

Документация для планирования и проектирования

Документация
для планирования
и проектирования
Издание: 06/2008



Рассольно-водяные тепловые насосы **Logatherm WPS 6–11 K и WPS 6–17** от 6 кВт до 17 кВт

Тепло – это наша стихия

Buderus

Оглавление

1	Основы	3
1.1	Принцип действия тепловых насосов	3
1.2	Коэффициент мощности и годовой коэффициент эффективности	4
1.3	Режимы эксплуатации тепловых насосов	6
1.3.1	Моновалентный режим	6
1.3.2	Моноэнергетический режим	6
1.3.3	Бивалентно-параллельный режим	6
1.3.4	Бивалентно-альтернативный режим	6
1.4	Источники тепла	7
1.4.1	Тепло из грунта □	7
1.4.2	Тепло из грунтовых вод	8
1.5	Буферный накопитель	8
2	Определение основных параметров тепловых насосов	9
2.1	Тепловые насосы для новостроек	9
2.1.1	Определение отопительной нагрузки (потребности в тепле за определённый период времени)	9
2.1.2	Определение температуры в прямом трубопроводе	9
2.1.3	Определение потребности в энергии для приготовления горячей расходной воды	9
2.1.4	Просушивание здания в первые отопительные периоды	10
2.2	Тепловые насосы для санирования здания	10
2.2.1	Определение отопительной нагрузки □ 10	
2.2.2	Определение температуры в прямом трубопроводе	10
2.2.3	Мероприятия по санированию для энергосберегающей эксплуатации теплонасоса	12
2.3	Потребность в дополнительной мощности из-за плановых отключений подачи электроэнергии местными предприятиями энергоснабжения	13
2.4	Проектирование в соответствии с режимом эксплуатации	14
2.4.1	Моновалентный режим	14
2.4.2	Моноэнергетический режим	15
2.4.3	Бивалентный режим эксплуатации □ 17	
2.5	Проектирование в соответствии с используемым источником тепла	18
2.5.1	Рассольно-водяные тепловые насосы. Источник тепла – грунт	18
2.5.2	Грунтовые коллекторы	21
2.5.3	Грунтовые зонды	25
2.5.4	Другие геотермические системы □ 28	
2.6	Стандарты и предписания □ 29	
2.7	Участие специалистов	31
2.8	Сервис Buderus в сфере освоения источников тепла	31
3	Компоненты теплонасосной установки	32
3.1	Обзор	32
3.2	Тепловые насосы	34
3.2.1	Регулирование □ 36	
3.2.2	Температурные датчики	37
3.2.3	Компрессор □ 38	
3.2.4	Конденсатор □ 38	
3.2.5	Испаритель □ 38	
3.2.6	Насосы □ 39	
3.2.7	Расширительный клапан	39
3.2.8	Реле ограничения давления □ 39	
3.2.9	Фильтр-влагоотделитель □ 40	
3.2.10	Смотровое окошко	40
3.2.11	Фильтр-грязеуловитель □ 40	
3.2.12	Дополнительный электрический подогреватель	41
3.2.13	Трёхходовой переключающий клапан ... □ 41	
3.2.14	Бойлер-накопитель горячей расходной воды из высококоротной стали, с греющей рубашкой (только для теплонасосов WPS... K)	42
3.3	Тепловые насосы Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K	43
3.3.1	Обзор оснащения	43
3.3.2	Монтажные размеры и технические данные	44
3.3.3	Помещение для установки теплового насоса	46
3.3.4	Диаграммы мощности	47
3.3.5	Характеристические кривые	49
3.4	Тепловые насосы Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17	51
3.4.1	Обзор оснащения	51
3.4.2	Монтажные размеры и технические данные	52
3.4.3	Помещение для установки теплового насоса	54
3.4.4	Диаграммы мощности	55
3.4.5	Характеристические кривые	57
3.5	Бойлеры SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW	60
3.5.1	Обзор оснащения	60

3.5.2	Монтажные размеры и технические данные	61
3.5.3	Помещение для установки бойлера	63
3.5.4	Диаграммы мощности	63
3.6	Проектирование бойлера для многоквартирного дома	64
3.7	Проектирование бойлера для многоквартирного дома	65
3.7.1	Коэффициент потребления горячей расходной воды для жилого здания	65
3.7.2	Ориентировочные значения для расчёта потребности в горячей расходной воде для жилого здания	65
3.7.3	Определение потребности в горячей расходной воде по DIN 4708-2	67
3.8	Коллектор отработавшего воздуха помещений (АК)	68
3.8.1	Обзор оснащения	68
3.8.2	Монтажные размеры и технические данные	69
3.8.3	Пример отопительной установки □ 70	
3.8.4	Параметры □ 70	
3.9	Станция пассивного охлаждения (PKSt) □ 72	
3.9.1	Обзор оснащения	72
3.9.2	Монтажные размеры и технические данные	73
3.9.3	Пример инсталляции	74
3.9.4	Диаграмма мощности	74
3.10	Распределитель рассольного контура □ 75	
3.10.1	Обзор оснащения	75
3.10.2	Монтажные размеры и технические данные	76
3.10.3	Диаграмма мощности	76
3.11	Блок арматуры и приборов рассольного контура	77
3.12	Станция для заправки рассольного контура	77
3.13	Устройство подпитки	77
3.14	Группа предохранительных устройств и приборов	78
3.15	Системы экспресс-монтажа контуров отопления	79
3.16	Буферные накопители P120 W, P200 W, P300 W, P500 W и P750 W	81
3.16.1	Обзор оснащения	81
3.16.2	Монтажные размеры и технические данные	82
4	Примеры отопительных установок	84
4.1	Моновалентный / моноэнергетический режим эксплуатации: тепловой насос Logatherm WPS... K, буферный накопитель и несмешанный контур отопления	84
4.2	Моновалентный / Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... K, буферный накопитель, несмешанный и смешанный контуры отопления	86
4.3	Моновалентный / Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... , внешний бойлер, буферный накопитель и несмешанный контур отопления	88
4.4	Бивалентный режим эксплуатации: тепловой насос Logatherm WPS..., внешний бойлер, буферный накопитель и несмешанный контур отопления	90
4.5	Каскадная схема подключения: тепловой насос Logatherm WPS..., внешний бойлер, буферный накопитель, несмешанный и смешанный контур отопления	92
4.6	Привязка гелиотермического контура: тепловой насос Logatherm WPS..., гелиоколлекторы для поддержки отопления, комбинированный гелиобойлер для отопления и приготовления горячей расходной воды, смешанный контур отопления	94
4.7	Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... K и WPS..., станция пассивного охлаждения, внешний бойлер, буферный накопитель, несмешанный контур и смешанный контур отопления и охлаждения	96
5	Вентиляция и охлаждение в теплонасосных установках	98
5.1	Вентиляция □ 98	
5.1.1	Расчёт количества отработавшего воздуха помещений	99
5.1.2	Расчёт количества приточного воздуха	100
5.1.3	Бланк-формуляр для определения количества отработавшего воздуха помещений	101
5.1.4	Бланк-формуляр для определения количества приточного воздуха помещений	101
5.2	Пример установки с коллектором отработавшего воздуха помещений	102
5.3	Охлаждение □ 103	
5.3.1	Дополнительное оборудование	104
6	Экономичность .. □	105
6.1	Расчёт инвестиционных и эксплуатационных затрат	105
6.2	Определение инвестиционных затрат .. □ 105	
6.3	Определение дополнительных издержек	105
6.4	Определение затрат на энергию	106
7	Приложения □	109
7.1	Бланк-формуляр для приблизительного определения годового коэффициента эффективности	109
7.2	Бланк-формуляр для определения требуемых системных температур	111
7.3	Бланк-формуляр для определения потребности в горячей расходной воде по DIN 4708-2	112
7.4	Бланк-формуляр для приблизительного расчёта нагрузки на охлаждение согласно VDI 2078	113
7.5	Бланк-формуляр на оформление предварительного предложения по бурению	114
	Предметный указатель	114
	Список сокращений □	117

1 Основы

1.1 Принцип действия тепловых насосов

Отопление теплом окружающей среды

С помощью теплового насоса добывается тепло из окружающей среды, т.е. из грунта, воздуха или из грунтовых вод, которое можно использовать для отопления и приготовления горячей расходной воды.

Принцип действия

Тепловой насос функционирует по «принципу холодильника» – надёжного прибора, испытанного практикой бытового и промышленного применения. Холодильник отбирает тепло у охлаждаемых внутри него продуктов питания и отдаёт это тепло с тыльной стороны аппарата в помещение, а тепловой насос отбирает тепло из внешней среды и передаёт его в отопительную систему. В обоих случаях используется закономерность, согласно которой тепло всегда перетекает от «источника тепла» к «приёмнику тепла» (от теплого к холодному) – точно так же, как реки всегда текут с гор в долины (из источников в устье).

Теплонасос, так же, как холодильник, использует естественное течение тепла в закрытом контуре хладагента – от тёплого к холодному – через испаритель, компрессор, конденсатор и расширительный клапан. При этом теплонасос «перекачивает» тепло из окружающей среды на более высокий температурный уровень, пригодный для работы отопления.

В испарителе ① содержится жидкое рабочее вещество с очень низкой точкой кипения – так называемый хладагент. Хладагент находится под низким давлением, а его температура ниже, чем температура источника тепла, например, грунта, воды или воздуха. Поэтому тепло от источника тепла передаётся хладагенту. Хладагент нагревается до своей температуры закипания, испаряется и засасывается компрессором.

Компрессор ② сжимает испарившийся хладагент до высокого давления. За счёт сжатия газообразный хладагент ещё больше нагревается. Кроме того, энергия привода компрессора тоже преобразуется в тепло и передаётся хладагенту. Температура хладагента поднимается, пока не становится выше температуры, которая необходима отопительной установке для обеспечения отопления и приготовления горячей расходной воды. После достижения определённого давления и температуры хладагент течёт дальше в конденсатор.

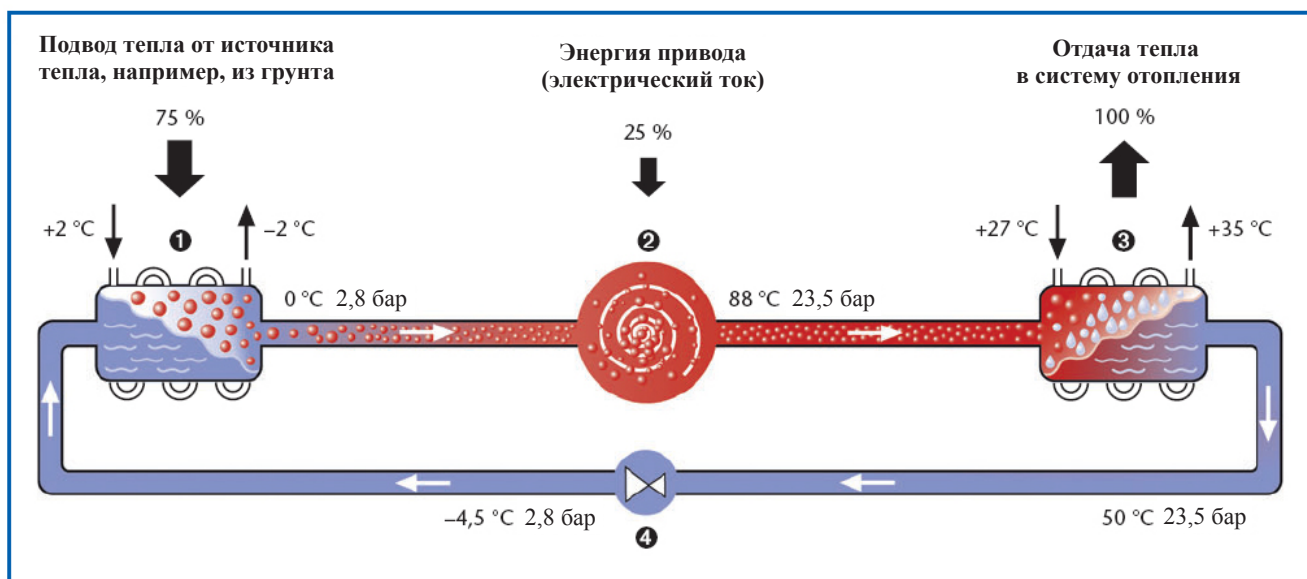
В конденсаторе ③ горячий газообразный хладагент отдаёт всё своё тепло, полученное из окружающей среды, т.е. от источника тепла, а также тепловую энергию привода компрессора, в более холодную систему отопления, т.е. в теплоприёмник. При этом температура хладагента падает ниже точки его конденсации, и он снова превращается в жидкость. Жидкий, но всё ещё находящийся под высоким давлением, хладагент течёт к расширительному клапану.

Расширительный клапан ④, называемый также «дрессельным клапаном», обеспечивает декомпрессию хладагента до его исходного давления, прежде чем хладагент снова возвратится в испаритель и опять начнёт принимать тепло от окружающей среды.

Пояснения к рисунку:

- ① Испаритель
- ② Компрессор
- ③ Конденсатор
- ④ Расширительный клапан

Схематическое представление принципа действия теплонасосной установки



3/1 Контур хладагента в теплонасосной установке (с хладагентом R407c)

1.2 Коэффициент мощности и годовой коэффициент эффективности

Коэффициент мощности

Коэффициент мощности ε (эпсилон), называемый также коэффициентом преобразования COP (англ.: Coefficient Of Performance) – это измеренный или рассчитанный показатель оценки работы теплонасоса в специально оговоренных эксплуатационных условиях – подобно нормированному расходу топлива в автомобилях. Он отражает соотношение между полезной тепловой мощностью, расходуемой на нагрев, и использованной электрической мощностью привода компрессора. При этом коэффициент мощности, которого может достичь теплонасос, зависит от перепада температур между источником и приёмником тепла.

Коэффициент мощности ε для современных аппаратов можно определить приблизительно по такой эмпирической формуле с учётом разности температур:

$$\varepsilon = 0,5 \times \frac{T}{T - T_0} = 0,5 \times \frac{\Delta T + T_0}{\Delta T}$$

4/1 Формула для расчёта коэффициента мощности через температуру

Расчётные величины ($\rightarrow$ 4/1):

T Абсолютная температура приёмника тепла, [K]
 T_0 Абсолютная температура источника тепла, [K]

При расчёте через соотношение полезной тепловой мощности, расходуемой на нагрев, и потребляемой электрической мощности используется такая формула:

$$\varepsilon = \text{COP} = \frac{P_H}{P_{\text{эл}}}$$

4/2 Формула для расчёта коэффициента мощности через потребляемую электрическую мощность

Расчётные величины ($\rightarrow$ 4/2):

$P_{\text{эл}}$ Потребляемая электрическая мощность, [кВт]
 P_H Полезная «греющая» мощность, [кВт]

Пример расчёта коэффициента мощности через разность температур

Требуется определить значение коэффициента мощности теплового насоса для системы отопления пола с температурой в прямом трубопроводе 35°C и для радиаторного отопления с температурой 50°C при температуре источника тепла 0°C .

❶ Система отопления пола

$$T = 35^\circ\text{C} = (273 + 35) \text{ K} = 308 \text{ K}$$

$$T_0 = 0^\circ\text{C} = (273 + 0) \text{ K} = 273 \text{ K}$$

$$\Delta T = T - T_0 = (308 - 273) \text{ K} = 35 \text{ K}$$

Расчёт по формуле 4/1:

$$\varepsilon = 0,5 \times \frac{T}{\Delta T} = 0,5 \times \frac{308 \text{ K}}{35 \text{ K}} = 4,4$$

❷ Радиаторное отопление

$$T = 50^\circ\text{C} = (273 + 50) \text{ K} = 323 \text{ K}$$

$$T_0 = 0^\circ\text{C} = (273 + 0) \text{ K} = 273 \text{ K}$$

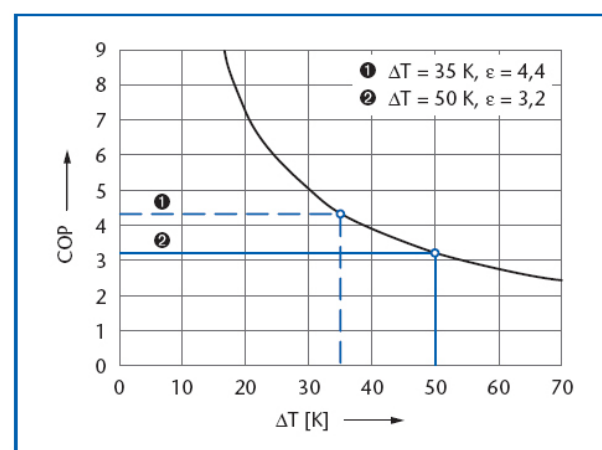
$$\Delta T = T - T_0 = (323 - 273) \text{ K} = 50 \text{ K}$$

Расчёт по формуле 4/1:

$$\varepsilon = 0,5 \times \frac{T}{\Delta T} = 0,5 \times \frac{323 \text{ K}}{50 \text{ K}} = 3,2$$

$\rightarrow$ Данный пример показывает, что система отопления пола достигает коэффициента мощности на 36 % выше, чем радиаторное отопление.

$\rightarrow$ Отсюда получается эмпирическое правило: на 1°C меньшее поднятие температуры = на 2,5 % большее повышение коэффициента мощности.



4/3 Коэффициент мощности в соответствии с примером расчёта

Пояснения к рисунку ($\rightarrow$ 4/3):

$P_{\text{эл}}$ Потребляемая электрическая мощность, [кВт]
 P_H Полезная «греющая» мощность, [кВт]

Сопоставление коэффициентов мощности различных тепловых насосов по DIN EN 14511

Для обеспечения возможности ориентировочного сопоставления различных тепловых насосов Стандарт DIN EN 255 оговаривает такие условия, как вид и эталонная температура источника тепла, для которых рассчитываются коэффициенты мощности, т.е. коэффициенты преобразования.

Рассольно ¹⁾ - водяные ²⁾ теплонасосы °C	Водо ¹⁾ - водяные ²⁾ теплонасосы °C	Воздушно ¹⁾ - водяные ²⁾ теплонасосы °C
B0/W35	W10/W35	A7/W35
B0/W45	W10/W45	A2/W35
B5/W45	W15/W45	A-7/W35

5/1 Сравнение тепловых насосов по DIN EN 14511;

B = англ.: Brine (= Рассол), W = англ.: Water (= Вода),
A = англ.: Air (= Воздух)

- 1) Источник тепла и температура теплоносителя
- 2) Приёмник тепла и температура на выходе из аппарата (в прямом трубопроводе отопления)

Коэффициент мощности, т.е. коэффициент преобразования COP, по DIN EN 14511 учитывает наряду с потребляемой мощностью компрессора также и мощность привода вспомогательных агрегатов – соответствующую доленую часть мощности рассольного насоса или водяного насоса, либо соответствующую доленую часть мощности вентилятора для воздушно-водяных тепловых насосов.

Кроме того, разграничиваются аппараты с встроенными насосами и аппараты без встроенных насосов, что приводит на практике к существенно различающимся коэффициентам мощности. Поэтому имеет смысл только прямое сопоставление тепловых насосов одинакового вида.

→ Коэффициенты преобразования COP, задаваемые для тепловых насосов Buderus, соотносятся с контуром хладагента (без доленой части мощности циркуляционного насоса) и, дополнительно, с методикой расчёта по Европейской Норме EN 255 для тепловых насосов со встроенным насосом.

Коэффициент годовой эффективности

Так как коэффициент мощности даёт лишь моментальную «фотографию» только для специально оговоренных конкретных условий, то дополнительно указывается эксплуатационный показатель. Обычно он задаётся в виде коэффициента годовой эффективности β (англ.: seasonal performance factor) и отображает соотношение между всем полезным теплом, отдаваемым всей теплонасосной установкой в течение одного года, и суммарной электрической энергией, которую теплонасосная установка потребила за этот же год.

Директива 4650 Союза Немецких Инженеров (VDI) предлагает методику, которая позволяет пересчитывать коэффициенты мощности, получаемые в результате стендовых испытаний, на коэффициент годовой эффективности для случаев реального применения с их конкретными условиями эксплуатации.

Коэффициент годовой эффективности можно приблизительно рассчитать по методике, представленной на стр. 109. Здесь учтены вид теплонасоса и разнообразные поправочные коэффициенты для эксплуатационных условий. Для получения точных величин в настоящее время применяют специальное программное обеспечение для компьютеров, которое путём имитационных расчётов может предоставить очень точные результаты.

Очень упрощённый метод расчёта годового коэффициента эффективности выполняется по такой формуле:

$$\beta = \frac{\dot{Q}_{\text{THU}}}{W_{\text{эл}}}$$

5/2 Формула для расчёта коэффициента годовой эффективности теплонасоса

Расчётные величины (→ 5/2):

- β Коэффициент годовой эффективности теплонасоса
- $\dot{Q}_{\text{THU}}$ Количество теплоты, отдаваемое теплонасосной установкой (= THU) в течение одного года, [кВт-час]
- $W_{\text{эл}}$ Количество электроэнергии, потребляемое THU в течение одного года, [кВт-час]

Коэффициент затратности

Для получения возможности сравнительной энергетической оценки различных технологий отопления при проектировании тепловых насосов необходимо также принимать в расчёт так называемые коэффициенты затратности в соответствии с DIN V 4701-10.

Коэффициент затратности теплогенератора e_g показывает, сколько невозобновляемой энергии требуется отопительной установке для выполнения эксплуатационных задач. Годовой коэффициент затратности e_g является простой обратной величиной годового коэффициента эффективности:

$$e_g = \frac{1}{\beta} = \frac{W_{\text{эл}}}{\dot{Q}_{\text{THU}}}$$

5/3 Формула для расчёта коэффициента затратности теплогенератора

Расчётные величины (→ 5/3):

- β Коэффициент годовой эффективности теплонасоса
- e_g Коэффициент затратности теплонасоса
- $\dot{Q}_{\text{THU}}$ Количество теплоты, отдаваемое теплонасосной установкой в течение одного года, [кВт-час]
- $W_{\text{эл}}$ Количество электроэнергии, потребляемое THU в течение одного года, [кВт-час]

1.3 Режимы эксплуатации тепловых насосов

Теплонасосные установки (= ТНУ) могут работать в различных эксплуатационных режимах в зависимости от источника тепла, используемого тепловым насосом,

а также в зависимости от проектируемой отопительной установки здания или от отопительной техники, которая уже есть в здании.

1.3.1 Моновалентный режим

В этом режиме теплонасос покрывает всю потребность в тепле для отопления и ГВС. Наилучшими для этого являются такие источники тепла, как грунт и грунтовые воды, так как они почти независимы от наружной

температуры и поставляют вполне достаточно тепла даже при низких температурах.

Buderus рекомендует моновалентный режим для эксплуатации рассольно-водяных тепловых насосов.

1.3.2 Моноэнергетический режим

Для покрытия энергетических пиков нагрузки теплонасосные установки, работающие в моноэнергетическом режиме, оснащаются дополнительным электрическим подогревателем, который может поддерживать отопление и, по возможности, приготовление горячей расходной воды. В этом случае дополнительный электрический подогреватель позволяет также временно повышать температуру горячей расходной воды для предотвращения образования бактерий (легионелл).

При проектировании ТНУ с интегрированным дополнительным термоэлектронагревателем можно задавать несколько меньшую мощность и, следовательно, полу-

чать более благоприятную стоимость оборудования. При этом важным фактором является точный расчёт, чтобы дополнительный термоэлектронагреватель потреблял как можно меньше электроэнергии.

Экономия по затратам на производительность скважины меньшего по мощности теплонасоса, как правило, не получается, так как в сопоставлении с моновалентным режимом при моноэнергетической эксплуатации увеличивается количество рабочих часов теплонасоса. Это обстоятельство следует учитывать при расчёте источника тепла.

1.3.3 Бивалентно-параллельный режим

Отопительные установки с бивалентно-параллельным режимом эксплуатации оснащаются как тепловым насосом, так и дополнительным теплогенератором.

Раньше в одно- и двухквартирных домах наряду с воздушно-водяным теплонасосом часто применялся, на-

пример, жидкотопливный котёл. При этом основное теплоснабжение выполнялось теплонасосом. При падении наружной температуры ниже установленного граничного значения, например, ниже 0°C, к работе подключался второй теплогенератор.

1.3.4 Бивалентно-альтернативный режим

Отопительные установки с бивалентно-альтернативным режимом эксплуатации тоже оснащаются наряду с теплонасосом также и вторым теплогенератором. Однако здесь в отличие от бивалентно-параллельного режима теплонасос и второй теплогенератор никогда не работают одновременно. Вместо этого применяется распределение

годовой потребности в энергии равными частями между теплонасосом и традиционным отопительным котлом. При превышении определённой наружной температуры, например, выше 3 °C, работает исключительно теплонасос. При более низких температурах теплоснабжение полностью обеспечивается отопительным котлом.

1.4 Источники тепла

Теплонасосы при сопоставлении с традиционными отопительными установками интересны тем, что они используют для отопления бесплатное тепло из окружающей среды.

Вместе с инсталляцией теплонасоса одновременно выполняется и освоение соответствующего источника тепловой энергии. Инвестиция в освоение источника

тепла соответствует как бы приобретению «топливных материалов» про запас. Особенно пригодными в качестве источников тепла являются земля и грунтовые воды. Однако вопрос выбора необходимого источника тепла для теплоснабжения объекта зависит от многих специфических факторов и должен решаться индивидуально в каждом конкретном случае.

1.4.1 Тепло из грунта

В земле можно использовать два различных источника тепловой энергии: тепло её приповерхностных слоёв и глубинное тепло.

Грунтовые коллекторы используют **приповерхностное тепло**. Они укладываются горизонтально на глубине от 1,20 м до 1,50 м и принимают солнечное тепло, которое накапливается верхними слоями грунта.

Грунтовые зонды используют **геотермическое тепло**, которое устремляется из глубины земных недр к поверхности. Скважины для монтажа зондов бурятся вертикально на глубину до 150 м.

Так как оба источника тепла характеризуются относительно высокой и стабильной температурой в течение всего года, то в обоих случаях теплонасосы могут работать с высоким к.п.д., то есть с высоким коэффициентом годовой эффективности.

Кроме того, эксплуатация с закрытым контуром обеспечивает высокую надёжность и минимальные затраты на техническое обслуживание теплонасосов.

В последнее время грунтовые зонды получили широкое распространение за счёт очень простого монтажа и минимальной потребности в технологической площади.

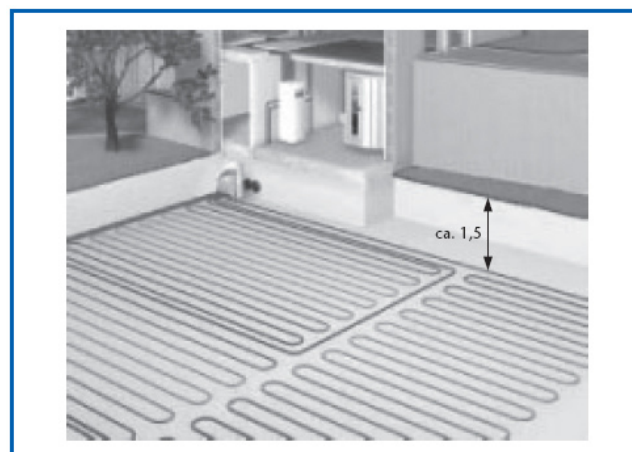
Грунтовые коллекторы

Преимущества

- Малозатратные
- Эффективные – высокие годовые коэффициенты эффективности теплонасоса
- Надёжные и не требуют специального технического обслуживания, так как работают в закрытой системе

Недостатки

- Необходимость высокой точности укладки, чтобы предотвратить образование воздушных «мешков»
- Потребность в большой технологической площади
- Невозможность переукладки
- Невозможность применения для охлаждения



7/1 Грунтовые коллекторы (размеры указаны в метрах)

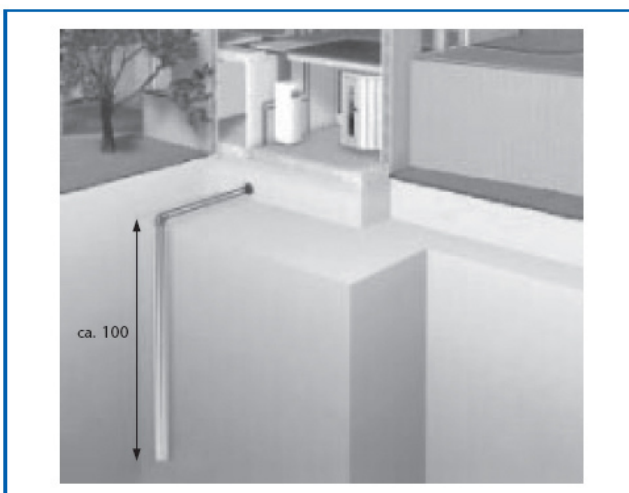
Грунтовые зонды

Преимущества

- Эффективные – высокие годовые коэффициенты эффективности теплонасоса
- Надёжные и не требуют специального технического обслуживания, так как работают в закрытой системе
- Экономят технологическую площадь
- Могут применяться для охлаждения

Недостатки

- Как правило, более высокие инвестиционные затраты, чем при монтаже грунтовых коллекторов
- Инсталляция возможна не во всех регионах
- Для инсталляции необходимо наличие административного разрешения
- Дополнительная потребность в электроэнергии, например, для качающего насоса



8/1 Грунтовые зонды (размеры указаны в метрах)

1.4.2 Тепло из грунтовых вод

Грунтовые воды могут использоваться в качестве источника тепла посредством их закачивания через геотермическую колодезную установку и – после «отбора тепла» – последующего возврата в водоносные слои грунта. Такая технология является особенно эффективной с энергетической точки зрения и позволяет достигать высоких коэффициентов мощности теплонасоса, так как температура грунтовых вод в течение всего года остаётся почти константной.

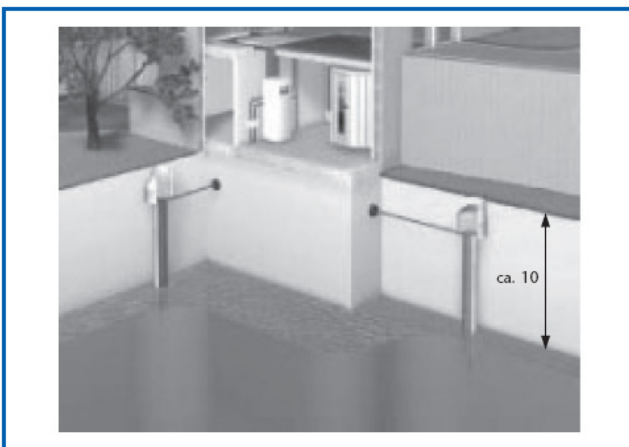
Если грунтовые воды будут использоваться в качестве источника тепла, то необходимо особенно точно проанализировать потребность в дополнительной энергии, в частности, для работы качающего насоса. В небольших ТНУ или при значительных глубинах колодцев затраты энергии, необходимые для качающего насоса, негативно сказываются на годовом коэффициенте эффективности. То есть, высокие преимущества использования грунтовых вод как источника тепла в таких случаях остаются не реализованными.

Преимущества

- Малозатратность
- Эффективность – высокие годовые коэффициенты эффективности теплонасоса
- Экономия технологической площади

Недостатки

- Необходимость в техническом обслуживании вследствие открытости системы
- Требуется анализ грунтовых вод
- Для инсталляции необходимо наличие административного разрешения
- Дополнительная потребность в электроэнергии, например, для качающего насоса



8/2 Колодцы грунтовых вод (размеры указаны в метрах)

1.5 Буферный накопитель

Большой бак с греющей водой может использоваться в качестве так называемого буферного накопителя при последовательном соединении между теплогенератором и потребителем, обеспечивая «промежуточное аккумулялирование».

Буферный накопитель служит для того, чтобы во времени, а также гидравлически разделить процессы выработки и отбора тепла, и позволяет достичь оптимального выравнивания этих процессов.

Для отопительной установки с теплонасосом это означает, что теплонасос может в течение определённого периода времени даже при запёртых контурах отопления (т.е. когда потребители не отбирают тепло) оставаться

включенным и продолжать «производство тепла», что существенно продлевает время их полезного использования и, тем самым, долговечность.

Очень важно применять буферный накопитель с хорошей теплоизоляцией, чтобы эффективно использовать преимущества аккумулялирования тепла и не терять слишком много тепла из-за плохой теплоизоляции.

2 Определение основных параметров тепловых насосов

2.1 Тепловые насосы для новостроек

2.1.1 Определение отопительной нагрузки (потребности в тепле за определённый период времени)

Удельная отопительная нагрузка Q_H рассчитывается в соответствии с действующими в стране нормами, например, в Германии – по DIN EN 12831.

Отопительную нагрузку в Вт можно рассчитывать приблизительно (расчёты обычно выполняются проектировщиком отопительной установки).

$$\dot{Q}_A = A \times \dot{Q}_H$$

9/1 Формула для расчёта отопительной нагрузки

Расчётные величины (→ 9/1):

$\dot{Q}_A$ Отопительная нагрузка, [Вт]
 A_{Zu} Отапливаемая жилая площадь, [м²]
 $\dot{Q}_H$ Удельная отопительная нагрузка, [Вт/м²]

Примечание: KfW = Kreditanstalt für Wiederaufbau = Банк реконструкции в Германии; кредитует капитальные вложения.

Стандарт «KfW 60»: Льготное кредитование «энергосберегающего» дома при условии, что годовая потребность в первичной энергии (нефть, уголь, газ) должна составлять не более 60 кВт-час на квадратный метр. При этом удельные теплопотери через наружные ограждения (через ограждающие конструкции здания) должны быть на 30 % меньше максимальной величины, указанной в «Положении об обеспечении энергосберегающей тепловой защиты и применению энергосберегающих приборов и оборудования в зданиях» (EnEV).

Стандарт «KfW 40»: Льготное кредитование «энергосберегающего» дома при условии, что годовая потребность в первичной энергии (нефть, уголь, газ) должна составлять не более 40 кВт-час на квадратный метр. При этом удельные теплопотери через наружные ограждения (через ограждающие конструкции здания) должны быть на 45 % меньше максимальной величины, указанной в EnEV.

Вид теплоизоляции здания	Удельная отопительная нагрузка $\dot{Q}_H$ Вт/м²
Теплоизоляция, по EnEV 2002 40–60	40 – 60
«Энергосберегающий» дом, по Стандарту KfW 60 25–40	25 – 40
«Энергосберегающий» дом, по Стандарту KfW 40 и «3-х-литровый» дом	15 – 30
«Энергопассивный» дом	10

9/2 Удельная отопительная нагрузка

2.1.2 Определение температуры в прямом трубопроводе

При проектировании системы распределения тепла теплонасосной установки необходимо изначально задавать по возможности как можно более низкую температуру в прямом трубопроводе.

Понижение температуры в прямом трубопроводе всего лишь на 1 градус даёт ок. 2,5 % экономии тока при

эксплуатации теплонасоса. Поэтому большие площади обогрева с низкой температурой в прямом трубопроводе, например, система отопления пола, великолепно пригодны для совместной работы с теплонасосом.

2.1.3 Определение потребности в энергии для приготовления горячей расходной воды

Для приготовления горячей расходной воды обычно предполагается 0,2 кВт «греющей» мощности на каждого человека. Это утверждение основывается на том, что, каждый человек использует в день максимум от 80 л до 100 л горячей воды с температурой 45 °С.

При этом важно предусмотреть ожидаемое максимальное количество пользователей. Необходимо также учесть их индивидуальные привычки (например, высокое потребление горячей воды при наличии джакузи).

Если горячую воду в контрольной (т.е. базовой) температурной точке (например, в середине зимы) не надо готовить с помощью теплонасоса, то потребность в энергии для ГВС не прибавляется к тепловой нагрузке отопления.

Контуры рециркуляции

Контуры рециркуляции могут существенно увеличивать отопительную нагрузку для приготовления горячей расходной воды в зависимости от длины рециркуляционных трубопроводов и качества теплоизоляции. Это обстоятельство необходимо соответственно учитывать при проектировании потребности в энергии.

Потери тепла в трубопроводе горячей расходной воды зависят от полезной площади, а также от вида и расположения контура рециркуляции. Если полезная площадь составляет от 100 м² до 150 м², а распределение происходит внутри тепловой оболочки, то в соответствии с «Положением об энергосберегающих приборах в жилых зданиях» (EnEV) потери тепла, соотнесённые с полезной площадью:

- с рециркуляцией: 9,8 кВт-час/м² а
- без рециркуляции: 4,2 кВт-час/м² а

Если большая длина трубопроводов препятствует рециркуляции, то рекомендуется применять рециркуляционный насос, при необходимости включаемый с помощью датчика потока вода.

→ В соответствии с § 12 (4) EnEV требуется, чтобы рециркуляционные насосы в трубопроводах горячей расходной воды оснащались автоматическими устройствами включения и выключения.

2.1.4 Просушивание здания в первые отопительные периоды

На стадии строительства капитального здания его корпусная конструкция впитывает большие количества воды, например, через строительные растворы, штукатурку, гипсовые покрытия и обои. Дожди тоже могут значительно повысить влажность. Так как эта влага испаряется очень медленно, то здание необходимо просушивать с помощью специальных строительных сушилок.

Влажность здания повышает отопительную нагрузку в течение первых двух отопительных сезонов. Если «греющая» мощность теплового насоса рассчитана с дефицитом, а здание необходимо просушивать осенью или зимой, то потребуются установить дополнительный термоэлектронагреватель, обеспечивающий дополнительно необходимое тепло для обогрева. Это имеет значение, прежде всего, при использовании рассольно-водяных тепловых насосов.

Термоэлектронагреватель должен включаться в течение первого отопительного периода в зависимости от температуры рассола в прямом трубопроводе (ок. 0 °C) или от граничной температуры (от 0 °C до 5 °C).

→ При длительной работе компрессора рассольно-водяного теплового насоса источник тепла может сильно охлаждаться и вследствие этого инициировать аварийное отключение теплового насоса.

→ Рассольно-водяные тепловые насосы нельзя применять для просушивания свежей бетонной стяжки пола, т.к. оборудование грунтовых зондов может получить повреждения из-за высокой потребности в энергии, необходимой для обеспечения процесса просушивания.

2.2 Тепловые насосы для санирования здания

2.2.1 Определение отопительной нагрузки

В существующих домах, как правило, используются отопительные котлы с запасом мощности, превышающим фактическую потребность в тепле. Следовательно, они не могут приниматься за основу при проектировании тепловых насосных установок, так как в результате получится существенное превышение расчётной мощности теплового насоса. Поэтому отопительную нагрузку здания необходимо заново рассчитывать в соответствии со специфическими местными нормативами (например, по DIN EN 12831).

Отопительную нагрузку можно также рассчитывать приблизительно (обычно это выполняет проектировщик отопительной системы), исходя из данных о прошлом потреблении энергии, по отапливаемой жилой площади и по удельной отопительной нагрузке.

При этом необходимо принимать во внимание актуальное состояние системы. В 1- и 2-квартирных домах, построенных в период между 1980 – 1994 гг., в расчёт берётся удельная отопительная нагрузка ок. 80 Вт/м². Удельная отопительная нагрузка для домов, построенных до 1980 года, находится в пределах между 100 Вт/м² и 120 Вт/м², т.к. в то время ещё не использовалась дополнительная теплоизоляция.

→ Приблизительно рассчитанная отопительная нагрузка может существенно отличаться от результата, получаемого при расчёте по нормативам, если у жильцов есть специфические привычки пользования отоплением или горячей расходной водой.

2.2.2 Определение температуры в прямом трубопроводе

Так как для приготовления горячей расходной воды требуются высокие температуры, то большинство применяемых дизельных и газовых котлов, регулируемых котловым термостатом, обеспечивают температуру от 70 °C до 75 °C. Перегрев здания предотвращается с помощью поствключенных систем регулирования, например, с помощью смесительных и термостатных клапанов.

Если требуется дополнительно установить тепловой насос, то в обязательном порядке следует определить фактически необходимую температуру в прямом и обратном трубопроводах. Только таким путём можно правильно внедрить мероприятия по санированию.

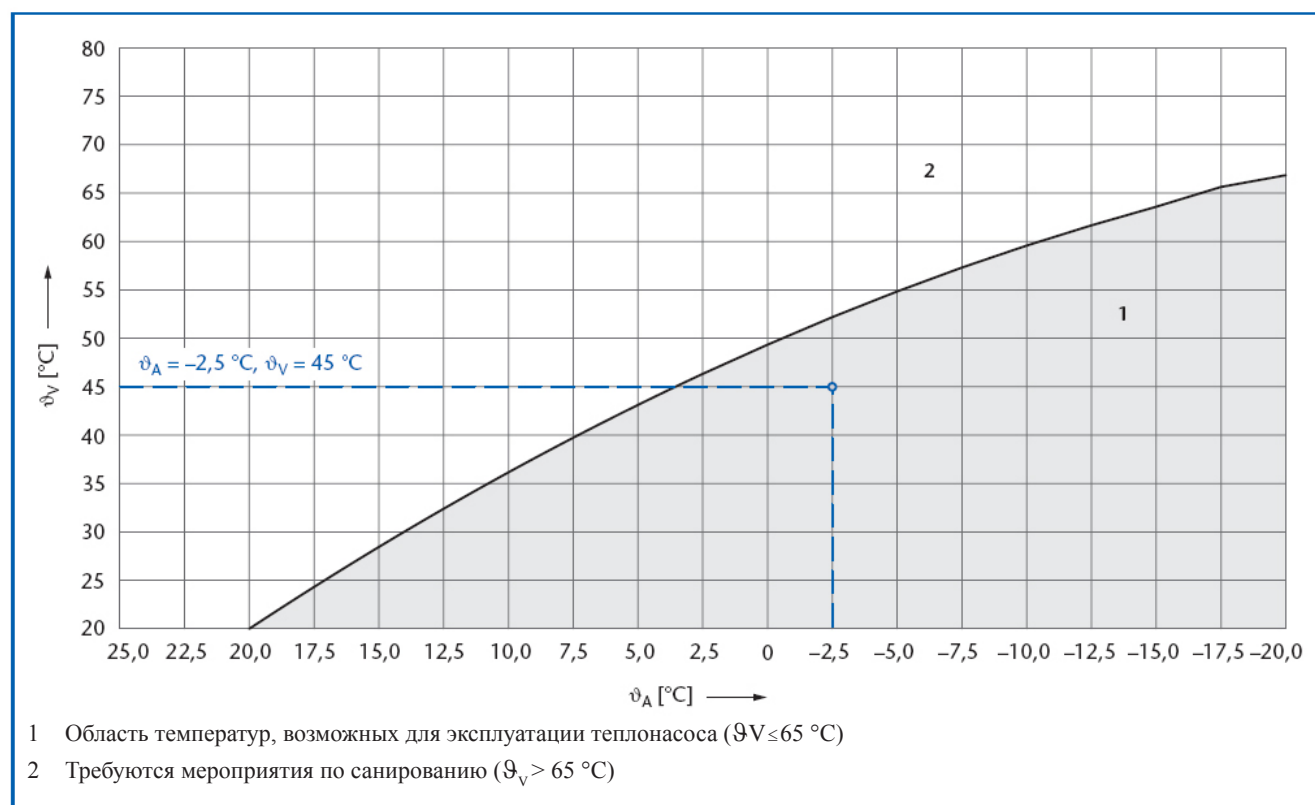
Для этого существуют 2 метода:

- Если известны результаты расчёта отопительной нагрузки и данные по отопительной нагрузке для каждого помещения, то мощность в зависимости от температуры в прямом и обратном трубопроводах представлена в обзорных таблицах тепловой мощности приборов отопления (→ 11/1). Максимальная температура в прямом трубопроводе ориентируется тогда по помещению, которое нуждается в самой высокой температуре.

- Если отопительная нагрузка не известна, то её можно определить экспериментально. С этой целью во время отопительного периода полностью открывают термостатные вентили и затем понижают температуру в прямом и обратном трубопроводах до тех пор, пока температура в помещениях не достигнет уровня примерно от 20 °C до 22 °C. Данные о температуре в прямом трубопроводе, настроенной для этого уровня, а также актуальную наружную температуру наносят на диаграмму (→ 11/2). По диаграмме определяют фактически необходимый температурный уровень.

Радиаторы отопления										
Чугунные радиаторы										
Монтажная высота	мм	980			580			430		280
Монтажная глубина	мм	70	160	220	110	160	220	160	220	250
Тепловая мощность каждой секции, при средней температуре воды ϑ_m										
$\vartheta_m = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	45	83	106	37	51	66	38	50	37
$\vartheta_m = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	67	120	153	54	74	97	55	71	55
$\vartheta_m = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	90	162	206	74	99	129	75	96	74
$\vartheta_m = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	111	204	260	92	126	162	93	122	92
Стальные радиаторы										
Монтажная высота	мм	1000			600			450		300
Монтажная глубина	мм	110	160	220	110	160	220	160	220	250
Тепловая мощность каждой секции, при средней температуре воды ϑ_m										
$\vartheta_m = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	50	64	84	30	41	52	30	41	32
$\vartheta_m = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	71	95	120	42	58	75	44	58	45
$\vartheta_m = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	96	127	162	56	77	102	59	77	61
$\vartheta_m = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	Вт	122	157	204	73	99	128	74	99	77

11/1 Тепловая мощность радиаторных секций (при температуре в помещении $\vartheta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ по DIN 4703)



11/2 Диаграмма для определения требуемой системной температуры

Пояснения к рисунку:

ϑ_A Наружная температура

ϑ_V Температура в прямом трубопроводе

2.2.3 Мероприятия по санированию для энергосберегающей эксплуатации теплонасоса

Ниже Вы найдёте предложения по мероприятиям санирования в зависимости от требуемых температур в прямом трубопроводе.

Макс. температура 65 °С в прямом трубопроводе во всех помещениях

Если необходимые температуры в прямом трубопроводе находятся ниже 65 °С, то можно применять любой тепловой насос Logatherm. Никаких дополнительных мероприятий не требуется.

Температура выше 65 °С в прямом трубопроводе в некоторых помещениях

Если температура в прямом трубопроводе выше 65 °С необходима только для некоторых помещений, то было бы выгоднее понизить требуемую температуру в прямом трубопроводе для этих помещений до уровня ниже 65 °С, чтобы всё-таки использовать возможность применения теплонасоса Logatherm. Этого можно достичь путём замены приборов отопления в соответствующих помещениях.

Температура в прямом трубопроводе выше 65 °С почти во всех помещениях

Если требуемая температура в прямом трубопроводе находится выше 65 °С почти во всех помещениях, то необходимо заменить все соответствующие приборы отопления так, чтобы обеспечить все помещения одинаковой температурой в прямом трубопроводе ниже 65 °С и получить возможность применения теплонасоса Logatherm.

Преимущества, получаемые при уменьшении отопительной нагрузки

Отопительную нагрузку можно ещё больше понизить за счёт разнообразных мероприятий, например, путём замены окон, редуцирования потерь через воздух или за счёт теплоизоляции этажных перекрытий, несущих конструкций крыши и фасадов. При выполнении санирования системы отопления с установкой теплонасоса эти мероприятия дают разнообразные преимущества.

- С уменьшением отопительной нагрузки применяемый теплонасос может быть меньшего типоразмера, но работать будет экономичнее.
Годовая потребность в энергии на отопление, которую должен покрыть теплонасос, падает.
Понижаются также требуемые температуры в прямом трубопроводе, а годовой коэффициент эффективности теплонасоса возрастает.
- При улучшении теплоизоляции повышаются средние температуры поверхности стен, полов и потолков. Благодаря этому в помещениях сохраняется ощущение комфорта даже при пониженных температурах воздуха.

Пример возможной экономии затрат на энергию за счёт мероприятий по санированию

Перед санированием:

Жилой дом имеет отопительную нагрузку 20 кВт и годовую потребность в энергии на отопление 40000 кВт-час. Отопление дома обеспечивается водяной отопительной системой; температура в прямом трубопроводе составляет 75 °С, а температура в обратном трубопроводе составляет 60 °С.

После санирования:

- Дополнительная теплоизоляция снижает отопительную нагрузку на 25 % до 15 кВт.
Соответственно падает годовая потребность в энергии на отопление до 30000 кВт-час.
- Поэтому средняя температура в прямом трубопроводе может быть уменьшена примерно на 10 К до 65 °С.
Эту температуру в прямом трубопроводе может обеспечивать тепловой насос Logatherm. В результате потребление энергии уменьшается ещё на 20 % до 25 %.
- Итого можно достичь ок. 44 % экономии затрат на энергию.

→ Принципиально для теплонасосных установок действует такая закономерность:

Понижение температуры в прямом трубопроводе на один градус при эксплуатации теплонасоса приводит к экономии ок. 2,5 % электрического тока.

2.3 Потребность в дополнительной мощности из-за периодов планового отключения подачи электроэнергии местными предприятиями энергоснабжения

Большинство местных предприятий энергоснабжения (EVU) стимулируют установку теплонасосных установок, предлагая специальные сниженные тарифы на электроэнергию. Однако взамен более выгодных тарифов они оставляют за собой право объявлять периоды отключения подачи электроэнергии для теплонасосов, если в электросети возникают пиковые нагрузки. Продолжительность периодов отключения составляет, как правило, до 4-х часов в день. В это время здание не может обогреваться тепловым насосом.

Однако и более длительные перерывы в подаче электроэнергии могут обычно перекрываться с небольшими потерями комфортности, особенно – в массивных домах с системой отопления пола. В них может накапливаться достаточно тепла, так чтобы в периоды отключения электроэнергии не потребовался второй теплогенератор (например, отопительный котёл).

Тем не менее, тепловому насосу потребуется производить больше тепловой энергии в те периоды, когда он работает, чтобы снова нагреть содержимое теплового аккумулятора, и поэтому необходимо проектировать теплонасос соответственно большего типоразмера. Например, при расчёте отопительной нагрузки для 4-х часового периода отключения энергии принимают коэффициент проектирования 1,10.

Определение отопительной нагрузки для перекрытия периодов отключения

Значения отопительной нагрузки для отопления и для приготовления горячей расходной воды суммируются.

Если не требуется задействовать второй теплогенератор для работы в периоды отключения электроэнергии, то сумма обеих отопительных нагрузок умножается на коэффициент проектирования f .

Суммарная длительность периода отключения электроэнергии, [час]	Коэффициент проектирования f
2	1,05
4	1,10
6	1,15

13/1 Коэффициент проектирования для учёта длительности периодов отключения электроэнергии при определении отопительной нагрузки

2.4 Проектирование в соответствии с режимом эксплуатации

Так как при выборе слишком большого типоразмера теплонасоса значительно повышаются инвестиционные затраты и часто возникают явления неадекватного поведения в процессе эксплуатации (нецелесообразное циклическое включение и выключение), то проектирование в строгом соответствии с выбранным режимом эксплуатации – в отличие от проектирования традиционных газовых или дизельных отопительных котлов – является особенно важным требованием.

Поэтому при расчётах теплонасосных установок необходимо учитывать желаемый режим эксплуатации. Ниже указаны типичные режимы эксплуатации.

• Моновалентный режим

Теплонасос полностью покрывает суммарную отопительную нагрузку для отопления и приготовления горячей расходной воды.

• Моноэнергетический режим

Теплонасос покрывает большую часть отопительной нагрузки для отопления и приготовления горячей расходной воды. Дополнительный электрический подогреватель используется для покрытия пиковых нагрузок.

• Бивалентно-параллельный режим

Теплонасос покрывает большую часть отопительной нагрузки для отопления и приготовления горячей расходной воды. Второй теплогенератор (например, дизельный или газовый отопительный котёл) используется для покрытия пиковых нагрузок.

Основные сведения о режимах эксплуатации → Стр. 6.

2.4.1 Моновалентный режим

Теплонасос следует спроектировать так, чтобы даже в самые холодные зимние дни он обеспечивал покрытие совокупной отопительной нагрузки для отопления и приготовления горячей расходной воды. Если в работе теп-

лонасоса предполагаются перерывы в связи с плановыми отключениями электроэнергии, то необходимо дополнительно учитывать соответствующий коэффициент проектирования.

Пример расчёта мощности теплового насоса при моновалентном режиме эксплуатации

Исходные условия:

Проектирование выполняется для дома с жилой площадью 150 м² и удельной отопительной нагрузкой 50 Вт/м².

Нормативная наружная температура составляет -12 °С. Предполагается 4 пользователя с потребностью в горячей расходной воде 80 литров в день, т. е. (см. Стр. 9) по 200 Вт на одного человека. Ежедневный период отключения электроэнергии местным предприятием энергоснабжения составляет 4 часа. Заказчик желает установить теплонасос с режимом работы «Рассол / Вода – 0/35».

Расчёт мощности теплового насоса:

- Отопительная нагрузка для отопления $\dot{Q}_{\text{отопл}}$ составляет:

$$\dot{Q}_{\text{отопл}} = 150 \text{ м}^2 \times 50 \text{ Вт/м}^2 = 7500 \text{ Вт}$$

- Дополнительная тепловая мощность для приготовления горячей расходной воды $\dot{Q}_{\text{ГВС}}$ составляет:

$$\dot{Q}_{\text{ГВС}} = 4 \times 200 \text{ Вт} = 800 \text{ Вт}$$

- Тогда сумма отопительных нагрузок для отопления и приготовления горячей расходной воды $\dot{Q}_{\text{Нагр}}$ составит:

$$\dot{Q}_{\text{Нагр}} = \dot{Q}_{\text{отопл}} + \dot{Q}_{\text{ГВС}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Нагр}} = 7500 \text{ Вт} + 800 \text{ Вт} = 8300 \text{ Вт}$$

- В данном примере для учёта плановых периодов отключения электроэнергии принимается коэффициент проектирования (→ Стр. 13), который повышает мощность примерно на 10 %. Тогда совокупная мощность $\dot{Q}_{\text{ТН}}$, которую необходимо развивать теплонасосу, составит:

$$\dot{Q}_{\text{ТН}} = 1,1 \times \dot{Q}_{\text{Нагр}}$$

$$\dot{Q}_{\text{ТН}} = 1,1 \times 8300 \text{ Вт} = 9130 \text{ Вт}$$

Потребуется тепловой насос мощностью примерно 9,1 кВт. Следовательно, можно применить или тепловой насос WPS 11, или WPS 11 K, каждый из которых развивает мощность 10,6 кВт.

2.4.2 Моноэнергетический режим

При проектировании теплонасоса для таких условий эксплуатации учитывается то, что во время пиковых нагрузок он будет поддерживаться дополнительным электрическим подогревателем. Теплонасосы WPS... и WPS... К оснащены интегрированным дополнительным теплоэлектронагревателем, который в случае необходимости пошагово развивает требуемую дополнительную мощность для отопления и / или приготовления горячей расходной воды.

При этом, однако, следует спроектировать теплонасос так, чтобы достичь как можно меньшей долевого части покрытия нагрузки дополнительным теплоэлектронагревателем.

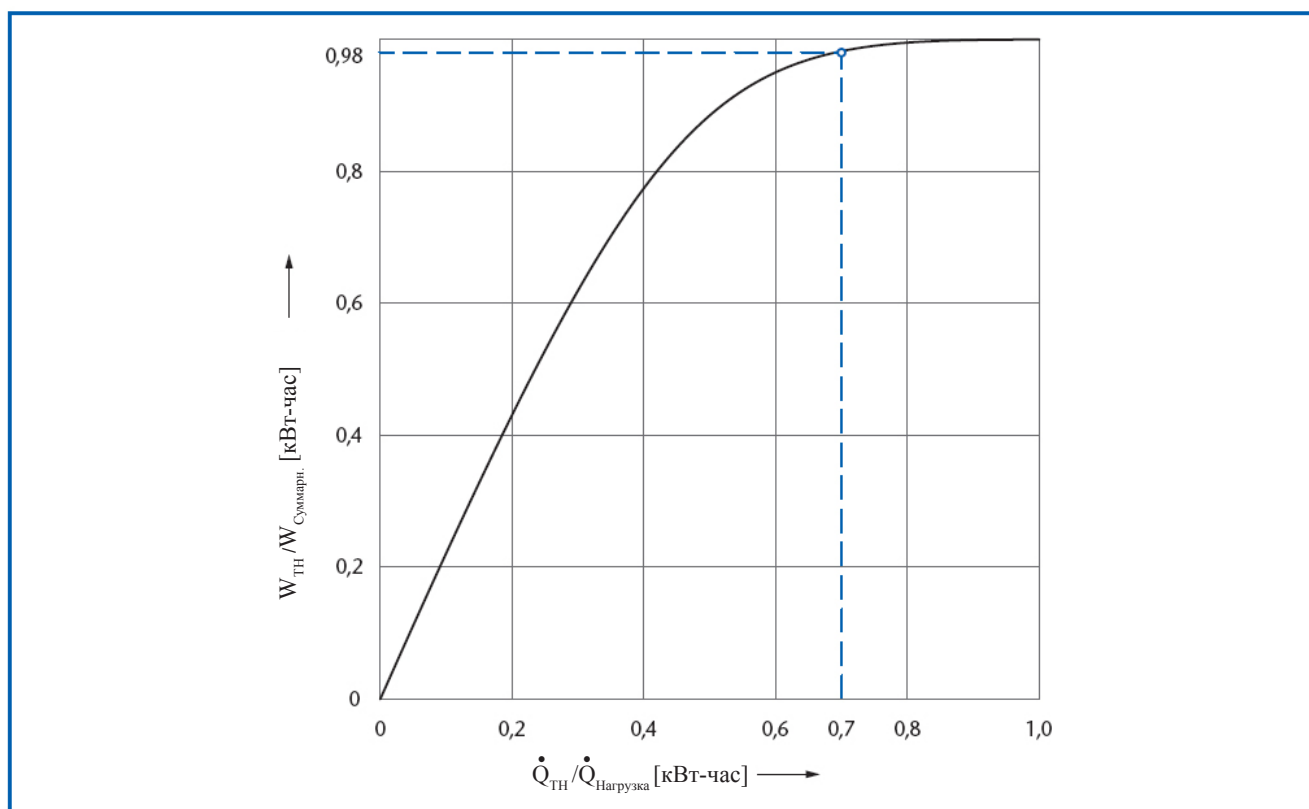
Пояснения к рисунку:

$\dot{Q}_{\text{Нагрузка}}$	Нормативная отопительная нагрузка здания
$\dot{Q}_{\text{ТН}}$	«Греющая» мощность теплонасоса
$W_{\text{Суммарн.}}$	Суммарное работа на отопление
$W_{\text{ТН}}$	Работа теплонасоса на отопление

Долевая часть теплонасоса в годовой работе на отопление, соотносённая с «нормальным» годом, представлена на Рис. 15/1. Она зависит от результатов определения типоразмера теплонасоса, от отношения «греющей» мощности теплонасоса $\dot{Q}_{\text{ТН}}$ к нормативной отопительной нагрузке здания $\dot{Q}_{\text{Нагрузка}}$ и от режима эксплуатации (при нормативной температуре -12 °C).

→ Годовая потребность в отоплении для одно- и двухквартирных домов сильно зависит о колебаний погоды и может в отдельные года существенно отличаться от среднестатистического «нормального» года, отображённого на представленной ниже диаграмме.

→ В сравнении с моновалентным режимом эксплуатации количество часов, отрабатываемых теплонасосом за год в моноэнергетическом режиме, увеличивается. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании источника тепла.



15/1 Долевая часть покрытия нагрузки теплонасосом в годовой работе на отопление, соотносённая с «нормальным» годом

Точка бивалентности °C	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Доля покрытия потребности в тепле при бивалентно-параллельном режиме	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,77	0,70	0,61
Доля покрытия потребности в тепле при бивалентно-альтернативном режиме	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,87	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,19

15/2 Доля покрытия потребности в тепле тепловым насосом моноэнергетической установки в зависимости от точки бивалентности и режима эксплуатации

Пример расчёта мощности теплового насоса при моноэнергетическом режиме эксплуатации

Общие исходные условия:

Проектирование выполняется для дома с жилой площадью 150 м² и удельной отопительной нагрузкой 50 Вт/м².

Нормативная наружная температура составляет -12 °С. Предполагается 4 пользователя с потребностью в горячей расходной воде 80 литров в день, т. е. (см. Стр. 9) по 200 Вт на одного человека. Ежедневный период отключения электроэнергии местным предприятием энергоснабжения составляет 4 часа. Необходимо спроектировать на 70 % отопительной нагрузки ($\dot{Q}_{\text{TH}}/\dot{Q}_{\text{Нагр}} = 0,7$).

Заказчик желает установить теплонасос с режимом работы «Рассол / Вода – 0/35».

Расчёт мощности теплового насоса:

- Отопительная нагрузка для отопления $\dot{Q}_{\text{Отопл}}$ составляет:

$$\dot{Q}_{\text{Отопл}} = 150 \text{ м}^2 \times 50 \text{ Вт/м}^2 = 7500 \text{ Вт}$$

- Дополнительная тепловая мощность для приготовления горячей расходной воды $\dot{Q}_{\text{ГВС}}$ составит:

$$\dot{Q}_{\text{ГВС}} = 4 \times 200 \text{ Вт} = 800 \text{ Вт}$$

- Тогда сумма отопительных нагрузок для отопления и приготовления горячей расходной воды $\dot{Q}_{\text{Нагр}}$ составит:

$$\dot{Q}_{\text{Нагр}} = \dot{Q}_{\text{Отопл}} + \dot{Q}_{\text{ГВС}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Нагр}} = 7500 \text{ Вт} + 800 \text{ Вт} = 8300 \text{ Вт}$$

- В данном примере для учёта плановых периодов отключения электроэнергии принимается коэффициент проектирования ($\Rightarrow$ Стр. 13), который повышает мощность примерно на 10 %. Тогда совокупная мощность $\dot{Q}_{\text{TH}}$, которую необходимо развивать теплонасосу, составит:

$$\dot{Q}_{\text{TH}} = 1,1 \times \dot{Q}_{\text{Нагр}}$$

$$\dot{Q}_{\text{TH}} = 1,1 \times 8300 \text{ Вт} = 9130 \text{ Вт}$$

- При проектировании отопительной нагрузки на 70 %

$$\frac{\dot{Q}_{\text{TH}}}{\dot{Q}_{\text{Нагр}}} = 0,7$$

$$\dot{Q}_{\text{TH}} = 0,7 \times \dot{Q}_{\text{Нагр}}$$

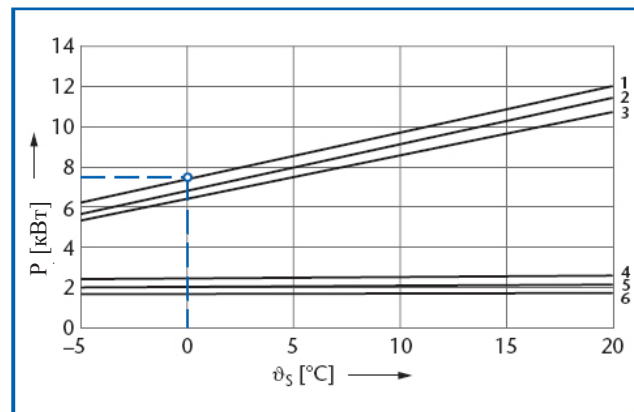
развиваемая мощность теплонасоса будет составлять:

$$\dot{Q}_{\text{TH}} = 0,7 \times 9130 \text{ Вт} = 6391 \text{ Вт}$$

Потребуется теплонасос мощностью примерно 6,4 кВт. Следовательно, можно применить или тепловой насос WPS 7,5, или WPS 7,5 K, каждый из которых развивает мощность 7,2 кВт и оснащён дополнительным теплоэлектронагревателем.

В данном примере долевая часть дополнительного теплоэлектронагревателя в суммарной работе на отопление составляет ок. 2 %. Следовательно, его годовая потребность в электроэнергии при годовой работе отопления 16000 кВт-час составит 320 кВт-час.

В примере получилась совокупная отопительная нагрузка 6,4 кВт. При минимальной температуре рассола 0 °С и максимальной требуемой температуре в прямом трубопроводе 35 °С было бы правильным выбрать тепловой насос мощностью 7,5 кВт ($\Rightarrow$ 16/1).



16/1 Диаграмма мощности теплового насоса WPS 7,5

Пояснения к рисунку:

P	Мощность
θ_s	Температура на входе рассольного контура
1	«Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °С
2	«Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °С
3	«Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °С
4	Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °С
5	Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °С
6	Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °С

2.4.3 Бивалентный режим

Здесь при проектировании теплонасоса следует учитывать то, что во время пиковых нагрузок он будет поддерживаться вторым теплогенератором (например, дизельным или газовым котлом, или даже каминной печкой). Такой теплонасос интегрируется в уже существующую отопительную установку, прежде всего, при санировании для обеспечения основной тепловой нагрузки.

Важным фактором для обеспечения экономичного режима эксплуатации такой установки является точное проектирование с индивидуальным подходом к взаимному сочетанию гидравлических требований и требований к регулированию.

Исходя из нашего практического опыта, об удачно спроектированном теплонасосе можно говорить в том случае, если его мощность пересекает характеристическую кривую отопления при граничной температуре (т.е. в точке бивалентности) ок. -5 °C. Тогда долевая часть работы второго теплогенератора (по DIN 4701 T10 для установки с бивалентно-параллельной эксплуатацией) в суммарной работе на отопление составляет ок. 2 %.

Точка бивалентности °C	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Доля покрытия потребности в тепле при бивалентно-параллельном режиме	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,77	0,70	0,61
Доля покрытия потребности в тепле при бивалентно-альтернативном режиме	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,87	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,19

17/1 Доля покрытия потребности в тепле бивалентно работающим теплонасосом в зависимости от точки бивалентности и режима эксплуатации

2.5 Проектирование в соответствии с используемым источником тепла

Методики проектирования теплонасосов различаются в зависимости от теплоотбирающей системы, т.е. от установки для отбора теплоты из источника тепла.

- Земля: геотермические рассольно-водяные тепловые насосы
 - приповерхностные слои грунта (грунтовые коллекторы);
 - глубинное тепло (грунтовые зонды);
 - прочие системы использования геотермического тепла (грунтовые корзины, траншейные коллекторы, энергосваи, спиральные коллекторы и т.п.)

2.5.1 Рассольно-водяные тепловые насосы. Источник тепла – грунт

Рассольно-водяные теплонасосы отбирают из грунта тепло, необходимое для целей отопления. Они могут работать моновалентно, моноэнергетически, бивалентно-параллельно или бивалентно-альтернативно (подробности проектирования теплонасосов в зависимости от режима эксплуатации → Стр. 14 и далее).

Для применения рассольно-водяных теплонасосов температура грунта как источника тепла может составлять от -5 °C до +25 °C. В разных слоях грунта господствуют разные температурные уровни, которые осваиваются с помощью различных теплоотбирающих систем.

- В приповерхностных слоях (на глубинах ок. 1 метра): от +3 °C до +17 °C

Освоение выполняется с помощью грунтовых коллекторов (или альтернативных систем, например, геотермических грунтовых корзин с дополнительной абсорбционной системой).

- В глубинных слоях (ок. 15 метров): от +8 °C до +12 °C

Освоение выполняется с помощью геотермических грунтовых зондов.

Основные предпосылки для проектирования

Расчёт холодопроизводительности теплонасоса

Холодопроизводительность рассольно-водяного теплонасоса (т.е. тепловой поток, отбираемый из источника тепла через испаритель) определяет параметры грунтового теплообменника, служащего источником тепла. Поэтому сначала следует рассчитать холодопроизводительность, которая получается из «греющей» мощности за вычетом потребляемой электрической мощности теплонасоса в контрольной температурной точке.

$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{\text{ТНУ}} - P_{\text{Эл}}$$

18/1 Формула для расчёта холодопроизводительности

Расчётные величины (→ 18/1):

- $P_{\text{Эл}}$ Потребляемая электрическая мощность теплонасоса в контрольной температурной точке, [кВт]
- $\dot{Q}_0$ Холодопроизводительность, т.е. мощность отбора тепла из грунта теплонасосом в контрольной температурной точке, [кВт]
- $\dot{Q}_{\text{ТНУ}}$ Тепловая мощность теплонасосной установки, [кВт]

→ Теплонасос с более высоким коэффициентом мощности, т.е. коэффициентом преобразования показывает при сопоставимой «греющей» мощности меньшую потребляемую электрическую мощность и, следовательно, обеспечивает более высокую холодопроизводительность.

Таким образом, если требуется заменить старый теплонасос на новую модель, то следует проверить мощность грунтового теплообменника и при необходимости подобрать соответствующую холодопроизводительность нового теплонасоса.

Монтаж дополнительного электронагревателя

Если «греющая» мощность теплонасоса рассчитана без некоторого резерва, а здание необходимо просушить в осенний или зимний период, то потребуется установить дополнительный теплоэлектронагревательный стержень, который будет поставлять дополнительное тепло для отопления. Теплоэлектронагревательный стержень должен включаться в первый отопительный период в зависимости от температуры рассола в прямом трубопроводе (ок. 0 °C) или от граничной температуры (от 0 °C до 5 °C).

→ Из-за продолжительной работы компрессора рассольно-водяного теплонасоса может слишком сильно охладиться источник тепла и, вследствие этого, инициировать аварийное выключение теплонасоса.

Коэффициент теплопроводности и теплоаккумулирующая способность грунта

Тепло в земле передаётся почти исключительно за счёт теплопроводности грунта.

- Теплопроводность, т.е. коэффициент теплопроводности возрастает с увеличением содержания воды в грунте.
- Теплоаккумулирующая способность грунта тоже увеличивается с возрастающим водосодержанием.
- Если вода в грунте замерзает, то количество энергии, которую можно добыть, увеличивается вследствие большого количества латентного, т.е. скрытого тепла воды – ок. 0,09 кВт-час/кг.

→ Поэтому оледенение вокруг змеевиков грунтовых коллекторов не является дефектом.

Защита от замерзания теплового насоса с помощью морозозащитного средства в рассольном растворе

Чтобы уберечь испаритель теплонасоса от повреждений при заморозках, в воду со стороны источника тепла необходимо добавлять морозозащитное средство на основе моноэтиленгликоля (→ 19/1). Температуры, возникающие в контуре хладагента, требуют морозоустойчивости рассола от $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Концентрация рассола составляет для грунтовых змеевиков 25 % – до максимум 30 %.

Правила заполнения теплонасосной установки рассольным раствором

→ Если заправить рассольный контур сначала водой, а потом добавить морозозащитное средство, то однородной смеси не получится. В случае заморозков несмешанный водяной столб в испарителе замерзнет и разрушит тепловой насос!

Поэтому необходимо соблюдать указанную здесь последовательность заполнения теплонасосной установки:

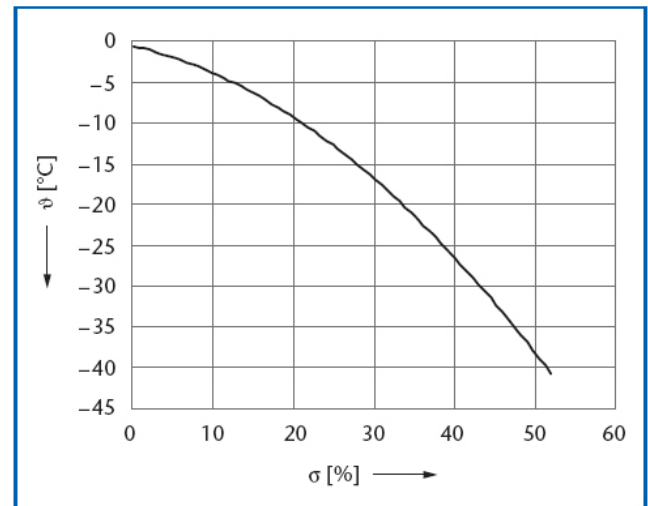
1. В специальном резервуаре (например, в станции Logatherm для заправки рассольного контура) смешать средство защиты от замерзания и воду до требуемой концентрации.
2. С помощью прибора для контроля морозостойкости проверить полученную смесь воды и защитного средства на содержание этиленгликоля.
3. Заправить рассольный контур (давление от минимум 2 бар до максимум 2,5 бар)
4. Удалить воздух из теплонасосной установки (вмонтировать отделитель микропузырьков)

Обеспечение рабочего давления при колебаниях температуры рассола

Если тепло отбирается исключительно из грунта, то диапазон колебаний охватывает температуры рассола примерно от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и примерно до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вследствие такой широкой полосы колебаний объем системы может изменяться примерно на 0,8 % – до 1 %. Чтобы рабочее давление оставалось константным, необходимо вмонтировать расширительный бак с предварительным давлением 0,5 бар и максимальным рабочим давлением 3 бар.

→ Во избежание переполнения контура необходимо установить подетально проверенный мембранный предохранительный клапан, у которого продувочный трубопровод согласно DIN EN 12828 заканчивается в ванне-уловителе. Давление должно контролироваться манометром с индикацией минимального и максимального значения.



19/1 Температурная кривая замедления смеси моноэтиленгликоль / вода в зависимости от концентрации

Пояснения к рисунку:

- σ Объемная концентрация
θ Температура замедления

Объем [л]	Средство защиты от замедления [л]	Труба DIN 8074 (PN12,5) [мм]	Макс. расходный поток рассола [л/час]
32,7	8,2	25 x 2,3	1100
53,1	13,3	32 x 2,9	1800
83,5	20,9	40 x 3,7	2900
130,7	32,7	50 x 4,6	4700
207,5	51,9	63 x 5,8	7200
294,2	73,6	75 x 6,9	10800
425,5	106,4	90 x 8,2	15500
636	159	110 x 10	23400
820	205	125 x 11,4	29500
1031	258	140 x 12,7	40000
1344	336	160 x 12,7	50000

19/2 Объем и количество средства против замедления на каждые 100 м трубопровода для различных полиэтиленовых труб и морозостойкости до $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$

Относительная потеря давления в зависимости от температуры и концентрации рассола

Чем меньше температура и чем выше содержание моноэтиленгликоля в рассоле, тем больше потеря давления (→ 20/1).

→ Смесь «средство защиты от замерзания / вода» (25 %) при сопоставлении с чистой водой даёт потерю давления выше на коэффициент от 1,5 до 1,7, причем производительность многих циркуляционных насосов падает примерно на 10 %.

Проектирование рассольного насоса

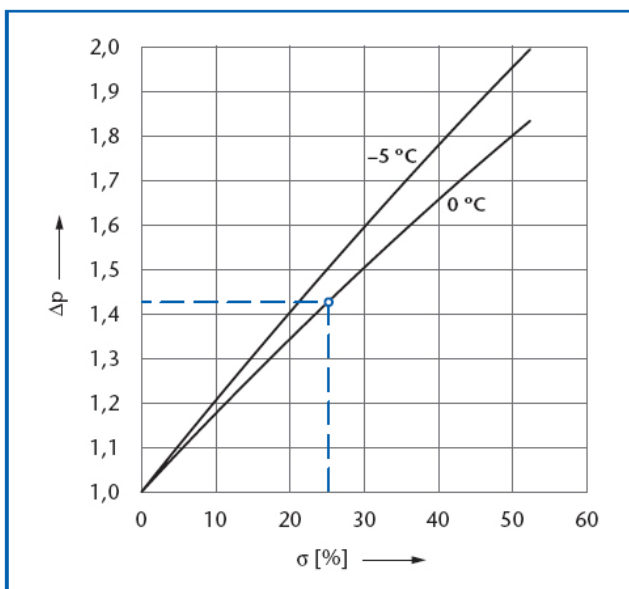
При подборе рассольного насоса необходимо принимать во внимание такие факторы:

- мощность теплонасоса, которая определяет величину перекачиваемого объёмного потока рассола (для указанного в Таблице 22/1 расходного потока рассола перепад между температурами прямого и обратного трубопроводов источника тепла составляет ок. 3 К);
- потери давления в оборудовании рассольного контура (потери давления в последовательно соединённых трубопроводах, вмонтированных устройствах и в теплообменниках должны суммироваться);
- технические данные рассольного насоса согласно данным производителя.

Слежение за дефицитом и утечкой рассола

В качестве дополнительного оборудования можно заказать и получить так называемый «прессостат низкого давления рассола». Этот манометрический выключатель устанавливается в рассольный контур и распознаёт дефицит или утечку рассола. При потере давления модуль управления теплонасосом получает сигнал, который отражается на дисплее или блокирует работу теплонасоса.

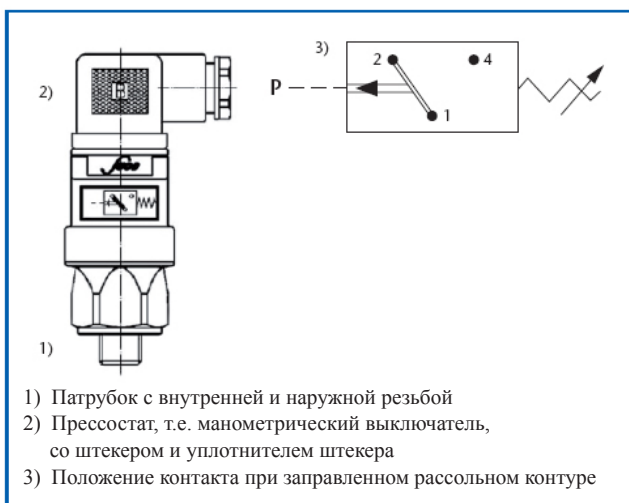
→ Административные циркуляры частично требуют применения такого реле ограничения давления.



20/1 Относительная потеря давления смесей моноэтиленгликоль / вода в зависимости от концентрации

Пояснения к рисунку:

- Δp Коэффициент потери давления
 σ Объёмная концентрация



20/2 Прессостат низкого давления рассола (устройство и схема подключения)

2.5.2 Грунтовые коллекторы

Грунтовые коллекторы используют тепло земли в её приповерхностных слоях, которое переходит в землю исключительно вместе с выпадающими атмосферными осадками и солнечным теплом (ничтожно малый приток тепла из недр Земли – менее 0,1 Вт/м² – не принимается во внимание). Следовательно, геотермические коллекторы можно устанавливать только на открытых участках, но не на застроенных площадях и не на площадях с каким-либо искусственным покрытием.

→ С помощью грунтовых коллекторов отбор тепла из земли может составлять от макс. 50 кВт-час/м² до 70 кВт-час/м² в год. Тем не менее, как показывает практика, для достижения максимальных показателей требуются большие первичные затраты.

→ ТНУ с грунтовыми коллекторами не могут использоваться для охлаждения зданий – в отличие от установок с грунтовыми зондами (более подробно об охлаждении зданий с помощью ТНУ → Стр. 103 и далее).

Определение площади грунтового коллектора и длины трубопровода

Площадь, которая потребуется для горизонтальной укладки грунтового коллектора, зависит от холодопроизводительности теплонасоса, от количества его рабочих часов в отопительный сезон, от типа грунта и влажосодержания почвы, а также от максимальной продолжительности периода морозов.

→ Стандартные величины для проектирования геотермических грунтовых коллекторов → Стр. 22.

Расчёт площади коллектора и минимальной длины трубопровода

- Определить тепловую мощность теплонасоса в контрольной температурной точке (например, В0/В35).
- Рассчитать холодопроизводительность: вычесть из тепловой мощности потребляемую электрическую мощность в контрольной температурной точке (→ 21/1).
- Определить число рабочих часов теплонасоса в год. Для Германии действуют такие нормы:
 - моновалентные ТНУ: ок. 1800 рабочих часов (для отопления и ГВС);
 - моноэнергетические и бивалентные ТНУ: ок. 2400 рабочих часов (в зависимости от положения точки бивалентности).
- Выбрать удельную мощность отбора тепла тепловым насосом из грунта (по VDI 4640) в зависимости от типа грунта и от количества рабочих часов за один год (→ 21/1).
- Вычислить площадь коллектора, исходя из холодопроизводительности и удельной мощности отбора тепла из грунта (→ 21/3).

Расчётные величины (→ 21/2):

- $P_{эл}$ Потребляемая электрическая мощность теплонасоса в контрольной температурной точке, [кВт]
- $\dot{Q}_0$ Холодопроизводительность, т.е. мощность отбора тепла из грунта теплонасосом в контрольной температурной точке, [кВт]
- $\dot{Q}_{ТНУ}$ Тепловая мощность теплонасосной установки, [кВт]

Расчётные величины (→ 21/3):

- A Площадь грунтового коллектора, [м²]
- q Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом, [кВт/м²]
- $\dot{Q}_0$ Теплопроизводительность (или холодопроизводительность) или мощность отбора тепла из грунта тепловым насосом в контрольной температурной точке, [кВт]

		Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом	
		для 1800 часов	для 2400 часов
Сухой несвязанный грунт (песок)	Вт/м ²	10	8
Связанный влажный грунт	Вт/м ²	25	20
Водонасыщенный грунт (песок, гравий)	Вт/м ²	40	32

21/1 Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом для различных видов почвы по VDI 4640 при укладке труб грунтового коллектора с промежутком 0,8 м

$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{ТНУ} - P_{эл}$$

21/2 Формула для расчёта холодопроизводительности

$$A = \frac{\dot{Q}_0}{q}$$

21/3 Формула для расчёта площади грунтового коллектора

Пример

Тепловой насос WPS 9 K / WPS 9

$$\dot{Q}_{ТНУ} = 9,2 \text{ кВт}$$

$$P_{эл} = 1,99 \text{ кВт}$$

Отсюда получается:

$$\dot{Q}_0 = 9,2 \text{ кВт} - 1,99 \text{ кВт} = 7,21 \text{ кВт}$$

$$\dot{Q}_0 = 7,21 \text{ кВт}$$

$$q = 25 \text{ Вт/м}^2 = 0,025 \text{ кВт/м}^2$$

Отсюда получается:

$$A = \frac{7,21 \text{ кВт}}{0,025 \text{ кВт/м}^2} = 288,4 \text{ м}^2$$

Площадь укладки труб грунтового коллектора = 288,4 м²

Промежутки при укладке труб коллектора = 0,8 м

Отсюда получается:

$$\text{Минимальная длина труб} = \frac{288,4 \text{ м}^2}{0,8 \text{ м}} = 360,5 \text{ м}$$

→ Рассчитанная минимальная длина труб округляется на практике до полных 100-метровых контуров.

Поэтому в данном примере для минимальной длины труб 361 м получается 4 контура по 100 м каждый и площадь укладки не менее 288 м².

Стандартный проект теплонасосной установки с грунтовыми коллекторами

Характеристики для стандартного проекта согласно Таблице 22/1 основываются на таких условиях:

- Применение полиэтиленовых труб для рассольных контуров по DIN 8074:
 - полиэтилен PE 80;
 - номинальное давление PN12,5.
- Применение полиэтиленовой подводящей трубы между теплонасосом и рассольным контуром по DIN 8074:
 - номинальное давление PN12,5
- Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом ок. 25 Вт/м² при промежутках при укладке труб грунтового коллектора 0,8 м
- Концентрация рассола от миним. 25 % до макс. 30 % средства защиты от замерзания на основе гликоля:
 - количество морозозащитного средства, необходимое для достижения желаемой концентрации рассола, указано в Таблице 19/2 в зависимости от толщины труб. При меньшей толщине труб необходимо увеличивать долевую часть средства против замерзания, чтобы обеспечить минимальную концентрацию рассола 25 %.
- Напорный компенсационный бак с предварительным давлением 0,5 бар
- Рассольные насосы рассчитаны на длину ветки грунтового коллектора макс. 100 м и на заданное количество рассольных контуров:
 - большее количество рассольных контуров при одновременном уменьшении длины веток грунтового коллектора не является критичным, если не изменять остальные параметры;
 - допустимую суммарную длину прямого и обратного трубопроводов между теплонасосом и распределителем рассола необходимо рассчитывать заново, если были изменены такие общие исходные условия, как, например, концентрация рассола или удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом.

Тепловой насос Logatherm	WPS 6 K/ WPS 6	WPS 7,5 K/ WPS 7,5	WPS 9 K/ WPS 9	WPS 11 K/ WPS 11	WPS 14	WPS 17
Циркуляционный насос	Wilo Top S 25/7,5	Wilo Top S 25/7,5	Wilo Top S 25/7,5	Wilo Top S 30/10	Wilo Top S 30/10	Wilo Top S 30/10
Минимальный расходный поток рассола [м³/час]	1,01	1,37	1,66	2,27	2,81	3,20
Холодопроизводительность (B0/W35) [кВт]	4,3	5,5	7,2	8,2	10,9	12,4
Длина труб грунтового коллектора [м]	215	280	360	420	550	630
Количество рассольных контуров	3	3	4	5	6	7
Компенсационный бак рассольного контура [л]	12	12	12	12	18	18

22/1 Типовые характеристики для расчётов рассольно-водяных теплонасосов

Размещение грунтовых коллекторов

Глубина укладки

В разных слоях грунта сохраняются различные температуры

- на глубине 1 м: низшая температура менее 0 °С, также без отбора тепла теплонасосной установкой
- на глубине 2 м: низшая температура ок. 5 °С
- на большей глубине: с увеличением глубины растёт низшая температура, но одновременно уменьшается тепловой поток от приповерхностных слоёв грунта; поэтому весной не обеспечивается таяние обледенелости.

Исходя из сказанного, глубина укладки грунтовых коллекторов определяется температурой почвы.

- Обычная глубина укладки: ок. 0,2 м до 0,3 м ниже максимальной границы промерзания грунта; то есть, в большинстве регионов на глубине ок. 1,0 м – до 1,5 м
- При укладке в траншеях: максимальная глубина укладки 1,25 м; ограничивается необходимостью боковой защиты.

Монтаж рассольных контуров

При монтаже рассольных контуров необходимо соблюдать указанные ниже условия.

Благоприятный момент времени для монтажа грунтовых коллекторов:

- через несколько месяцев после отопительного сезона; тогда грунт может достаточно осесть.

Место монтажа компонентов

- Грунтовые коллекторы:
 - в приповерхностных слоях грунта на незастроенных площадях;
 - в приповерхностных слоях грунта на площадях без искусственного покрытия.
- Рассольный насос теплоотбирающей установки:
 - снаружи дома (при наличии такой возможности): головку насоса следует позиционировать так, чтобы конденсат не мог стекать в коммутационную коробку (рассольный насос уже интегрирован в WPS... K и WPS...);
 - при размещении внутри дома: вероятно, что потребуются звукоизоляционные мероприятия.

Промежутки при укладке труб

Промежуток d_a между грунтовыми коллекторами определяется в зависимости от максимальной продолжительности периода морозов, от коэффициента теплопроводности грунта и от диаметра труб змеевиков.

- Обычные промежутки при укладке труб грунтового коллектора: от 0,5 м до 0,8 м
- Для немецких климатических условий и влажных, связанных грунтов оправдывает себя (→ Стр. 22): 0,8 м
- Продолжительные морозные периоды требуют увеличения промежутков при укладке труб. Ледяные радиусы, образующиеся в грунте вокруг змеевиков, должны оттаивать после морозов настолько, чтобы выпадающие осадки могли просачиваться в почву и не образовывать застойных паводковых зон.
- Плохая теплопроводность грунта (например, песчаного) требует уменьшения промежутков при укладывании и большей суммарной длины трубопровода при одинаковой площади укладки змеевиков грунтового коллектора.

- Распределитель рассола и коллектор обратного трубопровода: снаружи дома.
- Устройство для заполнения и развоздушивания системы: в самой высокой точке на местности.
- Большой воздухоотводчик с отделителем микропузырьков: в самой высокой точке рассольного контура.
- Дополнительное оборудование рассольного контура: внутри или снаружи дома.
- Грязеуловитель (в комплекте поставки теплонасоса, размер ячеек сита 0,6 мм): непосредственно у входа в теплонасос; защищает испаритель (чистить после однодневной работы рассольного насоса в режиме промывки).

Обустройство и оснащение рассольных контуров

- Длина
 - Все рассольные контуры должны быть одинаковыми по длине, чтобы обеспечивать равномерность потока рассола и равномерность отбора тепла из грунта теплонасосом (без гидравлической компенсации между рассольными контурами);
 - змеевики следует прокладывать через распределитель прямого трубопровода и сборник обратного трубопровода, как показано на схеме (→ 24/1)
- Запорный вентиль: не менее одного на каждый рассольный контур
- Рассольные трубопроводы: из материалов, стойких к коррозии.
- Паронепроницаемая изоляция всех рассольных трубопроводов, проложенных внутри дома и сквозь стены; для предотвращения образования конденсационной влаги.

Минимальные радиусы изгибов труб

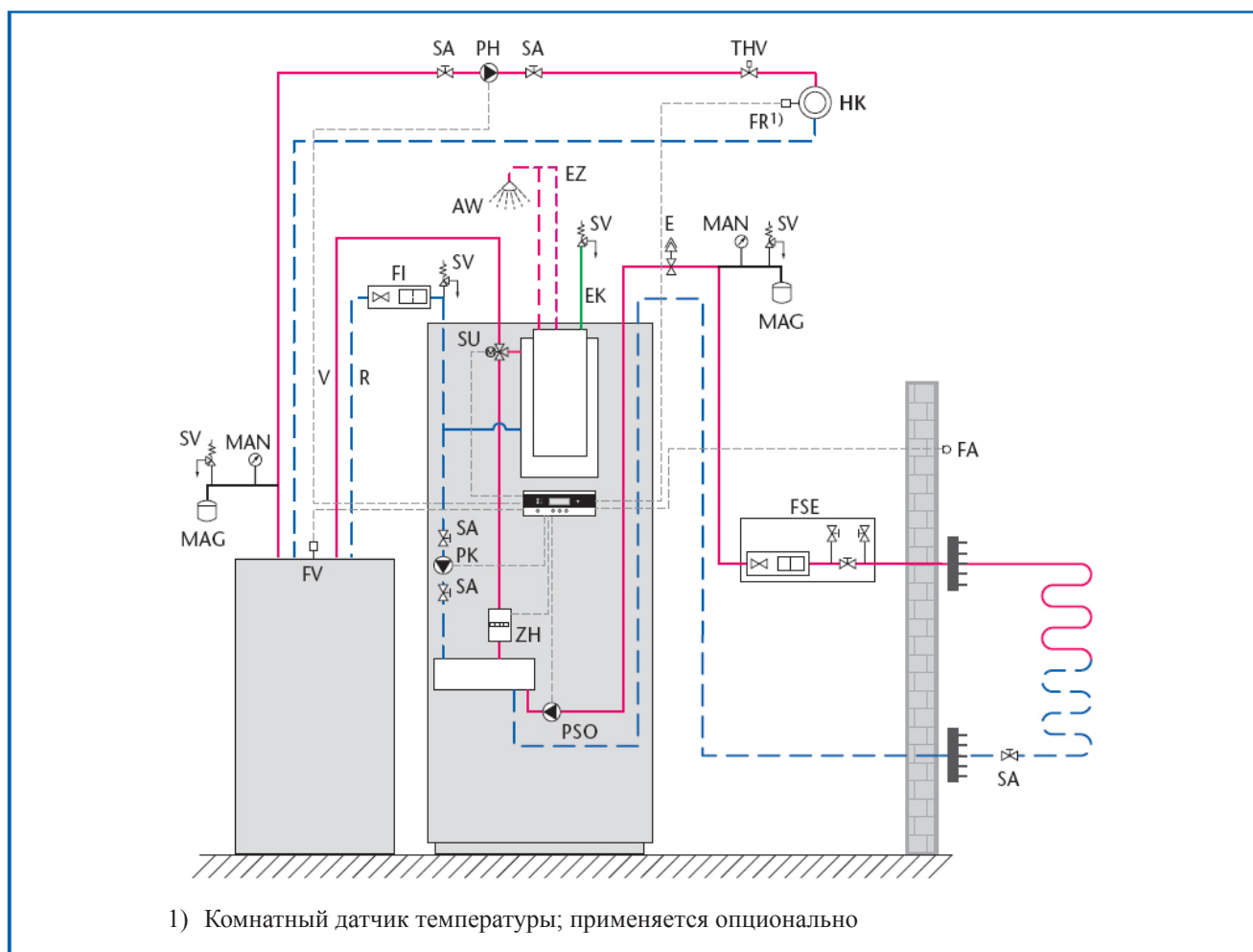
- В соответствии с указаниями производителя.

Отступ при укладке рассольных трубопроводов грунтового коллектора от водопроводных труб, каналов и зданий

- Не менее 0,7 м, чтобы предотвратить повреждения от мороза.
- Если по строительным причинам требуется другой отступ: в этом месте обеспечить достаточную изоляцию.

Изоляционные материалы

- Изоляция из материалов, не впитывающих влагу.
- Места стыковки склеивать так, чтобы холодная сторона изоляции (например, рассольный трубопровод) не могла намокать.



24/1 Гидравлическая привязка рассольных контуров (сокращения → Стр. 117)

2.5.3 Грунтовые зонды

Установка с геотермическими зондами отбирает тепло из грунта через систему теплообменника, который устанавливается в скважину глубиной от 20 м до 100 м.

Начиная с глубины ок. 15 м, температура земли в течение всего года составляет выше 10 °C (→ 25/1).

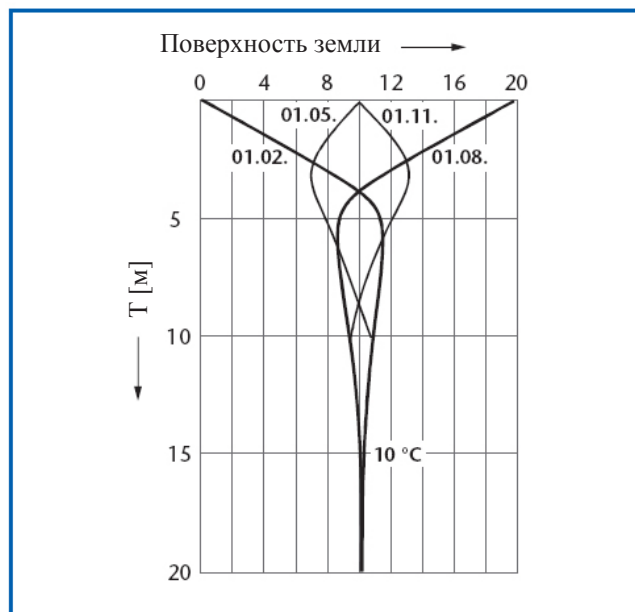
Так как из земли отбирается тепло, температура в зонде падает. Проектирование следует выполнять так, чтобы сократить периоды работы зонда с температурой рассола на выходе ниже 0 °C.

Продуктивность источника тепла

Для двойных U-образных зондов при проектировании установки можно принимать в расчёт продуктивность источника тепла в среднем ок. 50 Вт на каждый метр длины грунтового зонда.

Более точные значения продуктивности источника тепла зависят, однако, от геологических и гидрогеологических особенностей конкретного места монтажа теплонасосной установки.

Так как теплотехническое предприятие по проектированию и монтажу отопительных установок обычно не знает этих особенностей, то глубинное бурение скважины и установку грунтовых зондов выполняется специализированным бурильно-монтажным предприятием, получившим сертификат качества от Международной ассоциации специалистов по теплонасосам или имеющим допуск к таким работам согласно DVGW W120 Немецкой ассоциации специалистов газо- и водоснабжения. Для Германии должны соблюдаться требования VDI-4640, Лист 1 и 2.



25/1 Характер изменения температуры на различных глубинах земных недр в зависимости от средней сезонной температуры на земной поверхности

Пояснения к рисунку:

T Глубина

Определение основных параметров грунтовых зондов

Проектирование одиночных установок до 30 кВт

По удельной мощности отбора тепла из грунта теплонасосом в соответствии с Таблицей 26/1 можно спроектировать такие установки:

- одиночные установки с максимальной «греющей» мощностью теплонасоса до 30 кВт, используемые исключительно для отопления и приготовления горячей расходной воды, но не для охлаждения

Условия

- Применение двойных U-образных зондов с диаметром каждой трубы DN32 или DN40.
- Длина одиночных грунтовых зондов составляет от 40 м до 100 м.
- Расстояние между двумя грунтовыми зондами должно быть не менее 6 м.

→ Мощности отбора тепла из грунта теплонасосом, указанные в Таблице, допускаются для стандартных инсталляций с небольшой мощностью. Если планируются более продолжительные периоды работы установки, необходимо наряду с удельной мощностью отбора тепла из грунта учитывать также годовую удельную работу, которая определяет длительное влияние. Удельная работа по отбору тепла за год должна составлять от 100 кВт-час до 150 кВт-час на каждый метр скважины.

		Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом	
		при 1800 час. работы	при 2400 час. работы
Плохой грунт (сухие осадочные отложения) $\lambda < 1,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Вт/м ²	25	20
Нормальный каменистый грунт и водонасыщенные осадочные отложения $\lambda = 1,5\text{--}3,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Вт/м ²	60	50
Твёрдая каменная порода с высокой теплопроводностью $\lambda > 3,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Вт/м ²	84	70
Гравий, песок, сухой	Вт/м ²	< 25	< 20
Гравий, песок, водоносный	Вт/м ²	65 – 80	55 – 65
При сильном течении грунтовых вод в гравии и песке, для одиночных установок	Вт/м ²	80 – 100	80 – 100
Глинозём, суглинок, влажный	Вт/м ²	35 – 50	30 – 40
Известняк (массивный)	Вт/м ²	55 – 70	45 – 60
Песчаник	Вт/м ²	65 – 80	55 – 65
Магматические породы основного состава (например, гранит)	Вт/м ²	65 – 85	55 – 70
Магматические породы кислого состава (например, базальт)	Вт/м ²	40 – 65	35 – 55
Гнейс	Вт/м ²	70 – 85	60 – 70

26/1 Удельная мощность отбора тепла из грунта теплонасосом для грунтовых зондов (двойных U-образных) в различных типах почвы по VDI 4640, Лист 2

Проектирование комплексных установок в проектных бюро по геотермии

Проектное бюро по геотермии обязано подтвердить свой проект специальными расчётами:

- для систем, состоящих из нескольких одиночных установок,
- при суммарной «греющей» мощности теплонасосов более 30 кВт,
- при более чем 2400 рабочих часов в год,
- для установок, применяемых также для охлаждения.

Благодаря многолетним наблюдениям и математическому моделированию нагрузок можно предусмотреть долгосрочные условия эксплуатации и учесть их при проектировании.

Buderus предлагает комплексное компетентное проектирование геотермических грунтовых зондов с учётом геологических параметров. По всем вопросам Вы можете обращаться в ближайшее подразделение Buderus.

Проектирование скважин для грунтовых зондов

→ К концентрации рассола, применяемым материалам, к размещению распределительной шахты, а также к монтажу насоса и расширительного бака применяются те же требования, что и для установок с грунтовыми коллекторами.

Размещение грунтовых зондов (→ 27/1)

- Расположение нескольких грунтовых зондов: поперёк направления течения грунтовых вод, не параллельно
- Промежутки: минимум 6 м между отдельными зондами.
В этом случае минимизируется взаимовлияние зондов и обеспечивается регенерация в летний период.

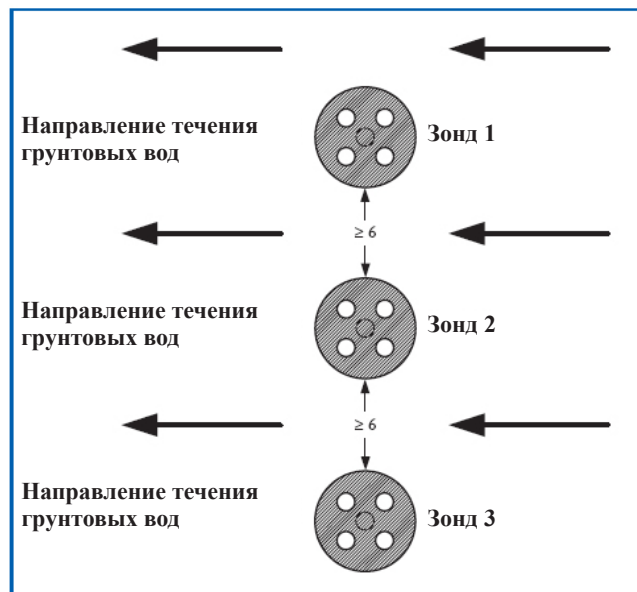
Бурение скважины в соответствии с поперечным сечением зонда

Поперечное сечение двойного U-образного зонда, обычно применяемого для теплонасосов, показано на Рис. 27/2.

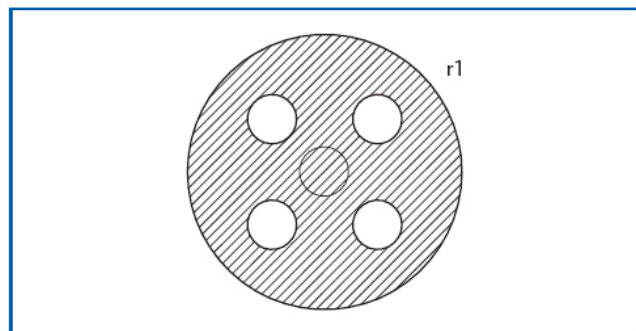
Скважина имеет первоначальный радиус $r1$. Четыре трубы зонда и одна дополнительная труба для заполнения скважины вводятся в скважину, затем скважина через эту дополнительную трубу заполняется цементно-бетонитовой смесью.

Рассол течёт по двум трубам вниз, а по двум другим трубам снова возвращается вверх. Головка зонда связывает нижние концы труб и создаёт закрытый контур зонда.

→ Если применяется дополнительное оборудование рассольного контура или теплонасос с интегрированным рассольным насосом, то необходимо определить потерю давления в зонде и сравнить со статическим подпором рассольного насоса. Чтобы потери давления не были слишком высокими, необходимо, начиная с глубины зонда более 80 м, применять трубы DN40.



27/1 Расположение и минимальное расстояние между зондами в зависимости от направления течения грунтовых вод (размеры указаны в метрах)



27/2 Поперечное сечение двойного U-образного зонда с трубой для заполнения скважины цементно-бетонитовой смесью

Пояснения к рисунку:

r1 Поперечное сечение геотермического зонда

2.5.4 Другие геотермические системы

Альтернативой грунтовым коллекторам могут быть другие системы, применяемые для получения тепла из земных недр.

К альтернативным системам использования геотермического тепла относятся, например,

- грунтовые корзины,
- траншейные геотермические коллекторы,
- геотермические энергосваи,
- вертикальные спиральные геотермические коллекторы.

Мощность отбора тепла из грунта

Энергия, накапливаемая в 1 м³ грунта, составляет максимум 50 кВт-час/а до 70 кВт-час/а. Поэтому, как показывает практика, мощности отбора тепла из грунта теплонасосами с альтернативными системами лишь незначительно отличаются от установок с классическими грунтовыми коллекторами. Следовательно, лучшие показатели по мощности отбора тепла из грунта теплонасосом могут быть существенно достигнуты только при лучших климатических условиях и лучших типах грунта, но не за счёт вида теплоотбирающей установки.

Проектирование

При проектировании альтернативных теплоотбирающих установок решающим фактором являются технические данные от производителя или поставщиков оборудования.

Производитель обязан гарантировать долговечное функционирование системы на основе таких параметров:

- минимальная допустимая температура рассола;
- теплопроизводительность и расходный поток рассола применяемого теплонасоса;
- количество рабочих часов теплонасоса в год.

Производитель обязан дополнительно предоставить также информацию:

- о потерях давления при заданном расходном потоке рассола для выбора соответствующего рассольного насоса,
- о вероятных влияниях на флору,
- о пусконаладочных предписаниях.

2.6 Стандарты и предписания

При проектировании и обустройстве теплонасосной установки действуют указанные ниже нормы и предписания

- **DIN VDE 0730-1, Издание: 1972-03**
Нормы и правила эксплуатации устройств с приводом от электродвигателя для бытового применения и аналогичных целей. Часть 1: Общие определения.
- **DIN V 4701-10, Издание: 2003-08**
Энергетическая оценка отопительных и воздушнотехнических установок для помещений - Часть 10: Отопление, приготовление горячей расходной воды, вентиляция.
- **DIN 8900-6, Издание: 1987-12**
Тепловые насосы. Готовые для подключения отопительные тепловые насосы с электроприводными компрессорами. Методики измерений для установленных водо-водяных, воздушно-водяных и рассольно-водяных тепловых насосов.
- **DIN 8901, Издание: 2002-12**
Холодильные установки и тепловые насосы – Защита земельных недр, грунтовых вод и открытых водоёмов – Требования по безопасности и охране окружающей среды. Испытания.
- **DIN 8947, Издание: 1986-01**
Тепловые насосы. Готовые для подключения бойлеры тепловых насосов с электроприводными компрессорами – Понятия, требования и испытания.
- **DIN 8960, Издание: 1998-11**
Хладагенты. Требования и краткие обозначения.
- **DIN 32733, Издание: 1989-01**
Предохранительные коммутационные устройства для ограничения давления в холодильных установках и тепловых насосах. Требования и испытания.
- **DIN 33830, Издание: 1988-06**
Тепловые насосы. Готовые для подключения абсорбционные тепловые насосы для отопления. Понятия, газотехнические требования, хладотехническая надёжность, испытания, обозначение.
- **DIN 45635-35, Издание: 1986-04**
Измерение шума машин. Эмиссия воздушного шума, метод огибающей поверхности; тепловые насосы с электроприводными компрессорами.
- **DIN EN 378, Издание: 2000-09**
Холодильные установки и тепловые насосы – Требования по безопасности и охране окружающей среды
- **DIN EN 1736, Издание: 2000-04**
Холодильные установки и тепловые насосы – Гибкие детали трубопроводов, гасители колебаний и компенсаторы – Требования, конструкция и встраивание; немецкая версия EN 1736: 2000
- **DIN EN 1861, Издание: 1998-07**
Холодильные установки и тепловые насосы – Технологические схемы систем, трубопроводов и инструментов – Создание и символы; немецкая версия EN 1861: 1998
- **ÖNORM EN 12055, Издание: 1998-04**
Жидкостные холодильные агрегаты и тепловые насосы с электроприводными компрессорами – Охлаждение – Дефиниции, испытания и требования.
- **DIN EN 12178, Издание: 2004-02**
Холодильные установки и тепловые насосы – Указатели уровня жидкости – Требования, испытания и обозначения; немецкая версия EN 12178: 2003
- **DIN EN 12263, Издание: 1999-01**
Холодильные установки и тепловые насосы – Предохранительные коммутационные устройства для ограничения давления – Требования, испытания и обозначения; немецкая версия EN 12263: 1998
- **DIN EN 12284, Издание: 2004-01**
Холодильные установки и тепловые насосы – Клапаны – Требования, испытания и обозначения; немецкая версия EN 12284: 2003
- **DIN EN 12828, Издание: 2003-06**
Системы отопления в зданиях – Проектирование установок водяного отопления низкого давления; немецкая версия EN 12828: 2003
- **DIN EN 12831, Издание: 2003-08**
Отопительные установки в зданиях – Методики расчёта нормативной отопительной нагрузки; немецкая версия EN 12831: 2003
- **DIN EN 13136, Издание: 2001-09**
Холодильные установки и тепловые насосы – Устройства для разгрузки по давлению и соответствующие трубопроводы – Методика расчёта; немецкая версия EN 13136: 2001
- **DIN EN 14511, Издание: 2004-07**
Кондиционеры воздуха. Жидкостные холодильные агрегаты и тепловые насосы электроприводными компрессорами для отопления и охлаждения помещений
- **DIN EN 60335-2-40, Издание: 2004-03**
Безопасность электрических приборов для бытового применения и аналогичных целей – Часть 2-40: Особые требования электроприводных тепловых насосов, установки кондиционирования и осушители воздуха помещений
- **DIN V 4759-2, Издание: 1986-05 (предварительный стандарт)**
Теплогенераторные установки для работы на нескольких видах энергии; привязка тепловых насосов с электроприводными компрессорами в бивалентных отопительных установках.
- **DIN VDE 0100, Издание: 1973-05**
Обустройство электросиловых установок с номинальными напряжениями до 1000 Вольт.
- **DIN VDE 0700**
Безопасность электрических приборов для бытового применения и аналогичных целей.
- **DVGW Рабочий бюллетень W101-1, Издание: 1995-02**
Директивы для зон защиты питьевой воды; охраняемые зоны для грунтовых вод.

- **DVGW Рабочий бюллетень W111-1, Издание: 1997-03**
Планирование, проведение и оценка насосных испытаний при разработке водных источников.
- **ISO 13256-2, Издание: 1998-08**
Водяные тепловые насосы – Испытания и определение мощности – Часть 2: Водно-водяные и рассольно-водяные тепловые насосы.
- **TAB**
Технические условия предприятий энергоснабжения по выполнению подключений.
- **VDI 2035 Выпуск 1: Предотвращение повреждений установок водяного отопления низкого давления, предотвращение образования накипи в установках для приготовления горячей расходной воды и в установках водяного отопления низкого давления.**
- **VDI 2067, Издание: 2000-09**
Экономичность инженерно-технического оборудования зданий
- **VDI 2081 Выпуск 1 Издание: 2001-07 и Выпуск 2, Издание: 2005-05**
Шумообразование и шумогашение в вентиляционно-технических установках.
- **VDI 4640, Издание: 2000-12**
Использование тепла грунта
- **VDI 4650 Выпуск 1, Издание: 2003-01**
Расчёт тепловых насосов, краткие методики расчёта годовых коэффициентов затратности теплонасосных установок; электрические тепловые насосы для отопления помещений.
- **Закон о финансовом содействии хозяйствам с замкнутым технологическим циклом и обеспечением экологической утилизации отходов, Издание: 2004-01**
- **Положение об энергосберегающих приборах в жилых зданиях (EnEV), Издание: 16.11.2001 (действует с 01.02.2002)**
Положение об обеспечении энергосберегающей тепловой защиты и применении энергосберегающих приборов и оборудования в зданиях.
- Технические правила к Положению о применении резервуаров, работающих под давлением – Напорные резервуары, баллоны высокого давления.
- Земельные строительные нормы и правила ФРГ.
- **Закон о бюджете водного хозяйства, Издание: 2002-08**
Закон о порядке ведения бюджета водного хозяйства.
- **Австрия:**
ÖVGW-Директивы G 1 и G 2, а также региональные строительные нормы
- **Швейцария:**
SVGW- и VKF- директивы, кантонные и местные предписания, а также Часть 2 Директив по использованию сжиженного газа.

2.7 Участие специалистов

Для проведения работ по обустройству отопительной системы с теплонасосом требуется участие различных специалистов:

- специалисты-теплотехники по проектированию и монтажу отопительных установок – для определения основных параметров, создания теплонасосной установки и системы отопления;
- бурильщики-монтажники – для освоения источника тепла;
- электрик – для подключения теплонасосной установки к сети электрического питания

Специализированное теплотехническое предприятие-инсталлятор как генподрядчик

Чтобы застройщик или заказчик имел дело только с одним компетентным партнёром в течение всего периода обустройства теплонасосной установки, специализированное теплотехническое предприятие-инсталлятор берёт на себя функцию генподрядчика. Оно распределяет и координирует выполнение всех работ, а также принимает все выполненные задания.

По согласованию с застройщиком предприятие-инсталлятор юридически оформляют и подаёт необходимые гидро- и горнотехнические заявки для получения соответствующих разрешительных документов, а также регистрирует теплонасос в местном предприятии энергоснабжения.

Предприятие-инсталлятор рассчитывает основные параметры теплонасоса и вовремя передаёт результаты проектирования бурильно-монтажному предприятию и электрику, а после освоения источника тепла бурильно-монтажным предприятием поставляет и монтирует теплонасос со всем необходимым оборудованием. Кроме того, оно проектирует отопительную систему и соответствующие нагревающие поверхности, распределители,

циркуляционные насосы и трубопроводы. Оно же монтирует и испытывает отопительную установку, вводит в эксплуатацию и инструктирует пользователя по вопросам её функционирования.

Бурильно-монтажное предприятие

Бурильно-монтажное предприятие определяет параметры скважины на основании технических данных и расчётов, полученных от инсталлятора. Оно выполняет бурение, поставляет и монтирует геотермический грунтовой зонд и заполняет буровое отверстие. При этом все без исключения операции документируются. Сюда относятся перечень пройденных при бурении слоёв грунта, вид, количество и глубина закладки зондов, расчёты параметров трубопроводов, а также отчёт о заключительном испытании под давлением.

Кроме того, бурильно-монтажное предприятие поставляет и прокладывает горизонтальные трубопроводы для подключения к дому и передаёт по акту оборудование предприятию-инсталлятору.

Электрик

Электрик подаёт заявку на регистрацию счётчиков, сообщает предприятию-инсталлятору информацию о плановых периодах отключения электроэнергии местным предприятием энергоснабжения. Эта информация необходима предприятию-инсталлятору для проектирования теплонасоса.

Электрик прокладывает необходимые силовые и управляющие линии, оборудует места для счётчиков измерительных и коммутирующих устройств и полностью выполняет электрическое подключение теплонасосной установки.

2.8 Сервис Buderus в сфере освоения источников тепла

Через специально созданное новое предприятие «WQ Management GmbH» компания Buderus предлагает комплексный спектр услуг по всем вопросам освоения источников тепла для теплонасосов – от этапа первичного проектирования до завершения проекта.

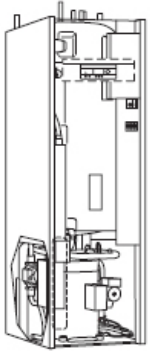
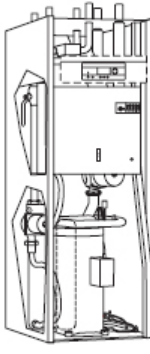
Предложение охватывает весь спектр работ, начиная с определения исходных данных через геологическую разведку местности, проектирование и получение Разрешений на бурение скважин и передачу внутренней части подвалов и заканчивая приёмкой и изготовлением всей проектной документации. Благодаря этому клиент освобождается от значительных затрат времени на координацию проекта в чужой для него области специальных знаний.

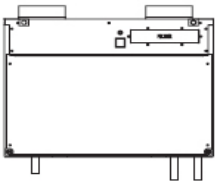
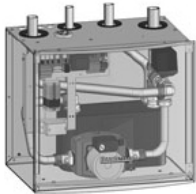
Сегодня такие услуги в сфере геотермии, как геологическая разведка местности, проектирование, получение Разрешений и т.п., предлагаются нами уже повсеместно. При поступлении запроса на выполнение конкретного проекта фирма «WQ Management GmbH» проверяет актуальную ситуацию в Вашем регионе.

Бланк-формуляр на оформление предварительного предложения по бурению Вы найдёте в Главе 7.

3 Компоненты теплонасосной установки

3.1 Обзор

Наименование		Описание	Дополнительная информация
Источник тепла			
Грунт		– Геотермические грунтовые коллекторы для освоения приповерхностного тепла – Глубина укладки 1,20 м до 1,50 м	→ Стр. 7 → Стр. 18 и далее. → Стр. 21 и далее
		– Геотермические грунтовые зонды для освоения глубинного тепла – Глубина укладки до 150 м	→ Стр. 8 → Стр. 18 и далее → Стр. 21 и далее
Грунтовые воды		– Колодцы грунтовых вод	→ Стр. 8
Другие геотермические системы		– Грунтовые корзины, траншейные коллекторы, энергосваи, вертикальные спиральные коллекторы	→ Стр. 28
Тепловые насосы			
Logatherm WPS 6/7,5/9/11 K		– Отопление и приготовление горячей расходной воды в многоквартирных домах – Вмонтированный бойлер-накопитель горячей расходной воды из высокопрочной стали	→ Стр. 43 и далее
Logatherm WPS 6/7,5/9/11/14/17		– Отопление и приготовление горячей расходной воды в одно- и двухквартирных домах – Внешний бойлер-ёмкостный водонагреватель	→ Стр. 51 и далее

Наименование		Описание	Дополнительная информация
Бойлеры			
Бойлеры SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW		– Для работы с теплонасосами Buderus	→ Стр. 60 и далее
Дополнительное оборудование			
Коллектор отработавшего воздуха помещений (AK)		– Использование энергии отработавшего воздуха – Автоматический воздухообмен	→ Стр. 68 и далее
Станция пассивного охлаждения (PKSt)		– Для естественного охлаждения без применения компрессора при наличии системы отопления пола – Для одновременного приготовления горячей расходной воды	→ Стр. 72 и далее
Распределитель рассольного контура		– Для 3-х – до 10 рассольных контуров	→ Стр. 75 и далее
Блок арматуры и приборов рассольного контура		– Группа предохранительных устройств и мембранный компенсационный бак	→ Стр. 77 и далее
Станция для заправки (подпитки) рассольного контура		– Блок для промывки и заправки / подпитки рассольного контура	→ Стр. 77 и далее
Устройство подпитки		– Для подпитки и промывки рассольных трубопроводов	→ Стр. 77 и далее
Группа предохранительных устройств и приборов		– Предохранительная группа устройств и приборов для рассольного контура – Для морозозащитных средств на гликолевой основе	→ Стр. 77 и далее
Системы экспресс-монтажа отопительных контуров		– Комбинации системы экспресс-монтажа с гидравлической стрелкой и распределителем отопительного контура	→ Стр. 77 и далее
Буферные накопители P120 W, P200 W, P300 W, P500 W и P750 W		– Для работы с тепловыми насосами Buderus	→ Стр. 77 и далее

3.2 Тепловые насосы

Buderus предлагает две типовых серии тепловых насосов:

- компактная серия с интегрированным бойлером-накопителем горячей расходной воды из специальной высокосортной стали,
- стандартная серия с внешним бойлером - ёмкостным водонагревателем.

Тепловые насосы Buderus обладают многими преимуществами

Надёжность благодаря качеству

- Наивысшая функциональность и долговечность. Теплонасосы Buderus соответствуют всем требованиям Bosch к качеству продукции. Они проходят множество заводских испытаний и тестирований на соответствие качеству продукции.

Надёжность благодаря сервису

- Запасные части к нашим теплонасосам Вы сможете получать даже и через 15 лет – благодаря надёжности торговой марки
- Ответы на все Ваши вопросы обеспечивает круглосуточная «горячая» линия службы консультационной поддержки.

Экологически чистое отопление

- Примерно 75 % отопительной энергии регенерируется, а если для работы теплонасоса используется «зелёный ток», т.е. энергия ветра, воды или солнца, то регенеративность энергии может достигать 100 %.
- Отопительная установка работает без вредных выбросов в окружающую среду.
- Теплонасосы получили хорошую оценку в «Положении об энергосберегающих приборах в жилых зданиях (EnEV)».
- Теплонасосы Buderus соответствуют требованиям Федерального ведомства экономики и контроля за экспортом (BAFA) и поддерживаются программой стимулирования рынка.

Независимость и перспективность

- Не требуются такие виды топлива, как нефть и газ. Поэтому повышение цен на жидкое топливо и газ не играет никакой роли.
- Такие факторы влияния внешней среды, как солнце и ветер не играют никакой роли, так как тепло земли надёжно предоставлено в распоряжение 365 дней в году.

Высокая экономичность

- Эксплуатационные расходы до 50 % ниже в сравнении с дизтопливом и газом.
- Для теплонасосной установки не требуются текущие побочные расходы, возникающие при эксплуатации традиционных систем отопления (например, на техобслуживание горелок, замену фильтров, прочистку дымоходов).

- Техника работает с закрытыми контурами. Поэтому она долговечна и не требует особого техобслуживания. Регулярный технический уход необходим только для некоторых компонентов отопительной системы, например, для компенсационного бака или предохранительного клапана.

→ Теплонасосы можно устанавливать в любом помещении. Для них не требуется ни специальная котельная, ни дымоход.

Функционирование

• Рассольный контур (контур хладоносителя)

Рассольный насос (→ 35/1, Поз. 8) качает рассол в испаритель теплонасоса (→ Поз. 9). Здесь рассол отдаёт тепло контуру хладоносителя и снова возвращается в источник тепла.

Потеря давления рассольного контура зависит от температуры и пропорции компонентов смеси «моноэтиленгликоль / вода». Чем меньше температура и чем больше доля моноэтиленгликоля в рассоле, тем выше потеря давления (→ 35/2). Следовательно, при расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля.

• Отопительный контур

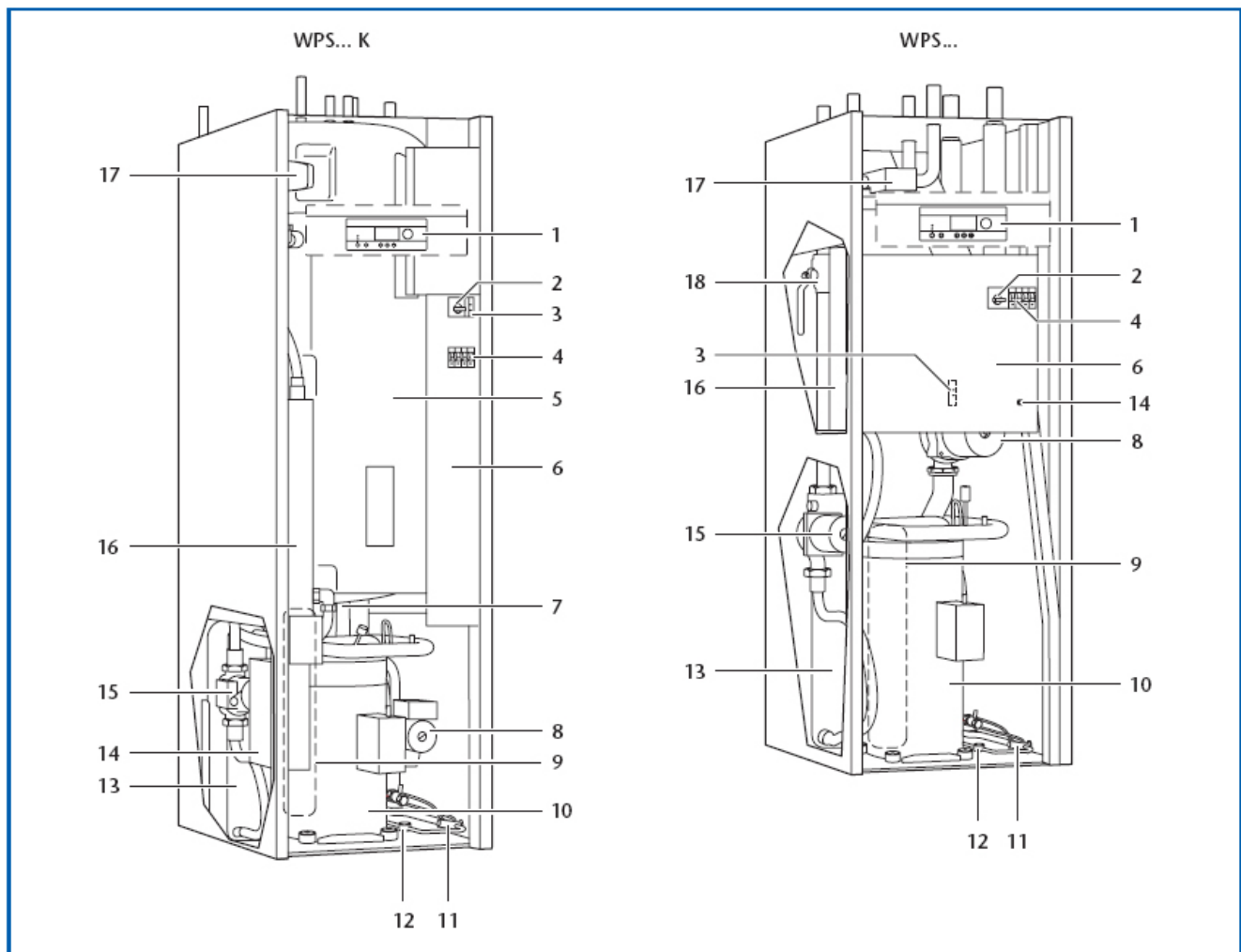
Насос контура теплоносителя (→ 35/1, Поз. 15) качает сетевую воду в конденсатор (→ Поз. 13). Здесь сетевая вода принимает тепло от контура хладагента. При необходимости сетевая вода дополнительно подогревается поствключенным электрическим подогревателем (→ Поз. 16).

Нагретая сетевая вода поступает через трёхходовой переключающий клапан (→ Поз. 17) в отопительную систему или в бойлер (в аппаратах WPS... К – внутренний, а в аппаратах WPS... – внешний).

• Охлаждающий контур (контур хладагента)

Жидкий хладагент в контуре хладоносителя устремляется в испаритель (→ 35/1, Поз. 9). Здесь хладагент принимает тепло из рассольного контура до тех пор, пока полностью не испарится. Хладагент, превратившийся в пар, сжимается компрессором (→ Поз. 10) до высокого давления и при этом ещё больше нагревается. В таком состоянии хладагент поступает в конденсатор (→ Поз. 13). Здесь он отдаёт тепло контуру отопления и снова становится жидким. Жидкий хладагент течёт от конденсатора через фильтр-влагоотделитель и смотровое окошко (→ Поз. 12) к расширительному клапану (→ Поз. 11). Здесь хладагент расширяется до своего первоначального давления и может снова течь в испаритель.

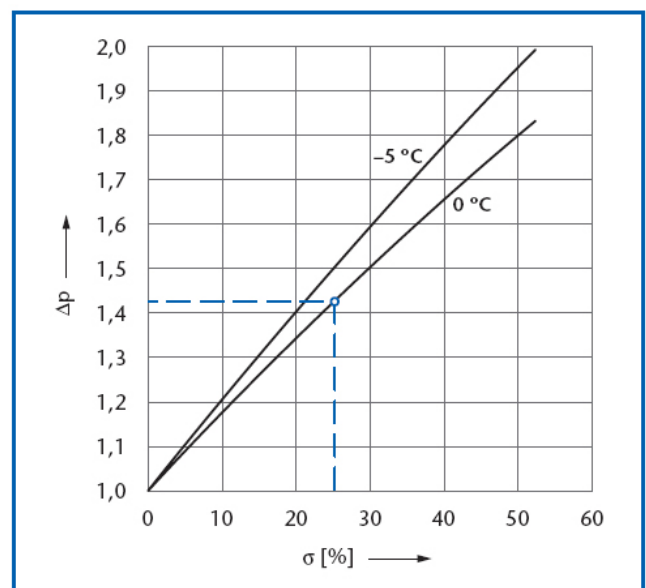
Устройство теплового насоса



35/1 Устройство теплового насоса

Пояснения к рисунку (→ 35/1):

- 1 Прибор регулирования HMC10
- 2 Реле защиты электродвигателя с кнопкой «Reset» (= Отмена) для компрессора
- 3 Реле контроля последовательности фаз
- 4 Предохранительная автоматика
- 5 Бойлер-накопитель горячей расходной воды, с двойными стенками
- 6 Коммутационная (распределительная) коробка
- 7 Сливной кран греющего кожуха бойлера-накопителя
- 8 Рассольный насос
- 9 Испаритель (скрыт)
- 10 Компрессор с изоляцией
- 11 Расширительный (дрессельный) клапан
- 12 Смотровое окошко
- 13 Конденсатор
- 14 Кнопка «Reset» (= Отмена) для защиты от перегрева дополнительного электрического подогревателя
- 15 Насос контура теплоносителя
- 16 Дополнительный электрический подогреватель
- 17 Трёхходовой переключающий клапан
- 18 Фильтр системы отопления



35/2 Относительная потеря давления водно-моноэтиленгликолевых смесей в сопоставлении с водой в зависимости от концентрации

Пояснения к рисунку (→ 35/2):

- Δp Коэффициент потери давления
σ Объёмная концентрация

3.2.1 Регулирование

Теплонасосы оснащены регулирующим прибором HMC10 с микропроцессорным управлением и текстовым дисплеем на жидких кристаллах, а также поворотной ручкой для навигации по меню.

Обслуживание выполняется на двух уровнях:

- 1 уровень обслуживания для пользователя
- 1 уровень обслуживания для инсталлятора

Возможности конфигурации отопительных установок

Программное обеспечение интегрированного прибора регулирования открывает широкие возможности для конфигурирования отопительных установок. Разнообразные компоненты могут подключаться и регулироваться так, что оказывается возможным создание таких отопительных систем:

- отопительные системы с контуром отопления без смесителя;
- отопительные системы с контуром отопления без смесителя и с внешним бойлером;
- отопительные системы с отопительным контуром без смесителя и отопительным контуром со смесителем;
- отопительные системы с отопительным контуром без смесителя и отопительным контуром со смесителем, а также с внешним бойлером;
- бивалентные отопительные системы с дополнительным теплогенератором, отопительным контуром без смесителя и с внешним бойлером;
- отопительные системы с каскадом из двух тепловых насосов, с отопительным контуром без смесителя и отопительным контуром со смесителем, а также с внешним бойлером.

→ Принципиально необходим буферный накопитель.

Внешние датчики температуры

К регулятору могут подключаться такие температурные датчики

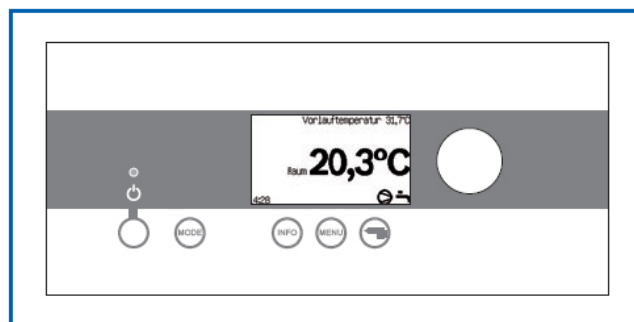
- FR1: датчик температуры в помещении НК1
- FA: датчик наружной температуры воздуха
- FW: датчик температуры горячей расходной воды
- FV: датчик температуры в прямом трубопроводе
- FR: датчик температуры в помещении

→ Совместимость термодатчиков с теплонасосами указана в Таблице 36/2.

Внешний насос контура отопления

В качестве отопительного насоса (PH) второго смешанного контура отопления, т. е. контура со смесителем, может применяться циркуляционный насос, устанавливаемый по месту монтажа отопительной установки.

Если внешний насос обеспечивает работу системы отопления пола, то необходимо установить предохранительное термореле, которое будет выключать насос при превышении максимально допустимой температуры.



36/1 Регулятор HMC10

Тепловой насос Logatherm	WPS... K	WPS...
FR1	● ¹⁾	● ¹⁾
FA	●	●
FW	— ²⁾	●
FV	□	□
FR	□	□

36/2 Применяемые внешние температурные датчики

Пояснения к символам:

● применение необходимо;

□ применение возможно;

— применение невозможно

1) В установках без буферного бойлера.

2) T3: датчик температуры горячей воды (внутренний), монтируется заводом-изготовителем.

Смеситель для смешанного контура отопления

По месту монтажа в системах со смешанными отопительными контурами можно применять смеситель (SH) с сервоприводом. Для оптимального регулирования смешанного контура отопления необходимо, чтобы время работы смесителя составляло ≥ 2 минуты.

Общий индикатор неисправностей (опционально)

Общий индикатор неисправностей сообщает о функциональных ошибках, о которых сигнализирует тот или иной подключенный датчик.

Для подключения общего индикатора неисправностей служат клеммы ALARM-LED или SUMM-ALARM на плате датчиков.

На выходе ALARM-LED есть ток 20 мА напряжением 5 Вольт для подключения соответствующей сигнальной лампочки.

Выход SUMM-ALARM оснащен контактом без потенциала, рассчитанный на максимум 24 Вольт, 100 мА. Когда срабатывает общий индикатор неисправностей, то соответствующий контакт на плате датчиков замкнут.

Протокол сообщений о функциональных ошибках

Протокол сообщений о функциональных ошибках документирует абсолютно все сообщения регулирующей электроники о функциональных ошибках. При устранении неисправностей или во время циклических проверок функционирования теплонасосной установки можно вызвать протокол сообщений о функциональных ошибках на дисплей. Протокол помогает диагностировать функции теплонасоса за длительный период времени и находить неисправности в соответствии с их хронологической последовательностью.

Автоматический рестарт

Если сообщение регулирующей электроники о функциональной ошибке не затрагивает работы компонентов теплонасосной установки, важных для безопасной эксплуатации, то теплонасос автоматически снова включается, как только устраняется причина неисправности. Поэтому при незначительных сбоях система отопления продолжает работать.

3.2.2 Температурные датчики

В зависимости от типа теплонасоса и от отопительной установки тепловой насос оснащается разнообразными температурными датчиками (→ 37/2).

Данные о температурах, которые измеряются датчиками, служат для регулирования отопительной установки и для наблюдения за работой теплонасоса. Если температуры оказываются в недопустимом диапазоне, теплонасос выключается. На дисплее появляется сообщение о функциональной ошибке. Как только температуры снова возвращаются в допустимый диапазон, теплонасос автоматически включается (этого не происходит, если сообщение о функциональной ошибке поступило от температурного датчика T6).

Датчик температуры в помещении FR1 регистрирует температуру в обратном трубопроводе в качестве ведущего, т.е. опорного параметра работы теплонасоса.



37/1 Датчик температуры в прямом трубопроводе

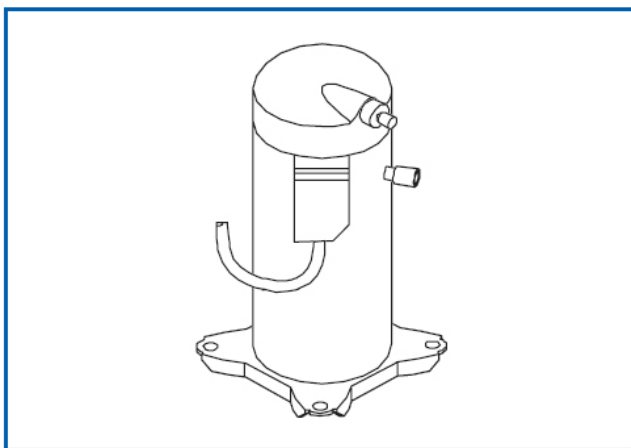
Внутренние температурные датчики		Внешние температурные датчики	
T3	Датчик температуры горячей воды	FR1	Датчик температуры в помещении НК1
T6	Датчик температуры для компрессора	FA	Датчик температуры наружного воздуха
T8	Датчик температуры в прямом трубопроводе отопления	FW	Датчик температуры горячей расходной воды
T9	Датчик температуры в обратном трубопроводе отопления	FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе
T10	Датчик температуры на входе рассольного контура	FR	Датчик температуры в помещении
T11	Датчик температуры на выходе рассольного контура		

37/2 Внутренние и внешние температурные датчики

3.2.3 Компрессор

Компрессор предназначен для того, чтобы сжимать газообразный хладагент и при этом повышать его температуру. При температуре в прямом трубопроводе 35 °C хладагент сжимается до давления 23,5 бар. Вследствие сжатия его температура повышается примерно с 0 °C до 88 °C. В компрессорах теплонасосов Buderus применяется так называемая «скролл-техника».

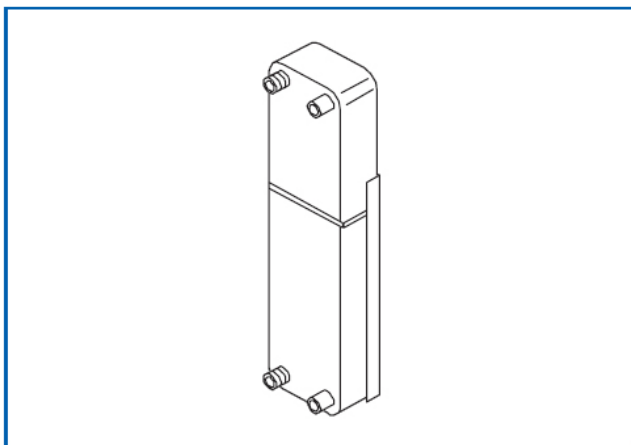
Компрессоры обладают высоким коэффициентом полезного действия и работают относительно тихо. Для улучшения шумозащиты компрессор закрыт изоляционным кожухом. Компрессор смонтирован на эластичной платформе, которая обеспечивает изоляцию колебаний.



38/1 Компрессор

3.2.4 Конденсатор

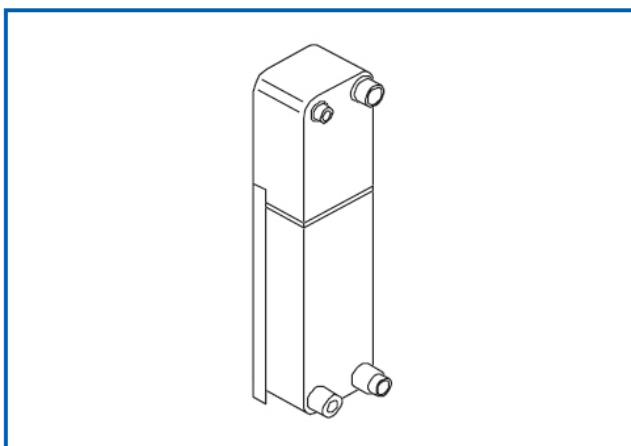
В конденсаторе газообразный хладагент превращается в жидкость и через теплообменник отдаёт тепло контуру отопления. Хладагент выходит из конденсатора в жидком состоянии.



38/2 Конденсатор

3.2.5 Испаритель

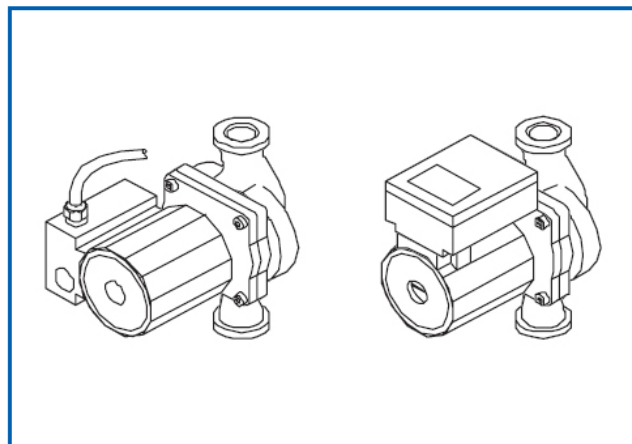
В испарителе хладагент превращается в пар, принимая при этом через теплообменник тепло от рассольного контура. Хладагент выходит из испарителя в газообразном состоянии.



38/3 Испаритель

3.2.6 Насосы

В тепловой насос вмонтированы циркуляционный насос контура отопления и циркуляционный насос рассольного контура.



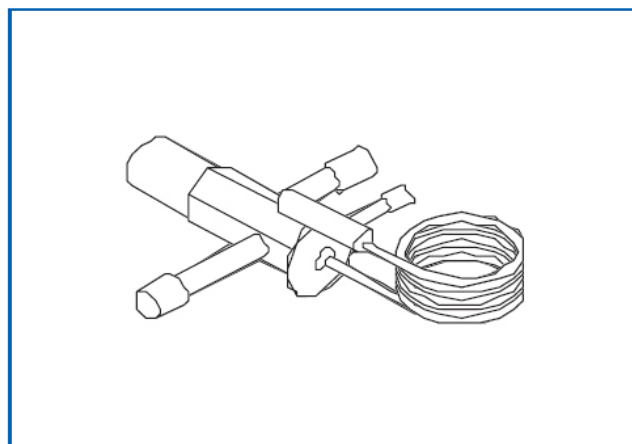
39/1 Насосы

3.2.7 Расширительный клапан

Расширительный клапан, называемый также дроссельным клапаном, расширяет жидкий хладагент до его исходной температуры. При температуре в прямом трубопроводе 35 °C давление хладагента падает с 23,5 бар до 2,8 бар.

В расширительном клапане жидкий хладагент расширяется при требуемой температуре в прямом трубопроводе 35 °C с давления 23,5 бар до давления 2,8 бар.

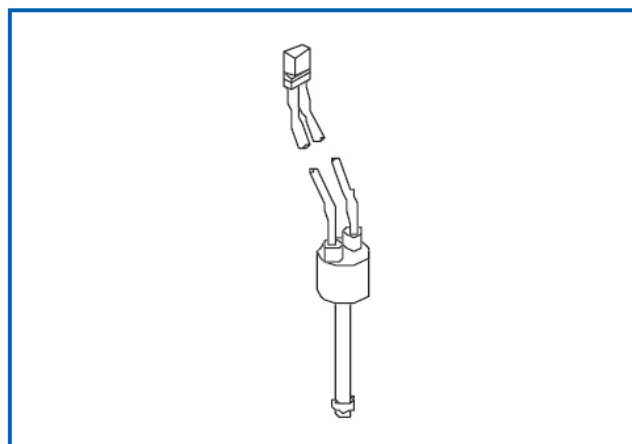
С помощью датчика, установленного после испарителя, расширительный клапан одновременно регулирует также и расходный поток хладагента в испарителе, чтобы наилучшим образом использовать тепло из земляной скважины.



39/2 Расширительный клапан

3.2.8 Реле ограничения давления

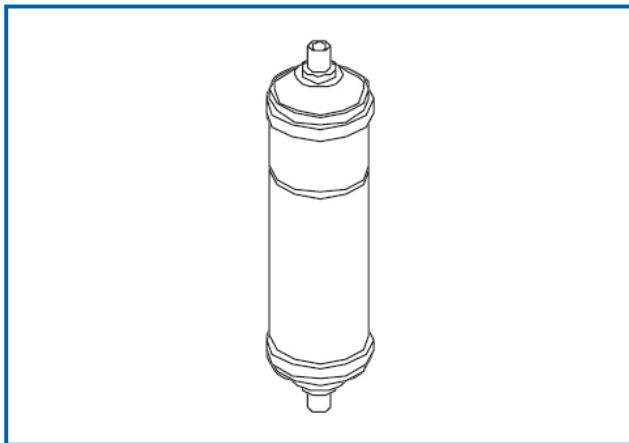
Реле ограничения давления наблюдают за давлением в контуре хладагента с высокой и с низкой стороны. Если давления находятся в недопустимом диапазоне, то тепловой насос выключается. На дисплее отражается функциональная ошибка.



39/3 Реле ограничения давления

3.2.9 Фильтр-влагоотделитель

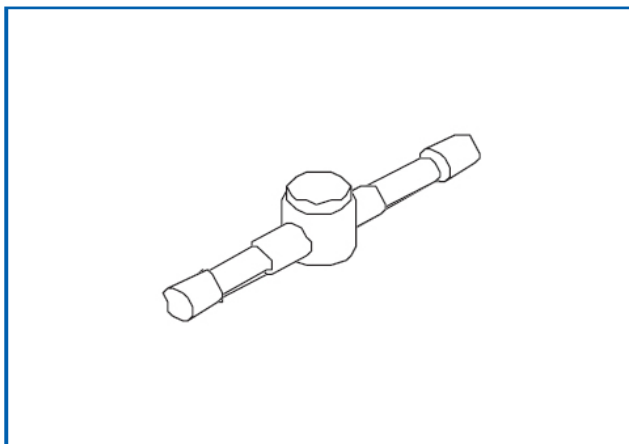
Фильтр-влагоотделитель при необходимости отфильтровывает влагу из хладагента. Он устанавливается в контур хладагента по направлению потока между конденсатором и смотровым окошком.



40/1 Фильтр-влагоотделитель

3.2.10 Смотровое окошко

Смотровое окошко в контуре хладагента обеспечивает простую возможность контроля контура хладагента. Наблюдая за состоянием текущего потока хладагента, можно определить вероятные неверные настройки теплонасоса.



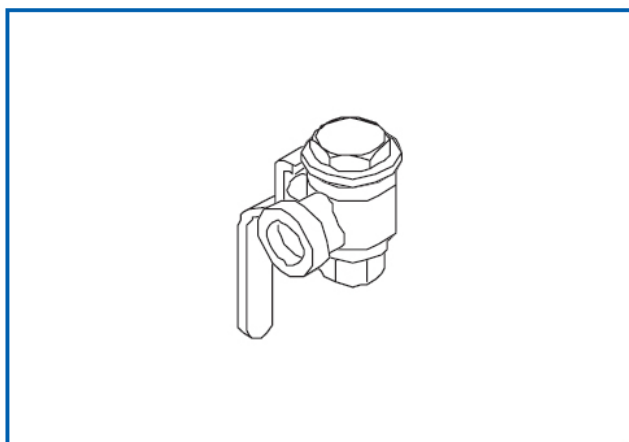
40/2 Смотровое окошко

3.2.11 Фильтр-грязеуловитель

Фильтры-сборники грязи отфильтровывают возможные осадки в отопительном и рассольном контурах, предотвращая повреждения теплообменника и, следовательно, затратные ремонтные работы по контуру хладагента.

Грязевые фильтры устанавливаются в контур отопления по направлению потока перед конденсатором и в рассольный контур – по направлению потока перед испарителем.

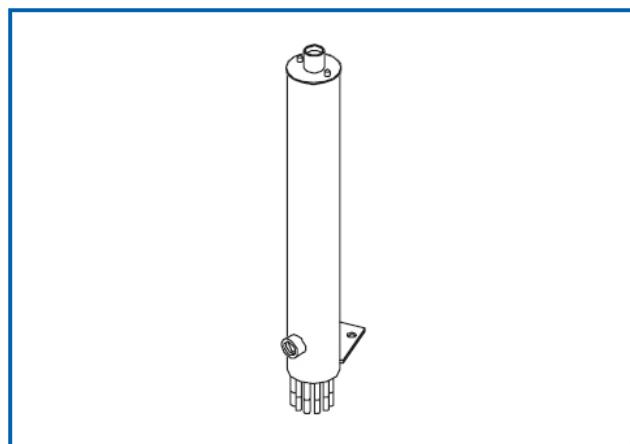
Чтобы обеспечить возможность чистки фильтра без необходимости слива рассола из рассольного контура или воды из отопительного контура, грязеуловители устанавливаются в запорные краны. При закрытых запорных кранах фильтры легко демонтируются и чистятся.



40/3 Фильтр-сборник грязи

3.2.12 Дополнительный электрический подогреватель

Теплонасосы типовой серии WPS... К- и WPS... оснащены встроенным электропатроном в качестве дополнительного теплоэлектронагревателя. Дополнительный электрический подогреватель может поддерживать и отопление, и приготовление горячей расходной воды, так как он устанавливается перед трёхходовым переключающим клапаном, который отделяет контур отопления от контура горячей расходной воды.

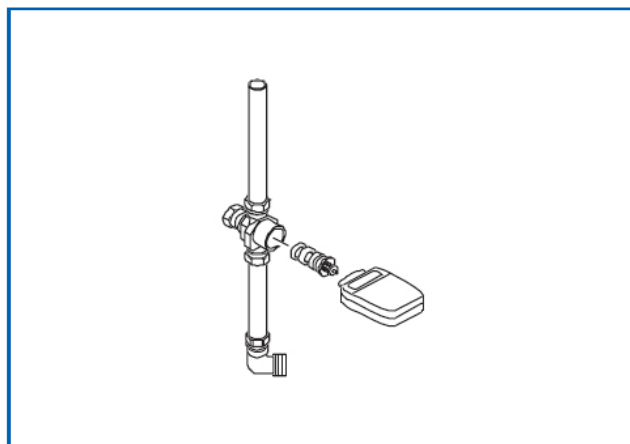


41/1 Дополнительный электрический подогреватель

3.2.13 Трёхходовой переключающий клапан

Теплонасосы типовой серии WPS... К- и WPS... оснащены вмонтированным трёхходовым переключающим клапаном, отделяющим контур отопления от контура горячей расходной воды.

Резьбовые соединения обеспечивают быстрое подключение трёхходового переключающего клапана к трубам без необходимости пайки.



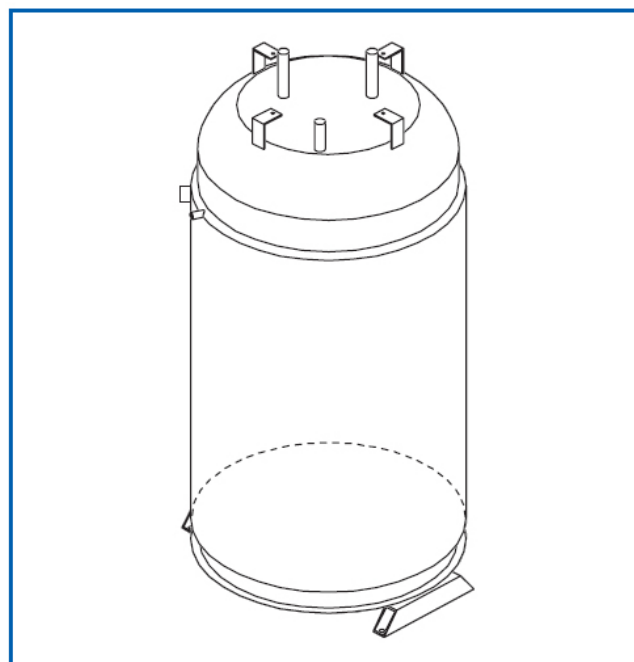
41/2 Трёхходовой переключающий клапан

3.2.14 Бойлер-накопитель горячей расходной воды из высококоротной стали, с греющей рубашкой (только для теплонасосов WPS... K)

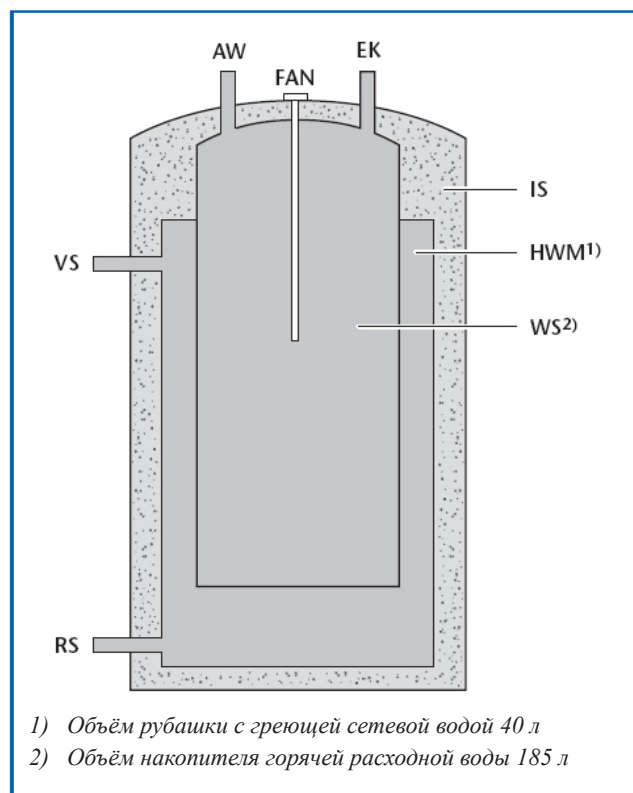
Теплонасосы типовой серии WPS... K оснащены двухрезервуарным бойлером-накопителем. Горячая вода из теплонасоса проходит через внешний резервуар и нагревает внутренний накопитель горячей расходной воды.

При своём объёме 40 л внешний резервуар сетевой воды является греющей рубашкой для приготовления горячей расходной воды и обеспечивает уменьшение тактовости включения теплонасоса.

Для надёжной защиты бойлера от коррозии – даже при высокой концентрации ионов хлорида в воде – интегрирован анод-протектор.



42/1 Бойлер-накопитель горячей расходной воды из высококоротной стали



42/2 Устройство бойлера-накопителя из высококоротной стали

(Сокращения → Стр. 117)

3.3 Тепловые насосы Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K

3.3.1 Обзор оснащения

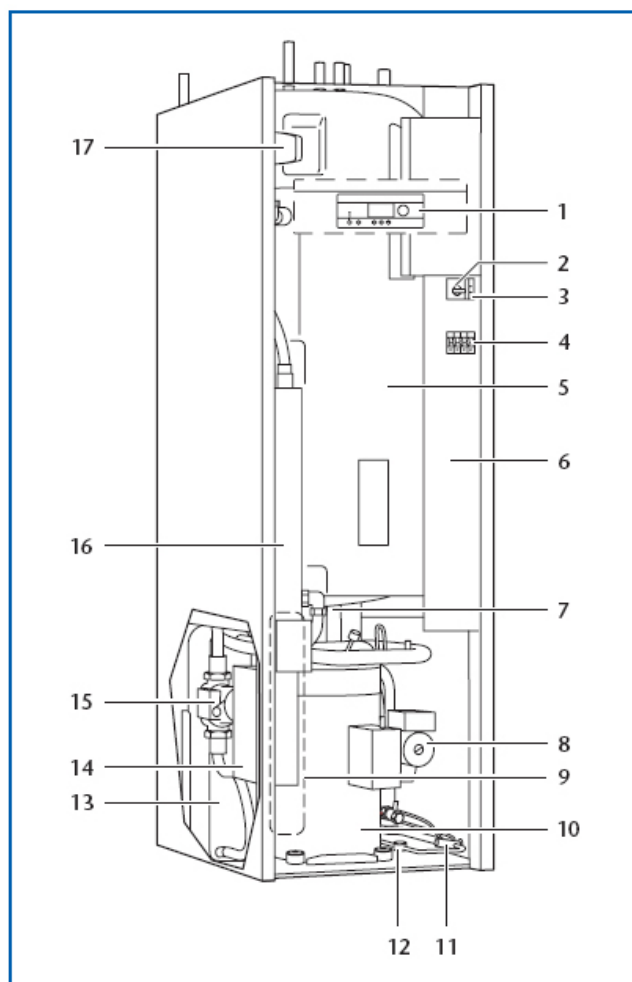
Для отопления и приготовления горячей расходной воды в многоквартирных домах применяются теплонасосы типовой серии Logatherm WPS 6/7,5/9/11 K. Они оснащаются интегрированным бойлером-накопителем и дополнительным электрическим подогревателем.

Комплект поставки

- Тепловой насос Logatherm WPS 6/7,5/9/11 K
- Датчик температуры в прямом трубопроводе FV
- Датчик температуры наружного воздуха FA
- Фильтр (R 3/4, внутренняя резьба) для отопительной системы
- Отделитель микропузырьков
- Клапан-развоздушиватель (воздухоотводчик)
- Устройство подпитки
- Опорные пятки
- Техническая документация

Преимущества

- Интегрированный бойлер-накопитель горячей расходной воды из легированной стали
- Интегрированный рассольный насос
- Интегрированный насос контура отопления
- Интегрированный дополнительный электрический подогреватель
- Трёхходовой переключающий клапан
- Компактная компоновка, экономия технологически необходимой площади и благородный дизайн
- Текстовое меню, дружественное для пользователя
- Работа практически без шума
- Высокие коэффициенты мощности, т.е. коэффициенты преобразования
- Температура в прямом трубопроводе до 65 °C
- Электронный ограничитель пускового тока (кроме WPS 6 K)

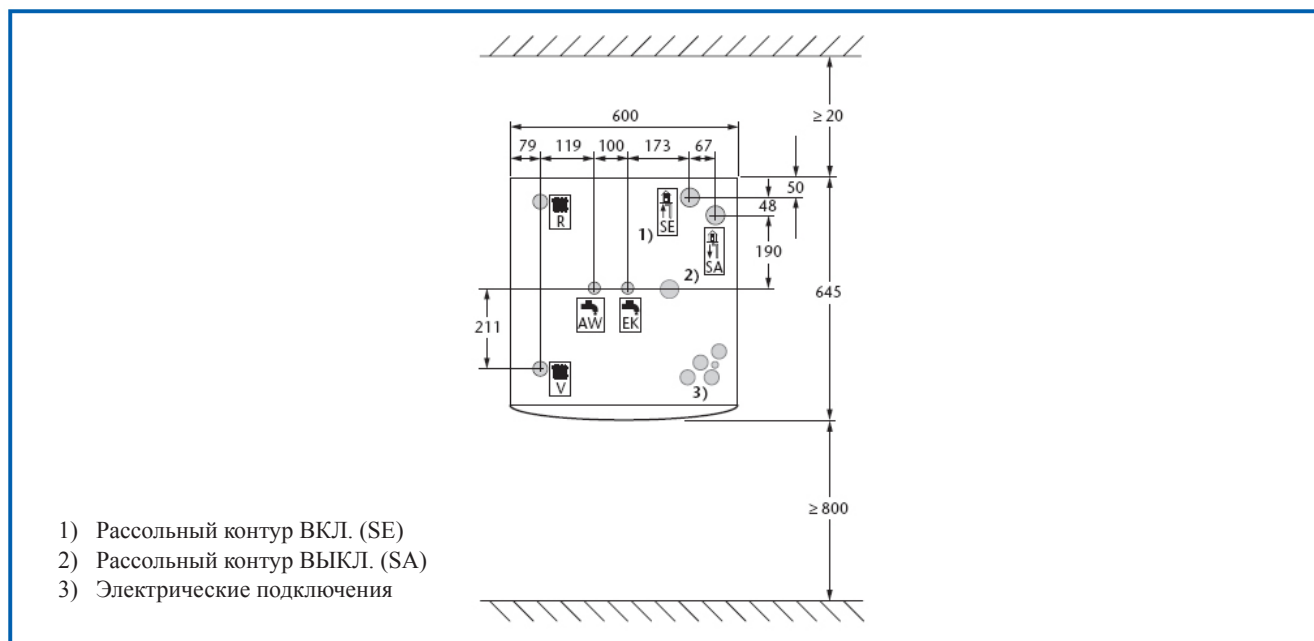


43/1 Некоторые компоненты и узлы теплонасосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11

Пояснения к рисунку:

- 1 Прибор регулирования HMC10
- 2 Реле защиты электродвигателя с кнопкой «Reset» (= Отмена) для компрессора
- 3 Реле контроля последовательности фаз
- 4 Предохранительная автоматика
- 5 Бойлер-накопитель горячей расходной воды, с двойными стенками
- 6 Коммутационная (распределительная) коробка
- 7 Сливной кран греющей рубашки бойлера-накопителя
- 8 Рассольный насос
- 9 Испаритель (скрыт)
- 10 Компрессор с изоляцией
- 11 Расширительный (дроссельный) клапан
- 12 Смотровое окошко
- 13 Конденсатор
- 14 Кнопка «Reset» (= Отмена) для защиты от перегрева дополнительного электрического подогревателя
- 15 Насос контура теплоносителя
- 16 Дополнительный электрический подогреватель
- 17 Трёхходовой переключающий клапан

3.3.2 Монтажные размеры и технические данные



44/1 Монтажные размеры теплонасосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K. Сокращения → Стр. 117 (размеры указаны в мм)

Тепловой насос Logatherm		WPS 6 K	WPS 7,5 K	WPS 9 K	WPS 11 K
Эксплуатация в режиме «Рассол / Вода»					
«Греющая» мощность B0/W35 ¹⁾	кВт	5,6	7,2	9,2	10,6
«Греющая» мощность B0/W45 ¹⁾	кВт	5,2	6,7	8,6	10,0
Коэффициент мощности COP B0/W35 ¹⁾		4,2	4,2	4,5	4,4
Коэффициент мощности COP B0/W45 ¹⁾		3,2	3,3	3,5	3,5
Холодопроизводительность (B0/W35)	кВт	4,3	5,5	7,2	8,2
Рассол (Хладоноситель)					
Объёмный поток	м³/час	1,0	1,4	1,7	2,3
Допустимое внешнее падение давления	кПа	49	45	44	80
Макс. давление	бар	4			
Вместимость (внутренняя)	л	6			
Рабочая (эксплуатационная) температура	°C	от −5 до +20			
Подключение (медь)	мм	28			
Компрессор					
Тип		Mitsubishi Scroll			
Масса хладагента R407c	кг	1,5	1,7	1,9	2,2
Макс. давление	бар	31			
Отопление					
Объёмный поток	м³/час	0,9	1,1	1,4	1,8
Миним. / макс. температура в прямом трубопроводе	°C	20/65			
Макс. допустимое рабочее давление	бар	3			
Объём греющей сетевой воды, в т.ч. в рубашке бойлера	л	47			
Подключение (медь)	мм	22			

44/1 Технические данные теплонасосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K

Тепловой насос Logatherm		WPS 6 K	WPS 7,5 K	WPS 9 K	WPS 11 K
Горячая расходная вода					
Макс. мощность, без ТЭНа / с ТЭНом (электропатрон)	кВт	5,5/14,5	7,0/16,0	8,4/17,4	10,2/19,2
Полезный объём горячей воды	л	185			
Индекс мощности NL		1,0	1,2	1,5	1,8
Миним./ макс. допустимое рабочее давление	бар	2/10			
Подключение (легированная сталь)	мм	22			
Электрическое подключение					
Электрическое подключение		400 Вольт, 3 N ~ 50 Гц			
Предохранитель, инерционный; при наличии дополнительного ТЭНа (электропатрона) 6 кВт / 9 кВт	A	16/20	16/20	16/25	20/25
Номинальная потребляемая мощность компрессора 0/35	кВт	1,33	1,64	1,99	2,22
Макс. ток с ограничителем пускового тока ²⁾	A	< 30			
Вид защиты	°C	IP X1			
Общетехнические данные					
Уровень звукового давления ³⁾	дБ(А)	31	34	36	35
Уровень акустической мощности	дБ(А)	44	47	49	48
Допустимая температура окружающей среды	°C	0 – 45			
Объёмный поток	м³/час	0,9	1,1	1,4	1,8
Миним. / макс. температура в прямом трубопроводе	°C	20/65			
Габаритные размеры (Ш x Г x В)	мм	600 x 645 x 1800			
Вес (без упаковки)	кг	213	217	229	236

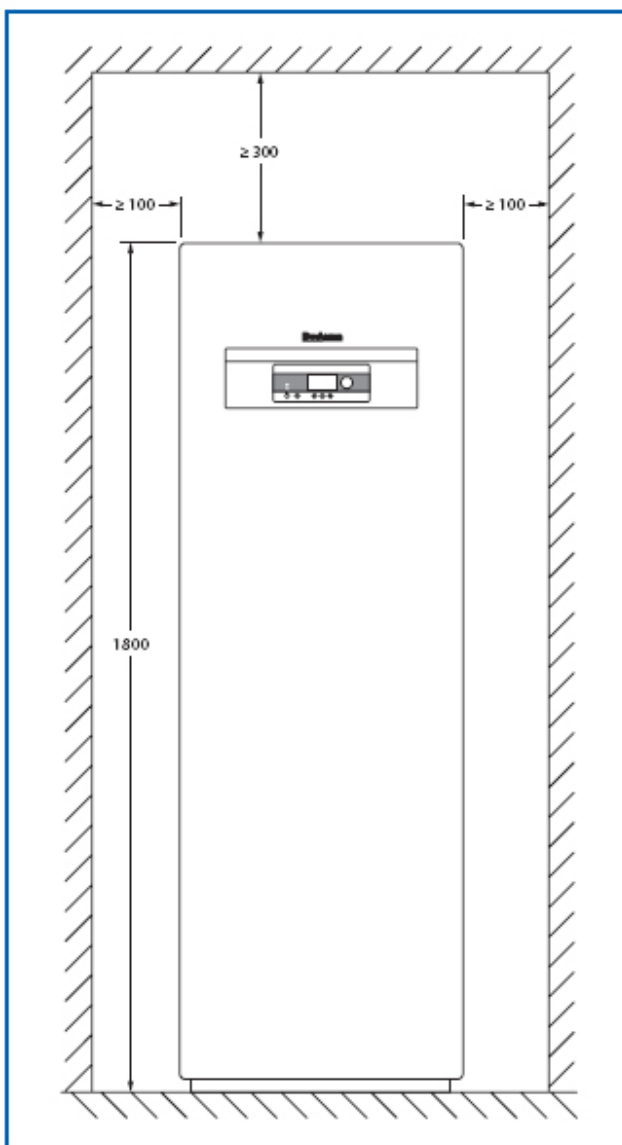
44/2 Технические данные теплонасосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K

- 1) С внутренним насосом, по DIN EN 14511
- 2) Без ограничителя пускового тока, для WPS 6 K
- 3) Отступ 1 м, по DIN EN ISO 11203

3.3.3 Помещение для установки теплового насоса

Так как теплонасос во время работы создаёт некоторый уровень шумности, его следует устанавливать только в тех помещениях, где его шум не будет восприниматься как мешающий. Например, неблагоприятной будет инсталляция вблизи спальни.

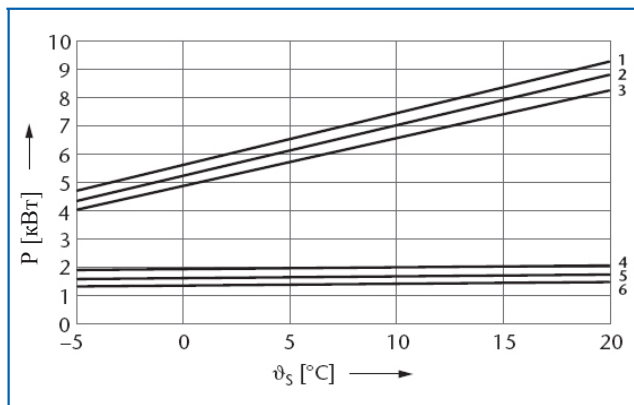
- Установочные размеры → 46/1
- Расстояние между стеной и тыльной стороной теплонасоса: не менее 20 мм
- Теплонасос следует устанавливать на специально подготовленном для него подиуме, но не непосредственно на бетонной стяжке пола.
- Окружающая температура в помещении: от 0 °C до 45 °C
- Горизонтальное нивелирование теплонасоса в помещении выполняется с помощью опорных пяток, прилагаемых к комплекту поставки



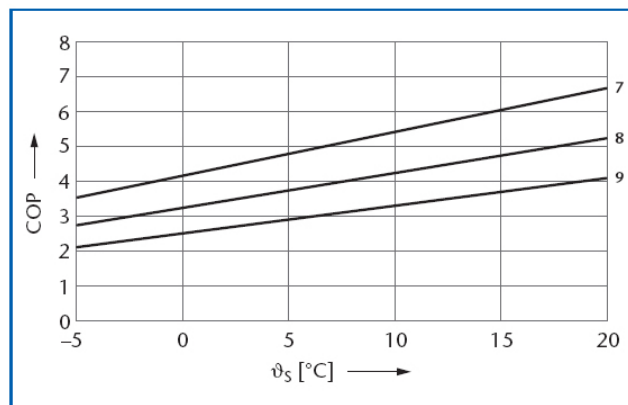
46/1 Установочные размеры тепловых насосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K (размеры указаны в мм)

3.3.4 Диаграммы мощности

WPS 6 K

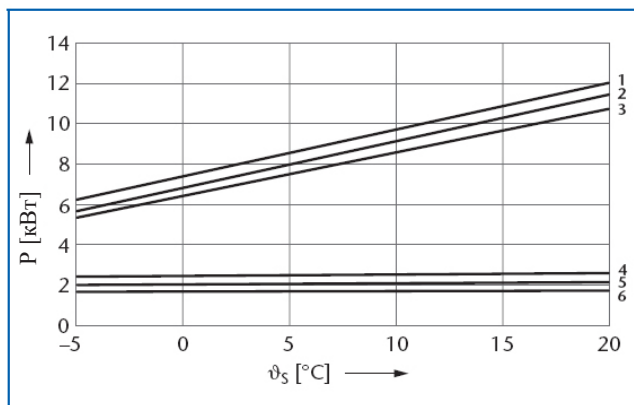


47/1 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 6 K

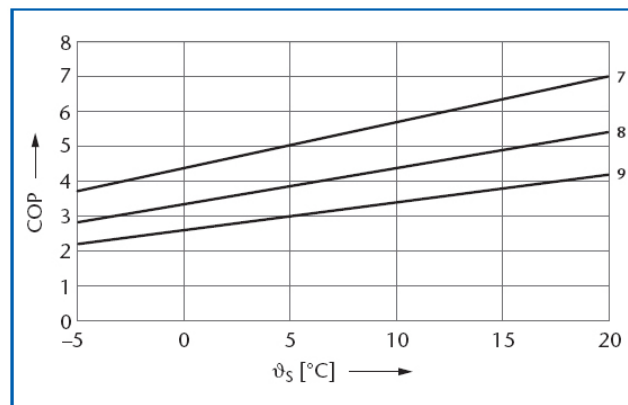


47/2 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 6 K

WPS 7,5 K

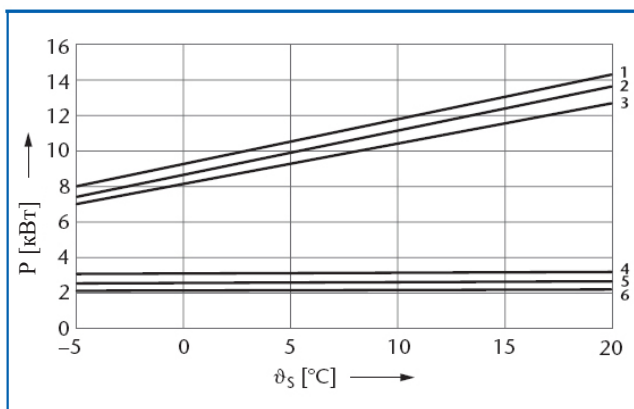


47/3 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 7,5 K

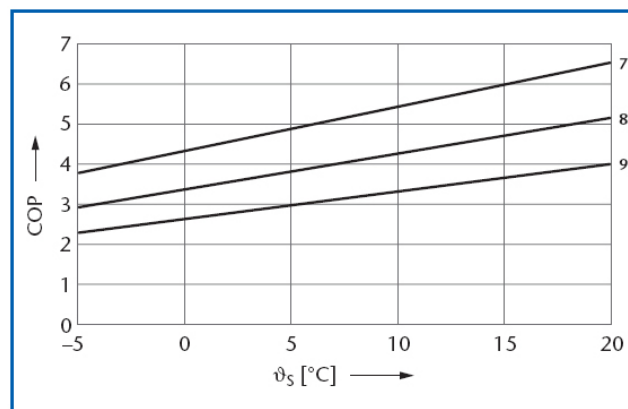


47/4 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 7,5 K

WPS 9 K



47/5 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 9 K



47/6 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 9 K

Пояснения к рисунку (→ 47/1 до 47/6)

COP Коэффициент мощности ϵ P Мощность θ_s Температура на входе рассольного контура

1 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

2 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

3 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

4 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

5 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

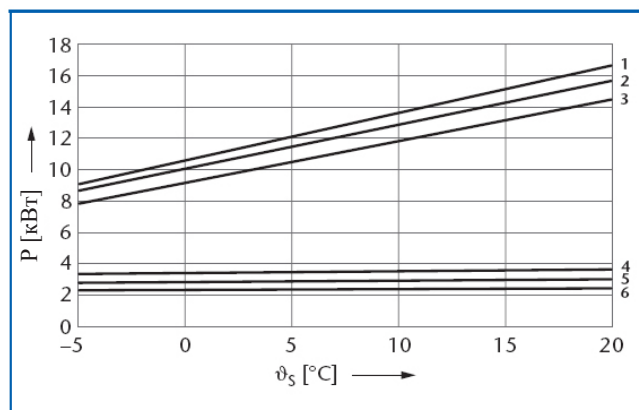
6 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

7 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

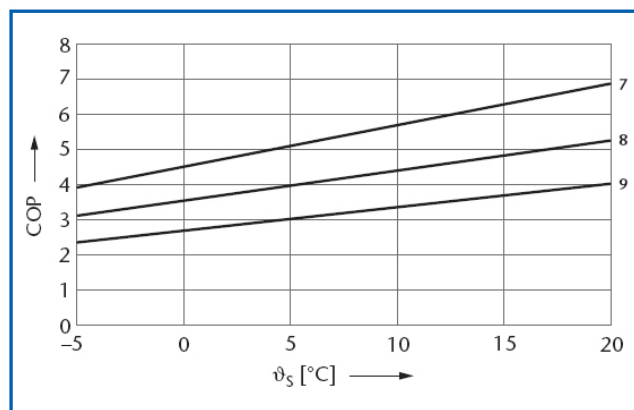
8 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

9 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

WPS 11 K



48/1 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 11 K



48/2 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 11 K

Пояснения к рисунку (→ 48/1 и 48/2)

COP Коэффициент мощности ε

P Мощность

θ_s Температура на входе рассольного контура

1 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

2 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

3 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

4 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

5 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

6 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

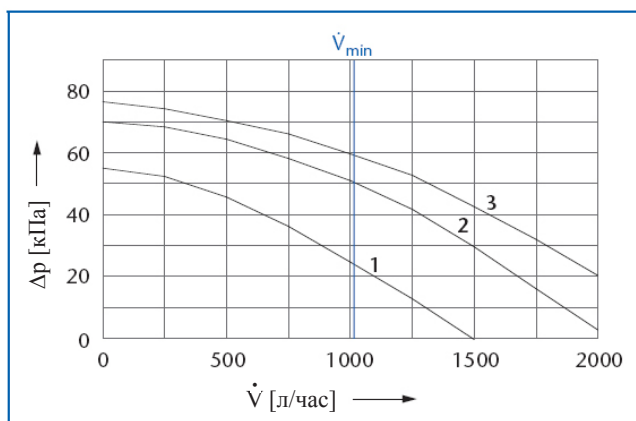
7 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

8 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

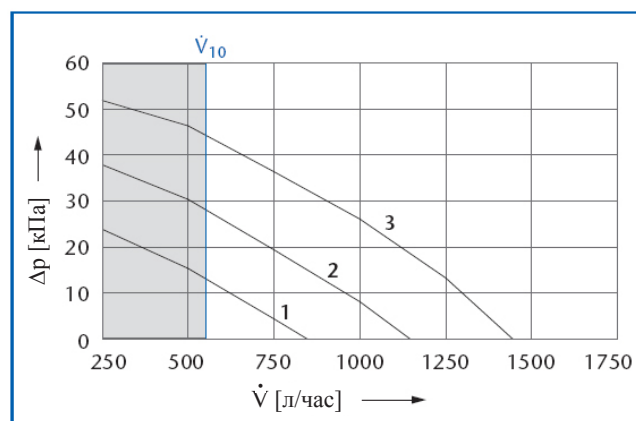
9 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

3.3.5 Характеристические кривые

WPS 6 K

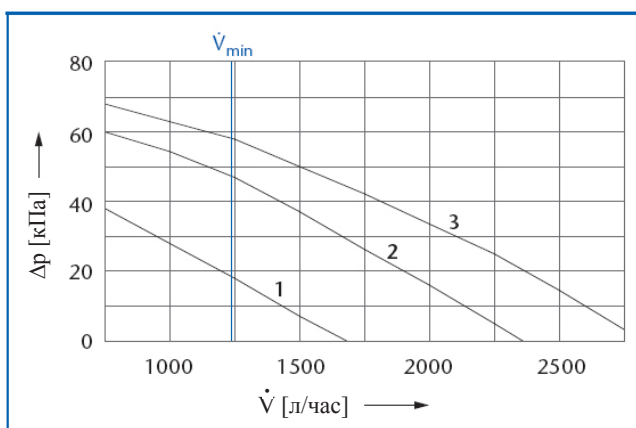


49/1 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 6 K

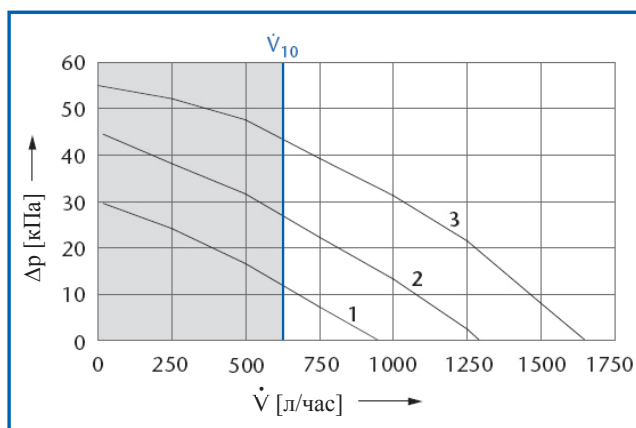


49/2 Отопительный насос WPS 6 K

WPS 7,5 K

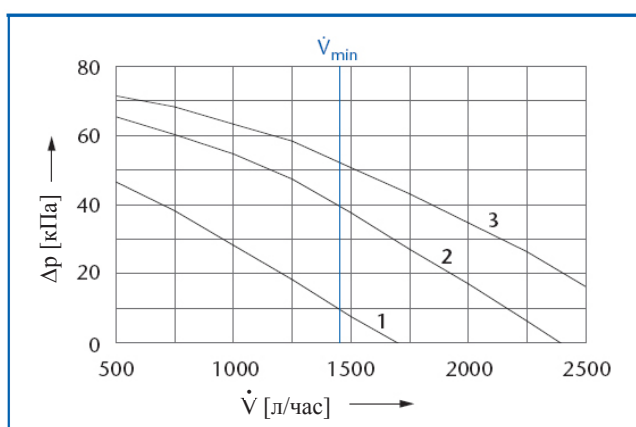


49/3 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 7,5 K

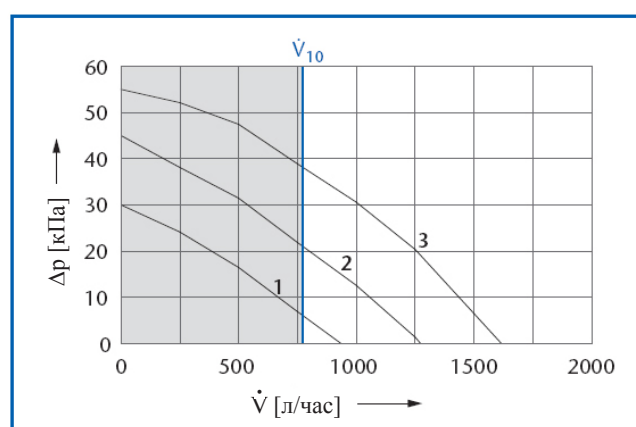


49/4 Отопительный насос WPS 7,5 K

WPS 9 K



49/5 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 9 K



49/6 Отопительный насос WPS 9 K

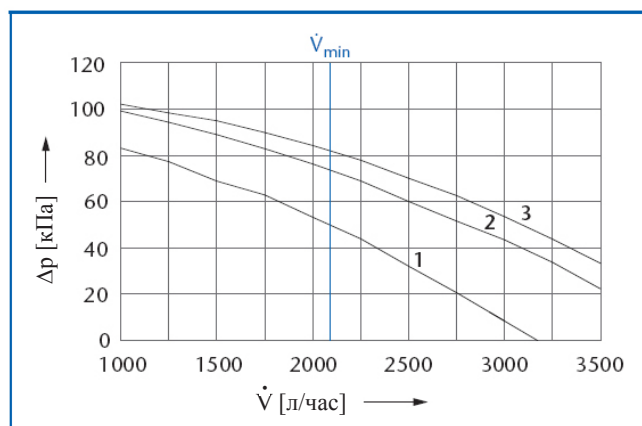
Пояснения к рисунку (→ 49/1 до 49/6)

- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объёмный поток
 $\dot{V}_{10}$ Объёмный поток в контуре отопления, при $\Delta T = 10$ K (рабочий диапазон выделен серым фоном)
 $\dot{V}_{min}$ Минимальный объёмный поток в рассольном контуре

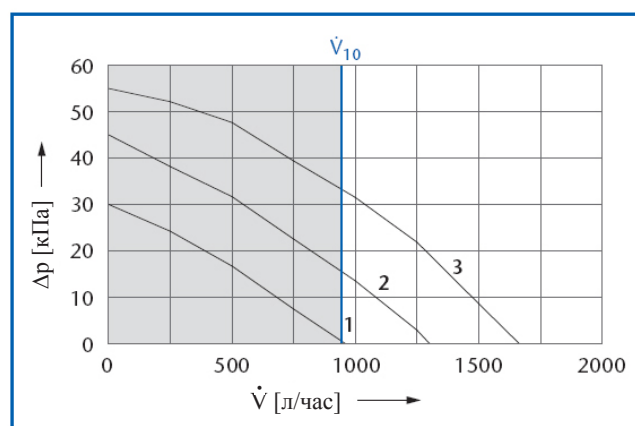
- 1 Характеристическая кривая насоса для Ступени 1
 2 Характеристическая кривая насоса для Ступени 2
 3 Характеристическая кривая насоса для Ступени 3 (заводская настройка)

→ При расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля (→ 35/2).

WPS 11 K



50/1 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 11 K



50/2 Отопительный насос WPS 11 K

Пояснения к рисунку (→ 50/1 до 50/2)

- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объёмный поток
 $\dot{V}_{10}$ Объёмный поток в контуре отопления, при $\Delta T = 10$ K (рабочий диапазон выделен серым фоном)
 $\dot{V}_{min}$ Минимальный объёмный поток в рассольном контуре

- 1 Характеристическая кривая насоса для Ступени 1
 2 Характеристическая кривая насоса для Ступени 2
 3 Характеристическая кривая насоса для Ступени 3 (заводская настройка)

→ При расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля (→ 35/2).

Тепловой насос Logatherm		WPS 6 K	WPS 7,5 K	WPS 9 K	WPS 11 K
Рассольный насос (насос хладоносителя)		Top S 25/7,5	Top S 25/7,5	Top S 25/7,5	Top S 30/10
Остаточная высота подачи	м	4,9	4,5	4,4	8,0
Монтажная длина	мм	180	180	180	180
Отопительный насос (насос контура отопления)		Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3
Остаточная высота подачи	м	3,6	3,6	3,4	3,2
Монтажная длина	мм	130	130	130	130

50/3 Остаточная высота подачи и монтажная длина теплонасосов Logatherm WPS 6 K, WPS 7,5 K, WPS 9 K и WPS 11 K

3.4 Тепловые насосы Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17

3.4.1 Обзор оснащения

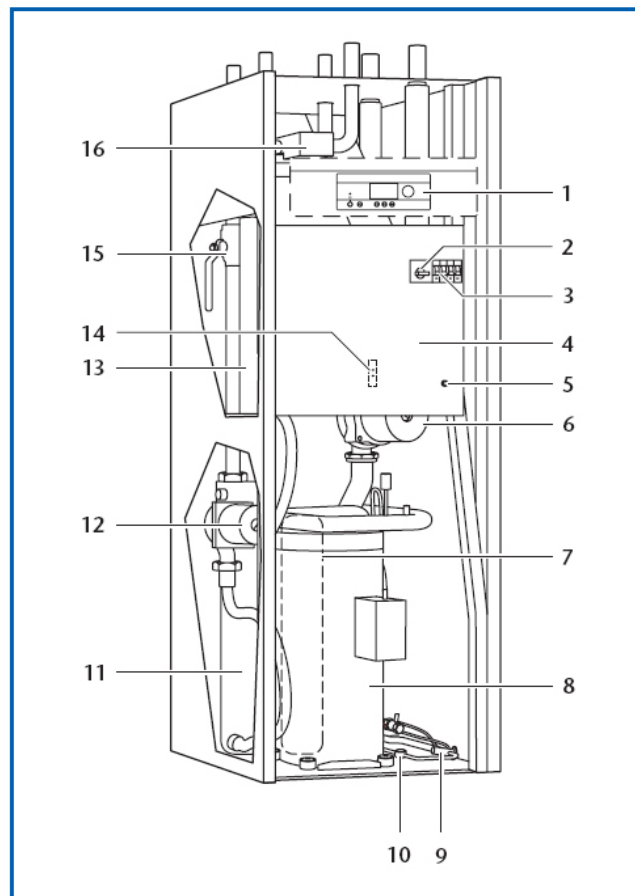
Для отопления и приготовления горячей расходной воды в одно- и двухквартирных домах применяются теплонасосы типовой серии Logatherm WPS 6/7,5/9/11/14/17. Они оснащаются интегрированным дополнительным электрическим подогревателем, а также трёхходовым переключающим клапаном с приводом от электродвигателя.

Комплект поставки

- Тепловой насос Logatherm WPS 6/7,5/9/11/14/17
- Датчик температуры в прямом трубопроводе FV
- Датчик температуры наружного воздуха FA
- Фильтр (R 3/4, внутренняя резьба) для отопительной системы
- Отделитель микропузырьков
- Клапан-развоздушиватель (воздухоотводчик)
- Устройство подпитки
- Опорные пятки
- Техническая документация

Преимущества

- Интегрированный рассольный насос
- Интегрированный насос контура отопления
- Интегрированный дополнительный электрический подогреватель
- Трёхходовой переключающий клапан
- Подготовлен к подключению внешнего бойлера, т.е. ёмкостного подогревателя
- Текстовое меню, дружелюбное для пользователя
- Работа практически без шума
- Изысканный дизайн
- Высокие коэффициенты мощности, т.е. коэффициенты преобразования
- Электронный ограничитель пускового тока (кроме WPS 6 K)

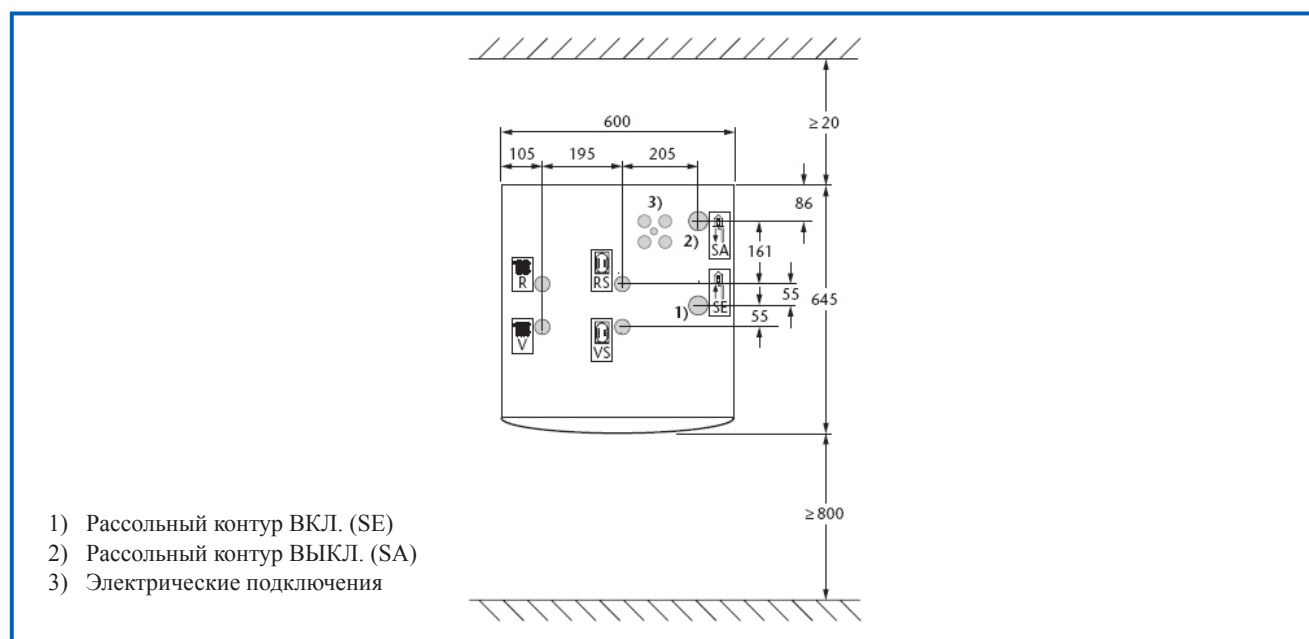


51/1 Некоторые компоненты и узлы теплонасосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17

Пояснения к рисунку

- 1 Прибор регулирования НМС10
- 2 Реле защиты электродвигателя с кнопкой «Reset» (= Отмена) для компрессора
- 3 Предохранительная автоматика
- 4 Распределительная коробка
- 5 Кнопка «Reset» (= Отмена) для защиты от перегрева дополнительного электрического подогревателя
- 6 Рассольный насос
- 7 Испаритель (скрыт)
- 8 Компрессор с изоляцией
- 9 Расширительный клапан
- 10 Смотровое окошко
- 11 Конденсатор
- 12 Насос контура теплоносителя
- 13 Дополнительный электрический подогреватель
- 14 Реле контроля последовательности фаз
- 15 Фильтр системы отопления
- 16 Трёхходовой переключающий клапан

3.4.2 Монтажные размеры и технические данные



52/1 Монтажные размеры теплонасосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17.
Сокращения → Стр. 117 (размеры указаны в мм)

Тепловой насос Logatherm		WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Эксплуатация в режиме «Рассол / Вода»							
«Греющая» мощность B0/W35 ¹⁾	кВт	5,6	7,2	9,2	10,6	14,2	16,4
«Греющая» мощность B0/W45 ¹⁾	кВт	5,2	6,7	8,6	10,0	13,8	15,8
Коэффициент мощности COP B0/W35 ¹⁾		4,2	4,2	4,5	4,5	4,3	4,1
Коэффициент мощности COP B0/W45 ¹⁾		3,2	3,3	3,5	3,5	3,4	3,3
Холодопроизводительность (B0/W35)	кВт	4,3	5,5	7,2	8,2	10,9	12,4
Рассол (Хладоноситель)							
Объёмный поток	м³/час	1,0	1,4	1,7	2,3	2,8	3,2
Допустимое внешнее падение давления	кПа	49	45	44	80	74	71
Макс. давление	бар	4					
Вместимость (внутренняя)	л	6					
Рабочая (эксплуатационная) температура	°С	от −5 до +20					
Подключение (медь)	мм	28	28	28	28	35	35
Компрессор							
Тип		Mitsubishi Scroll					
Масса хладагента R407c	кг	1,5	1,7	1,9	2,2	2,3	2,3
Макс. давление	бар	31					
Отопление							
Объёмный поток	м³/час	0,9	1,1	1,4	1,8	2,3	2,6
Миним. / макс. температура в прямом трубопроводе	°С	20/65					
Макс. допустимое рабочее давление	бар	3					
Объём греющей воды	л	7					
Подключение (медь)	мм	22	22	22	22	28	28

52/2 Технические данные теплонасосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11 K, WPS 14 и WPS 17

Тепловой насос Logatherm		WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Электрическое подключение							
Электрическое подключение		400 Вольт, 3 N ~ 50 Гц					
Предохранитель, инерционный; при нали- чии дополнительного ТЭНа 6 кВт / 9 кВт	А	16/20	16/20	16/25	20/25	20/25	25/32
Номинальная потребляемая мощность компрессора 0/35	кВт	1,33	1,64	1,99	2,22	3,15	3,73
Макс. ток с ограничителем пускового тока ²⁾	А	< 30					
Вид защиты	°C	IP X1					
Общетехнические данные							
Уровень звукового давления ³⁾	дБ(А)	35	38	40	36	39	35
Уровень акустической мощности	дБ(А)	47	50	52	48	51	47
Допустимая температура окружающей среды	°C	0 – 45					
Габаритные размеры (Ш x Г x В)	мм	600 x 645 x 1500					
Вес (без упаковки)	кг	150	154	157	164	181	197

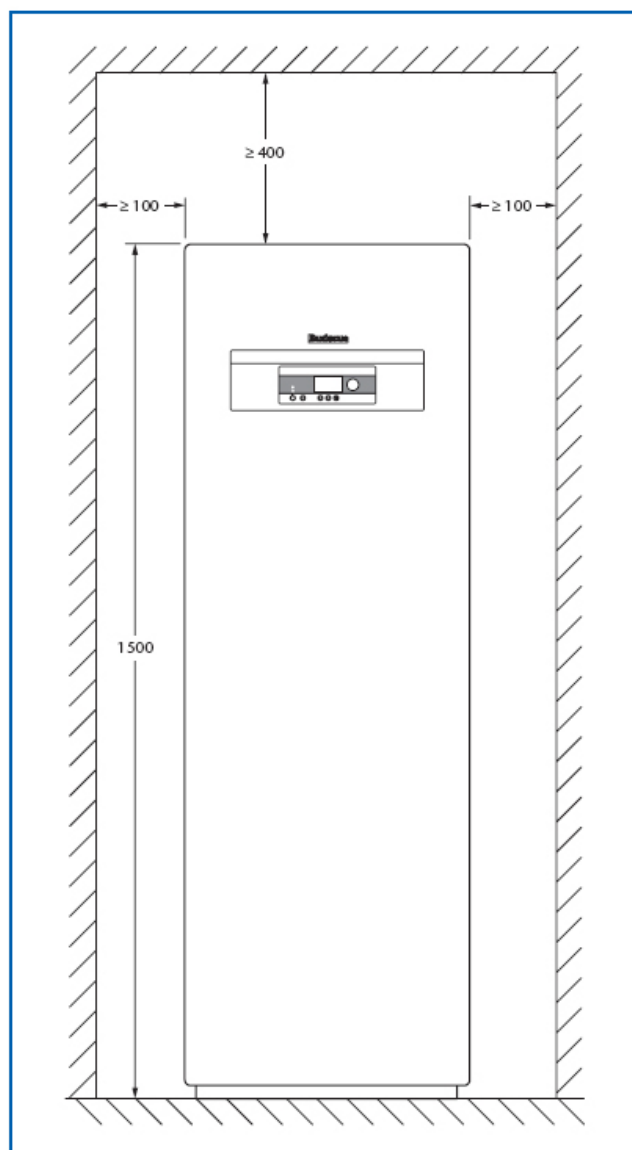
52/2 Технические данные теплонасосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17

- 1) С внутренним насосом, по DIN EN 14511
- 2) Без ограничителя пускового тока, для WPS 6
- 3) Отступ 1 м, по DIN EN ISO 11203

3.4.3 Помещение для установки теплового насоса

Так как теплонасос во время работы создаёт некоторый уровень шумности, его следует устанавливать только в тех помещениях, где его шум не будет восприниматься как мешающий. Например, неблагоприятной будет инсталляция вблизи спальни.

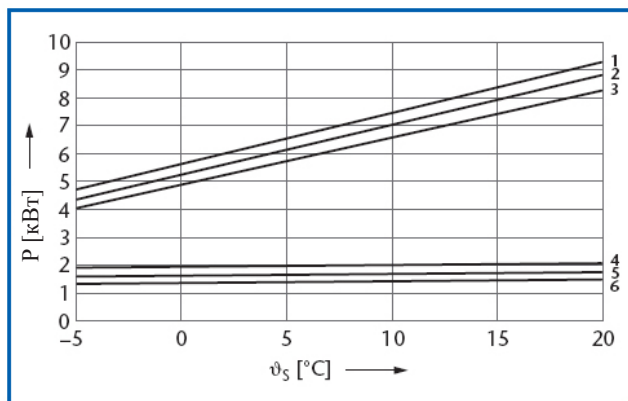
- Установочные размеры → 54/1
- Расстояние между стеной и тыльной стороной теплонасоса: не менее 20 мм
- Теплонасос следует устанавливать на специально подготовленном для него подиуме, но не непосредственно на бетонной стяжке пола.
- Окружающая температура в помещении: от 0 °C до 45 °C
- Горизонтальное нивелирование теплонасоса в помещении выполняется с помощью опорных пяток, прилагаемых к комплекту поставки



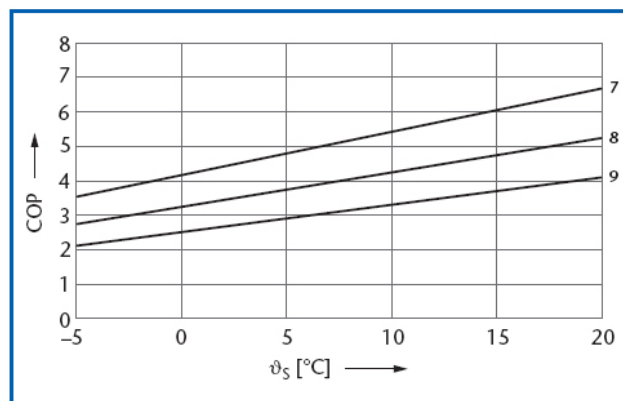
54/1 Установочные размеры тепловых насосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, WPS 14 и WPS 17 (размеры указаны в мм)

3.4.4 Диаграммы мощности

WPS 6

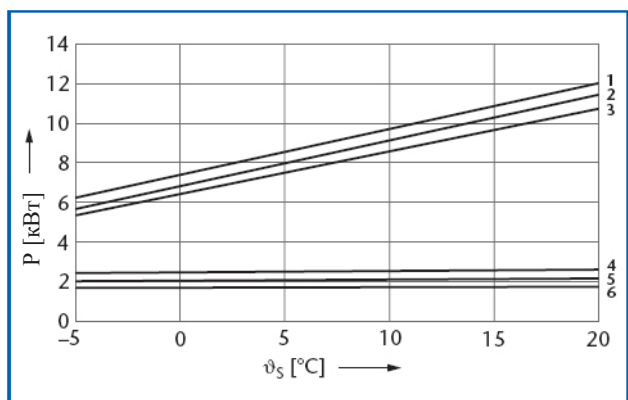


55/1 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 6

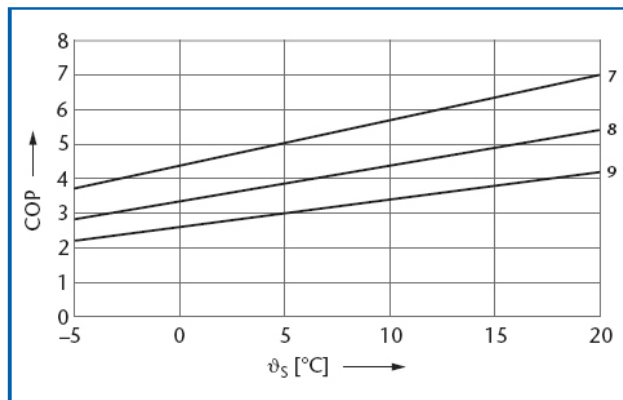


55/2 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 6

WPS 7,5

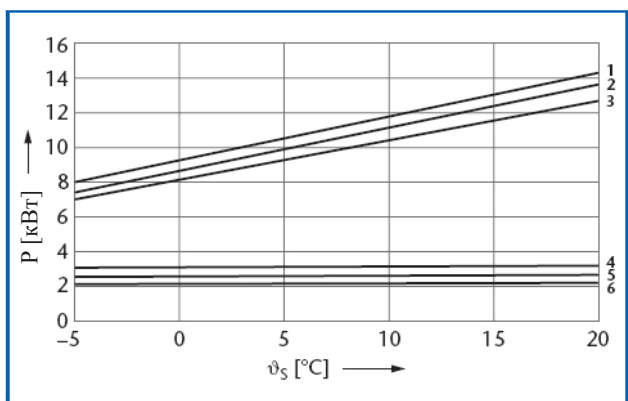


55/3 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 7,5

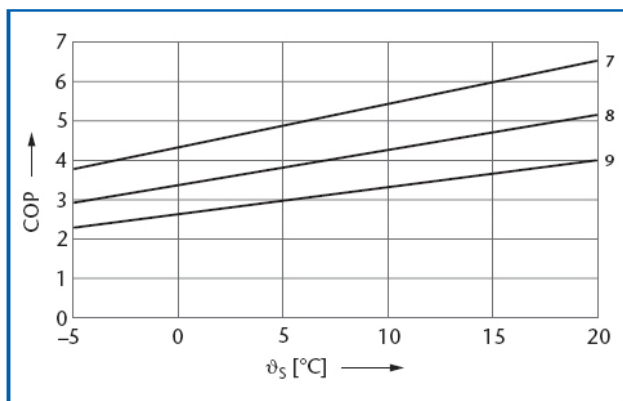


55/4 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 7,5

WPS 9



55/5 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 9



55/6 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 9

Пояснения к рисунку (→ 55/1 до 55/6)

COP Коэффициент мощности ϵ

P Мощность

 θ_s Температура на входе рассольного контура

1 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

2 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

3 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

4 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

5 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

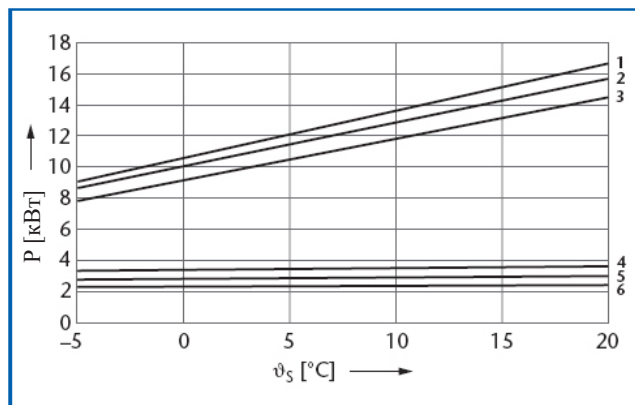
6 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

7 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

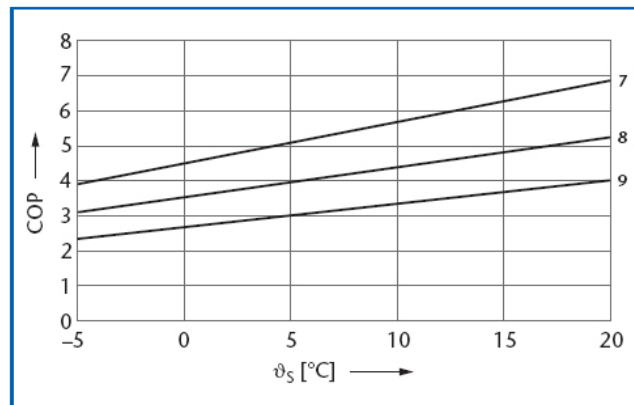
8 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

9 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

WPS 11

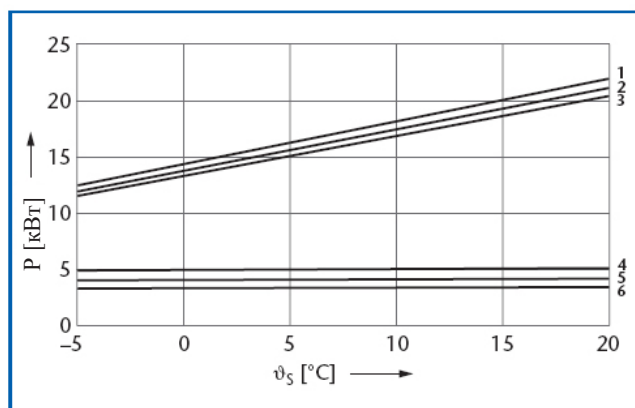


56/1 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 11

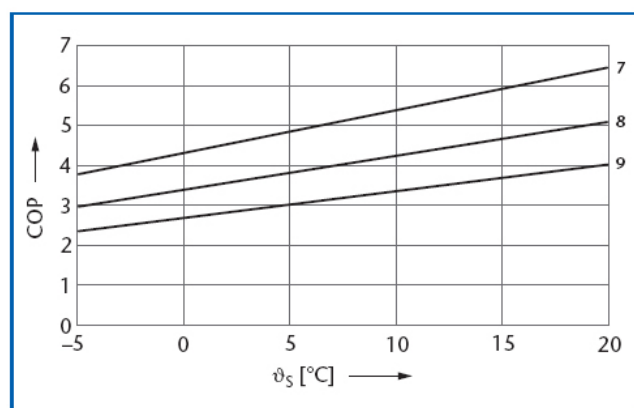


56/2 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 11

WPS 14

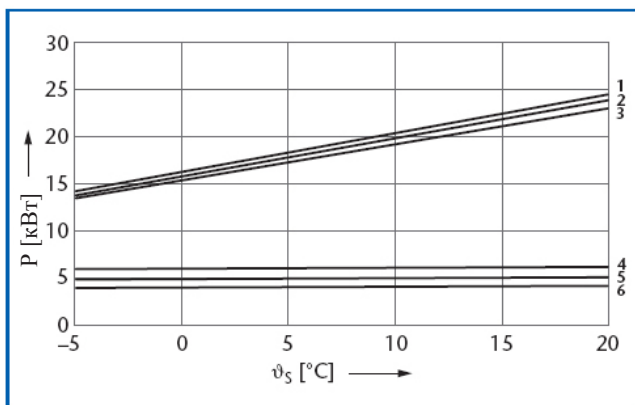


56/3 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 14

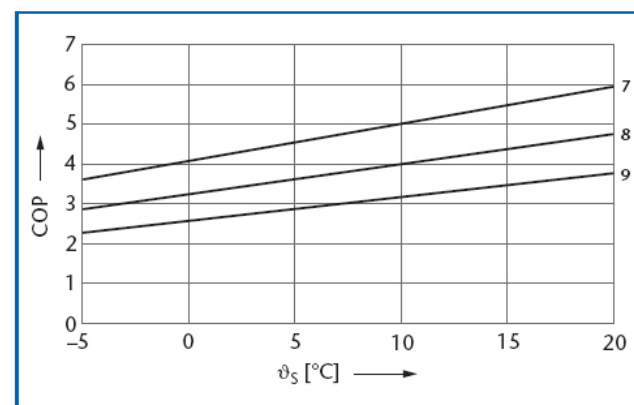


56/4 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 14

WPS 17



56/5 Диаграмма мощности теплонасоса WPS 17



56/6 Коэффициент мощности теплонасоса WPS 17

Пояснения к рисунку (→ 56/1 до 56/6)

COP Коэффициент мощности ε

P Мощность

θ_s Температура на входе рассольного контура

1 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

2 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

3 «Греющая» мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

4 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

5 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

6 Потребляемая мощность при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

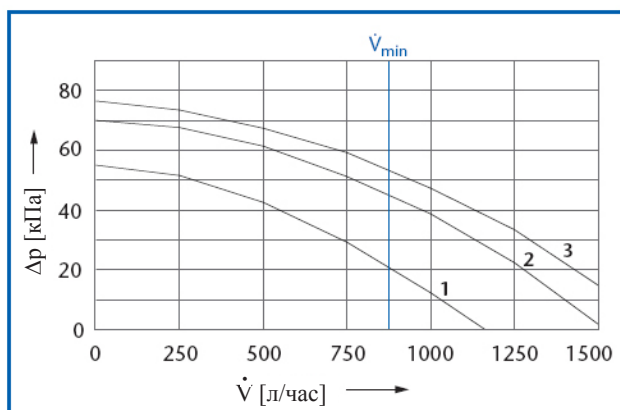
7 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 35 °C

8 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 45 °C

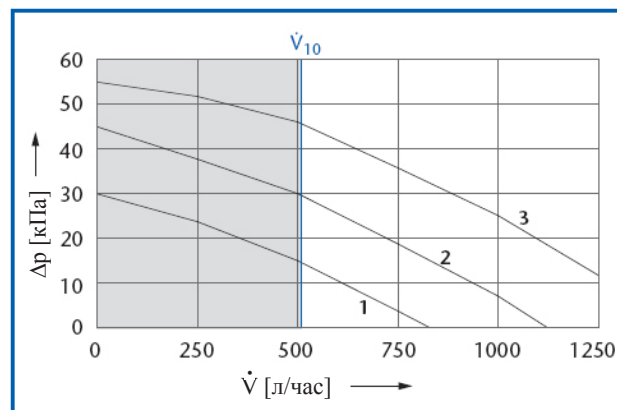
9 Коэффициент мощности при температуре в прямом трубопроводе 55 °C

3.4.5 Характеристические кривые

WPS 6

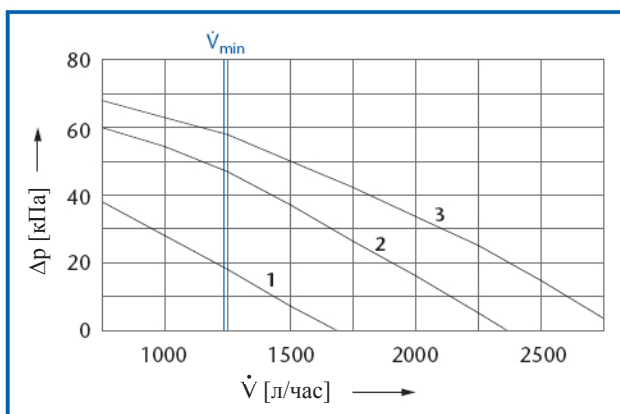


57/1 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 6

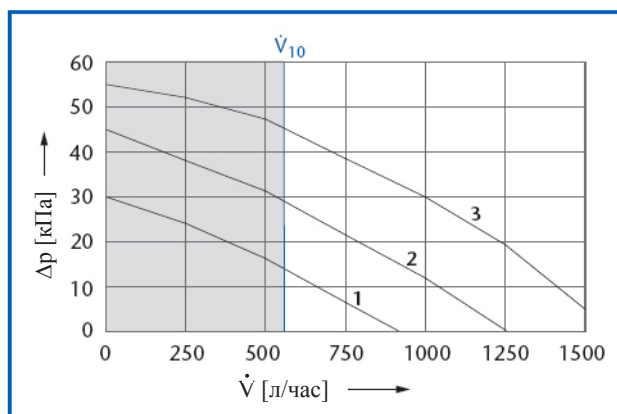


57/2 Отопительный насос WPS 6

WPS 7,5

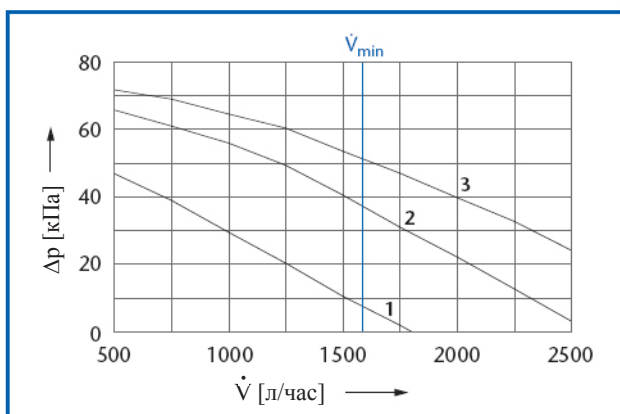


57/3 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 7,5 K

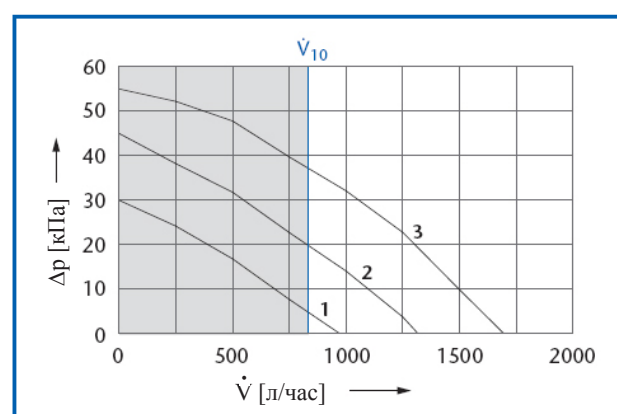


57/4 Отопительный насос WPS 6 K

WPS 9



57/5 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 9



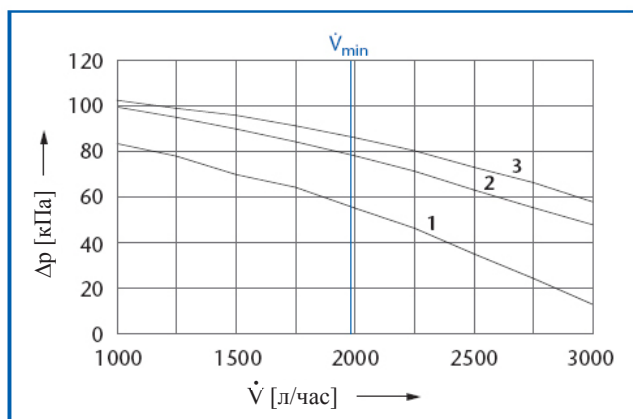
57/6 Отопительный насос WPS 9

Пояснения к рисунку (→ 57/1 до 57/6)

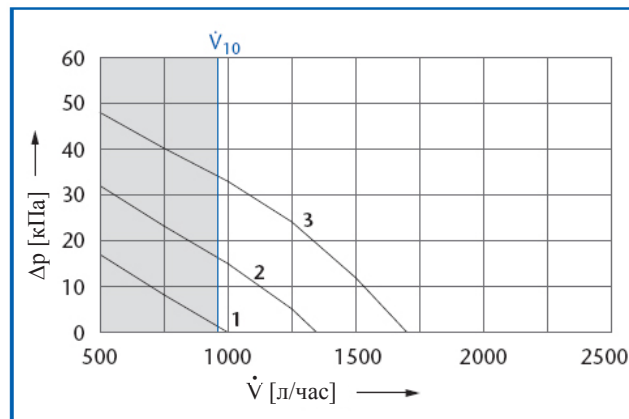
- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объёмный поток
 $\dot{V}_{10}$ Объёмный поток в контуре отопления, при $\Delta T = 10$ K (рабочий диапазон выделен серым фоном)
 $\dot{V}_{min}$ Минимальный объёмный поток в рассольном контуре

- 1 Характеристическая кривая насоса для Ступени 1
 - 2 Характеристическая кривая насоса для Ступени 2
 - 3 Характеристическая кривая насоса для Ступени 3 (заводская настройка)
- При расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля (→ 35/2).

WPS 11

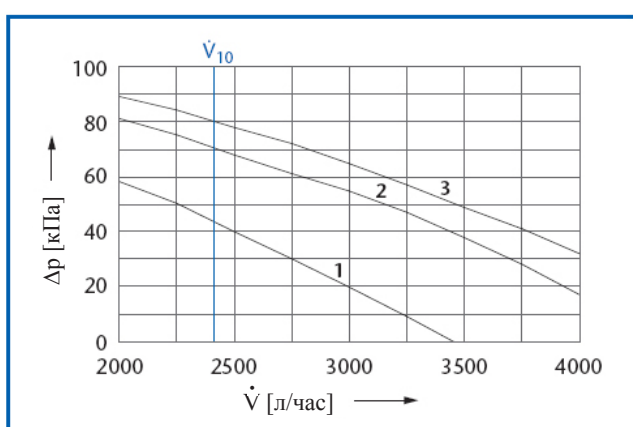


58/1 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 11

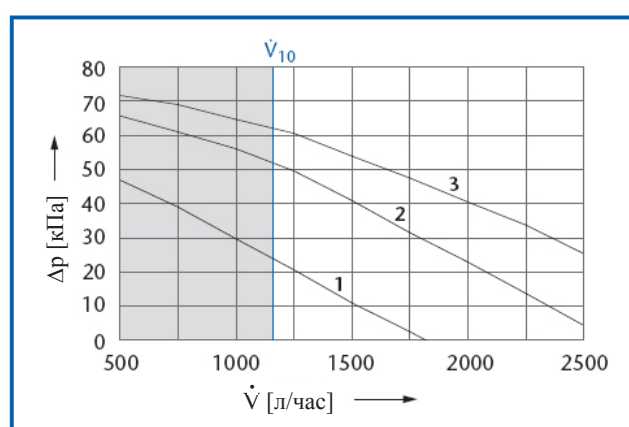


58/2 Отопительный насос WPS 11

WPS 14



58/3 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 14



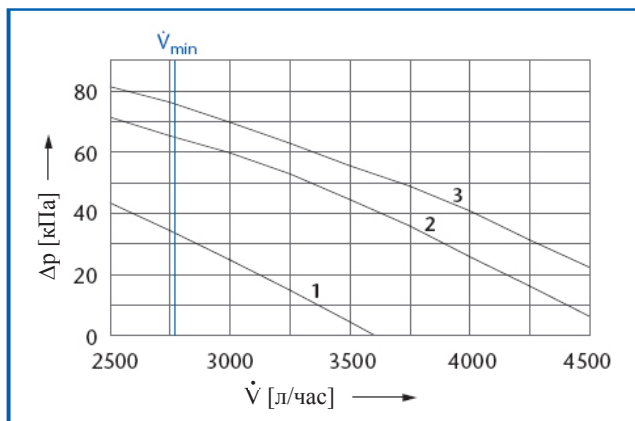
58/4 Отопительный насос WPS 14

Пояснения к рисунку (→ 58/1 до 58/4)

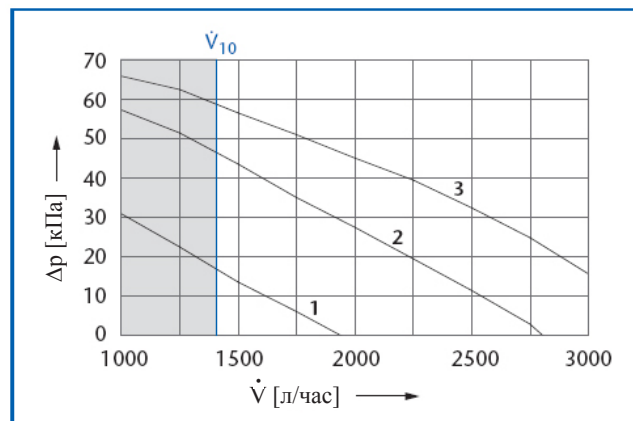
- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объёмный поток
 $\dot{V}_{10}$ Объёмный поток в контуре отопления, при $\Delta T = 10$ К (рабочий диапазон выделен серым фоном)
 $\dot{V}_{min}$ Минимальный объёмный поток в рассольном контуре

- 1 Характеристическая кривая насоса для Ступени 1
 - 2 Характеристическая кривая насоса для Ступени 2
 - 3 Характеристическая кривая насоса для Ступени 3 (заводская настройка)
- При расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля (→ 35/2).

WPS 17



59/1 Рассольный насос (насос хладоносителя) WPS 11



59/2 Отопительный насос WPS 11

Пояснения к рисунку (→ 59/1 и 59/2)

- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объёмный поток
 $\dot{V}_{10}$ Объёмный поток в контуре отопления, при $\Delta T = 10\text{ K}$
 (рабочий диапазон выделен серым фоном)
 $\dot{V}_{\min}$ Минимальный объёмный поток в рассольном контуре

- 1 Характеристическая кривая насоса для Ступени 1
 2 Характеристическая кривая насоса для Ступени 2
 3 Характеристическая кривая насоса для Ступени 3
 (заводская настройка)

→ При расчёте потери давления необходимо учитывать концентрацию моноэтиленгликоля (→ 35/2).

Тепловой насос Logatherm	WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Рассольный насос (насос хладоносителя)	Top S 25/7,5	Top S 25/7,5	Top S 25/7,5	Top S 30/10	Top S 30/10	Top S 30/10
Остаточная высота подачи м	4,9	4,5	4,4	8,0	7,4	7,1
Монтажная длина мм	180	180	180	180	180	180
Отопительный насос (насос контура отопления)	Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3	Wilо 65/6-3	Top S 25/7,5	Top S 25/7,5
Остаточная высота подачи м	3,6	3,6	3,4	3,2	5,4	5,1
Монтажная длина мм	130	130	130	130	180	180

59/3 Остаточная высота подачи и монтажная длина теплонасосов Logatherm WPS 6, WPS 7,5, WPS 9, WPS 11, KWPS 14 и WPS 17

3.5 Бойлеры SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW

3.5.1 Обзор оснащения

Индивидуальные ежедневные потребности пользователей в наличии горячей воды могут оптимально обеспечиваться при использовании теплонасоса Buderus в комбинации с высокопродуктивным бойлером.

Вы можете заказать и получить бойлеры типоразмеров 290, 370 или 450 литров.

Максимальная тепловая мощность теплонасоса для загрузки бойлера не должна превышать значений, указанных в Таблице 60/2. Превышение мощностных данных приводит к повышению тактовой частоты включений теплонасоса и, следовательно, к многократному увеличению времени загрузки.

Оснащённость

- Эмалированный стальной резервуар/
- Облицовочный кожух с покрытием из поливинилхлоридной плёнки, мягкопенной прокладкой и замком-молнией на тыльной стороне/
- Твёрдопенная изоляция из материалов без содержания фторо-хлоро-углеводородных и фторо-углеводородных соединений/
- Теплообменник в виде сдвоенного змеевика, рассчитан на температуру в прямом трубопроводе $\vartheta_v = 65^\circ\text{C}$.
- Термисторный датчик температуры бойлера (NTC), в погружной гильзе с кабелем для подключения к тепловому насосу Buderus.
- Магнийевый анод-протектор.
- Термометр.
- Съёмный фланец бойлера.

Преимущества

- Оптимальная совместимость с тепловыми насосами Buderus.
- Поставляется в трёх различных типоразмерах.
- Незначительные теплотери благодаря эффективной изоляции.

Описание функционирования

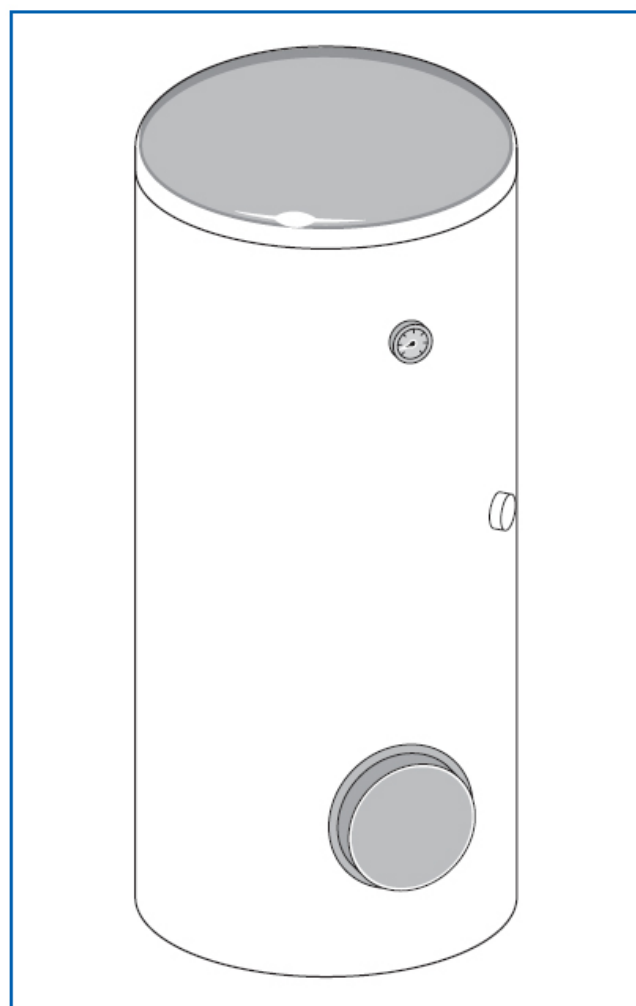
При разборе горячей расходной воды температура в верхней области бойлера падает примерно на 8°C до 10°C , прежде чем теплонасос снова нагреет бойлер.

Если через короткие промежутки времени каждый раз отбирается малое количество горячей воды, то может возникнуть превышение заданной температуры бойлера и образование слоя перегретой воды в верхней части резервуара. Такое поведение обусловлено особенностями системы и не является неисправностью, подлежащей устранению.

Вмонтированный термометр показывает температуру в верхней области бойлера. Настроенную температуру бойлера следует понимать только как среднее значение вследствие естественного температурного расслоения воды. Поэтому показания термометра и моменты переключений регулятора температуры бойлера не будут идентичными.

Защита от коррозии

Поверхности бойлера, соприкасающиеся с расходной водой, имеют защитное покрытие и поэтому являются нейтральными к обычной водопроводной воде и инсталляционным материалам. Однородное, химически связанное эмалевое покрытие выполнено по DIN 4753, Часть 3. Бойлеры соответствуют Группе В по DIN 1988, Часть 2, Раздел 6.1.4. Вмонтированный магнийевый анод-протектор обеспечивает дополнительную защиту.



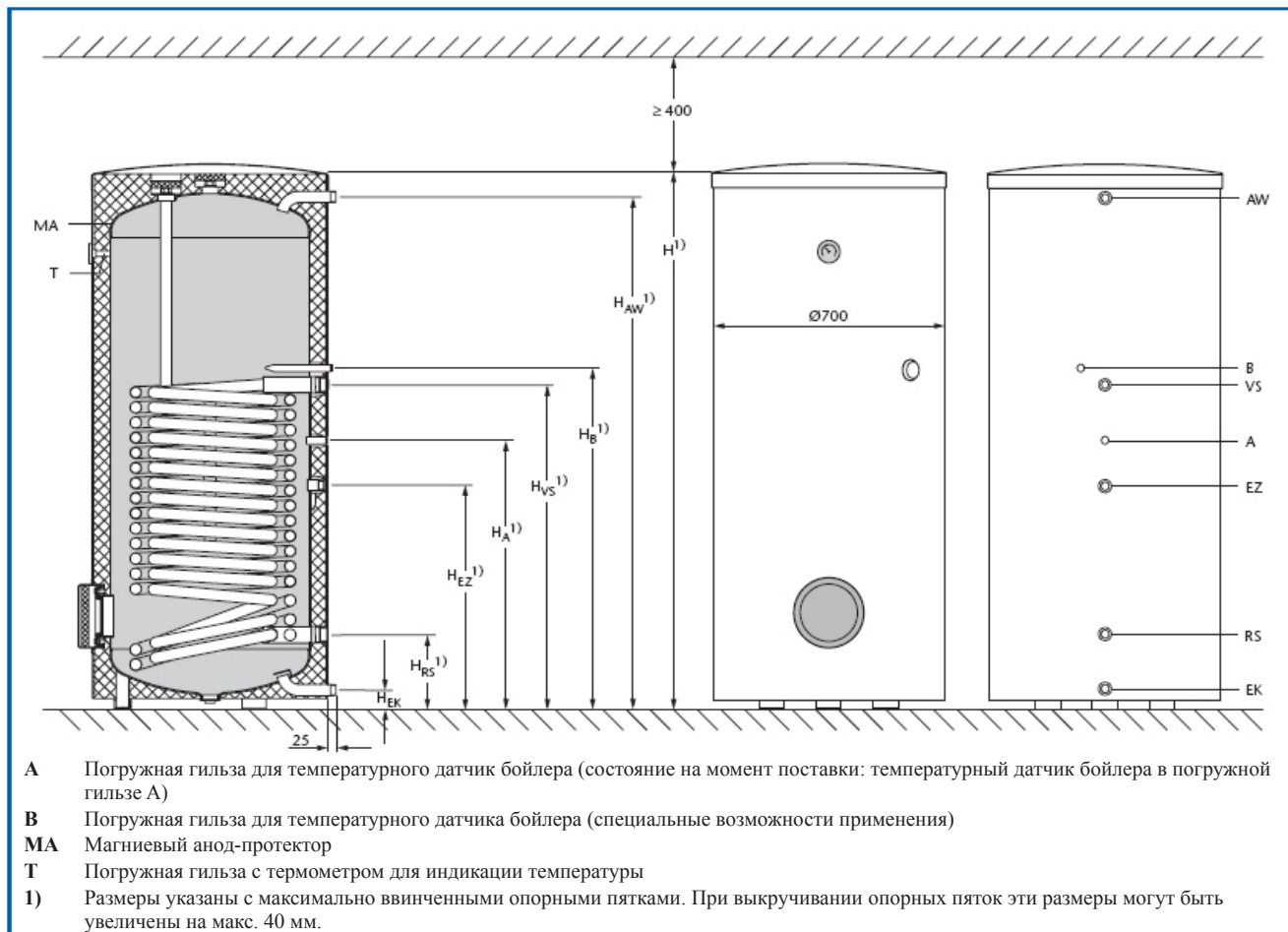
60/1 Бойлеры SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW

Бойлер	Макс. мощность теплонасоса для загрузки бойлера
SH 290 RW	11 ¹⁾
SH 370 RW	14
SH 450 RW	23

60/2 Тепловая мощность теплонасоса для загрузки бойлера

1) Температура в прямом трубопроводе $\vartheta_v = 65^\circ\text{C}$; Состояние на момент поставки: температурный датчик бойлера в погружной гильзе А

3.5.2 Монтажные размеры и технические данные



61/1 Монтажные размеры бойлеров SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW (размеры указаны в мм)

Бойлеры			SH 290 RW	SH 370 RW	SH 450 RW
Высота	H	мм	1294	1591	1591
Прямой трубопровод бойлера	H_{VS}	мм	784	964	1189
	VS	дюйм	Rp 1 1/4 (внутр.)	Rp 1 1/4 (внутр.)	Rp 1 1/4 (внутр.)
Обратный трубопровод бойлера	H_{RS}	мм	220	220	220
	RS	дюйм	Rp 1 1/4 (внутр.)	Rp 1 1/4 (внутр.)	Rp 1 1/4 (внутр.)
Вход холодной воды	H_{EK}	мм	165	165	165
	EK	дюйм	Rp 1 1/4 (наружн.)	Rp 1 1/4 (наружн.)	Rp 1 1/4 (наружн.)
Вход контура рециркуляции	H_{EZ}	мм	544	665	855
	EZ	дюйм	Rp 1 3/4 (внутр.)	Rp 1 3/4 (внутр.)	Rp 1 3/4 (внутр.)
Выход горячей расходной воды	H_{AW}	мм	1226	1523	1853
	AW	дюйм	R1 (наружн.)	R1 (наружн.)	R1 (наружн.)
Погружная гильза для температурного датчика бойлера	H_A	мм	644	791	945
	H_B	мм	829	1009	1234
Теплообменник (греющий змеевик)					
Количество витков			2 x 12	2 x 16	2 x 21
Объем греющей воды			л	22,0	29,0
Площадь поверхности нагрева			м ²	3,2	4,2
Макс. температура греющей воды			°C	110	
Макс. рабочее давление, змеевик			бар	10	
Макс. мощность нагревающей поверхности при $\vartheta_v = 55\text{ °C}$ и $\vartheta_{sp} = 45\text{ °C}$			кВт	11,0	14,0
					23,0

61/2 Монтажные размеры и технические данные бойлеров SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW. (продолжение на след. стр.)

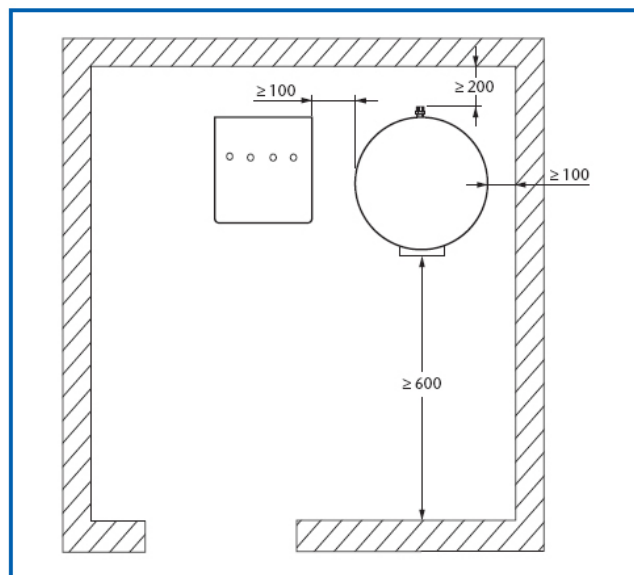
Бойлеры		SH 290 RW	SH 370 RW	SH 450 RW
Макс. длительная продуктивность при $\vartheta_v = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\vartheta_{sp} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (макс. мощность теплонасоса для загрузки бойлера)	л/час	216	320	514
Проектный расход оборотной воды	л/час	1000	1500	2000
Индекс мощности $N_L^{1)}$ при $\vartheta_v = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (макс. мощность теплонасоса для загрузки бойлера)		2,3	3,0	3,7
Минимальное время нагрева с $\vartheta_k = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $\vartheta_{sp} = 57\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $\vartheta_v = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$				
22 кВт мощность теплонасоса для загрузки бойлера	мин.	-	-	78
11 кВт мощность теплонасоса для загрузки бойлера	мин.	116	128	-
Вместимость бойлера				
Полезный объём	л	277	352	433
Полезный объём горячей воды ²⁾ при $\vartheta_{sp} = 57\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\vartheta_z = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$	л	296	360	454
и $\vartheta_z = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	л	375	470	578
Макс. рабочее давление воды	бар	10		
Миним. исполнение предохранительного клапана (дополнительная принадлежность)	мм	DN20		
Общетехнические данные				
Потребление энергии в состоянии готовности (24 час.) по DIN 4753, Часть 8 ²⁾	кВт-час/ сутки	2,1	2,6	3,0
Сухой вес (без упаковки)	кг	137	145	180

61/2 Монтажные размеры и технические данные бойлеров SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW

- 1) Индекс мощности N_L указывает на количество полностью обеспечиваемых квартир с условным числом пользователей в каждой по 3,5 чел., одной обычной ванной и двумя дополнительными точками водоразбора. Индекс N_L определяется по DIN 4708 при $\vartheta_{sp} = 57\text{ °C}$, температуре горячей воды на выходе $\vartheta_z = 45\text{ °C}$, температуре холодной воды на входе $\vartheta_k = 10\text{ °C}$ и при макс. мощности нагревающей поверхности. При уменьшении тепловой мощности для загрузки бойлера и меньшем расходе оборотной воды соответственно уменьшается индекс N_L .
- 2) Потери тепла при распределении за пределами бойлера не учтены.

3.5.3 Помещение для установки бойлера

Для замены анода-протектора необходимо обеспечить расстояние до потолка ≥ 400 мм. Следует применять многозвенный анод-протектор с металлическим соединением с бойлером.



63/1 Монтажные размеры бойлеров SH 290 RW, SH 370 RW и SH 450 RW (размеры указаны в мм)

3.5.4 Диаграммы мощности

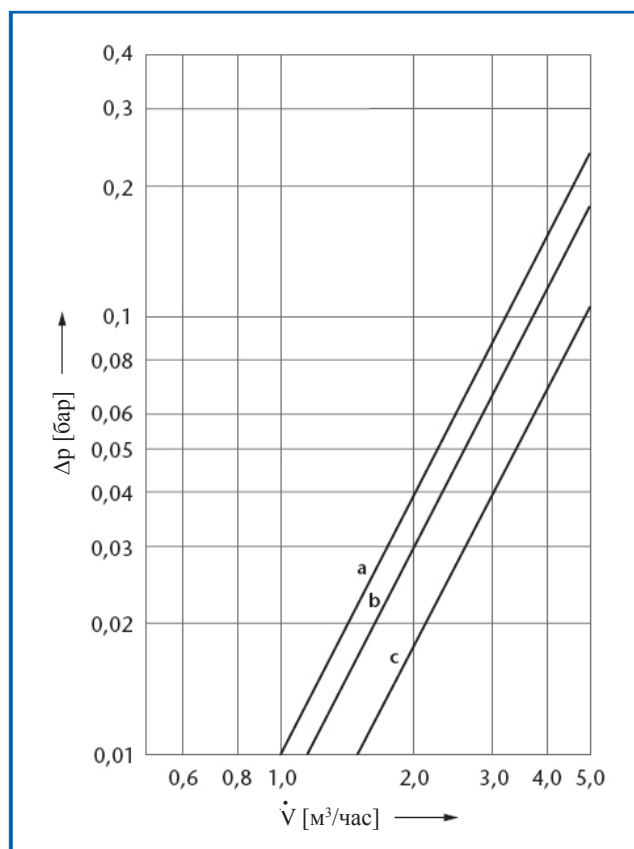
Длительная продуктивность для горячего водоснабжения

Указанные здесь данные по длительной, т.е. эксплуатационной продуктивности соотнесены с температурой в прямом трубопроводе теплонасоса 60°C , температурой горячей расходной воды на выходе 45°C и температурой холодной воды на входе 10°C при максимальной тепловой мощности теплонасоса для загрузки бойлера (тепловая мощность теплонасоса для загрузки бойлера не менее мощности поверхностей нагрева бойлера).

Если указанные данные по расходу оборотной воды или по тепловой мощности теплонасоса для загрузки бойлера, или температура в прямом трубопроводе уменьшаются, то уменьшается также длительная продуктивность и индекс мощности N_L .

Пояснения к рисунку:

- Δp Потеря давления
- $\dot{V}$ Объёмный поток
- a Характеристическая кривая для SH 450 RW
- b Характеристическая кривая для SH 370 RW
- c Характеристическая кривая для SH 290 RW



63/2 Потеря давления в греющем змеевике

3.6 Проектирование бойлера для многоквартирного дома

Для приготовления горячей расходной воды обычно принимается в расчёт «греющая» мощность 0,2 кВт на одного человека. Эта цифра основана на том предположении, что каждый пользователь расходует в день максимум от 80 л до 100 л горячей воды при температуре 45 °С.

Поэтому важно учитывать ожидаемое максимальное количество пользователей. Кроме того, следует принять

во внимание индивидуальные особенности потребления горячей воды (например, при наличии джакузи).

Если горячую воду в контрольной, т.е. базовой температурной точке (например, в середине зимы) не надо готовить с помощью теплонасоса, то потребность в энергии для ГВС не прибавляется к тепловой нагрузке отопления.

Контуры рециркуляции

В трубопровод горячей расходной воды – как можно ближе к точкам водоразбора – устанавливается ответвитель, возвращающий горячую воду в бойлер. Через этот контур циркулирует горячая расходная вода. Открывая кран горячей воды, пользователь сразу же получает её в распоряжение. В больших зданиях (многоквартирных домах, отелях и т.п.) установка контуров рециркуляции интересна также с точки зрения экономии воды. Для отдалённых точек водоразбора без контура рециркуляции не только увеличивается время ожидания горячей воды, но и большое её количество вытекает без пользы.

Таймерное управление

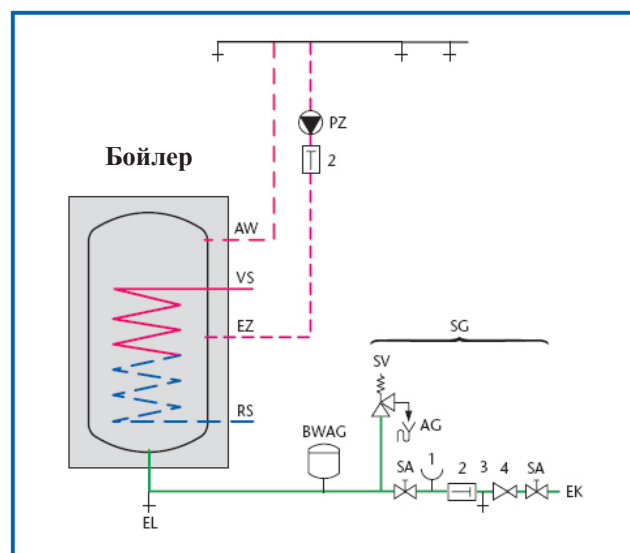
Согласно «Положению об энергосберегающих приборах в жилых зданиях» (EnEV) необходимо оснащать рециркуляционные контуры автоматическими устройствами для выключения насоса контура рециркуляции и изолировать в соответствии с признанными техническими правилами, чтобы предотвратить потери тепла. Перепад температур между выходом горячей расходной воды и входом контура рециркуляции должен быть не более 5 К (→ 64/1). Контуры рециркуляции проектируются по DIN 1988-3 или по Рабочему бюллетеню W 553 Немецкой ассоциации специалистов газо- и водоснабжения (DVGW). Для больших отопительных установок система рециркуляции предписывается согласно Рабочему бюллетеню W 551 DVGW.

→ В случае гелиотермического нагрева бойлеров от в небольших отопительных установках время работы насоса контура рециркуляции необходимо ограничить до минимума согласно Рабочему бюллетеню W 551 DVGW.

Термическая дезинфекция

С помощью контура рециркуляции можно нагреть большую часть сети горячего водоснабжения до высокой температуры и таким способом выполнить так называемую термическую дезинфекцию, чтобы уничтожить вредные бактерии (например, легионеллы). Для проведения термической дезинфекции рекомендуется устанавливать краны разбора горячей воды с термостатическим управлением.

→ Насос контура рециркуляции и подключенные пластиковые шланги должны быть пригодны для работы с температурами выше 60 °С.



64/1 Схема контура рециркуляции

Пояснения к рисунку:

- AG Сливная воронка с сифонным затвором
- AW Выход горячей расходной воды
- BWAG Расширительный бак потребляемой водопроводной воды (рекомендация)
- EK Вход холодной воды
- EL Слив
- EZ Вход контура рециркуляции
- PZ Насос контура рециркуляции (по месту монтажа, от заказчика)
- RS Обратный трубопровод бойлера
- SA Запорный клапан (по месту монтажа, от заказчика)
- SG Группа предохранительных устройств и приборов по DIN 1988
- SV Предохранительный клапан
- VS Прямой трубопровод бойлера
- 1 Штуцер манометра
- 2 Гравитационный обратный клапан
- 3 Контрольный клапан
- 4 Редукционный клапан (если требуется; дополнительное оснащение)

3.7 Проектирование бойлера для многоквартирного дома

3.7.1 Коэффициент потребления горячей расходной воды для жилого здания

Так называемый коэффициент потребления N показывает, сколько условных «квартирных единиц» есть в жилом здании. Он рассчитывается в русле требований DIN 4708-2. Одним из важнейших вспомогательных средств при выполнении расчётов является «Бланк-формуляр для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112). Исходя из коэффициента потребления, по таблицам мощностных характеристик определяется требуемый типоразмер бойлера и соответствующая длительная, т.е. эксплуатационная продуктивность.

муляр для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112). Исходя из коэффициента потребления, по таблицам мощностных характеристик определяется требуемый типоразмер бойлера и соответствующая длительная, т.е. эксплуатационная продуктивность.

3.7.2 Ориентировочные значения для расчёта потребности в горячей расходной воде для жилого здания

Количество помещений и количество пользователей

Количество помещений r в каждой квартире соответствует числу гостиных, спален и залов в квартире. Вспомогательные помещения – кухни (жилые кухни сюда не относятся), холлы, прихожие, ванные комнаты и кладовки в расчётах не учитываются.

Количество пользователей p показывает, сколько человек фактически проживает в квартире и, следовательно, имеет потребность в горячей расходной воде. Если сведения о фактическом количестве пользователей в квартире отсутствуют, то применяются усреднённые данные по Таблице 65/1.

Количество помещений r	Количество пользователей p
1	2,0 ¹⁾
1½ ²⁾	2,0
2	2,0
2½	2,3
3	2,7
3½	3,1
4	3,5
4½	3,9
5	4,3
5½	4,6
6	5,0
6½	5,4
7	5,6

65/1 Количество пользователей в квартире как ориентировочное значение при заполнении «Бланка-формуляра для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112)

- 1) Количество пользователей $p = 2,5$, если в доме преобладают 1- и/или 2-х-комнатные квартиры.
- 2) Жилой холл или зимний сад учитываются, как ½ помещения.

Учёт уже имеющихся точек разбора горячей воды

По DIN 4708 при проектировании бойлера в расчёт принимается только самый большой потребитель.

Если есть только одна душевая кабина, то всё же берётся значение, как для ванной. Такие потребители, как умывальники, биде и кухонные мойки, как правило, в расчётах не учитываются.

При комплектации квартир санитарной техникой следует принципиально различать типовую оснащённость (→ 66/2) и комфортную оснащённость (→ 66/3).

→ Для точек горячего водоразбора в ванной комнате и для других потребителей, у которых отбор горячей воды отличается от значений, указанных в Таблице 67/1, потребность точек горячего водоразбора wV следует рассчитывать отдельно и вносить в «Бланк-формуляр для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112).

За основу принята такая формула:

$$\dot{Q}_{ГВС} = m_{ГВ} \times (\vartheta_{ГВ} - \vartheta_{ХВ}) \times c$$

65/2 Формула для расчёта теплопродуктивности по горячей воде

Расчётные величины:

- c Удельная теплоёмкость воды, [кВт-час/(л • К)]
 $m_{ГВ}$ Доля отбора горячей воды, [л/час]
 $\dot{Q}_{ГВС}$ Теплопродуктивность по горячей воде, [кВт-час]
 $\vartheta_{ХВ}$ Температура холодной воды, [°C]
 $\vartheta_{ГВ}$ Температура горячей расходной воды на выходе (температура смешанной воды), [°C]

Тепловая потребность точек водоразбора w_v рассчитывается по формуле:

$$w_v = V_E \times \Delta\vartheta \times c$$

66/1 Формула для расчёта тепловой потребности точки водоразбора

Расчётные величины:

c Удельная теплоёмкость воды, [кВт·час/(л · К)]

V_E Отбираемое количество горячей воды при каждом пользовании, [л]

w_v Тепловая потребность точки горячего водоразбора, [Вт·час]

$\Delta\vartheta$ Перепад температур, [К]

За перепад температур $\Delta\vartheta$ принимается 35 К.

Точки разбора горячей воды в квартирах типовой оснащённости

Помещение	Имеющееся оснащение	При расчёте тепловой потребности необходимо применить
Ванная комната	Ванна, DIN 4475-E (1600 x 700 мм), 140 л, или: Душевая кабина со смесителем и обычным душем	Ванна, DIN 4475-E (1600 x 700 мм), 140 л Ванна, DIN 4475-E (1600 x 700 мм), 140 л
	1 умывальник	(в расчёт не принимается)
	1 мойка кухонная	(в расчёт не принимается)

66/2 Учёт устройств потребления горячей расходной воды в квартирах типовой оснащённости для определения количества точек водоразбора z (→ Стр. 112) и тепловой потребности точки горячего водоразбора w_v (→ 67/1)

Точки разбора горячей воды в квартирах комфортной оснащённости

Помещение	Имеющееся оснащение	При расчёте тепловой потребности необходимо применить
Ванная комната	Ванна ²⁾	Имеющееся оснащение, по Таблице 67/1, № 2 – 4
	Душевая кабина	Имеющееся оснащение, в том числе вероятные дополнительные устройства по Таблице 67/1, № 5–7, если согласно общей компоновке можно использовать одновременно ³⁾
	Умывальник	(в расчёт не принимается)
	Биде ⁴⁾	(в расчёт не принимается)
Кухня	Мойка кухонная	(в расчёт не принимается)
Гостевая комната	Ванна	Имеющееся оснащение для каждой гостевой комнаты, по Таблице 67/1, № 1 – 4, 50 % тепловой потребности точки водоразбора w_v
	или душевая кабина	Имеющееся оснащение, в том числе вероятные дополнительные устройства по Таблице 67/1, № 5–7, 100 % тепловой потребности точки водоразбора w_v
	Умывальник	100 % величины тепловой потребности точки водоразбора по Таблице 67/1 ⁵⁾
	Биде	100 % величины тепловой потребности точки водоразбора по Таблице 67/1

66/3 Учёт устройств потребления горячей расходной воды в квартирах комфортной оснащённости для определения количества точек водоразбора z (→ Стр. 112) и тепловой потребности точки горячего водоразбора w_v (→ 67/1)

- 1) О комфортной оснащённости говорят в том случае, когда при сопоставлении с указанными для типовой оснащённости (→ 66/2) в каждой квартире есть в наличии другие водоразборные устройства или несколько водоразборных устройств.
- 2) Типоразмер с отклонением от типовой оснащённости (→ 66/2).
- 3) Если ванна отсутствует, то вместо душевой кабины – так же, как при типовой оснащённости – принимается в расчёт ванна по Таблице «Тепловая потребность точек водоразбора w_v » (→ 67/1). Если в таком случае в наличии есть несколько разных душевых кабин, то для душевой кабины с самым высоким значением тепловой потребности точки водоразбора принимается в расчёт ванна.
- 4) Биде следует учитывать, если в наличии есть более двух так называемых «мелких потребителей».
- 5) Если в комнате для гостей не предусмотрена ванна или душевая кабина.

Тепловая потребность точек водоразбора W_V

№ п/п	Устройство потребления горячей воды	Условн. сокращение	Отбираемое количество горячей воды при каждом использовании ¹⁾ , [л]	Тепловая потребность точки водоразбора W_V при каждом отборе воды, [Вт·час]
1	Ванна, DIN 4475-E (1600 x 700 мм)	NB 1	140	5820
2	Ванна, DIN 4475-E (1700 x 50 мм)	NB 2	160	6510
3	Компактная ванна и сидячая ванна	KB	120	4890
4	Большая ванна (1800 x 750 мм)	GB	200	8720
5	Душевая кабина со смесителем и экономным душем	BRS	40 ²⁾	1630
6	Душевая кабина со смесителем и обычным душем	BRN	90	3660
7	Душевая кабина со смесителем и душем класса «Люкс»	BRL	180	7320
8	Умывальник	WT	17	700
9	Биде	BD	20	810
10	Раковина для мытья рук	HT	9	350
11	Мойка кухонная	SP	30	1160

67/1 Расход тепла различными устройствами потребления горячей воды в квартирах. Ориентировочные значения для заполнения «Бланка-формуляра для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112)

3.7.3 Определение потребности в горячей расходной воде по DIN 4708-2

Для проектирования с коэффициентом потребления горячей расходной воды N необходимо определить расчётные величины и внести их в «Бланк-формуляр для определения потребности в горячей расходной воде» (→ Стр. 112).

3.8 Коллектор отработавшего воздуха помещений (АК)

3.8.1 Обзор оснащения

→ Общую информацию по теме «Вентиляция» Вы найдёте на Стр. 98 и далее.

Коллектор отработавшего воздуха помещений (АК) обеспечивает постоянный «автоматический» воздухообмен в квартире. Благодаря коллектору в течение всего года в квартире сохраняется бодрый и здоровый микроклимат, предотвращается появление сырости и плесени. Коллектор отработавшего воздуха помещений является оптимальным дополнением программы геотермического оборудования.

Оснащённость

- 3-ступенчатый дутьевой вентилятор
- Алюминиевый теплообменник
- Фильтр для очистки воздуха
- Интегрированный циркуляционный насос
- Устройство дистанционного регулирования

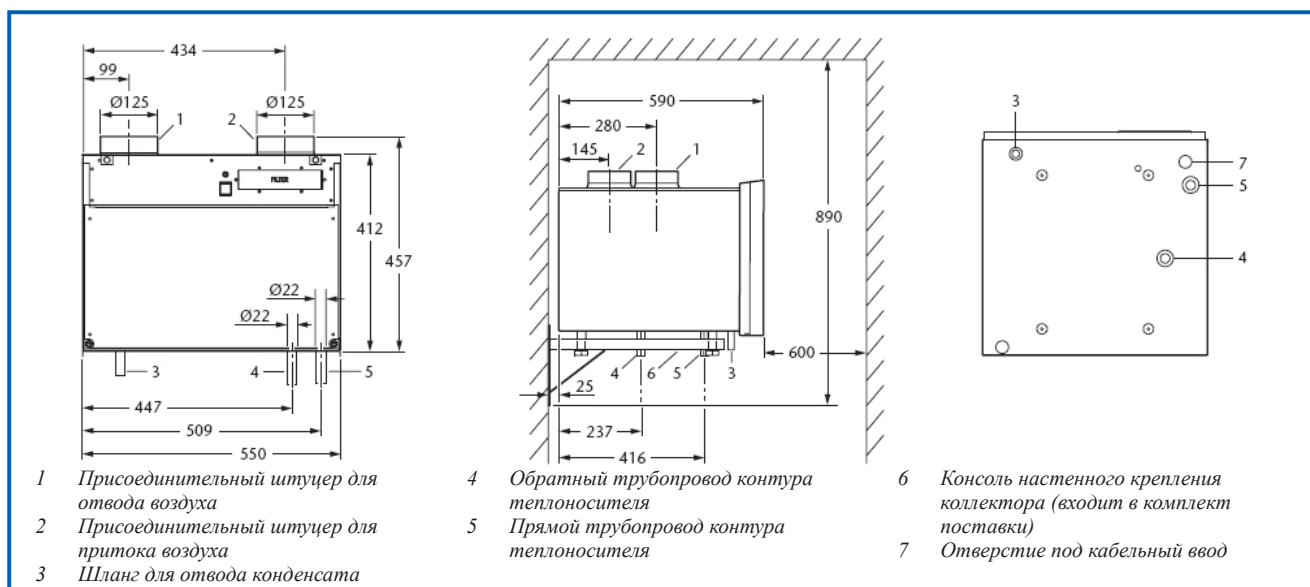
Преимущества

- Свежий воздух в помещении, здоровый микроклимат в квартире
- Использование энергии отработавшего воздуха, возрастание эффективности теплонасоса
- Работа практически без шума
- Компактный дизайн
- В состав дистанционного регулятора входят:
 - таймер
 - схема «Лето»
 - индикатор необходимости обслуживания фильтра



68/1 Коллектор отработавшего воздуха помещений (АК)

3.8.2 Монтажные размеры и технические данные



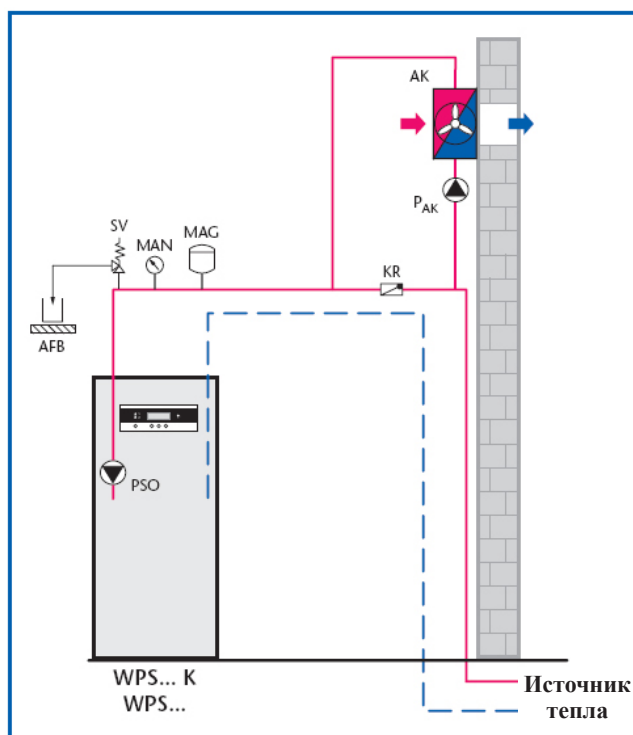
69/1 Монтажные размеры коллектора отработавшего воздуха помещений (AK) (размеры указаны в мм)

Коллектор отработавшего воздуха помещений		AK
Мощность отбора тепла (при температуре входящего воздуха 20 °C)		
При номинальных значениях	кВт	ок. 1,2
Объёмный поток отработавшего воздуха помещений		
- Ступень 1	м ³ /час	130
- Ступень 2 (номинальный режим)	м ³ /час	200
- Ступень 3	м ³ /час	280
Допустимые потери давления		
- со стороны рассола	кПа	22
- со стороны отработавшего воздуха помещений	Па	250
Рассол		
Объёмный поток		
- минимальный объёмный поток	л/час	540
- объёмный поток	л/час	792
- максимальный объёмный поток	л/час	1080
Минимальная допустимая температура	°C	-5
Максимальное допустимое давление	бар	4
Подключения		
Со стороны рассола	мм	Ø 22
Отработавший воздух помещений / Приточный воздух	мм	Ø 125
Конденсатоотвод (длина l = 1,5 м)	мм	16
Электрическое подключение		
Потребляемая мощность, насос		
- Ступень 1	Вт	46
- Ступень 2 (номинальный режим)	Вт	64
- Ступень 3	Вт	86
Потребляемая мощность, вентилятор		
- Ступень 1	Вт	62
- Ступень 2 (номинальный режим)	Вт	75
- Ступень 3	Вт	115
Вид защиты		IPX1
Другие данные		
Габаритные размеры (В × Ш × Г)	мм	457 × 550 × 590
Вес	кг	35

69/2 Технические данные коллектора отработавшего воздуха помещений (AK) (размеры указаны в мм)

3.8.3 Пример отопительной установки

Если температуры рассола могут составлять $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, то по месту монтажа у заказчика необходимо установить регулятор температуры защиты от замерзания, который будет блокировать режим охлаждения.



70/1 Пример установки с коллектором отработавшего воздуха помещений АК (сокращения → Стр. 117)

3.8.4 Параметры

Внешняя потеря давления (остаточная высота подачи) рассольного насоса P_{AK}

Потеря давления рассольным насосом P_{AK} в зависимости от расходного потока соотносится с рабочей средой «Вода» при средней температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

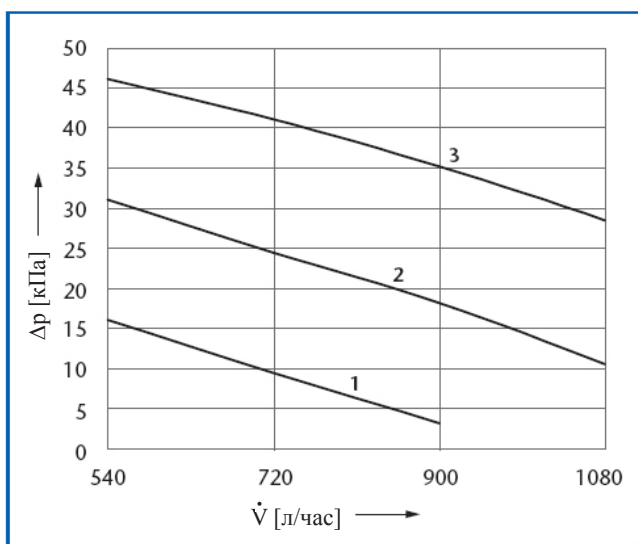
Потеря давления в рассольном контуре зависит от температуры и соотношения компонентов смеси «моноэтиленгликоль / вода». Чем меньше температура и чем больше доля моноэтиленгликоля в рассоле, тем выше потеря давления (→ 71/2).

Пример

Если рассольный насос P_{AK} качает при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ рассол с концентрацией моноэтиленгликоля 25 %, тогда потеря давления для такого насоса будет выше на коэффициент 1,425 в сопоставлении с насосом, качающим обычную воду.

При расходном потоке 722 л рассола в час с концентрацией моноэтиленгликоля 25 % потеря давления составит:

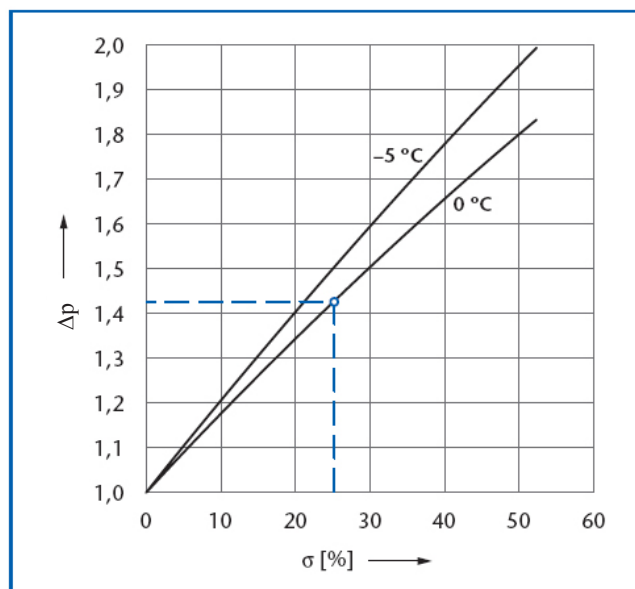
$$\Delta p = 22\text{ кПа} \times 1,425 = 31,35\text{ кПа}$$



71/1 Внешняя потеря давления (остаточная высота подачи) рассольного насоса $P_{ак}$

Пояснения к рисунку (→ 71/1)

- Δp Потеря давления (остаточная высота подачи)
 $\dot{V}$ Объемный поток
 1 Характеристическая кривая насоса, для Ступени 1
 2 Характеристическая кривая насоса, для Ступени 2 (номинальный режим)
 3 Характеристическая кривая насоса, для Ступени 3



71/2 Относительная потеря давления смеси «моноэтиленгликоль / вода» в сравнении с водой в зависимости от концентрации раствора

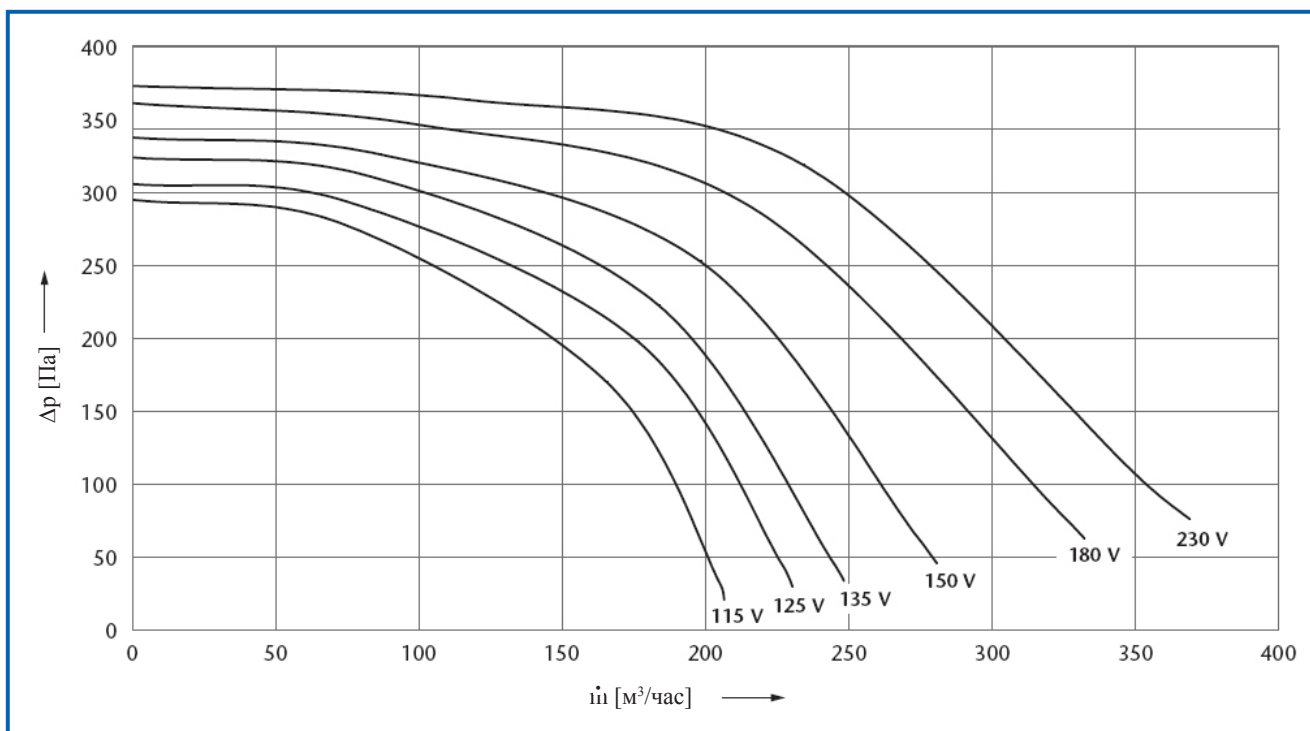
Пояснения к рисунку (→ 71/2):

- Δp Коэффициент потери давления
 σ Объемная концентрация

Внешняя производительность по воздуху и ступени работы вентилятора отработавшего воздуха

По числу оборотов вентилятор коллектора отработавшего воздуха помещений может работать на одной из шести ступеней.

Напряжения 115 Вольт, 150 Вольт и 230 Вольт настраиваются заводом-изготовителем.



71/3 Внешняя производительность по воздуху для вентилятора отработавшего воздуха

Пояснения к рисунку (→ 71/3):

- Δp Внешнее повышение давления
 $\dot{m}_L$ Воздушный поток

3.9 Станция пассивного охлаждения (PKSt)

3.9.1 Обзор оснащения

→ Общую информацию по теме «Охлаждение» Вы найдёте на Стр. 103 и далее.

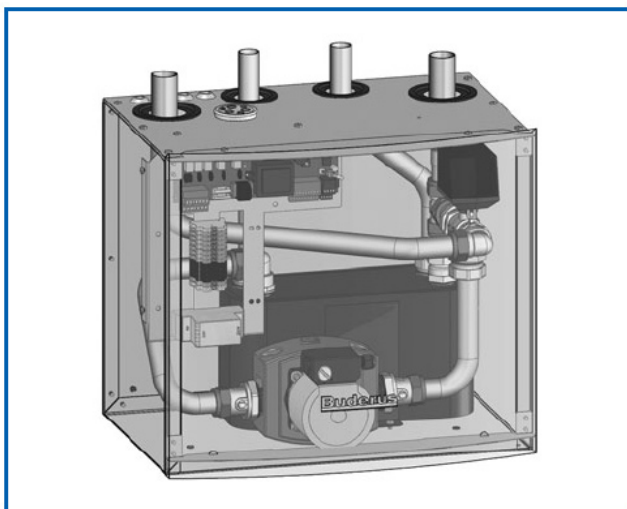
Станция пассивного охлаждения обладает такими характеристиками:

- предназначена для работы с теплонасосами Buderus WPS... K и WPS;
- применяется для естественного охлаждения без эксплуатации компрессора в сочетании с системой отопления пола;
- одновременно с охлаждением возможно приготовление горячей воды;
- все необходимые компоненты уже интегрированы;
- предварительно смонтирована;
- компоненты и трубная обвязка теплоизолированы;
- не требуется подключение конденсатоотвода;
- возможности настройки через дисплей регулятора теплонасоса.

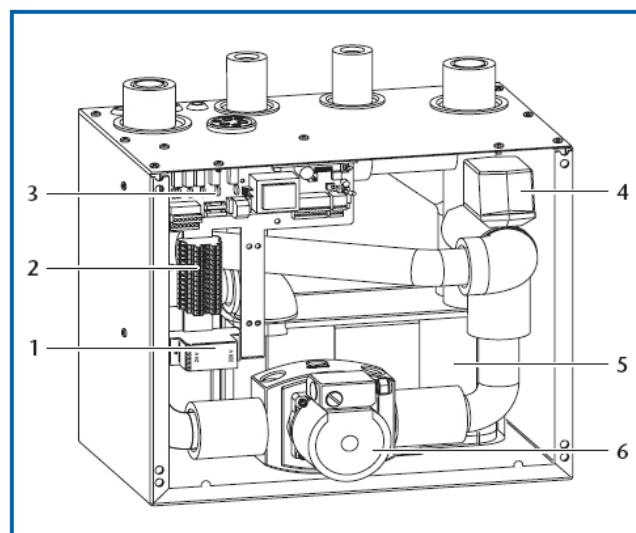
Комплект поставки

- Станция пассивного охлаждения
- Опорные пятки
- Настенное крепление аппарата
- Техническая документация
- Соединитель шины локальной сети интеллектуальных контроллеров (CAN-BUS)

→ Трёхходовой переключающий клапан в комплект поставки не входит.



72/1 Станция пассивного охлаждения (PKSt)

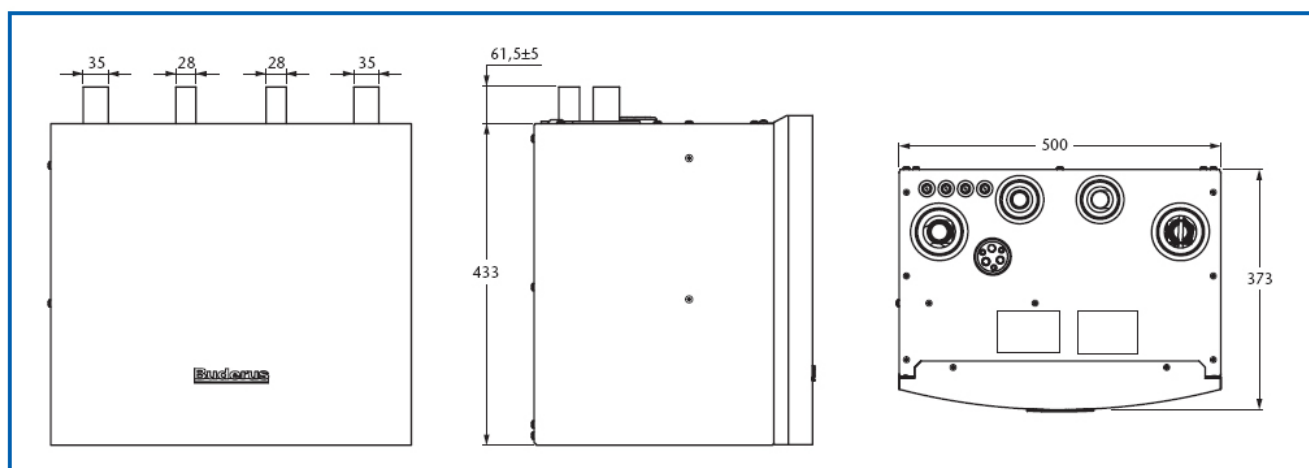


72/2 Устройство станции пассивного охлаждения (PKSt)

Пояснения к рисунку (→ 72/2):

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | Трансформатор (24 Вольт) |
| 2 | Присоединительная панель |
| 3 | Материнская плата |
| 4 | Смеситель |
| 5 | Теплообменник |
| 6 | Циркуляционный насос |

3.9.2 Монтажные размеры и технические данные



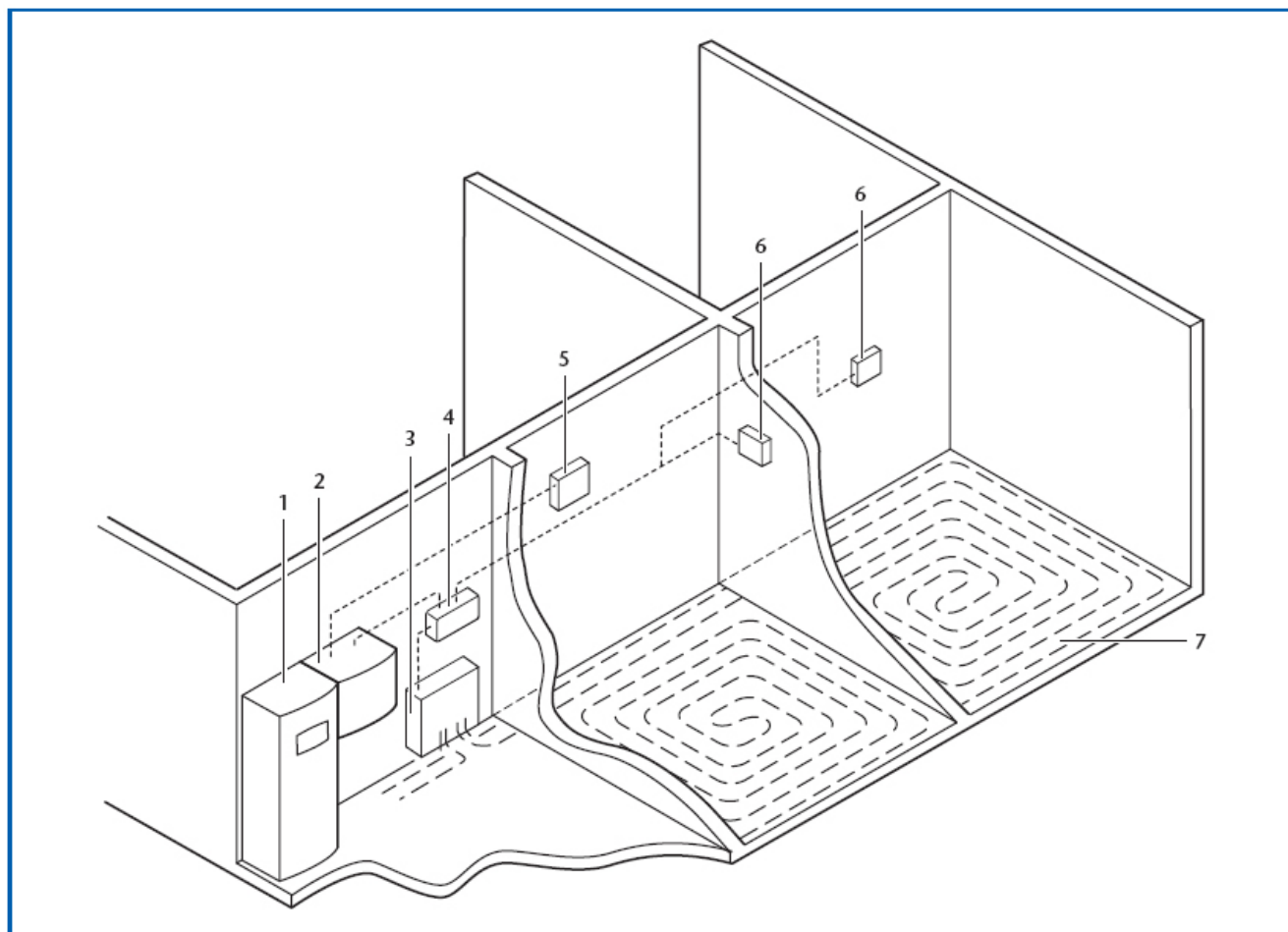
73/1 Станция пассивного охлаждения (PKSt)

Станция пассивного охлаждения		PKSt
Режим работы станции пассивного охлаждения		
Холодопроизводительность B5/W20 ¹⁾	кВт	15,5
Холодопроизводительность B10/W20 ¹⁾	кВт	10,4
Холодопроизводительность B15/W20 ¹⁾	кВт	5,2
Падение температуры при B10/W20 и расходном потоке воды 0,38 л/сек	°C	6,5
Рассольный контур		
Объёмный поток рассола	л/с	0,42
Допустимое внешнее падение давления при объёмном потоке рассола	кПа	32
Максимальное давление	бар	4
Рабочая температура	°C	от -5 до +20
Средство защиты от замерзания		Этиленгликоль
Минимально допустимая концентрация рассола (точка замерзания -15 °C)	%	30
Штуцеры для подключения трубопроводов	мм	35
Охлаждающая вода		
Температура	°C	от +15 до +40
Внутреннее падение давления при расходном потоке воды 0,38 л/сек	кПа	2
Максимальное давление	бар	3
Штуцеры для подключения трубопроводов	мм	28
Электрическое подключение		
Электрическое подключение	В / Гц	230 / 1–50
Потребляемая мощность	кВт	0,1
Заводская настройка циркуляционного насоса, Ступень 3	Вт	100
Вид защиты		IP X1
Другие данные		°C
Габаритные размеры (В × Ш × Г)	мм	500 × 373 × 433
Вес	кг	32
Дополнительная высота штуцеров для подключения трубопроводов	мм	62

73/2 Технические данные станции пассивного охлаждения PKSt

1) Данные по производительности указаны для $V_x/W20$: температура на входе рассольного контура x °C и температура в обратном трубопроводе греющей воды 20 °C

3.9.3 Пример инсталляции



74/2 Пример инсталляции станции пассивного охлаждения (PKSt) (пример отопительной установки → Стр. 96)

Пояснения к рисунку:

- | | |
|---|--|
| 1 Тепловой насос | 5 Комнатный кондиционер |
| 2 Станция пассивного охлаждения | 6 Регулятор для отдельных (обособленных) помещений |
| 3 Распределитель системы отопления пола | 7 Система отопления пола |
| 4 Распределитель регуляторов | |

3.9.4 Диаграмма мощности

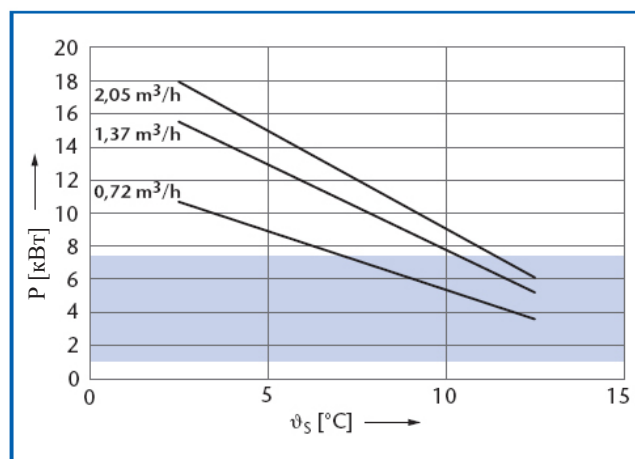
→ Значения холодопроизводительности калькулируются в зависимости от типоразмера дополнительного электрического подогревателя и насоса контура рециркуляции для различных температур на входе рассольного контура.

→ Значения холодопроизводительности в работающей системе зависят, прежде всего, от температуры на входе рассольного контура. В конце периода охлаждения она находится на уровне между 12 °C и 16 °C.

Пояснения к рисунку:

P Мощность

ϑ_s Температура на входе рассольного контура



74/2 Диаграмма мощности станции пассивного охлаждения (PKSt) (рабочий диапазон для WPS... K и WPS выделен синим фоном)

3.10 Распределитель рассольного контура

3.10.1 Обзор оснащения

Распределители рассольного контура служат для деления рассольного контура на несколько субконтуров.

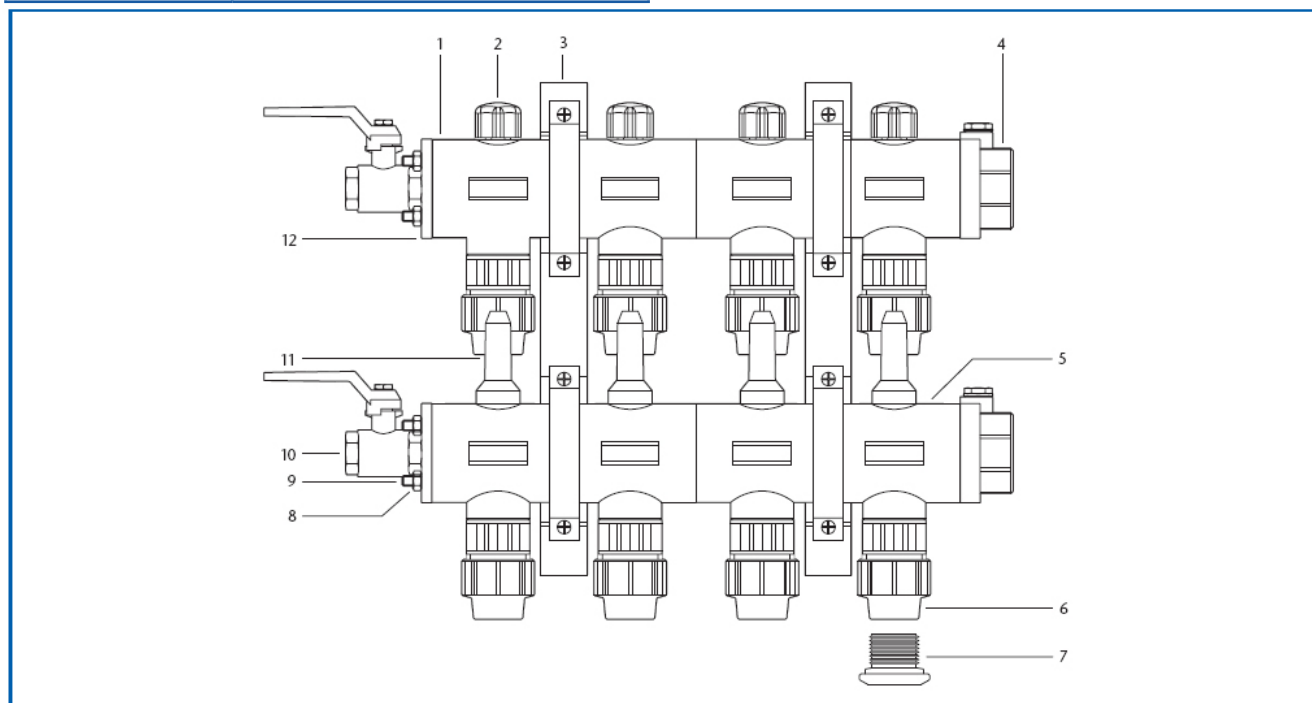
Условия и предпосылки для монтажа

- Распределители рассольного контура лишь ограниченно пригодны для применения в местах вероятного использования аммиака или аммиачных соединений.
- Распределители необходимо защищать от УФ-облучения. При монтаже вне помещений не допускать попадания прямых солнечных лучей.
- При эксплуатационных или наружных температурах ниже точки замерзания монтаж выполняется только в сухих помещениях.
- Для выходных резьбовых соединений разрешается использовать только пластмассовые детали.

Наименование	Описание
Распределитель рассольного контура, 1 1/2"	– для 3-х рассольных контуров, подключение DN32 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 1 1/2"	– для 4-х рассольных контуров, подключение DN32 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 1 1/2"	– для 3-х рассольных контуров, подключение DN40 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров

Распределитель рассольного контура, 1 1/2"	– для 4-х рассольных контуров, подключение DN40 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 6 рассольных контуров, подключение DN40 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 8 рассольных контуров, подключение DN40 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 10 рассольных контуров, подключение DN40 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 6 рассольных контуров, подключение DN32 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 8 рассольных контуров, подключение DN32 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров
Распределитель рассольного контура, 2"	– для 10 рассольных контуров, подключение DN32 – с 2 пробками для недействующих рассольных контуров

75/1 Обзор допустимых распределителей рассольного контура

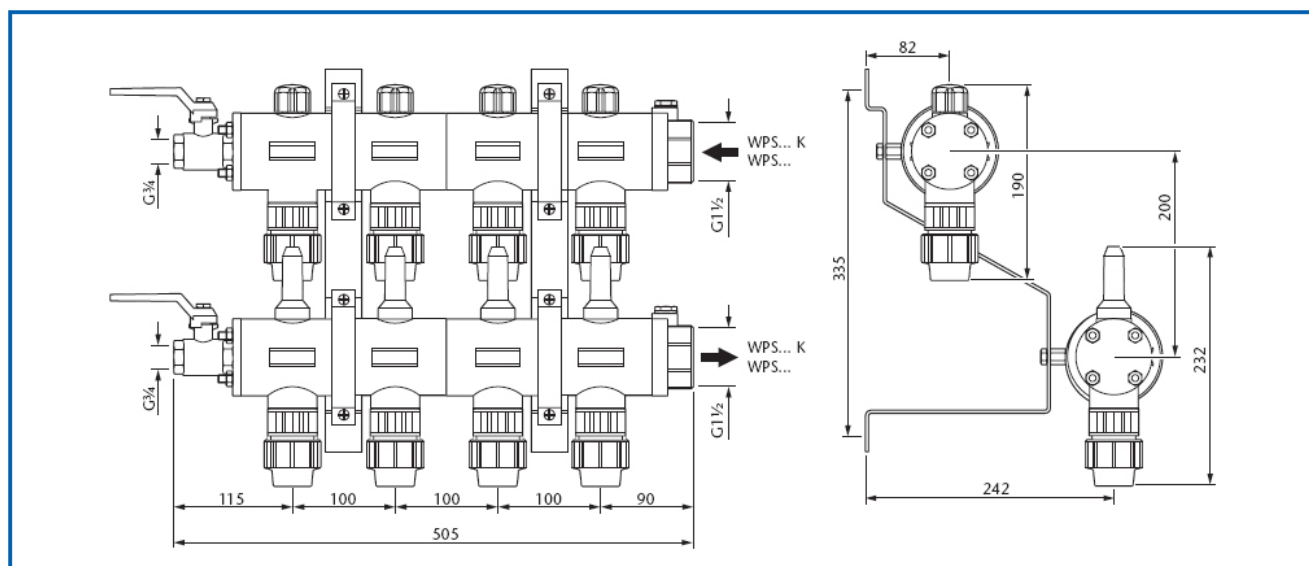


75/2 Устройство распределителя рассольного контура. Пример для 4-х рассольных контуров.

Пояснения к рисунку:

- | | |
|--|--|
| 1 Сегмент прямого трубопровода | 6 Прижимное резьбовое соединение для ПЭ-трубы, DN32 или DN40 |
| 2 Клапан прямого трубопровода, 3/4" | 7 Пробка для неиспользуемых рассольных контуров |
| 3 Комплект крепления | 8 Гайка, M8 |
| 4 Присоединительный блок, 1 1/2" (при 3 – 4 рассольных контурах) или 2" (при 6 – 10 рассольных контурах) | 9 Резьбовые стягивающие шпильки, M8 |
| 5 Сегмент обратного трубопровода | 10 Шаровой кран, 3/4" |
| | 11 Расходомер |
| | 12 Концевая платформа, 3/4" |

3.10.2 Монтажные размеры и технические данные

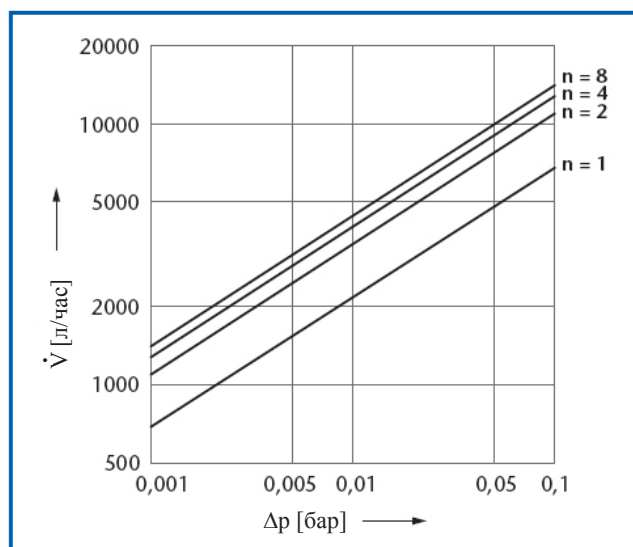


76/1 Монтажные размеры распределителя рассольного контура на примере для 4-х рассольных контуров (размеры в мм)

Распределитель рассольного контура		
Максимальное испытательное давление	бар	10
Максимальное избыточное рабочее давление	бар	6
Рабочие (эксплуатационные) температуры	°C	от -20 до +70
Усилия затяжки		
- Гайки M8	Нм	8
- Клапан прямого трубопровода	Нм	20
- Расходомер	Нм	20
- Пластиковые резьбовые соединения	Нм	18
Материал		
- Корпус		Пластмасса
- Латунные детали		CuZn40Pb2
- Уплотнения		EPDM

76/2 Технические данные распределителя рассольного контура

3.10.3 Диаграмма мощности



Пояснения к рисунку:

Δp Потеря давления

n Количество распределителей рассольного контура

$\dot{V}$ Объёмный поток

76/3 Потеря давления в рассольных контурах

3.11 Блок арматуры и приборов рассольного контура

Наименование		Описание
Блок арматуры и приборов рассольного контура		– Группа предохранительных устройств, в которую входят: – предохранительный клапан, 3 бар – манометр, 0–4 бар – быстродействующий развоздушиватель – запорный вентиль с пломбируемой крышкой – Мембранный компенсационный бак – предварительное давление 0,5 бар – 12 л до 11 кВт – 18 л до 22 кВт – Распределитель – Подключение DN25

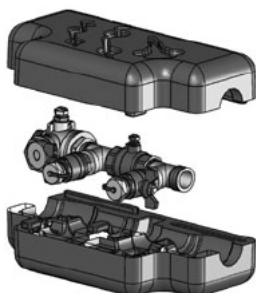
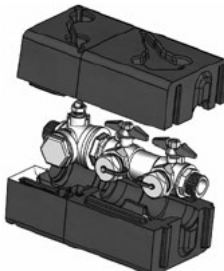
77/1 Обзор компонентов блока рассольного контура

3.12 Станция для заправки рассольного контура

Наименование		Описание
Станция для заправки рассольного контура		– Компактная станция для промывки и заправки рассольного контура – Ёмкость резервуара 140 л – Шланговое подключение G1" – С фильтром-сборником грязи, 3-х-ходовым переключающим клапаном, сетевой вилкой на 230 Вольт – Макс. потребляемая мощность 1000 Вт – Макс. высота подачи 43 м, макс. производительность 3,5 м3/час – Вес 32 кг – Габаритные размеры (В × Ш × Г) 985 × 480 × 656 мм – Допустимая рабочая среда: смесь «моноэтиленгликоль / вода» – Допустимая температура рабочей среды: 0–55 °C

77/2 Обзор компонентов станции для заправки (подпитки) рассольного контура

3.13 Устройство подпитки

Наименование		Описание
Устройство подпитки DN32		– Для заполнения и промывки рассольных трубопроводов, с теплоизоляцией – С запорными кранами и фильтром-грязеуловителем (размер ячеек сита 0,6 мм) – Для WPS 14/17 (входит в комплект поставки теплонасоса)
Устройство подпитки DN25		– Для заполнения и промывки рассольных трубопроводов, с теплоизоляцией – С запорными кранами и фильтром-грязеуловителем (размер ячеек сита 0,6 мм) – Для WPS 6/7,5/9/11 К и WPS 6/7,5/9/11 (входит в комплект поставки теплонасоса)

77/3 Обзор компонентов устройства подпитки

3.14 Группа предохранительных устройств и приборов

Предохранительная группа для рассольного контура пригодна для работы с морозозащитными средствами на базе гликоля и содержит такие компоненты:

- Предохранительный клапан, 3 бар (для системного давления от 0,5 бар до 3 бар)
- Манометр с индикацией от 0 бар до 4 бар (в т.ч. запорный вентиль)
- Автоматический воздухоотводчик
- Изоляция, серого цвета



78/1 Группа предохранительных устройств и приборов

3.15 Системы экспресс-монтажа контуров отопления

Системные комбинации для экспресс-монтажа, в комплекте с гидравлической стрелкой WHY... и распределителем контура отопления

Монтаж возможен по выбору – справа или слева рядом с тепловым насосом

1 Присоединительные трубы

- 1) Высота комплектов для подключения контура отопления HSM 15(-E), HSM 20(-E), HSM 25(-E) и HS 25(-E)
Для подключения комплекта DN25 на распределителе DN32 требуется комплект ESO, артикул № 6790 0475.
- 2) Высота комплектов для подключения контура отопления HSM 32(-E) и HS 32(-E)

Диаметр подключения для прямого (VH) и обратного (RH) трубопроводов контура отопления:

Rp1 Для HSM 15(-E), HSM 20(-E), HSM 25(-E) и HS 25(-E)

Rp1 ¼ Для HSM 32(-E) и HS 32(-E)

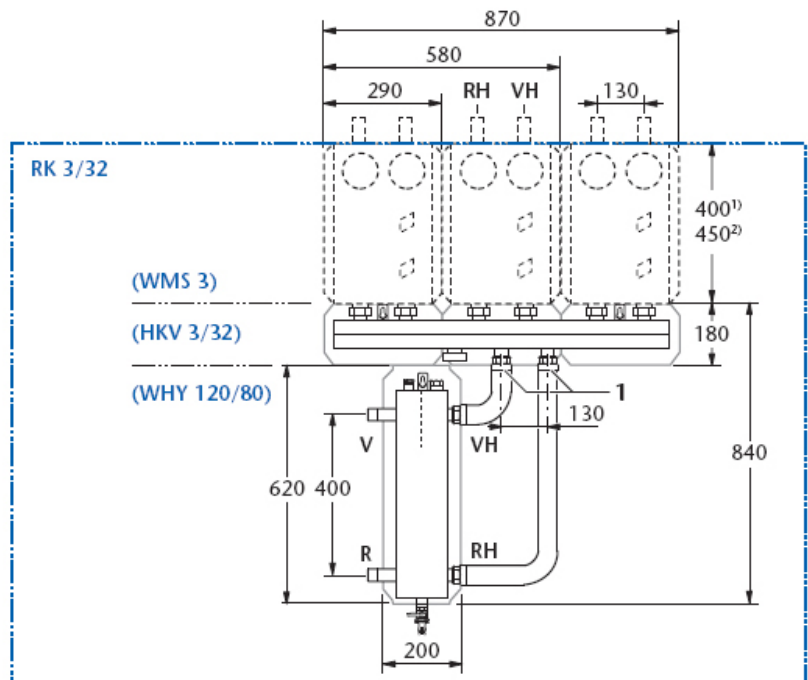
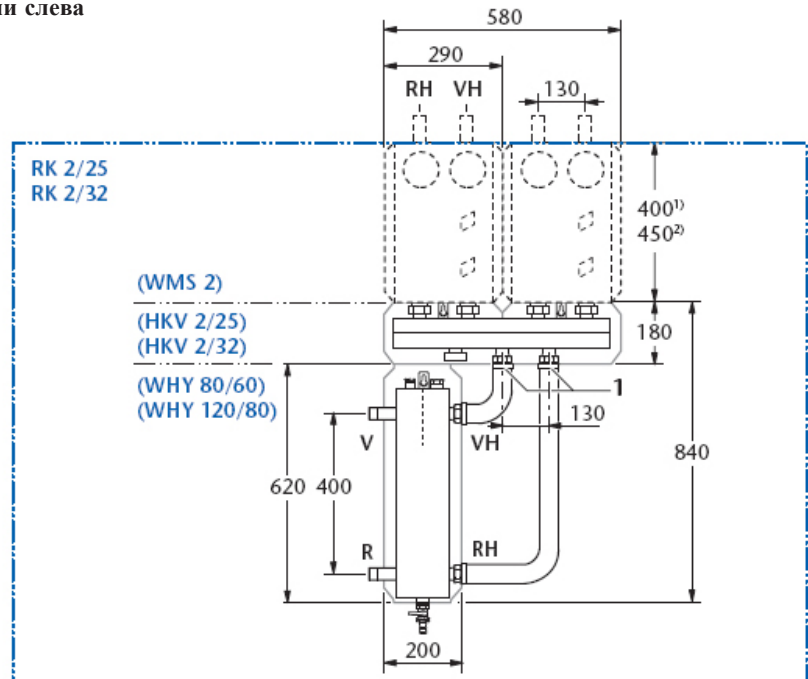
Диаметр подключения для гидравлической стрелки WHY 80/60:

R1 Для прямого (V) и обратного (R) трубопроводов макс. объёмный поток составляет 2,5 м³/час

Диаметр подключения для гидравлической стрелки WHY 120/80:

R1½ Для прямого (V) и обратного (R) трубопроводов макс. объёмный поток составляет 5,0 м³/час

Дополнительная информация, например, о характеристических кривых насосов, содержится в актуальном издании Документации по проектированию «Системы экспресс-монтажа контуров отопления».



79/1 Монтажные размеры системных комбинаций для экспресс-монтажа RK 2/25 и RK 2/32 для двух контуров отопления, а также RK 3/32 для трёх контуров отопления. Сокращения → Стр. 117 (размеры указаны в мм).

Системные комбинации для экспресс-монтажа с вертикальной гидравлической стрелкой (DN25)

Системная комбинация в сборе с вертикальной гидравлической стрелкой и распределителем контура отопления

Монтаж возможен по выбору – справа или слева рядом с тепловым насосом

1) Высота комплектов для подключения контура отопления HSM 15(-E), HSM 20(-E), HSM 25(-E) и HS 25(-E)

2) Высота комплектов для подключения контура отопления HSM 32(-E) и HS 32(-E)

Для подключения комплекта DN32 на распределитель DN25 требуется комплект переходника ÜS1, артикул № 6301 2309.

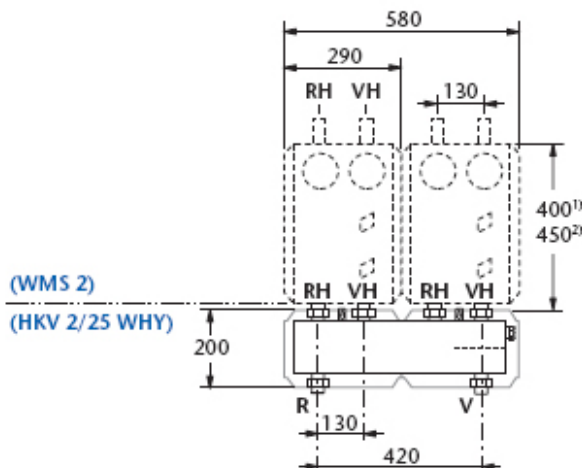
Диаметр подключения для прямого (VH) и обратного трубопроводов (RH) контура отопления:

Rp1 Для HSM 20(-E), HSM 25(-E) и HS 25(-E)

Rp1¼ Для HSM 32(-E) и HS 32(-E)

Диаметр подключения для вертикальной гидравлической стрелки DN25:

R1 Для прямого (V) и обратного трубопроводов (R) макс. объёмный поток составляет 2,0 м³/час



Системная комбинация в сборе с вертикальной гидравлической стрелкой для непосредственного соединения с одним комплектом для подключения контура отопления

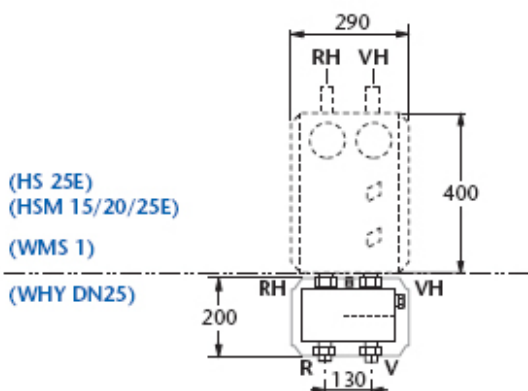
Монтаж возможен по выбору – справа или слева рядом с тепловым насосом

Диаметр подключения для прямого (VH) и обратного трубопроводов (RH) контура отопления:

Rp1 Для HSM 20(-E), HSM 25(-E) и HS 25(-E)

Диаметр подключения для вертикальной гидравлической стрелки DN25:

R1 Для прямого (V) и обратного трубопроводов (R) макс. объёмный поток составляет 2,0 м³/час



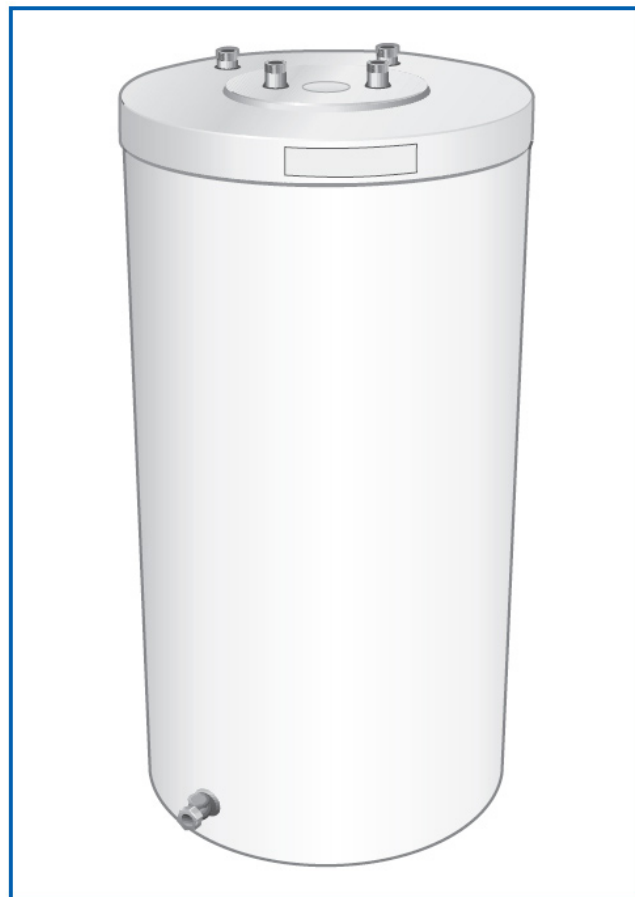
80/1 Монтажные размеры системных комбинаций для экспресс-монтажа с гидравлической стрелкой для одного или двух контуров отопления. Сокращения → Стр. 117 (размеры указаны в мм).

3.16 Буферные накопители P120 W, P200 W, P300 W, P500 W и P750 W

3.16.1 Обзор оснащения

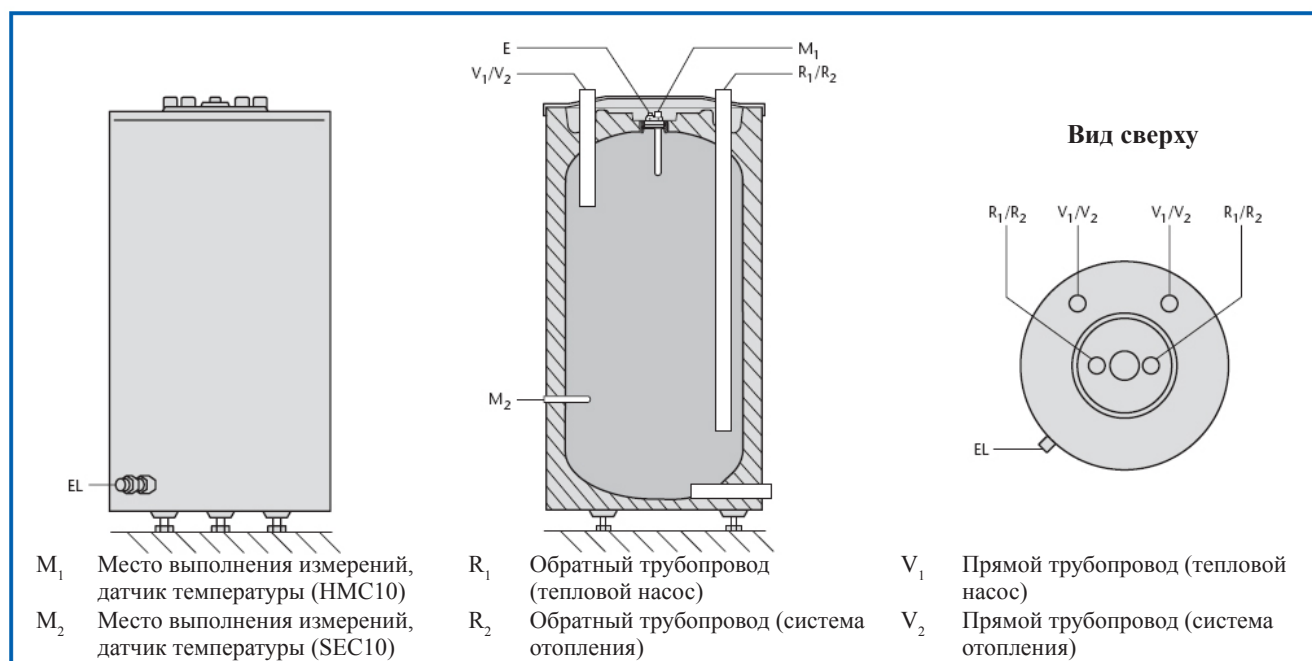
Буферные накопители разрешается эксплуатировать только в закрытых отопительных установках с теплонасосом и использовать только для греющей воды. Любое иное применение рассматривается как применение не по назначению. Buderus не несёт никакой ответственности за повреждения, возникающие вследствие применения буферных накопителей не по назначению.

- Запрещается применять буферный накопитель в установках с открытыми для диффузии трубопроводами (например, в старых системах отопления пола). В таких случаях требуется разделение системы с помощью пластинчатого теплообменника.

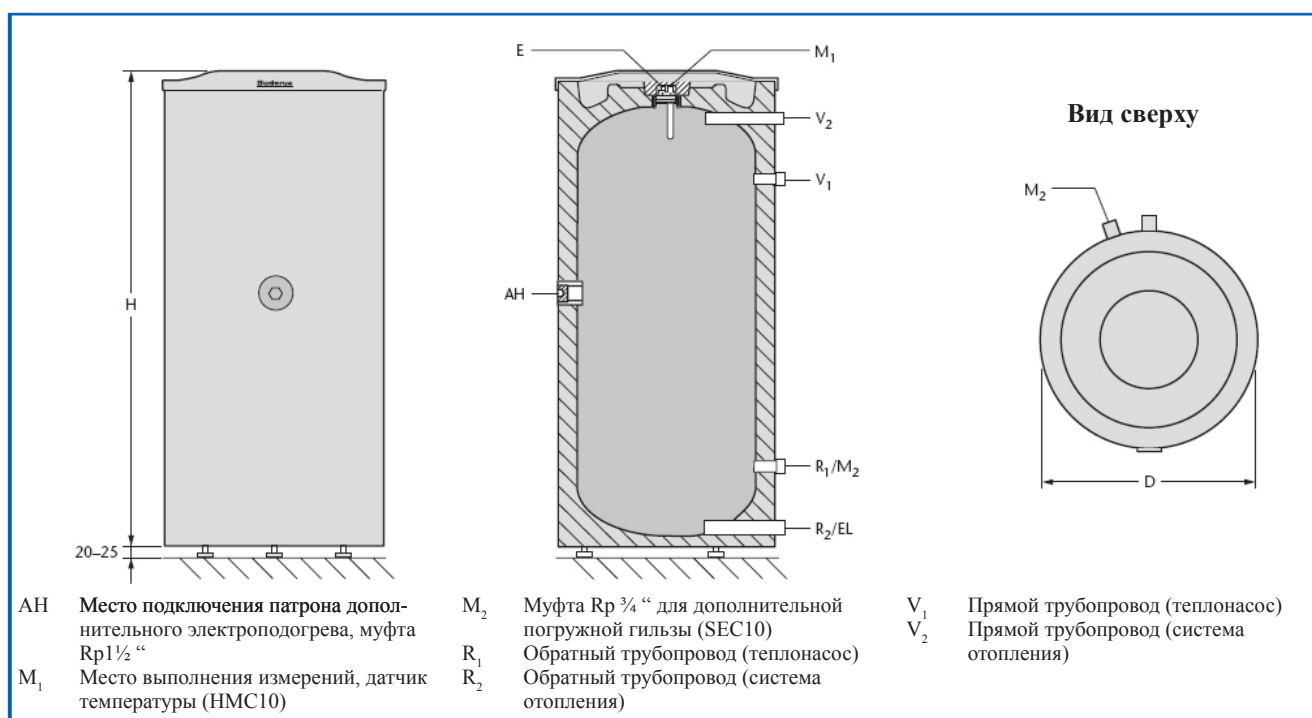


81/1 Буферный накопитель P120 W

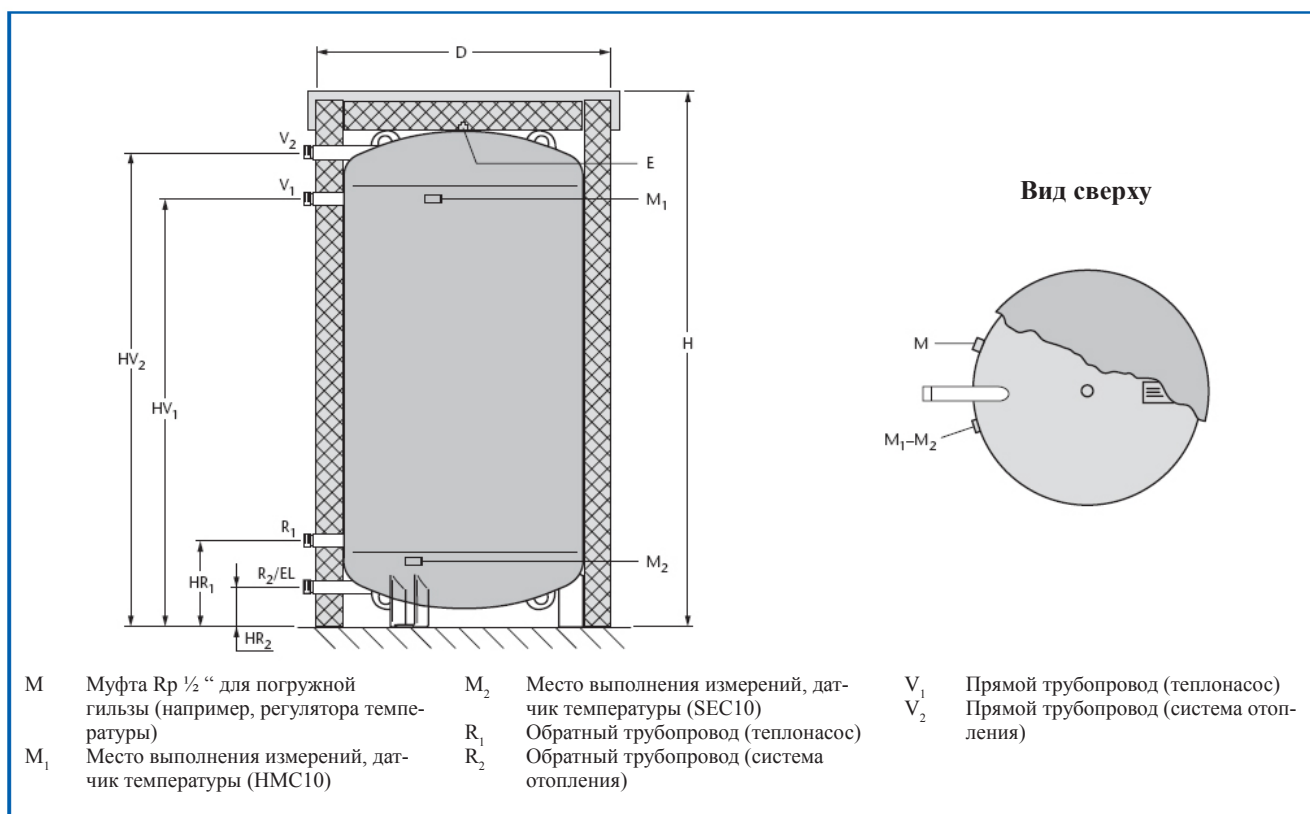
3.16.2 Монтажные размеры и технические данные



82/1 Подключения буферного накопителя P120 W



82/2 Подключения и монтажные размеры буферных накопителей P200 W и P300 W (размеры указаны в мм)



83/1 Подключения буферных накопителей P500 W и P750 W

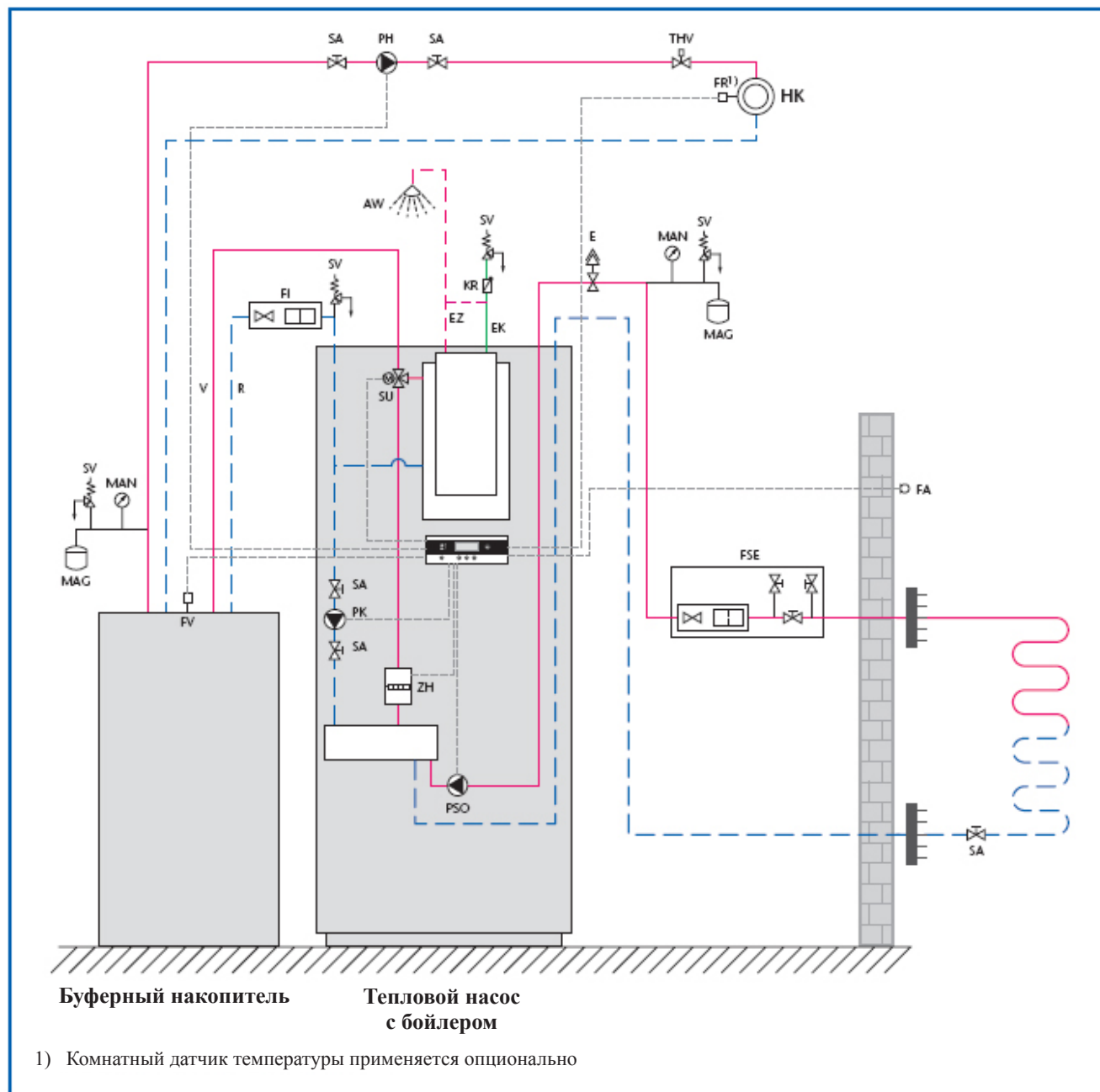
Буферный накопитель			P120 W	P200 W	P300 W	P500 W	P750 W
Диаметр без теплоизоляции	D	мм	—	—	—	650	800
	D	мм	512	550	670	815	965
Высота (при опрокидывании) с крышкой облицовки с теплоизоляцией 80 мм	H	мм	—	1445 ¹⁾	1465 ¹⁾	—	—
	H	мм	941 ¹⁾	—	—	1805	1745
Прямой трубопровод	HV ₁	мм	—	—	—	1338	1433
	HV ₂	мм	—	—	—	1586	1643
	V1	дюйм	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2
	V2	дюйм	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2
Обратный трубопровод	HR ₁	мм	—	—	—	298	308
	HR ₂	мм	—	—	—	133	148
	R1	дюйм	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2
	R2	дюйм	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2
Место выполнения измерений	M	мм	10	10	10	—	—
	M	дюйм	—	—	—	Rp1 ¹ / ₂	Rp1 ¹ / ₂
Слив	EL	дюйм	—	R1	R1 ¹ / ₄	—	—
Воздухоотводчик (развоздушиватель)	E	дюйм	Rp ³ / ₈	Rp ³ / ₈	Rp ³ / ₈	Rp ¹ / ₂	Rp ¹ / ₂
Вместимость накопителя греющей воды	л		120	200	300	500	750
Макс. температура греющей воды	°C		90				
Макс. рабочее давление греющей воды	бар		3				
Сухой вес	без теплоизоляции	кг	60	84	110	110	130
	с теплоизоляцией 80 мм	кг	—	—	—	121,5	149

83/2 Монтажные размеры и технические данные буферных накопителей P120 W, P200 W, P300 W, P500 W и P750 W

1) Без опорных пяток

4 Примеры отопительных установок

4.1 Моновалентный / моноэнергетический режим эксплуатации: тепловой насос Logatherm WPS... К, буферный накопитель и несмешанный контур отопления



84/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Компактный теплонасос с интегрированным бойлером горячей расходной воды.
- Моновалентный / моноэнергетический режим эксплуатации.
- Гидравлическое разделение через параллельный буфер.
- Несмешанный отопительный контур для приборов отопления.

Специальные указания по проектированию

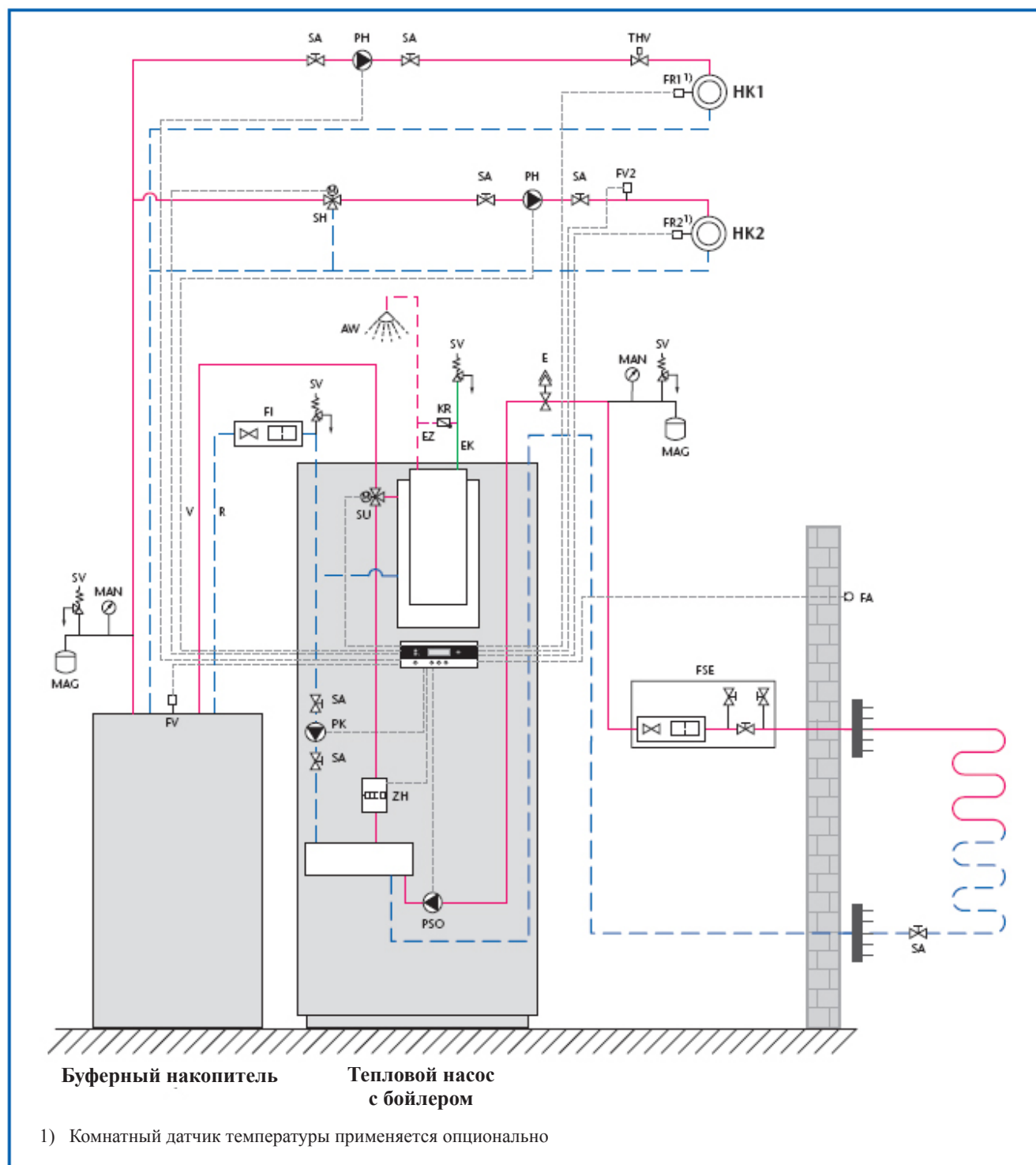
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9 K
 - P200 W для WPS 11 K
- Контур рециркуляции подключается возле входа холодной воды.

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	MAN	Манометр	E11.P101
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
EK	Вход холодной воды	E41.W41	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
EZ	Вход контура рециркуляции		PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	R	Обратный трубопровод	
FI	Фильтр	E21.V101	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FR	Датчик температуры воздуха в помещении	E11.TT	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления	
HK	Контур отопления	E11	V	Прямой трубопровод	
KR	Обратный клапан (заслонка) котла		ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2
MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101			

85/1 Сокращённые обозначения

4.2 Моновалентный / Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... K, буферный накопитель, несмешанный и смешанный контуры отопления



86/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Компактный теплонасос с интегрированным бойлером.
- Моновалентный / моноэнергетический режим эксплуатации.
- Гидравлическое разделение через параллельный буфер.
- Два контура отопления:
 - несмешанный отопительный контур для приборов (радиаторов) отопления;
 - смешанный отопительный контур для системы отопления пола

Специальные указания по проектированию

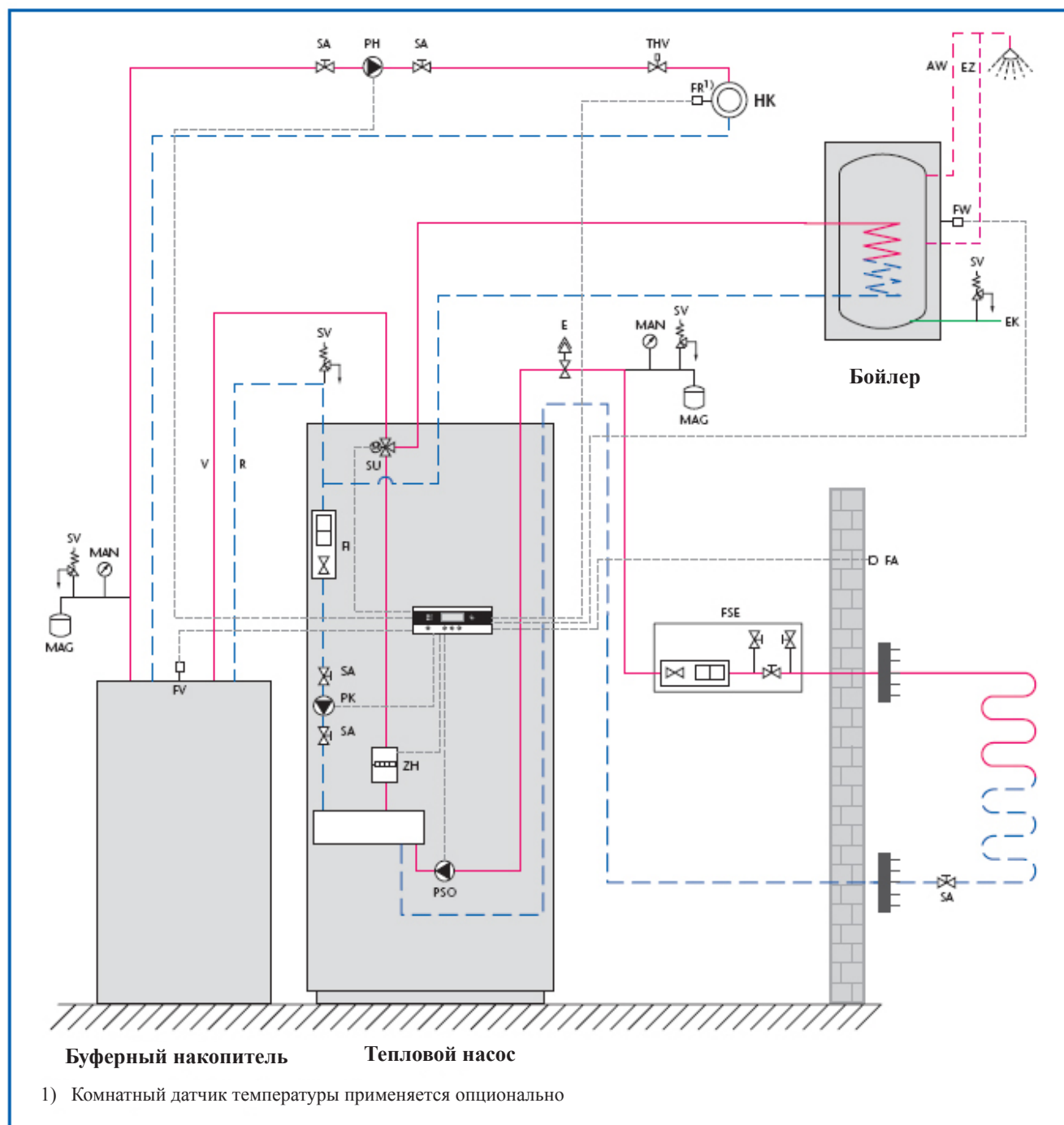
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9 K
 - P200 W для WPS 11 K
- Контур рециркуляции подключается возле входа холодной воды.

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	MAN	Манометр	E11.P101
EK	Вход холодной воды	E41.W41	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
EZ	Вход контура рециркуляции		PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	PSO	Рассолный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FI	Фильтр	E21.V101	R	Обратный трубопровод	
FR1	Датчик температуры воздуха в помещении, контур НК1	E11.TT	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FR2	Датчик температуры воздуха в помещении, контур НК2 (HRS без поворотной рукоятки)	E12.TT	SH	Исполнительный элемент контура отопления (смеситель)	E12.Q11
FSE	Устройство заправки и промывки рассолного контура	E31.Q...	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV2	Датчик температуры в прямом трубопроводе, контур НК2	E12.T1	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления	
HK1	Контур 1 отопления	E11	V	Прямой трубопровод	
HK2	Контур 2 отопления, со смесителем	E12	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2
KR	Обратный клапан (заслонка) котла				

87/1 Сокращённые обозначения

4.3 Моновалентный / Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... , внешний бойлер, буферный накопитель и несмешанный контур отопления



88/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Компактный теплонасос с внешним бойлером.
- Моновалентный / моноэнергетический режим эксплуатации.
- Гидравлическое разделение через параллельный буфер.
- Несмешанный отопительный контур для приборов отопления.

Специальные указания по проектированию

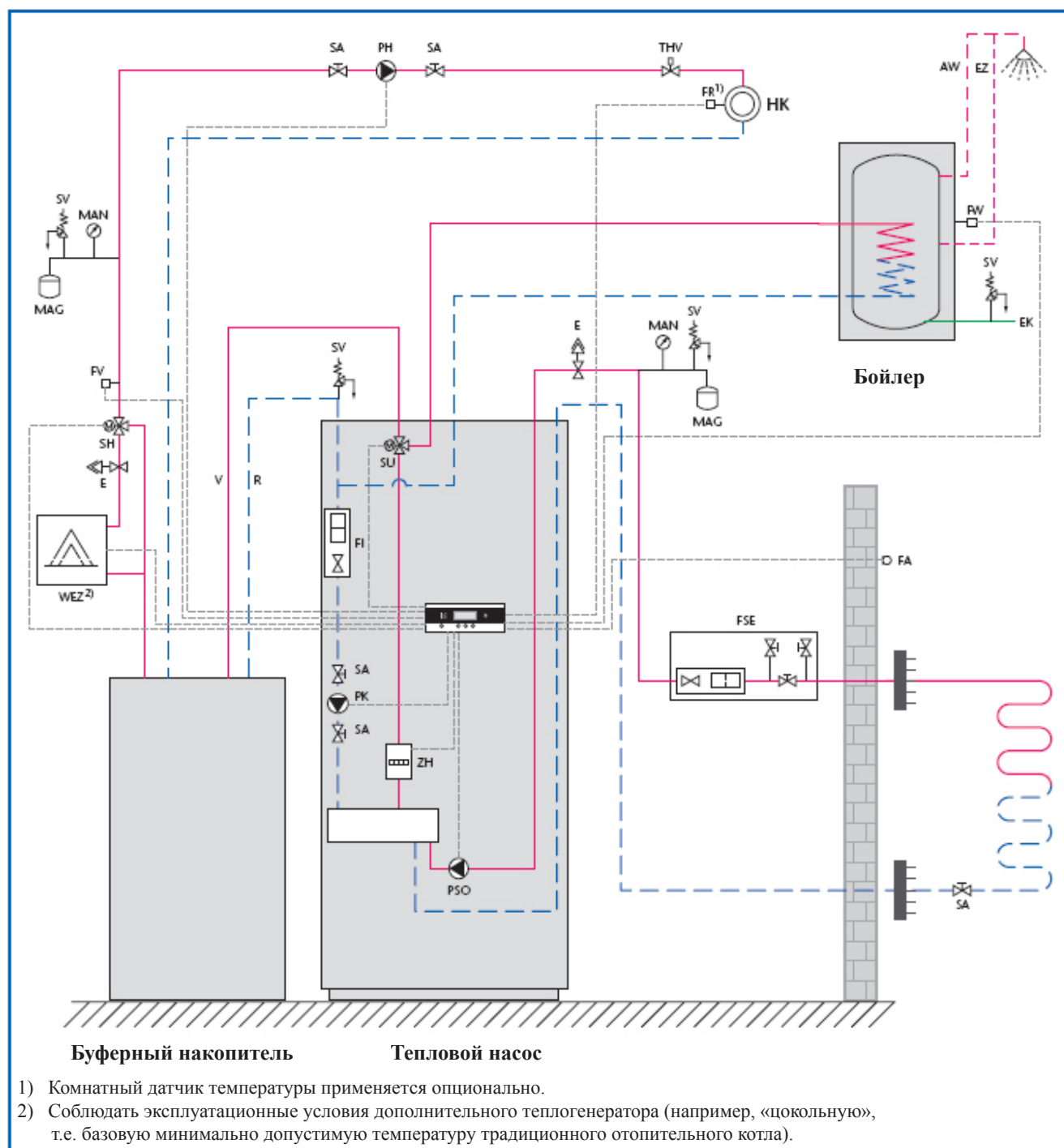
- Бойлер:
 - SH 290 RW для WPS 6–11
 - SH 370 RW для WPS 6–14
 - SH 450 RW для WPS 6–17
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9
 - P200 W для WPS 11–17

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	MAN	Манометр	E11.P101
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
EK	Вход холодной воды	E41.W41	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
EZ	Вход контура рециркуляции		PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	R	Обратный трубопровод	
FI	Фильтр	E21.V101	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FR	Датчик температуры воздуха в помещении	E11.TT	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления	
FW	Датчик температуры горячей расходной воды	E41.T3	V	Прямой трубопровод	
HK	Контур отопления	E11	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2
MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101			

89/1 Сокращённые обозначения

4.4 Бивалентный режим эксплуатации: тепловой насос Logatherm WPS..., внешний бойлер, буферный накопитель и несмешанный контур отопления



90/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Компактный тепловой насос с внешним бойлером.
- Бивалентный режим эксплуатации путём привязки жидкотопливного / газового котла (применение твердотопливного котла невозможно).
- Гидравлическое разделение через параллельный буфер.
- Несмешанный отопительный контур для приборов отопления.

Специальные указания по проектированию

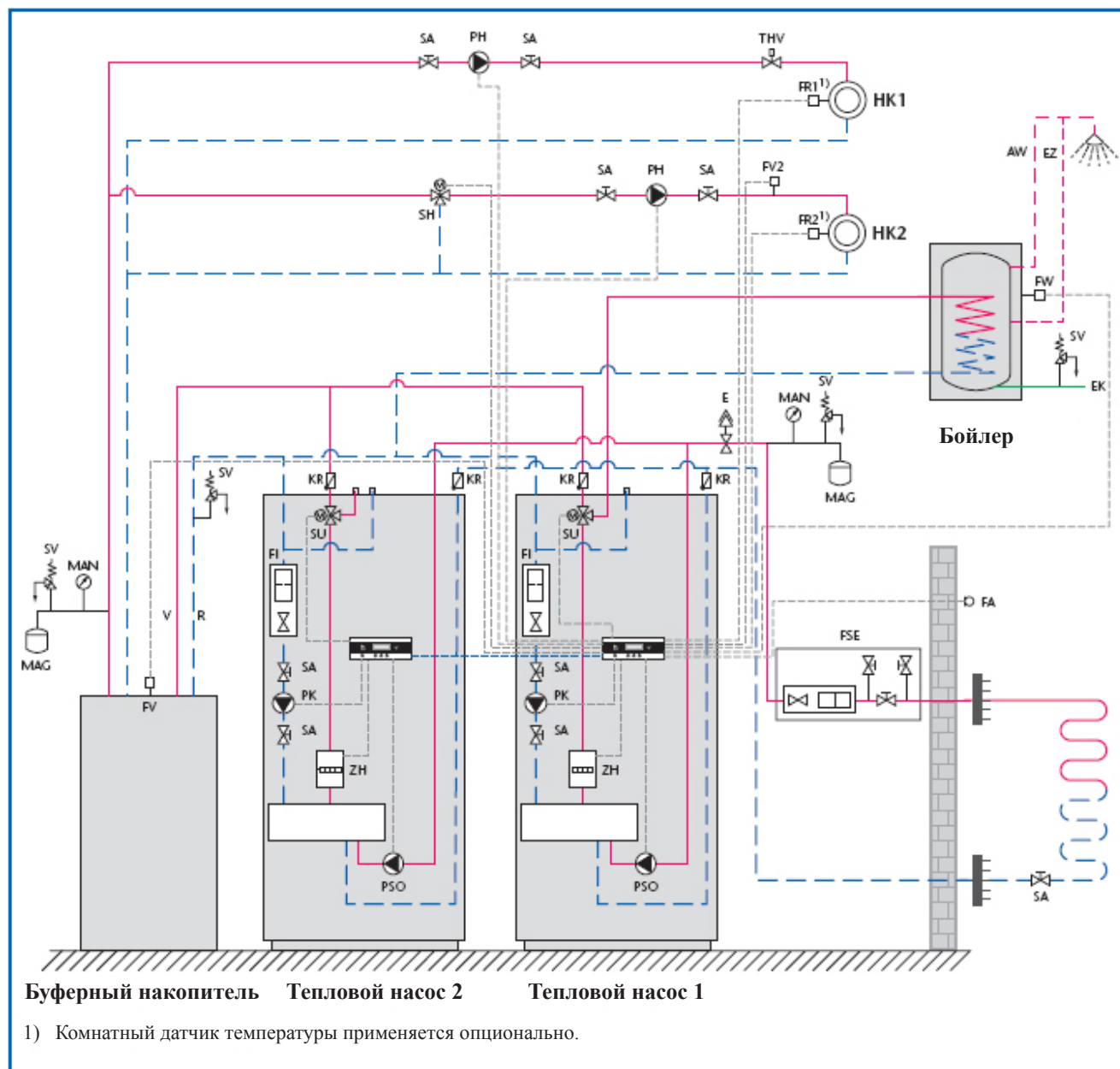
- Бойлер:
 - SH 290 RW для WPS 6–11
 - SH 370 RW для WPS 6–14
 - SH 450 RW для WPS 6–17
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9
 - P200 W для WPS 11–17

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
EK	Вход холодной воды	E41.W41	PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
EZ	Вход контура рециркуляции		R	Обратный трубопровод	
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FI	Фильтр	E21.V101	SH	Исполнительный элемент (смеситель)	E71.Q71
FR	Датчик температуры воздуха в помещении	E11.TT	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления	
FW	Датчик температуры горячей расходной воды	E41.T3	V	Прямой трубопровод	
HK	Контур отопления	E11	WEZ	Дополнительный теплогенератор (электричество, дизтопливо, газ)	E71
MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2
MAN	Манометр	E11.P101			

91/1 Сокращённые обозначения

4.5 Каскадная схема подключения: тепловой насос Logatherm WPS..., внешний бойлер, буферный накопитель, несмешанный и смешанный контур отопления



92/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Каскад из двух теплонасосов и внешнего бойлера.
- Приготовление горячей расходной воды возможно только через теплонасос.
- Регуляторы обоих теплонасосов связаны между собой через шинный кабель.
- Гидравлическое разделение через буферный накопитель.
- Два контура отопления:
 - несмешанный отопительный контур для приборов (радиаторов) отопления;
 - смешанный отопительный контур для системы отопления пола.

Специальные указания по проектированию

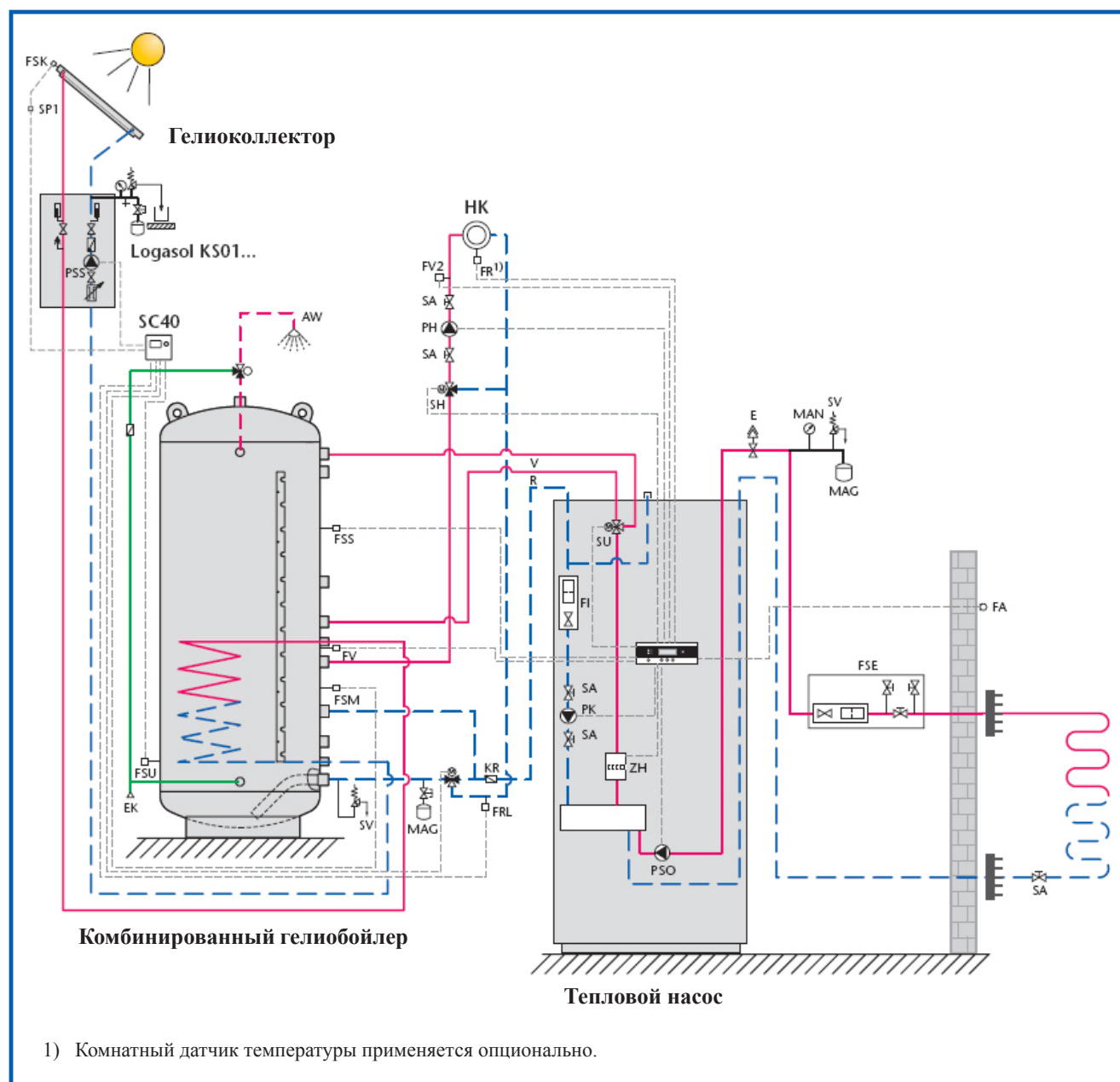
- Бойлер:
 - SH 290 RW для WPS 6–11
 - SH 370 RW для WPS 6–14
 - SH 450 RW для WPS 6–17
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9
 - P200 W для WPS 11–17
- Установить обратные клапаны в обратных трубопроводах рассольного и отопительного контуров.
- Места подключения обратных трубопроводов бойлера на обоих теплонасосах, а также место подключения прямого трубопровода бойлера к теплонасосу 2 закрываются заглушками.

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	KR	Обратный клапан (заслонка) котла	
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101
EK	Вход холодной воды	E41.W41	MAN	Манометр	E11.P101
EZ	Вход контура рециркуляции		PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
FI	Фильтр	E21.V101	PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FR1	Датчик температуры воздуха в помещении, контур НК1	E11.TT	R	Обратный трубопровод	
FR2	Датчик температуры воздуха в помещении, контур НК2 (HRS без поворотной рукоятки)	E12.TT	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	SH	Исполнительный элемент контура отопления (смеситель)	E12.Q11
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FV2	Датчик температуры в прямом трубопроводе, контур НК2	E12.T1	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FW	Датчик температуры горячей расходной воды	E41.T3	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления	
НК1	Контур 1 отопления	E11	V	Прямой трубопровод	
НК2	Контур 2 отопления, со смесителем	E12	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2

93/1 Сокращённые обозначения

4.6 Привязка гелиотермического контура: тепловой насос Logatherm WPS..., гелиоколлекторы для поддержки отопления, комбинированный гелиобойлер для отопления и приготовления горячей расходной воды, смешанный контур отопления



94/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Привязка гелиотермической установки для поддержки отопления.
- Применение комбинированного гелиобойлера, который может в случае необходимости дополнительно подтапливаться теплонасосом и, наряду с теплоснабжением отопительной системы, обеспечивать приготовление горячей расходной воды.
- Смешанный отопительный контур для системы отопления пола.
- Привязка твердотопливного котла мощностью до макс. 10 кВт.
- Если температура в обратном трубопроводе (измеренная через FRL) будет меньше температуры в средней части (измеренная через FSM), то циркуляция будет в нижней части комбинированного гелиобойлера. Управление осуществляется через гелиорегулятор SC40.

Специальные указания по проектированию

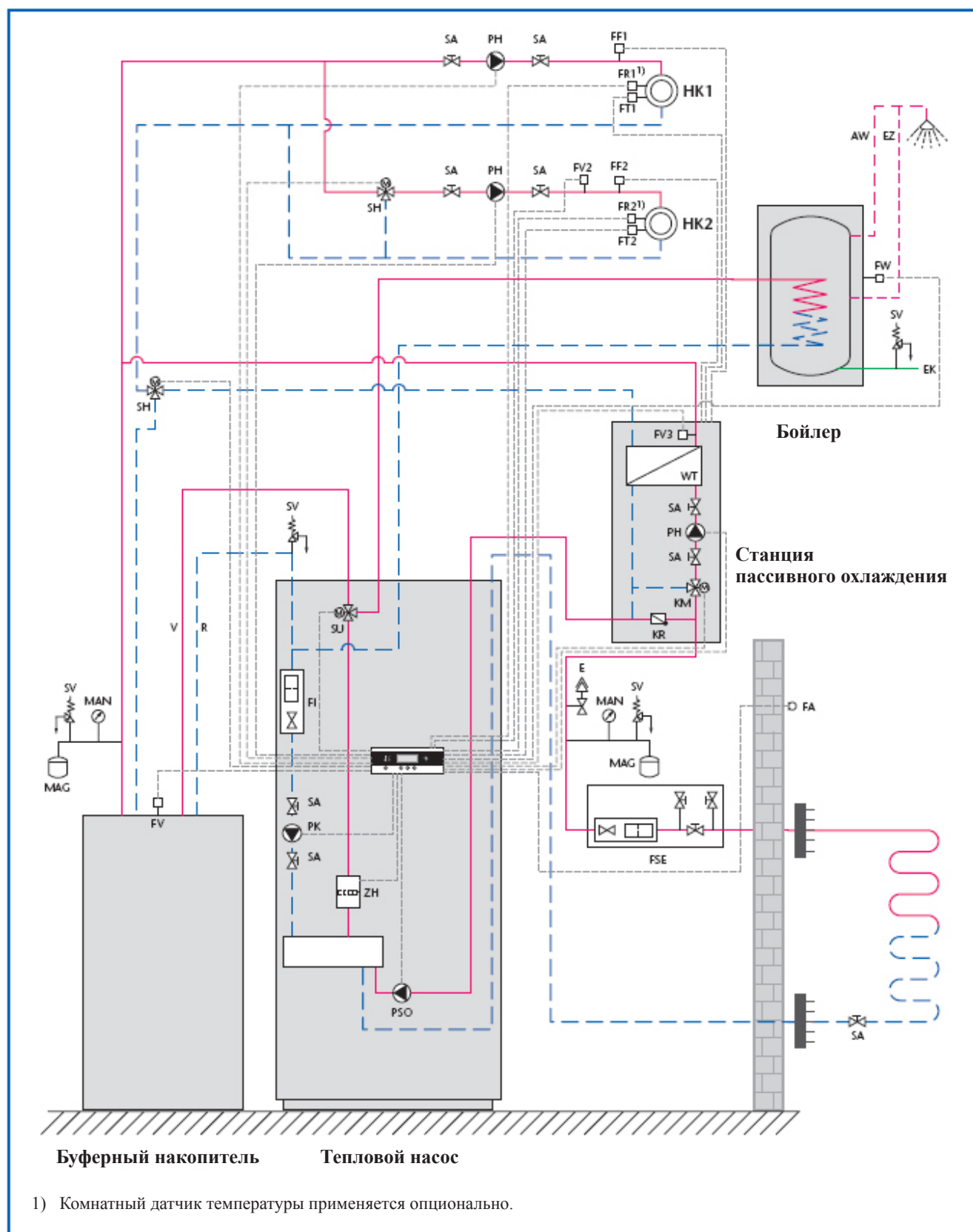
- Комбинированный гелиобойлер:
 - Duo FWS750/2
 - Duo FWS1000/2
- Гелиорегулятор:
 - Logamatic SC40
- Гелиоколлекторы:
 - Logasol SKN3.0-s
 - Logasol SKS4.0-s
 - Vaciosol CPC6/CPC12
- Обратный клапан к теплонасосу следует устанавливать на высоте обратного трубопровода бойлера.
- Место подключения обратного трубопровода бойлера на тепловом насосе закрывается заглушкой.
- Расход горячей воды более 20 л/мин на выходе невозможен.
- Большой отбор горячей воды, например, для заполнения ванны, невозможен (единовременное количество приготовляемой горячей воды при температуре на выходе 45 °C составляет максимум 180 л для Duo FWS750/2 и 260 л для Duo FWS1000/2).

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	KR	Обратный клапан (заслонка) котла	
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101
EK	Вход холодной воды	E41.W41	MAN	Манометр	E11.P101
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
FI	Фильтр	E21.V101	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
FR	Датчик температуры воздуха в помещении	E11.TT	PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FRL	Датчик температуры обратного трубопровода		PSS	Насос рассольного контура	
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	R	Обратный трубопровод	
FSK	Датчик температуры гелиоколлектора		SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FSM	Датчик температуры горячей расходной воды, средняя часть бойлера		SH	Исполнительный элемент контура отопления (смеситель)	E12.Q11
FSS	Температурный датчик бойлера	E41.T3	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FSU	Датчик температуры горячей расходной воды, нижняя часть бойлера		SP1	Защита от перенапряжения	
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV2	Датчик температуры в прямом трубопроводе, контур НК	E12.T1	V	Прямой трубопровод	
НК	Контур отопления	E11	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2

95/1 Сокращённые обозначения

4.7 Моноэнергетический режим: тепловой насос Logatherm WPS... К и WPS..., станция пассивного охлаждения, внешний бойлер, буферный накопитель, несмешанный контур и смешанный контур отопления и охлаждения



96/1 Пример схемы отопительной установки

Краткое описание

- Компактный теплонасос с интегрированным бойлером и дополнительным внешним бойлером.
- Гидравлическое разделение через параллельный буфер.
- Привязка станции пассивного охлаждения между рассольным контуром и обоими контурами отопления и охлаждения.
- Два контура отопления:
 - несмешанный отопительный контур для приборов отопления;
 - смешанный отопительный контур для системы отопления пола.

Специальные указания по проектированию

- Бойлер:
 - SH 290 RW для WPS 6–11
 - SH 370 RW для WPS 6–14
 - SH 450 RW для WPS 6–17
- Буферный накопитель:
 - P120 W для WPS 6–9
 - P200 W для WPS 11–17
- В режиме отопления греющая вода не проходит через станцию пассивного охлаждения (PKSt).

Сокращённые обозначения на схеме и на дисплее регулятора

Схема	Полное наименование	Дисплей	Схема	Полное наименование	Дисплей
AW	Выход горячей расходной воды	E41.V41	HK1	Контур 1 отопления	E11
E	Воздухоотводчик (автоматический)	E31.F111	HK2	Контур 2 отопления, со смесителем	E12
EK	Вход холодной воды	E41.W41	KM	Смеситель охладившейся воды	E31.Q31
EZ	Вход контура рециркуляции		KR	Обратный клапан (заслонка) котла	
FA	Датчик температуры наружного воздуха	E10.T2	MAG	Мембранный компенсационный бак	E11.C101
FI	Фильтр	E21.V101	MAN	Манометр	E11.P101
FF1	Датчик уровня влажности, контур HK1	E31.RM1.TM1	PH	Циркуляционный насос контура отопления	E11.G1
FF2	Датчик уровня влажности, контур HK2	E31.RM1.TM2	PK	Циркуляционный насос теплогенератора	E21.G2
FR1	Датчик температуры воздуха в помещении, контур HK1	E11.TT	PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)	E21.G3
FR2	Датчик температуры воздуха в помещении, контур HK2 (HRS без поворотной рукоятки)	E12.TT	R	Обратный трубопровод	
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	E31.Q...	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе	
FT1	Комнатный кондиционер, контур HK1	E11.TM	SH	Исполнительный элемент контура отопления (смеситель)	E12.Q11
FT2	Комнатный кондиционер, контур HK2	E12.TM	SU	Трёхходовой переключающий клапан	E21.Q21
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	E11.T1	SV	Предохранительный клапан	E41.F101
FV2	Датчик температуры в прямом трубопроводе, контур HK2	E12.T1	V	Прямой трубопровод	
FV3	Датчик температуры в прямом трубопроводе станции пассивного охлаждения	E31.T31	WT	Теплообменник	E31.E32
FW	Датчик температуры горячей расходной воды	E41.T3	ZH	Дополнительный электрический подогреватель	E21.E2

97/1 Сокращённые обозначения

5 Вентиляция и охлаждение в теплонасосных установках

5.1 Вентиляция

→ Информацию о коллекторах отработавшего воздуха помещений (АК) Вы найдёте на Стр. 68 и далее.

Удаление отработавшего воздуха помещений и нагрев рассола в зимний период

С помощью коллектора отработавшего воздуха помещений (АК) удаётся поддерживать воздухообмен в квартире и одновременно с ним повышать эффективность работы теплонасоса.

Коллектор отработавшего воздуха помещений выводит использованный воздух из помещений, имеющих высокую потребность в вентилировании, например, из кухни, ванной комнаты, душа или туалета. Свежий воздух устремляется в помещение через клапаны в наружных стенах здания.

Тёплый использованный воздух поступает через теплообменник в коллектор отработавшего воздуха помещений и нагревает рассол теплового насоса. Поэтому теплонасосу остаётся покрыть лишь незначительную разность температур. То есть, уменьшается потребление электроэнергии теплонасосом, а его коэффициент мощности (ϵ , COP = коэффициент преобразования) при этом возрастает.

Время работы коллектора отработавшего воздуха помещений может согласовываться с местными индивидуальными условиями путём соответствующего программирования регулятора

Пример

Холодопроизводительность коллектора отработавшего воздуха помещений в номинальном режиме эксплуатации составляет ок. 1,2 кВт. При этом рассол нагревается с 10 °C до 11,3 °C, а теплонасос работает соответственно эффективнее.

Нежелательное нагревание рассола в летний период

Если летом используется охлаждающий конвектор для охлаждения помещений, то он работает лучше всего при максимально холодном рассоле. Нагревание рассола коллектором отработавшего воздуха помещений в этом случае является нецелесообразным. Поэтому коллектор отработавшего воздуха помещений может переключаться на летний или зимний режимы.

В режиме «Лето» коллектор отработавшего воздуха помещений работает исключительно для вентиляции. Включается только дутьевой вентилятор, а интегрированный рассольный насос остаётся выключенным.

5.1.1 Расчёт количества отработавшего воздуха помещений

Количество отработавшего воздуха, отводимое из помещений с высокой потребностью в вентилировании (например, из влажных помещений или из помещений с неприятным запахом), зависит от рекомендуемой кратности воздухообмена LW . Например, при кратности воздухообмена 2 в течение одного часа объём воздуха помещения поменяется дважды.

В Таблице 99/1 указаны ориентировочные значения кратности воздухообмена LW , в различных типах помещений с оттоком воздуха. Методика выполнения расчётов представлена ниже.

Ориентировочные значения кратности воздухообмена для разных помещений

Помещение с оттоком воздуха	Кратность воздухообмена LW 1/час
Кухня	1 – 3
Ванная / Душевая	2 – 3
Туалет	3 – 4
Хозяйственные подсобные помещения	1 – 2

99/1 Кратность воздухообмена в помещении

Расчёт количества отработавшего воздуха

Прежде всего, необходимо определить объём воздуха V для каждого помещения с оттоком воздуха:

$$V = A \times H$$

99/2 Формула для расчёта объёма помещения

Расчётные величины (→ 99/2):

- A Площадь помещения, [м²]
- H Высота помещения, в метрах
- V Объём помещения, в [м³]

Объём помещения и желаемая кратность воздухообмена LW определяют **необходимый расход отработавшего воздуха AB_n** для каждого помещения:

$$AB_n = V \times LW$$

99/3 Формула для расчёта необходимого расхода отработавшего воздуха

Расчётные величины (→ 99/3):

- AB_n Необходимый расход отработавшего воздуха, [м³/час]
- LW Кратность воздухообмена, [1/час]
- V Объём помещения, [м³]

Значения необходимого расхода воздуха для каждого отдельного помещения суммируются. Эта сумма должна совпадать с производительностью коллектора отработавшего воздуха помещений АК. В противном случае потребуются или изменить задаваемую кратность воздухообмена LW для некоторых помещений, или же соответственно изменить требуемый расход отработавшего воздуха в отдельных помещениях.

Согласно приведенной ниже формуле, в зависимости от продуктивности коллектора и от требуемых значений расхода отработавшего воздуха, получаем **фактическое значение расхода отработавшего воздуха AB_t** для некоторого помещения:

$$AB_t = AB_n \times \frac{AB_{AK}}{AB_{n, \text{сумма}}}$$

99/4 Формула для расчёта фактического расхода отработавшего воздуха

Расчётные величины (→ 99/4):

- AB_{AK} Продуктивность коллектора отработавшего воздуха
- AB_n Необходимый расход отработавшего воздуха, [м³/час]
- $AB_{n, \text{сумма}}$ Сумма всех необходимых расходов отработавшего воздуха, [м³/час]
- AB_t Фактический расход отработавшего воздуха, [м³/час]

→ В качестве вспомогательного средства для расчёта значений расхода отработавшего воздуха в конкретном проекте может использоваться «Бланк-формуляр» на Стр. 101.

Регулирование расхода отработавшего воздуха в отдельных помещениях

Решение задачи по отводу рассчитанных количеств отработавшего воздуха из помещений обеспечивают соответствующие регуляторы константного объёмного потока (KVR).

Сумма значений количества отработавшего воздуха ($AB_{KVR, \text{сумма}}$), отводимого с помощью регуляторов константного объёмного потока, должна тоже совпадать с производительностью коллектора отработавшего воздуха помещений ($AB_{номп.}$).

Для этого на коллекторе отработавшего воздуха помещений (АК) задаётся тот уровень вентилирования, который покрывает суммарный объёмный поток ($AB_{KVR, \text{сумма}}$), обеспечиваемый регулятором константного объёмного потока (KVR).

При оптимальном расчёте типоразмера коллектор отработавшего воздуха помещений проектируется на 0,4-кратный воздухообмен отапливаемого объёма здания (согласно требованиям EnEV).

5.1.2 Расчёт количества приточного воздуха

В помещениях с притоком воздуха (например, в гостиных и спальнях) воздух поступает снаружи в здание и заменяет собою тот отработавший воздух, который удаляется из этих помещений. То есть, сумма объёмных потоков приточного воздуха согласовывается с суммой объёмных потоков отработавшего воздуха. Количество приточного воздуха зависит от суммы отработавшего воздуха и от рекомендованной кратности вентиляции (LW). В Таблице 100/1 приведены ориентировочные значения кратности вентиляции LW для различных помещений с притоком воздуха. Методика расчёта количества приточного воздуха представлена ниже.

Ориентировочные значения для помещений с притоком воздуха

Помещение с притоком воздуха	Кратность воздухообмена LW , 1/час
Гостиная / Столовая	ок. 1,0
Спальня	
Детская	
Рабочий кабинет	
Помещения с постоянным пребыванием людей	

100/1 Воздухообмен в помещениях с притоком воздуха

Расчёт количества приточного воздуха

Прежде всего необходимо определить объём воздуха V для каждого отдельного помещения с притоком воздуха:

$$V = A \times H$$

100/2 Формула для расчёта объёма помещения

Расчётные величины (→ 100/2):

- A Площадь помещения, [м²]
- H Высота помещения, [м]
- V Объём помещения, [м³]

Объём и желаемая кратность воздухообмена LW определяют необходимое количество приточного воздуха ZU_n для каждого помещения:

$$ZU_n = V \times LW$$

100/3 Формула для расчёта необходимого количества приточного воздуха

Расчётные величины (→ 100/3)

- ZU_n Требуемое количество приточного воздуха, [м³/час]
- LW Кратность воздухообмена, [1/час]
- V Объём воздуха помещения, [м³]

Требуемые количества приточного воздуха для отдельных помещений суммируются. Эта сумма должна совпадать с производительностью коллектора отработавшего воздуха помещений (АК). В противном случае необходимо соответственно изменить задаваемое количество приточного воздуха для каждого помещения.

В зависимости от мощности аппарата и необходимого количества приточного воздуха получаем **фактический расход приточного воздуха ZU_t** для помещения, применив такую формулу:

$$ZU_t = ZU_n \times \frac{AB_{AK}}{ZU_{n, \text{сумма}}}$$

100/4 Формула для расчёта фактического расхода приточного воздуха

Расчётные величины (→ 100/4)

- AB_{AK} Производительность коллектора
- ZU_n Необходимый расход приточного воздуха, [м³/час]
- $ZU_{n, \text{сумма}}$ Сумма значений всех необходимых расходов приточного воздуха, [м³/час]
- ZU_t Фактический расход приточного воздуха, [м³/час]

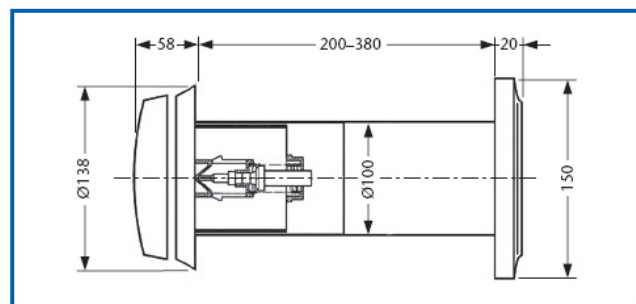
→ В качестве вспомогательного средства для расчёта притока свежего воздуха в конкретном проекте может использоваться «Бланк-формуляр» на Стр. 101.

Регулирование количества приточного воздуха в помещениях

Клапаны приточного воздуха устанавливаются во внешние стены и настраиваются так, чтобы в помещения поступали рассчитанные количества приточного воздуха.

При проектировании клапанов приточного воздуха исходят из предполагаемой потери давления 8 Па в каждом элементе системы притока воздуха.

Особенно удачными для использования являются клапаны, оснащённые шумоизоляцией и фильтром, которые регулируют объёмный поток в зависимости от температуры наружного воздуха через термодатчик и не требуют электрического подключения.



100/5 Клапан приточного воздуха с регулированием по температуре (размеры указаны в мм)

Для предотвращения сквозняка следует размещать клапаны приточного воздуха лучше всего над или рядом с прибором (радиатором) отопления. Кроме того, клапаны приточного воздуха должны располагаться в хорошо доступном месте, например, для чистки или замены фильтра. Выравнивание различных по толщине стен осуществляется раздвижной стеной гильзой клапана приточного воздуха.

Ветрозащитные устройства, уменьшающие приток воздуха при сильном ветре и полностью перекрывающие приток воздуха во время грозы, поставляются как дополнительное оснащение.

5.1.3 Бланк-формуляр для определения количества отработавшего воздуха помещений

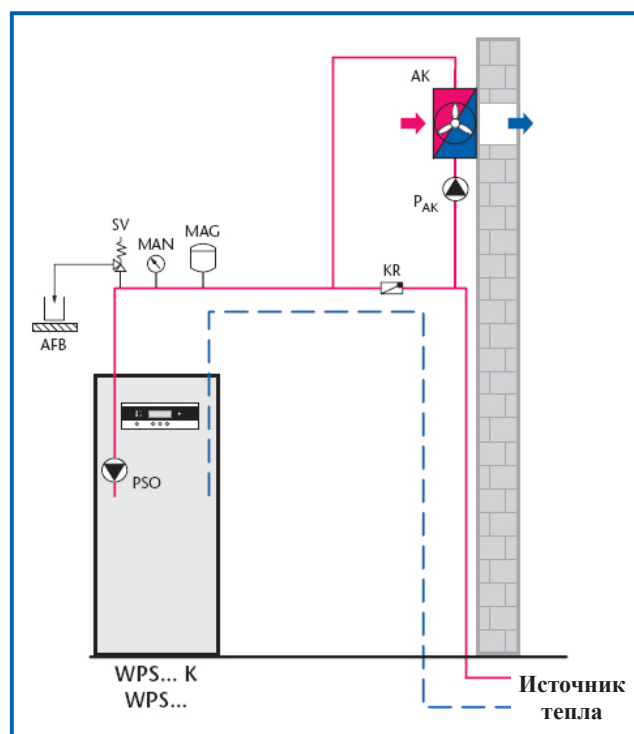
№ п/п	Помещение с отработавшим воздухом	Площадь помещения A м ²	Высота помещения H м ²	Объём помещения V м ³	Кратность воздухообмена LW 1/час	Необходимое количество отработавшего воздуха AB_n м ³ /час	Фактическое количество отработавшего воздуха AB_t м ³ /час	Выбранный ре- гулятор констан- тного объёмного потока AB_{KVR} м ³ /час
						$AB_{n, \text{ сумма}} =$	$AB_{t, \text{ сумма}} =$	$AB_{KVR, \text{ сумма}} =$
						$AB_{AK} =$		
						$AB_{AK} / AB_{n, \text{ сумма}} =$		

5.1.4 Бланк-формуляр для определения количества приточного воздуха помещений

№ п/п	Помещение с приточным воздухом	Площадь помещения A м ²	Высота помещения H м ²	Объём помещения V м ³	Кратность воздухообмена LW 1/час	Необходимое количество приточного воздуха ZU_n м ³ /час	Фактическое количество приточного воздуха ZU_t м ³ /час	Выбранный элемент подачи приточного воздуха ZU_v м ³ /час
						$Z_{n, \text{ сумма}} =$	$ZU_{t, \text{ сумма}} =$	$ZU_{KVR, \text{ сумма}} =$
						$AB_{AK} =$		
						$AB_{AK} / ZU_{n, \text{ сумма}} =$		

5.2 Пример установки с коллектором отработавшего воздуха помещений

Если ожидаются температуры рассола $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, то по месту монтажа у заказчика необходимо установить регулятор температуры защиты от замерзания, который будет блокировать режим охлаждения.



102/1 Пример установки с коллектором отработавшего воздуха помещений АК (сокращения → Стр. 117)

5.3 Охлаждение

→ Информацию о станции пассивного охлаждения PKSt Вы найдёте на Стр. 72 и далее.

Источник тепла теплонасоса как источник холода

Так как рассол имеет сравнительно низкие температуры, он может использоваться в летнее время для охлаждения здания. Рассол подаётся в специальный теплообменник и принимает в нём тепло проходящего через теплообменник отработавшего воздуха помещений. При таком «пассивном охлаждении» компрессор теплонасоса остаётся выключенным, а грунтовая скважина сама обеспечивает требуемые низкие температуры.

Грунтовые коллекторы не являются хорошим источником холода. Они располагаются так близко к земной поверхности, что их температуры в летний период оказываются слишком высокими для охлаждения. Кроме того, дополнительное поступление тепла будет приводить к высыханию и растрескиванию грунта вокруг коллектора. Если из-за этого грунтовой коллектор и грунт потеряют контакт, то в зимний период проявятся негативные последствия для отопления.

Холодопроизводительность

Естественное охлаждение через рассол не будет таким продуктивным, как охлаждение через кондиционер или через специальную установку для вырабатывания холодной воды. Кроме того, не будет происходить увлажнение воздуха (или будет только в незначительной степени).

Температура источника тепла (то есть, источника холода) колеблется в течение всего года и существенно влияет на холодопроизводительность. Поэтому, исходя из накопленного опыта, холодопроизводительность в начале лета при более холодном рассоле будет выше, чем в конце лета.

На температуру источника холода влияет также потребность здания в охлаждении. Большие площади окон или большие внутренние тепловые нагрузки, например, из-за работы освещения или электроприборов приводят к быстрому повышению температуры источника холода.

Расчёт холодопроизводительности

По VDI 2078 можно точно рассчитать холодопроизводительность, т.е. мощность, расходуемую на охлаждение.

→ Для приблизительного расчёта холодопроизводительности (в русле требований VDI 2078) можно воспользоваться «Бланком-формуляром» на Стр. 113.

Пассивное охлаждение

Станция пассивного охлаждения сконструирована для подключения к теплонасосам мощностью от 6 кВт до 17 кВт и системам отопления пола или конвекторам с дутьевым вентилятором. Она состоит из теплообменника, циркуляционного насоса, смесителя, а также материнской платы для регулирования режима охлаждения. В режиме охлаждения система удерживает комнатную температуру в помещении, несмотря на повышение наружной температуры, и создаёт приятный микроклимат.

При пассивном охлаждении компрессор теплонасоса не используется. Вместо него применяется управление охлаждением по расходному потоку рассола. Для охлаждения могут привлекаться все контуры отопления.

Пассивное охлаждение в сочетании с системой отопления пола

При таком теплотехническом решении для охлаждения помещений используется уже имеющаяся система отопления пола. В этой системе не должно быть конденсации. Чтобы не возникало конденсации, необходимо задать достаточно высокую температуру в прямом трубопроводе. Кроме того, систему можно оснастить комнатным кондиционером и реле слежения за влажностью в помещении. Комнатный кондиционер поддерживает температуру в прямом трубопроводе на таком уровне, при котором не возникает конденсации. Реле слежения за влажностью в помещении выключает функцию охлаждения, если всё же конденсация происходит.

5.3.1 Дополнительное оборудование

Наименование		Описание
Комнатный кондиционер		– Тип: «Sauter» EGH130F001N – Комнатный измерительный преобразователь для относительной влажности и температуры
Регулятор для отдельных (обособленных) помещений Отопление / Охлаждение		– Тип «Sauter» NRT210F011 – Комнатный электронный регулятор – 230 Вольт
Электрический распределитель сигналов управления Отопление / Охлаждение		– Тип «Sauter» ASV6F116 – 6-канальный распределитель сигналов управления – с/о-вход (реле на 230 Вольт) – NR-вход (реле на 230 Вольт) – Логика насоса – Трансформатор на 24 Вольт, интегрирован для подключения термоэлектрического реле температуры точки росы.
Тепловой сервопривод миниклапана		– Тип «Sauter» AXT111F200 – 230 Вольт – Монтируется непосредственно на миниклапаны фирм «MNG» и «Heimeier», а также на миниклапаны типа «Sauter» VUL и BUL.
Термоэлектрическое реле температуры точки росы, с измерительным преобразователем		– Тип «Sauter» EGH102F001
Опционально		
Электронный определитель температуры точки росы		– Тип Al-Re NEHR24.401, D4780564 – 24 Вольт
Датчик температуры точки росы		– Тип Al-Re TPS3, SN120000 – В т.ч. кабель 10 м – В т.ч. 2 кабельных соединителя

104/1 Дополнительное оборудование для системы охлаждения

6 Экономичность

6.1 Расчёт инвестиционных и эксплуатационных затрат

Чтобы рассчитать суммарные годовые затраты для отопительной установки необходимо сначала выяснить отдельные статьи расходов:

- инвестиционные затраты (в пересчёте на ежегодные затраты);
- дополнительные издержки;
- затраты на электроэнергию (→ Стр. 106 и далее).

Если инвестиционные затраты пересчитаны на ежегодные долевые взносы и если определены дополнительные издержки и затраты на электроэнергию, то все три статьи расходов суммируются, чтобы определить ежегодные затраты на единицу тепла (например, в кВт-час) – так называемые «затраты на производство тепла».

$$k_{\text{Тепло}} = k_{\text{Инвестиции}} + k_{\text{Затраты на э/энергию}} + k_{\text{Дополн. издержки}}$$

Тогда можно сравнить между собой годовые затраты для различных видов отопительных установок (например, жидкотопливный котёл и теплонасос).

	Ж/т котёл	Тепловой насос
Инвестиции		
Срок эксплуатации	€/год	
Дополнительные издержки	€/год	
Затраты на э/энергию	€/год	
Суммарные затраты =	€/год	

105/1 Сопоставление затрат для отопления жидкотопливным котлом и теплонасосом

→ Формуляры на Стр. 106 и далее позволяют непосредственно определить ежегодный потенциал экономии при установке теплового насоса (в различных режимах эксплуатации) в сравнении с традиционной жидкотопливной котельной установкой.

6.2 Определение инвестиционных затрат

Так как затраты на электроэнергию и дополнительные издержки, как правило, распределяются на протяжении всего года, а инвестиционные затраты необходимы сразу же при установке отопительной установки, то для выполнения расчёта экономичности необходимо пересчитать инвестиционные затраты на ежегодные вложения.

При упрощённом расчёте затрат можно определить ежегодные долевые вложения, разделив инвестицию на количество лет эксплуатации.

Полный расчёт себестоимости дополнительно учитывает также и уплату процентов. При этом в большинстве случаев применяется метод аннуитета, для которого принимается одинаковая отопительная нагрузка.

Тогда ежегодные вложения для инвестиций можно рассчитать по такой формуле:

$$k_{\text{Инвестиции}} = K_{\text{Инвестиции}} \times \frac{z \times (1+z)^n}{(1+z)^n - 1}$$

105/2 Формула для расчёта ежегодных инвестиционных вложений

Расчётные величины:

$k_{\text{Инвестиции}}$	Ежегодная доля инвестиций, в €
$K_{\text{Инвестиции}}$	Инвестиция на начало строительства, в €
z	Процентная ставка
n	Срок эксплуатации, в годах

6.3 Определение дополнительных издержек

Когда сопоставляют затраты для различных типов отопительных установок, то чаще всего речь идёт только о инвестиционных и затратах на энергию. Однако следует учитывать также и круглогодичные дополнительные

издержки, которые возникают, например, вследствие выполнения работ по сервисному договору, подключений силовых линий питания, чистки дымоходов и т.п.

		Жидкотопливный котёл		Тепловой насос	
		Эмпирические данные	Фактические данные	Эмпирические данные	Фактические данные
Расчётная цена счётчика теплового насоса	€			60	
Электроэнергия для циркуляционных насосов / горелок	€	145		35	
Услуги трубочиста, в т.ч. измерение вредных выбросов	€	60			
Сервисный договор	€	140			
Ремонтные работы (1,25 % от затрат на приобретение)	€	55		70	
Страхование содержимого топливного резервуара	€	90			
Проценты на резерв топлива	€	55			
Чистка топливного резервуара (необходимый простой отопительной установки)	€	45			
Сумма дополнительных издержек =	€	590		165	

105/3 Сравнение дополнительных издержек на отопление жидкотопливным котлом и теплонасосом

6.4 Определение затрат на энергию

С помощью формуляров, представленных ниже, можно определить годовые затраты на энергию для теплонасосов в моновалентном, моноэнергетическом и бивалентном режимах, а также отчётливо представить их потенциальные возможности экономии энергии (и, следовательно, экономии затрат) в прямом сопоставлении с жидкотопливной котельной установкой.

→ Годовые затраты на энергию для газовой отопительной установки определяются аналогичным образом, но в большинстве случаев эти затраты получаются больше, чем для жидкотопливной котельной установки.

Тепловые насосы в моновалентном режиме эксплуатации и жидкотопливные котельные установки		Buderus
Отопительная нагрузка Отопительная нагрузка Q_A = Жилая площадь помещений A × Удельная отопительная нагрузка Q_H Отопительная нагрузка Q_A = м ² × кВт/м ² = кВт удельная отопительная нагрузка Q_H = 0,05 кВт/м ² (хорошая теплоизоляция) удельная отопительная нагрузка Q_H = 0,10 кВт/м ² (плохая теплоизоляция)		
Годовая потребность в энергии Годовая потребность в энергии = Отопительная нагрузка Q_A × Количество часов работы за год Годовая потребность в энергии = кВт × час/год = кВт-час/год Пример для годовой наработки = 2000 час/год		
Потребность в дизтопливе Потребность в дизтопливе = Годовая потребность в энергии / (Низшая удельная теплота сгорания H_u × Среднегодовой коэффициент использования) Потребность в дизтопливе = кВт-час/год ÷ кВт-час/л × л/год = л/год Низшая удельная теплота сгорания H_u дизтоплива = 10,08 кВт-час/л Пример для среднегодового коэффициента использования = 0,80		
Моновалентный режим Потребность в энергии для теплонасоса = Годовая потребность в энергии / Годовой коэффициент эффективности β Потребность в энергии для теплонасоса = кВт-час/год ÷ = кВт-час/год		
Расчёт затрат Затраты на дизтопливо = Потребность в дизтопливе × Цена дизтоплива Затраты на дизтопливо = л/год × €/л = €/год Затраты на электроэнергию для теплонасоса = Потребность в энергии для теплонасоса × Цена электроэнергии Затраты на электроэнергию для теплонасоса = кВт-час/год × €/кВт-час = €/год Экономия = Затраты на дизтопливо – Затраты на электроэнергию для теплонасоса Экономия = €/год – €/год = €/год		

Тепловые насосы в моноэнергетическом режиме эксплуатации и жидкотопливные котельные установки	Buderus
Отопительная нагрузка	
Отопительная нагрузка $Q_A = \text{Жилая площадь помещений } A \times \text{Удельная отопительная нагрузка } Q_H$	
Отопительная нагрузка $Q_A = $ $\text{м}^2 \times $ $\text{кВт/м}^2 = $ кВт	
удельная отопительная нагрузка $Q_H = 0,05 \text{ кВт/м}^2$ (хорошая теплоизоляция) удельная отопительная нагрузка $Q_H = 0,10 \text{ кВт/м}^2$ (плохая теплоизоляция)	
Годовая потребность в энергии	
Годовая потребность в энергии = Отопительная нагрузка $Q_A \times \text{Количество часов работы за год}$	
Годовая потребность в энергии = $\text{кВт} \times $ $\text{час/год} = $ кВт-час/год	
Пример для годовой наработки = 2000 час/год	
Потребность в дизтопливе	
Потребность в дизтопливе = Годовая потребность в энергии / (Низшая удельная теплота сгорания $H_u \times \text{Среднегодовой коэффициент использования}$)	
Потребность в дизтопливе = $\frac{\text{кВт-час/год}}{\text{кВт-час/л} \times } = $ л/год	
Низшая удельная теплота сгорания H_u дизтоплива = 10,08 кВт-час/л Пример для среднегодового коэффициента использования = 0,80	
Моноэнергетический режим	
Потребность в энергии для теплонасоса = Годовая потребность в энергии / Годовая работа на отопление f_m	
Потребность в энергии для теплонасоса = $\frac{\text{кВт-час/год}}{\text{кВт-час/год}} \times $ $= $ кВт-час/год	
Пример для годовой работы на отопление f_m (доля теплонасоса в покрытии потребности) = 97 % = 0,97	
Дополнительный электронагрев = Годовая потребность в энергии $\times \text{Доля покрытия потребности дополнительным ТЭНом}$	
Дополнительн. электронагрев = $\text{кВт-час/год} \times $ $= $ кВт-час/год	
Доля покрытия потребности дополнительным электронагревателем = $1 - f_m$ Пример для доли покрытия потребности дополнительным электронагревателем = $1 - 0,97 = 0,03$	
Расчёт затрат	
Затраты на дизтопливо = Потребность в дизтопливе $\times \text{Цена дизтоплива}$	
Затраты на дизтопливо = $\text{л/год} \times $ $\text{€/л} = $ €/л	
Затраты на электроэнергию для теплонасоса = (Потребность в энергии для теплонасоса + Потребность в энергии для дополнительного электронагрева) $\times \text{Цена электроэнергии}$	
Затраты на электроэнергию для теплонасоса = $\text{кВт-час/год} + $ $\text{кВт-час/год} \times $ $\text{€/кВт-час} = $ €/год	
Экономия = Затраты на дизтопливо $- \text{Затраты на электроэнергию для теплонасоса}$	
Экономия = $\text{€/год} - $ $\text{€/год} = $ €/год	

Тепловые насосы в бивалентно-параллельном режиме эксплуатации и жидкотопливные котельные установки

Buderus

Отопительная нагрузка

Отопительная нагрузка Q_A = Жилая площадь помещений A × Удельная отопительная нагрузка Q_H

$$\text{Отопительная нагрузка } Q_A = \boxed{} \text{ м}^2 \times \boxed{} \text{ кВт/м}^2 = \boxed{} \text{ кВт}$$

удельная отопительная нагрузка $Q_H = 0,05 \text{ кВт/м}^2$ (хорошая теплоизоляция)

удельная отопительная нагрузка $Q_H = 0,10 \text{ кВт/м}^2$ (плохая теплоизоляция)

Годовая потребность в энергии

Годовая потребность в энергии = Отопительная нагрузка Q_A × Количество часов работы за год

$$\text{Годовая потребность в энергии} = \boxed{} \text{ кВт} \times \boxed{} \text{ час/год} = \boxed{} \text{ кВт-час/год}$$

Пример для годовой наработки = 2000 час/год

Потребность в дизтопливе

Потребность в дизтопливе = Годовая потребность в энергии / (Низшая удельная теплота сгорания H_u × Среднегодовой коэффициент использования)

$$\text{Потребность в дизтопливе} = \frac{\boxed{} \text{ кВт-час/год}}{\boxed{} \text{ кВт-час/л} \times \boxed{}} = \boxed{} \text{ л/год}$$

Низшая удельная теплота сгорания H_u дизтоплива = 10,08 кВт-час/л

Пример для среднегодового коэффициента использования = 0,80

Бивалентно-параллельный режим

Потребность в энергии для теплонасоса = Годовая потребность в энергии / Годовой коэффициент эффективности β × Годовая работа на отопление f_m

$$\text{Потребность в энергии для теплонасоса} = \frac{\boxed{} \text{ кВт-час/год}}{\boxed{}} \times \boxed{} = \boxed{} \text{ кВт-час/год}$$

Пример для годовой работы на отопление f_m (доля теплонасоса в покрытии потребности) = 90 % = 0,90

Расход дизтоплива для дополнительного нагрева = Годовая потребность в энергии / Низшая удельная теплота сгорания H_u × Доля покрытия дополнительной потребности жидкотопливным котлом

$$\text{Расход дизтоплива для дополнительного нагрева} = \frac{\boxed{} \text{ кВт-час/год}}{\boxed{} \text{ кВт-час/л} \times \boxed{} \times \boxed{}} = \boxed{} \text{ л/год}$$

Доля покрытия дополнительной потребности дизельным котлом = 1 – f_m

Пример для доли покрытия дополнительной потребности дизельным котлом = 1 – 0,90 = 0,10

Расчёт затрат

Затраты на дизтопливо = Потребность в дизтопливе × Цена дизтоплива

$$\text{Затраты на дизтопливо} = \boxed{} \text{ л/год} \times \boxed{} \text{ €/л} = \boxed{} \text{ €/год}$$

Затраты на дизтопливо для дополнительного нагрева = Расход дизтоплива для дополнительного нагрева × Цена дизтоплива

$$\text{Затраты на дизтопливо для дополнительного нагрева} = \boxed{} \text{ л/год} \times \boxed{} \text{ €/л} = \boxed{} \text{ €/год}$$

Затраты на энергию для теплонасоса = Потребность в энергии для теплонасоса × Цена электроэнергии + Затраты на дизтопливо для дополнительного нагрева

$$\text{Затраты на энергию для теплонасоса} = \boxed{} \text{ кВт-час/год} \times \boxed{} \text{ €/кВт-час} + \boxed{} \text{ €/год} = \boxed{} \text{ €/год}$$

Экономия = Затраты на дизтопливо – Затраты на энергию для теплонасоса

$$\text{Экономия} = \boxed{} \text{ €/год} - \boxed{} \text{ €/год} = \boxed{} \text{ €/год}$$

7 Приложения

7.1 Бланк-формуляр для приблизительного определения годового коэффициента эффективности

Ниже показано определение годового коэффициента эффективности β инсталлированной теплонасосной установки. Вычисления основываются на методике упрощённого расчёта с опорой на поправочные коэффициенты $F_{\text{Режим}}$ (F_g) и $F_{\text{Конденсатор}}$ ($F_{\Delta\theta}$) по VDI 4650, а также на коэффициент мощности (коэффициент преобразования) ε по DIN EN 14511.

→ Расчёт годового коэффициента эффективности по VDI 4650 отличается от расчёта по EnEV – DIN V 4701-T10 (1/Коэффициент затратности теплогенератора): Согласно VDI 4650 в расчёт принимается место расположения установки и вспомогательная энергия источника тепла. Согласно EnEV место расположения установки не принимается во внимание, а потребность в дополнительной энергии рассматривается отдельно.

1. Определить верное уравнение для расчёта

- Рассольно-водяной теплонасос (B0/W35)

$$\boxed{} \beta_{\text{Рассольн.ТН}} = \times F_{\text{Конденсатор}} \times \frac{F_{\text{Режим}}}{1,075}$$

2. Определить релевантный коэффициент мощности ε теплонасоса

- Определить нормативную температурную точку, обусловленную особенностями конструкции теплонасоса:
- Применить коэффициент мощности ε , измеренный по DIN EN 14511:

«Рассол / Вода»

Коэффициент мощности (коэффициент преобразования)

$\varepsilon = \boxed{}$ для сочетания «Рассол / Вода»

3. Определить поправочный коэффициент для отклонений перепада температур на конденсаторе

- Определить перепад температур $\Delta\theta_M$, заданный при измерениях на испытательном стенде :
- Определить фактический перепад температур $\Delta\theta_B$ при эксплуатационных условиях:

Перепад температур $\Delta\theta_M$ на конденсаторе = К
при сочетании «Рассол / Вода»

Перепад температур $\Delta\theta_B$ на конденсаторе = К
при сочетании «Рассол / Вода»

- Определить поправочный коэффициент $F_{\text{Конденсатор}}$ ($F_{\Delta\theta}$)
(→ 109/T):

$$F_{\text{Конденсатор}} (F_{\Delta\theta}) = \boxed{}$$

		Перепад температур при эксплуатационных условиях $\Delta\theta_B$							
		3 К	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К	9 К	10 К
Перепад температур $\Delta\theta_M$ при измерениях на испытательном стенде	3 К	1,000	1,010	1,020	1,031	1,041	1,051	1,061	1,072
	4 К	0,990	1,000	1,010	1,020	1,031	1,041	1,051	1,061
	5 К	0,980	0,990	1,000	1,010	1,020	1,031	1,041	1,051
	6 К	0,969	0,980	0,990	1,000	1,010	1,020	1,031	1,041
	7 К	0,959	0,969	0,980	0,990	1,000	1,010	1,020	1,031
	8 К	0,949	0,959	0,969	0,980	0,990	1,000	1,010	1,020
	9 К	0,939	0,949	0,959	0,969	0,980	0,990	1,000	1,010
	10 К	0,928	0,939	0,949	0,959	0,969	0,980	0,990	1,000
	11 К	0,918	0,928	0,939	0,949	0,959	0,969	0,980	0,990
	12 К	0,908	0,918	0,928	0,939	0,949	0,959	0,969	0,980
	13 К	0,898	0,908	0,918	0,928	0,939	0,949	0,959	0,969
	14 К	0,887	0,898	0,908	0,918	0,928	0,939	0,949	0,959
	15 К	0,877	0,887	0,898	0,908	0,918	0,928	0,939	0,949

109/1 Поправочный коэффициент $F_{\text{Конденсатор}}$ для отклонений перепадов температур на конденсаторе

4. Определить поправочный коэффициент для конкретных эксплуатационных условий

- Указать максимальную температуру в прямом трубопроводе для проектно-нормативного дня по DIN 4701

Макс. температура в прямом трубопроводе = °C

- Определить среднюю температуру источника тепла или указать его местоположение

Средняя температура рассола = °C
при сочетании «Рассол / Вода»

- Определить поправочный коэффициент $F_{\text{Режим}} (F_g)$ ($\rightarrow$ 110/1)

$F_{\text{Режим}} (F_g) =$
при сочетании «Рассол / Вода»

		Максимальная температура в прямом трубопроводе $\vartheta_{\text{Прям. трубопр. макс.}}$					
		30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Температура источника тепла, $\vartheta_{\text{Рассол}}$	2 °C	1,161	1,113	1,065	1,016	0,967	0,917
	1 °C	1,148	1,100	1,052	1,003	0,954	0,904
	0 °C	1,135	1,087	1,039	0,990	0,940	0,890
	-1 °C	1,122	1,074	1,026	0,977	0,927	0,877
	-2 °C	1,110	1,062	1,014	0,965	0,915	0,864
	-3 °C	1,099	1,051	1,002	0,953	0,903	0,852

110/1 Поправочный коэффициент $F_{\text{Режим}}$ для рассольно-водяного теплонасоса

5. Рассчитать годовой коэффициент эффективности β , применив коэффициент мощности ε , а также поправочные коэффициенты $F_{\text{Конденсатор}}$ и $F_{\text{Режим}}$

- Рассольно-водяной отопительный тепловой насос (B0/W35)

$$\beta_{\text{Рассольн.ТН}} = \boxed{} \times \boxed{} \times \frac{\boxed{}}{1,075} \times \boxed{}$$

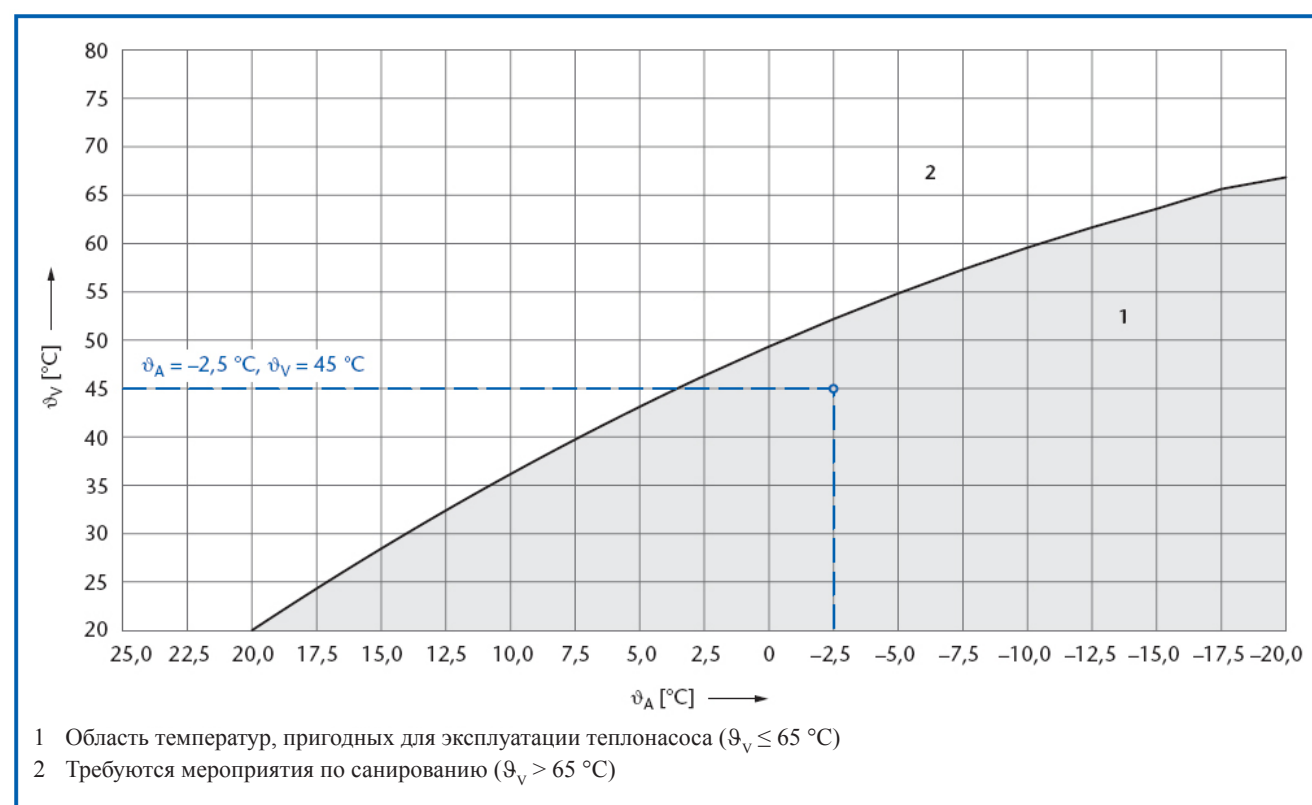
7.2 Бланк-формуляр для определения требуемых системных температур

Определить температуру во время отопительного периода при различных наружных температурах, как указано ниже

- Установить комнатные термостаты во всех помещениях с высокой отопительной нагрузкой (например, в ванной и гостиной) на самую высокую ступень (клапаны полностью открыты!)
- Уменьшать температуру в прямом трубопроводе на котле или на смесительном клапане до тех пор, пока в помещении не установится желаемая температура ок. 20 °C до 22 °C (учитывать инерцию отопительной установки!)
- Задokumentировать температуру в прямом и обратном трубопроводе, а также температуру наружного воздуха в «Бланк-формуляр для результатов измерений» (→ III/1)
- Измеренные значения перенести на Диаграмму III/2
- Прочитать на диаграмме требуемую системную температуру.

		Ход измерений										
		Пример	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура наружного воздуха	°C	-2,5										
Температура в прямом трубопроводе	°C	55										
Температура в обратном трубопроводе	°C	45										
Перепад температур между прямым и обратным трубопроводами	°C	10										

III/1 Бланк-формуляр для результатов измерений



III/2 Диаграмма для определения требуемых системных температур

Пояснения к рисунку:

- ϑ_A Наружная температура
 ϑ_v Температура в прямом трубопроводе

7.3 Бланк-формуляр для определения потребности в горячей расходной воде по DIN 4708-2

Потребность в горячей расходной воде для квартир с центральным снабжением					Проект №:		Дата:			
					Лист №:		Исполнитель:			
Определение коэффициента потребления горячей расходной воды N для проектирования типоразмера бойлера										
Проект										
Примечания										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Порядковый № групп квартир	Количество помещений <i>r</i>	Количество квартир <i>n</i>	Количество пользователей <i>p</i>	<i>n • p</i>	Точки водоразбора (в каждой квартире)			Количество точек водоразбора × Тепловая потребность точек разбора горячей воды, [Вт-час] <i>z • w_v</i>	Вт-час <i>n • p • Σw_v</i>	Примечания
					Количество точек водоразбора <i>z</i>	Краткое описание	Тепловая потребность точек разбора горячей воды, [Вт-час] <i>w_v</i>			
Ход расчёта: Столбец таблицы				3 • 4				6 • 8	5 • 9	
$\Sigma n =$					$\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v) =$					
$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v)}{3,5 \cdot 5820} = \frac{\text{}}{20370 \text{ Вт-час}} = \text{}$										

7.4 Бланк-формуляр для приблизительного расчёта нагрузки на охлаждение согласно VDI 2078

Адрес:				Описание помещения:					
Фамилия:				Длина:		Площадь:			
Улица:				Ширина:		Объём:			
Город:				Высота:		Использование:			
❶ Солнечное облучение через окна и наружные двери									
Ориентация	Окна не защищены			Коэффициент уменьшения. Солнцезащита			Удельная мощность на охлаждение, [Вт/м²]	Площадь окон [м²]	Мощность на охлаждение, [Вт]
	Одинарное застекление	Двойное застекление	Стеклопакет	Внутр. жалюзи	Маркиза	Наружн. жалюзи			
Север	65	60	35	× 0,7	× 0,3	× 0,15			
Северо-восток	80	70	40						
Восток	310	280	155						
Юго-восток	270	240	135						
Юг	350	300	165						
Юго-запад	310	280	155						
Запад	320	290	160						
Северо-запад	250	240	135						
Чердачные окна	500	380	220						
Сумма =									
❷ Стены, полы, потолок, за вычетом уже учтённых окон и дверных проёмов									
Наружная стена		Ориентация		Солнечно [Вт/м²]	Затенено [Вт/м²]	Удельн. мощность на охлаждение, [Вт/м²]	Площадь [м²]	Мощность на охлаждение, [Вт]	
		Север, Восток		12	12				
		Юг		30	17				
		Запад		35	17				
Внутр. стена, смежная с некондиционируемыми помещениями				10					
Пол, смежный с некондиционируемыми помещениями				10					
Потолок	Смежный с некондиционируемыми помещениями, [Вт/м²]	Без изоляции [Вт/м²]		С изоляцией [Вт/м²]					
		Плоская крыша	Скатная крыша	Плоская крыша	Скатная крыша				
	10	60	50	30	25				
Сумма =									
❸ Работающие электрические приборы									
Ощущаемая потребляемая мощность, [Вт]				Коэфф. уменьшения		Мощность на охлаждение, [Вт]			
Освещение				0,75					
Компьютер									
Машины									
Сумма =									
❹ Теплоотдача вследствие присутствия людей в помещении									
Количество				Удельн. мощность на охлаждение, [Вт/чел.]		Мощность на охлаждение, [Вт]			
Без выполнения физической работы – до выполнения лёгкой работы				120					
❺ Сумма мощностей на охлаждение									
Сумма из ❶:		Сумма из ❷:		Сумма из ❸:		из ❹:		Итого: мощность на охлаждение, [Вт]	
+		+		+		=			

7.5 Бланк-формуляр на оформление предварительного предложения по бурению

Специализированное теплотехническое предприятие-инсталлятор:		Факс-заказ			
Адрес:		Отправьте, пожалуйста, этот формуляр по факсу в подразделение Buderus, с которым Вы сотрудничаете.			
Сотрудник-координатор:					
Номер клиента Buderus					
Телефон:	Факс:				
Строительный проект		Простое решение задачи: Внесите все необходимые данные в свободные ячейки и отправьте полностью запол- ненный формуляр в подразде- ление Buderus, с которым Вы сотрудничаете. После этого Вы получите от этого подразделения Buderus предварительное предложе- ние по выполнению буриль- ных работ.			
Наименование (фамилия) заказчика (застройщика)					
Местонахождение	1. Почтовый индекс / Населён- ный пункт				
	2. Улица				
	3. Номер земельного участка / Земельный участок				
Тепловой насос	1. Тип				
	2. «Греющая» мощность, [кВт]				
	3. Число жильцов / домашних хозяйств				
	4. Период полной нагрузки	☐ 1800 час/год Отопление			
		☐ 2100 час/год Отопление и ГВС (обычное)			
	☐ 2400 час/год Отопление и ГВС (комфортное)				
Дата, печать фирмы, подпись		<u>Buderus</u>			

Предметный указатель

0 – 9

3-х-ходовой переключающий клапан 41

Б

Блок арматуры и приборов рассольного контура . . 77

Бойлер-накопитель горячей расходной воды из высокосортной стали 42

Бойлеры SH 290/370/450 RW

Монтажные размеры 61

Установочные размеры 63

Обзор оснащения 60

Диаграмма мощности 63

Технические данные 61–62

Буферный накопитель 8

Буферные накопители P120/200/300/500/750 W

Монтажные размеры 82–83

Обзор оснащения 81

Технические данные 83

В

Вентиляция 98

Годовой коэффициент эффективности 5, 109–110

Грунтовые зонды

Определение основных параметров 26

Скважины для грунтовых зондов 27

Г

Грунтовые коллекторы

Монтаж рассольных контуров 23

Площадь коллектора 21

Длина трубопроводов 21

Стандартный проект 22

Промежутки при укладке труб грунтового коллектора 23

Глубина укладки 23

Группа предохранительных устройств и приборов 78

Грязеуловитель 40

Д

Датчики температуры

Внешние 37

Внутренние 37

Дополнительные издержки 105

Дополнительный электроподогреватель 41

З

Затраты на электроэнергию

Бивалентно-параллельный режим 108

Моноэнергетический режим 107

Моновалентный режим 106

Земля

Основные положения при проектировании 18

Теплоэлектронагревательный стержень 18

Защита от мороза 19

Рассол 20

И

Инвестиционные затраты 105

Испаритель 3, 38–39

Источники тепла

Альтернативные возможности 28

Грунт 7, 18

Геотермические грунтовые коллекторы 7, 21

Геотермический грунтовой зонд 8, 25

Геотермическая колодезная установка 8

К

Коллектор отработавшего воздуха помещений (АК)

Количество отработавшего воздуха помещений . . . 99

Монтажные размеры 69

Пример отопительной установки 70, 102

Обзор оснащения 68

Параметры 70–71

Технические данные 69

Количество приточного воздуха 100

Компрессор 3, 38

Конденсатор 3, 38

Коэффициент затратности 5

Коэффициент затратности теплогенератора 5

Коэффициент мощности (COP)
(коэффициент преобразования) 4

Коэффициента эффективности 5

Н

Насосы 39

Насос контура отопления 49–50, 57–59

Насос хладоносителя 49–50, 57–59

О

Определение основных параметров теплонасосов

Санирование здания 10

Новостройки 9

Отопительная нагрузка 9–10

Отопительный насос 49–50, 57–59

Охлаждение 103, 113

П

Потребность в мощности

Периоды планового отключения электроэнергии местными предприятиями энергоснабжения 13

Предписания 29

Приготовление горячей расходной воды 9

Примеры отопительных установок 84–97

Проектирование бойлера для многоквартирного дома

Коэффициент потребления горячей расходной воды 65

Потребность в горячей расходной воде 65–67, 112

Проектирование бойлера для многоквартирного дома 64

Термическая дезинфекция 64

Просушивание здания 10

Р**Распределитель рассольного контура**

Монтажные размеры	76
Обзор оснащения	75
Диаграмма мощности	76
Технические данные	76
Рассольный насос	49–50, 57–59
Расширительный (дрессельный) клапан	3, 39

Регулирование	36
----------------------	----

Режимы эксплуатации теплонасоса

Бивалентно-альтернативный	6, 17
Бивалентно-параллельный	6, 17
Моноэнергетический	6, 15–16
Моновалентный	6, 14

Реле ограничения давления	39
----------------------------------	----

С**Сервис Buderus в сфере освоения источников тепла**

Предложение по бурению	31, 114
Фирма WQ Management GmbH	31

Системные температуры	10–11, 111
------------------------------	------------

Системы экспресс-монтажа

контуров отопления	79–80
---------------------------	-------

Смотровое окошко	40
-------------------------	----

Список сокращений	117
--------------------------	-----

Стандарты и нормативы	29
------------------------------	----

Станция для заправки рассольного контура	77
---	----

Станция пассивного охлаждения (PKSt)

Монтажные размеры	73
Обзор оснащения	72
Пример инсталляции	74
Диаграмма мощности	74
Технические данные	73

Т

Температура в прямом трубопроводе	9–11
--	------

Тепловой насос

Устройство	35
Функционирование	34
Охлаждение	103, 113
Вентиляция	98
Регулирование	36
Обзор	32

Тепловой насос Logatherm WPS 6/7,5/9/11 K

Монтажные размеры	44
Примеры отопительных установок	84–87, 96–97
Установочные размеры	46
Обзор оснащения	43
Характеристические кривые	49–50
Диаграммы мощности	47–48
Комплект поставки	43
Технические данные	44–45

Тепловой насос Logatherm WPS 6/7,5/9/11/14/17

Монтажные размеры	52
Примеры отопительных установок	88–97
Установочные размеры	54
Обзор оснащения	51
Характеристические кривые	57–59
Диаграммы мощности	55–56
Комплект поставки	51
Технические данные	52–53

У

Устройство подпитки	77
----------------------------	----

Участие специалистов

Бурильно-монтажное предприятие	31
Электрик	31
Специализированное теплотехническое предприятие-инсталлятор	31

Ф

Фильтр-влагоотделитель	40
-------------------------------	----

Фильтр-сборник грязи	40
-----------------------------	----

Э

Эксплуатационные затраты	105
---------------------------------	-----

Список сокращений

	Пояснение		
AFB	Резервуар-уловитель	MAG	Мембранный компенсационный бак
AK	Коллектор отработавшего воздуха помещений	MAN	Манометр
AW	Выход горячей расходной воды	PAK	Насос коллектора отработавшего воздуха помещений
E	Воздухоотводчик (автоматический)	PH	Циркуляционный насос контура отопления
EK	Вход холодной воды	PK	Циркуляционный насос теплогенератора
EZ	Вход контура рециркуляции	PKSt	Станция пассивного охлаждения
FA	Датчик температуры наружного воздуха	PSO	Рассольный насос (насос хладоносителя)
FAN	Анод-протектор	R	Обратный трубопровод
FI	Фильтр	RH	Обратный трубопровод контура отопления
FR	Датчик температуры воздуха в помещении	RS	Обратный трубопровод бойлера
FR1	Комнатный датчик температуры для НК1	SA	Запорный вентиль регулирования потока в трубопроводе
FR2	Комнатный датчик температуры для НК2	SU	Трёхходовой переключающий клапан
FSE	Устройство заправки и промывки рассольного контура	SV	Предохранительный клапан
FV	Датчик температуры в прямом трубопроводе	THV	Термостатический вентиль прибора (радиатора) отопления
FW	Датчик температуры горячей расходной воды	V	Прямой трубопровод
HK	Контур отопления	VH	Прямой трубопровод контура отопления
HK1	Контур 1 отопления	VS	Прямой трубопровод бойлера
HK2	Контур 2 отопления, со смесителем	WPS...	Тепловой насос
HS...	Комплект для экспресс-монтажа контура отопления	WPS... K	Тепловой насос с интегрированным бойлером
HWM	Кожух для греющей воды	WS	Бойлер-накопитель горячей расходной воды с двойными стенками (только для WPS... K)
IS	Изоляция	ZH	Дополнительный электрический подогреватель
KR	Обратный клапан (заслонка) котла		

