

Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский институт
санитарной техники"
(НИИсантехники)

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ОАО "НИИсантехники"
по науке, к.т.н.



В.И. Горбунов
« 21 » июль 2009 г.

Открытое акционерное общество
"Лидсельмаш"

УТВЕРЖДАЮ


Генеральный директор
ОАО "Лидсельмаш"



Ю.Э. Вашкевич
« 20 » июль 2009 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению
отопительных стальных
панельных радиаторов
«Лидея»

Зав. лабораторией испытаний котлов
и отопительных приборов ОАО
"НИИсантехники", к.т.н.




Д. И. Аронов
« 16 » июль 2009 г.

Главный инженер
ОАО "Лидсельмаш"



Н. М. Беляевский
« 15 » июль 2009 г.

Главный конструктор
ОАО "Лидсельмаш"



И. В. Хацук
« 13 » июль 2009 г.

Настоящие Рекомендации разработаны совместно ОАО «НИИСантехники» и предприятием-изготовителем – ОАО «Лидсельмаш» на основании результатов теплогидравлических испытаний и накопленного опыта эксплуатации отопительных стальных панельных радиаторов. Рекомендации могут быть полезны работникам проектных, монтажных и эксплуатирующих организаций.

Авторы заранее благодарят всех приславших замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций. Замечания направлять по адресам:

НИИСантехники: 127238, Москва, Локомотивный проезд, 21; тел./факс (495) 4821577.

ОАО «Лидсельмаш»: 231300, Республика Беларусь, Гродненская область, г. Лида, ул. Советская 70, тел./факс (+375 1561) 2 48 13.

<http://www.lidselmash.by>

E-mail: lidselmash@rambler.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные технические характеристики отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея»	4
2. Схемы и элементы систем отопления	13
3. Гидравлический расчет	14
4. Тепловой расчет	18
5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления с радиатором «Лидея»	22
6. Указания по монтажу и эксплуатации радиаторов «Лидея»	24
7. Список использованной литературы	27
Приложение 1. Гидравлические характеристики стальных водогазопроводных труб	28
Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	30
Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	31

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ «ЛИДЕЯ»

1.1 Радиаторы отопительные стальные панельные «Лидея» производства ОАО «Лидсельмаш» (далее по тексту радиаторы), предназначены для отопления жилых, общественных, административных и производственных зданий с замкнутыми системами отопления, присоединенными к системе теплоснабжения по независимой схеме и не имеющими свободного сообщения теплоносителя с атмосферой в расширительных устройствах.

1.2 Параметры теплоносителя (горячей воды):

- максимальная температура – 120 °С;
- максимальное рабочее избыточное давление – 0,87 МПа.

1.3 Качество теплоносителя должно соответствовать следующим требованиям:

- свободная угольная кислота – 0;
- водородный показатель рН – 8,3...9;
- содержание кислорода – не более 0,02 мг/кг;
- общая жесткость – не более 7 мг-экв./кг;
- соединения железа – не более 0,5 мг/л.

1.2 Гамма радиаторов «Лидея» характеризуется широкой номенклатурой и соответствует требованиям современного дизайна. Она включает радиаторы традиционного исполнения из профилированных панелей с боковыми стенками, воздуховыпускной решёткой и боковым расположением присоединительных отверстий.

1.4 Радиаторы «Лидея» представляют собой отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом по длине 33,3 мм.

Радиаторы характеризуются шириной номенклатуры по высоте: 300, 500, 600 и 700 мм, и по длине: 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2200, 2600 и 3000 мм.

Различная теплоплотность радиаторов обеспечивается также выпуском нескольких типов, отличающихся количеством рядов панелей по глубине радиатора (от 1 до 3) и П-образного вертикального конвективного оребрения этих панелей (от 0 до 3) – рис. 1.1.

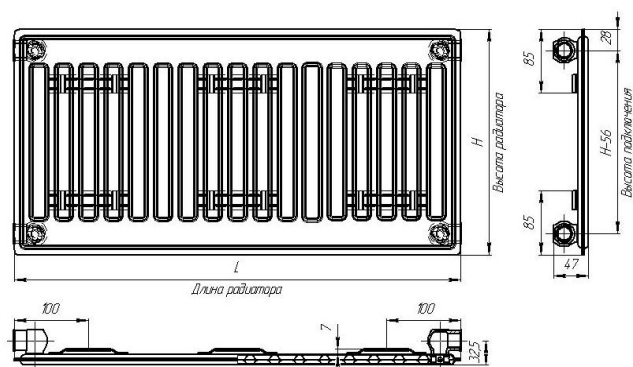
Монтажная высота подключения радиаторов «Лидея» (расстояние между осями присоединительных отверстий) H_m на 56 мм меньше общей высоты радиатора H , т. е:

$H_m = H - 56$ мм. Например, при высоте радиатора 500 мм $H_m = 444$ мм.

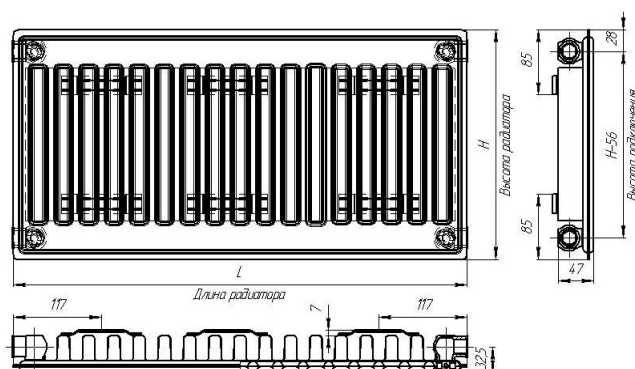
1.5 Отличающиеся по глубине и исполнению радиаторы «Лидея» обозначаются согласно принятой в Европе практике:

Тип 10 – однорядный по глубине без оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения) глубиной 47 мм;

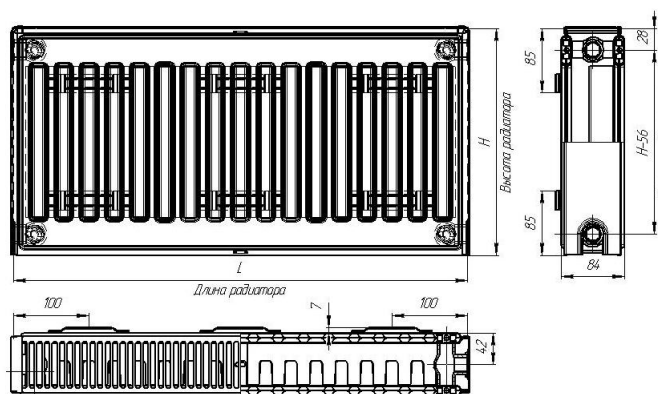
Тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения) глубиной 47 мм;



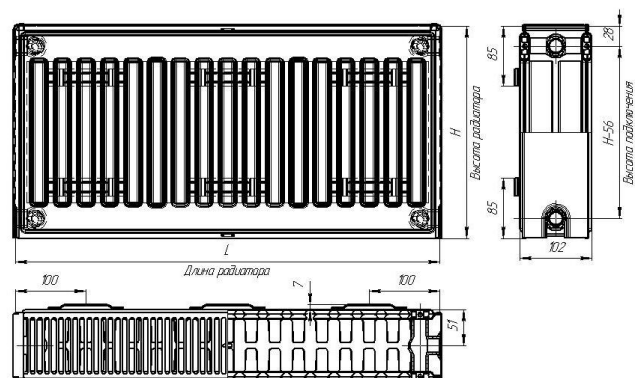
Тип 10



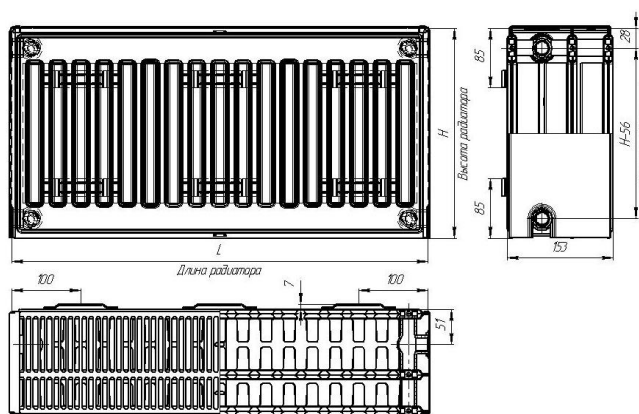
Тип 11



Тип 21



Тип 22



Тип 33

Рисунок 1.1 – Типы радиаторов «Лидея» и их обозначения

Тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом оребрения, расположенного между панелями и приваренного к тыльной панели (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между ними) глубиной 84 мм;

Тип 22 – двухрядный по глубине с двумя рядами оребрения, расположенного между па-

нелями и приваренного к каждой панели (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между ними) глубиной 102 мм;

Тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения) глубиной 153 мм.

Радиаторы типов 21, 22 и 33 выпускаются с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой.

1.6 Панели радиаторов «Лидея» изготавливаются из двух штампованных зеркально симметричных листов из высококачественной холоднокатаной стали толщиной не менее 1,2 мм, сваренных по периметру сплошным (роликовым) швом, а между вертикальными каналами – точечной сваркой. Оребрение из стального листа толщиной не менее 0,4 мм приваривается к панелям с тыльной стороны также точечной сваркой непосредственно к наружным стенкам вертикальных каналов.

Между панелями со стороны присоединительных фитингов размещены фиксирующие дистанционирующие шайбы с отверстиями для прохода теплоносителя.

1.7 Радиаторы «Лидея» типов 10 и 11 оснащены угловыми присоединительными фитингами с тыльной стороны радиатора, у радиаторов остальных типов фитинги выполнены в виде тройников. Все патрубки имеют внутреннюю резьбу G ½ и расположены заподлицо с габаритами панели и боковых стенок радиатора.

1.8 На тыльной стороне всех радиаторов приварены скобы для настенной установки с помощью кронштейнов, поставляемых заводом-изготовителем вместе с радиаторами.

Для напольной установки радиаторов могут быть использованы специальные стойки, поставляемые по специальному заказу.

1.9 Радиаторы поставляются полностью окрашенными по современной технологии: после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации наносится катафорезное покрытие методом окунания в водорастворимый грунт с последующим отверждением термообработкой, а затем методом пневмоэлектрического напыления наносят слой порошковой эмали белого цвета RAL 9016 с последующим обжигом при температуре около 200 °С. С учётом свойств данного вида покрытия рекомендуемая максимальная температура теплоносителя составляет 120 °С.

Радиаторы с таким покрытием не предназначены для помещений с агрессивной и/или влажной средой, при этом их можно применять в кухнях, ванных комнатах, туалетах, а также в местах, находящихся вне зоны попадания водяных брызг.

1.10. Каждый радиатор «Лидея» оснащён 4 боковыми присоединительными патрубками с внутренней резьбой G ½.

1.11 Радиатор оборачивается воздушно-пузырьковой пленкой, а по углам радиатора устанавливаются картонные или пластмассовые уголки, защищающие от повреждений углы ра-

диатора. Патрубки радиатора закрыты пластмассовыми пробками. Поверх всех элементов радиатор упаковывается в термоусадочную пленку.

1.12 Стандартная комплектация радиаторов «Лидея» включает 1 заглушку, 1 воздухоотводчик (типа крана Маевского) и кронштейны для крепления к стене.

1.13 Тепловые характеристики радиаторов «Лидея» определены в НИИСантехники по "Методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде", М., НИИСантехники, 1984, и представлены в таблицах 1.1-1.20 наряду с другими основными показателями радиаторов.

Значения номинального теплового потока $Q_{н\text{у}}$ радиаторов «Лидея» в соответствии с требованиями ГОСТ 31311-2005 определены для нормальных (нормативных) условий, предусмотренных стандартом:

- температурный напор (разность между среднеарифметической температурой теплоносителя в радиаторе и расчётной температурой воздуха в отапливаемом помещении) $\Delta T = 70 \text{ K}$;
- атмосферное давление 1013,3 гПа (760 мм рт.ст.);
- расход теплоносителя через отопительный прибор составляет 0,1 кг/с (360 кг/ч);
- движение теплоносителя в отопительном приборе по схеме "сверху-вниз".

1.13. Значения номинального теплового потока радиаторов типов 10, 11 и 22 получены при испытании приборов высотой 300, 500 и 600 мм, радиаторов типов 21, 33 – при испытании приборов высотой 300 и 500 мм.

Таблица 1.1 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 10, высотой 300 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 10-304	400	213	138	2,9	0,9
ЛК 10-305	500	266	172	3,5	1,1
ЛК 10-306	600	319	206	4,1	1,3
ЛК 10-307	700	372	240	4,6	1,6
ЛК 10-308	800	426	275	5,2	1,8
ЛК 10-309	900	479	309	5,8	2,0
ЛК 10-310	1000	532	343	6,3	2,2
ЛК 10-312	1200	638	412	7,5	2,6
ЛК 10-314	1400	745	481	8,6	3,1
ЛК 10-316	1600	851	549	9,7	3,5
ЛК 10-318	1800	958	619	10,9	4,0
ЛК 10-322	2200	1170	755	13,2	4,8
ЛК 10-326	2600	1383	893	15,4	5,7
ЛК 10-330	3000	1596	1031	17,7	6,6

Таблица 1.3 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 21, высотой 300 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 21-304	400	451	291	6,5	1,7
ЛК 21-305	500	564	364	7,8	2,2
ЛК 21-306	600	676	436	9,2	2,6
ЛК 21-307	700	789	509	10,5	3,1
ЛК 21-308	800	902	582	11,8	3,4
ЛК 21-309	900	1014	655	13,2	4,0
ЛК 21-310	1000	1127	728	14,6	4,3
ЛК 21-312	1200	1352	873	17,3	5,2
ЛК 21-314	1400	1578	1019	19,9	6,0
ЛК 21-316	1600	1803	1164	22,6	6,9
ЛК 21-318	1800	2029	1310	25,4	7,7
ЛК 21-322	2200	2479	1601	30,8	9,5
ЛК 21-326	2600	2930	1892	36,2	11,2
ЛК 21-330	3000	3381	2183	41,6	12,9

Таблица 1.2 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 11, высотой 300 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 11-304	400	317	205	3,6	0,9
ЛК 11-305	500	396	256	4,3	1,1
ЛК 11-306	600	475	307	5,1	1,3
ЛК 11-307	700	554	358	5,8	1,6
ЛК 11-308	800	634	409	6,5	1,8
ЛК 11-309	900	713	460	7,2	2,0
ЛК 11-310	1000	792	511	8,0	2,2
ЛК 11-312	1200	950	613	9,5	2,6
ЛК 11-314	1400	1109	716	11,0	3,1
ЛК 11-316	1600	1267	818	12,4	3,5
ЛК 11-318	1800	1426	921	14,0	4,0
ЛК 11-322	2200	1742	1125	16,9	4,8
ЛК 11-326	2600	2059	1330	19,9	5,7
ЛК 11-330	3000	2376	1534	22,8	6,6

Таблица 1.4 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 22, высотой 300 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 22-304	400	560	362	7,3	1,7
ЛК 22-305	500	700	452	8,9	2,2
ЛК 22-306	600	841	543	10,4	2,6
ЛК 22-307	700	981	633	11,9	3,1
ЛК 22-308	800	1121	724	13,4	3,4
ЛК 22-309	900	1261	814	14,9	4,0
ЛК 22-310	1000	1401	905	16,5	4,3
ЛК 22-312	1200	1681	1085	19,6	5,2
ЛК 22-314	1400	1961	1266	22,6	6,0
ЛК 22-316	1600	2242	1448	25,6	6,9
ЛК 22-318	1800	2522	1628	27,8	7,7
ЛК 22-322	2200	3082	1990	34,9	9,5
ЛК 22-326	2600	3643	2352	41,0	11,2
ЛК 22-330	3000	4203	2714	47,2	12,9

* Здесь и далее в таблицах 1.1-1.20 значение теплового потока при температурных условиях 75/65/20 °C приведено для наглядного сохранения общности с европейским стандартом EN 442.

** Здесь и далее в таблицах 1.1-1.20 приведены справочные значения массы и вместимости радиаторов.

Таблица 1.5 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 33, высотой 300 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 33-304	400	791	511	10,8	2,6
ЛК 33-305	500	988	638	13,1	3,3
ЛК 33-306	600	1186	766	15,4	3,8
ЛК 33-307	700	1384	894	17,6	4,6
ЛК 33-308	800	1582	1021	19,9	5,1
ЛК 33-309	900	1779	1148	22,2	5,9
ЛК 33-310	1000	1977	1277	24,5	6,4
ЛК 33-312	1200	2372	1532	29,2	7,7
ЛК 33-314	1400	2768	1787	33,7	9,0
ЛК 33-316	1600	3163	2042	38,2	10,2
ЛК 33-318	1800	3559	2298	42,9	11,5
ЛК 33-322	2200	4349	2808	52,2	14,1
ЛК 33-326	2600	5140	3319	61,3	16,6
ЛК 33-330	3000	5931	3830	70,5	19,2

Таблица 1.7 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 11, высотой 500 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 11-504	400	503	325	5,8	1,3
ЛК 11-505	500	629	406	7,0	1,7
ЛК 11-506	600	755	488	8,3	1,9
ЛК 11-507	700	881	569	9,6	2,3
ЛК 11-508	800	1006	650	10,9	2,6
ЛК 11-509	900	1132	731	12,2	2,9
ЛК 11-510	1000	1258	812	13,5	3,2
ЛК 11-512	1200	1510	975	16,0	3,8
ЛК 11-514	1400	1761	1137	18,6	4,5
ЛК 11-516	1600	2013	1300	21,2	5,1
ЛК 11-518	1800	2264	1462	23,8	5,8
ЛК 11-522	2200	2768	1787	29,0	7,0
ЛК 11-526	2600	3271	2112	34,2	8,3
ЛК 11-530	3000	3774	2437	39,3	9,6

Таблица 1.6 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 10, высотой 500 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 10-504	400	325	210	4,4	1,3
ЛК 10-505	500	406	262	5,4	1,7
ЛК 10-506	600	488	315	6,3	1,9
ЛК 10-507	700	569	367	7,3	2,3
ЛК 10-508	800	650	420	8,2	2,6
ЛК 10-509	900	732	473	9,2	2,9
ЛК 10-510	1000	813	525	10,1	3,2
ЛК 10-512	1200	976	630	12,0	3,8
ЛК 10-514	1400	1138	735	13,9	4,5
ЛК 10-516	1600	1301	840	15,8	5,1
ЛК 10-518	1800	1463	945	17,7	5,8
ЛК 10-522	2200	1789	1155	21,5	7,0
ЛК 10-526	2600	2114	1365	25,2	8,3
ЛК 10-530	3000	2439	1575	29,0	9,6

Таблица 1.8 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 21, высотой 500 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 21-504	400	689	445	10,3	2,6
ЛК 21-505	500	862	557	12,6	3,4
ЛК 21-506	600	1034	668	14,9	3,9
ЛК 21-507	700	1206	779	17,2	4,7
ЛК 21-508	800	1378	890	19,4	5,2
ЛК 21-509	900	1551	1001	21,7	6,0
ЛК 21-510	1000	1723	1113	24,0	6,5
ЛК 21-512	1200	2068	1335	28,5	7,8
ЛК 21-514	1400	2412	1557	33,1	9,1
ЛК 21-516	1600	2757	1780	37,6	10,4
ЛК 21-518	1800	3101	2002	42,3	11,7
ЛК 21-522	2200	3791	2448	51,4	14,3
ЛК 21-526	2600	4480	2893	60,4	16,9
ЛК 21-530	3000	5169	3338	69,5	19,6

Таблица 1.9 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 22, высотой 500 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 22-504	400	864	558	11,9	2,6
ЛК 22-505	500	1080	697	14,5	3,4
ЛК 22-506	600	1295	836	17,1	3,9
ЛК 22-507	700	1511	976	19,7	4,7
ЛК 22-508	800	1727	1115	22,3	5,2
ЛК 22-509	900	1943	1254	24,9	6,0
ЛК 22-510	1000	2159	1394	27,7	6,5
ЛК 22-512	1200	2591	1673	32,9	7,8
ЛК 22-514	1400	3023	1952	38,1	9,1
ЛК 22-516	1600	3454	2230	43,4	10,4
ЛК 22-518	1800	3886	2509	48,7	11,7
ЛК 22-522	2200	4750	3067	59,3	14,3
ЛК 22-526	2600	5613	3624	69,7	16,9
ЛК 22-530	3000	6477	4182	80,3	19,5

Таблица 1.11 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 10, высотой 600 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 10-604	400	382	247	5,2	1,5
ЛК 10-605	500	478	309	6,3	2,0
ЛК 10-606	600	573	370	7,5	2,3
ЛК 10-607	700	668	431	8,6	2,7
ЛК 10-608	800	764	493	9,7	3,0
ЛК 10-609	900	860	553	10,8	3,5
ЛК 10-610	1000	955	617	12,0	3,8
ЛК 10-612	1200	1146	740	14,3	4,6
ЛК 10-614	1400	1337	863	16,5	5,3
ЛК 10-616	1600	1528	987	18,8	6,1
ЛК 10-618	1800	1719	1110	21,1	6,8
ЛК 10-622	2200	2101	1357	25,6	8,4
ЛК 10-626	2600	2483	1603	30,2	9,9
ЛК 10-630	3000	2865	1850	34,7	11,4

Таблица 1.10 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 33, высотой 500 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 33-504	400	1210	781	17,6	4,0
ЛК 33-505	500	1513	977	21,5	5,1
ЛК 33-506	600	1816	1173	25,5	5,9
ЛК 33-507	700	2118	1368	29,4	7,1
ЛК 33-508	800	2421	1563	33,3	7,9
ЛК 33-509	900	2723	1758	37,2	9,1
ЛК 33-510	1000	3026	1954	41,3	9,9
ЛК 33-512	1200	3631	2345	49,2	11,9
ЛК 33-514	1400	4236	2735	57,0	13,9
ЛК 33-516	1600	4842	3126	64,8	15,8
ЛК 33-518	1800	5447	3517	72,8	17,8
ЛК 33-522	2200	6657	4298	88,7	21,8
ЛК 33-526	2600	7868	5080	104,4	25,7
ЛК 33-530	3000	9078	5862	120,2	29,7

Таблица 1.12 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 11, высотой 600 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 11-604	400	584	377	6,8	1,5
ЛК 11-605	500	730	454	8,4	2,0
ЛК 11-606	600	877	566	9,9	2,3
ЛК 11-607	700	1023	661	11,5	2,7
ЛК 11-608	800	1169	755	13,1	3,0
ЛК 11-609	900	1315	849	14,6	3,5
ЛК 11-610	1000	1461	943	16,2	3,8
ЛК 11-612	1200	1753	1132	19,3	4,6
ЛК 11-614	1400	2045	1320	22,5	5,3
ЛК 11-616	1600	2338	1510	25,6	6,1
ЛК 11-618	1800	2630	1698	28,8	6,8
ЛК 11-622	2200	3214	2075	35,1	8,4
ЛК 11-626	2600	3799	2453	43,1	9,9
ЛК 11-630	3000	4383	2830	47,6	11,4

Таблица 1.13 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 21, высотой 600 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 21-604	400	782	505	12,3	3,0
ЛК 21-605	500	978	631	15,0	4,0
ЛК 21-606	600	1174	758	17,7	4,6
ЛК 21-607	700	1369	884	20,5	5,5
ЛК 21-608	800	1565	1011	23,2	6,1
ЛК 21-609	900	1760	1136	25,9	7,0
ЛК 21-610	1000	1956	1263	28,7	7,6
ЛК 21-612	1200	2347	1515	34,2	9,1
ЛК 21-614	1400	2738	1768	39,6	10,6
ЛК 21-616	1600	3130	2021	45,1	12,2
ЛК 21-618	1800	3521	2274	50,7	13,7
ЛК 21-622	2200	4303	2778	61,6	16,7
ЛК 21-626	2600	5086	3284	72,6	19,8
ЛК 21-630	3000	5868	3789	83,5	22,8

Таблица 1.15 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 33, высотой 600 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 33-604	400	1402	905	21,0	4,6
ЛК 33-605	500	1752	1131	25,8	6,0
ЛК 33-606	600	2103	1358	30,5	7,0
ЛК 33-607	700	2454	1585	35,3	8,4
ЛК 33-608	800	2804	1811	40,0	9,3
ЛК 33-609	900	3154	2037	44,8	10,7
ЛК 33-610	1000	3505	2263	49,6	11,6
ЛК 33-612	1200	4206	2716	59,1	13,9
ЛК 33-614	1400	4907	3168	68,6	16,2
ЛК 33-616	1600	5608	3621	78,2	18,6
ЛК 33-618	1800	6309	4074	87,8	20,9
ЛК 33-622	2200	7711	4979	106,9	25,5
ЛК 33-626	2600	9113	5884	125,9	30,2
ЛК 33-630	3000	10515	6790	145,1	34,8

Таблица 1.14 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 22, высотой 600 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 22-604	400	987	637	14,1	3,0
ЛК 22-605	500	1234	797	17,3	4,0
ЛК 22-606	600	1481	956	20,5	4,6
ЛК 22-607	700	1728	1116	23,6	5,5
ЛК 22-608	800	1974	1275	26,8	6,1
ЛК 22-609	900	2221	1434	30,0	7,0
ЛК 22-610	1000	2468	1594	33,2	7,6
ЛК 22-612	1200	2962	1913	40,0	9,1
ЛК 22-614	1400	3455	2231	45,9	10,6
ЛК 22-616	1600	3949	2550	52,2	12,2
ЛК 22-618	1800	4442	2868	58,7	13,7
ЛК 22-622	2200	5430	3506	71,5	16,7
ЛК 22-626	2600	6417	4143	84,1	19,8
ЛК 22-630	3000	7404	4781	96,9	22,8

Таблица 1.16 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 10, высотой 700 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 10-704	400	436	282	6,0	1,7
ЛК 10-705	500	545	352	7,3	2,3
ЛК 10-706	600	654	422	8,6	2,7
ЛК 10-707	700	763	493	9,9	3,1
ЛК 10-708	800	872	563	11,3	3,4
ЛК 10-709	900	981	633	12,6	4,1
ЛК 10-710	1000	1090	704	13,9	4,4
ЛК 10-712	1200	1308	845	16,5	5,4
ЛК 10-714	1400	1526	985	19,2	6,1
ЛК 10-716	1600	1744	1126	21,8	7,1
ЛК 10-718	1800	1962	1267	24,5	7,8
ЛК 10-722	2200	2398	1548	29,8	9,8
ЛК 10-726	2600	2834	1830	35,1	11,5
ЛК 10-730	3000	3270	2111	40,3	13,2

Таблица 1.17 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 11, высотой 700 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 11-704	400	668	444	7,9	1,7
ЛК 11-705	500	835	539	9,7	2,3
ЛК 11-706	600	1002	647	11,6	2,7
ЛК 11-707	700	1169	755	13,4	3,1
ЛК 11-708	800	1336	863	15,2	3,4
ЛК 11-709	900	1503	970	17,1	4,1
ЛК 11-710	1000	1670	1078	18,9	4,4
ЛК 11-712	1200	2004	1294	22,6	5,4
ЛК 11-714	1400	2338	1510	26,3	6,1
ЛК 11-716	1600	2672	1725	30,0	7,1
ЛК 11-718	1800	3006	1941	33,7	7,8
ЛК 11-722	2200	3674	2372	41,1	9,8
ЛК 11-726	2600	4342	2804	48,1	11,5
ЛК 11-730	3000	5010	3235	55,8	13,2

Таблица 1.19 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 22, высотой 700 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 22-704	400	1118	722	16,4	3,4
ЛК 22-705	500	1398	903	20,1	4,6
ЛК 22-706	600	1677	1083	23,9	5,4
ЛК 22-707	700	1956	1263	27,6	6,2
ЛК 22-708	800	2236	1444	31,3	6,8
ЛК 22-709	900	2516	1625	35,0	8,2
ЛК 22-710	1000	2795	1805	38,8	8,8
ЛК 22-712	1200	3354	2166	46,2	10,8
ЛК 22-714	1400	3913	2527	53,7	12,2
ЛК 22-716	1600	4472	2888	61,1	14,2
ЛК 22-718	1800	5031	3248	68,7	15,6
ЛК 22-722	2200	6149	3970	83,6	19,6
ЛК 22-726	2600	7267	4692	98,5	23,0
ЛК 22-730	3000	8385	5414	113,5	26,4

Таблица 1.18 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 21, высотой 700 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 21-704	400	919	593	14,2	3,4
ЛК 21-705	500	1148	741	17,4	4,6
ЛК 21-706	600	1378	890	20,6	5,4
ЛК 21-707	700	1608	1038	23,8	6,2
ЛК 21-708	800	1838	1187	27,0	6,8
ЛК 21-709	900	2067	1335	30,2	8,2
ЛК 21-710	1000	2297	1483	33,4	8,8
ЛК 21-712	1200	2756	1780	39,8	10,8
ЛК 21-714	1400	3216	2077	46,2	12,2
ЛК 21-716	1600	3675	2373	52,6	14,2
ЛК 21-718	1800	4135	2670	59,1	15,6
ЛК 21-722	2200	5053	3263	71,9	19,6
ЛК 21-726	2600	5972	3856	84,7	23,0
ЛК 21-730	3000	6891	4450	97,5	26,4

Таблица 1.20 – Основные параметры и размеры радиаторов типа ЛК 33, высотой 700 мм

Типоразмер радиатора	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт		Масса, кг **	Объем, л **
		$\Delta T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (75/65/20)*		
ЛК 33-704	400	1606	1037	24,4	5,1
ЛК 33-705	500	2007	1296	30,0	6,9
ЛК 33-706	600	2408	1555	35,6	8,1
ЛК 33-707	700	2810	1814	41,2	9,3
ЛК 33-708	800	3211	2073	46,7	10,2
ЛК 33-709	900	3613	2333	52,3	12,3
ЛК 33-710	1000	4014	2592	60,0	13,2
ЛК 33-712	1200	4817	3110	69,1	16,2
ЛК 33-714	1400	5620	3629	80,3	18,3
ЛК 33-716	1600	6422	4147	91,4	21,3
ЛК 33-718	1800	7225	4665	102,8	23,4
ЛК 33-722	2200	8831	5702	125,2	29,4
ЛК 33-726	2600	10436	6739	147,5	34,5
ЛК 33-730	3000	12042	7776	169,9	39,6

1.14 При заказе отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.1–1.20. При конкретном заказе радиаторов необходимо указывать краткое обозначение, тип, затем габаритную высоту в дециметрах и длину также в дециметрах.

Пример условного обозначения панельного радиатора «Лидея» двухрядного по глубине с двойным оребрением (тип 22), общей высотой 6 дм (600 мм) и длиной 8 дм (800 мм):

ЛК 22-608.

1.15 Приведенные в таблицах 1.1-1.20 значения номинального теплового потока пропорциональны длине прибора данного типа и данной высоты, как это принято в эксплуатационных документах всех изготовителей панельных радиаторов. Действительное положение выглядит иначе: с увеличением длины радиатора тепловой поток на единицу длины уменьшается из-за неравномерного распределения теплоносителя по вертикальным каналам. Количественные оценки этого явления до настоящего времени не исследовались с достаточной полнотой, поэтому табличные значения номинального теплового потока следует применять для радиаторов длиной до 1400 мм; для радиаторов длиной 1600 и 1800 мм следует применять понижающий коэффициент 0,95, для радиаторов длиной 2200, 2600 и 3000 мм – 0,9.

Эти же понижающие коэффициенты следует применять при любом варианте бокового одностороннего подсоединения радиаторов, если длина прибора свыше 1400 мм, а диагональную подводку осуществить не удаётся.

1.16 Гидравлические характеристики радиаторов «Лидея» со стальными подводками с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм представлены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.17 Допускается применение радиаторов «Лидея» в системах отопления, заполненных низкозамерзающим теплоносителем.

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1 Отопительные радиаторы «Лидея» применяют в двухтрубных и однотрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

При проектировании рекомендуется применять тупиковую схему разводки магистралей.

2.2 Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления.

Для повышения надёжности и долговечности систем отопления рекомендуется применять закрытый расширительный сосуд. В большинстве зарубежных котлов, особенно настенных, мембранный расширительный сосуд уже имеется.

2.3 Рекомендуемые схемы систем отопления и присоединения к ним радиаторов «Лидея» такие же, как и для всех других отопительных приборов с четырьмя присоединительными от-

верстиями по углам, и не требуют специальных разъяснений. Подчеркнем лишь, что установка воздухоотводчика в свободном верхнем отверстии является обязательной, схема «сверху-вниз» является предпочтительной, установка терморегулирующей арматуры на верхней подводке – рекомендуемой.

2.4 Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене. Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее, или диагональное).

При одностороннем присоединении труб не рекомендуется применять чрезмерно длинные радиаторы. В случаях, когда применение длинных радиаторов неизбежно, целесообразно применять разностороннюю схему присоединения приборов.

2.5 Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам.

Для ручного регулирования используют обычные краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные (КРП) и др.

Для автоматического регулирования в насосных системах отопления применяют термостатические вентили. При этом для однотрубных систем рекомендуется использовать вентили с уменьшенным гидравлическим сопротивлением.

2.6 В последнее время в отечественной практике находит всё более широкое применение скрытая (под чистым полом) прокладка теплопроводов и нижнее их присоединение к радиаторам с помощью специальных транзитных вертикальных подводящих теплопроводов, обеспечивающих наиболее рациональную схему движения теплоносителя в радиаторе по схеме "сверху-вниз". Во всех случаях в верхней противоположной пробке радиатора необходимо предусматривать установку воздухоотводчика.

2.7 Для полного отключения стояков и спуска из них воды на подъёмном и опускном участках в местах присоединения стояков к горячей и обратной магистралям устанавливают соответствующую запорную арматуру. Для малоэтажных зданий для спуска воды допускается установка тройников с пробками. В зданиях с числом этажей 8 и более установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) на подъёмных и опускных участках является обязательной независимо от расчётной температуры теплоносителя.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

3.1 Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведенным в СНиП 41-01-2003

3.2 Гидравлический расчёт теплопроводов систем отопления с радиаторами «Лидея» рекомендуется проводить исходя из постоянного перепада температур теплоносителя в стояках.

При переменном перепаде температур теплоносителя в стояках его отклонение от расчётного перепада в системе не должно превышать 15 %.

3.3 Потери давления в циркуляционных кольцах системы отопления не должны отличаться при постоянном перепаде температур более чем на 15 % при тупиковой схеме разводки магистралей и более чем на 5 % при попутной схеме.

3.4 При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик гидравлического сопротивления»:

$$\Delta P = S * M^2 \quad (3.1)$$

или по методу удельных линейных потерь давления:

$$\Delta P = R * L + Z, \quad (3.2)$$

где ΔP - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

$S = A * \zeta'$ - характеристика сопротивления участка теплопровода, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)²;

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)² (принимается по приложению 1);

$\zeta' = [(\lambda / d) * L + \Sigma \zeta]$ - приведенный коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода, м;

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\Sigma \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

M - расход теплоносителя, кг/с;

R - удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;

Z - местные потери давления на участке, Па.

3.5 В табл. 3.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «Лидея» при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{пр} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчетов погрешностью данные таблицы 3.1 могут быть линейно интерполированы для других расходов теплоносителя.

Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от высоты и длины радиатора.

Таблица 3.1 – Усредненные значения гидравлических характеристик радиаторов «Лидея» с подводками с условным диаметром 15 мм и с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм

Типы радиаторов	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$	
	72 кг/ч	360 кг/ч	72 кг/ч	360 кг/ч
10, 11	31	27	42,4	37,1
21	18,5	16	25,2	21,8
22	18	15	24,5	20,5
33	12	11	16,6	15,1

3.6. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов приведены в приложении 2.

3.7. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по "Справочнику проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление" /Под редакцией И.Г.Староверова/- М., Стройиздат, 1990.

3.8. Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов в однотрубных системах отопления с замыкающими участками определяют по фактическому расходу через прибор, используя коэффициент затекания $\alpha_{пр}$, характеризующий долю теплоносителя, проходящего через прибор, в общем расходе в подводке к радиаторному узлу. Таким образом, в однотрубных системах отопления расход воды через прибор $M_{пр}$, кг/с, определяется зависимостью

$$M_{пр} = \alpha_{пр} * M_{СТ}, \quad (3.3)$$

где $\alpha_{пр}$ - коэффициент затекания воды в прибор;

$M_{СТ}$ – расход теплоносителя в стояке однотрубной системы отопления при одностороннем подключении радиаторного узла, кг/с.

3.9. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для радиаторов при различных сочетаниях диаметров труб стояков $d_{СТ}$, смещённых замыкающих участков $d_{ЗУ}$ и подводящих теплопроводов $d_{П}$ узлов одностороннего присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках некоторых моделей терморегулирующих клапанов представлены в таблице 3.2. Эти данные приведены для чистой регулирующей арматуры при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз" и полностью открытом клапане. В реальных условиях эксплуатации коэффициенты затекания из-за возможных загрязнений уменьшаются на 5-10%. Коэффициенты затекания незначительно зависят от схемы движения теплоносителя, а также от высоты радиатора (на 3-4 % уменьшаются при высоте 300 мм и на 4-5 % увеличиваются при высоте 700 мм), поэтому при расчётах можно пользоваться усреднёнными значениями $\alpha_{пр}$, ориентированными на радиаторы высотой 500 мм.

Таблица 3.2 – Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «Лидея»

Вид термостата	Тип радиатора	Значения $\alpha_{пр}$ при $d_{ст} \times d_{зв} \times d_{п} = 15 \times 15 \times 15$ (мм)
Фирма «ГЕРЦ Арматурен»: тип «ГЕРЦ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,205
	21, 22, 33	0,225
Фирма «ГЕРЦ Арматурен»: тип «ГЕРЦ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм	10, 11	0,305
	21, 22, 33	0,335
Фирма «Данфосс»: тип RTD-G с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	10, 11	0,2
	21, 22, 33	0,22
Фирма «Овентроп»: тип М с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,2
	21, 22, 33	0,205

3.10. Коэффициенты затекания при установке термостатических клапанов определены для распространенной настройки клапана на режим 2 К. Очевидно, что при расчете коэффициента затекания для частично открытого клапана потребный размер отопительного прибора будет больше, чем при расчёте для полностью открытого клапана, характерного при использовании обычных кранов и вентиляей.

Для однотрубных систем отопления следует применять специальные термостатические клапаны уменьшенного гидравлического сопротивления.

3.11 В однотрубных системах отопления с радиаторами «Лидея» целесообразно применять трёхходовые термостатические клапаны, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Использование трёхходовых термостатов в однотрубных системах отопления обеспечивает более высокие значения коэффициента затекания, чем при использовании термостатов пониженного сопротивления, монтируемых на подводках к приборам.

3.12 Для снижения уровня звука термостатических клапанов до приемлемых значений 25-30 дБА рекомендуется скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на клапанах различных моделей – не более 15-30 кПа (1,5-3 м в.ст.). Для обеспечения нор-

мальной работы термостатического клапана перепад давления на нём, как правило, должен быть не менее 3-5 кПа (0,3-0,5 м в.ст.).

3.13 Производительность и напор насосов для систем отопления, заполняемых низкозамерзающими жидкостями, следует увеличивать из-за существенных различий теплофизических свойств антифриза и воды. Например, для антифриза «DIXIS-30» производительность необходимо увеличивать на 10%, а напор на 50%.

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

4.1 Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе, и с учётом данных, приведенных в настоящих рекомендациях.

4.2 При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый на основании суммарных теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам, один из которых, β_1 , зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от высоты по табл.4.1, а второй, β_2 , – от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, Вт	β_1	β_2 при установке	
				у наружной стены	у наружного остекления
10	300	53	1	1,04	1,1
	500	81	1,006		
	600	96	1,008		
	700	109	1,01		
11	300	79	1,006	1,03	1,08
	500	126	1,02		
	600	146	1,03		
	700	167	1,04		
21	300	113	1,015	1,02	1,06
	500	172	1,039		
	600	196	1,063		
	700	230	1,087		
22	300	140	1,029	1,015	1,04
	500	216	1,082		
	600	247	1,11		
	700	280	1,138		
33	300	198	1,075	1,01	1,02
	500	303	1,152		
	600	351	1,205		
	700	401	1,258		

При нахождении значений β_1 учитывался номенклатурный шаг типоразмеров радиаторов, наиболее распространённых в системах отопления жилых зданий. Доля панельных радиаторов с длиной более 1400 мм сравнительно невелика, поэтому при нахождении β_1 номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался.

При использовании теплоизолированных защитных экранов можно принимать $\beta_2 = 1$.

Увеличение теплопотерь через радиаторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, номинального (нормативного) теплового потока при подборе радиатора, поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически на столько же, на сколько возрастают теплопотери.

При введении поправочных коэффициентов β_1 и β_2 на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально увеличению их нагрузок.

4.3 При подборе радиаторов, оснащённых термостатическими клапанами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителей, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам, следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами.

4.4 Тепловой поток радиатора Q , Вт, при условиях, отличных от нормальных (нормативных), определяется по формуле:

$$Q = Q_{HV} \cdot (\Delta T / 70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{IP} / 0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{HV} \cdot \varphi \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p \quad (4.1)$$

где Q_{HV} – номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, кВт, значения которого принимаются по табл. 1.1 – 1.20;

ΔT – фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Delta T = \frac{t_H + t_K}{2} - t_{II} = t_H - \frac{\Delta t_{IP}}{2} - t_{II}, \quad (4.2)$$

где t_H и t_K – соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

t_{II} – расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении t_B , °С;

Δt_{IP} – перепад температур теплоносителя в отопительном приборе, °С;

70 – нормированный температурный напор, °С;

c – поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя (табл.4.2);

n, m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температур-

ном напоре и расходе теплоносителя (табл.4.2);

$M_{ГР}$ – фактический расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (табл. 4.3);

β_3 – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплового потока радиатора от количества колонок в нём при любых схемах движения теплоносителя (табл. 4.4);

p – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя "снизу-вверх" (табл. 4.4); при движении теплоносителя по схемам "сверху-вниз" и "снизу-вниз" $p=1$.

$\varphi = (\Delta T / 70)^{1+n}$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (табл. 4.5).

$\varphi_2 = c \cdot (M_{ГР} / 0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 4.6);

Таблица 4.2 – Значения показателей степени n и m , коэффициентов c и p при различных схемах движения теплоносителя

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя $M_{ГР}$		n	c	m	p
	кг/с	кг/ч				
Сверху-вниз	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	0,015-0,15	54-540	0,33	0,8	0,1	Табл.4.4
Снизу-вниз	0,015-0,1	54-540	0,28	0,95	0	1

Таблица 4.3 – Значения поправочного коэффициента b

Тип радиатора	b при атмосферном давлении, гПа (мм рт.ст.)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21	0,965	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1	1,012
22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Таблица 4.4 – Значения поправочного коэффициента p при движении теплоносителя по схеме "снизу-вверх"

Тип радиатора	Значения p при длине радиатора				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000, 1200	1400 и более
10, 11	1,09	1,07	1,04	1,02	1
21, 22, 33	1,06	1,05	1,025	1,01	1

Таблица 4.5 – Значения поправочного коэффициента ϕ_1

$\Delta T, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 при схеме движения теплоносителя		
	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
44	0,547	0,539	0,552
46	0,579	0,572	0,584
48	0,612	0,605	0,617
50	0,646	0,639	0,65
52	0,679	0,673	0,684
54	0,714	0,708	0,717
56	0,748	0,743	0,752
58	0,783	0,779	0,786
60	0,818	0,815	0,821
62	0,854	0,851	0,856
64	0,89	0,888	0,892
66	0,926	0,925	0,927
68	0,963	0,962	0,964
70	1	1	1
72	1,037	1,038	1,037
74	1,075	1,077	1,074
76	1,113	1,116	1,111

$\Delta T, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 при схеме движения теплоносителя		
	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
78	1,151	1,155	1,149
80	1,19	1,194	1,186
82	1,228	1,234	1,224
84	1,267	1,274	1,263
86	1,307	1,315	1,301
88	1,346	1,356	1,34
90	1,386	1,397	1,379
92	1,427	1,438	1,419
94	1,467	1,48	1,458
96	1,508	1,522	1,498
98	1,549	1,564	1,538
100	1,59	1,607	1,579
102	1,631	1,65	1,619
104	1,673	1,693	1,66
106	1,715	1,737	1,701
108	1,757	1,78	1,742
110	1,8	1,824	1,783

Таблица 4.6 – Значения поправочного коэффициента ϕ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{ГП}$		ϕ_2
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,662
0,02	72	0,681
0,03	108	0,71
0,04	144	0,73
0,05	180	0,747
0,06	216	0,76

$M_{ГП}$		ϕ_2
кг/с	кг/ч	
0,07	252	0,772
0,08	288	0,783
0,09	324	0,792
0,1	360	0,8
0,125	450	0,818
0,15	540	0,833

Примечание. Значение ϕ_2 при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно 1, «снизу-вниз» – 0,95

4.5 Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3.

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Исходные данные

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальными панельными радиаторами «Лидея» Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом «Овентроп» тип М на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх». Теплотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п. 4.3 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_H условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст} = 35^\circ\text{C}$, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_B = 20^\circ\text{C}$, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е. $b = 1$. Средний расход воды в стояке $M_{ст} = 480$ кг/ч (0,133 кг/с).

Диаметры труб определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м ($L_{тр.в} = 2,7$ м, $L_{тр.г} = 0,8$ м).

Последовательность теплового расчёта

Тепловой поток прибора в расчётных условиях $Q_{пп}^{расч}$ определяется по формуле

$$Q_{пп}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п}, \text{ Вт}, \quad (5.1)$$

где $Q_{пот}$ – теплотери помещения при расчётных условиях, Вт;

$Q_{тр.п}$ – полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.

Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок.

В нашем примере принимаем $Q_{тр.п} = 0,9 \cdot Q_{тр}$,

$$\text{где} \quad Q_{тр} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г}, \quad (5.2)$$

$q_{тр.в}$ и $q_{тр.г}$ – тепловые потоки 1 м открыто проложенных соответственно вертикальных и горизонтальных гладких труб, определяемые по приложению 3, Вт/м;

$L_{тр.в}$ и $L_{тр.г}$ – общая длина соответственно вертикальных и горизонтальных теплопроводов, м.

$$Q_{тр.п} = 0,9 \cdot (74,1 \cdot 2,7 + 74,1 \cdot 0,8 \cdot 1,28) = 248 \text{ Вт}$$

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ определён при температурном напоре

$$\Delta T_{ср.тр} = t_H - t_B = 105 - 20 = 85^\circ\text{C},$$

где t_H – температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, °C.

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.1

– 1.20) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается радиатор типа 11 высотой 500 мм и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{\text{пр}} = 0,2$ (по данным табл. 3.2).

Расход воды через прибор равен

$$M_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} * M_{\text{СТ}} = 0,2 \cdot 0,133 = 0,027 \text{ кг/с}.$$

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него $\Delta t_{\text{пр}}$ определяется по формуле

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}^{\text{РАСЧ}}}{C \cdot M_{\text{пр}}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,027} = 8,42^\circ\text{C}, \quad (5.3)$$

где C – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C);

$$Q_{\text{пр}}^{\text{РАСЧ}} = Q_{\text{ПОТ}} - Q_{\text{ТР.П}} = 1200 - 248 = 952 \text{ Вт}. \quad (5.4)$$

Температурный напор ΔT определяется по формуле (4.2)

$$\Delta T = t_{\text{Н}} - \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{2} - t_{\text{В}} = 105 - 4,21 - 20 = 80,79^\circ\text{C}.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях $Q_{\text{HV}}^{\text{мп}}$ по формуле:

$$Q_{\text{HV}}^{\text{мп}} = \frac{Q_{\text{пр}}^{\text{РАСЧ}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,205 \cdot 0,701 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1084 \text{ Вт}. \quad (5.5)$$

где φ_1 , φ_2 и p – безразмерные коэффициенты, принимаемые соответственно по табл. 4.5, 4.6 и 4.4.

Безразмерный коэффициент p , принимается по табл. 4.4 исходя из предварительно выбранного типоразмера радиатора. В нашем случае $p = 1,04$.

Исходя из полученного значения $Q_{\text{HV}}^{\text{мп}}$ и желаемой длины прибора (800-1200 мм), согласно табл. 1.1 – 1.20 принимаем типоразмер радиатора «Лидея» ЛК 11-509 с $Q_{\text{HV}} = 1132 \text{ Вт}$.

С учётом действующих нормативных документов номинальный тепловой поток отопительного прибора не следует принимать меньше, чем на 5 % или на 60 Вт требуемого по расчёту.

Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в последующий конвектор.

Невязка при подборе прибора определяется по формуле:

$$\left[(Q_{\text{HV}} - Q_{\text{HV}}^{\text{мп}}) : Q_{\text{HV}}^{\text{мп}} \right] \cdot 100 = [(1132 - 1084) : 1084] \cdot 100 = 4,4\%. \quad (5.6)$$

Поскольку невязка (запас) не превышает 10%, корректировку температуры теплоносителя на входе в следующий этажестояк можно не проводить.

Таким образом, к установке окончательно принимается радиатор ЛК 11-509.

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИАТОРОВ «ЛИДЕЯ»

6.1 Монтаж отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы", эксплуатационных документов изготовителя и с учетом настоящих рекомендаций.

6.2 Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.1 – 1.20, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными.

Транспортировку, хранение и монтаж стальных панельных радиаторов необходимо производить надлежащим образом, исключая механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги (например, дождя, конденсата) и воздействие агрессивных сред (например, свежего цементного раствора или застывающего бетона).

6.3 Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями кронштейнов. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «Лидея» и размеры их привязки показана на рис. 6.1.

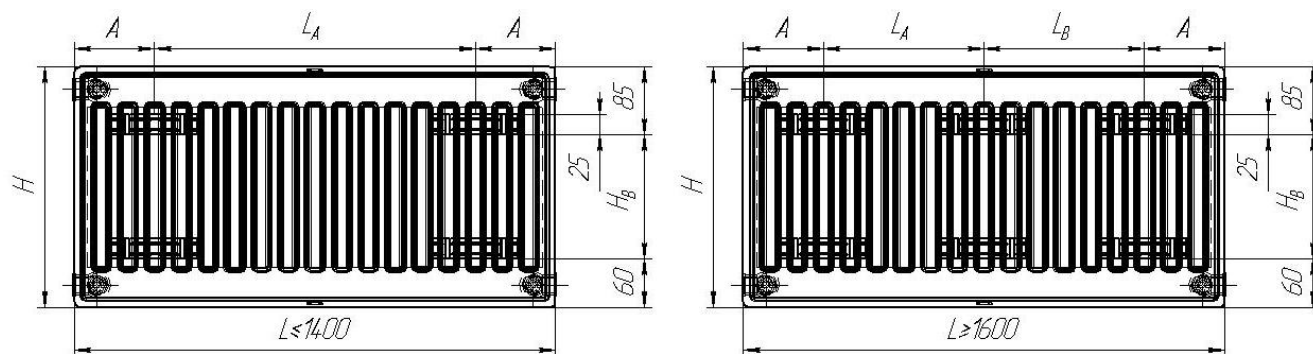


Рисунок 6.1 – Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «Лидея» и их привязка

Расстояние H_B между верхними и нижними скобами:

- $H_B = 155$ мм при высоте $H = 300$ мм
- $H_B = 355$ мм при высоте $H = 500$ мм
- $H_B = 455$ мм при высоте $H = 600$ мм
- $H_B = 555$ мм при высоте $H = 700$ мм

Расстояние A от края радиатора до центра кронштейна:

- $A = 100$ мм для типов 10, 21, 22, 33
- $A = 117$ мм для типа 11

Расстояние L_A и L_B для типов 10, 21, 22, 33:

- L до 1400 мм $L_A = L - 2 \cdot A = L - 200$ (мм)
- $L = 1600$ мм и более $L_A = L_B = (L - 2 \cdot A) / 2 = (L - 200) / 2$ (мм)

Расстояние L_A и L_B для типа 11:

- L до 1400 мм $L_A = L - 2 \cdot A = L - 234$ (мм)
- для $L = 1600$ мм $L_A = 700$ мм $L_B = 666$ мм
- для $L = 1800$ мм $L_A = 800$ мм $L_B = 766$ мм
- для $L = 2200$ мм $L_A = 1000$ мм $L_B = 966$ мм
- для $L = 2600$ мм $L_A = 1200$ мм $L_B = 1166$ мм
- для $L = 3000$ мм $L_A = 1400$ мм $L_B = 1366$ мм

6.4 Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

6.5 Монтаж радиаторов «Лидея» с использованием настенных кронштейнов (рис. 6.2) необходимо производить в следующем порядке:

- удалить упаковку только в местах присоединения радиатора к теплопроводам и крепления к кронштейнам;
- разметить места установки кронштейнов в соответствии с рис. 6.1; минимальные расстояния радиаторов от пола принимаются в соответствии с п. 6.8;
- закрепить кронштейны на стене шурупами и дюбелями из комплекта поставки радиатора (рис. 6.2);
- надеть на кронштейны пластиковые вставки;
- навесить радиатор на кронштейны;
- соединить радиатор с подводными теплопроводами системы отопления;
- обязательно установить воздухоотводчик в свободное верхнее отверстие.

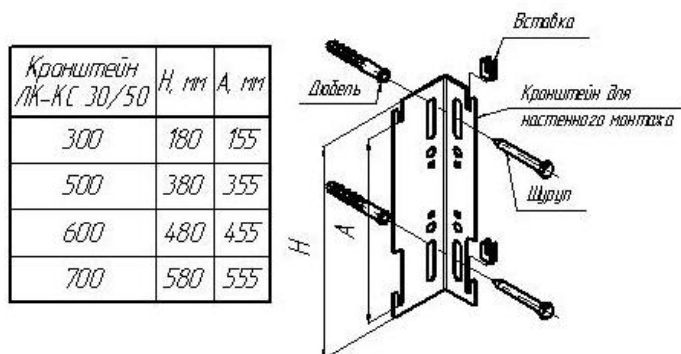


Рисунок 6.2 – Настенный кронштейн для крепления радиатора

6.6 Запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой»).

6.7 Не допускается установка панельных радиаторов с повреждённым лакокрасочным покрытием в кухнях, ванных комнатах и туалетах.

6.8 При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 75% глубины прибора в установке, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;

- установки радиатора на кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм (в последнем случае снижается теплоотдача прибора, а при эксплуатации появляются пылевые следы на стене над прибором);

- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 200 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;

- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высоте радиатора 500 мм и 75% - при высоте 300 мм), т.к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (см. рис. 6.3);

- невертикального положения коллекторов радиатора, т.к. это ухудшает его тепловые показатели, гигиеничность и внешний вид;

- установки перед радиатором декоративных экранов (не учтённых при тепловых расчётах) или закрытия его шторами, т.к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

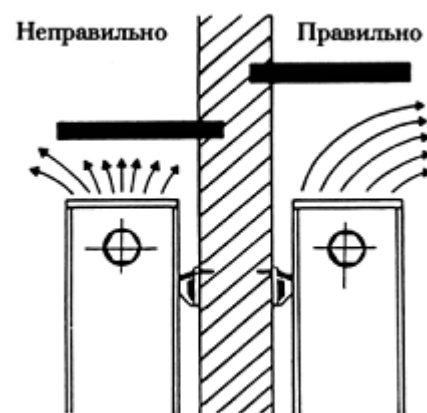


Рисунок 6.3 Схемы установки радиатора под подоконником

При автоматическом регулировании не рекомендуется размещать термостаты с встроенным датчиком на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника. В этих случаях следует использовать термостаты с выносным датчиком.

6.9 Категорически запрещается закрашивать или закрывать иным образом выпускное отверстие воздухоотводчика.

6.10 После окончания отделочных работ необходимо полностью удалить упаковку. Если упаковка была частично снята или повреждена до окончания отделочных работ, радиатор следует очистить от строительного мусора и прочих загрязнений, т.к. они снижают тепловой поток отопительного прибора.

6.11 В процессе эксплуатации следует производить очистку внешних поверхностей радиатора 2-3 раза в течение отопительного сезона. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы и средства, являющиеся агрессивными веществами (сильной щёлочью или кислотой). Исключается использование пористых увлажнителей.

6.12 При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны, как указывалось, удовлетворять требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

Содержание кислорода – не более 0,02 мг/кг; водородный показатель pH – 8,3...9; содержание железа – не более 0,5 мг/л; общая жесткость – не более 7 мг-экв./кг.

6.13 Стальные панельные радиаторы весьма чувствительны к качеству воды, особенно к содержанию в ней кислорода и загрязнений (шлама), а также к гидравлическим ударам и превышению допустимого рабочего давления теплоносителя.

Поэтому радиаторы «Лидея» рекомендуется, как указывалось, применять в системах отопления только с независимой схемой подсоединения к системе теплоснабжения, с закрытыми расширительными сосудами, современными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка грязевиков, а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постоянных. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм³.

6.14 Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 0,87 МПа.

Рекомендуемое пробное давление при гидравлическом испытании (опрессовке) системы отопления составляет 1,1 МПа (1,26 рабочего давления).

6.15 Не рекомендуется опорожнять систему отопления более чем на 15 суток в году. С целью предотвращения слива воды из радиатора при условии исключения опасности гидравлических ударов в системе отопления достаточно перекрыть запорную арматуру только на нижней подводке к радиатору «Лидея».

6.16 При необходимости отключения радиатора от системы отопления (например, для его замены) следует перекрыть обе подводки. Если необходимо перекрыть радиатор без слива воды из него, следует открыть ручной воздухоотводчик на отключённом радиаторе, а перед открытием запорной арматуры у приборов для повторного подключения его к системе отопления необходимо закрыть воздухоотводчик.

6.17. Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, при минусовых температурах наружного воздуха не допускается открывать створки окон для интенсивного проветривания (особенно при закрытых ручных кранах или термостатах у отопительных приборов). Жильцы и посетители общественных зданий (в частности, гостиниц) должны быть извещены об этом требовании.

6.18 В системах отопления из медных труб соединение их со стальными радиаторами необходимо осуществлять с помощью переходников из бронзы или качественной латуни. Во избежание разрушения этих переходников использование льна для герметизации соединений запрещено. В качестве переходников может быть использована запорно-регулирующая арматура с корпусом и накидными гайками из бронзы и латуни.

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
3. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко. – М.: НИИСантехники, 1984.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
5. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова. – М.: Стройиздат, 1990. 54
7. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
8. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов. – М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
9. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев. – М.: Стройиздат, 1994.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Гидравлические характеристики стальных водогазопроводных труб

Таблица П1.1 – Гидравлические характеристики стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75 систем водяного отопления при скорости воды в них 1 м/с

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с		Удельное динамическое давление		Приведенный коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
условного прохода	наружный	внутренний	кг/ч	кг/с	$A \cdot 10^4$, Па (кг/ч) ²	$A \cdot 10^{-4}$, Па (кг/с) ²		$S_T \cdot 10^4$, Па (кг/ч) ²	$S_T \cdot 10^{-4}$, Па (кг/с) ²
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,5	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1,0	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

- 1) $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$;
- $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788810^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2$;
- $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,81 \text{ Па}$;
- $1 (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2 = 1,271 \cdot 10^8 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2$.

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведенного коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчетов фактические гидравлические характеристики труб S , ζ' и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70 °С можно с допустимой для практических расчетов погрешностью (до 5 %), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам:

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad \zeta' = \zeta_T' \cdot \varphi_4, \quad \zeta = \zeta_T \cdot \varphi_4,$$

где S_T , ζ_T' и ζ_T - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (табл.П1.1).

Значения φ_4 определяются по таблице П1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы и расхода воды со средней температурой от 80 до 90 °С.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55 °С значения φ_4 определяются по приближенной формуле:

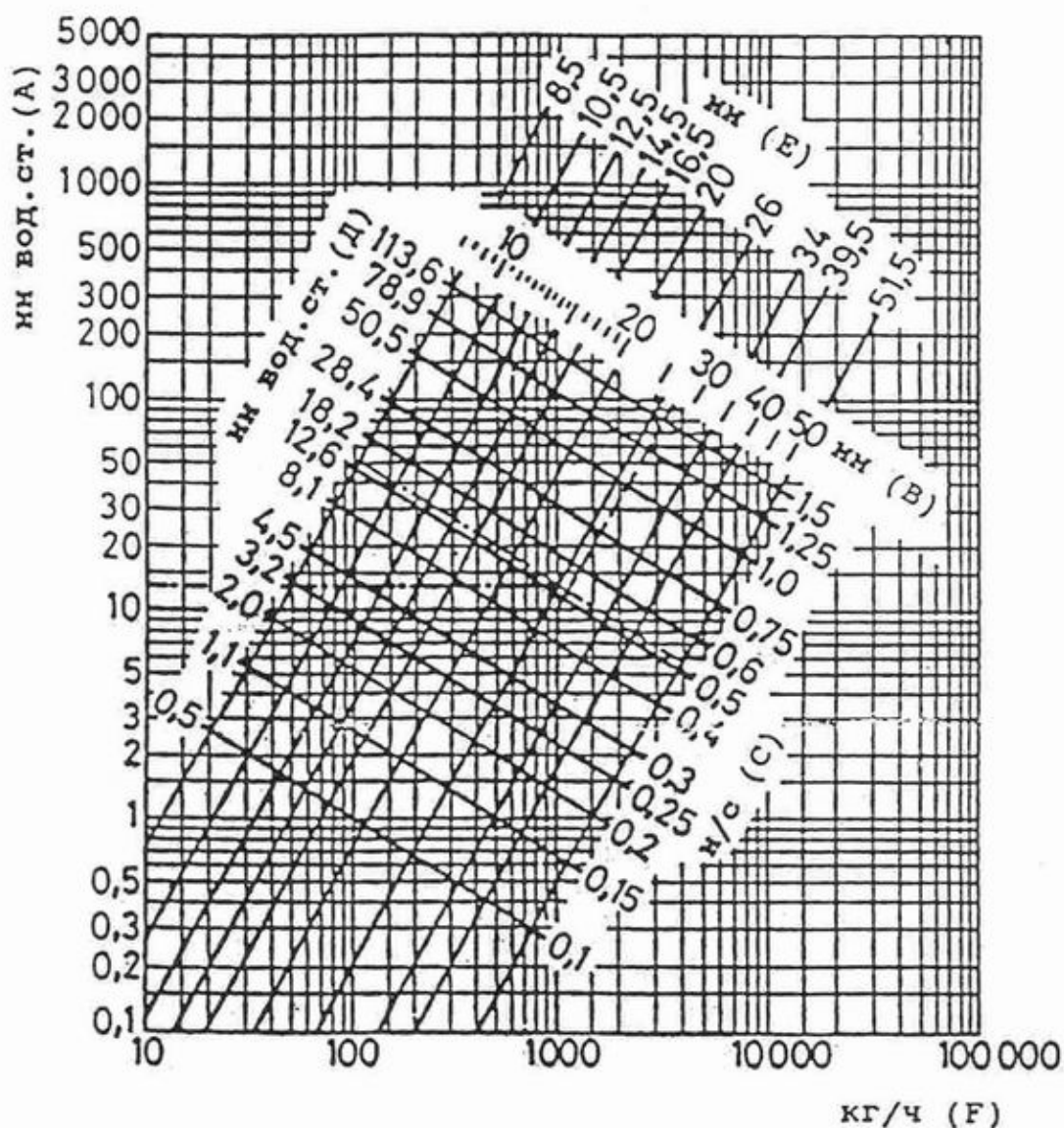
$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \cdot \varphi_4 - 0,5,$$

где $\varphi_{4(50)}$ – поправочный коэффициент при средней температуре носителя 50 °С;
 φ_4 – поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85 °С (табл. П1.2).

Таблица П1.2 – Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_v , мм						
	10	15	20	25	32	40	50
1,02	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3, 0495
	620,6	963, 4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	0, 0836	0,1299	0,2368	0, 3869	0, 6790	0, 8856	1,4799
	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327, 6
1,06	0,0541	0, 0840	0,1532	0, 2504	0, 4394	0,5731	0, 9577
	194,8	302, 4	551,5	901,4	1581,8	2063, 2	3447,7
1,08	0, 0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,10	0, 0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	110,2	171,0	312,1	509,8	894, 6	1166,8	1949,8
1,12	0, 0248	0, 0385	0, 0701	0,1146	0, 2011	0, 2623	0, 4383
	89,3	138,6	252,4	412,6	724, 0	994,3	1577,9
1,14	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0, 3649
	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	0, 0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,20	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	0,0093	0,0145	0,0625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,30	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,40	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах в зависимости от расхода воды при температуре 40 °С



А – потери давления на трение в 1 м медных труб, мм вод.ст.;

В – внутренние диаметры медных труб, мм.

С – скорость воды в трубах, м/с;

Д – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления $\zeta=1$ и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод.ст.;

Е – внутренние диаметры медных труб, мм;

Ф – расход воды через трубу, кг/ч.

При средней температуре воды 80 °С потери давления, найденные по настоящей номограмме, следует умножить на 0,88; при средней температуре 10 °С – на 1,25.

Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской

d _y , мм	ΔT, °C	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при ΔT, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	30	19,2	19,9	20,7	21,7	22,3	23,1	23,9	24,8	25,6	26,5
20		24,1	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,1	31,2	32,2	33,4
25		30,0	31,2	32,5	33,7	35,0	36,3	37,5	38,9	40,2	41,6
15	40	27,4	28,7	29,5	30,4	31,3	32,1	33,0	33,9	34,8	35,7
20		34,5	35,9	36,9	38,2	39,1	40,2	41,3	42,4	43,6	44,7
25		42,1	44,9	46,3	47,5	48,9	50,3	51,7	53,0	54,5	55,8
15	50	36,6	37,5	38,5	39,4	39,8	41,3	42,2	43,2	44,1	45,1
20		45,8	46,9	48,1	49,3	50,4	51,7	52,8	54,0	55,3	56,5
25		57,3	58,7	60,2	61,5	63,1	64,6	66,0	67,5	69,1	70,5
15	60	46,0	47,2	48,1	49,1	50,1	51,1	52,2	53,2	54,2	55,3
20		57,7	58,9	60,2	61,4	62,7	63,9	65,2	66,5	67,5	69,1
25		72,1	73,7	75,2	76,7	78,4	79,9	81,5	83,1	84,8	86,4
15	70	57,4	58,4	59,5	60,5	61,7	62,8	63,8	65,0	66,1	67,3
20		71,6	73,0	74,3	75,7	77,2	78,5	79,8	81,3	82,7	84,1
25		89,6	91,3	92,3	94,7	96,0	98,2	99,8	101,6	103,3	105,1
15	80	68,4	69,5	70,7	71,9	73,0	74,1	75,4	76,6	78,3	78,9
20		85,6	86,6	88,4	89,8	91,3	92,8	94,2	95,8	97,3	98,7
25		106,9	108,8	110,5	112,3	114,2	115,9	117,7	119,6	121,3	123,4
15	90	80,2	81,3	82,7	83,9	85,1	86,2	87,5	88,8	90,2	91,4
20		100,3	101,7	103,3	104,9	106,3	107,9	109,5	110,9	112,6	114,3
25		125,3	127,2	129,1	131,1	132,9	134,9	136,9	138,9	140,8	142,8
15	100	92,3	93,5	94,9	96,0	97,0	98,2	99,3	100,3	101,3	102,4
20		116,0	117,4	119,0	120,6	122,4	124,2	125,3	127,6	129,1	130,9
25		144,2	145,1	147,2	149,4	151,5	153,6	155,8	157,9	160,0	162,2

Примечания:

1. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.
2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100 % от приведенного в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб).
3. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб умножаются на КПД изоляции (обычно в пределах 0,6 - 0,75).
4. При экранировании открытого стояка металлическим экраном общий тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем на 25 %.
5. При скрытой прокладке труб в глухой борозде общий тепловой поток снижается на 50 %.
6. При скрытой прокладке труб в вентилируемой борозде общий тепловой поток уменьшается на 10%.
7. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона, увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки, причём полезный тепловой поток составляет в среднем 95 % от общего (в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока).
8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона увеличивается в среднем в 2 раза (при оклейке стен обоями в 1,8 раза), причём полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90 % от общего.