

## Водяные инфракрасные потолочные панели HSP

### Рекомендации по расчету

#### 1. Определение тепловой мощности

Расчет необходимой мощности модульной системы инфракрасного водяного отопления производится на основании расчета тепловых потерь отапливаемого помещения.

Основные потери тепла  $Q_z$  определяются в соответствии нормами расчета теплотерь для систем обычного отопления, но со следующими корректировками:

##### 1.1 Градиент температуры

Температура воздуха в помещении увеличивается по высоте здания с шагом, примерно, 0,5 К/м высоты здания. Поэтому при расчёте тепловых потерь через наружные ограждения используется температура внутреннего воздуха в помещении ( $\Theta_i$ ), увеличенная на это значение. Данное правило справедливо для зданий высотой выше 5 м.

##### 1.2 Поправочный коэффициент $f_1$

Тепловая мощность, потребляемая отопительными панелями увеличивается по мере увеличения высоты подвеса по следующей зависимости:

$$Q_p = Q_z * f_1 \text{ [кВт]} \quad (1)$$

$Q_p$  [кВт] – тепловая мощность отопительных панелей

$Q_z$  [кВт] – основные потери тепла

$f_1$  [-] – поправочный коэффициент увеличения мощности от высоты подвеса

H [м]	$f_1$
6	1,00
8	1,08
10	1,12
12	1,18
15	1,25
20	1,30

Табл. 1 – Коэффициент  $f_1$

Причиной увеличения тепловой энергии потребляемой отопительными панелями являются примеси, содержащиеся в воздухе отапливаемого помещения. Они снижают количество тепла, передаваемого полу и предметам посредством инфракрасного излучения.

##### 1.3 Поправочный коэффициент $f_2$

Если технологический процесс позволяет понизить высоту подвеса отопительных панелей, то можно существенно уменьшить, как размер поверхности системы отопления, так и количество потребляемой тепловой энергии. Зависимость поправочного коэффициента от размеров отапливаемого помещения (ШхГ) приведен в табл.2.

$$Q_p = Q_z * f_2 \text{ [Вт]} \text{ (для помещений высотой до } H=6 \text{ м)}$$

$$Q_p = Q_z * f_1 * f_2 \text{ [Вт]} \text{ (для помещений высотой свыше } H=6 \text{ м)}$$

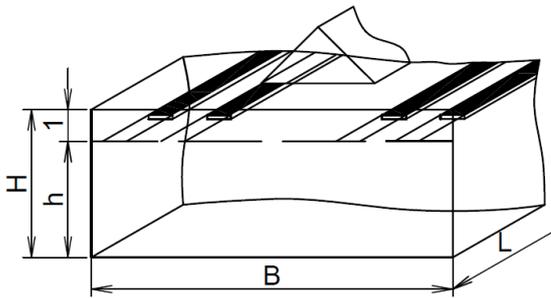


Рис.1 – Данные для определения коэфф.  $f_2$

$\frac{h}{H-1\text{м}}$	$\Gamma/B (-)$		
	2	2-5	5
1,00	1,000	1,000	1,000
0,95	0,967	0,981	0,989
0,90	0,935	0,963	0,979
0,85	0,904	0,944	0,969
0,80	0,874	0,927	0,959
0,75	0,845	0,910	0,949
0,70	0,817	0,889	0,939
0,65	0,790	0,877	0,932
0,60	0,764	0,861	0,926
0,55	0,739	0,845	0,920
0,50	0,715	0,830	0,911
0,45	0,692	0,816	0,893
0,40	0,670	0,802	0,884

Табл.2 – Коэфф.  $f_2$

**Пример:**

Размеры помещения: L=60 м, B=18 м, H=10 м. Отопительные панели могут быть установлены на высоте 5 м. Соотношение высоты подвеса:

$$\frac{h}{H-1} = \frac{5}{10-1} = 0,56 \quad \frac{L}{B} = \frac{60}{18} = 3,33 \text{ т.е. в диапазоне 2-5}$$

Поправочный коэффициент  $f_2=0,845$

Площадь нагрева данной системы отопления может быть на 15% меньше:

$$Q_p=Q_z*0,845$$

В случае если панели подвешиваются под углом к горизонту увеличивается конвективная составляющая теплообмена, воздух нагреваемый таким образом поднимается в верхнюю часть помещения, не попадая в рабочую зону. Для компенсации теплотерь с конвекцией необходимо увеличить количество теплоты, подаваемой в систему следующим образом:

Угол наклона: $\alpha$	$\alpha=30^\circ$	$f_3=1,10$
	$\alpha=45^\circ$	$f_3=1,15$

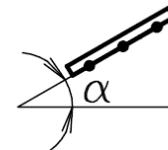


Рис.2 Подвес панели под углом

$$Q_p=Q_z*f_3 \text{ [Вт]}$$

$$Q_p=Q_z*f_1* f_2* f_3 \text{ [Вт]}$$

**1.4 Высота подвеса панелей – с точки зрения гигиены**

Интенсивность излучения в местах пребывания человека не должна превышать 200 Вт/м<sup>2</sup>. Данное значение определяется соотношением:

$$I_s = \frac{Q_p * \eta_s}{A_1} \text{ [Вт/м}^2\text{]}$$

$I_s$  [Вт/м<sup>2</sup>] – интенсивность излучения  
 $Q_p$  [Вт] – суммарная мощность панелей  
 $\eta_s$  [-] – лучистый КПД  
 $A_1$  [м<sup>2</sup>] – отапливаемая площадь

$\eta_s=0,71$  для средней температуры теплоносителя  $\Theta_m=80^\circ\text{C}$   
 $\eta_s=0,69-0,71$  для средней температуры теплоносителя  $\Theta_m<80^\circ\text{C}$   
 $\eta_s=0,71-0,75$  для средней температуры теплоносителя  $\Theta_m>80^\circ\text{C}$

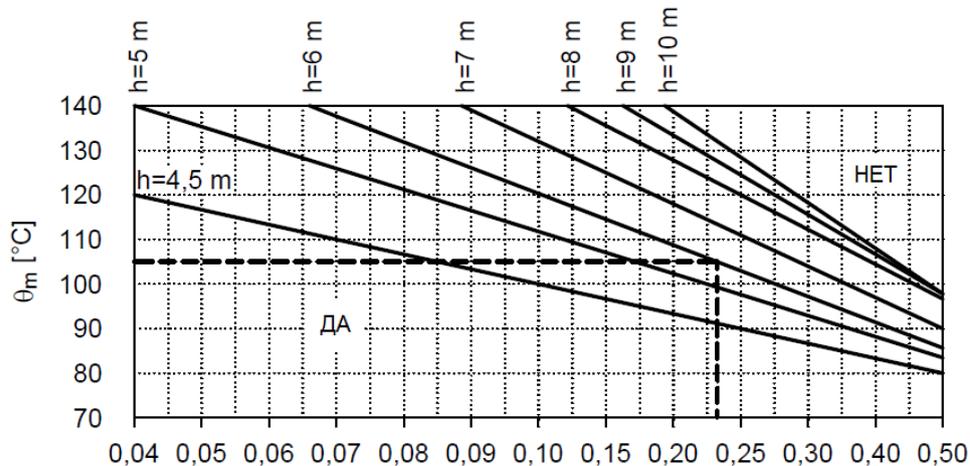
**Пример:**

$$Q=190\,000 \text{ Вт}; A_1=1080 \text{ м}^2; \theta_m = \frac{130+70}{2} = 100^\circ\text{C}; \eta_s=0,74;$$

$$I_s = \frac{190000 \cdot 0,74}{1080} = 130,2 \text{ Вт/м}^2 < 200 \text{ Вт/м}^2 - \text{подходит}$$

В дополнение к интенсивности излучения необходимо учитывать высоту подвеса панелей. Приблизительные значения могут быть определены с помощью диаграммы.

Диаграмма: Зависимость высоты подвеса отопительных панелей  $h$  от относительной площади отопительных панелей  $s_o$  и средней температуры теплоносителя  $\theta_m$ .



$$s_o = \frac{A_p}{A_1} [-]$$

$s_o$  [-] относительная площадь

$A_p$  [м<sup>2</sup>] – площадь отопительных панелей

$A_1$  [м<sup>2</sup>] – площадь пола

$\theta_m$  [°C] – средняя температура теплоносителя

$h$  [м] - высота подвеса панелей

**Пример:**

$$A_p=246 \text{ м}^2; A_1=1080 \text{ м}^2; h=6 \text{ м}; \theta_m = \frac{130+70}{2} = 100^\circ\text{C}; s_o = \frac{A_p}{A_1} = \frac{246}{1080} = 0,227$$

Из диаграммы  $s_o=0,227$ , максимальное значение средней температуры теплоносителя  $\theta_{m \max} = 105^\circ\text{C}$ , получаем  $\theta_m = 100^\circ\text{C}$ .

**2. Ассортимент**

**2.1 Конструкция отопительных панелей**

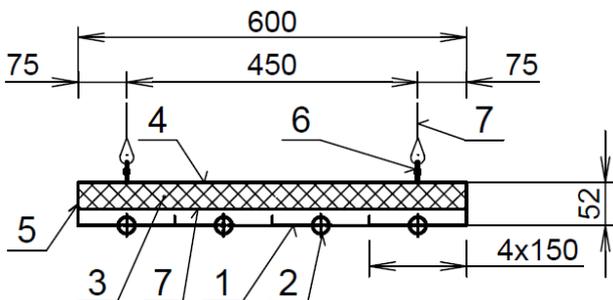


Рис.4 – Поперечное сечение панели

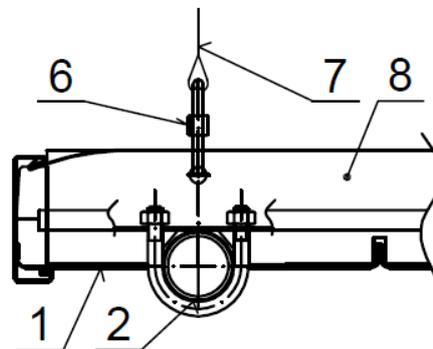


Рис.5 – Устройство подвеса панели

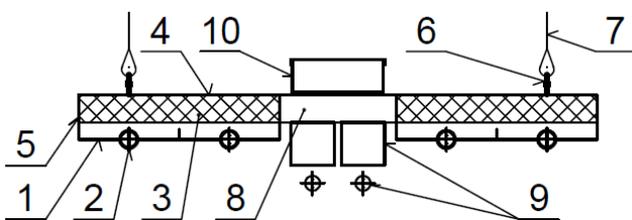


Рис.6 – Сочетание излучающих панелей с системой освещения (2 лампы)

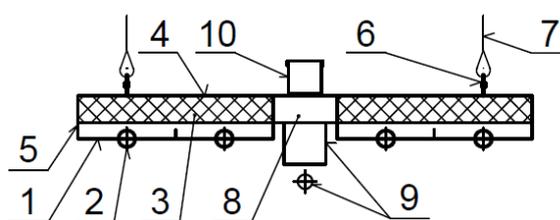


Рис.7 – Сочетание излучающих панелей с системой освещения (1 лампа)

Обозначения:

- 1 – Поверхность нагрева – алюминиевый лист толщиной 0,8 мм, порошковое покрытие, коэффициент излучения 0,93, цвет RAL 9001 (белый) по умолчанию
- 2 - Стальная труба, Ø 28x1,5
- 3 – Теплоизоляция – мат из минеральной ваты, толщина 40 мм, сопротивление теплопередаче 1 м<sup>2</sup> К/Вт, плотность 45 кг/м<sup>3</sup>, сверху покрыт алюминиевой фольгой, класс огнестойкости А2

- 4 – Алюминиевая фольга
- 5 - Алюминиевая пластина, сторона порошкового покрытия
- 6 – Карабин (входит в комплект)
- 7 – Система подвеса – узловая цепь Л32/3,1/12 с натяжным винтом или тросовая система Gripple с натяжным винтом
- 8 – Поперечная балка из оцинкованного листа
- 9 – Линейный светильник (по запросу)
- 10 – Короб для кабеля (по запросу)

Теплоноситель: теплая или горячая вода, пар – по запросу

Максимальное рабочее давление – 1,6 Мпа (PN16)

Максимальная рабочая температура - 140°C

**2.2 Варианты конструкции**

**HSP**

Стандартная версия исполнения со стальной трубой, цвет покрытия белый (RAL 9016).

**HSP COLOR**

За дополнительную плату отопительные панели могут поставляться окрашенными в любой цвет по шкале RAL. Доплата зависит от объемов поставки, в среднем составляет около 10%.

### HSP COOL

Одна и та же рабочая поверхность может обеспечивать отопление зимой и охлаждение в теплый период года. Специальное исполнение панелей, заключающееся в использовании коллекторов и регистров из нержавеющей стали, и в системе управления, предотвращающей образование конденсата.

### HSP SPORT

По запросу возможно изготовление отопительных панелей с защитной сеткой, предотвращающей попадание мяча на тыльную сторону панелей. Ячейка сетки мельче теннисного мяча.

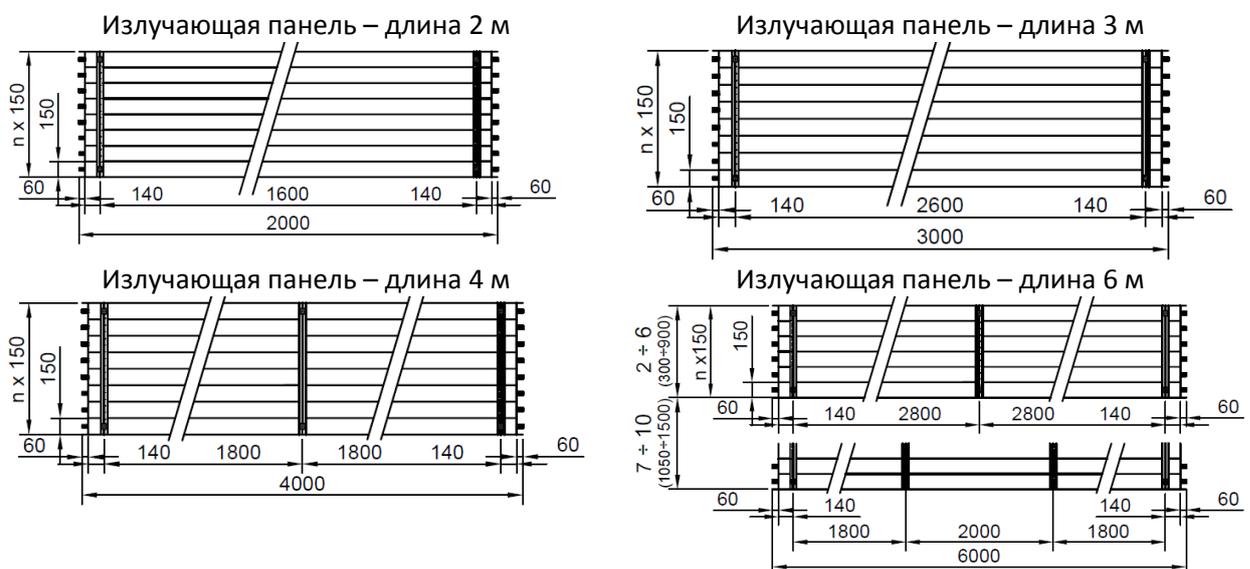
### HSP LIGHT

Благодаря модульной конструкции отопительных панелей, в них можно встроить систему освещения как на основе люминесцентных, так и на основе светодиодных источников света. Специальное исполнение панелей производится по запросу.

### 2.3 Специальное исполнение

Возможно нестандартное исполнение панелей по запросу. Нестандартное исполнение может выражаться, как в изменении длины панели (отличные от стандартных: 2, 3, 4, 6 м), так и в нетипичных конструкциях подвеса, нестандартном исполнении защитных кожухов и декоративных элементов, конечных и проходных регистров и т.д.

### 2.4 Размеры излучающих панелей



### Внимание!

Все панели с подготовкой под освещение длиной 3000 мм имеют три поперечные балки и шесть петель для подвеса и длиной 6000 мм – 4 поперечные балки и 8 петель для подвеса. Панели без подготовки под освещение длиной 6000 мм и шириной 1050 мм, 1200 мм, 1350 мм и 1500 мм имеют 4 поперечные балки на расстоянии 1800 мм, 2000 мм, 1800 мм. С подготовкой под освещение рекомендуется выбирать панели с четным количеством модулей, 300, 600, 900, 1200, 1500 мм шириной для достижения равномерной нагрузки на систему подвеса.

**2.5 Вес излучающих панелей**

Кол-во модулей	ширина (мм)	масса 2м (кг)		масса 3м (кг)		масса 4м (кг)		масса 6м (кг)		Объём 28x1,5 (л/м)
		рабочая	монтаж.	рабочая	монтаж.	рабочая	монтаж.	рабочая	монтаж.	
2	300	11,2	9,2	16,5	13,5	22,4	18,4	33	26,9	0,9817
3	450	16,1	13,1	23,7	19,2	32,4	26,4	47,6	38,6	1,4726
4	600	20,9	16,9	31	25	42,3	34,3	62,4	50,4	1,9635
5	750	25,8	20,8	38,3	30,8	52,1	42,1	77	62	2,4544
6	900	30,7	24,7	45,6	36,6	61,7	49,7	91,8	73,8	2,9452
7	1050	35,5	28,5	52,8	42,3	71,9	57,9	106,6	85,6	3,4361
8	1200	40,4	32,4	60	48	81,8	65,8	121,3	97,3	3,9270
9	1350	45,3	36,3	67,3	53,8	91,7	73,7	136,1	109,1	4,4178
10	1500	50,2	40,2	74,6	59,6	101,6	81,6	150,9	120,9	4,9087

**3. Тепловые характеристики панелей и регистров, в соответствии с EN 14037: 2004**

$$Q_1 = K \cdot \Delta \theta^n$$

$\Delta \theta$	Отопительная мощность панели [Вт/м]										Отопительная мощность регистра [Вт]										
	Ширина панели, мм										Ширина панели, мм										
	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500		300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500		
K	1,551 6	2,160 8	2,750 1	3,362 4	3,970 4	4,574 3	5,174 1	5,797 9	6,445 7		0,372 7	0,521 8	0,615 5	0,773	0,917 8	1,050 5	1,171 9	1,312 8	1,451 9		
n	1,193 1	1,197 2	1,201 2	1,202 1	1,202 9	1,203 8	1,204 6	1,199 4	1,194 2		1,139 7	1,181 9	1,224 1	1,233 7	1,243 3	1,252 9	1,262 5	1,264 1	1,265 6		
[K]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]	[Вт/м]		[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	
20	55	78	100	123	146	168	191	211	231		11	18	24	31	38	45	51	58	64		
22	62	87	113	138	163	189	214	236	258		12	20	27	35	43	50	58	65	72		
25	72	102	131	161	191	220	250	275	301		15	23	32	41	50	59	68	77	85		
27	79	112	144	177	209	242	274	302	330		16	25	35	45	55	65	75	84	94		
30	90	127	164	201	237	274	311	343	374		18	29	40	51	63	74	86	97	107		
32	97	137	177	217	257	297	336	370	404		19	31	43	55	68	81	93	105	116		
35	108	152	197	241	286	330	375	412	450		21	35	48	62	76	90	104	118	131		
37	115	163	210	258	306	353	401	471	481		23	37	51	66	82	97	112	126	140		
40	127	179	231	283	336	388	440	484	528		25	41	56	73	90	107	123	139	155		
42	134	189	245	300	364	411	467	513	559		26	43	60	78	96	113	131	148	164		
45	146	206	266	327	387	447	507	557	607		29	47	65	85	104	124	143	161	180		
47	153	217	280	344	408	471	534	587	640		30	49	68	89	110	131	151	170	190		
50	165	234	302	371	439	508	576	632	689		32	53	74	96	119	141	164	184	205		
52	173	245	317	388	460	532	604	663	722		33	56	78	101	125	148	172	194	215		
55	185	262	339	416	492	569	646	709	772		36	59	83	108	134	159	185	208	231		
57	193	273	353	434	514	594	674	740	805		37	62	87	113	140	166	193	218	242		
60	205	291	379	461	547	632	717	787	857		40	66	92	121	149	178	206	232	258		
62	213	302	391	480	568	658	746	811	891		41	68	96	126	155	185	215	242	269		
65	226	320	414	508	602	696	790	866	942		43	72	102	133	165	196	228	257	289		
67	234	332	429	527	624	722	819	898	977		45	75	106	138	171	204	237	267	297		
70	247	350	453	555	658	761	864	947	1030		47	79	112	146	181	215	250	282	314		
75	268	380	492	603	715	827	939	1029	1118		51	86	121	159	197	235	273	308	343		
80	289	410	531	652	773	894	1015	1111	1208		55	93	131	172	213	255	296	334	372		
85	311	441	571	701	831	961	1091	1195	1298		59	99	142	185	230	274	320	361	401		
90	333	472	612	751	890	1030	1169	1280	1390		63	106	152	199	247	295	343	387	432		
95	355	504	653	798	950	1099	1248	1366	1483		67	113	162	213	264	316	368	415	462		
100	377	536	694	853	1011	1169	1327	1452	1576		71	121	173	227	281	337	392	443	493		
105	400	568	736	904	1073	1240	1408	1540	1671		75	128	183	241	299	358	417	471	525		
110	423	600	779	956	1133	1311	1489	1628	1766		79	135	194	255	317	379	443	500	556		

$$\Delta \theta = \frac{\theta_{m1} + \theta_{m2}}{2} - \theta_i \text{ [K]}$$

Где:  $\theta_{m1}$  – температура теплоносителя подающей линии

$\theta_{m2}$  – температура теплоносителя обратной линии

$\theta_i$  – температура воздуха в помещении

**4. Регулирование мощности излучающих панелей**

Для регулирования мощности излучающих панелей рекомендуется использовать эквитермный регулятор. Наиболее прогрессивным решением считается комбинация эжектора и контроллера с программной оптимизацией (рис. 9). Контроллер постоянно оценивает изменение температур (Температуру наружного воздуха  $\theta_e$ ; температуру внутреннего воздуха  $\theta_g$ ; температуру теплоносителя  $\theta_{m1}$ ). За короткий период оценивается характер здания и отопительной системы (инерция, время нагрева и т.д.). И на основании этих данных вносит оптимизирующие поправки в работу системы отопления. Это позволяет снизить потребление тепла в рабочем режиме при сохранении оптимальных параметров микроклимата. Также рекомендуется использовать схему регулирования с применением трехходового клапана и насоса (рис.8a) или схему регулирования с двухходовым смесительным клапаном и насосом (рис.8b).

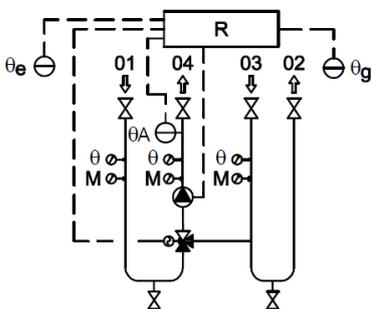


Рис.8a – Принципиальная схема регулирования с 3-х ходовым клапаном и циркуляционным насосом

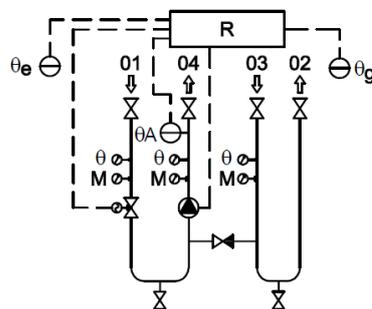


Рис.8b – Принципиальная схема регулирования с 2-х ходовым клапаном и циркуляционным насосом

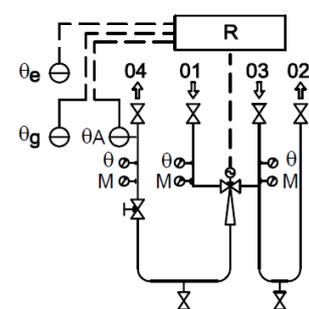


Рис.8c – Принципиальная схема регулирования с эжектором, без циркуляционного насоса

Обозначения: 01 – подача первичного контура, 02 – обратка первичного контура, 03 – обратка вторичного контура, 04 – подача вторичного контура

### 5. Гидравлические характеристики

$\varepsilon=0,045$ мм	Труба - Ø 28 x 1,5 мм								
	60°C			80°C			100°C		
	w	R	Z	w	R	Z	w	R	Z
[кг/ч]	[м/с]	[Па/м]	[Па]	[м/с]	[Па/м]	[Па]	[м/с]	[Па/м]	[Па]
260	0,15	16	11	0,15	14	11	0,15	14	11
280	0,16	17	13	0,16	16	12	0,17	17	14
300	0,17	19	14	0,17	18	14	0,18	19	16
320	0,18	22	16	0,19	22	18	0,19	21	17
340	0,20	26	20	0,20	24	19	0,20	23	19
360	0,21	28	22	0,21	27	21	0,21	25	21
380	0,22	31	24	0,22	29	24	0,22	27	23
400	0,23	33	26	0,23	31	26	0,24	32	28
420	0,24	36	28	0,24	34	28	0,25	34	30
440	0,25	39	31	0,26	39	33	0,26	37	32
460	0,26	42	33	0,27	42	35	0,27	40	35
480	0,28	48	39	0,28	45	38	0,28	42	38
500	0,29	51	41	0,29	48	41	0,30	48	43
530	0,31	57	47	0,31	54	47	0,31	51	46
560	0,32	61	50	0,33	61	53	0,33	58	52
600	0,35	72	60	0,35	68	60	0,35	64	59
630	0,36	76	64	0,37	75	67	0,37	71	66
670	0,39	87	75	0,39	83	74	0,40	83	77
71	0,41	96	83	0,41	91	82	0,42	91	84
750	0,43	105	91	0,44	104	94	0,44	99	93
800	0,46	119	104	0,47	117	107	0,47	112	106
850	0,49	133	118	0,49	127	117	0,50	126	120
900	0,52	149	133	0,52	142	131	0,53	140	134
950	0,55	165	149	0,55	157	147	0,56	156	150
1000	0,58	182	165	0,58	174	163	0,59	172	167
1050	0,60	194	177	0,61	191	181	0,62	189	184
1100	0,63	213	195	0,64	209	199	0,65	207	202
1150	0,66	232	214	0,67	228	218	0,68	226	221
1200	0,69	252	234	0,70	248	238	0,71	245	241
1250	0,72	273	255	0,73	269	259	0,74	265	262
1300	0,75	295	277	0,76	290	281	0,77	286	284
1400	0,81	341	323	0,82	335	327	0,83	330	330
1500	0,86	382	364	0,87	375	368	0,89	378	379
1600	0,92	434	416	0,93	426	420	0,95	429	432

$m$  [кг/ч] – массовый расход теплоносителя  
 $w$  [м/с] – скорость движения теплоносителя  
 $R$  [Па/м] – удельные потери давления  
 $Z$  [Па] – местные потери давления

Для производства водяных инфракрасных потолочных панелей применяются стальные трубы Ø28 x 1,5 мм. Панели монтируются в горизонтальном положении без уклона. Чтобы предотвратить проникновение воздуха в теплоноситель, скорость его движения должна быть не ниже  $w_0 > 0,15$  м/с. Автоматический воздухоотводчик рекомендуется устанавливать на обратном трубопроводе.

**6. Размещение отопительных панелей в помещении**

Существенное влияние на равномерность нагрева при лучистом отоплении оказывает влияние геометрии отапливаемого помещения на коэффициент излучения отопительных панелей (рис. 11 и 12). При равномерном размещении поверхности нагрева и одинаковой температуре коэффициент излучения значительно отличается у панелей, находящихся в середине помещения, от тех, что расположены по краям.

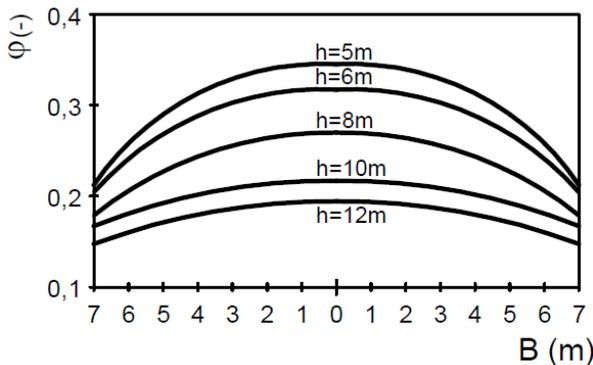


Рис.11 – Коэф. излучения в узких помещениях

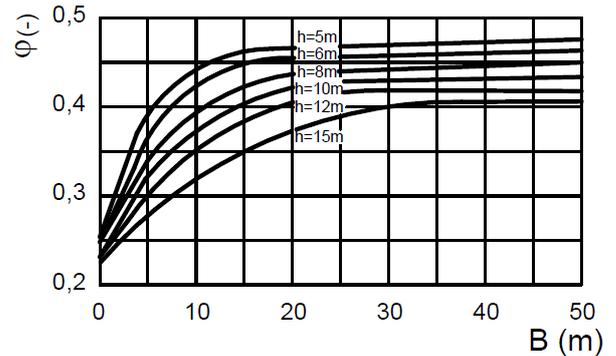


Рис.12 – Коэф. излучения в широких помещениях

Кроме того, теплопотери еще выше в местах, где наружные стены образуют угол. Существует два способа достижения создания системы отопления, обеспечивающую равномерные нагрев всего помещения при сохранении температуры теплоносителя: увеличение ширины отопительных панелей по краям объекта(рис.13) или уменьшение расстояния между отопительными полосами (рис.14).

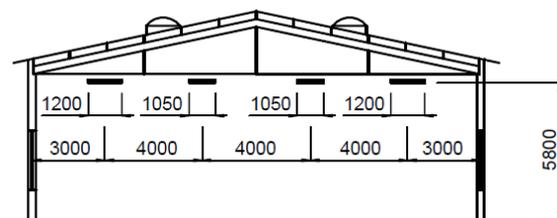


Рис.13 Увеличение ширины панелей по краям помещения (тип соединения – змеевик)

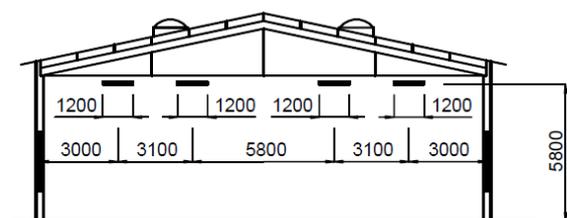


Рис.14 Неравномерное расстояние между панелями одинаковой ширины

Для широких отапливаемых помещений данный принцип сохраняется, как видно на рис. 15, ширина инфракрасных панелей увеличивается при приближении к наружной стене.

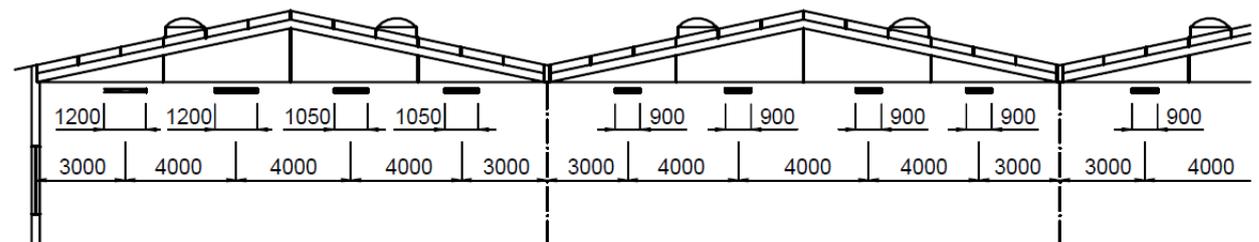


Рис.15 Ширина панели в зависимости от расположения от наружной стены

Для достижения равномерного отопления инфракрасные панели рекомендуется подвешивать со следующим шагом:

- Панели шириной  $\leq 0,5$  м...  $L_1, L_2 \dots L_n = h - 0,5$  м
- Панели шириной  $> 0,5$  м...  $L_1, L_2 \dots L_n = h$
- Для больших площадей остекления по периметру стен...  $L_0 = 0,3 h$
- Для хорошо утепленных наружных стен...  $L_0 = 0,5 h$

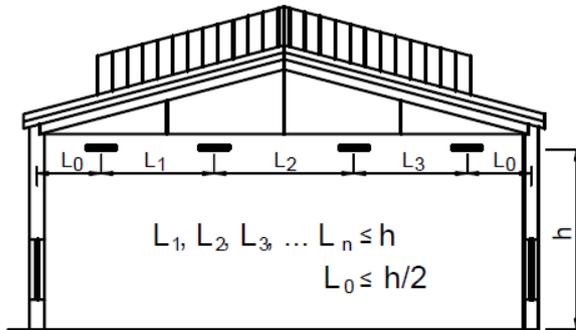


Рис. 16 Максимальное расстояние между панелями в поперечном направлении

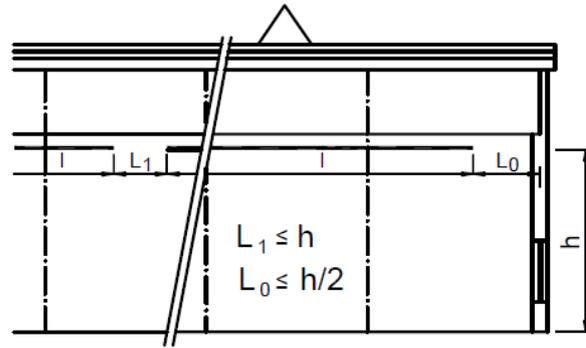


Рис. 17 Максимальное расстояние между панелями в продольном направлении

### 7. Гидравлические контуры системы инфракрасного отопления

В основе модульной системы потолочного инфракрасного водяного отопления Huch HSP лежит рабочая излучающая поверхность, которая нагревается за счет трубок с циркулирующим в них теплоносителем. Распределительные трубопроводы занимают малую долю в отопительной системе. Отопительные полосы могут включать в себя как широкие, так и узкие отопительные панели, в зависимости от тепловой нагрузки в конкретной части отапливаемого помещения. Параметры теплоносителя влияют на способ подключения. Главное требование при организации инфракрасного отопления – минимальная скорость движения теплоносителя должна быть не менее 0,15 м/с, это условие позволяет подвешивать отопительные панели горизонтально, без уклона, и устанавливать воздухоотводчик в конце отопительного пояса.

Пояса панелей инфракрасного отопления могут быть подключены последовательно или параллельно. Последовательное соединение («змейвик») может быть выбрано при невысоких температурах теплоносителя  $\Theta \leq 20$  К;  $L_{max} = 40$  м ( Рис. 18, 19а, 19b). Средняя температура теплоносителя по всей длине полосы одинаковая.

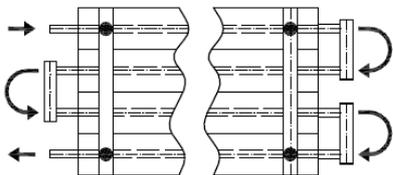


Рис.18 Схема подключения панелей «змейвик», четное число модулей

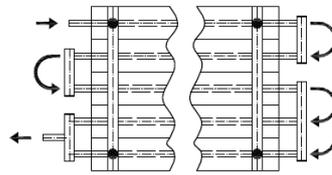


Рис. 19а Соединение при нечетном количестве модулей, подключение с одной стороны

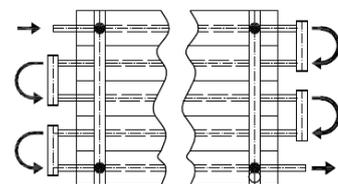


Рис.19b Соединение при нечетном количестве модулей, подключение с разных сторон

Подключение параллельно (с помощью регистра) позволяет создавать очень длинные полосы (до 180 м, при большой разнице температур, например, 130/70°C) (рис. 20).

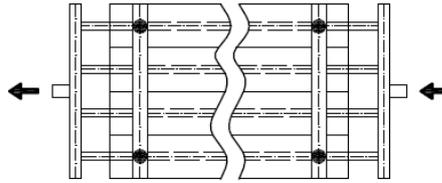


Рис. 20 Схема соединения панелей в регистр

Равномерность нагрева достигается также за счет подходящего типа соединения подающих и обратных поясов. Средние температуры поясов в поперечном сечении в верхней и нижней части помещения по всей дине одинаковы. Пояса с более высокой температурой крепятся рядом с наружными стенами, более прохладные – в центре помещения. Компенсация повышенных теплопотерь с торца здания компенсируются за счет увеличения поверхности нагрева панелей (Рис. 21, 22, 23).

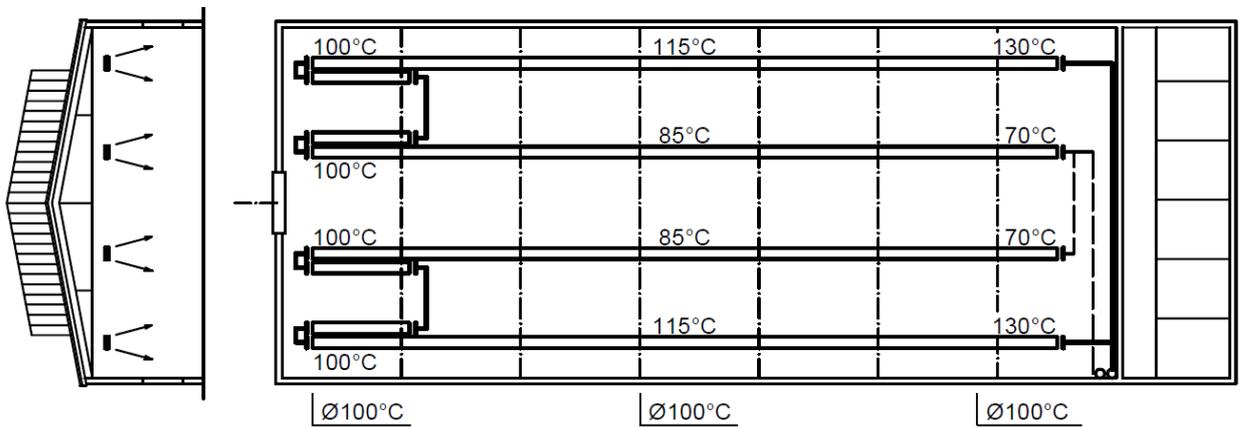


Рис. 21 Последовательное подключение поясов – сдвоенные пояса у наружной торцевой стены

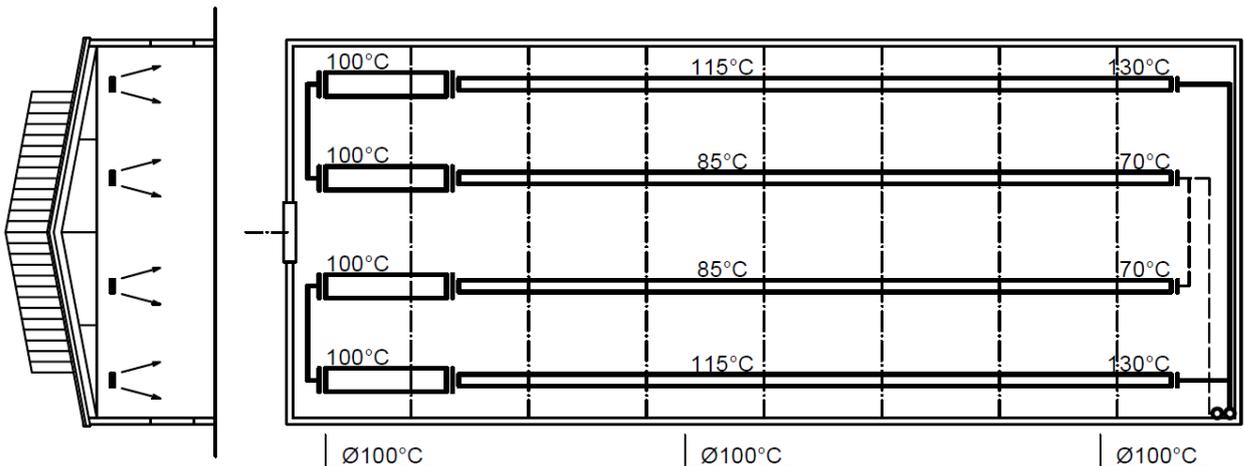


Рис. 22 – Последовательное подключение – более широкие панели у наружной торцевой стены

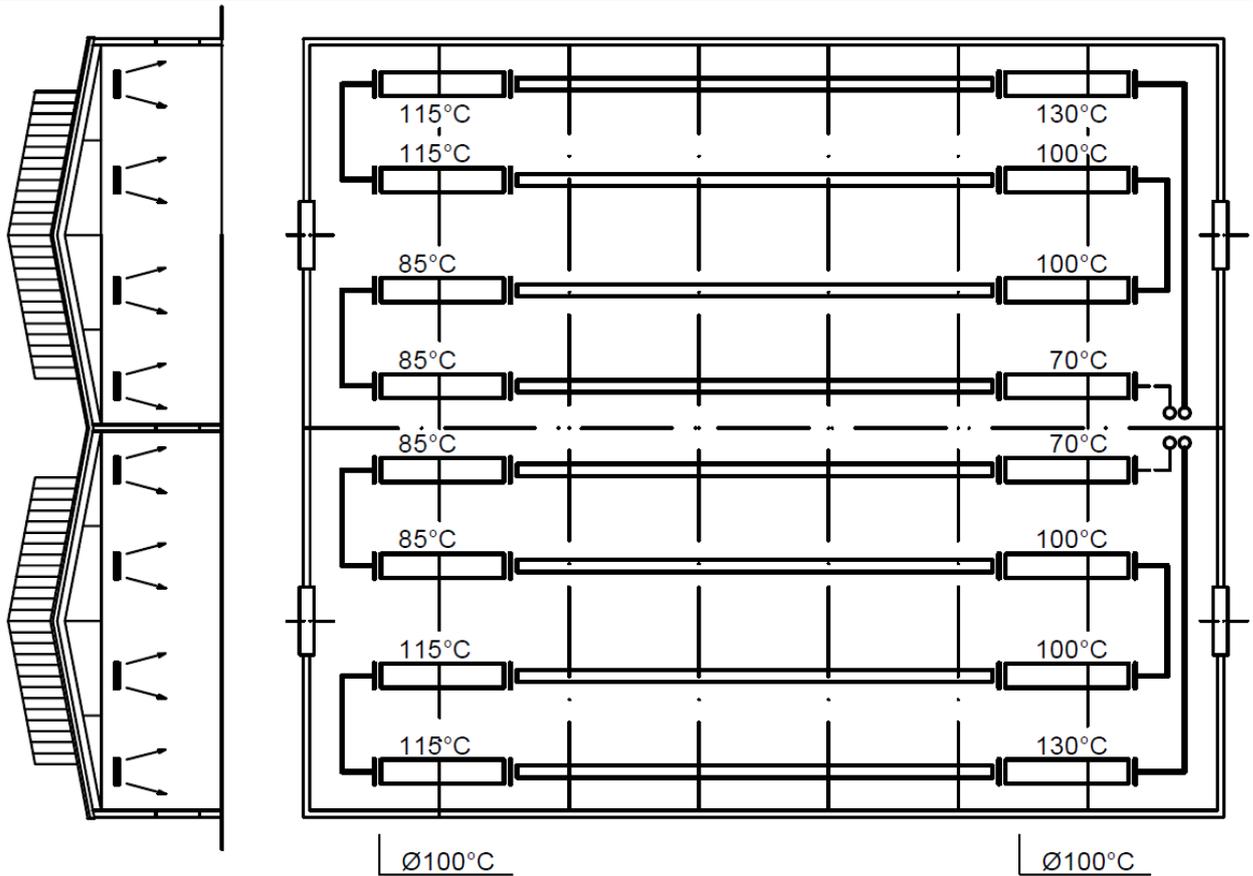


Рис. 23 Последовательное подключение поясов – более широкие панели у торцевых наружных стен

Модульная система позволяет реализовать способы создания поверхностей нагрева для организации системы отопления в условиях специфичных технологических объектов. В качестве примера можно привести промышленное здание с установленной производственной линией. Во всем помещении поддерживается рабочая температура воздуха, система отопления контролируется с рабочего месте оператора.

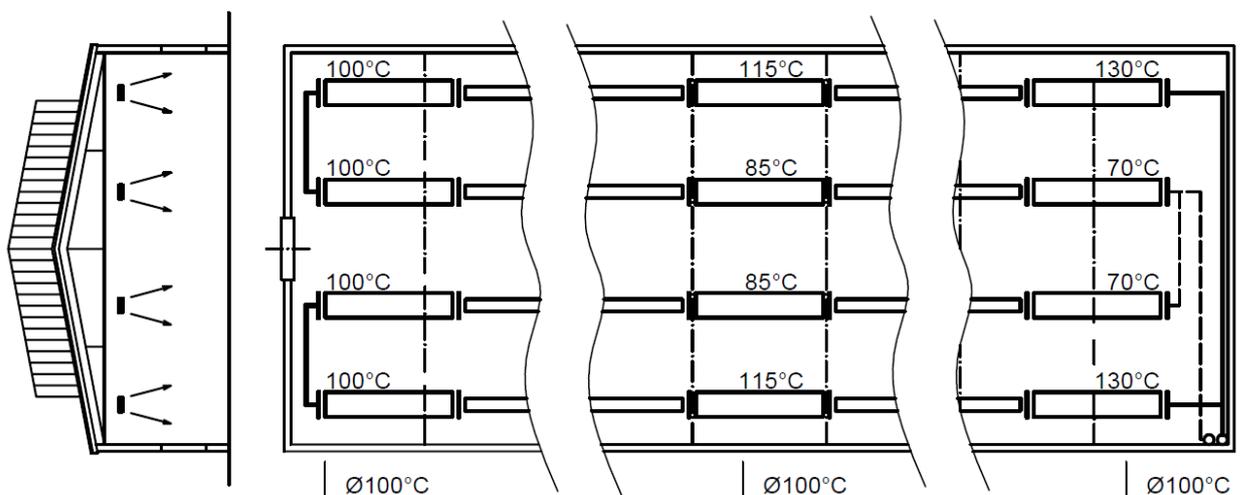


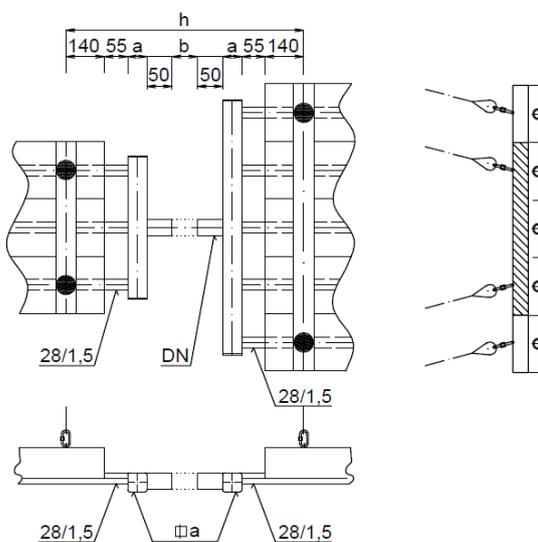
Рис.24 Пример системы отопления в производственном помещении с временным пребыванием рабочего персонала

На схеме показаны минимальные длины распределительных трубопроводов. Подключение одновременно параллельное и последовательное, температуры теплоносителя на входе и на

выходе имеют значительную разницу. В соответствии с требованиями, все полосы должны быть оснащены запорным клапаном на подаче и обратной линии, и воздухоотводчиком только на обратной линии. Определение номинального диаметра запорного клапана является частью проекта. Регистры панелей устроены так, что весь воздух направляется в автоматический воздухоотводчик, расположенный в конце отопительного пояса. Соединение панелей осуществляется с помощью пресс-фитинга, сварки или гофрированной трубы (рис. 25).

**7.1 Соединение излучающих панелей различной ширины**

Обе панели оснащены концевыми регистрами. Исполнение регистров по заказу может быть выполнено в трех вариантах: сварка, пресс-фитинг (рис.25а) или гофрированная труба (рис. 25b). Размер регистров рассчитывается в проекте. Рекомендуется, чтобы размеры выходов из регистров панелей, соединяющихся в единый контур имели одинаковые размеры. Это облегчит монтаж панелей.



- Фa – Профиль регистра (мм)
- a – ширина регистра (мм)
- b – Расстояние соединения (мм)
- b=0 мм соединение сваркой
- b=в зависимости от диаметра муфты, например 10 мм
- b=для гофрированного патрубка, например 300 мм
- h – расстояние между точками подвеса (мм)

Рис. 25 Соединение панелей различной ширины

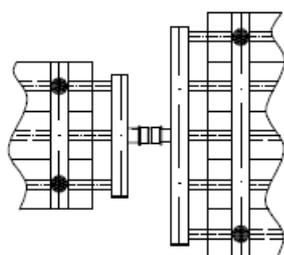


Рис. 25а Соединение пресс-муфта

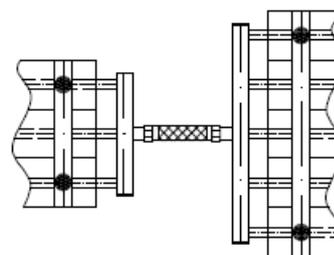


Рис.25b Соединение гофрированный патрубков

**8. Подбор и монтаж панелей инфракрасного отопления**

**8.1 Подвешивание**

Панели инфракрасного отопления поставляются в стандартных размерах (см. Ассортимент), оборудованные точками подвеса, принципиальная схема устройства точки подвеса приведена на рис.5. Максимальная и заявленная рабочая нагрузка в каждой точке подвеса для каждого типа панелей приведены в таблице ниже. Подвешивание осуществляется в точках подвеса, в которых установлены карабины с резьбой.

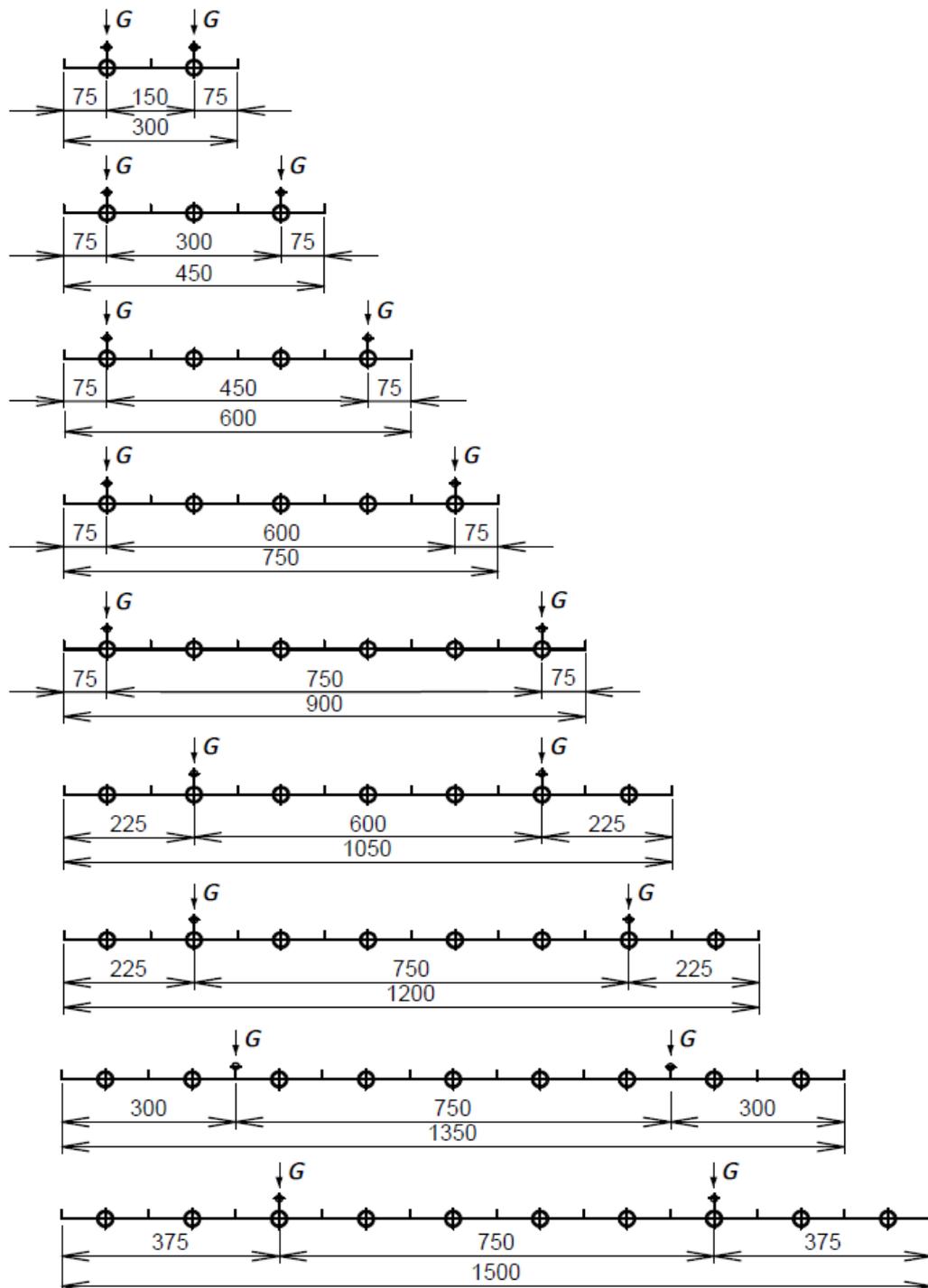


Рис. 26 – Схема размещения подвесных петель

Ширина 300 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	2,9	4,2	3,7	5,5
	Кол-во петель	4	4	6	6
Ширина 450 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	4,0	6,0	5,4	8,0
	Кол-во петель	4	4	6	6
Ширина 600 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	5,3	7,8	7,1	10,4
	Кол-во петель	4	4	6	6
Ширина 750 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	6,5	9,6	8,7	12,8
	Кол-во петель	4	4	6	6
Ширина 900 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	7,7	11,3	10,3	15,3
	Кол-во петель	4	4	6	6
Ширина 1050 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	8,9	13,2	12	13,3
	Кол-во петель	4	4	6	8
Ширина 1200 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	10,1	15,0	13,6	15,2
	Кол-во петель	4	4	6	8
Ширина 1350 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	11,4	16,9	15,3	17,1
	Кол-во петель	4	4	6	8
Ширина 1500 мм	Длина (м)	2	3	4	6
	Вес (кг)	12,6	18,7	17,0	18,9
	Кол-во петель	4	4	6	8

Табл.3 Рабочая нагрузка на точки подвеса

## 8.2 Принципы подвеса панелей

Для отопительных поясов длиной более 24 м рекомендуется использовать способ подвеса по схеме V при монтаже первых 12 метров. Это позволит удерживать поясую прямолинейное положение. Способ подвеса H подходит для отопительных полос длиной менее 24 м и коротких подвесных цепях. Способ подвеса A используется для узких отопительных поясов. Примеры подвеса приведены на рис. 27.

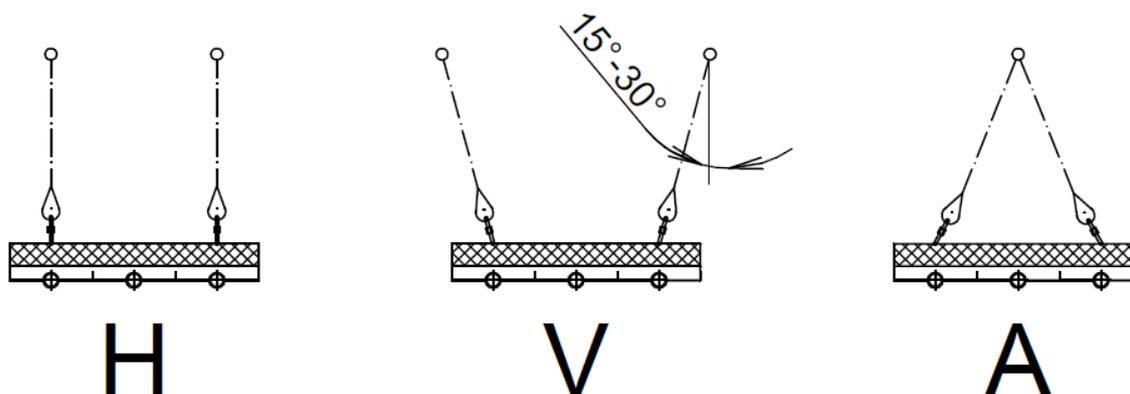


Рис. 27 – Возможные способы подвеса отопительных поясов

**8.3 Длины подвесов**

Для компенсации температурного расширения отопительных панелей необходимо правильно подобрать соответствующую длину подвеса. Длина подвеса зависит от длины отопительного пояса, собранного из отдельных инфракрасных отопительных панелей, и максимальной температуры теплоносителя. Минимальная длина повеса указана в таблице.

**Зависимость удлинения отопительного пояса от температуры теплоносителя:**

$$\Delta l = \frac{L_p}{2} * \Delta\theta * \alpha \text{ [м]}; \Delta\theta = \theta_m - \theta_i \text{ [K]}$$

Где:

$\Delta l$  – удлинение половины отопительного пояса при  $\Delta\theta$

$L_p$  – исходная длина отопительного пояса [м]

$\Delta\theta$  – рабочий перепад температур [K], разница температуры подачи  $\theta_m$  и температуры воздуха в помещении  $\theta_i$

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения (для стали  $\alpha=12*10^{-6}$  [1/K])

Минимальная длина подвеса	Макс. температура теплоносителя	Длина отопительного пояса до
[м]	[°C]	[м]
0,25	130	40
0,35	130	60

Выше приведен расчет увеличения длины отопительного пояса при температурной деформации с одной стороны. Воображаемая точка (РВ) находится по центру отопительного пояса (рис. 28). Значение  $\Delta l$  необходимо учитывать при расчёте концевой точки подвеса пояса. Проверьте, находится ли концевой подвес в вертикальном положении при монтаже и сохранит ли он допустимое отклонение при заполнении системы отопления горячем теплоносителем. Схема этапов, выполняемых при подвесе приведена на рис.29. Для коротких длин подвеса, указанных в таблице, рекомендуется для крайних шарниров сделать «предварительный подвес», т.е. основное положение в холодном состоянии сместить на  $\Delta l/2$  к центру отопительной полосы. При поступлении в систему теплоносителя с максимальной расчетной температурой, отопительная полоса будет удлиняться и отклонение крайнего подвеса от вертикальной оси составит  $\Delta l/2$  по направлению от центра. При расчете подвеса, учитывается только удлинение стальной трубы за счет температурного расширения. Отопительные ламели и декоративные элементы выполнены из алюминия, их тепловое расширение не влияет на геометрию отопительных полос, в виду конструктивных особенностей.

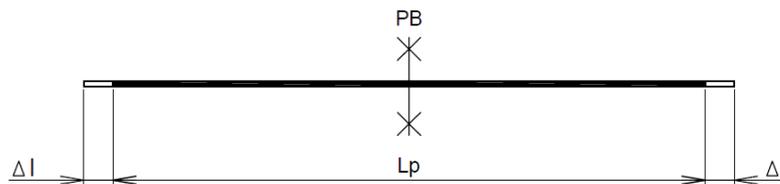


Рис. 28 Тепловое расширение отопительного пояса

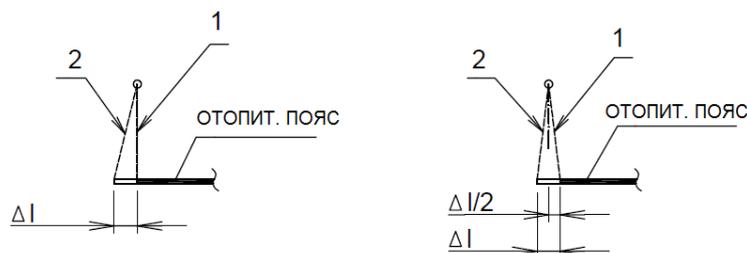


Рис.29 Предварительное подвешивание отопительного пояса

1 – состояние при монтаже, 2- рабочее состояние

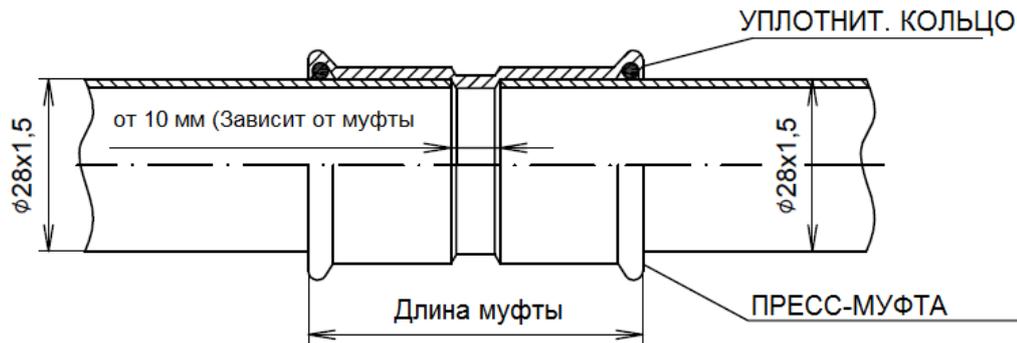


Рис. 30 Соединительная пресс-муфта

**Обратите внимание!**

- Пресс-муфты с уплотнительными кольцами черного цвета предназначены для работы при макс. температуре 120°C, красного цвета - 160°C;
- Если соединительные пресс-муфты используются при соединении поясов длиной от 24 м, необходимо учитывать удлинение трубок при температурном расширении не менее 10 мм.

**9. Порядок формирования заказа**

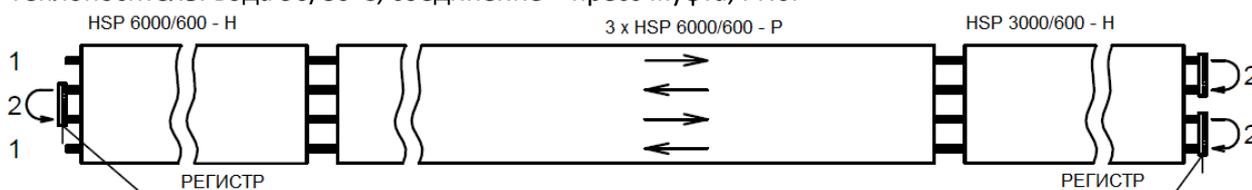
Водяные инфракрасные потолочные панели производятся в следующих размерах: длина 2000, 3000, 4000 и 6000 мм, ширина 300, 450, 600, 750, 900, 1050, 1200, 1350 и 1500 мм. Для того, чтобы минимизировать затраты на транспортировку и монтаж оборудования, рекомендуется собирать отопительные поясы из панелей длиной 6000 мм.

Примеры отопительных поясов:

- 1) Модульная панель инфракрасного водяного отопления HSP 57000/600 -2К с параллельным током теплоносителя, с концевыми регистрами со штуцером DN50.  
 Состав: 1 x HSP 6000/600 – К R2” + HSP 6000/600 – P + 1 x HSP 3000/600 – К R2”  
 Теплоноситель: вода 110/70°C, соединение – пресс-муфта, PN16.



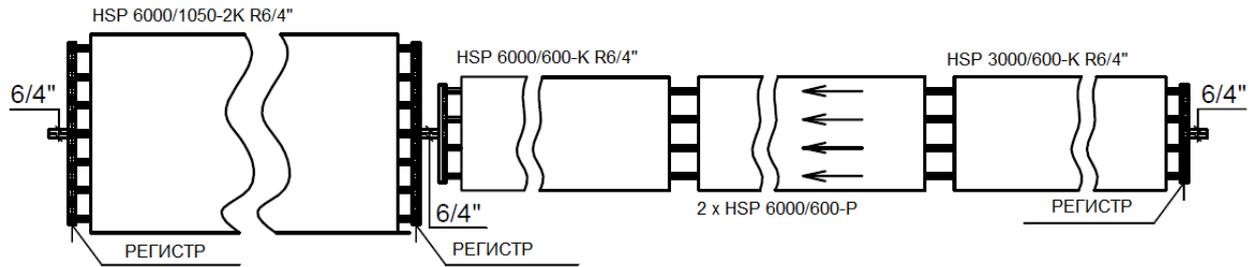
- 2) Модульная панель инфракрасного водяного отопления HSP 27000/600 – 2Н последовательное подключение.  
 Состав: 1 x HSP 6000/600 – Н-1-2-1 + 3 x HSP 6000/600 – P + 1 x HSP 3000/600 – Н-2-2  
 Теплоноситель: вода 90/80°C, соединение – пресс-муфта, PN6.



- 3) Модульная панель инфракрасного водяного отопления HSP 6000/1050 – 2К R6/4” +HSP 21000/600 – 2К R6/4” с параллельным подключением.  
 Состав: 1 x HSP 6000/1050 – 2К R6/4” + 1 x HSP 6000/600 – К R6/4” + 2 x HSP 6000/600 – P + 1

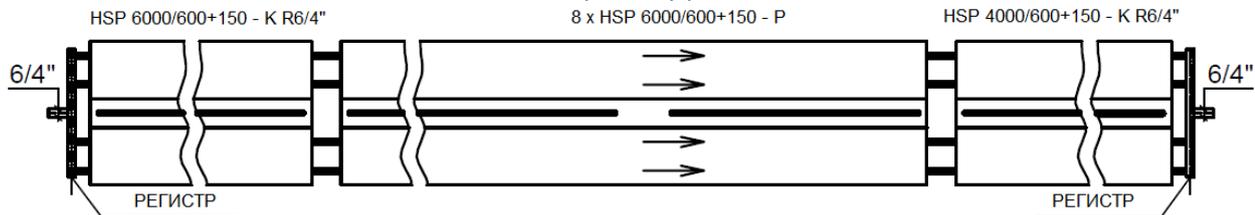
х HSP 3000/600 – К R6/4”.

Теплоноситель: вода 110/70°C; соединение – пресс-муфта, PN16.



- 4) Модульная панель инфракрасного водяного отопления HSP 6000/1050+150 – 2К с параллельным подключением, концевые регистры с концевыми штуцерами R6/4”, интегрированная с подготовкой под установку линейных светильников – ширина 150 мм.  
Состав: 1 х HSP 6000/600+150 – К R6/4” + 8 х HSP 6000/600+150 – P + 1 х HSP 4000/600+150 – К R6/4”.

Теплоноситель: вода 70/50°C; соединение – пресс-муфта, PN6.



Офис и склад ООО «Хух ЭнТЕК РУС» расположены по адресу:  
117623, г. Москва, ул. Мелитопольская 2-я, д.4а, стр.40, офис.320  
Тел.: +7 495 249 04 59  
www.huchentec.ru  
e-mail: info@huchentec.ru

