

Список цитированных источников

1. Николадзе, Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. М.: Стройиздат, 1978 – 163 с.
2. Кожинов, В. Ф. Очистка питьевой и технической воды / В. Ф. Кожинов. М.: Стройиздат, 1971 – 303 с.
3. Мамонтов, К. А. Обезжелезивание воды в напорных установках / К. А. Мамонтов. М.: Стройиздат, 1964 – 95 с.
4. Кульский Л. А., Строкач П. П. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П.П. Строкач. К.: Вища школа, 1986. – 352 с.
5. Мосин, О. В. Использование озона в водоподготовке // Сантехника, 2011. – 4, С. 47–49.
6. Кофман, В. Я. Очистка воды и сточных вод от соединений с гормональной активностью (обзор) // Водоснабжение и санитарная техника. – М., 2012. – № 6. – С. 17.

УДК 697.7

Василевич А. С., Брандлер В. А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Ключева Е. В.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Система отопления относится к инженерным сетям зданий и является системой жизнеобеспечения, предназначенной для поддержания в помещениях оптимальной температуры. Без этого постоянное пребывание людей в зданиях невозможно.

В холодное время года человек вынужден обеспечивать в помещениях внутреннюю температуру воздуха выше наружной. Процесс поддержания такой внутренней температуры называется отоплением. Тепловая энергия, подаваемая в помещение системой отопления, передается внутреннему воздуху, в то же время от внутреннего воздуха поток тепла через наружные ограждения направлен из помещения наружу. Баланс этих двух процессов обуславливает температуру внутреннего воздуха.

В данной статье произведено сравнение системы водяного отопления пятиэтажного жилого дома с горизонтальной поквартирной разводкой труб, работающей от котельной и теплового насоса.

В настоящее время в жилых домах устанавливается СВО с горизонтальной разводкой труб. Данная система позволяет осуществлять регулирование и учет потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании.

На каждую квартиру устанавливается счетчик тепла, что позволяет собственникам квартир платить только за то тепло, которое они потребляют.

Общие потери тепла $Q_{\text{общ}} = 117,012 \text{ кВт}$.

Сравнение будет производиться по тепловому расчету. Целью теплового расчета является выбор типа и размера отопительного прибора. В данном случае используются стальные панельные радиаторы марки «Лидея». В первом случае вычисления по подбору отопительных приборов (ОП) для последнего этажа здания в СО от котельной сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет подбора ОП для последнего этажа (СО, работающая от котельной)

№ Помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор $Q_{\text{пр}}$, Вт	Температура входящей воды в прибор, $t_{\text{вх}}$ оС	Температура воды на выходе оС	Поправочный коэффициент $\beta 1$	Поправочный коэффициент $\beta 2$	Расход воды в приборе $G_{\text{пр}}$, кг/ч, кс/с	Температурный напор, Δt	Коэффициент приведения φ	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов $Q_{\text{тр}}$, Вт	Расчетный требуемый тепловой поток Q_1 , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток $Q_{\text{н}}$, Вт	Поправочный коэффициент $\beta 4$	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток, $Q_{\text{н}}$	Проверка
501	20	1982	80	60	1,039	1,02	90,3	50	0,65	0	2100,4	3350,5	1,03	ЛК 21-519	3274	2,34%
502	18	1492	80	60	1,02	1,03	67,4	52	0,68	0	1567,6	2376,2	1,03	ЛК 20-518	2419	1,77%
503	18	2493	80	60	1,02	1,03	112,6	52	0,68	0	2618,8	3969,8	1,03	ЛК 20-530	4032	1,54%
504	18	530	80	60	1,02	1,03	23,9	52	0,68	0	556,88	844,16	1,03	ЛК 20-506	806	4,73%
505	18	523	80	60	1,02	1,03	23,6	52	0,68	0	549,09	832,35	1,03	ЛК 20-506	806	3,27%
506	18	2493	80	60	1,039	1,02	113,6	52	0,68	0	2641,7	4004,5	1,03	ЛК 21-514	4032	1,54%
507	18	1492	80	60	1,02	1,03	67,4	52	0,68	0	1567,6	2376,2	1,03	ЛК 20-518	2419	1,77%
508	20	1992	80	60	1,039	1,02	90,8	50	0,65	0	2111,1	3367,5	1,03	ЛК 21-519	3274	2,86%
509	20	781	80	60	1,02	1,03	35,3	50	0,65	0	820,99	1309,6	1,03	ЛК 20-510	1344	2,56%
510	18	414	80	60	1,02	1,03	18,7	52	0,68	0	435,22	659,73	1,03	ЛК 20-505	672	1,83%
511	18	2499	80	60	1,02	1,03	112,9	52	0,68	0	2625	3979,1	1,03	ЛК 20-530	4032	1,31%
512	18	1684	80	60	1,02	1,03	76,1	52	0,68	0	1768,8	2681,2	1,03	ЛК 20-520	2688	0,25%
513	18	1053	80	60	1,039	1,02	48,0	52	0,68	0	1115,6	1691,1	1,03	ЛК 21-510	1723	2,70%
514	18	1135	80	60	1,02	1,03	51,3	52	0,68	0	1192,4	1807,4	1,03	ЛК 20-513	1747	3,46%
515	18	475	80	60	1,006	1,04	21,4	52	0,68	0	496,74	753	1,03	ЛК 10-509	732	2,87%
516	18	2499	80	60	1,02	1,03	112,9	52	0,68	0	2625	3979,1	1,03	ЛК 20-530	4032	1,31%
517	18	414	80	60	1,02	1,03	18,7	52	0,68	0	435,22	659,73	1,03	ЛК 20-505	672	1,83%
518	20	802	80	60	1,02	1,03	36,2	50	0,65	0	842,23	1343,5	1,03	ЛК 20-510	1344	0,04%
519	18	61	80	60	1,006	1,04	2,8	52	0,68	0	64,076	97,131	1,03	ЛК 10-504	325	
520	20	185	80	60	1,006	1,04	8,3	50	0,65	0	193,28	308,31	1,03	ЛК 10-504	325	4,74%
521	18	57	80	60	1,006	1,04	2,6	52	0,68	0	59,422	90,076	1,03	ЛК 10-504	325	
522	20	171	80	60	1,006	1,04	7,7	50	0,65	0	179,24	285,92	1,03	ЛК 10-504	325	

Во втором случае, расчет по подбору отопительных приборов (ОП) для последнего этажа здания в СО, работающей от теплового насоса при параметрах 1 ($t_{\text{вх}} = 55^\circ\text{C}$, $t_{\text{вых}} = 35^\circ\text{C}$) сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет подбора ОП для последнего этажа (СО, работающая от теплового насоса – параметры 1)

№ Помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор $Q_{\text{пр}}$, Вт	Температура входящей воды в прибор, $t_{\text{вх}}$ оС	Температура воды на выходе оС	Поправочный коэффициент $\beta 1$	Поправочный коэффициент $\beta 2$	Расход воды в приборе Спр, кг/ч, кг/с	Температурный напор, Ос	Коэффициент приведения φ	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов $Q_{\text{тр}}$, Вт	Расчетный требуемый тепловой поток Q_1 , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток $Q_{\text{нт}}$, Вт	Поправочный коэффициент $\beta 4$	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток, Qн	Проверка
501	20	1982	55	35	1,258	1,01	108,3	25	0,26	0	2518,2	9890,9	1,03	ЛК 33-724	9634	2,67%
502	18	1492	55	35	1,138	1,015	74,1	27	0,29	0	1723,5	6124,8	1,03	ЛК 22-622	6149	3,90%
503	18	2493	55	35	1,258	1,01	136,2	27	0,29	0	3167,2	11256	1,03	ЛК 33-728	11239	0,15%
504	18	530	55	35	1,045	1,03	24,5	27	0,29	0	570,53	2027,5	1,03	ЛК 20А-51	2016	0,57%
505	18	523	55	35	1,045	1,03	24,2	27	0,29	0	562,55	1999,2	1,03	ЛК 20А-51	2016	1,83%
506	18	2493	55	35	1,258	1,01	136,2	27	0,29	0	3167,2	11256	1,03	ЛК 33-728	11239	0,15%
507	18	1492	55	35	1,138	1,015	74,1	27	0,29	0	1723,5	6124,8	1,03	ЛК 22-622	6149	1,90%
508	20	1992	55	35	1,258	1,01	108,8	25	0,26	0	2531	9941,1	1,03	ЛК 33-724	9634	3,19%
509	20	781	55	35	1,138	1,015	38,8	25	0,26	0	902,62	3545,3	1,03	ЛК 22-713	3634	2,44%
510	18	414	55	35	1,045	1,03	19,2	27	0,29	0	445,88	1584,6	1,03	ЛК 20-610	1572	0,80%
511	18	2499	55	35	1,258	1,01	136,5	27	0,29	0	3174,6	11282	1,03	ЛК 33-728	11239	0,38%
512	18	1684	55	35	1,138	1,015	83,6	27	0,29	0	1944,7	6910,9	1,03	ЛК 22-724	6708	3,02%
513	18	1053	55	35	1,138	1,015	52,3	27	0,29	0	1215,9	4321,2	1,03	ЛК 22-617	4196	2,98%
514	18	1135	55	35	1,02	1,03	51,3	27	0,29	0	1192,4	4237,4	1,03	ЛК 22-617	4196	0,99%
515	18	475	55	35	1,045	1,03	22,0	27	0,29	0	511,04	1816,1	1,03	ЛК 20-612	1886	3,70%
516	18	2499	55	35	1,258	1,01	136,5	27	0,29	0	3174,6	11282	1,03	ЛК 33-728	11239	0,38%
517	18	414	55	35	1,045	1,03	19,2	27	0,29	0	445,88	1584,6	1,03	ЛК 20-610	1572	0,80%
518	20	802	55	35	1,138	1,015	39,8	25	0,26	0	925,98	3637	1,03	ЛК 22-713	3634	0,08%
519	18	61	55	35	1	1,04	2,7	27	0,29	0	63,694	226,36	1,03	ЛК 10-504	213	4,89%
520	20	185	55	35	1,006	1,04	8,3	25	0,26	0	193,28	759,16	1,03	ЛК 10-314	745	1,90%
521	18	57	55	35	1	1,04	2,5	27	0,29	0	59,067	209,91	1,03	ЛК 10-504	213	1,45%
522	20	171	55	35	1,006	1,04	7,7	25	0,26	0	179,24	704,01	1,03	ЛК 10-313	692	1,74%

В третьем случае подбор отопительных приборов (ОП) для последнего этажа здания в СО, работающей от теплового насоса, при параметрах 2 ($t_{\text{вх}} = 50^\circ\text{C}$, $t_{\text{вых}} = 30^\circ\text{C}$) сведен в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет подбора ОП для последнего этажа (СО, работающая от теплового насоса – параметры 2)

№ Помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор Q _{тп} , Вт	Температура входящей воды в прибор, t _{вх} оС	Температура воды на выходе оС	Поправочный коэффициент β1	Поправочный коэффициент β2	Расход воды в приборе Спр, кг/ч, кс/с	Температурный напор, Ос	Коэффициент приведения φ	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов Q _{тр} , Вт	Расчетный требуемый тепловой поток Q ₁ , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток Q _{нт} , Вт	Поправочный коэффициент β4	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток, Qн	Проверка
501	20	1982	50	30	1,258	1,01	108,3	20	0,20	0	2518,2	13220	1,03	ЛК 33-730	13042	1,36%
502	18	1492	50	30	1,138	1,015	74,1	22	0,22	0	1723,5	7993,1	1,03	ЛК 22-728	7826	2,14%
503	18	2493	50	30	1,258	1,01	136,2	22	0,22	0	3167,2	13345	1,03	ЛК 33-730	13042	2,32%
504	18	530	50	30	1,045	1,03	24,5	22	0,22	0	570,53	2646	1,03	ЛК 20А-61	2672	-0,97%
505	18	523	50	30	1,045	1,03	24,2	22	0,22	0	562,55	2609	1,03	ЛК 20А-61	2672	-2,36%
506	18	2493	50	30	1,258	1,01	136,2	22	0,22	0	3167,2	13345	1,03	ЛК 33-730	13042	2,32%
507	18	1492	50	30	1,138	1,015	74,1	22	0,22	0	1723,5	7993,1	1,03	ЛК 22-728	7826	2,14%
508	20	1992	50	30	1,258	1,01	108,8	20	0,20	0	2531	13287	1,03	ЛК 33-730	13042	1,88%
509	20	781	50	30	1,138	1,015	38,8	20	0,20	0	902,62	4738,4	1,03	ЛК 22-619	4689	1,05%
510	18	414	50	30	1,045	1,03	19,2	22	0,22	0	445,88	2067,9	1,03	ЛК 20-712	2087	-0,91%
511	18	2499	50	30	1,258	1,01	136,5	22	0,22	0	3174,6	13345	1,03	ЛК 33-730	13042	2,32%
512	18	1684	50	30	1,258	1,01	92,0	22	0,22	0	2139,1	9920,9	1,03	ЛК 33-724	9634	2,98%
513	18	1053	50	30	1,138	1,015	52,3	22	0,22	0	1215,9	5639,3	1,03	ЛК 22-622	5430	3,86%
514	18	1135	50	30	1,02	1,03	51,3	22	0,22	0	1192,4	5529,9	1,03	ЛК 22-622	5430	1,84%
515	18	475	50	30	1,045	1,03	22,0	22	0,22	0	511,04	2370,1	1,03	ЛК 20А-61	2358	0,51%
516	18	2499	50	30	1,258	1,01	136,5	22	0,22	0	3174,6	13345	1,03	ЛК 33-730	13042	2,32%
517	18	414	50	30	1,045	1,03	19,2	22	0,22	0	445,88	2067,9	1,03	ЛК 20-712	2087	-0,91%
518	20	802	50	30	1,138	1,015	39,8	20	0,20	0	925,98	4861	1,03	ЛК 22-619	4689	3,67%
519	18	61	50	30	1	1,04	2,7	22	0,22	0	63,694	295,4	1,03	ЛК 10-306	319	4,89%
520	20	185	50	30	1,006	1,04	8,3	20	0,20	0	193,28	1014,6	1,03	ЛК 10-611	1051	-3,46%
521	18	57	50	30	1	1,04	2,5	22	0,22	0	59,067	273,95	1,03	ЛК 10-305	266	2,99%
522	20	171	50	30	1,006	1,04	7,7	20	0,20	0	179,24	940,94	1,03	ЛК 10-610	955	-1,47%

Таким образом, общая средняя стоимость ОП по рынку в первом случае составила 4235 бел. руб. Во втором случае средняя стоимость ОП составила 7690 бел. руб. В третьем случае – 10194 бел. руб.

Следовательно, стоимость ОП в системах отопления с тепловым насосом (ТН) будет выше, чем в СО, работающих от котельных, но СО с ТН являются куда более многофункциональными, энергоэффективными и современными.

Список цитированных источников

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СН 4.02.03–2019. Введ. 16.12.19 (с отменой СНБ 4.02.01-03). – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2020. – 68 с.
2. Отопление и вентиляция жилого дома : методические указания для курсового проектирования по дисциплине Отопление для студентов специальности 1-70 04 02. – Брест, 2019.
3. Каталог отопительных приборов «Лидея».