490 м.п.

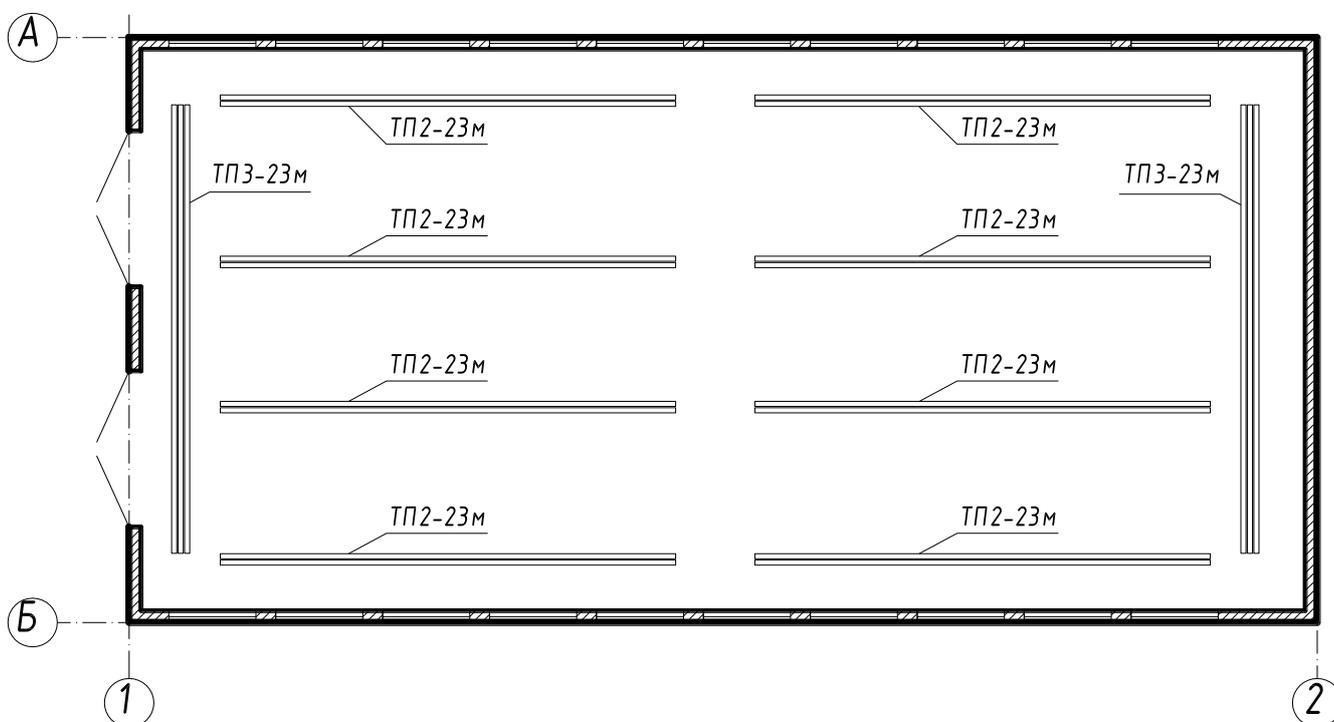
Если длину панелей, развешенных по периметру, увеличить в 3 раза (то есть повесить ТП3), а длину средних увеличить в 2 раза (то есть повесить ТП2), то общая длина ТП1 получится:

$23 \cdot 6 \cdot 3 + 23 \cdot 2 \cdot 2 = 506$ м.п. и условие набора длины будет выполнено.

Панели
увеличенной ширины
рекомендуется вешать
вдоль стен, которые
имеют либо большую
площадь остекления,
либо постоянно или
периодически
открывающиеся ворота.

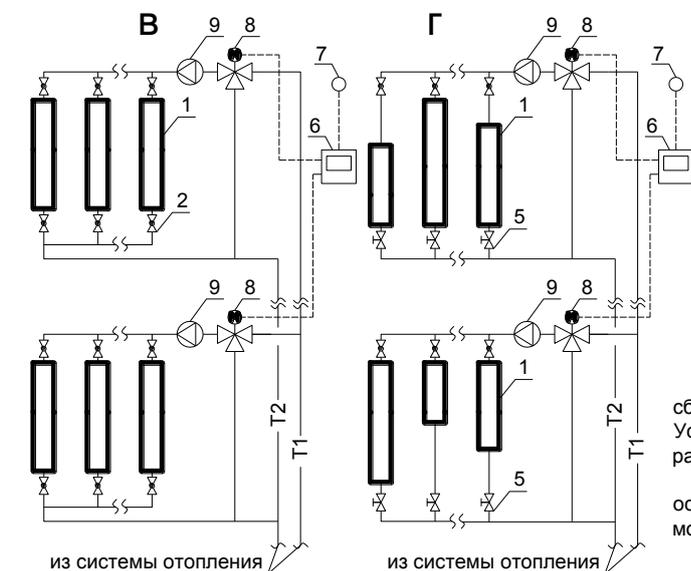
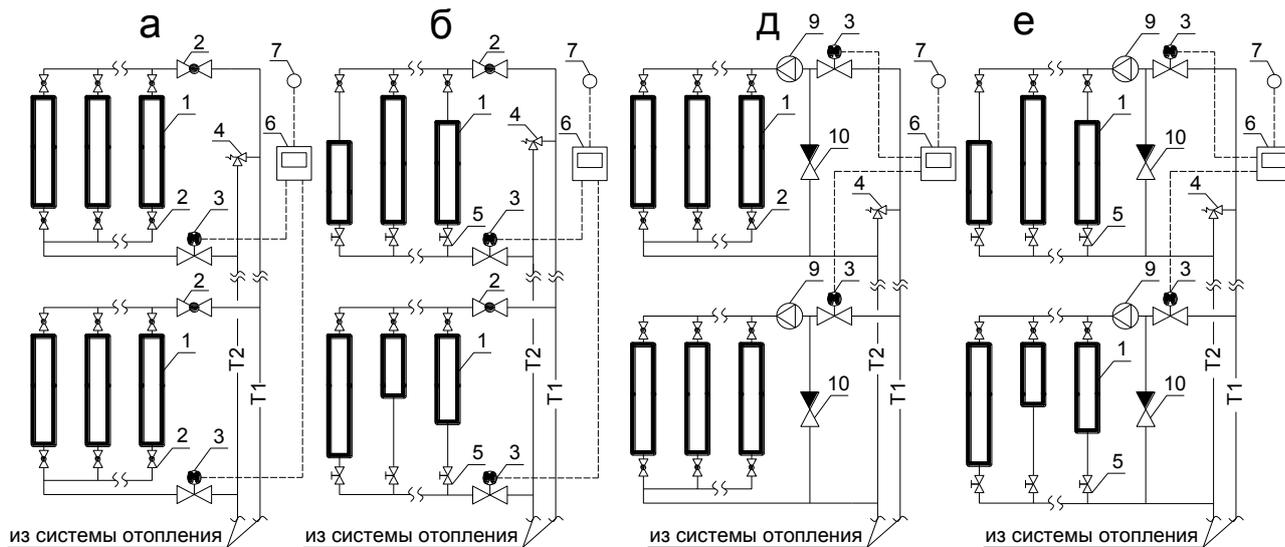


Также правильной, а в некоторых случаях (для гидравлической обвязки) и предпочтительной, схемой раскладки панелей будет следующая:



Разложив панели, можно точно давать стоимость и приступать к гидравлической обвязке.

⑤ Схему гидравлической обвязки проектировщик, как правило, выбирает сам. Ниже представлены примеры возможных схем с их обвязкой и автоматикой.

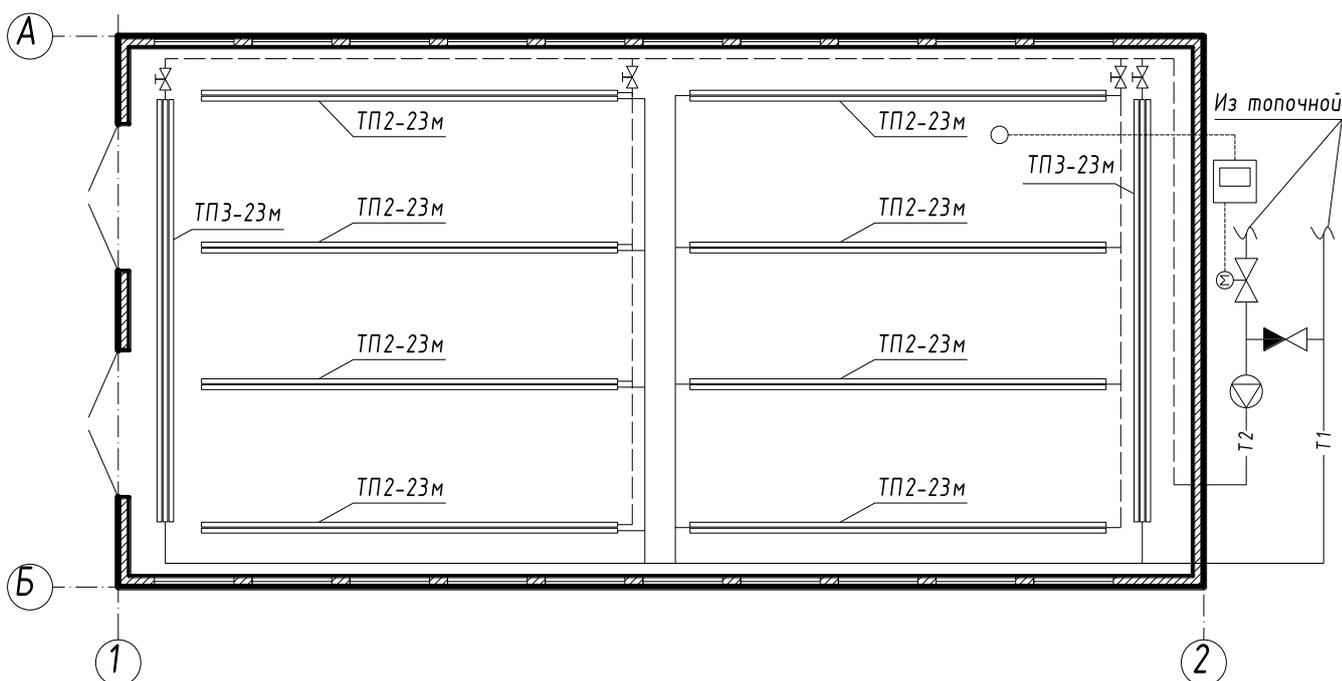


Условные обозначения:

1. Панель отопления ТП;
2. Кран запорный;
3. Клапан автоматический балансировочный с приводом;
4. Перепускной клапан;
5. Ручной балансировочный клапан;
6. Пульт управления панелями;
7. Шаровой термометр;
8. Трёхходовой клапан с приводом;
9. Насос циркуляционный;
10. Клапан обратный.

В системах а, в, д между собой панели сбалансированы с помощью попутной схемы подключения. Условие работы данной схемы подключения - одинаковые размеры панелей между собой.

В системах б, г, е внутренняя балансировка осуществляется ручными клапанами. Размеры панелей могут быть различные.



Различное подключение двух одинаковых групп реализовано в демонстрационных целях.

⑥ После того, как выбрана схема подключения, необходимо подобрать регулируемую арматуру. Для этого посчитаем необходимый расход и потерю давления в каждой панели.

На данном этапе проектирования следует оценить расчётный перепад температуры теплоносителя в панели. Его можно оценить самостоятельно или воспользоваться графиком:

• Для нашего случая, по графику, перепад в панелях, подключенных на проход (правая группа панелей, длина водяного тракта 23м) примем $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$, перепад в панелях, подключенных петлёй (левая группа панелей, длина водяного тракта $23+23=46\text{м}$), примем $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$.

Пересчитаем удельный теплосъём с 1 м.п. каждой панели, подключенной на проход, с учётом нового перепада температур:

$$\Delta T = 80 - \frac{80-70}{2} - 16 = 59^{\circ}\text{C},$$

По таблице для удельного теплосъёма найдём:

Для панели ТП2 $q_{\text{ТП}} = 433 \frac{\text{Вт}}{\text{м.п.}}$, общая мощность $Q_{\text{ТП}}$ составит $433 \cdot 23 = 9\,959$ Вт.

Для панели ТП3 $q_{\text{ТП}} = 651 \frac{\text{Вт}}{\text{м.п.}}$, общая мощность $Q_{\text{ТП}}$ составит $651 \cdot 23 = 14\,973$ Вт.

Пересчитаем удельный теплосъём с 1 м.п. каждой панели, подключенной петлёй, с учётом нового перепада температур:

$$\Delta T = 80 - \frac{80-60}{2} - 16 = 54^{\circ}\text{C},$$

По таблице для удельного теплосъёма найдём:

Для панели ТП1 $q_{\text{ТП}} = 196 \frac{\text{Вт}}{\text{м.п.}}$, общая мощность $Q_{\text{ТП}}$ составит $196 \cdot 23 \cdot 2 = 9\,016$ Вт.

Панель ТП2, подключенную петлёй, нужно рассматривать, и при расчёте гидравлики тоже, как две панели ТП1, подключенные последовательно.

Имея мощность каждой панели, можно приступать к расчёту расхода, используя формулу:

$$V = \frac{Q_{\text{ТП}}(\text{кВт})}{1,163\Delta t(^{\circ}\text{C})} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}\right)$$

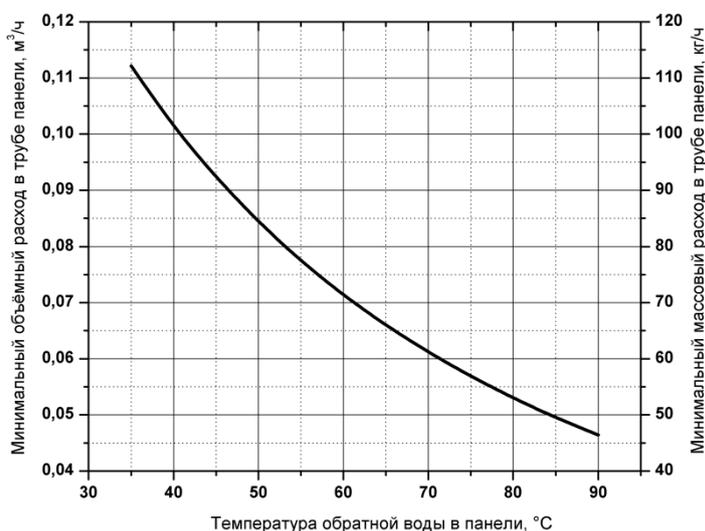
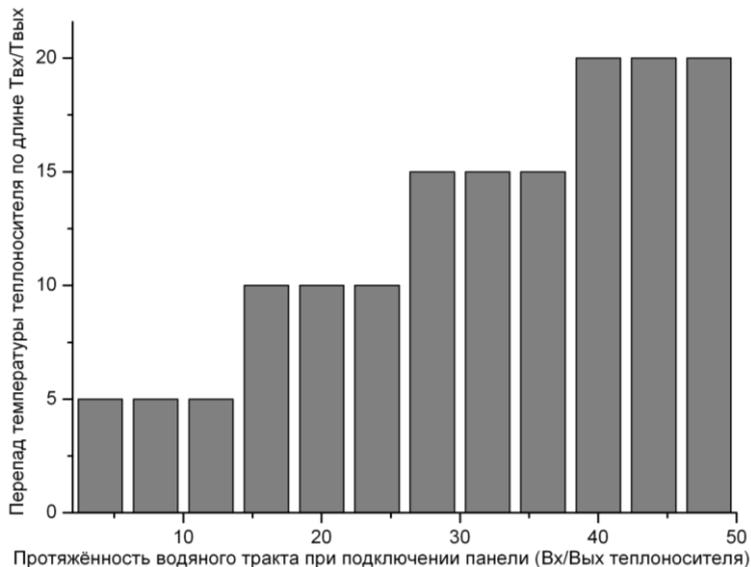
ТП2 проходная, $V_{\text{п}}=9,959/(1,163 \cdot 10)=0,856 \text{ м}^3/\text{ч}$,
расход по трубе $V_{\text{тр}}=0,856/8=0,107 \text{ м}^3/\text{ч}$;
ТП3 проходная, $V_{\text{п}}=14,973/(1,163 \cdot 10)=1,287 \text{ м}^3/\text{ч}$,
расход по трубе $V_{\text{тр}}=1,287/12=0,107 \text{ м}^3/\text{ч}$;
ТП2 петлевая, $V_{\text{п}}=9,016/(1,163 \cdot 20)=0,387 \text{ м}^3/\text{ч}$,
расход по трубе $V_{\text{тр}}=0,387/4=0,096 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Проверим минимальный расход в трубе:

При температуре 60°C минимальный расход в трубе составляет $0,07 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$0,096 > 0,07$$

Неравенство выполняется, продолжаем расчёты.



По графику путевых потерь найдём падение давления на каждой панели.

Общая потеря давления по панели составит:

$$\Delta P = 1,07 * dp * L$$

ТП2 проходная:

$$V_{\text{тр}} = 0,107 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$dp = 44 \text{ Па}/\text{м.п.};$$

$$\Delta P = 1,07 * 44 * 23 = 1082 \text{ Па.}$$

ТП3 проходная:

$$V_{\text{тр}} = 0,107 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$dp = 44 \text{ Па}/\text{м.п.};$$

$$\Delta P = 1,07 * 44 * 23 = 1082 \text{ Па.}$$

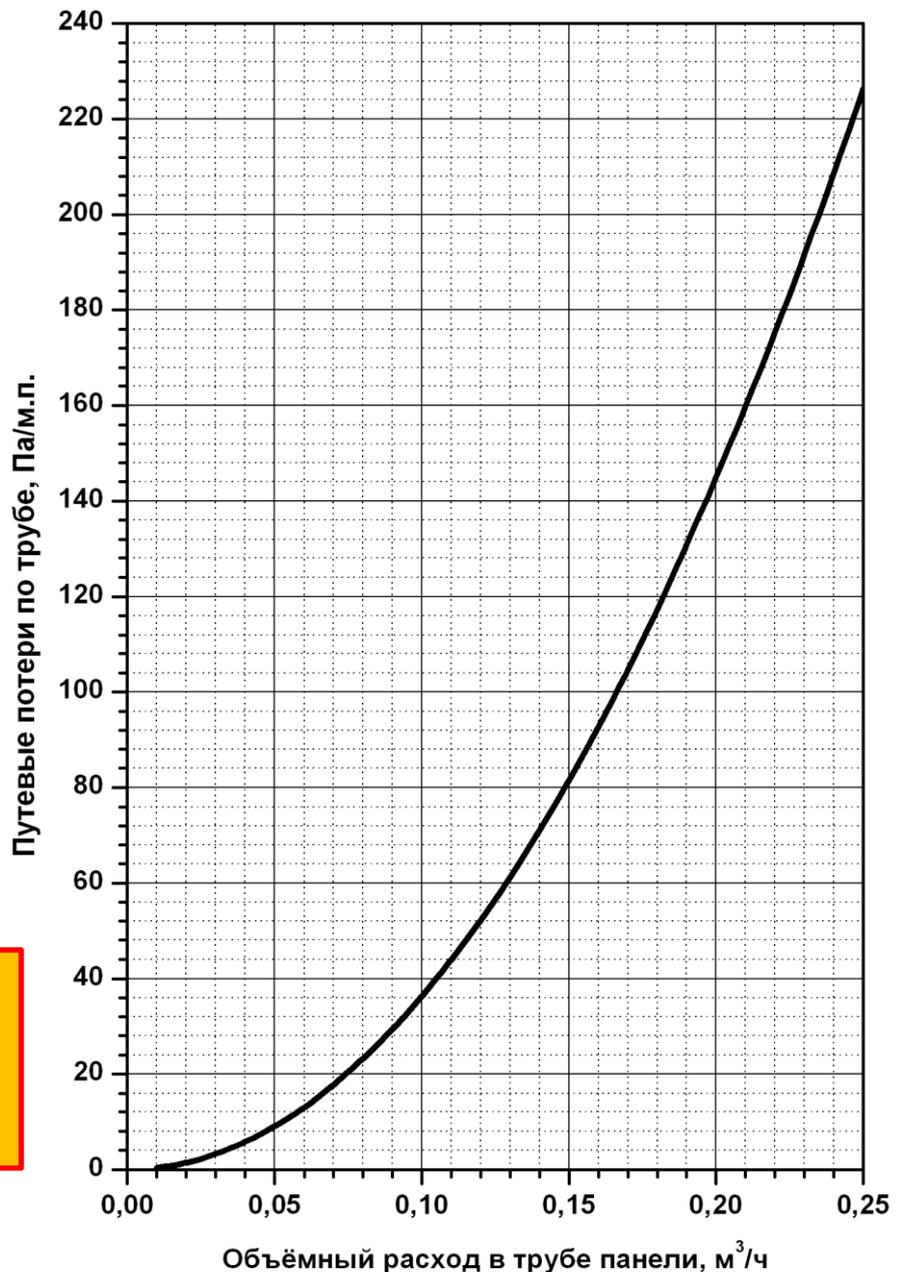
ТП2 петлевая:

$$V_{\text{тр}} = 0,096 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$dp = 35 \text{ Па}/\text{м.п.};$$

$$\Delta P = 1,07 * 35 * 46 = 1722 \text{ Па.}$$

Не рекомендуется делать петлевое подключение панели ТП1 более 10м из-за возможных температурных напряжений в конструкции.



Регулирующая арматура

подбирается на суммарный расход V_{Σ} в тех панелях, которыми она управляет.

В нашем случае ручные балансировочные клапаны подбираются на следующие расходы (см. план слева-направо):

- ТП3 проходная $V_{\Sigma} = 1,287 \text{ м}^3/\text{ч};$
- Группа панелей, подключённых петлёй, $V_{\Sigma} = 0,387 * 4 = 1,548 \text{ м}^3/\text{ч};$
- Группа панелей, подключённых на проход, $V_{\Sigma} = 0,856 * 4 = 3,424 \text{ м}^3/\text{ч};$
- ТП3 проходная $V_{\Sigma} = 1,287 \text{ м}^3/\text{ч};$

Суммарный расход для подбора главного управляющего клапана

$$- V_{\Sigma} = 1,287 + 1,548 + 3,424 + 1,287 = 7,546 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Дальнейший гидравлический расчёт трубопроводов не представляет сложности и проводится традиционно, как при проектировании любой другой системы отопления. Каждая панель подключается при помощи гибких нержавеющей шлангов расчётного Ду с шаровыми запорными кранами и автоматическими воздухоотводчиками в каждом коллекторе.

В конце расчёта подбирается насос.

⑦ Автоматизация работы.

Водяные излучающие панели «ТЕПЛОПАНЕЛЬ», как и любая другая система отопления, могут работать как без системы автоматики, по погодозависимому графику источника, так и с автоматикой.

Если при работе без автоматики нюансов никаких нет, то наличие системы автоматики существенно расширяет возможности системы, к которым относятся:

- сбалансированная подача теплоносителя (ровно столько, сколько нужно в данный момент);
- возможность учёта внутренних тепловыделений (инсоляция помещения и тепловыделения техпроцессов работают на отопление, энергоресурсы основного источника тепла при этом не расходуются);
- возможность суточного и недельного программирования температурного графика (ночное снижение температуры даёт дополнительную экономию);
- возможность пазонного регулирования.

Стоит отметить, что в качестве температурного датчика при работе систем инфракрасного отопления следует использовать не обычный термометр, встроенный в большинство пультов, а специальный шаровой термометр, который подключается к соответствующему входу пульта-контроллера.

К другому выходу пульта-контроллера подключается привод управляющего клапана, который регулирует степень его открытия в зависимости от необходимости, (см. схемы п.5).



