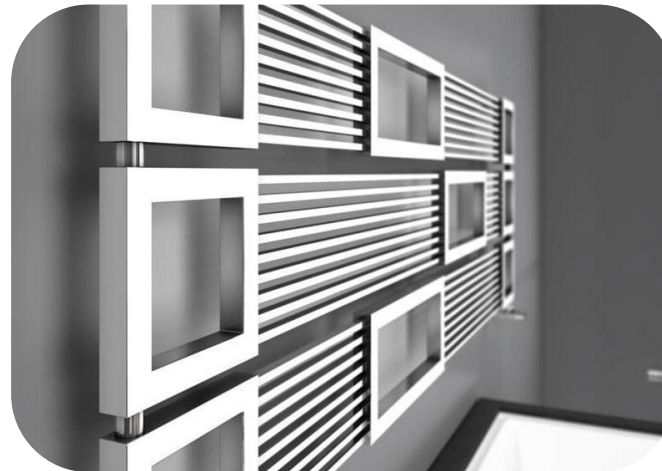




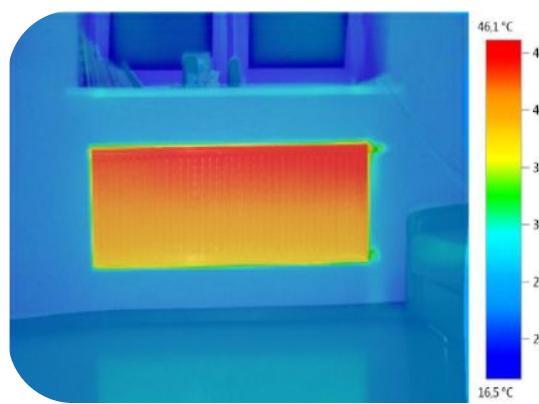
Подбор отопительных приборов

Отопительный прибор – один из основных элементов систем отопления, предназначенный для передачи теплоты от теплоносителя в помещение



Требования, предъявляемые к отопительным приборам

Санитарно-гигиенические

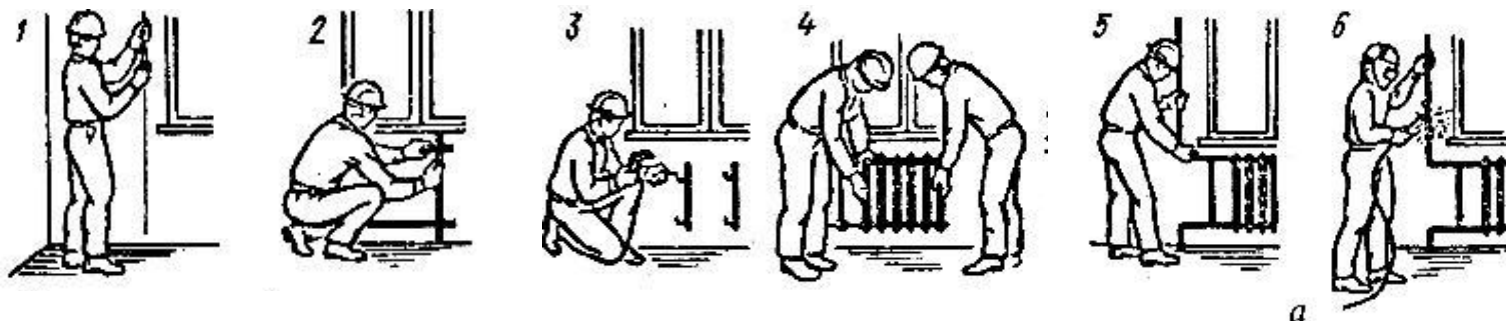


Экономические

Архитектурно-строительные



Производственно-монтажные



Эксплуатационные



Теплотехническое требование к отопительным приборам:

обеспечение наибольшего теплового потока от теплоносителя в помещения через единицу площади прибора при прочих равных условиях (расход и температура теплоносителя, температура воздуха, место установки и т.д.).

Для выполнения этого требования прибор должен **обладать повышенным значением коэффициента теплопередачи k**

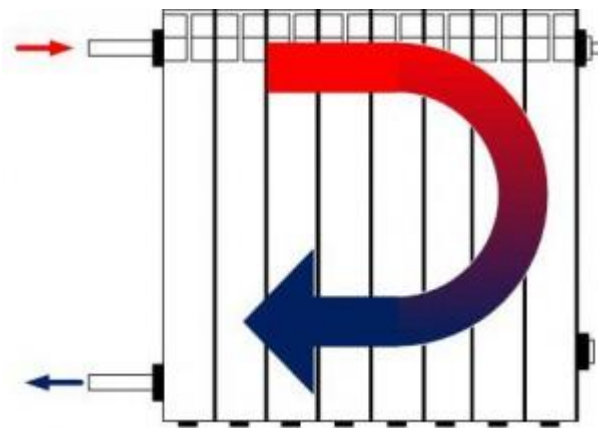
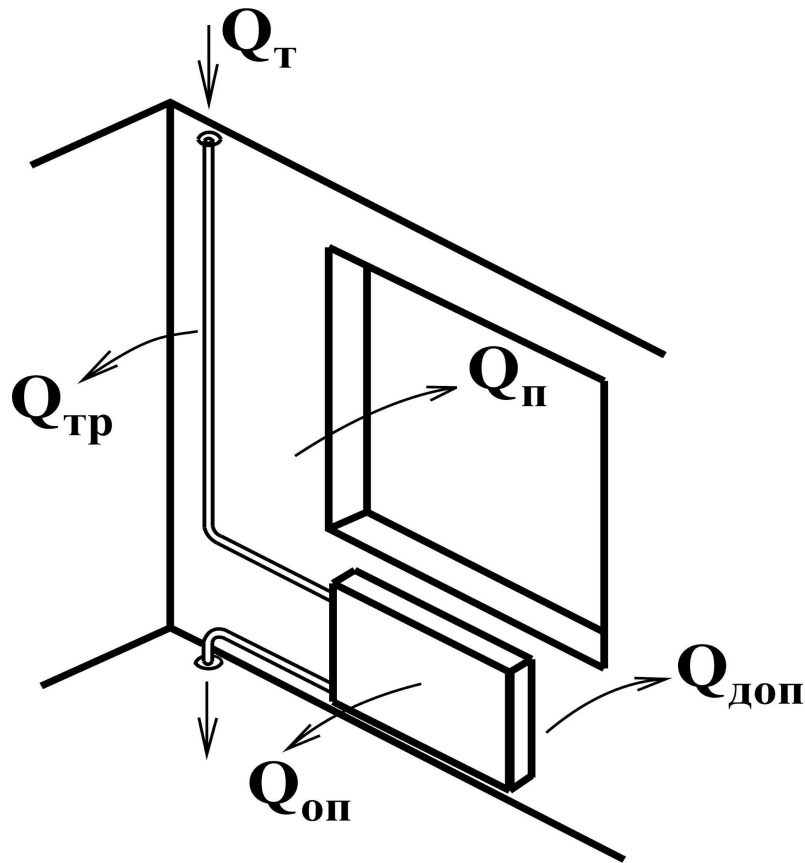


Схема теплоотдачи отопительного прибора



$$Q_{п} = Q_{оп} + Q_{тр}$$

$$Q_T = Q_{п} + Q_{доп}$$

$Q_{п}$ — теплотребность помещения, Вт

$Q_{оп}$ — теплоотдача отопительного прибора, Вт

$Q_{тр}$ — теплоотдача от трубной разводки, Вт

Q_T — требуемая теплоподача для отопления, Вт

$Q_{доп}$ — дополнительная теплотребность, Вт

Каждый отопительный прибор должен иметь определенную площадь нагревательной поверхности, рассчитываемую в соответствии с требуемой теплоотдачей прибора.

Классификация отопительных приборов

1. **Радиационные приборы**, передающие излучением не менее 50 % общего теплового потока. К первой группе относятся потолочные отопительные панели и излучатели.
 2. **Конвективно-радиационные приборы**, передающие конвекцией от 50 до 75 % общего теплового потока. Вторая группа включает радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные панели.
 3. **Конвективные приборы**, передающие конвекцией не менее 75 % общего теплового потока. К третьей группе принадлежат конвекторы и ребристые трубы.
- 

Потолочные отопительные панели



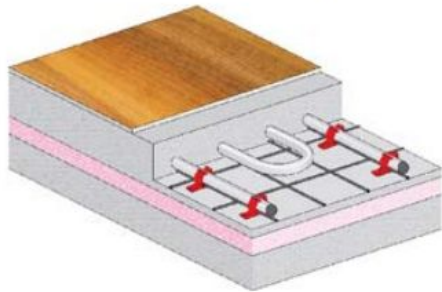
Применение

Промышленные и складские помещения, цеха, ангары, гаражи, выставочные и спортивные залы, открытые площадки, строительные объекты, помещения с высокими потолками и плохой теплоизоляцией. В технологических процессах нагрева и сушки материалов.

Преимущества

- Мощный направленный обогрев в любых условиях;
- Сохраняют высокую эффективность даже на ветру и при отрицательных температурах;
- Установка на потолке сохраняет свободу рабочей зоны и исключает возможность ожога;
- Возможность локального применения;

К панельно-лучистым приборам относятся подвесные панели (экраны) и панели напольного отопления (теплые полы). Являются сложными конструктивными приборами, теплоотдача от которых осуществляется в основном радиационным способом.

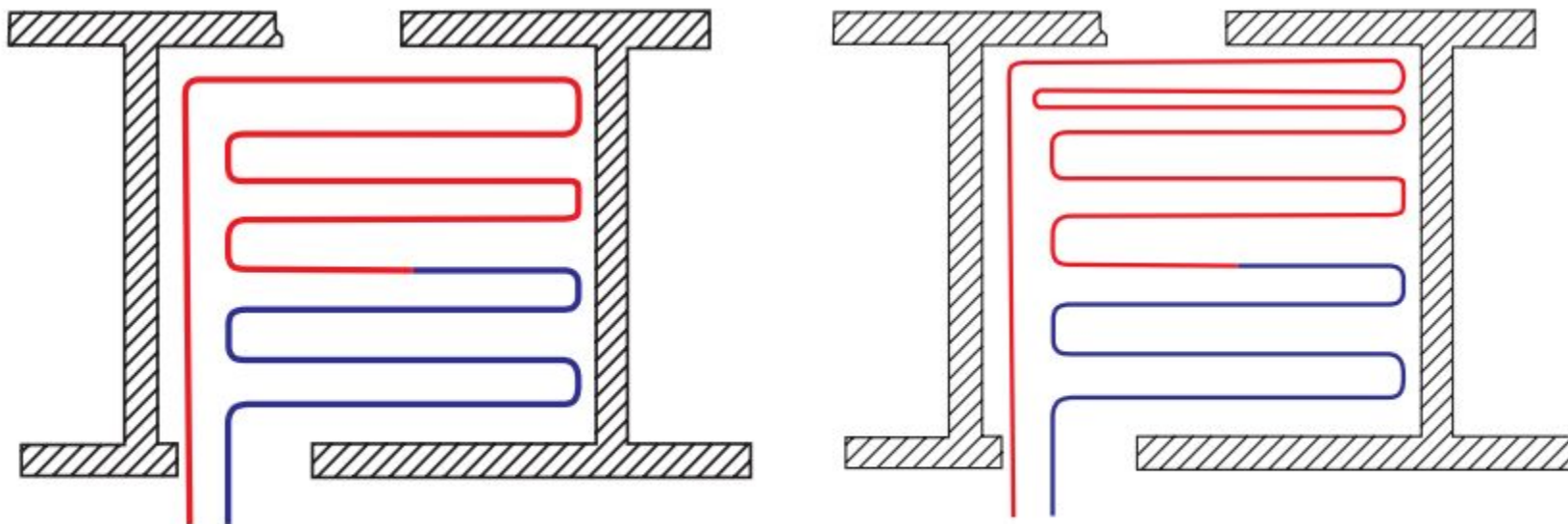


Монолитный пол (стяжка).

При заливке пола следует использовать добавки уменьшающие содержание в нем влаги.

Это исключит образование воздушных полостей в слое бетона и увеличит скорость прогрева пола.

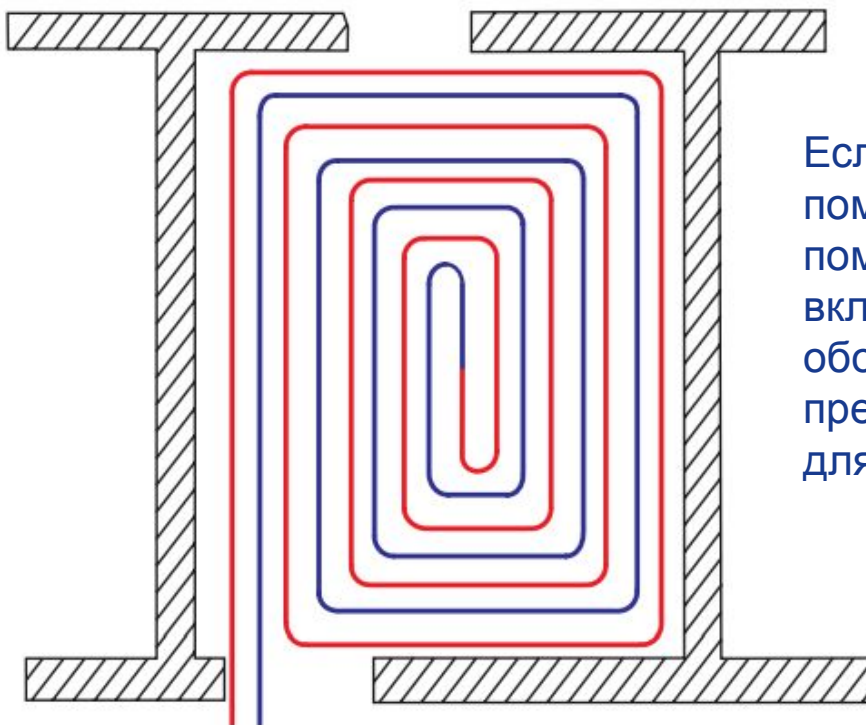




Меандровое расположение змеевика без краевой зоны / с краевой зоной

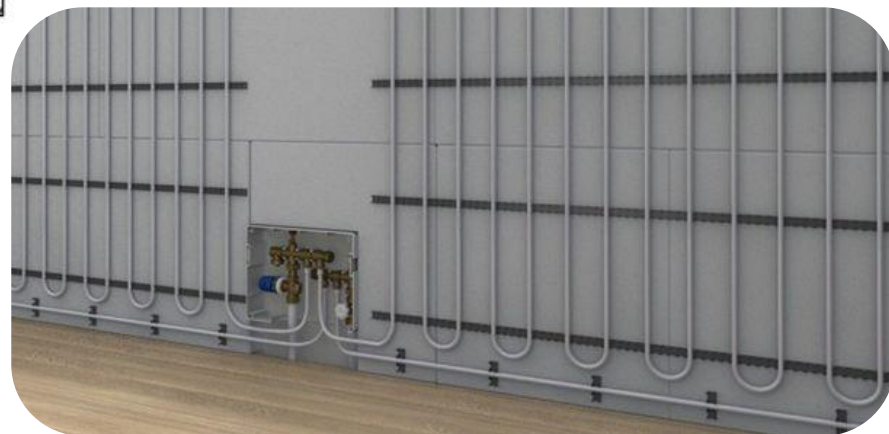
В случае очень больших площадей при меандровой укладке может также выполняться изменение направления потока воды через определённый интервал времени, чтобы добиться равномерного нагрева.

В таких случаях говорят о реверсивном или маятниковом нагреве.



Если нормальная отопительная нагрузка помещения не может быть достигнута с помощью обогревающей поверхности пола, включая возможные более сильно обогреваемые краевые зоны, то необходимо предусмотреть дополнительные устройства для отопления.

Бифилярная или спиральная укладка



Секционные радиаторы

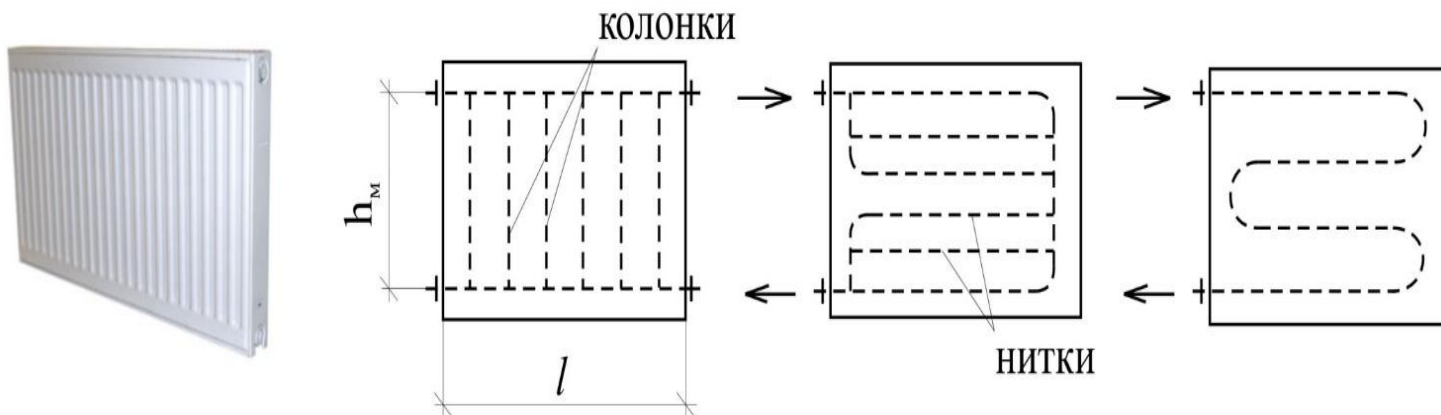


Изготавливаются из стали, чугуна, алюминия, либо из двух металлов (биметаллические).

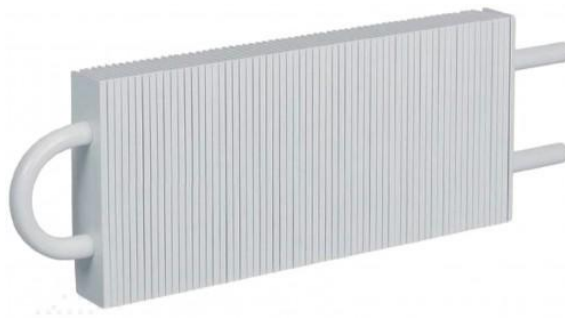
Обладают высокой тепловой инерцией.



Стальные панельные радиаторы изготавливаются из стальных рифлёных пластин, при соединении которых образуются ходы для теплоносителя. Обладают низкой тепловой инерцией, и также относятся к конвективно-радиационным приборам.

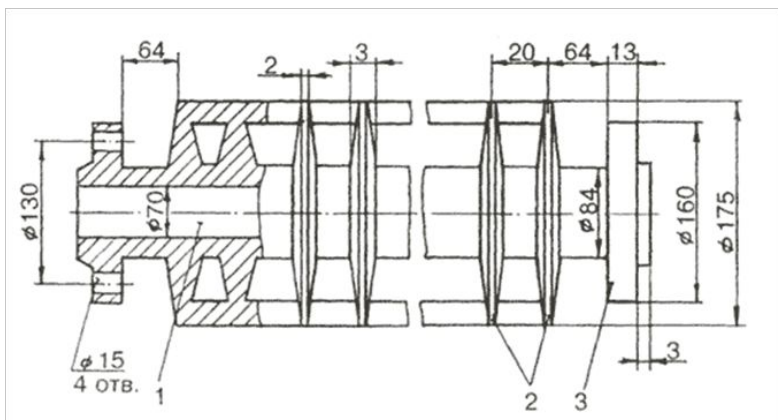


Конвекторы бывают с кожухом и без кожуха. Изготавливаются из стали, меди, или двух материалов (медно-алюминиевые). Обладают низкой тепловой инерцией и относятся к конвективным приборам.



Теплопередача конвекторов с кожухом растёт при увеличении высоты кожуха (например, на 20 % при увеличении его высоты от 250 до 600 мм).

Отопительные приборы могут также выполняться в виде гладких или ребристых труб. Изготавливаются из стали, или чугуна. Гладкие трубы могут быть выполнены по змеевиковой или регистравой схеме, и относятся к конвективно-радиационным приборам. Ребристые трубы относятся к конвективным приборам.



Основные факторы, влияющие на теплоотдачу отопительного прибора

1. вид и конструктивные особенности отопительного прибора
2. температурный напор при эксплуатации прибора.

Тип отопительного прибора	Коэффициент теплопередачи k , Вт/м ² °С
Чугунный секционный радиатор	8,5 – 11,3
Стальной панельный радиатор	10,5 – 11,5
Гладкотрубный прибор	10,5 – 14,0
Конвектор без кожуха	4,7 – 7,0
Конвектор с кожухом	4,7 – 7,0
Рёбристая труба	4,7 – 5,0

Второстепенные факторы, влияющие на теплоотдачу отопительного прибора

1. Размещение отопительного прибора.

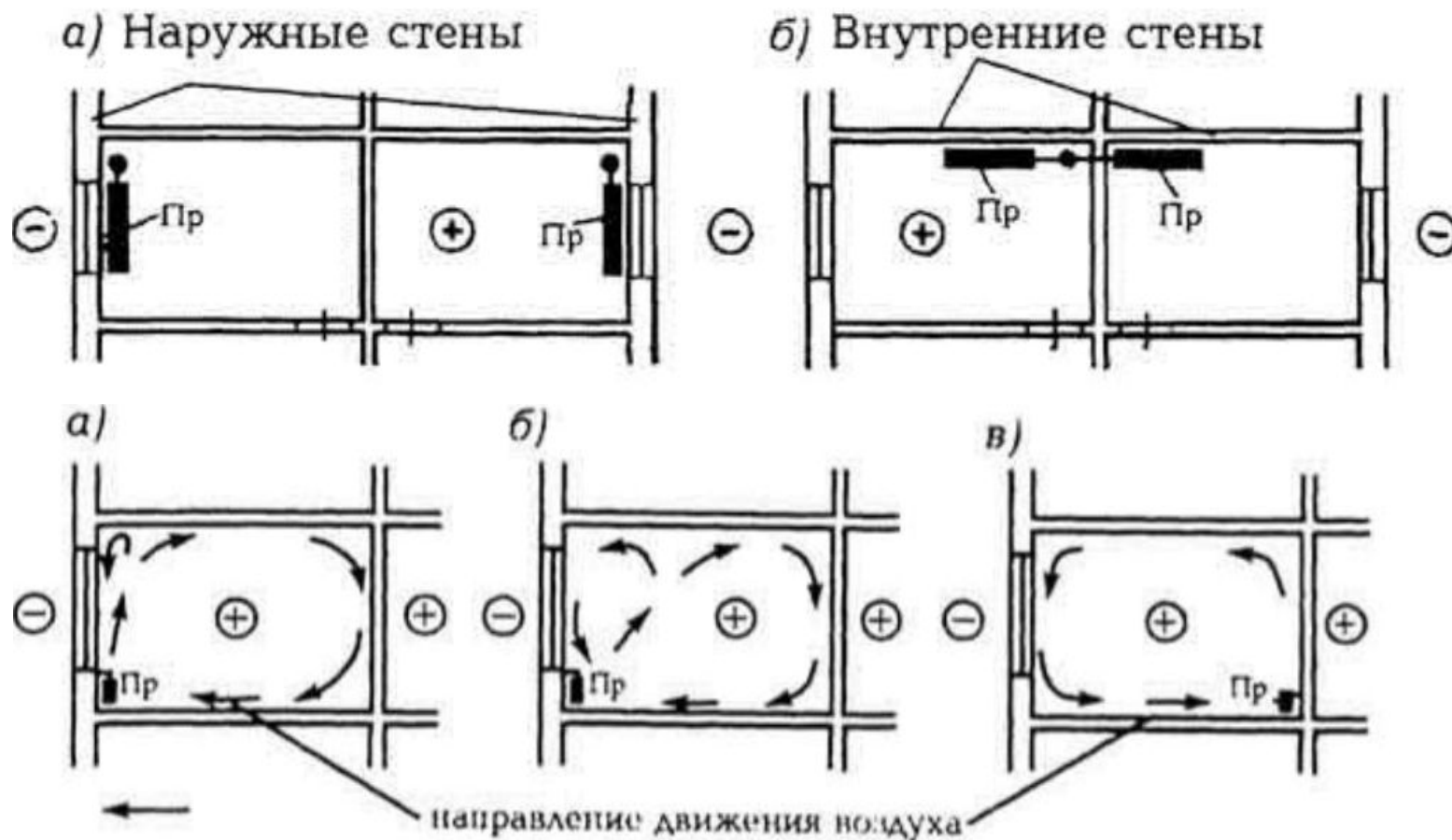
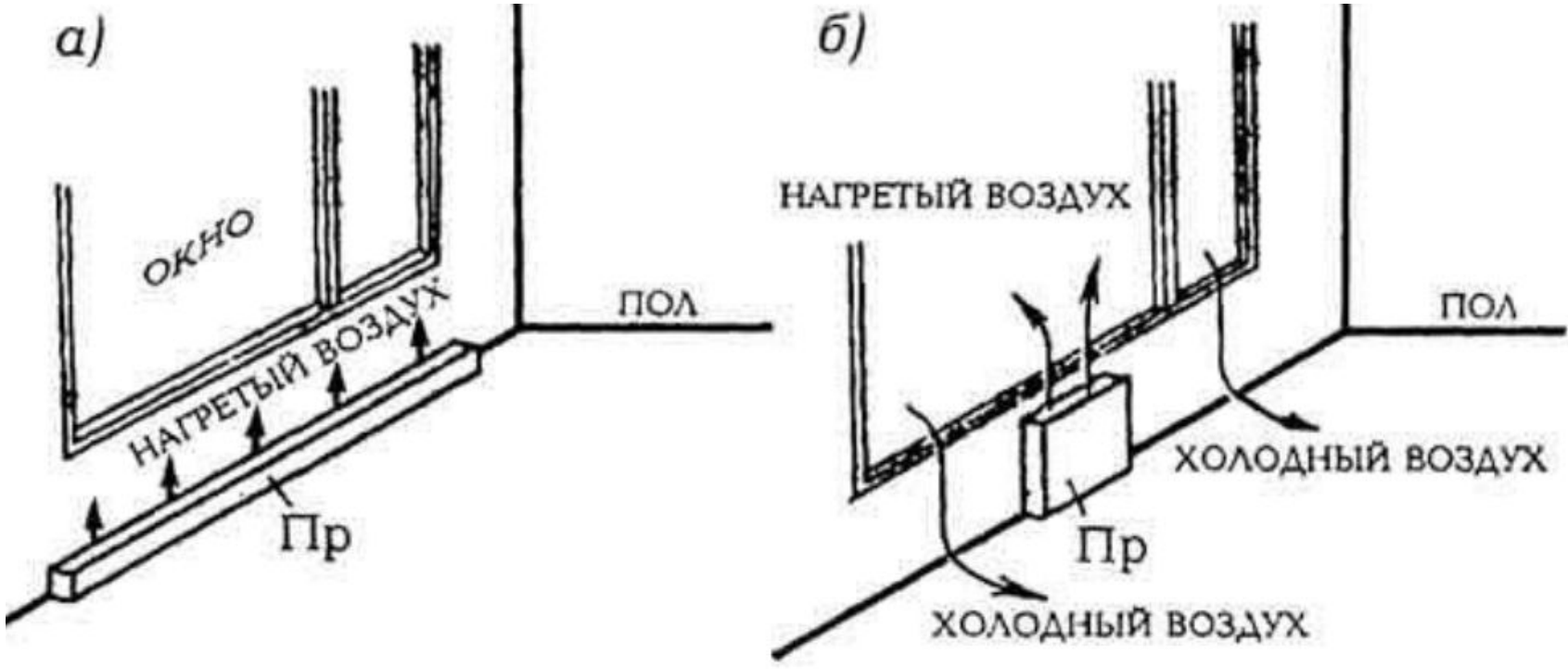
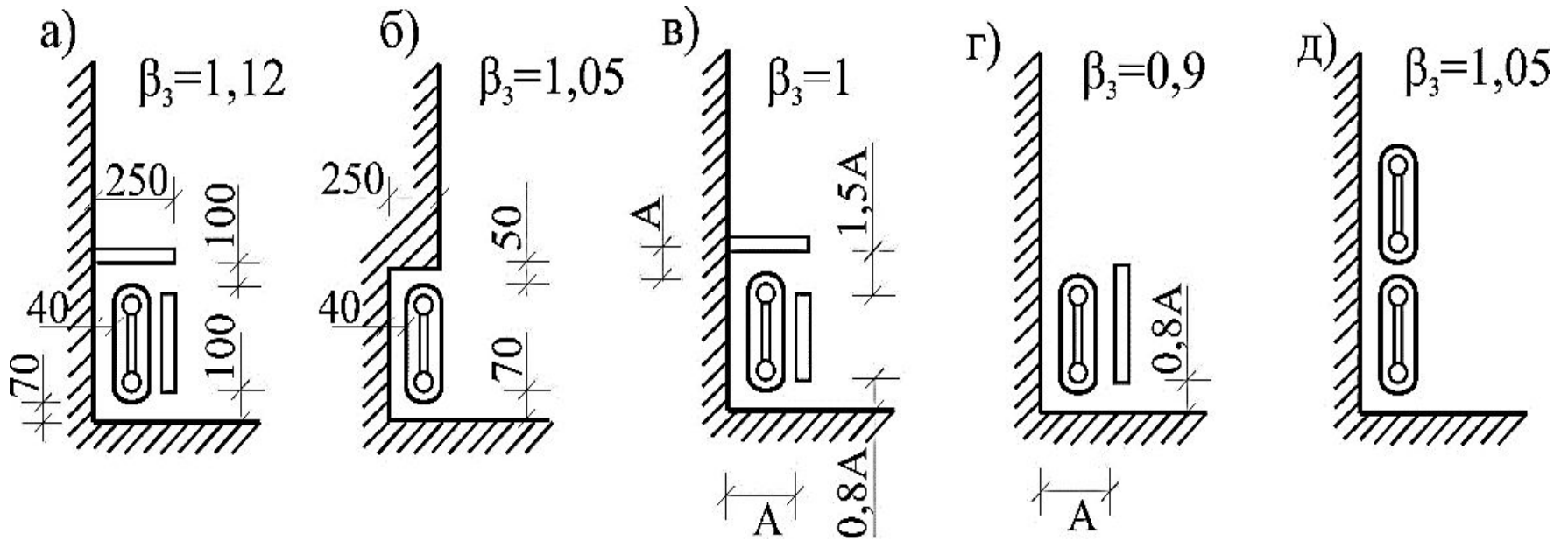


Схема циркуляции воздуха в помещении при различном месте размещения отопительного прибора: а - под окнами без подоконника; б - под окнами с подоконником; в - у внутренней стены; Пр - отопительный прибор

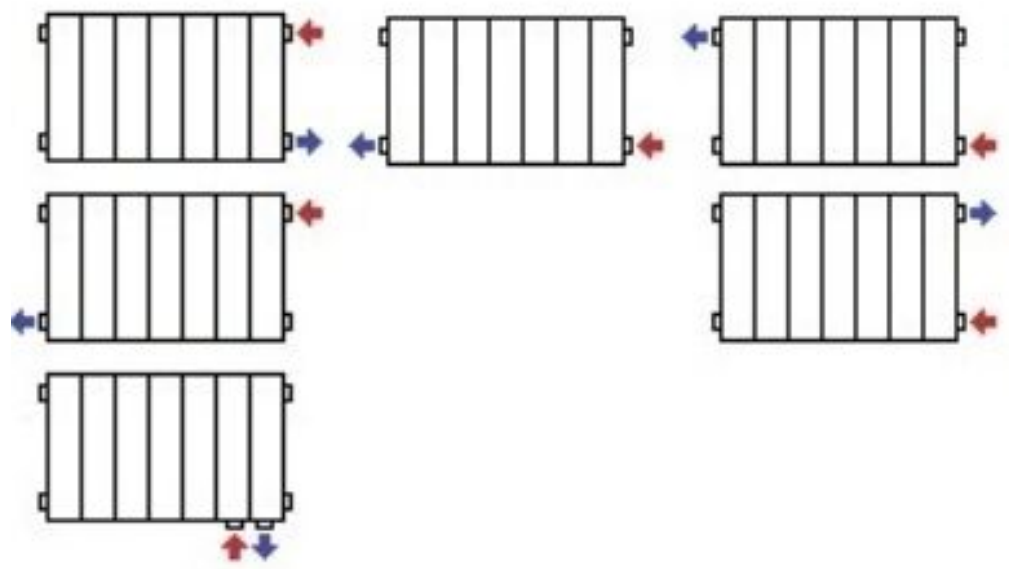
Чем ниже и длиннее отопительный прибор, тем ровнее температура помещения, и лучше прогревается его рабочая зона.





Распространенное укрытие прибора декоративным шкафом, имеющим две щели высотой по 100 мм (рис. а) теплотехнически нецелесообразно: теплоотдача прибора уменьшается на 12 % по сравнению с открытой его установкой у глухой стены.

2. Способ подключения отопительного прибора.



3. Окраска отопительного прибора.

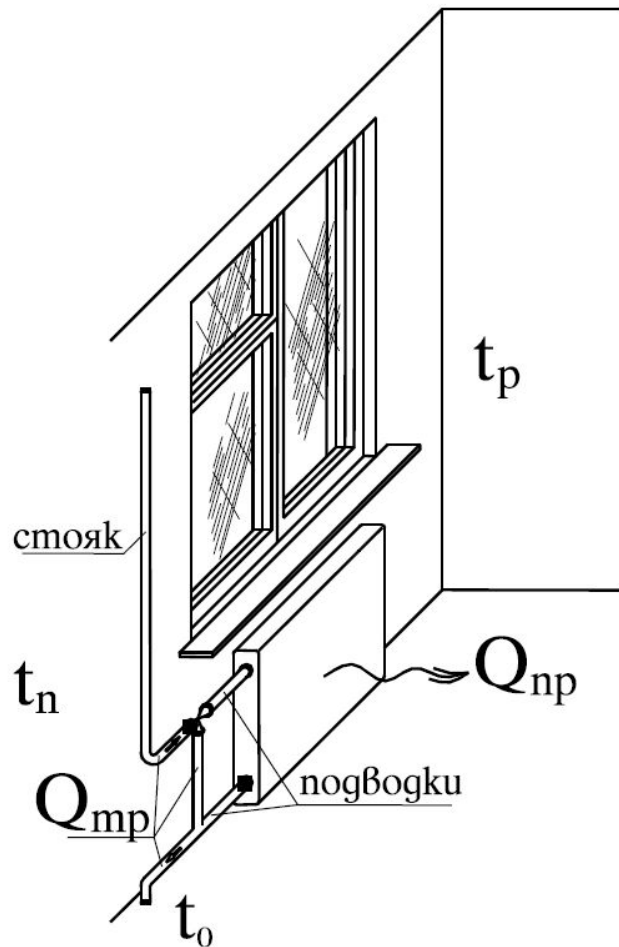
Таблица 2. Влияние слоя краски на термическое сопротивление отопительного прибора (радиатор панельный, рис. 1).

Тип слоя краски	Толщина слоя δ , м	Общее термическое сопротивление прибора, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Термическое сопротивление слоя краски, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Снижение теплопередачи прибора, %
Краска масляная	0,001	0,087	0,0043	4,9
	0,002		0,0086	9,9
	0,003		0,0129	14,8
Эмаль (лак)	0,001	0,087	0,001	1,15
	0,002		0,002	2,3
	0,003		0,003	3,4
Эмаль биокерамическая	0,001	0,087	0,00014	0,16
	0,002		0,00028	0,33
	0,003		0,00043	0,49
Краска алюминиевая	0,001	0,087	$5 \cdot 10^{-6}$	0,006
	0,002		$1 \cdot 10^{-5}$	0,01
	0,003		$1,5 \cdot 10^{-5}$	0,017

На значении коэффициента теплопередачи сказываются также качество обработки внешней поверхности, загрязненность внутренней поверхности, наличие воздуха в приборах и другие эксплуатационные факторы.

Тепловой расчет отопительных приборов

Тепловой расчет приборов заключается в определении площади внешней нагревательной поверхности каждого прибора, обеспечивающей необходимый тепловой поток от теплоносителя в помещение.



Подбор неразборных отопительных приборов:

Для неразборных отопительных приборов (панельных радиаторов или конвекторов) выбирается типоразмер (марка) прибора, для которого фактическая номинальная теплоотдача $Q_{\text{НОМ}}$ из каталога будет ближайшей большей к $Q_{\text{оп}}$.

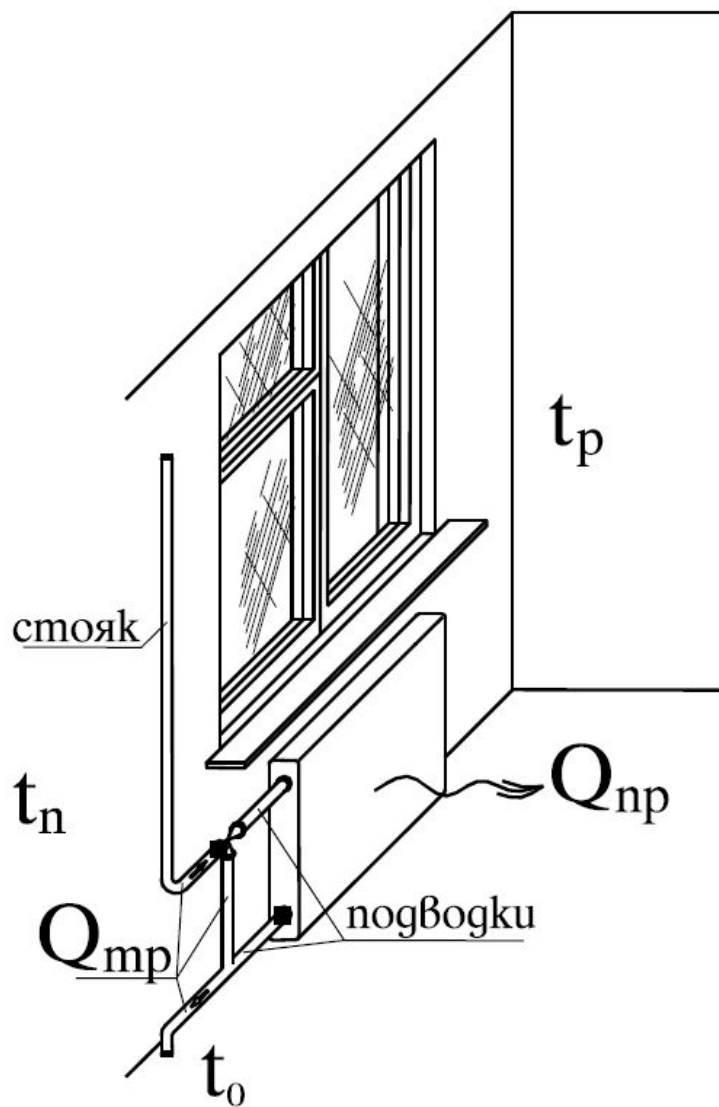
$$Q_{\text{НОМ}} \geq Q_{\text{НОМ}}^{\text{тр}} = \frac{(Q_{\text{ТП}} - 0,9Q_{\text{тр}})k\beta_1\beta_2\beta_3}{\left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p},$$

$Q_{\text{НОМ}}^{\text{тр}}$ – требуемая номинальная теплоотдача отопительного прибора, Вт;

$Q_{\text{ТП}}$ – теплопотери помещения, или доля тепловых потерь, компенсируемых отопительным прибором, Вт;

β_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток отопительных приборов за счет округления их площади сверх расчетной величины (1,07);

β_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждений (1,1 – 1,15).



$Q_{тр}$ – теплоотдача от открыто проложенных труб системы отопления, расположенных в помещении, Вт

$$Q_{тр} = q_{Г}^Г l_{Г}^Г + q_{Г}^B l_{Г}^B + q_{O}^Г l_{O}^Г + q_{O}^B l_{O}^B$$

Теплоотдача открыто проложенных труб (для верт./гор. участков)

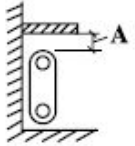
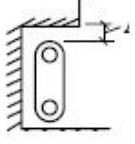
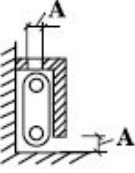
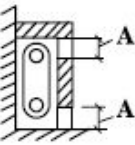
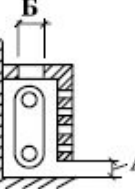
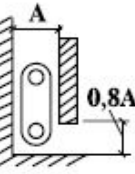
$l_{Г}^Г, l_{Г}^B$ – длина от труб с горячим теплоносителем, проложенные горизонтально и вертикально соответственно, м;

$l_{O}^Г, l_{O}^B$ – длина труб с охлажденным теплоносителем, проложенные горизонтально и вертикально соответственно, м.

Теплоотдача открыто проложенных неизолированных трубопроводов систем водяного отопления (вертикальных - верхняя, горизонтальных - нижняя строка)

при температуре теплоносителя 100 °С

$t_n - t_p$, °С	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, при $t_n - t_p$, °С, через 1 °С									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	10	15 22	16 23	17 23	17 24	18 25	18 26	20 28	21 28	21 29	22 30
	15	20 26	21 28	21 29	22 30	23 31	24 32	24 34	25 35	26 36	28 37
	20	23 32	24 34	25 35	26 36	28 38	29 39	31 41	32 42	34 43	35 44
	25	31 39	32 41	34 43	35 44	36 45	37 47	38 49	41 51	42 52	43 53
	32	39 47	41 50	43 52	44 54	45 56	47 58	50 60	51 63	52 64	54 67
	40	51 53	53 56	56 58	58 60	60 63	63 65	65 67	67 69	69 72	72 74
	50	56 65	58 67	60 69	63 73	65 77	67 78	69 81	72 84	74 87	77 90
40	10	22 31	23 32	24 32	24 34	25 35	25 36	27 37	28 38	28 39	29 41
	15	28 38	30 39	30 41	31 42	32 43	34 44	34 46	35 47	36 49	37 49
	20	36 46	37 47	38 50	39 52	41 53	42 55	43 57	44 58	45 59	46 60
	25	44 57	46 59	47 63	49 65	51 66	52 68	53 71	55 72	56 74	58 75
	32	56 74	58 77	60 79	61 81	64 84	65 86	67 89	68 92	71 94	73 96
	40	64 77	66 79	68 80	70 84	72 86	74 88	77 89	78 92	80 94	82 97
	50	79 93	82 95	85 99	87 101	88 105	93 107	95 110	97 113	100 115	103 118
50	10	30 41	30 42	31 43	32 44	32 45	34 46	35 47	35 49	36 50	37 50
	15	38 50	38 51	39 52	41 53	41 56	43 57	44 58	44 59	45 60	46 61
	20	47 60	49 61	50 64	51 65	52 66	53 68	54 70	56 71	57 73	58 74
	25	59 73	60 74	62 76	64 79	65 80	67 82	68 85	70 86	72 88	73 91
	32	74 91	76 92	78 94	80 96	82 99	84 101	86 103	88 106	91 108	92 112
	40	85 100	86 102	88 106	91 108	93 110	96 113	99 116	101 118	101 121	103 124
	50	106 122	108 125	111 129	114 132	117 135	120 138	123 141	125 144	128 148	131 151
60	10	38 52	38 52	39 53	41 54	42 56	42 57	43 58	44 59	44 60	45 62
	15	47 63	49 65	50 66	51 67	52 69	53 70	55 71	55 73	56 74	57 75
	20	59 77	61 79	63 80	64 81	65 83	66 85	67 86	68 88	70 89	72 92
	25	74 92	76 94	78 96	79 98	81 100	83 102	85 106	86 108	88 110	89 113
	32	94 114	96 115	98 118	100 121	102 123	105 125	106 128	108 130	110 132	113 135
	40	107 127	109 129	111 132	114 135	116 137	119 141	121 143	123 145	125 149	128 151
	50	134 155	137 157	141 160	143 164	146 167	149 171	152 174	156 177	158 182	162 185
70	10	46 63	48 64	49 65	49 66	50 67	51 68	52 70	52 71	53 73	55 75
	15	59 77	60 79	61 80	63 81	64 82	66 84	67 86	69 88	71 90	73 91
	20	74 93	75 95	77 96	78 97	80 100	81 102	83 103	84 105	86 107	88 108
	25	93 113	94 114	96 116	97 117	100 121	101 123	103 125	105 128	107 131	109 131
	32	117 138	119 141	121 143	123 145	125 148	128 151	130 153	133 156	135 159	137 162
	40	132 155	135 157	137 160	140 163	143 166	145 168	148 172	151 174	154 178	154 180
	50	165 187	167 191	171 194	174 198	178 202	180 205	185 208	187 213	191 215	194 218
80	10	56 75	57 75	58 78	58 79	59 80	60 81	61 82	63 84	64 85	65 86
	15	71 92	72 93	73 94	74 96	75 98	77 100	78 101	80 101	81 102	85 105
	20	88 109	89 111	92 114	93 116	94 119	96 120	98 122	99 124	101 125	102 128
	25	110 134	113 136	114 138	116 141	119 143	120 145	122 146	124 149	125 151	128 153
	32	139 164	142 166	144 170	146 172	149 174	151 178	153 180	156 182	158 186	162 188
	40	158 184	160 186	165 189	166 192	169 195	173 198	174 201	177 204	180 208	182 212
	50	196 223	200 227	203 230	207 235	210 238	214 242	217 246	221 250	224 253	228 257
90	10	65 87	66 88	67 91	68 91	70 93	71 95	72 96	73 97	74 99	
	15	82 107	84 108	86 110	87 112	88 115	89 117	91 119	92 121	93 122	
	20	103 128	106 131	107 132	108 135	110 137	112 138	114 141	115 143	116 144	
	25	130 156	131 158	134 160	136 163	137 164	138 167	139 170	142 172	146 175	
	32	164 191	166 194	168 196	171 200	173 201	175 204	179 208	181 212	184 214	
	40	186 214	188 217	190 220	194 223	196 227	200 229	201 232	204 236	208 238	
	50	231 260	235 265	238 270	243 272	246 275	250 280	253 284	257 288	260 293	
100	10	75 101	75 102	78 103	79 105	80 106	81 107	82 108	83 110	84 112	
	15	95 122	97 124	99 128	100 129	101 131	102 133	103 134	105 135	106 136	
	20	120 149	122 152	123 155	124 156	127 158	129 159	130 162	132 164	134 166	
	25	149 180	150 182	152 186	154 188	157 191	159 194	162 195	164 199	166 200	
	32	188 222	191 224	193 228	196 231	199 235	202 237	204 239	206 243	209 246	
	40	214 246	217 250	220 253	223 257	227 260	229 265	232 267	236 271	238 274	
	50	268 300	272 305	275 309	279 314	284 318	287 322	292 327	295 330	299 335	

Эскиз установки прибора	Способ установки прибора	A, мм	β
	У стены без ниши и перекрыт доской в виде полки	40 80 100	1,05 1,03 1,02
	В стенной нише	40 80 100	1,11 1,07 1,06
	У стены без ниши и закрыт деревянным шкафом со щелями в его передней стенке у пола и в верхней доске	260 220 180 150	1,12 1,13 1,19 1,25
	То же, но со щелями в верхней части передней доски: открытыми закрытыми сетками	130 130	1,2 1,4
	У стены без ниши и закрыт шкафом: в верхней доске шкафа прорезана щель Б, ширина которой не менее глубины прибора. Спереди шкаф закрыт деревянной решеткой, не доходящей до пола на расстояние А (не менее 100 мм)	100	1,15
	У стены без ниши и закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние 0,8 А		0,9

β_3 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора, при открытой установке равен 1, а для остальных случаев приведен на рисунке

Δt_{cp} – температурный напор отопительного прибора, °С, определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{r}} + t_{\text{o}}}{2} - t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{в}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С.

$G_{\text{пр}}$ – расход теплоносителя, протекающего в отопительном приборе, кг/ч, определяемый согласно гидравлическому расчету;

n и p – экспериментальные числовые показатели, зависящие от типа прибора.

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя G, кг/ч	n	p
Радиатор чугунный секционный и стальной панельный однорядный и двухрядный типа РСВ1	Сверху-Вниз	18-50 54-536 536-900	0,3	0,02 0 0,01
	Сверху-Вниз	118-115 119-900	0,15	0,08 0
	Сверху-Вниз	18-61 65-900	0,25	0,12 0,04
Конвектор настенный с кожухом типа "Комфорт-20" и конвектор напольный с кожухом типов "Ритм", "Ритм-1500"	-	36-900	0,35	0,18
	-	90-900		0,07
Конвектор напольный Высокий типа "КВ"	-	36-900	0,25	0,1
Конвекторы настенные с кожухом типов "Универсал", "Универсал С"	Любое	36-86 90-900	0,3	0,18 0,07
Конвектор настенный без кожуха типа "Аккорд" однорядный и двухрядный	Любое	36-900	0,2	0,03
Радиатор стальной панельный типа РСГ2 однорядный	Сверху-Вниз	22-288 324-900	0,3	0,025 0
	Сверху-Вниз	22-288 324-900	0,25	0,08 0
То же, двухрядный	Сверху-Вниз	22-288 324-900	0,3	0,01 0
То же, двухрядный	Сверху-Вниз	22-288 324-900	0,25	0,08 0
Конвектор отопительный типа "Прогресс 15к"	Любое	36-900	0,2	0,06
То же, "Прогресс 20к"	Любое	36-900	0,14	0,07
Труба отопительная чугунная	-	36-900	0,25	0,07
Прибор отопительный биметаллический литой типа "Коралл"	-	96-900	0,3	0,04
Труба отопительная стальная Ду = 40 ÷ 100	Любое	30-900	0,32	0

Подбор неразборных отопительных приборов

№ пом.	$Q_{\text{шт}}$, Вт	$Q_{\text{гр}}$, Вт	$k\beta_1\beta_2$	β_3	$t_{\text{г}}$, °С	$t_{\text{в}}$, °С	$\Delta t_{\text{ср}}$, °С	$G_{\text{гр}}$, кг/ч	n	p	$Q_{\text{ном}}^{\text{гр}}$, Вт	Марка прибора
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

При выборе отопительных приборов необходимо учесть, чтобы его длина была не менее 50 % ширины оконного проема, под которым он устанавливается.

Задача

Теплопотребность помещения $Q_{\text{тп}}$ составляет 700 Вт

Расход теплоносителя через отопительный прибор составляет 28 кг/ч

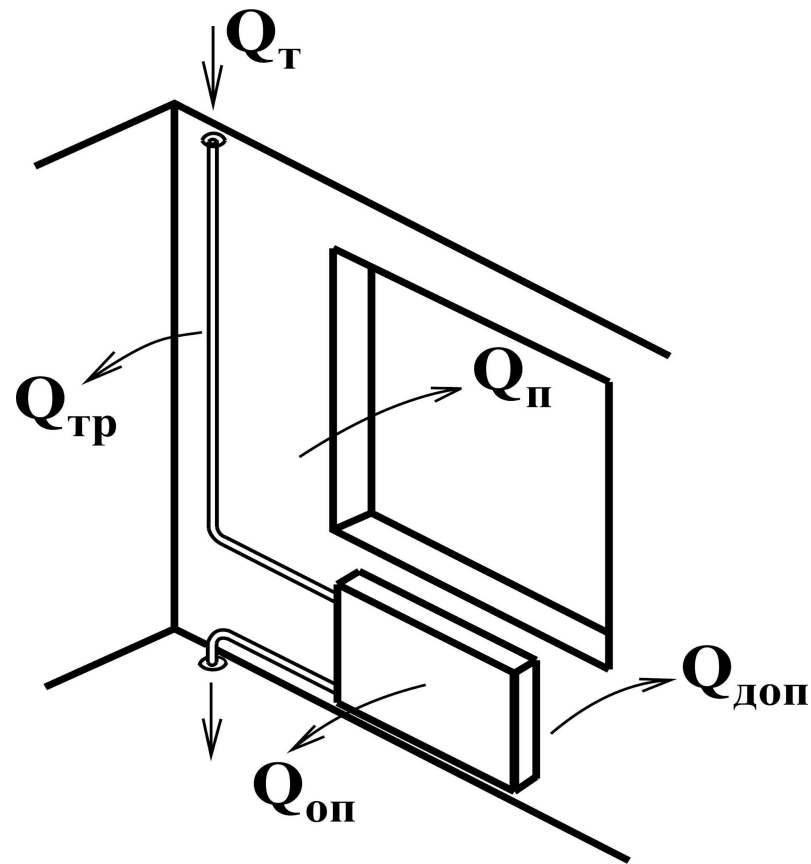
0,5 / 2,9 м – длина от труб с горячим теплоносителем, проложенные горизонтально и вертикально соответственно, м;

0,6 / 0,3 м – длина труб с охлажденным теплоносителем, проложенные горизонтально и вертикально соответственно, м.

Расчетная температура воздуха в помещении – 20 °С

Температура подающей воды – 95 °С,
обратной – 70 °С

Отопительный прибор установлен в нише



Тип	$Q_{\text{ном}}$, Вт	Длина L, мм	Высота H, мм	Масса, кг
1	2	3	4	5
ЛК 11-308	634	800	300	1,8
ЛК 11-309	713	900	300	2,0
ЛК 11-310	780	1000	300	2,2
ЛК 11-507	881	700	500	2,2
ЛК 11-508	1006	800	500	2,6
ЛК 11-509	1132	900	500	2,9
ЛК 11-510	1258	1000	500	3,2
ЛК 11-511	1384	1100	500	3,5
ЛК 11-512	1510	1200	500	3,8
ЛК 11-513	1635	1300	500	4,2
ЛК 21-508	1378	800	500	5,2
ЛК 21-509	1551	900	500	5,9
ЛК 21-510	1723	1000	500	6,5
ЛК 21-511	1895	1100	500	7,2
ЛК 21-512	2068	1200	500	7,8
ЛК 33-707	2810	700	700	9,2
ЛК 33-708	3211	800	700	10,6
ЛК 33-709	3613	900	700	11,9
ЛК 33-710	4014	1000	700	13,2
ЛК 33-711	4415	1100	700	14,5
ЛК 33-712	4817	1200	700	15,8
$n = 0,3; \quad p = 0,02$				

Конвектор КСК-20 малой глубины

Модель радиатора	Номинальный тепловой поток (кВт)	Г=абаритные размеры (мм)		Масса (кг) (не более)	Объем (л)
		Глубина	Длина		
Конвектор КСК-20-0,400 К (П)	0,400	94	646	8,50	0,50
Конвектор КСК-20-0,479 К (П)	0,479	94	742	9,50	0,57
Конвектор КСК-20-0,655 К (П)	0,655	94	646	10,50	0,50
Конвектор КСК-20-0,787 К (П)	0,787	94	742	12,00	0,57
Конвектор КСК-20-0,918 К (П)	0,918	94	838	13,50	0,64
Конвектор КСК-20-1,049 К (П)	1,049	94	934	15,00	0,70
Конвектор КСК-20-1,180 К (П)	1,180	94	1030	16,50	0,77
Конвектор КСК-20-1,311 К (П)	1,311	94	1126	18,00	0,84
Конвектор КСК-20-1,442 К (П)	1,442	94	1222	19,50	0,91
Конвектор КСК-20-1,573 К (П)	1,573	94	1318	21,00	0,98
Конвектор КСК-20-1,704 К (П)	1,704	94	1414	22,50	1,04
Конвектор КСК-20-1,835 К (П)	1,835	94	1510	24,00	1,11
Конвектор КСК-20-1,966 К (П)	1,966	94	1606	25,50	1,18

Конвектор КСК-20 средней глубины

Модель радиатора	Номинальный тепловой поток (кВт)	Габаритные размеры (мм)		Масса (кг) (не более)	Объем (л)
		Глубина	Длина		
Конвектор КСК-20-0,700-К (П)	0,700	156	601	13,00	0,88
Конвектор КСК-20-0,850-К (П)	0,850	156	697	15,00	1,02
Конвектор КСК-20-1,000-К (П)	1,000	156	793	16,30	1,15
Конвектор КСК-20-1,225-К (П)	1,225	156	788	18,50	1,09
Конвектор КСК-20-1,348-К (П)	1,348	156	836	21,00	1,15
Конвектор КСК-20-1,471-К (П)	1,471	156	884	22,00	1,22
Конвектор КСК-20-1,593-К (П)	1,593	156	932	23,40	1,29
Конвектор КСК-20-1,716-К (П)	1,716	156	980	24,50	1,36
Конвектор КСК-20-1,838-К (П)	1,838	156	1028	25,70	1,42
Конвектор КСК-20-1,961-К (П)	1,961	156	1076	26,80	1,49
Конвектор КСК-20-2,083-К (П)	2,083	156	1124	28,00	1,56
Конвектор КСК-20-2,206-К (П)	2,206	156	1172	29,00	1,63
Конвектор КСК-20-2,328-К (П)	2,328	156	1220	30,30	1,70
Конвектор КСК-20-2,451-К (П)	2,451	156	1268	31,40	1,76
Конвектор КСК-20-2,574-К (П)	2,574	156	1316	32,60	1,83
Конвектор КСК-20-2,696-К (П)	2,696	156	1364	33,70	1,90
Конвектор КСК-20-2,819-К (П)	2,819	156	1412	35,70	1,97
Конвектор КСК-20-2,941-К (П)	2,941	156	1460	36,80	2,03