

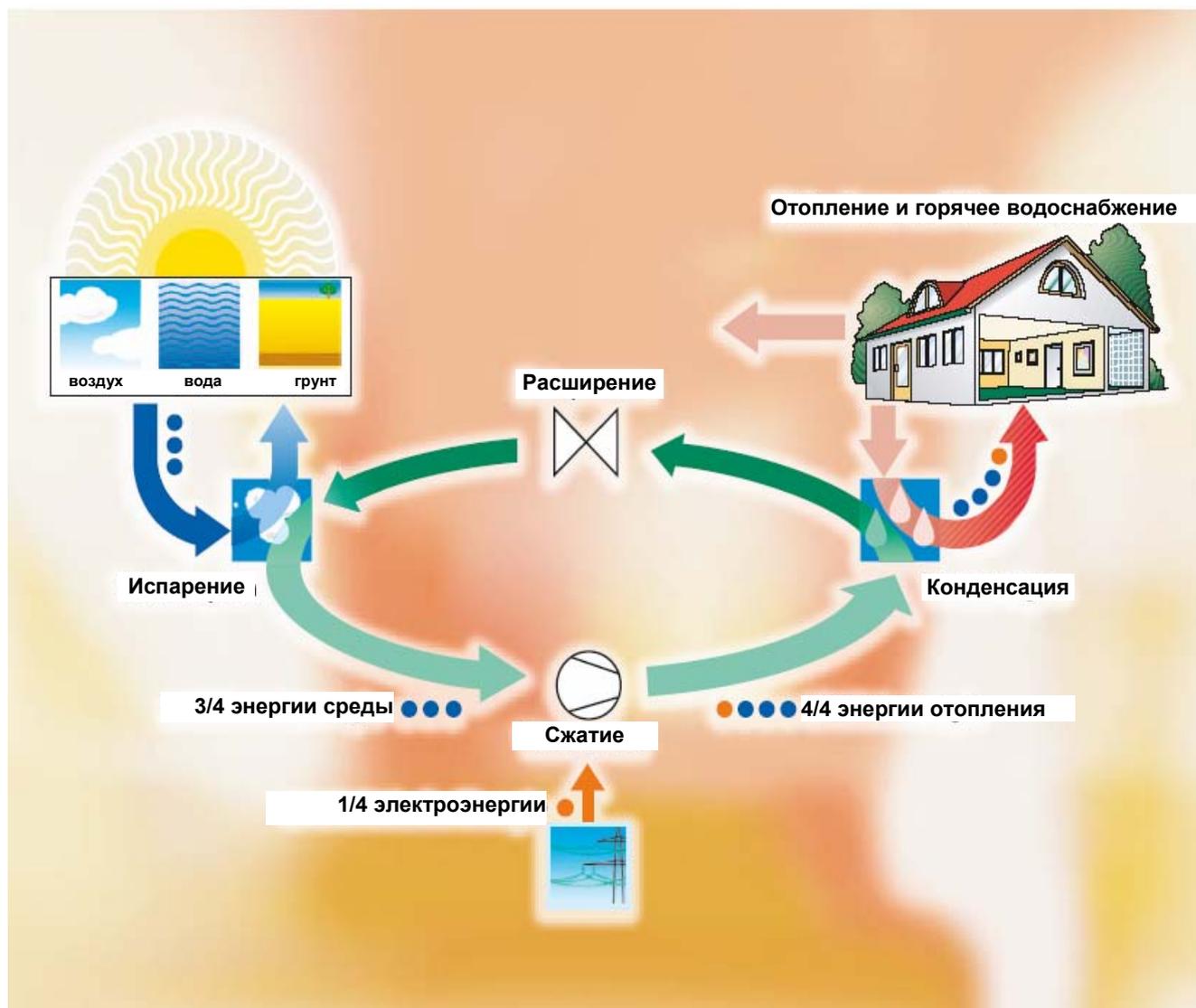


## Справочник по проектированию и монтажу тепловых насосов

Тепло это наша стихия

**Buderus**

## Гениальный принцип теплового насоса



### Условия и предпосылки использования настоящего пособия: „Справочника по проектированию и монтажу тепловых насосов“

Все сведения в настоящем справочнике на момент его появления представляют новейший уровень технологии. Со своей стороны, компания Vudergus не принимает ответственности или гарантии в отношении актуальности, правильности и полноты предоставляемых сведений и данных. Настоящий справочник представляет собой всего лишь пособие при проектировании и монтаже оборудования теплового насоса. В связи с этим он не может и не должен подменять собой профессиональные технические знания. Каждый пользователь обязан тщательно проверить используемые им сведения, в частности, на актуальность, правильность и полноту. Исключаются все претензии на возмещение ущерба. Если это невозможно с точки зрения законодательства, рассмотрение претензий ограничивается случаями грубой халатности и умысла.

Компания Vudergus оставляет за собой право при необходимости проводить изменение, исключение или дополнение предоставленных сведений или данных. Все права, в частности, авторское право, патентное право, права на зарегистрированный промышленный образец и/или на товарный знак, остаются за компанией Vudergus. Содержание настоящего справочника ни полностью, ни частично не может быть размножено, передано третьим лицам и/или опубликовано без предварительного письменного разрешения автора.

**Термины, литература, обозначения и таблицы пересчета ..... V****1 Выбор и определение параметров теплового насоса ..... 10**

1.1	Определение параметров существующих отопительных установок	
	Тепловые насосы для рынка реконструкции.....	10
1.1.1	Теплопотребление отапливаемого здания .....	10
1.1.2	Определение необходимой температуры прямой воды.....	10
1.1.3	Какие реконструктивные мероприятия должны быть затронуты для работы в энергосберегающем режиме с тепловым насосом? .....	11
1.1.4	Выбор источника тепла (реконструкция).....	12
1.2	Тепловые насосы для вновь сооружаемых установок .....	12
1.2.1	Определение теплопотребления здания .....	12
1.2.2	Расчет температур прямой сетевой воды.....	12
1.2.3	Выбор источника тепла .....	12
1.3	Дополнительная потребность в мощности .....	13
1.3.1	Время блокировки со стороны EVU.....	13
1.3.2	Горячее водоснабжение .....	13
1.3.3	Подогрев плавательного бассейна.....	14
1.3.4	Определение мощности теплового насоса .....	14

**2 Воздушно-водяные тепловые насосы ..... 18**

2.1	Воздух как источник тепла.....	18
2.2	Воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки .....	18
2.2.1	Требования к помещению для установки.....	19
2.2.2	Всасывание или сброс воздуха через световые шахты.....	19
2.2.3	Защитные решетки для теплового насоса .....	19
2.2.4	Изоляция стеновых проемов.....	19
2.2.5	Комплект воздушного шланга для воздушно-водяных тепловых насосов (внутренняя установка) .....	20
2.2.6	Воздушные каналы из GFB для воздушно-водяных тепловых насосов (внутренняя установка) .....	21
2.2.7	Проектирование подвода воздуха .....	22
2.2.8	Примеры габаритов стандартных установок .....	22
2.3	Малогабаритный воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки .....	24
2.4	Воздушно-водяные тепловые насосы для наружной установки.....	25
2.5	Техническая информация по воздушно-водяным тепловым насосам для внутренней установки .....	26
2.5.1	Техническая информация по 1-компрессорным тепловым насосам .....	26
2.5.2	Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам .....	27
2.6	Техническая информация по воздушно-водяным тепловым насосам для наружной установки .....	28
2.6.1	Техническая информация по 1-компрессорным тепловым насосам .....	28
2.6.2	Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам .....	29
2.7	Характеристики воздушно-водяных тепловых насосов .....	30
2.7.1	Характеристики WPL 60 I / IL.....	30
2.7.2	Характеристики WPL 80 IR / WPL 80 AR .....	31
2.7.3	Характеристики WPL 120 IR / WPL 120 AR .....	32
2.7.4	Характеристики WPL 150 IR / WPL 150 AR .....	33
2.7.5	Характеристики WPL 190 IR / WPL 190 AR .....	34
2.7.6	Характеристики WPL 220 IR / WPL 220 AR .....	35

2.8	Размеры воздушно-водяных тепловых насосов .....	36
2.8.1	Размеры WPL 60 I / IL .....	36
2.8.2	Размеры WPL 80 IR .....	37
2.8.3	Размеры WPL 120 IR .....	38
2.8.4	Размеры WPL 150 IR .....	39
2.8.5	Размеры WPL 190 IR / WPL 220 IR .....	40
2.8.6	Размеры WPL 80 AR .....	41
2.8.7	Размеры WPL 120 AR .....	42
2.8.8	Размеры WPL 150 AR .....	43
2.8.9	Размеры WPL 190 AR / WPL 220 AR .....	44
2.9	Излучение шума тепловых насосов, установленных снаружи .....	45
<b>3</b>	<b>Рассольно-водяные тепловые насосы .....</b>	<b>46</b>
3.1	Грунт как источник тепла .....	46
3.1.1	Указания по расчету - грунт как источник тепла .....	46
3.1.2	Рассольная жидкость .....	47
3.1.3	Грунтовой тепловой коллектор .....	48
3.1.4	Выбор грунтовых тепловых коллекторов для рассольно-водяных тепловых насосов .....	50
3.1.5	Подземные тепловые зонды .....	50
3.2	Поглотительная система как источник тепла (непрямое использование энергии воздуха или солнца) .....	52
3.3	Техническая информация по рассольно-водяным тепловым насосам .....	53
3.3.1	Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам малогабаритной конструкции .....	53
3.3.2	Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 50 I – WPS 90 I .....	54
3.3.3	Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 120 I – WPS 160 I .....	55
3.3.4	Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 210 I – WPS 680 I .....	56
3.4	Характеристики рассольно-водяных тепловых насосов .....	57
3.4.1	Характеристики WPS 50 I .....	57
3.4.2	Характеристики WPS 70 I / IK .....	58
3.4.3	Характеристики WPS 90 I / IK .....	59
3.4.4	Характеристики WPS 120 I / IK .....	60
3.4.5	Характеристики WPS 140 I / IK .....	61
3.4.6	Характеристики WPS 160 I .....	62
3.4.7	Характеристики WPS 210 I .....	63
3.4.8	Характеристики WPS 320 I .....	64
3.4.9	Характеристики WPS 680 I .....	65
3.5	Размеры рассольно-водяных тепловых насосов .....	66
3.5.1	Размеры WPS 70 IK, WPS 90 IK, WPS 120 IK и WPS 140 IK .....	66
3.5.2	Размеры WPS 50 I, WPS 70 I, WPS 90 I, WPS 120 I и WPS 140 I .....	67
3.5.3	Размеры WPS 160 I и WPS 210 I .....	67
3.5.4	Размеры WPS 320 I .....	68
3.5.5	Размеры WPS 680 I .....	68
<b>4</b>	<b>Водно-водяные тепловые насосы .....</b>	<b>69</b>
4.1	Грунтовые воды как источник тепла .....	69
4.2	Требования к качеству воды .....	70
4.3	Охлаждающая вода, тепловые отходы как источник тепла .....	71
4.4	Техническая информация по водно-водяным тепловым насосам .....	72
4.4.1	Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам для внутренней установки .....	72
4.4.2	Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам для внутренней установки .....	73

4.5	Характеристики водно-водяных тепловых насосов .....	74
4.5.1	Характеристики WPW 90 I.....	74
4.5.2	Характеристики WPW 140 I.....	75
4.5.3	Характеристики WPW 210 I.....	76
4.5.4	Характеристики WPW 270 I.....	77
4.5.5	Характеристики WPW 440 IP .....	78
4.5.6	Характеристики WPW 920 IP .....	79
4.6	Размеры водно-водяных тепловых насосов .....	80
4.6.1	Размеры WPW 90 I, WPW 140 I, WPW 210 I и WPW 270 I .....	80
4.6.2	Размеры WPW 440 IP.....	81
4.6.3	Размеры WPW 920 IP.....	81
<b>5</b>	<b>Установка тепловых насосов .....</b>	<b>82</b>
5.1	Сетевая вода .....	82
5.2	Место установки .....	82
5.3	Шум.....	82
<b>6</b>	<b>Горячее водоснабжение и вентиляция при помощи тепловых насосов .....</b>	<b>85</b>
6.1	Подогрев воды в накопителе горячего водоснабжения .....	85
6.1.1	Накопители горячего водоснабжения других фирм с встроенными теплообменниками .....	85
6.1.2	Накопитель горячего водоснабжения для отопительных тепловых насосов .....	85
6.1.3	Техническая информация по накопителям горячего водоснабжения 300, 400, 500 л .....	88
6.1.4	Достижимые температуры накопителей.....	89
6.1.5	Схема нескольких накопителей горячего водоснабжения.....	90
6.2	Подогрев воды плавательных бассейнов тепловыми насосами.....	90
6.3	Сравнение удобств и затрат при различных возможностях подогрева воды горячего водоснабжения.....	91
6.3.1	Децентрализованное горячее водоснабжение (например, проточные нагреватели) .....	91
6.3.2	Электрический накопитель (режим ночного питания) .....	91
6.3.3	Тепловой насос горячего водоснабжения .....	91
6.3.4	Устройство вентиляции жилья с горячим водоснабжением .....	91
6.3.5	Выводы:.....	91
6.4	Подогрев воды тепловым насосом горячего водоснабжения .....	92
6.5	Техническая информация по тепловым насосам горячего водоснабжения .....	94
6.6	Устройства вентиляции жилья с горячим водоснабжением .....	95
6.7	Основы проектирования установок в системах вентиляции жилья .....	95
6.7.1	Расчет количества воздуха.....	95
6.7.2	Рекомендации по установке устройств вентиляции жилья и размещению приточных и вытяжных шиберов.....	96
6.7.3	Определение общей потери давления.....	97
6.8	Вентиляционный вытяжной тепловой насос WPBL 301WE .....	98
6.9	Техническая информация по вентиляционному вытяжному тепловому насосу WPBL 301WE .....	99
<b>7</b>	<b>Система управления и регулирования .....</b>	<b>100</b>
7.1	Описание регулятора теплового насоса.....	100
7.2	Общее построение меню .....	101

7.3	Размещение датчика на наружной стене .....	106
7.4	Размещение датчика температуры обратной сетевой воды .....	106
7.5	Характеристика датчика по стандарту DIN 44574 .....	106
<b>8</b>	<b>Включение тепловых насосов в отопительную систему .....</b>	<b>107</b>
8.1	Общие указания .....	107
8.1.1	Расширительный сосуд в контуре теплового насоса .....	107
8.1.2	Предохранительный клапан в контуре теплового насоса .....	107
8.1.3	Обратный клапан .....	107
8.1.4	Перепускной клапан .....	107
8.1.5	Безнапорный коллектор .....	108
8.1.6	Буферный накопитель .....	108
8.1.7	Ограничение температуры прямой воды при обогреве пола .....	110
8.1.8	Смеситель .....	110
8.2	Грязь в отопительной установке .....	111
8.3	Отопительный котел с постоянной температурой (смесительное регулирование) .....	111
8.4	Отопительный котел со скользящим регулированием (горелочное регулирование) .....	111
8.5	Котел на твердом топливе .....	112
8.6	Буферный накопитель с поддержанием постоянной температуры .....	112
8.7	Установка тепловых насосов при угрозе замораживания .....	112
8.8	Подогрев воды плавательного бассейна .....	113
8.9	Зарядка накопителя с поддержанием постоянной температуры .....	113
8.10	Схемы включения .....	114
8.10.1	Схема включения источника тепла .....	115
8.10.2	Схема включения для моновалентного режима теплового насоса .....	116
8.10.3	Схема включения для моноэнергетического режима теплового насоса .....	117
8.10.4	Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса .....	120
8.10.5	Схема включения с солнечными коллекторами .....	122
8.10.6	Электрическая схема включения .....	124
<b>9</b>	<b>Пособие для проектирования .....</b>	<b>129</b>
9.1	Сравнение издержек .....	129
9.2	Побочные расходы .....	129
9.3	Сопоставление стоимости энергии .....	129
9.4	Расчетная таблица для ориентировочного определения годового показателя выработки теплового насоса .....	133
9.5	Формуляры расчетов .....	135
9.5.1	Воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки .....	135
9.5.2	Воздушно-водяной тепловой насос для наружной установки .....	136
9.5.3	Расольно-водяной тепловой насос для внутренней установки водно-водяной тепловой насос для внутренней установки .....	137
9.6	Минимальные требования к накопителю горячего водоснабжения / насосу рециркуляции горячего водоснабжения .....	138

## Почему тепловой насос?

Высокая доля ископаемых энергоносителей в нашем энергоснабжении имеет тяжелые последствия для окружающей нас среды. При их сжигании в больших количествах высвобождаются такие вредные вещества, как двуокись серы и окислы азота.

Отопление помещений ископаемыми энергоносителями вносит существенный вклад в выброс вредных веществ, поскольку дорогостоящие меры очистки дымовых газов, – как на современных электростанциях, – реализованы быть не могут. Высокая доля ископаемых энергоносителей в нашем энергоснабжении становится проблематичной вследствие ограниченных запасов нефти и газа.

Способ получения электроэнергии в будущем сдвинется в направлении более регенеративных или же совершенно новых методов производства. Автоматически примите участие в этом развитии, ведь электроэнергия – это ориентированная на будущее энергия привода теплового насоса.

### Что делает тепловой насос?

Тепловой насос представляет собой „транспортное устройство“, которое переводит бесплатную тепловую энергию окружающей среды на более высокий уровень температур.

## Термины

### Оттаивание

Стандартный способ устранения инея и льда с испарителей воздушно-водяных тепловых насосов путем подвода тепла. Воздушно-водяные тепловые насосы с инверсией контура отличаются правильным, быстрым и энергосберегающим оттаиванием.

### Бивалентно-параллельный режим

Бивалентный режим работы (сегодня это обычно бивалентно-параллельный режим) использует два теплогенератора (два энергоносителя), т.е., тепловой насос покрывает теплотребление до определенной предельной температуры (как правило,  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), которое затем поддерживается параллельной циркуляцией второго энергоносителя.

### Кoeffициент цикла Карно

Идеальным эталонным процессом для всех тепловых рабочих процессов является процесс Карно. Для этого идеального (виртуального) процесса получается идеальный коэффициент полезного действия, теоретически более высокий по сравнению с тепловым насосом. Коэффициент цикла Карно учитывает только чистую разность температур между горячей и холодной сторонами.

### Знак качества D-A-SH

В Германии, Австрии и Швейцарии – сертификат тепловых насосов, отвечающих определенным техническим требованиям, имеющих гарантийный срок 2 года, гарантирующий 10-летний срок наличия запчастей, изготовители которых располагают широкой сетью обслуживания клиентов. Помимо того, знак качества свидетельствует о серийном выпуске конструктивного ряда тепловых насосов.

### Как тепловой насос преобразует тепло низкой температуры в тепло высокой температуры?

Он извлекает аккумулированное тепло солнечной энергии из окружающей среды, – грунта, воды (например, грунтовой) и воздуха (например, наружного), – и, с добавлением энергии привода, отдает его в форме тепла в контур отопления и горячего водоснабжения.

Тепло само по себе не может передаваться от более холодного тела к более горячему телу. Оно всегда перетекает от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой (второй закон термодинамики). Поэтому тепловой насос должен переносить тепло, полученное из окружающей среды, на более высокий уровень температур, необходимый для отопления и горячего водоснабжения, используя высокоценную энергию, – например, электроэнергию для приводного двигателя.

Собственно, тепловой насос работает как холодильник. То есть, по той же технологии, но в обратном направлении. Он извлекает из холодной окружающей среды тепло, которое может быть использовано для отопления и горячего водоснабжения.

### EnEV

С 1 февраля 2002 года в Германии вступило в силу 'Постановление об энергосберегающей тепловой изоляции и энергосберегающем оборудовании зданий (Постановление об энергосбережении EnEV)'. Оно заменяет Постановление о тепловой изоляции и отопительных установках. Наряду с принципиальными требованиями ко вновь возводимым зданиям, устанавливаются также сроки замены устаревшего отопительного оборудования.

### Время отключения энергоснабжения

Использование специальных тарифов каждого местного предприятия энергоснабжения (EVU) для тепловых насосов ограничивается отключаемым EVU энергоснабжением. Например, энергопитание может прерываться 3 раза по 2 часа в течение 24 часов. Поэтому суточная тепловая выработка (суточное количество тепла) должно вырабатываться за то время, пока электроэнергия доступна.

### Расширительный клапан

Элемент теплового насоса между конденсатором и испарителем для снижения давления в конденсаторе до давления испарения, соответствующего температуре испарения. Дополнительно, расширительный клапан регулирует подачу хладагента в зависимости от нагрузки испарителя.

### Предельная температура

Наружная температура, при которой подключается 2-й теплогенератор в моноэнергетическом (электронагреватель) и бивалентно-параллельном режиме (например, отопительный котел) для совместного удовлетворения тепловых потребностей здания.

**Годовой показатель выработки**

Соотношение между подведенной в течение года электроэнергией и отданным тепловым насосом количеством тепла соответствует величине годового показателя выработки. Он относится к определенной установке с учетом параметров отопительного оборудования (уровня и разности температур) и не должен отождествляться с коэффициентом мощности.

**Годовой показатель издержек**

Показатель затрат, соответствующий величине, обратной показателю выработки, указывает, какой расход (например, электроэнергии) необходим для достижения определенного эффекта (например, тепловой энергии). Годовой показатель расхода включает в себя и энергию собственных нужд. Для расчета годового показателя расхода существует Предписание VDI 4650.

**Холодильная мощность**

Поток тепла, отбираемый из окружающей среды испарителем теплового насоса.

**Хладагент**

Хладагентом называется рабочее тело холодильной машины или теплового насоса. Под хладагентом понимается жидкость, применяемая для переноса тепла в холодильной установке и воспринимающая тепло при более низкой температуре и более низком давлении, а отдающая тепло при более высокой температуре и более высоком давлении. Безопасными хладагентами называют хладагенты, которые не ядовиты и не горючи.

**Коэффициент мощности**

Отношение между электрической мощностью, потребляемой тепловым насосом, и отдаваемой им тепловой мощностью выражается коэффициентом мощности, который измеряется в лаборатории при стандартизированных граничных условиях (например, для воздуха A2/W35, A2 = температура воздуха на входе +2°C, W35 = температура прямой сетевой воды 35°C) по стандарту EN 255. Коэффициент мощности, равный 3,2, означает при этом, что полезная тепловая мощность, имеющаяся в распоряжении, в 3,2 раза превышает потребляемую электрическую мощность.

**Ig p,h-диаграмма**

Графическое изображение термодинамических свойств рабочего тела (энтальпия, давление, температура).

**Моноэнергетический режим**

В принципе, моноэнергетический режим представляет собой бивалентно-параллельный режим работы, в котором используется лишь один энергоноситель, обычно электроэнергия. Тепловой насос покрывает большую часть потребной тепловой мощности. В некоторые дни, при низких наружных температурах, работа теплового насоса дополняется действием электрического нагревательного элемента.

Выбор параметров теплового насоса для воздушно-водяных тепловых насосов, как правило, осуществляется по предельной температуре (именуемой также точкой бивалентности) около -5 °C.

**Моновалентный режим**

Этот режим работы один покрывает теплопотребление здания в течение всего года на 100%. По мере возможности, такому способу применения должно отдаваться предпочтение.

Обычно рассольно-водяные или водно-водяные тепловые насосы эксплуатируются моновалентно.

**Буферный накопитель**

Принципиально рекомендуется установка буферного накопителя сетевой воды, чтобы увеличить время выбега теплового насоса при незначительном теплопотреблении.

Буферный накопитель действительно необходим для воздушно-водяных насосов, с тем чтобы обеспечить минимальный 10-минутный выбег в режиме оттаивания (стандартный способ устранения инея и льда с испарителя).

**Шум**

В основном, различаются два вида шума – воздушный шум и корпусной шум. Воздушный шум представляет собой шум, распространяющийся по воздуху. Корпусной шум распространяется в твердых материалах или жидкостях и частично излучается в виде воздушного шума. Диапазон слышимости шума лежит от 16 до 16000 Гц.

**Уровень звукового давления**

Уровень звукового давления не является параметром, характеризующим машину, а представляет собой величину, зависящую от удаленности и места измерения.

**Уровень акустической мощности**

Уровень акустической мощности (LWA) представляет собой специфический, характерный для машины и сопоставимый параметр излучаемой акустической мощности теплового насоса. Ожидаемые уровни излучения шума при определенном удалении и акустическом окружении поддаются оценке. Стандарт предусматривает уровень акустической мощности в качестве показателя шума.

**Рассол/рассольная жидкость**

Незамерзающая смесь воды и концентрата антифриза на базе гликоля для применения в подземных тепловых коллекторах и подземных тепловых зондах.

**Испаритель**

Теплообменник теплового насоса, в котором тепло отбирается от источника тепла (воздуха, воды, грунта) за счет испарения рабочего тела при низкой температуре и низком давлении.

**Нагнетатель (компрессор)**

Машина для механической подачи и сжатия газов. В результате сжатия заметно возрастает давление и температура хладагента.

**Конденсатор**

Теплообменник теплового насоса, в котором тепло отдается за счет конденсации рабочего тела.

**Расчет теплотребления**

Для тепловых насосов обязательно требуется точное определение параметров, поскольку установки с завышенными параметрами вызывают повышенные расходы на энергию и отрицательно влияют на экономичность.

Определение теплотребления производится в соответствии с национальными стандартами:

Можно ожидать следующих грубых исходных данных (теплотребление Вт/м<sup>2</sup>):

- старая постройка без специальной теплоизоляции 120 Вт/м<sup>2</sup>
- старая постройка с современной теплоизоляцией 80 Вт/м<sup>2</sup>
- новостройка с хорошей теплоизоляцией 50 Вт/м<sup>2</sup>
- энергосберегающий дом 30 Вт/м<sup>2</sup>

Удельное теплотребление (Вт/м<sup>2</sup>) умножается на отапливаемую жилую площадь. Результат представляет собой общее теплотребление, включающее в себя потребление тепла, как на теплопередачу, так и на вентиляцию.

**Теплопотребляющая установка**

Теплопотребляющая установка оказывает решающее влияние на экономичность отопительной установки с тепловым насосом и должна обходиться как можно более низкими температурами прямой сетевой воды. Она состоит из устройства для транспортировки теплоносителя с горячей стороны теплового насоса к потребителям тепла. В доме для одной семьи, например, установка состоит из трубопроводной распределительной сети, устройств для обогрева пола или же радиаторов отопления, включая все дополнительные устройства.

**Литература**

RWE Energie Bau-Handbuch (12. Ausgabe), VWEW VLG U.Wirtschaftsgesellschaft, ISBN 3-87200-700-9, Frankfurt 1998

Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau (20. Auflage), SPRINGER VERLAG GMBH & CO KG, ISBN 3540677771, Berlin 2001

Breidert, Hans-Joachim; Schittenhelm, Dietmar: Formeln, Tabellen und Diagramme für die Kälteanlagentechnik A. MUELLER JUR.VLG.C.F., ISBN 3788076496, Heidelberg 1999

DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin.

VDI-Richtlinien– Gesellschaft technische Gebäudeausrüstung, Beuth Verlag GmbH, Berlin.

**Узел теплового насоса**

Узел теплового насоса состоит из теплового насоса и оборудования источника тепла. Для рассольно- и водно-водяных тепловых насосов оборудование источника тепла должно устанавливаться отдельно.

**Отопительная установка с тепловым насосом**

Вся установка, состоящая из оборудования источника тепла, теплового насоса и теплопотребляющей установки.

**Источник тепла**

Среда, из которой тепловой насос извлекает тепло.

**Оборудование источника тепла (WQA)**

Устройство для извлечения тепла из источника тепла и транспортировки теплоносителя между источником тепла и тепловым насосом, включая все дополнительные устройства.

**Теплоноситель**

Жидкая или газообразная среда, транспортирующая тепло (например, вода, рассол или воздух).

**Обогрев стеновых панелей**

Омываемый водой обогрев стеновых панелей действует как один большой радиатор и обладает теми же преимуществами, что и обогрев полов. Как правило, температура от 25°C до 28°C достаточна для передачи тепла, которое вносится в помещение преимущественно в виде лучистого тепла.

## Обозначения

Величина	Символ	Ед. изм.	Прочие ед. изм. (определение)
масса	M	кг	
плотность	$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	
время	t	с, час	1 час = 3600 с
объемный расход	$\dot{V}$	м <sup>3</sup> /с	
массовый расход	$\dot{M}$	кг/с	
сила	F	Н	1 Н = 1 кг м/с <sup>2</sup>
давление	p	Н/м <sup>2</sup> ; Па	1 Па = 1 Н/м <sup>2</sup> 1 бар = 105 Па
энергия, работа, тепло (количество)	E, Q	Дж кВтч	1 Дж = 1 Нм = 1 Втс = 1 кг м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup> 1 кВтч = 3600 кДж = 3,6 МДж
энтальпия	H	Дж	
мощность (отопительного) теплового потока	P, $\dot{Q}$	Вт кВт	1 Вт = 1 Дж/с = 1 Нм/с
температура	T	К °С	абсолютная температура, разность температур, температура в °Цельсия
акустическая мощность звуковое давление	$L_{WA}$ $L_{PA}$	dB(re 1 пВт) dB(re 20 мкПа)	уровень звукового давления, уровень акустической мощности
коэффициент полезного действия	K	-	
коэффициент мощности	$\epsilon$ (COP)	-	показатель мощности
показатель выработки	$\beta$		например, годовой показатель выработки
уд. теплоемкость	c	Дж/(кг К)	

## Энергия, содержащаяся в различных видах топлива

Топливо	Теплота сгорания* $H_i(H_u)$	Теплота сгорания** $H_s(H_o)$	Макс. выброс CO <sub>2</sub> (кг/кВтч), отнесенный к	
			низшей теплоте	высшей теплоте
каменный уголь	8,14 кВтч/кг	8,41 кВтч/кг	0,350	0,339
мазут EL	10,08 кВтч/л	10,57 кВтч/л	0,312	0,598
мазут S	10,61 кВтч/л	11,27 кВтч/л	0,290	0,273
природный газ L	8,87 кВтч/нм <sup>3</sup>	9,76 кВтч/нм <sup>3</sup>	0,200	0,182
природный газ H	10,42 кВтч/нм <sup>3</sup>	11,42 кВтч/нм <sup>3</sup>	0,200	0,182
сжиженный газ (пропан) ( $\rho = 0,51$ кг/л)	12,90 кВтч/кг 6,58 кВтч/л	14,00 кВтч/кг 7,14 кВтч/л	0,240	0,220

\*Теплота сгорания  $H_i$  (прежде  $H_u$ )

Теплота сгорания  $H_i$  (именуемая также низшей теплотой сгорания) – это количество тепла, высвобождающееся при полном сгорании, если водяной пар, возникающий при сгорании, удаляется, не принося пользы.

\*\*Теплота сгорания  $H_s$  (прежде  $H_o$ )

Теплота сгорания  $H_s$  (именуемая также высшей теплотой сгорания) – это количество тепла, высвобождающееся при полном сгорании, если водяной пар, возникающий при сгорании, конденсируется, возвращая с пользой теплоту испарения.

**Таблица пересчета ед. измерения энергии**

Ед. измерения	Дж	кВт·ч	ккал
1 Дж = 1 Нм = 1 Вт·с	1	$2,778 \cdot 10^{-7}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$
1 кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6$	1	860
1 ккал	$4,187 \cdot 10^3$	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1

**Таблица пересчета ед. измерения мощности**

Ед. измерения	кДж/ч	Вт	ккал/ч
1 кДж/ч	1	0,2778	0,239
1 Вт	3,6	1	0,86
1 ккал/ч	4,187	1,163	1

**Пересчет давления**

паскаль (Па):	100000
торр (мм рт. ст.):	750,2
бар (бар):	1,000
атмосфера (ат):	0,9869
водяной столб (мм вод. ст.):	10,2

**Таблица пересчета степеней**

Приставка	Обозначение	Величина	Приставка	Обозначение	Величина
дека	дк	$10^1$	деци	д	$10^{-1}$
гекто	г	$10^2$	санци	с	$10^{-2}$
кило	к	$10^3$	милли	м	$10^{-3}$
Мега	М	$10^6$	микро	мк	$10^{-6}$
Гига	Г	$10^9$	нано	н	$10^{-9}$
Тера	Т	$10^{12}$	пико	п	$10^{-12}$
Пета	П	$10^{15}$	фемто	ф	$10^{-15}$
Экса	Е	$10^{18}$	атто	а	$10^{-18}$

**Греческие буквы**

α	Α	альфа	ι	Ι	йота	ρ	Ρ	ро
β	Β	бета	κ	Κ	каппа	σ	Σ	сигма
γ	Γ	гамма	λ	Λ	лямбда	τ	Τ	тау
δ	Δ	дельта	μ	Μ	мю	υ	Υ	ипсилон
ε	Ε	эпсилон	ν	Ν	ню	φ	Φ	фи
ζ	Ζ	дзета	ξ	Ξ	хи	χ	Χ	ши
η	Η	эта	ο	Ο	омикрон	ψ	Ψ	пси
θ	Θ	тета	π	Π	пи	ω	Ω	омега

# 1 Выбор и определение параметров теплового насоса

## 1.1 Определение параметров существующих отопительных установок Тепловые насосы для рынка реконструкции

### 1.1.1 Теплопотребление отапливаемого здания

Для существующих отопительных установок теплопотребление отапливаемого здания должно определяться заново, поскольку отопительная мощность существующего котла вовсе не определяет теплопотребления здания. Как правило, параметры отопительного котла выбраны с запасом, который приводит к завышению мощности теплового насоса. Точный расчет теплопотребления производится по действующим в стране стандартам (например, DIN 4701). Ориентировочное определение может быть выполнено на основании предыдущего энергопотребления, отапливаемой жилой площади и величины удельного теплопотребления.

$$Q_N = \frac{\text{расход мазута} [\text{л/год}]}{250 [\text{л/год} \cdot \text{кВт}]} [\text{кВт}]$$

$$Q_N = \frac{\text{расход природного газа} [\text{м}^3/\text{год}]}{250 [\text{м}^3/\text{год} \cdot \text{кВт}]} [\text{кВт}]$$

Удельное теплопотребление домов на одну-две семьи, построенных в период между 1980 и 1994 годом, составляет ок. 80 Вт/м<sup>2</sup>. Для домов, построенных до 1980 года, на которых не реализованы мероприятия по дополнительной теплоизоляции, оно составляет от 100 Вт/м<sup>2</sup> до 120 Вт/м<sup>2</sup>. При наличии существующих установок следует учитывать их фактическое состояние.

#### Указание:

При необычных пристрастиях в потреблении оценочные методы расчета могут дать существенное отклонение от расчета по стандарту.

### 1.1.2 Определение необходимой температуры прямой воды

В большинстве мазутных и газовых котельных установок термостат котла настраивается на температуру от 70 °С до 75 °С. Столь высокая температура, как правило, необходима только для нужд горячего водоснабжения. Подключенная система регулирования отопительной системы в виде смесительных и термостатических клапанов предотвращает перегрев здания. При последующей установке теплового насоса обязательно должны быть определены действительно необходимые температуры прямой и обратной сетевой воды, чтобы иметь возможность правильно выбрать реконструктивные меры.

Для этого существуют две различные возможности.

#### а) Расчет теплопотребления и теплопотребление каждого помещения известны

В таблицах мощностей отопительных радиаторов указывается мощность в зависимости от температуры прямой и обратной сетевой воды (см. табл. 1.1.а). Помещение, для которого необходима максимальная температура, является определяющим для максимальной температуры прямой воды в системе отопления.

Чугунные радиаторы										
Конструктивная высота	мм	980			580			430		280
Конструктивная глубина	мм	70	160	220	110	160	220	160	220	250
Тепловая мощность каждой секции в Вт, при средней температуре воды T <sub>m</sub>	50 °С	45	83	106	37	51	66	38	50	37
	60 °С	67	120	153	54	74	97	55	71	55
	70 °С	90	162	206	74	99	129	75	96	74
	80 °С	111	204	260	92	126	162	93	122	92
Стальные радиаторы										
Конструктивная высота	мм	1000			600			450		300
Конструктивная глубина	мм	110	160	220	110	160	220	160	220	250
Тепловая мощность каждой секции в Вт, при средней температуре воды T <sub>m</sub>	50 °С	50	64	84	30	41	52	30	41	32
	60 °С	71	95	120	42	58	75	44	58	45
	70 °С	96	127	162	56	77	102	59	77	61
	80 °С	122	157	204	73	99	128	74	99	77

#### б) Экспериментальное определение за отопительный период по следующей диаграмме

Во время отопительного периода температура прямой и обратной воды при полностью открытом термостатическом клапане снижается до тех пор, пока не установится температура помещения ок. 20-22 °С. При достижении желаемой температуры

помещения текущая температура прямой и обратной воды, а также наружная температура отмечаются и наносятся на изображенную ниже диаграмму. При помощи диаграммы по нанесенным значениям может быть считан действительно необходимый уровень температур (минимальная, средняя и максимальная).

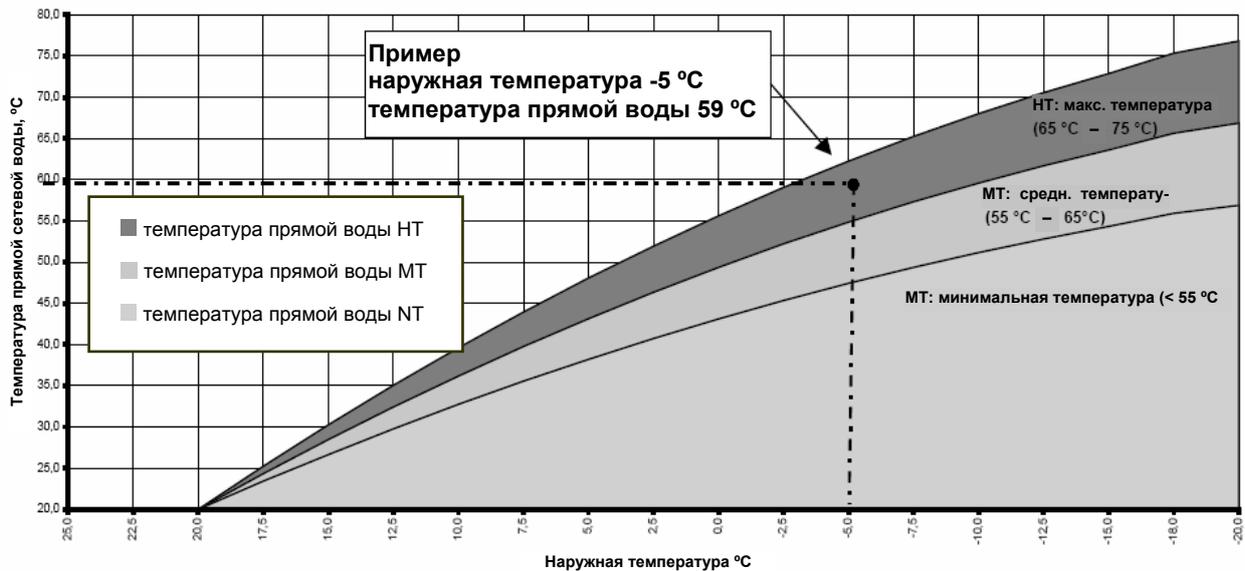


Рис. 1.1.а: Диаграмма для экспериментального определения действительно необходимых температур системы

### 1.1.3 Какие реконструктивные мероприятия должны быть затронуты для работы в энергосберегающем режиме с тепловым насосом?

#### Низкотемпературная система

Температура прямой воды для всех помещений макс. 55 °C

Если необходимая температура прямой воды лежит ниже 55 °C, никакие дополнительные мероприятия не требуются. Для температур прямой воды до 55 °C может использоваться любой низкотемпературный тепловой насос.

#### Среднетемпературная система

Температура прямой воды для некоторых помещений свыше 55 °C

Если необходимая температура лишь в некоторых помещениях превышает 55 °C, то следует принять меры по снижению необходимой температуры прямой воды. Для этого в затронутых помещениях следует заменить радиаторы отопления, чтобы обеспечить возможность применения низкотемпературного теплового насоса.

#### Среднетемпературная система

Температуры прямой воды почти для всех помещений от 55 °C до 65 °C

Если почти для всех помещений необходимы температуры от 55 °C до 65 °C, придется заменить радиаторы отопления почти по всех помещениях, или решиться на использование среднетемпературной отопительной системы.

#### Высокотемпературная система

Температуры прямой воды почти для всех помещений от 65 °C до 75 °C

Если необходимы температуры прямой воды от 65 °C до 75 °C, следует перенастроить или приспособить всю отопительную систему. Если же такая перенастройка невозможна или нежелательна, следует применить высокотемпературную отопительную систему.

Для проектирования тепловых насосов в сфере реконструкции имеется различная проектная документация!

**В принципе, для отопительных установок с тепловыми насосами справедливо:**

Каждый градус снижения температуры прямой сетевой воды  
означает экономию энергопотребления ок. 2,5%.

Снижение теплотребления за счет

- замены окон
  - снижения потерь на вентиляцию
  - теплоизоляции перекрытий, чердаков и фасадов
- при реконструкции отопления с тепловым насосом дает возможность экономии четырьмя различными способами.

**а)** За счет снижения теплотребления может быть установлен меньший и потому более выгодный тепловой насос.

**б)** Сниженное теплотребление приводит к уменьшению годового энергопотребления, которое должно обеспечиваться тепловым насосом.

**с)** Сниженное теплотребление может покрываться при более низких температурах прямой сетевой воды, что улучшает годовой показатель выработки.

**д)** Лучшая теплоизоляция приводит к повышению средней температуры поверхностей, ограждающих помещение. Тем самым тот же комфорт достигается при более низких температурах воздуха в помещении

**Пример:**

Жилой дом с теплотреблением 20 кВт и годовым энергопотреблением 40 000 кВт·ч отапливается водяным отоплением с температурой прямой воды 65 °С (обратная вода 50 °С). За счет дополнительных мероприятий по тепловой изоляции теплотребление снижается на 25% до 15 кВт, а годовое

энергопотребление уменьшается до 30 000 кВт·ч.

Благодаря этому потребная температура прямой воды может быть снижена, примерно, до 55 °С (обратная вода 45 °С), что уменьшает энергопотребление еще на 20 - 25%. При этом общая экономия затрат на энергию для отопительной установки с тепловым насосом составляет ок. 44%.

**1.1.4 Выбор источника тепла (реконструкция)**

На рынке реконструкции существующих домов и прилегающих к ним участков лишь редко возникает возможность сооружения подземного теплового коллектора, подземного теплового зонда или колодезной установки. В большинстве случаев единственным возможным источником тепла остается окружающий воздух.

Воздух в качестве источника тепла имеется в распоряжении повсеместно и всегда может быть использован без специального разрешения. Ожидаемые

показатели годовой выработки ниже, чем для грунтовых или водяных установок, зато и расходы на освоение источника тепла ниже.

Как выбираются параметры оборудования источника для рассольно- и водно-водяных тепловых насосов, см., пожалуйста, в соответствующих главах.

**1.2 Тепловые насосы для вновь сооружаемых установок****1.2.1 Определение теплотребления здания**

Точный расчет максимального часового энергопотребления  $\Phi_h$  осуществляется по действующим в стране стандартам. Ориентировочное определение теплотребления возможно, исходя из величины отапливаемой жилой площади  $A$  (м<sup>2</sup>):

$$\text{Теплопотребление} = \text{отапливаемая площадь} \times \text{уд. теплопотребление}$$

$$[\text{кВт}] \quad \quad \quad [\text{м}^2] \quad \quad \quad [\text{кВт/м}^2]$$

$\Phi_h$	0,03 кВт/м <sup>2</sup>	энергосберегающий дом
$\Phi_h$	0,05 кВт/м <sup>2</sup>	по правилам теплоизоляции 95
$\Phi_h$	0,08 кВт/м <sup>2</sup>	при нормальной теплоизоляции дома (примерно после 1980 г.)
$\Phi_h$	0,12 кВт/м <sup>2</sup>	для старой кладки без специальной теплоизоляции

**1.2.2 Расчет температур прямой сетевой воды**

При расчете системы распределения тепла в отопительной установке с тепловым насосом необходимо обратить внимание на то, чтобы необходимое теплотребление передавалось при как можно более низких температурах прямой сетевой воды, поскольку каждый градус снижения температуры прямой воды приносит экономию теплотребления ок. 2,5%. Идеальными являются большие поверхности нагрева,

как, например, обогрев полов. В целом, чтобы обеспечить возможность использования низкотемпературных тепловых насосов, необходимая температура прямой сетевой воды должна составлять макс. 55 °С. Если потребуются более высокие температуры прямой сетевой воды, должны применяться средне- и высокотемпературные тепловые насосы (см. главу 1.1.3).

**1.2.3 Выбор источника тепла**

Решение о том, будет ли в качестве источника тепла использоваться воздух, рассол (подземный тепловой коллектор, подземный тепловой зонд) или вода (колодезная установка), должно приниматься в зависимости от следующих факторов.

**а) Капитальные затраты**

Наряду со стоимостью теплового насоса и теплопотребляющей установки решающим образом на величину капитальных затрат влияет стоимость освоения источника тепла.

**б) Эксплуатационные расходы**

Ожидаемая величина годового показателя выработки оказывает решающее влияние на эксплуатационные расходы. Они, в первую очередь, определяются типом теплового насоса, средней температурой источника тепла и необходимой температурой прямой сетевой воды отопления.

**Указание:**

Хотя ожидаемая величина годового показателя выработки для воздушно-водяного теплового насоса оказывается ниже, чем для водяных или грунтовых установок, зато и расходы на оборудование источника тепла оказываются меньше.

## 1.3 Дополнительная потребность в мощности

### 1.3.1 Время блокировки со стороны EVU

Большинство предприятий энергоснабжения (EVU) предлагают для тепловых насосов особые соглашения с более выгодными ценами на электроэнергию. Поэтому EVU, в соответствии с Федеральными тарифными правилами, должны иметь возможность отключения и блокировки тепловых насосов на время прохождения пиковой нагрузки в сети энергоснабжения.

На время отключения тепловой насос не участвует в отоплении дома. Поэтому получение энергии сдвигается на время, когда насос деблокирован, следствием чего является необходимость выбора более крупного теплового насоса.

Обычно время блокировки со стороны EVU составляет до 4 часов в сутки, что учитывается коэффициентом 1,2.

#### Выбор размера

Вычисленные значения теплотребления на отопление и на горячее водоснабжение следует сложить. Если отказаться от подключения 2-го генератора тепла на время блокировки, то сумма величин теплотребления должна быть умножена на поправочный коэффициент  $f$ :

### 1.3.2 Горячее водоснабжение

При обычных требованиях, предъявляемых к комфорту, следует исходить из потребления 80 - 100 литров на человека в сутки горячей воды с температурой 45 °С. В этом случае должна учитываться отопительная мощность 0,2 кВт на человека.

#### Указание:

При выборе размеров следует исходить из максимально возможного числа людей и учитывать дополнительно особые привычки пользователей (например, ванну Whirlpool).

Суммирование энергопотребления на горячее водоснабжение с отопительным теплотреблением не требуется, если нагрев воды в системе горячего водоснабжения в расчетной точке (например, глубокой зимой) осуществляется не отопительным тепловым насосом.

#### Основа расчета:

$$f = \frac{24 \text{ ч}}{\text{время включения}} = \frac{24 \text{ ч}}{24 \text{ ч} - \text{время блокировки}}$$

Время блокировки (общее)	Поправочный коэффициент
2 ч	1,1
4 ч	1,2
6 ч	1,3

**Таблица 1.3.а:** Поправочный коэффициент  $f$ , учитывающий время блокировки

В общем случае для домов массивной конструкции, особенно при обогреве полов, достаточно существующей аккумулирующей емкости, чтобы преодолеть даже длительное время блокировки с минимальной потерей комфорта, что позволяет отказаться от подключения второго генератора тепла (например, отопительного котла). Однако, вследствие необходимости повторного разогрева аккумулирующей массы, необходимо повышение мощности теплового насоса.

#### Трубопроводы рециркуляции

Трубопроводы рециркуляции на установке повышают теплотребление на нужды горячего водоснабжения. Это повышение зависит от протяженности трубопроводов рециркуляции и качества их тепловой изоляции, и должно соответственно учитываться. Если вследствие большой протяженности трубопроводов нельзя отказаться от рециркуляции, то следует использовать насос рециркуляции, который при необходимости включается датчиком расхода. Теплотребление трубопровода рециркуляции может оказаться существенным.

#### Важное указание:

Согласно правилам EnEV удельное теплотребление системы распределения питьевой воды зависит от полезной площади и применяемой рециркуляции. При величине полезной площади 150 м<sup>2</sup> и распределении в отапливаемой зоне удельное теплотребление при наличии рециркуляции увеличивается примерно вдвое:

- с рециркуляцией 9,8 [кВтч/м<sup>2</sup> год]
- без рециркуляции 4,2 [кВтч/м<sup>2</sup> год]

### 1.3.3 Подогрев плавательного бассейна

#### Открытый бассейн

Теплопотребление на подогрев воды открытого плавательного бассейна в сильной степени зависит от индивидуальных предпочтений.

Оно может - по порядку величины - соответствовать теплопотреблению жилого дома и в подобных случаях должно рассчитываться отдельно.

Если же подогрев осуществляется лишь время от времени летом (когда отопление не работает), то в определенных обстоятельствах вышеуказанное теплопотребление не требует учета.

Ориентировочное определение теплопотребления зависит от розы ветров бассейна, температуры бассейна, климатических условий, времени использования и от наличия покрытия поверхности бассейна.

	Температура воды		
	20 °C	24 °C	28 °C
с покрытием *	100 Вт/м <sup>2</sup>	150 Вт/м <sup>2</sup>	200 Вт/м <sup>2</sup>
без покрытия защищенное положение	200 Вт/м <sup>2</sup>	400 Вт/м <sup>2</sup>	600 Вт/м <sup>2</sup>
без покрытия частично защищенное положение	300 Вт/м <sup>2</sup>	500 Вт/м <sup>2</sup>	700 Вт/м <sup>2</sup>
без покрытия незащищенное положение (ветер)	450 Вт/м <sup>2</sup>	800 Вт/м <sup>2</sup>	1000 Вт/м <sup>2</sup>

\* Уменьшенные значения для бассейнов с покрытием относятся только к частным плавательным бассейнам с использованием до 2 ч в сутки.

**Таблица 1.3.b:** Ориентировочные значения теплопотребления открытых бассейнов при использовании с мая по сентябрь

Для первоначального подогрева бассейна до температуры свыше 20 °C требуется количество тепла ок. 12 кВтч/м<sup>3</sup> объема бассейна. Таким образом, в зависимости от размеров бассейна и установленной отопительной мощности на подогрев потребуется от одного до трех дней.

### 1.3.4 Определение мощности теплового насоса

#### 1.3.4.1 Воздушно-водяной тепловой насос (моноэнергетический режим)

Воздушно-водяные тепловые насосы эксплуатируются, преимущественно, как моноэнергетические установки. При этом тепловой насос должен полностью покрывать теплопотребление до наружной температуры ок. -5 °C (точка бивалентности). При более низких температурах и повышенном теплопотреблении автоматически подключается электрический теплогенератор.

Выбор мощности теплового насоса, особенно в моноэнергетических установках, определяет величину капитальных вложений и величину годовых издержек на отопление. Чем выше мощность теплового насоса, тем выше инвестиции и тем ниже годовые издержки на отопление.

#### Закрытый бассейн

##### • Отопление помещения

Отопление помещения обычно осуществляется радиаторами или подогревом полов, и/или отопительным регистром в осушительно-вентиляционной установке. В обоих случаях необходим расчет теплопотребления – в зависимости от технического решения.

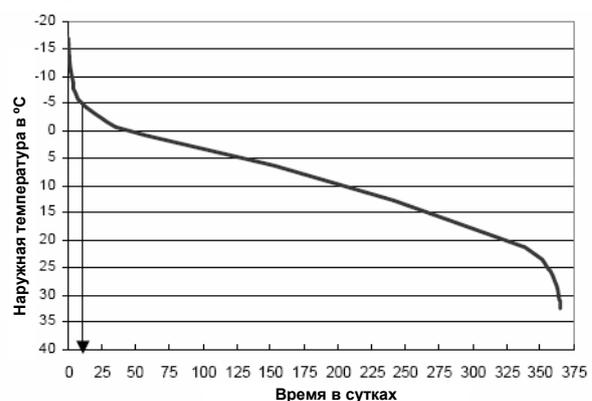
##### • Подогрев воды плавательного бассейна

Теплопотребление зависит от температуры воды в бассейне, от разности температур воды и помещения, а также от степени использования бассейна.

Температура помещения	Температура воды		
	20 °C	24 °C	28 °C
23 °C	90 Вт/м <sup>2</sup>	165 Вт/м <sup>2</sup>	265 Вт/м <sup>2</sup>
25 °C	65 Вт/м <sup>2</sup>	140 Вт/м <sup>2</sup>	240 Вт/м <sup>2</sup>
28 °C	20 Вт/м <sup>2</sup>	100 Вт/м <sup>2</sup>	195 Вт/м <sup>2</sup>

**Таблица 1.3.c:** Ориентировочные значения теплопотребления закрытых бассейнов

В частных бассейнах с покрытием и при использовании макс. 2 часа в сутки эти мощности могут быть сокращены до 50%.



**Рис. 1.3.a:** Годовой ход наружной температуры

Рис. 1.3.a изображает годовой ход наружной температуры.

Соответственно получается менее 10 дней в году с наружной температурой ниже  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Из опыта известно, что следует стремиться к мощности теплового насоса, которая при граничной тем-

пературе (или в точке бивалентности) ок.  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  пересекает отопительную характеристику.

При таком расчете по стандарту DIN 4701 ч. 10 для установки, работающей в бивалентно-параллельном режиме, получается доля 2-го теплогенератора (например, нагревательного элемента), равная 2%.

Точка бивалентности [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3
Доля покрытия [-] при бивалент.-парал. режиме	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96
Доля покрытия [-] при бивалентн.-переменном режиме	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,87	0,83

Точка бивалентности [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Доля покрытия [-] при бивалент.-парал. режиме	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,77	0,70	0,61
Доля покрытия [-] при бивалентн.-переменном режиме	0,78	0,71	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,19

**Таблица 1.3.d:**

Доля теплового насоса в покрытии теплопотребления моноэнергетической или бивалентной установки в зависимости от точки бивалентности и режима работы

**Пример:**

При точке бивалентности  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в бивалентно-параллельном (моноэнергетическом) режиме работы доля теплового насоса получается ок. 98%.

### 1.3.4.2 Пример расчета воздушно-водяного теплового насоса

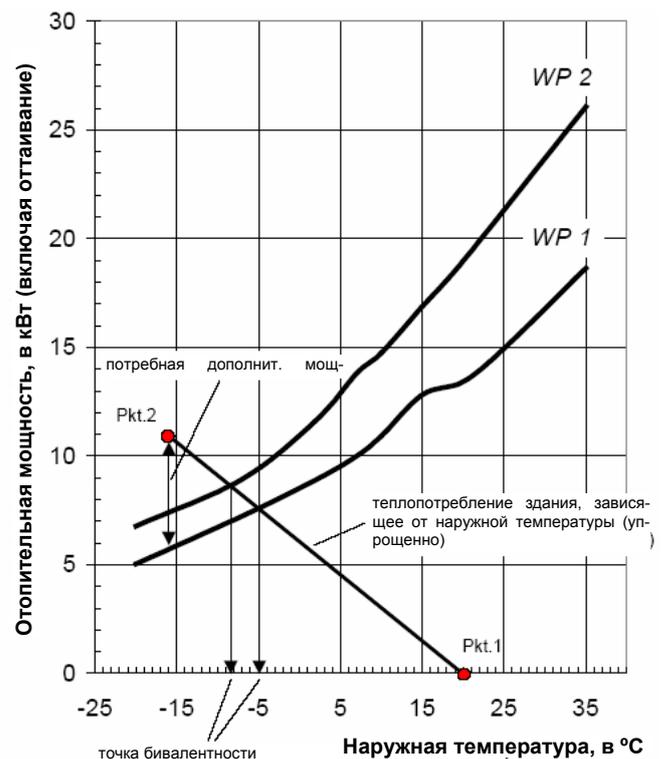
- Моноэнергетический режим работы: тепловой насос с электрическим нагревательным элементом
- Отопительная система с максимальной температурой прямой сетевой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Выбранное теплопотребление отапливаемого здания **9,0 кВт**
- Выбранное дополнительное теплопотребление для нужд горячего водоснабжения и подогрева воды плавательного бассейна

(теплопотребление здания + дополнительное теплопотребление)  $\times$  коэффициент  $f$  из табл. 1.3.1 (например, для времени блокировки 2 ч) =  $(9,0\text{ кВт} + 1\text{ кВт}) \times 1,1 =$

**11,0 кВт**

= необходимая тепловая мощность теплового насоса при стандартной наружной температуре, принятой по стандартам, действующим в стране.

Выбор размеров теплового насоса осуществляется исходя из теплопотребления здания, зависящего от наружной температуры (упрощенно представленного прямой линией на диаграмме отопительной мощности), и кривых тепловой мощности тепловых насосов. При этом прямая теплопотребления здания, зависящая от наружной температуры проводится для выбранной температуры помещения от абсциссы (оси  $x$ ) (точка 1, соответствующая наружной температуре) до вычисленной тепловой мощности (точка 2) при стандартной наружной температуре, принятой по стандартам, действующим в стране.



**Рис. 1.3.b:** Кривые отопительной мощности двух воздушно-водяных тепловых насосов различной тепловой мощности при температурах прямой сетевой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и теплопотреблении здания, зависящем от наружной температуры.

Пример на рис. 1.3.b с общим теплопотреблением здания 11,0 кВт при стандартной наружной температуре  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выбранной температурой помещения  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  наглядно показывает порядок действий. Диаграмма изображает кривые отопительной мощности двух тепловых насосов при температуре прямой сетевой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Точки пересечения (граничная

температура или точки бивалентности) прямой теплотребления здания, зависящей от наружной температуры, с кривыми отопительной мощности тепловых насосов (WP) лежат ок.  $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  для WP 1 и ок.  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  для WP 2. Для выбранного примера следует использовать WP 1. Чтобы могло осуществляться круглогодичное отопление, разница между теплотреблением здания, зависящим от наружной температуры, и тепловой мощностью теплового насоса при соответствующей температуре воздуха на входе должна компенсироваться дополнительной электрической мощностью.

**Расчет электрической дополнительной мощности:**

Общее теплотребление в самый холодный день  
 – тепловая мощность теплового насоса в самый холодный день  
 = мощность электрического нагревательного элемента

Пример:

$$11\text{ кВт} - 5,5\text{ кВт} = 5,5\text{ кВт}$$

теплотребление здания при $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$	тепловая мощность WP при $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$	мощность электрического нагревателя
---	--	-------------------------------------

Для выбранного примера должен быть выбран WP 1 с электрическим нагревателем мощностью  $6,0\text{ кВт}$ .

**1.3.4.3 Водно-водяной и рассольно-водяной тепловой насос (моновалентный режим)**

Общее теплотребление = \_\_\_ кВт  
 = тепловой мощности теплового насоса при W10, W35<sup>‡</sup> или BO W35<sup>‡</sup>

‡ Для моновалентных установок расчет следует относить к максимальной температуре прямой сетевой воды и к минимальной температуре источника тепла!

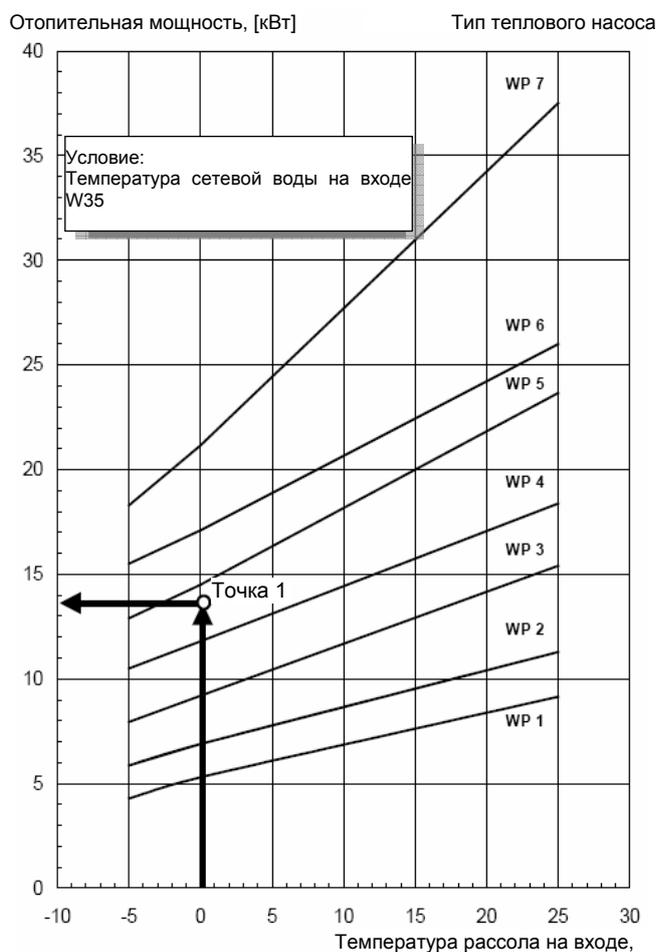
Действительную тепловую мощность водно-водяного и рассольно-водяного теплового насоса при каждой температуре прямой сетевой воды см., пожалуйста, техническую информацию.

Пример:

- Моновалентный режим для отопительной системы с максимальной температурой прямой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Выбранное теплотребление отапливаемого здания **10,6 кВт**
- Теплотребление здания и оборудования  $\times$  коэффициент  $f$  из табл. 1.3.a (при времени блокировки, например, 6 ч;  $f = 1,3$ ) = фиктивное общее теплотребление.

Общее теплотребление =  $10,6\text{ кВт} \times 1,3 = 13,8\text{ кВт}$   
 = тепловой мощности теплового насоса

Рис. 1.3.c изображает кривые отопительной мощности рассольно-водяных отопительных насосов. Следует выбрать тепловой насос, отопительная мощность которого лежит выше точки пересечения характеристики общего теплотребления и температуры имеющегося в распоряжении источника тепла.



**Рис. 1.3.c** Кривые отопительной мощности рассольно-водяных тепловых насосов различной мощности при температуре прямой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При общем теплотреблении  $13,8\text{ кВт}$  и минимальной температуре рассола  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  для получения максимальной необходимой температуры прямой воды  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  следует выбрать кривую мощности WP 5. При указанных выше граничных условиях такой насос дает тепловую мощность  $14,5\text{ кВт}$ .

#### 1.3.4.4 Водно-водяной и рассольно-водяной тепловой насос (моноэнергетический режим)

Моноэнергетические рассольно-водяные или водно-водяные установки тепловых насосов оснащаются вторым, тоже электрическим теплогенератором, например, буферным накопителем с электрическим нагревательным элементом. Проектирование моноэнергетических рассольно-водяных или водно-водяных установок тепловых насосов должно осуществляться лишь в исключительных случаях, когда вследствие отключения со стороны EVU требуется очень большая добавка мощности или когда, исходя из ассортимента тепловых насосов, приходится выбирать тепловой насос с мощностью, существенно превосходящей общее теплопотребление. Помимо этого, моноэнергетический режим предлагается для первого отопительного сезона, когда просушка нового здания приходится на осень или зиму.

##### Мощность теплового насоса

Выбор отопительной мощности теплового насоса должен осуществляться для граничной температуры ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Отсюда, в зависимости от принятой за основу самой низкой наружной температуры, получают мощность теплового насоса, составляющая, примерно, от 75% до 95% общего теплопотребления.

##### Размер источника тепла

При использовании грунта в качестве источника тепла выбор подземного теплового коллектора или же подземного теплового зонда должен осуществляться исходя из общего теплопотребления, чтобы обеспечивалось оттаивание обледенения весной. При выборе источника грунтовых вод для водно-водяного теплового насоса помимо стандартных критериев проектирования для моноэнергетического режима не требуется учет никаких других условий.

#### 1.3.4.5 Воздушно-водяной тепловой насос (бивалентный режим)

В бивалентно-параллельном режиме (старая застройка) тепловой насос поддерживается вторым теплогенератором (мазутным или газовым котлом), начиная с точки бивалентности  $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Зачастую более целесообразным оказывается проект с небольшим тепловым насосом, поскольку доля его в годовой отопительной выработке при этом практически не меняется. Предпосылкой для этого является планирование длительного бивалентного режима работы установки.

##### Указание:

Опыт показывает, что в бивалентных системах, используемых при реконструкции, существующий мазутный или газовый котел через несколько лет по различным причинам и выводится из эксплуатации. Поэтому проектирование должно обязательно осуществляться аналогично моноэнергетической установке (с точкой бивалентности ок.  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) с подключением буферного накопителя в контур прямой сетевой воды.

#### 1.3.4.6 Водно-водяной и рассольно-водяной тепловой насос (бивалентный режим)

Для бивалентного режима водно-водяных и рассольно-водяных тепловых насосов, в принципе, сохраняются те же самые зависимости, что и для воздушно-водяных тепловых насосов. (В зависимости от

системы оборудования источника тепла должны учитываться другие факторы, влияющие на выбор.)

Поэтому, лучше всего, обратиться к нашим специалистам по системам тепловых насосов

#### 1.3.4.7 Просушка здания

При строительстве зданий обычно используется большое количество воды для нанесения раствора, штукатурки, гипса и обоев. Помимо того, влажность здания может быть заметно увеличена вследствие дождя. Благодаря высокой влажности сооружения теплопотребление дома во время обоих первых отопительных сезонов увеличивается. Тепловой насос не рассчитан на повышенное теплопотребление во время сушки здания. Поэтому дополнительное теплопотребление должно покрываться специальными устройствами, предоставляемыми заказчиком. В связи

с этим, при скромной отопительной мощности теплового насоса и необходимости просушки здания осенью или зимой, рекомендуется, в особенности при использовании рассольно-водяных тепловых насосов, устанавливать дополнительный электрический нагревательный элемент. Последний должен включаться только во время первого отопительного сезона рассольно-водяных тепловых насосов по температуре прямого потока рассола (ок.  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) или по достижении граничной температуры (от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

## 2 Воздушно-водяные тепловые насосы

### 2.1 Воздух как источник тепла

#### Диапазон применения воздушно-водяного теплового насоса

-20°C ... + 35°C

#### Доступность

- неограниченная

#### Возможность использования

- моноэнергетический режим
- бивалентно-параллельный (или частично-параллельный) режим
- бивалентно-переменный режим

#### Издержки освоения при наружной установке:

- земляные работы
- строительные работы

#### Особое внимание уделить

- изолированным трубам отопления при подземной прокладке
- шуму
- сливу конденсата

#### Издержки освоения при внутренней установке:

- подвод воздуха (например, каналы)
- строительные работы

#### Особое внимание уделить

- месту установки
- подводу воздуха
- шуму
- сливу конденсата

### 2.2 Воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки

#### Общие положения

Воздушно-водяной тепловой насос нельзя устанавливать в жилой зоне здания. В предельном случае через тепловой насос прогоняется наружный воздух с температурой до -20 °С. В помещениях с высокой влажностью воздуха, как, например, в хозяйственных помещениях, в области стеновых проемов и подключения воздушных каналов это может приводить к образованию конденсата и к ущербу для сооружения. Поэтому лучше подходят для этой цели неотапливаемые помещения, например, подвал, техническое помещение, гараж. При установке теплового насоса на одном из верхних этажей следует проверить несущую способность перекрытия и, из соображений акустики, очень тщательно спроектировать виброизоляцию. Установку на деревянном перекрытии следует отклонить.

#### Подставной накопитель

Для тепловых насосов внутренней установки WPL 80 IR, WPL 120 IR и WPL 150 IR рекомендуется подставной накопитель на 140 литров, поскольку он увеличивает общую строительную высоту теплового насоса и позволяет устанавливать воздушные каналы под толчком.

#### Буферный накопитель

Схема воздушно-водяного теплового насоса требует буферного накопителя, чтобы гарантировать оттаивание испарителя (пластинчатого теплообменника) путем обращения направления циркуляции. Дополнительно, установка буферного накопителя удлиняет время работы теплового насоса при незначительном теплотреблении.

#### Рекомендации по установке

Предпочтительна установка воздушно-водяного теплового насоса на открытом воздухе. Благодаря невысоким требованиям к фундаменту и исключению воздушных каналов это представляет собой эффективный и недорогой вариант установки. Если установка на открытом воздухе невозможна, то следует иметь в виду, что в помещениях с высокой влажностью воздуха на тепловом насосе, воздушных каналах и особенно в стеновых проемах возможно образование конденсата. При влажности воздуха в помещении свыше 50% и наружных температурах ниже 0 °С, несмотря на хорошую теплоизоляцию, нельзя исключать возможность выпадения влаги.

#### Внимание!

Всасываемый воздух не должен содержать аммиака. Не допускается использование воздуха, отсасываемого из помещений для животных.

#### Подвод воздуха

Для эффективной и безотказной работы установленный внутри воздушно-водяной тепловой насос должен снабжаться достаточно большим объемным расходом воздуха. Расход, в первую очередь, определяется тепловой мощностью теплового насоса и составляет от 2500 до 9000 м³/ч (см. главу 2.5). Должны соблюдаться минимальные размеры воздушного канала. Подвод воздуха от точки всасывания до теплового насоса и до выпуска во избежание излишнего сопротивления воздуха должен выполняться, по возможности, обтекаемым. Общая потеря давления – как сумма местных потерь давления, – не должна превышать величины, указанной в технической информации (глава 2.5). Следует учитывать, среди прочего, решетки, световые шахты, колена и воздушные каналы или шланги.

#### Указание:

Чтобы соблюсти максимально допустимые потери давления, подвод воздуха в помещении должен держать макс. два колена 90°. При отклонении от стандартных установок (глава 2.2.8) или при использовании узлов других фирм следует проверить величину минимального расхода воздуха.

## 2.2.1 Требования к помещению для установки

### Слив конденсата

Конденсат, выпадающий во время работы, должен отводиться без замораживания. Для обеспечения безукоризненного стока тепловой насос должен стоять горизонтально. Трубка отвода конденсата должна иметь диаметр не менее 50 мм и должна отводиться в канализационный канал, позволяющий сбрасывать и большие количества воды. Оттаивание производится до 16 раз в сутки, и при каждом из них выпадает до 3 литров конденсата.

### Вентиляция

Помещение для установки теплового насоса должно вентилироваться, по возможности, наружным воздухом, чтобы влажность воздуха оставалась низкой и предотвращалось образование конденсата. В частности, при просушке здания и первом вводе в эксплуатацию конденсат может образовываться на холодных деталях.

### Внимание:

Тепловой насос нельзя эксплуатировать без воздуховода, поскольку существует опасность травмы вращающимися деталями (вентилятор).

## 2.2.2 Всасывание или сброс воздуха через световые шахты

Если стеновые проемы воздушных каналов для всасывания или сброса воздуха лежат ниже уровня поверхности земли, рекомендуется подвод воздуха через обтекаемые пластмассовые световые шахты. В бетонных шахтах должны устанавливаться воздушные дефлекторы.

- Минимальный размер шахты 1000 x 400 мм (для 2-компрессорных машин минимальные размеры воздушных каналов см. техническую информацию)
- Уплотнение вставок между световой шахтой и стеновым проемом (гл. 2.2.4)
- Крышка с защитной решеткой (защита от проникновения)
- Предусмотреть слив конденсата
- Для защиты от мелких животных и листвы следует дополнительно установить проволочную сетку.

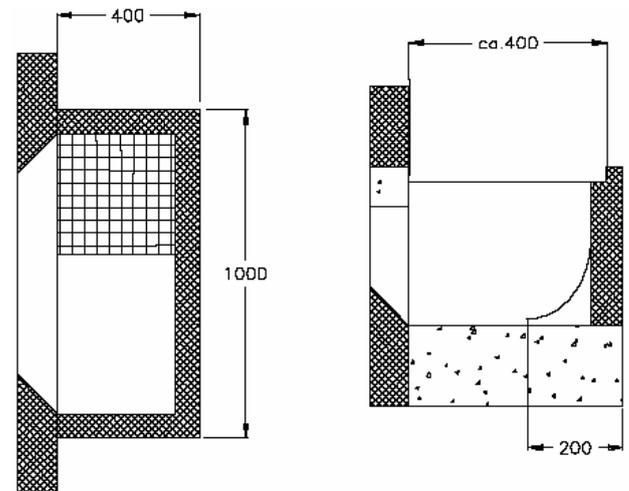


Рис. 2.2.a: Отверстия для входа воздуха в световой шахте

## 2.2.3 Защитные решетки для теплового насоса

Защитные решетки служат для визуального ограждения стеновых проемов, расположенных выше уровня поверхности земли, и для защиты используемых воздушных каналов от погодных воздействий. Они крепятся на стене снаружи и поэтому могут применяться вне зависимости от вида применяемого подвода воздуха.

Защитная решетка, разработанная специально для тепловых насосов (специальные аксессуары) дает значительно меньшую потерю давления, чем обычная защитная решетка. Она применима как на стороне всасывания, так и на стороне сброса воздуха.

Для защиты от мелких животных и листвы между стеной и защитной решеткой должна размещаться проволочная сетка. Свободное сечение сетки должно составлять не менее 80%.

Защита от проникновения, которая может потребоваться, должна изготавливаться заказчиком.

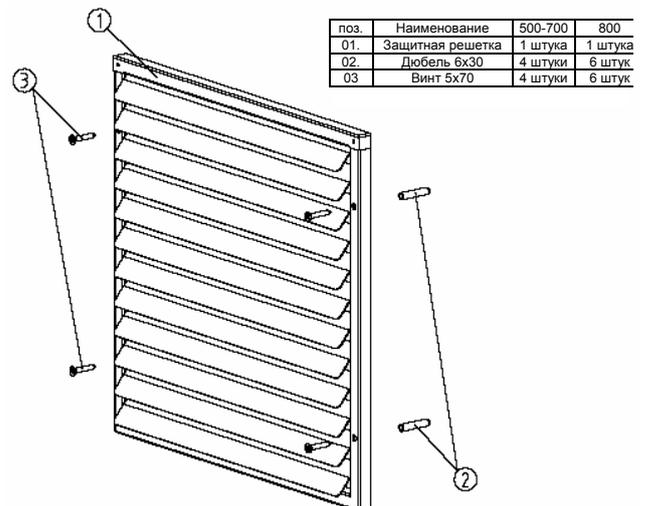


Рис. 2.2.b: Защитная решетка для теплового насоса

## 2.2.4 Изоляция стеновых проемов

Изоляция стеновых проемов должна выполняться заказчиком. С внутренней стороны она обязательно закрывается теплоизоляцией, во избежание охлаждения кладки или насыщения ее влагой. На рис. 2.2.c для примера показана изоляция жестким пенополиуретаном с алюминиевой обшивкой (толщина изоля-

ции 25 мм). Вставка между стеновой изоляцией и коробкой должна обязательно уплотняться. При неблагоприятных погодных условиях (например, ливне) проникающая вода должна отводиться по уклону наружу.

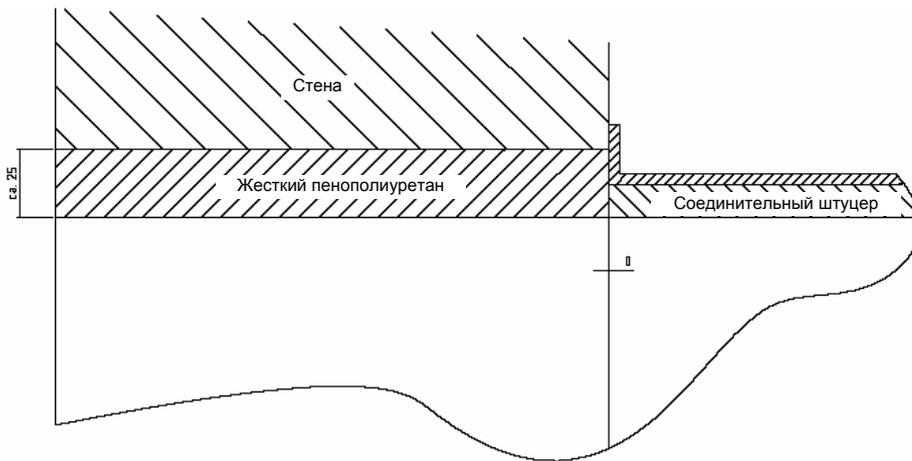


Рис. 2.2.с: Пример выполнения стенового проема

### 2.2.5 Комплект воздушного шланга для воздушно-водяных тепловых насосов (внутренняя установка)

Для воздушно-водяных тепловых насосов WPL 80 IR и WPL 120 IR в качестве принадлежностей для подвода воздуха предлагаются гибкие шланги. Комплект воздушного шланга предназначен для использования в помещениях с низкой температурой и малой влажностью воздуха. Он состоит из 5-метрового тепло- и звукоизолированного воздушного шланга, который может быть произвольно разделен для стороны всасывания и стороны сброса. Всасывание и сброс воздуха могут осуществляться через световую шахту или через изолированный заказчиком стеновой проем. Прилагаются штуцеры для присоединения к теплово- му насосу и к стеновому проему, а также полный комплект монтажного материала. Преимущество шлангов заключается в возможности индивидуальной подгонки по месту с простой и быстрой компенсацией разностей по высоте и длине. Помимо того, воздушные шланги обладают тепло- и звукоизолирующими свойствами и предотвращают охлаждение помещения

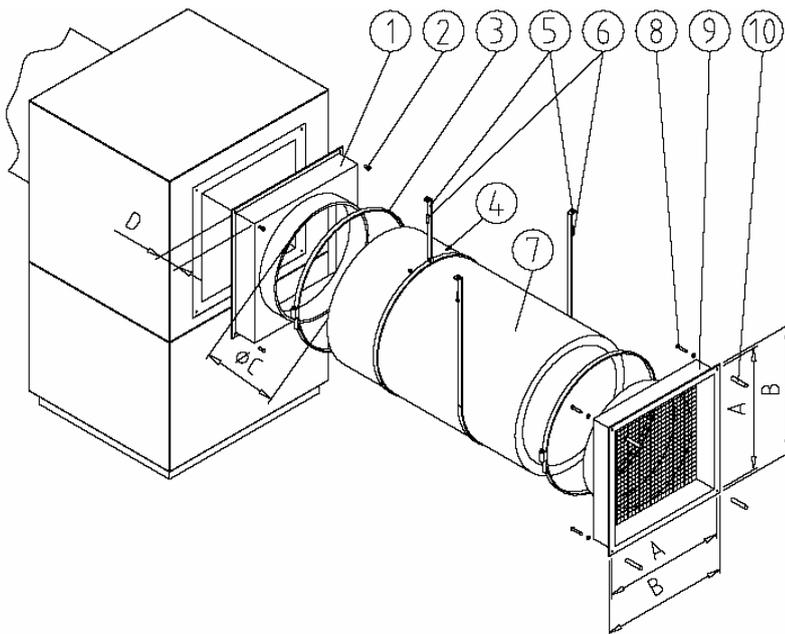
для установки. Сетки на стеновых штуцерах препятствуют проникновению мелких животных и загрязнению листвой.

**Указание:**

При повороте потока воздуха на стороне всасывания или на стороне сброса более чем на 90°, следует проверить минимальный расход воздуха.

Размер в мм	Dy 500	Dy 630
A	560	652
B	585	670
ØC	495	625
D	100	100

Таблица 2.2.а: Размеры набора шланга



**Объем поставки**

1. Штуцер присоединения к тепло- вому насосу
2. Болт с шестигранной головкой
3. Стяжной хомут
4. Болт с шестигранной головкой
5. Перфорированная лента
6. Дюбель
7. Соединительный шланг
8. Шуруп
9. Штуцер присоединения к стене
10. Дюбель

Рис. 2.2.д: Набор шланга воздушного канала

## 2.2.6 Воздушные каналы из GFB для воздушно-водяных тепловых насосов (внутренняя установка)

Предлагаемые в качестве принадлежностей воздушные каналы из GFB (легкого бетона, армированного стекловолокном) являются влагостойкими и прочными. Они предлагаются в виде колен 90° соответствующего сечения, а также в виде удлинителей 625 см и 1250 см.

Благодаря внутренней изоляции из минеральной ваты и проклеенной стеклоткани исключается отпотевание и достигается заметное снижение передачи шума. Концы окантованы рамами из оцинкованного стального листа. При необходимости каналы могут быть окрашены обычной дисперсионной краской. Мелкие дефекты наружной оболочки не влияют на работоспособность и могут быть исправлены при помощи обычного гипса.

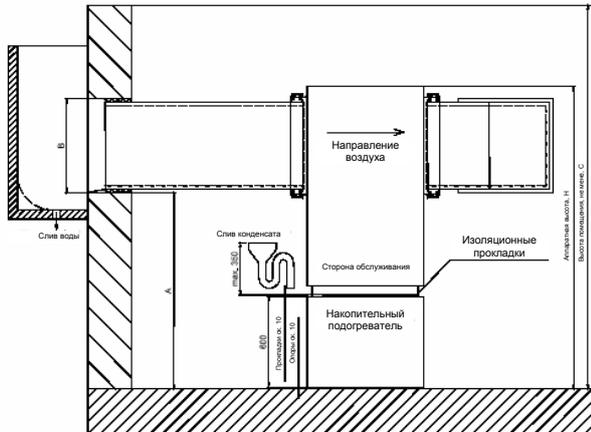


Рис. 2.2.e: Воздушно-водяной тепловой насос с воздушными каналами из GFB и нижним накопителем

### Монтаж при стандартной установке:

При выборе стандартного варианта установки (см. главу 2.2.8) детали каналов могут монтироваться без подгонки.

Фасонные детали в соответствии с габаритным чертежом укрепляются в стеновом проеме обычной строительной пеной. Предварительно целесообразно установить деталь канала в необходимое положение при помощи временной подставки, например, из дерева.

При организации подвода воздуха необходимо соблюдать требуемые минимальные расстояния между тепловым насосом и стенами (см. рис. 2.2.f).

Между тепловым насосом и каналом следует оставить расстояние ок. 2 см, чтобы иметь возможность легкого проведения последующего демонтажа теплового насоса. Окончательное уплотнение относительно теплового насоса осуществляется входящей в состав принадлежностей уплотнительной манжетой (см. рис. 2.2.g).

### Стыковое соединение двух деталей канала:

Для соединения деталей канала последние снабжаются металлической рамой, соединяемой встык. Соединение такими втычными рамами исключает турбулентность воздуха и, тем самым, потери давления. Уплотнение между парой деталей осуществляется клееной между металлическими рамами губчатой резиной или силиконовой уплотнительной массой.

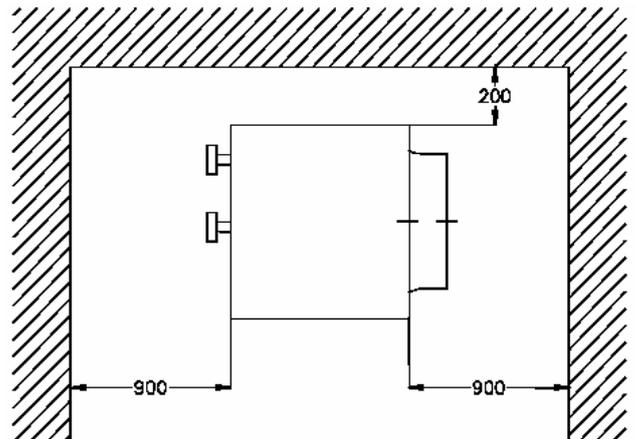


Рис. 2.2.f: Минимальные расстояния для монтажа воздушно-водяного теплового насоса для внутренней установки

### Изготовление вставок:

Существующие воздушные каналы могут быть укорочены или подогнаны на строительной площадке с применением набора, имеющегося в качестве принадлежности. Полученные кромки смазываются клеевой пастой и окантовываются оцинкованным U-образным профилем.

При определении места распила следует иметь в виду, что прямой участок канала имеет язычок, необходимый для соединения, только с одного конца.

Резка деталей канала может осуществляться обычными инструментами для деревообработки, как, например, циркулярной пилой или ножовкой. Рекомендуется применение твердосплавного или алмазного инструмента.

### Уплотнительная манжета

Уплотнительная манжета применяется для уплотнения канала из бетона, армированного стекловолокном, относительно теплового насоса. Сами воздушные каналы не привинчиваются непосредственно к теплому насосу. В рабочем положении теплового насоса касается только уплотнительная резина. Благодаря этому, с одной стороны, обеспечивается легкость монтажа и демонтажа теплового насоса, а с другой стороны, достигается хорошая изоляция корпусного шума.

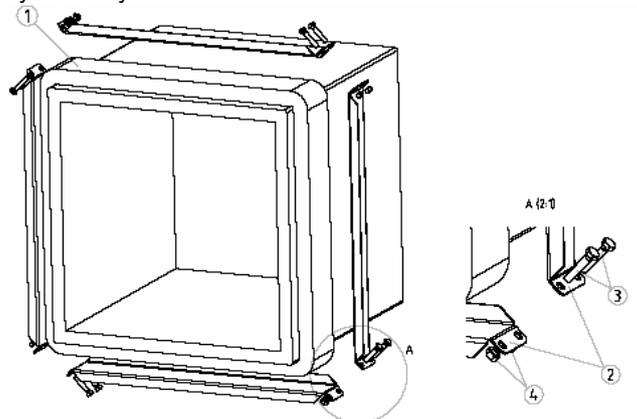


Рис. 2.2.g: Уплотнительная манжета воздушного канала

### 2.2.7 Проектирование подвода воздуха

При проектировании подвода воздуха (всасывания и сброса воздуха) необходимо обратить внимание на то, чтобы максимальная потеря давления (макс. пад-пор) отдельных узлов не превышала величины, указанной в технической информации (гл. 2.5). Слишком малые поверхности поперечных сечений или же слишком сильные отклонения потока (например, в защитных решетках) создают недопустимо высокие потери давления и приводят к неэффективной и ненадежной работе.

**Указание:**

Узлы подвода воздуха, поставляемые как специальные принадлежности, при показанных стандартных установках (глава 2.2.8) имеют подпоры ниже допустимых. Благодаря этому можно пренебречь проверкой общей потери давления. Всасывание и сброс воздуха может осуществляться, по выбору, через световую шахту или стеновой проем с защитной решеткой.

**Внимание:**

При отклонении от стандартных соединений или при использовании узлов подвода воздуха, изготовленных другими фирмами, следует проверить минимальный расход воздуха.

**Выбор узлов подвода воздуха**

Следующие узлы подвода воздуха имеются четырех различных размеров, согласованных с существующими типоразмерами:

- Защитные решетки
- Воздушные каналы (канал / колено)
- Уплотнительные манжеты

Тип насоса	Узлы подвода воздуха
WPL 80 IR	тип 600
WPL 120 IR	тип 700
WPL 150 IR	тип 700
WPL 190 IR	тип 800
WPL 220 IR	тип 800

Таблица 2.2.b: Соответствие узлов подвода воздуха

### 2.2.8 Примеры габаритов стандартных установок

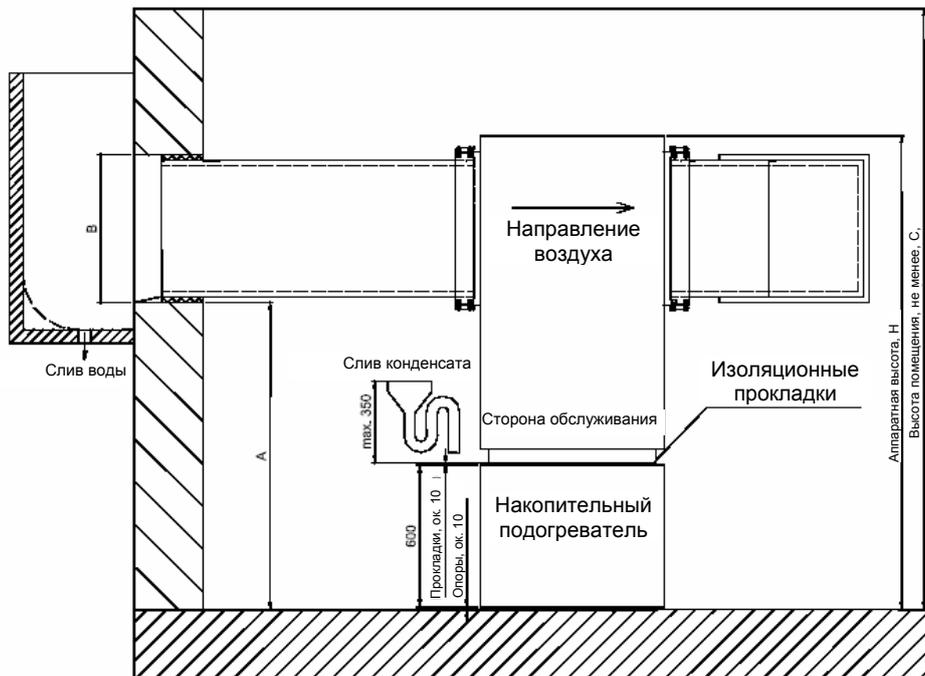


Таблица габаритов:

Тип	A (в мм) с накопителем	A (в мм) без накопителя	B (в мм)	C (в мм)	H (в мм) с накопителем	H (в мм) без накопителя
500	-	1328	550	2100	-	1911
600	1282	672	650	2200	1981	1371
700	1340	730	745	2400	2191	1581
800	-	762	820	2200	-	1721

Рис. 2.2.h: Вид спереди 600-800

Размеры для установки теплового насоса и положения стеновых проемов определяются следующим образом:

- Этап 1:** Определение необходимого типа узлов подвода воздуха в зависимости от устанавливаемого воздушно-водяного теплового насоса в соответствии с табл. 2.2.b.
- Этап 2:** Выбор необходимого варианта установки
- Этап 3:** Считывание необходимых значений из таблиц габаритов соответствующих вариантов установки.



Таблица габаритов:

Тип	В (в мм)	D (в мм)	E (в мм)
600	650	301	852
700	745	254	852
800	820	291	1002

Рис. 2.2.i: Угловая установка

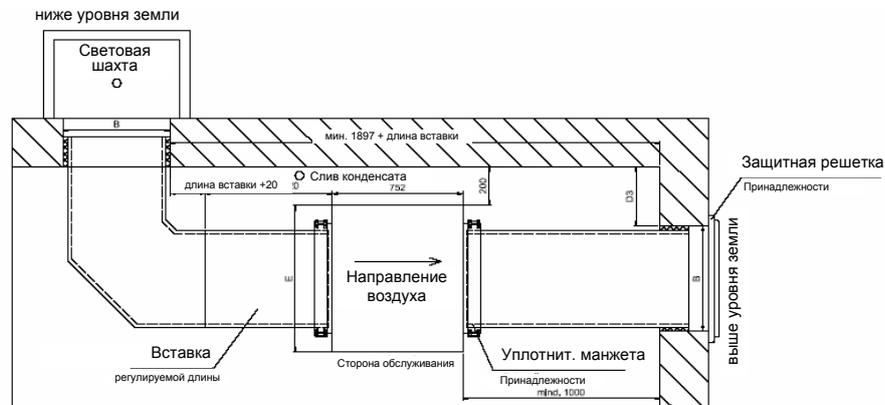


Таблица габаритов:

Тип	В (в мм)	D3 (в мм)	E (в мм)
600	650	301	852
700	745	254	852
800	820	291	1002

Рис. 2.2.j: Угловая установка с вставкой

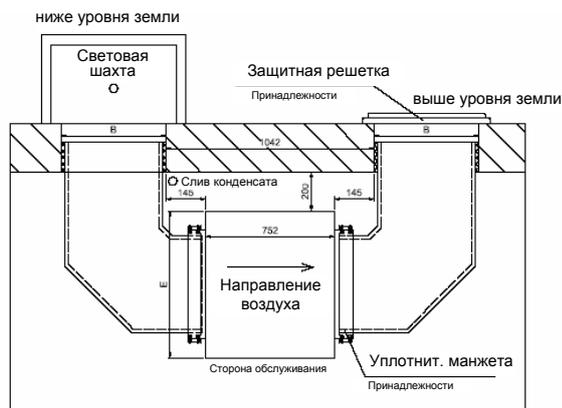


Таблица габаритов:

Тип	В (в мм)	E (в мм)
600	650	852
700	745	852
800	820	1002

Рис. 2.2.k: Пристенная установка

### 2.3 Малогабаритный воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки

#### Общие положения

Тепловой насос спроектирован для угловой установки в непромерзающих помещениях. В сочетании с другим воздушным каналом на стороне сброса возможны и другие варианты установки. Основание должно лежать на ровной, гладкой и горизонтальной поверхности. Тепловой насос должен устанавливаться таким образом, чтобы можно было без проблем проводить техническое обслуживание. Это обеспечивается, если выдерживается расстояние 1 м спереди и слева от теплового насоса.

Всасывающее отверстие аппарата рассчитано на прямое присоединение к стеновому проему. Для этого аппарат, после наклейки прилагаемого, самоклеящегося кольцевого уплотнения, с легким нажимом придвигается к стене. Прилагаемый крепежный материал служит для фиксации относительно стены. Стеновой проем с внутренней стороны должен обязательно покрываться тепловой изоляцией (см. рис. 2.3.a), во избежание охлаждения и увлажнения кладки (например, 50-миллиметровым жестким пенополиуретаном с алюминиевой обшивкой).

Сторона сброса, по выбору, может монтироваться непосредственно к стеновому проему, либо соединяться с каналом GFB, поставляемым как принадлежность (см. рис. 2.3.a и рис. 2.3.b).

Следующие, подробно описанные в главе 2.2 узлы подвода воздуха имеются для малогабаритного воздушно-водяного теплового насоса

- Защитная решетка RSG 500
- Воздушные каналы (LKL, LKB, LKK 500)
- Уплотнительная манжета DMK 500

#### Вариант:

Малогабаритный тепловой насос WPL 60 IL снабжен присоединением воздушного канала Ду 160 для использования остаточного тепла существующей вытяжной системы.

#### Примеры установки

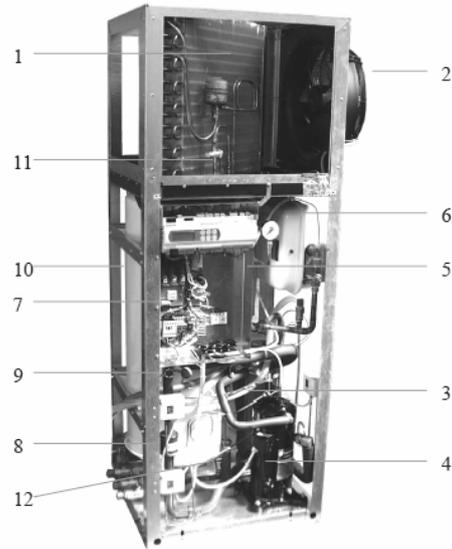


Рис. 2.3.a: Угловая установка 500 со стеновым проемом, изолированным заказчиком. Изоляция может осуществляться и вставкой (деталь канала) (см. рис. 2.3.b)

#### Базовый аппарат

Малогабаритный тепловой насос уже в состоянии поставки содержит основные элементы контура отопления:

- регулятор теплового насоса
- расширительный сосуд (24 литра, подпор 1,0 бар)
- циркуляционный насос системы отопления
- перепускной клапан и блок защиты
- буферный накопитель 50 л
- дополнительное электрическое отопление 2 кВт



- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1) Испаритель                     | 7) Распределительная коробка |
| 2) Вентилятор                     | 8) Осушитель фильтра         |
| 3) Конденсатор                    | 9) Смотровое стекло          |
| 4) Компрессор                     | 10) Буферный накопитель      |
| 5) Циркуляционный насос отопления | 11) Расширительный клапан    |
| 6) Расширительный сосуд 24 л      | 12) Перепускной клапан       |

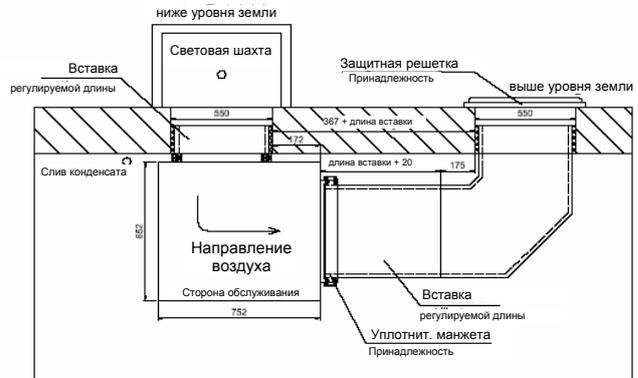


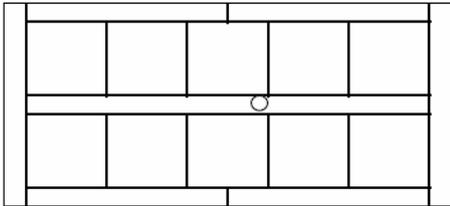
Рис. 2.3.b: Пристенная установка 500 с воздушным каналом из GFB

## 2.4 Воздушно-водяные тепловые насосы для наружной установки

### Установка

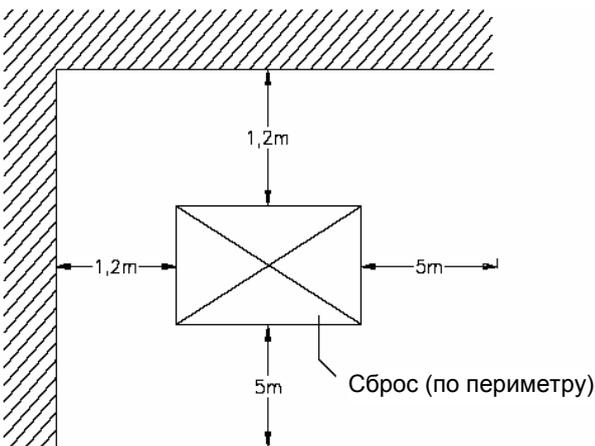
Тепловые насосы для наружной установки снабжены специально окрашенной обшивкой и потому стойки к погодным воздействиям.

Аппарат, в принципе, должен устанавливаться на неизменно ровной, гладкой и горизонтальной поверхности. В качестве основания подходят уложенные в отсутствие заморозков тротуарные плиты или фундамент.



**Рис. 2.4.а:** Пример плана фундамента для воздушно-водяного теплового насоса с 6 бордюрными камнями (1000x250x50) и 10 тротуарными плитами (400x400x50)

Рама по периметру должна плотно прилегать к земле, чтобы обеспечить соответствующую звукоизоляцию и предотвратить охлаждение деталей, содержащих воду. Если это не удастся, то могут потребоваться дополнительные меры изоляции. Должна обеспечиваться возможность беспрепятственного проведения работ по техническому обслуживанию. Это достигается при соблюдении расстояния 1,2 м от неподвижных стен.



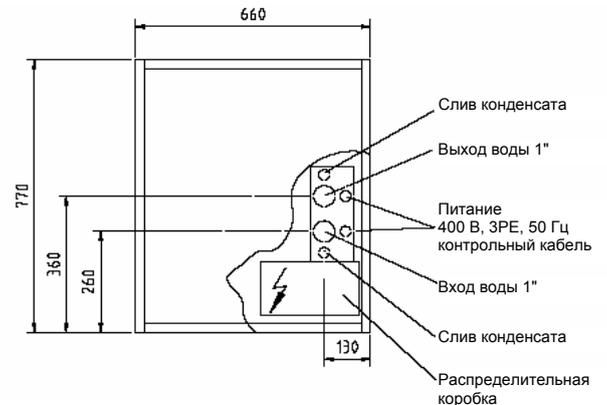
**Рис. 2.4.б:** Минимальные расстояния для обеспечения расхода воздуха для аппаратов LA

### Монтаж

На тепловом насосе необходимо выполнить следующие присоединения:

- прямая и обратная вода отопительной системы
- слив конденсата
- контрольный кабель регулятора теплового насоса
- кабель питания

Присоединения теплового насоса выводятся из аппарата вниз. Положение отопительных трубопроводов и слива конденсата см. на соответствующих планах фундаментов габаритных чертежей (гл. 2.8).



**Рис. 2.4.с:** Пример расположения линий питания

### Присоединение по стороне отопления

Подключение к системе отопления дома осуществляется двумя теплоизолированными трубами для прямой и обратной сетевой воды. Они прокладываются в грунте и вводятся в отопительный подвал через стеновой проем, так же как и кабель питания и контрольный кабель или электрический соединительный кабель (пустая труба Ду 50) для теплового насоса.

### Воздействие шума

Воздействие шума тепловых насосов зависит от уровня звуковой мощности и условий установки. В главе „Установка тепловых насосов“ подробнее рассматриваются воздействия различных факторов на излучение шума, распространение и проникновение шума.

### Слив конденсата

Оттаивание испарителя воздушно-водяных тепловых насосов происходит до 16 раз в сутки, при каждом оттаивании выделяется до 3 литров воды, которые должны отводиться без замораживания. Чтобы гарантировать безукоризненный сток, тепловой насос должен стоять горизонтально. Трубка слива конденсата должна иметь диаметр не менее 50 мм и должна отводиться в канализационный канал или же в дренаж.

### Защита от замораживания

Встроенным датчиком защиты от замораживания тепловой насос, при необходимости, автоматически включается, чтобы предотвратить замораживание теплового насоса во время простоя.

## 2.5 Техническая информация по воздушно-водяным тепловым насосам для внутренней установки

### 2.5.1 Техническая информация по 1-компрессорным тепловым насосам

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по воздушно водяным отопительным тепловым насосам					
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPL 60 I / IL	WPL 80 IR	WPL 120 IR
2	МОДЕЛЬ				
2.1	Исполнение		малогабаритное		
2.2	Степень защиты по EN 60 529 для малогабаритных аппаратов или отопительной части		IP 20	IP 21	IP 21
2.3	Место установки		внутри	внутри	внутри
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
3.1	Рабочие пределы температур: Прямая / обратная сетевая вода 3) Воздух	°C / °C °C	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35
3.2	Разность температур сетевой воды при A2 / W35	К	8,0	7,5	7,5
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	кВт / ---	5,8 / 2,7	7,1 / 2,9	9,8 / 2,6
	при A-7 / W35 1)	кВт / ---	7,5 / 3,3	8,8 / 3,2	12,2 / 3,2
	при A2 / W35 1)	кВт / ---	7,0 / 2,5	8,5 / 2,5	11,5 / 2,4
	при A7 / W35 1)	кВт / ---	9,3 / 3,9	11,3 / 3,8	15,4 / 3,7
	при A10 / W35 1)	кВт / ---	9,8 / 4,1	12,2 / 4,1	16,1 / 3,8
3.4	Аппаратный уровень звуковой мощности / снаружи	дБ(А)	53 / 60	55 / 61	57 / 62
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений	м³/ч / Па	0,8 / 2700	1,0 / 3000	1,4 / 4500
	Свободный подпор сетевого насоса (макс. ступень)	Па	45000		
3.6	Расход воздуха при внешнем статическом перепаде давлений	м³/ч / Па м³/ч / Па	- / - 2500 / 20	4200 / 0 2500 / 25	5200 / 0 4000 / 25
3.7	Хладагент; общий вес загрузки	тип / кг	R404A / 2,0	R404A / 2,5	R404A / 3,1
3.8	Мощность электрического нагревателя (2-й теплогенератор)	кВт	2,0	-	-
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
4.1	Габариты аппарата	В x Ш x Д см	190 x 75 x 65	136 x 75 x 85	157 x 75 x 85
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды	дюймовые	G 1" внутр. / наружн.	G 1" наружн.	G 1" наружн.
4.3	Воздушный канал входа и выхода (мин. внутренние размеры)	Д x Ш см	44 x 44	50 x 50	57 x 57
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку	кг	245 4)	200	235
4.5	Буферный накопитель объем / номинальное давление	л / бар	50 / 6	- / -	- / -
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>				
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель	В / А	400 / 16	400 / 16	400 / 20
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) A2 W35	кВт	2,3	2,74	3,81
5.3	Пусковой ток при мягком запуске	А	19,5	23	25
5.4	Номинальный ток A2 W35 / cos φ	А / ---	4,1 / 0,8	4,9 / 0,8	6,9 / 0,8
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>				
			соответствие CE	соответствие CE	соответствие CE
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>				
7.1	Оттаивание Способ оттаивания Наличие ванны оттаивания		автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)
7.2	Защита сетевой воды от замораживания в аппарате 2)		да	да	да
7.3	Ступеней мощности		1	1	1
7.4	Регулятор внутренний / внешний		внутренний	внешний	внешний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать другие параметры влияния, в частности, режим оттаивания, точка бивалентности и регулирование. При этом, например, A2 / W35 означает: температура наружного воздуха 2 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Сетевой циркуляционный насос и регулятор теплового насоса должны быть постоянно готовы к работе.

3) См. диаграмму пределов применения

4) Вкл. буферный накопитель, расширительный сосуд, сетевой циркуляционный насос, электрический нагревательный элемент

Сохраняется право на внесение технических изменений.

## 2.5.2 Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по воздушно водяным отопительным тепловым насосам					
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPL 150 IR	WPL 190 IR	WPL 220 IR
2	<b>МОДЕЛЬ</b>				
2.1	Исполнение				
2.2	Степень защиты по EN 60 529 для малогабаритных аппаратов или отопительной части		IP 21	IP 21	IP 21
2.3	Место установки		внутри	внутри	внутри
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
3.1	Рабочие пределы температур: Прямая / обратная сетевая вода 3) Воздух	°C / °C °C	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35
3.2	Разность температур сетевой воды при A2 / W35	К	7,9	8,4	9,4
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	при A-7 / W35 1) кВт / --- 5) при A2 / W35 1) кВт / --- 5) при A2 / W50 1) кВт / --- 5) при A7 / W35 1) кВт / --- 5) при A10 / W35 1) кВт / --- 5) 6)	7,0 / 2,5 12,4 / 2,7 9,3 / 3,1 14,9 / 3,0 8,5 / 2,4 14,2 / 2,3 9,8 / 3,2 16,6 / 3,1 10,3 / 3,3 17,8 / 3,3	8,9 / 2,6 16,1 / 2,7 10,9 / 3,0 19,2 / 3,2 9,9 / 2,3 18,0 / 2,4 13,1 / 3,4 24,8 / 3,6 14,1 / 3,5 26,6 / 3,8	9,9 / 2,4 19,1 / 2,7 12,8 / 3,0 22,3 / 3,0 10,8 / 2,0 21,1 / 2,3 14,2 / 3,1 25,8 / 3,4 14,7 / 3,1 29,1 / 3,6
3.4	Аппаратный уровень звуковой мощности / снаружи	дБ(А)	-	-	-
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений	м³/ч / Па	1,8 / 6500	2,3 / 5900	2,3 / 5900
3.6	Расход воздуха при внешнем статическом перепаде давлений	м³/ч / Па м³/ч / Па	6600 / 0 5500 / 25	9000 / 0 8000 / 30	9000 / 0 8000 / 30
3.7	Хладагент; общий вес загрузки	тип / кг	R404A / 3,7	R404A / 4,2	R404A / 4,0
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
4.1	Габариты аппарата	В x Ш x Д см	157 x 75 x 85	171 x 75 x 100	171 x 75 x 100
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды	дюймовые	G 1 1/4" наружн.	G 1 1/4" наружн.	G 1 1/4" наружн.
4.3	Воздушный канал входа и выхода (мин. внутренние размеры)	Д x Ш см	65 x 65	72,5 x 72,5	72,5 x 72,5
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку	кг	255	310	314
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>				
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель	В / А	400 / 20 Т	400 / 25 Т	400 / 25 Т
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) A2 W35	кВт	4,9	6,1	7,4
5.3	Пусковой ток при мягком запуске	А	23	24	25
5.4	Номинальный ток A2 W35 / cos φ	А / ---	8,8 / 0,8	10,9 / 0,8	13,4 / 0,8
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>		4)	4)	4)
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>				
7.1	Оттаивание Способ оттаивания Наличие ванны оттаивания		автоматическое обращение циркуля- ции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуля- ции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуля- ции да (обогреваемая)
7.2	Защита сетевой воды от замораживания в аппарате 2)		да	да	да
7.3	Ступеней мощности		2	2	2
7.4	Регулятор внутренний / внешний		внешний	внешний	внешний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать другие параметры влияния, в частности, режим оттаивания, точка бивалентности и регулирование. При этом, например, A2 / W55 означает: температура наружного воздуха 2 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Сетевой циркуляционный насос и регулятор теплового насоса должны быть постоянно готовы к работе.

3) См. диаграмму пределов применения

4) См. заявление о соответствии CE

5) 1-компрессорный режим

6) 2-компрессорный режим

Сохраняется право на внесение технических изменений.

## 2.6 Техническая информация по воздушно-водяным тепловым насосам для наружной установки

### 2.6.1 Техническая информация по 1-компрессорным тепловым насосам

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по воздушно водяным отопительным тепловым насосам				
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPL 80 AR	WPL 120 AR
2	<b>МОДЕЛЬ</b>			
2.1	Исполнение			
2.2	Степень защиты по EN 60 529 для малогабаритных аппаратов или отопительной части		IP 24	IP 24
2.3	Место установки		снаружи	снаружи
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>			
3.1	Рабочие пределы температур: Прямая / обратная сетевая вода 3)		°C / °C	до 55 / от 18
	Воздух		°C	от -20 до +35
3.2	Разность температур сетевой воды при A2 / W35		К	7,5
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки		кВт / ---	7,1 / 2,9
	при A-7 / W35 1)		кВт / ---	8,8 / 3,2
	при A2 / W35 1)		кВт / ---	8,5 / 2,5
	при A2 / W50 1)		кВт / ---	11,5 / 2,4
	при A7 / W35 1)		кВт / ---	15,4 / 3,7
	при A10 / W35 1)		кВт / ---	16,1 / 3,8
3.4	Аппаратный уровень звуковой мощности 4)		дБ(А)	-
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений		м³/ч / Па	1,0 / 3000
3.6	Расход воздуха		м³/ч / Па	2500
3.7	Хладагент; общий вес загрузки		тип / кг	R404A / 2,5
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>			
4.1	Габариты аппарата		В x Ш x Д см	136 x 136 x 85
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды		дюймовые	G 1" наружн.
4.3	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку		кг	219
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>			
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель		В / А	400 / 16
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) A2 W35		кВт	2,74
5.3	Пусковой ток при мягком запуске		А	23
5.4	Номинальный ток A2 W35 / cos φ		А / ---	4,9 / 0,8
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>			
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>			
7.1	Оттаивание		автоматическое	автоматическое
	Способ оттаивания		обращение циркуляции	обращение циркуляции
	Наличие ванны оттаивания		да (обогреваемая)	да (обогреваемая)
7.2	Защита сетевой воды от замораживания в аппарате 2)		да	да
7.3	Ступеней мощности		1	1
7.4	Регулятор внутренний / внешний		внешний	внешний

- 1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать другие параметры влияния, в частности, режим оттаивания, точка бивалентности и регулирование. При этом, например, A2 / W55 означает: температура наружного воздуха 2 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.
- 2) Сетевой циркуляционный насос и регулятор теплового насоса должны быть постоянно готовы к работе.
- 3) См. диаграмму пределов применения
- 4) Для установки определяющим является направленный уровень звукового давления
- 5) См. заявление о соответствии CE

Сохраняется право на внесение технических изменений.

## 2.6.2 Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по воздушно водяным отопительным тепловым насосам					
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPL 150 AR	WPL 190 AR	WPL 220 AR
2	<b>МОДЕЛЬ</b>				
2.1	Исполнение				
2.2	Степень защиты по EN 60 529 для малогабаритных аппаратов или отопительной части		IP 24	IP 24	IP 24
2.3	Место установки		снаружи	снаружи	снаружи
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
3.1	Рабочие пределы температур: Прямая / обратная сетевая вода 3) Воздух	°C / °C °C	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35	до 55 / от 18 от -20 до +35
3.2	Разность температур сетевой воды при A2 / W35	К	7,9	8,4	9,4
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	при A-7 / W35 1) кВт/ --- 6) при A2 / W35 1) кВт/ --- 6) при A2 / W50 1) кВт/ --- 6) при A7 / W35 1) кВт/ --- 6) при A10 / W35 1) кВт/ --- 6)	7) 7,0 / 2,5 12,4 / 2,7 9,3 / 3,1 14,9 / 3,0 8,5 / 2,4 14,2 / 2,3 9,8 / 3,2 16,6 / 3,1 10,3 / 3,3 17,8 / 3,3	8,9 / 2,6 16,1 / 2,7 10,9 / 3,0 19,2 / 3,2 9,9 / 2,3 18,0 / 2,4 13,1 / 3,4 24,8 / 3,6 14,1 / 3,5 26,6 / 3,8	9,9 / 2,4 19,1 / 2,7 12,8 / 3,0 22,3 / 3,0 10,8 / 2,0 21,1 / 2,3 14,2 / 3,1 25,8 / 3,4 14,7 / 3,1 29,1 / 3,6
3.4	Аппаратный уровень звуковой мощности 4)	дБ(А)	-	-	-
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений	м³/ч / Па	1,8 / 6500	2,3 / 5900	2,3 / 5900
3.6	Расход воздуха	м³/ч / Па	5500	8000	8000
3.7	Хладагент; общий вес загрузки	тип / кг	R404A / 3,7	R404A / 4,2	R404A / 4,2
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
4.1	Габариты аппарата	В x Ш x Д см	157 x 155 x 85	171 x 168 x 100	171 x 168 x 100
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды	дюймовые	G 1 1/4" наружн.	G 1 1/4" наружн.	G 1 1/4" наружн.
4.3	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку	кг	284	351	355
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>				
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель	В / А	400 / 20 Т	400 / 25 Т	400 / 25 Т
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) A2 W35	кВт	4,9	6,1	7,4
5.3	Пусковой ток при мягком запуске	А	23	24	25
5.4	Номинальный ток A2 W35 / cos φ	А / ---	8,8 / 0,8	10,9 / 0,8	13,4 / 0,8
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>		5)	5)	5)
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>				
7.1	Оттаивание Способ оттаивания Наличие ванны оттаивания		автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)	автоматическое обращение циркуляции да (обогреваемая)
7.2	Защита сетевой воды от замораживания в аппарате 2)		да	да	да
7.3	Ступеней мощности		2	2	2
7.4	Регулятор внутренний / внешний		внешний	внешний	внешний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать другие параметры влияния, в частности, режим оттаивания, точка бивалентности и регулирование. При этом, например, A2 / W55 означает: температура наружного воздуха 2 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Сетевой циркуляционный насос и регулятор теплового насоса должны быть постоянно готовы к работе.

3) См. диаграмму пределов применения

4) Для установки определяющим является направленный уровень звукового давления

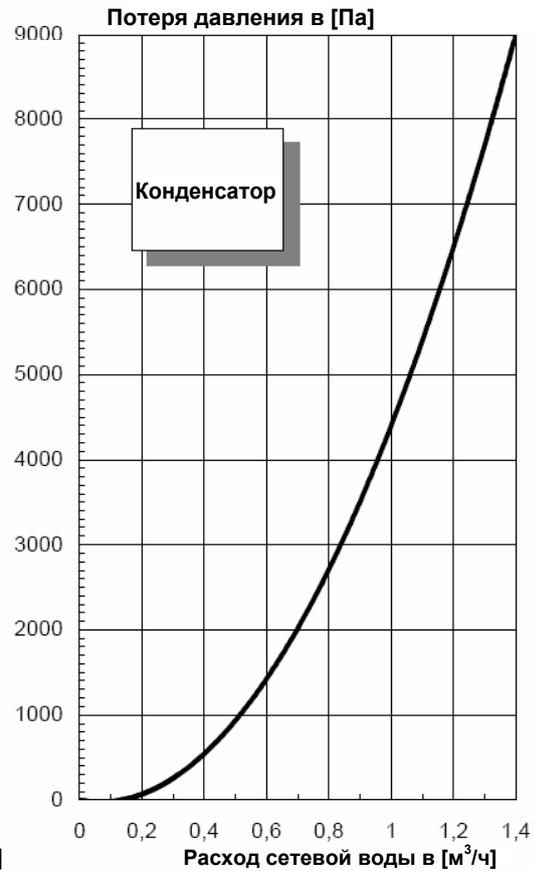
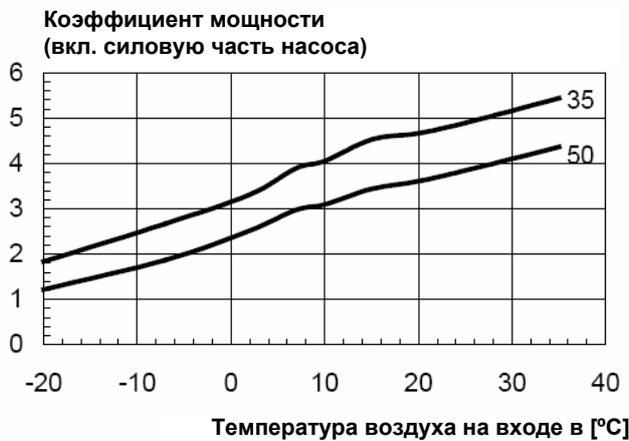
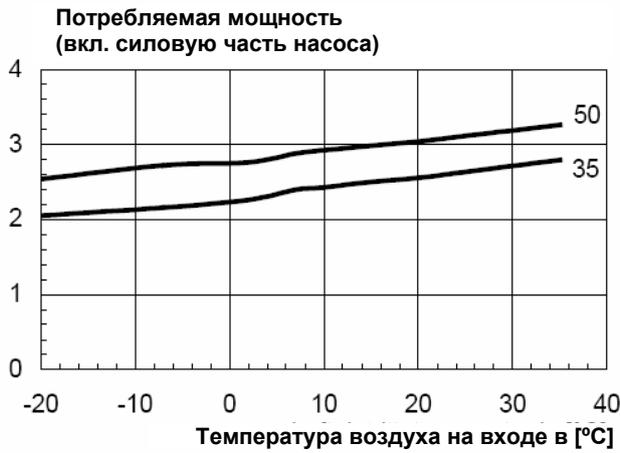
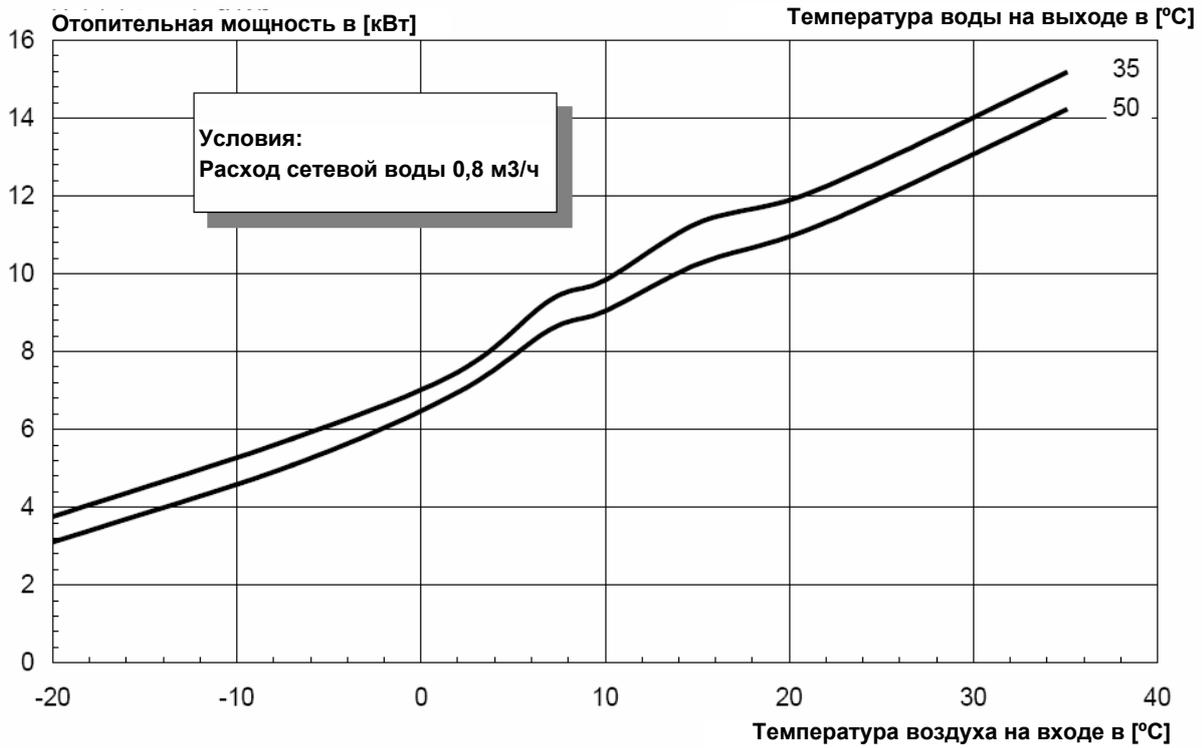
5) 1-компрессорный режим

6) 2-компрессорный режим

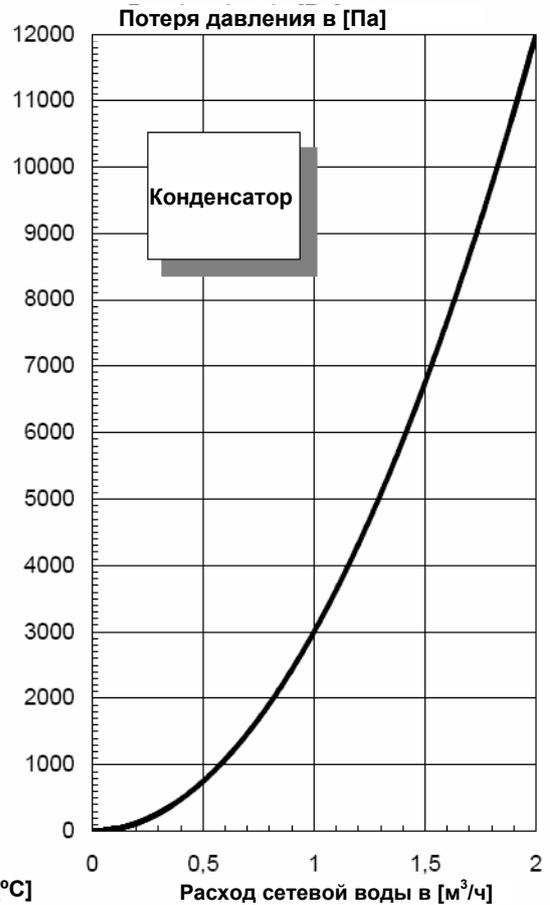
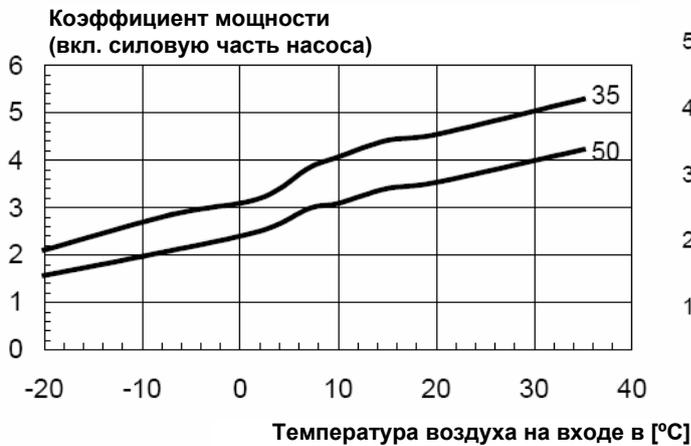
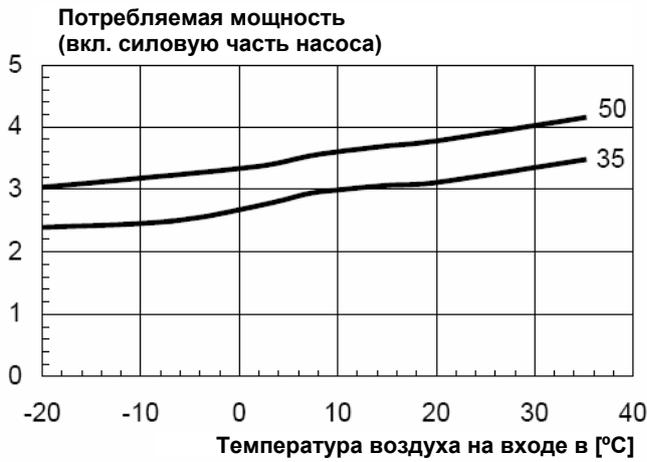
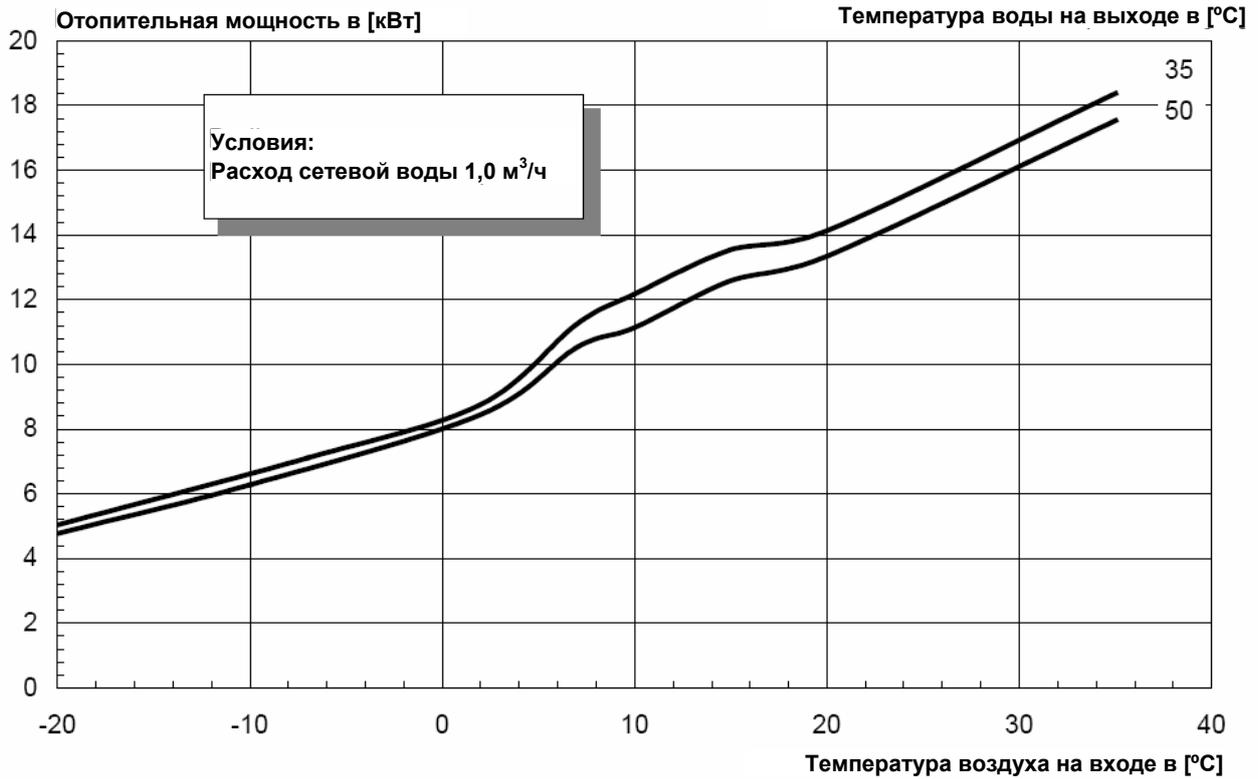
Сохраняется право на внесение технических изменений.

## 2.7 Характеристики воздушно-водяных тепловых насосов

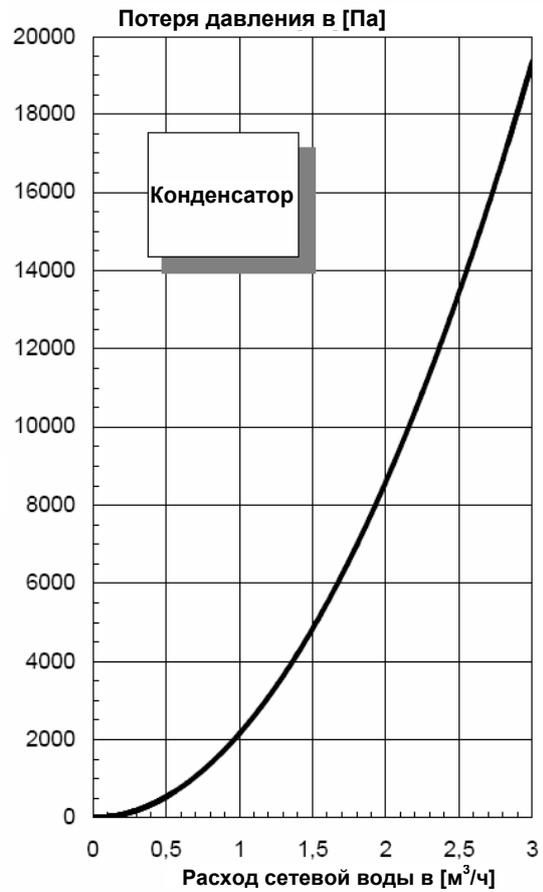
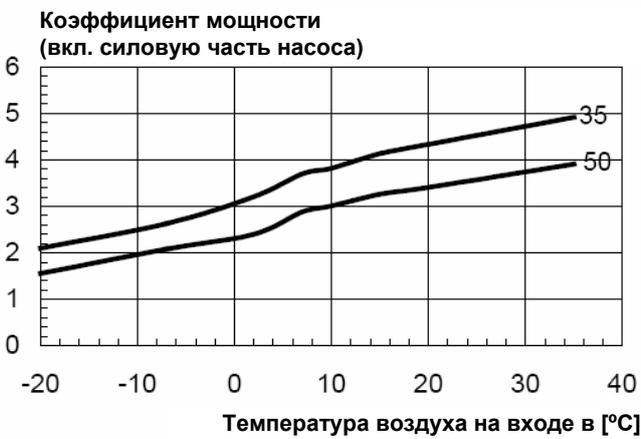
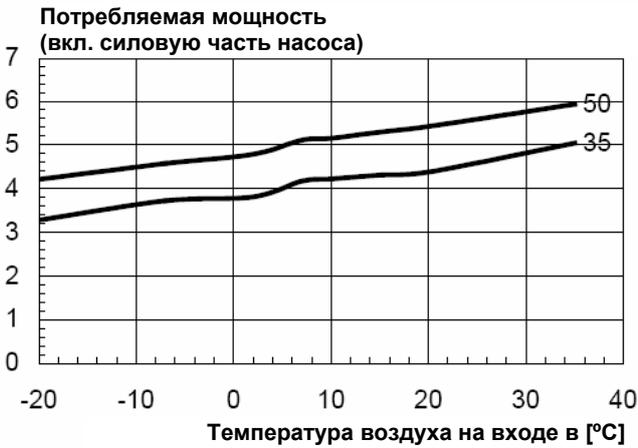
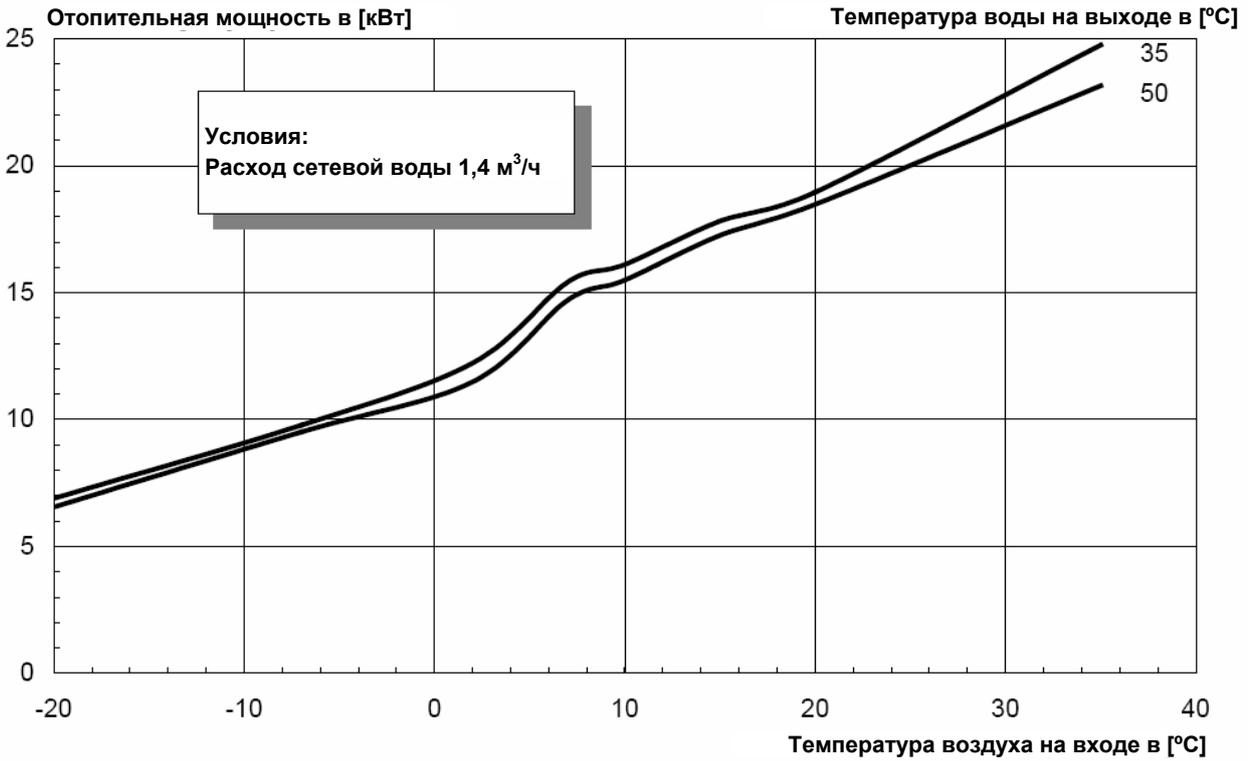
### 2.7.1 Характеристики WPL 60 I / IL



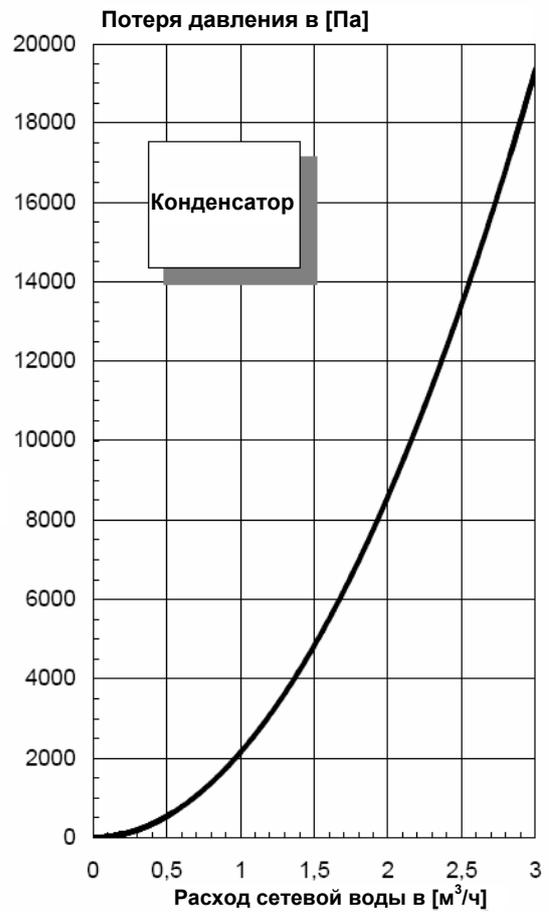
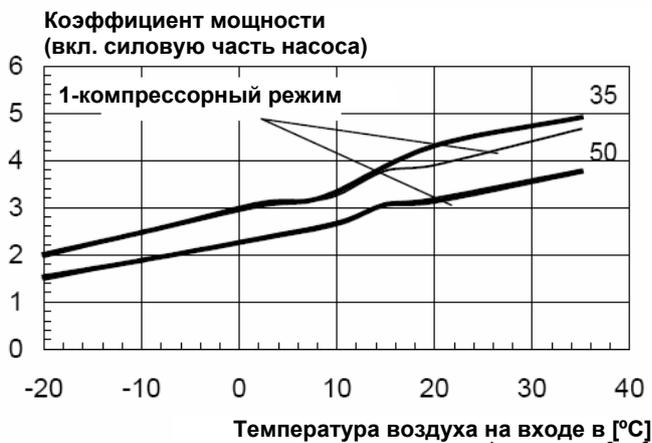
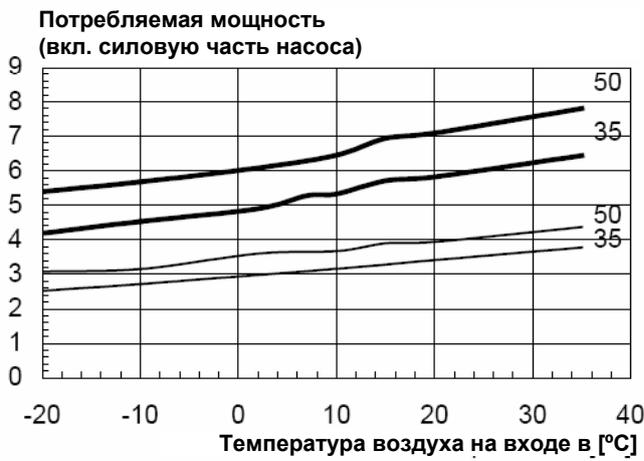
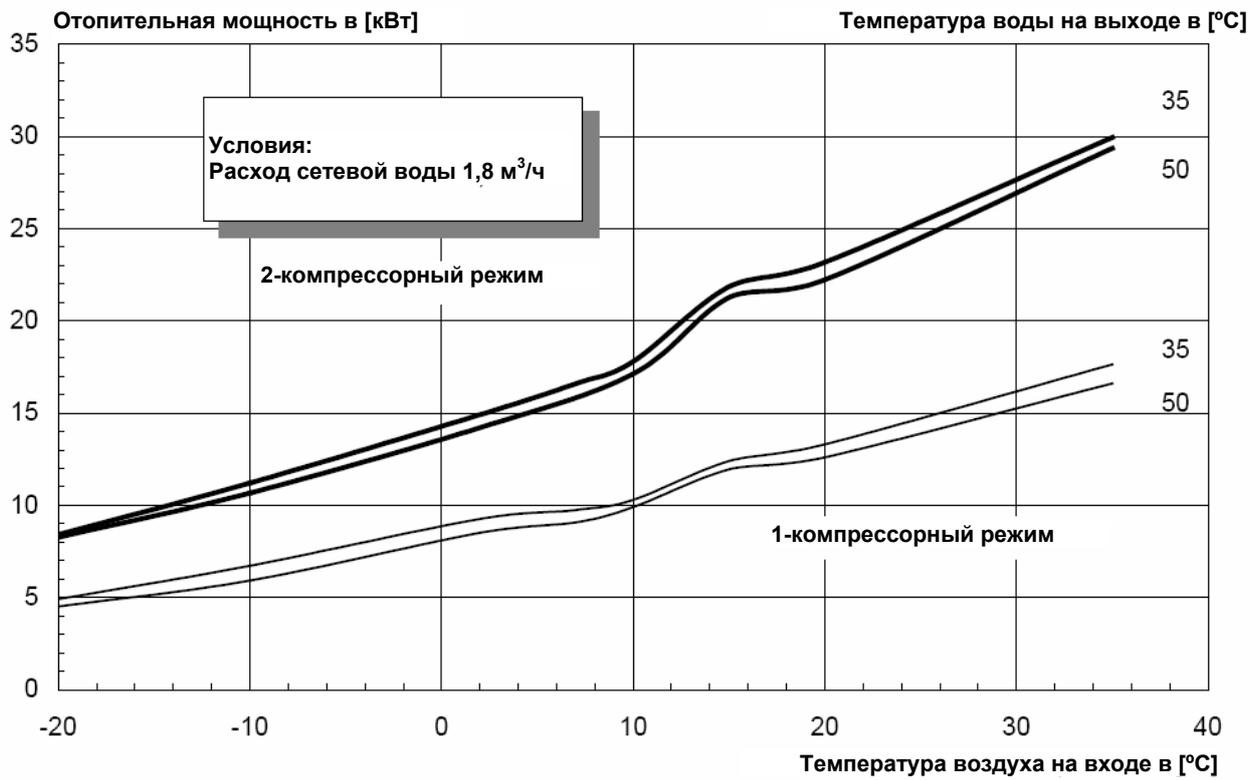
2.7.2 Характеристики WPL 80 IR / WPL 80 AR



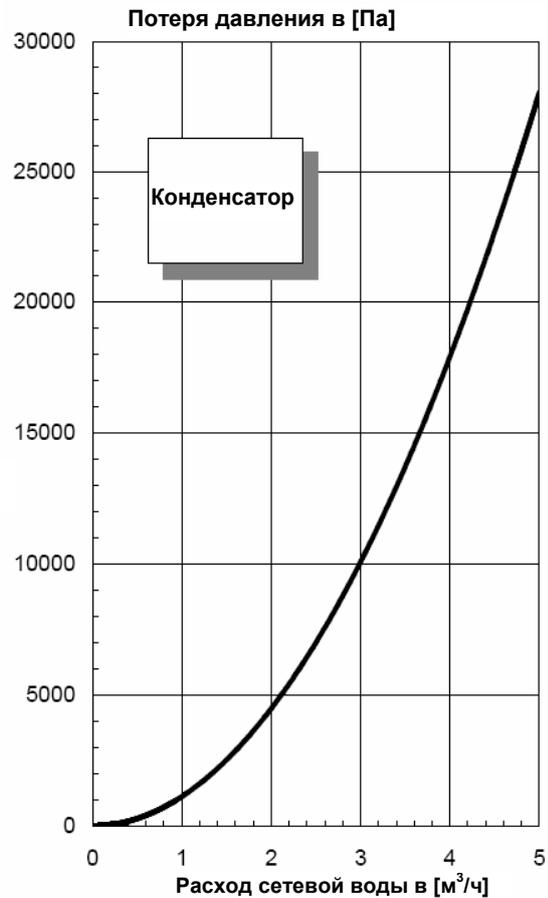
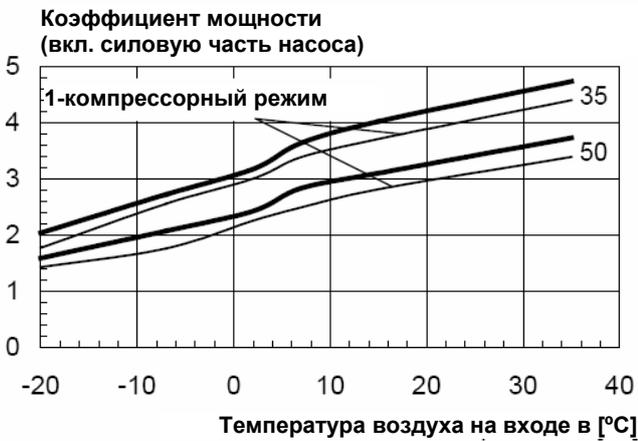
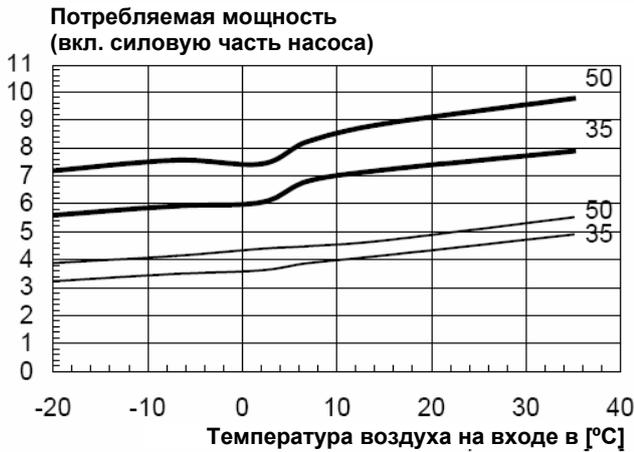
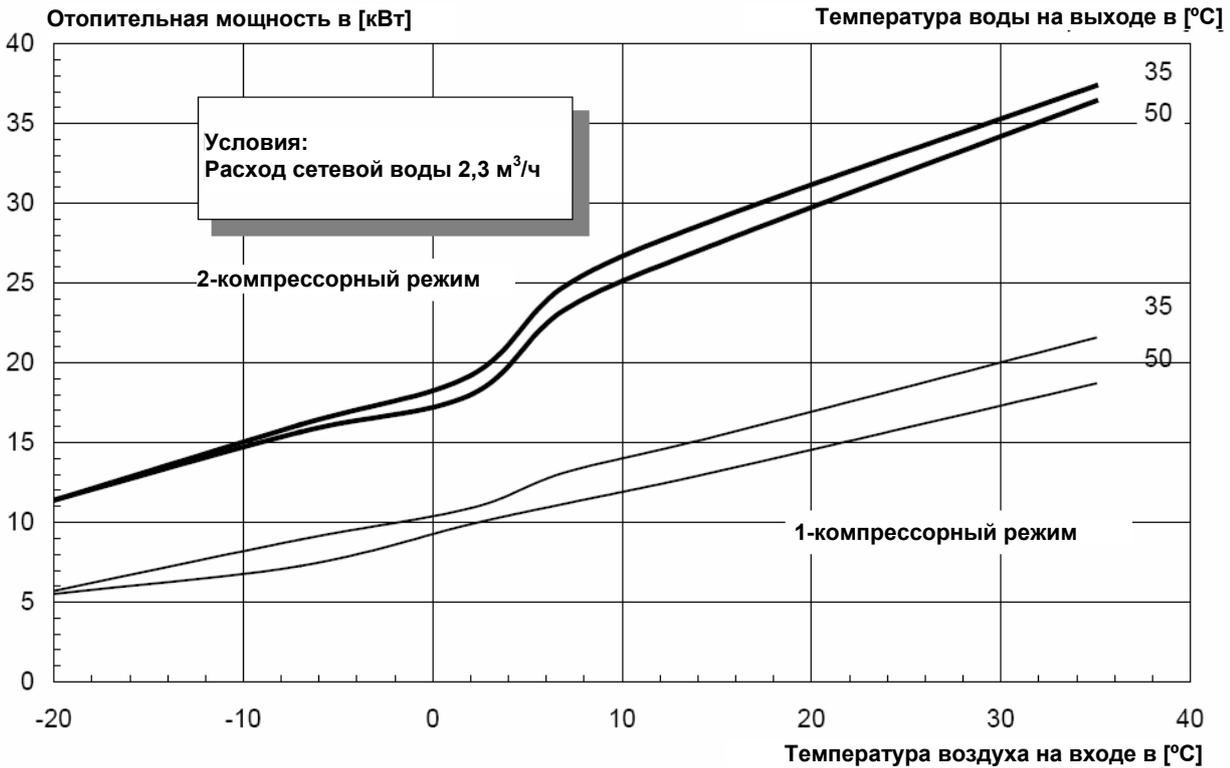
**2.7.3 Характеристики WPL 120 IR / WPL 120 AR**



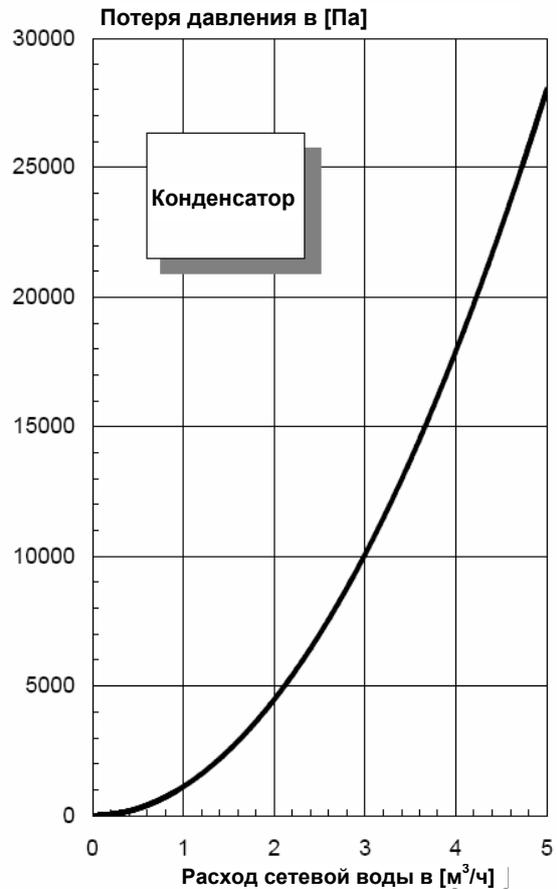
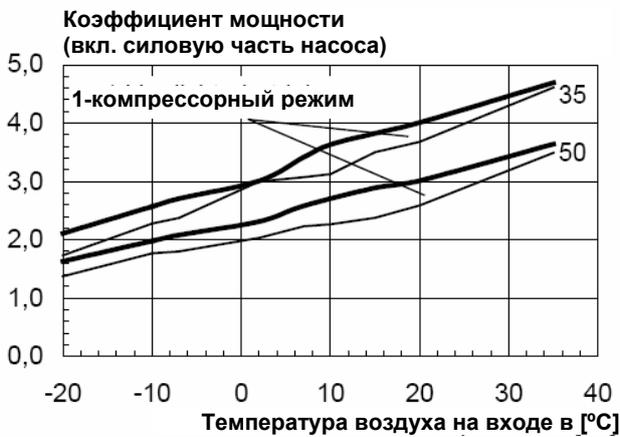
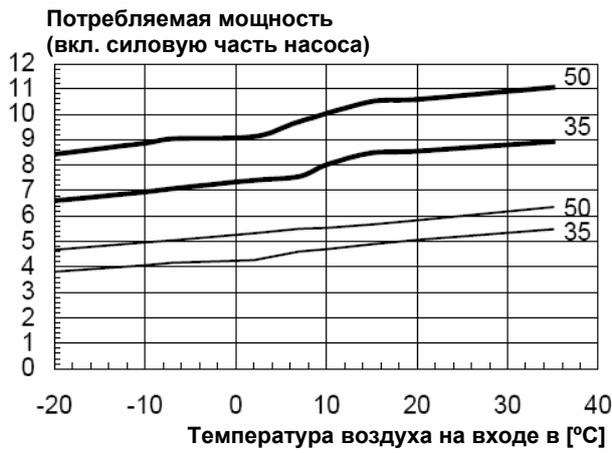
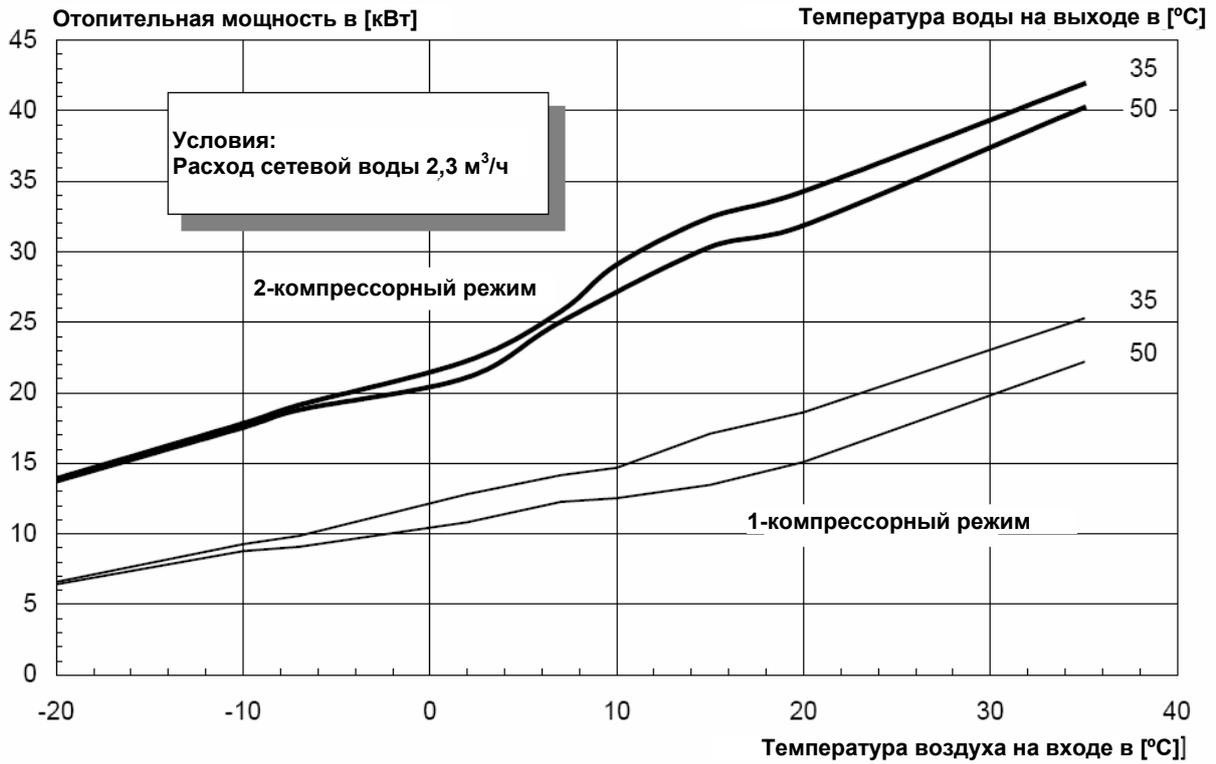
2.7.4 Характеристики WPL 150 IR / WPL 150 AR



### 2.7.5 Характеристики WPL 190 IR / WPL 190 AR

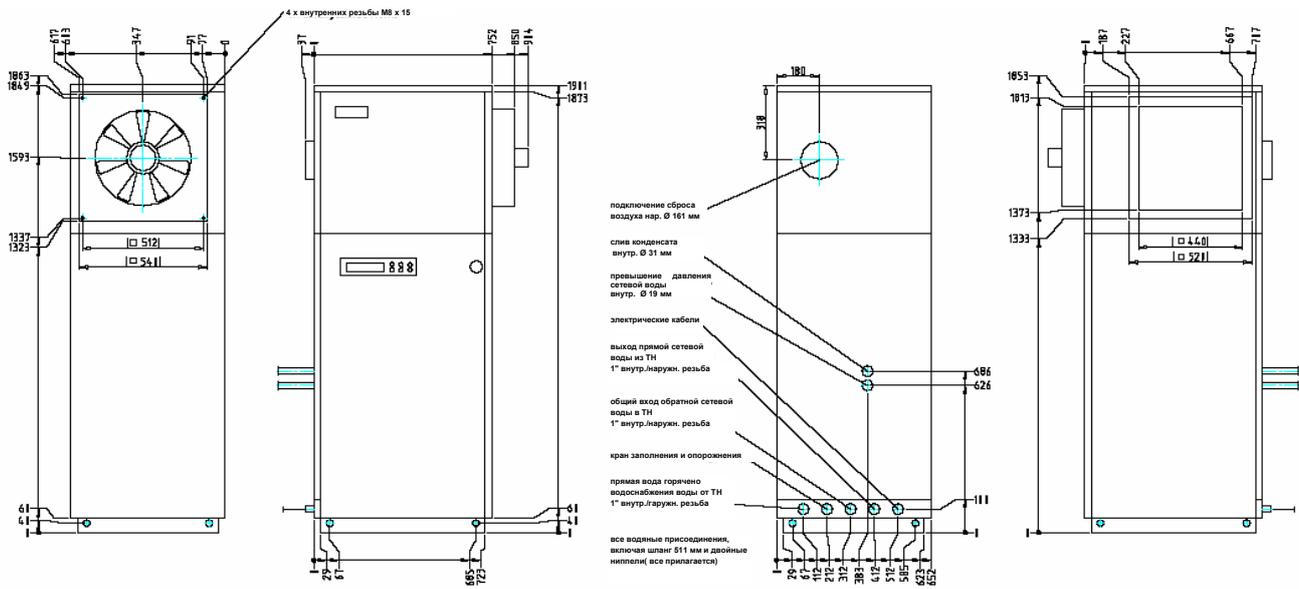


2.7.6 Характеристики WPL 220 IR / WPL 220 AR

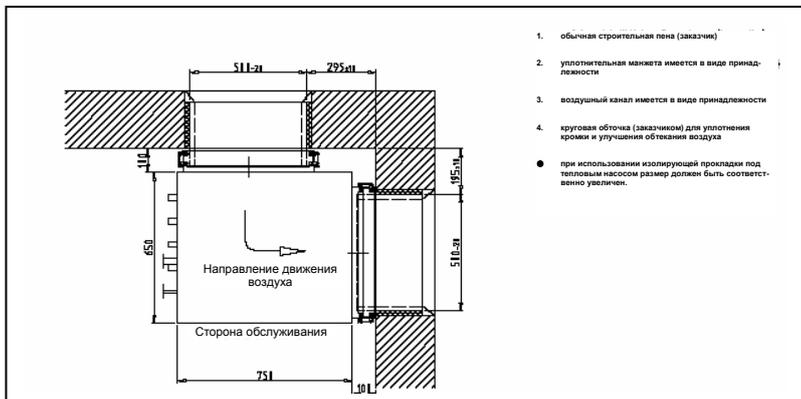
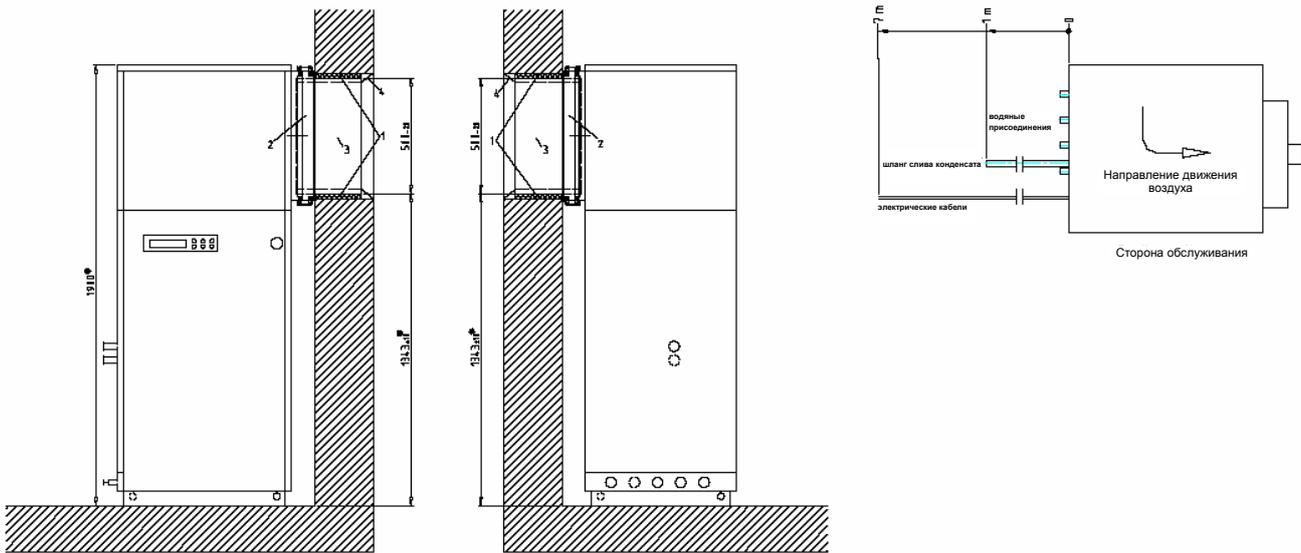


## 2.8 Размеры воздушно-водяных тепловых насосов

### 2.8.1 Размеры WPL 60 I / IL



### Настенная установка

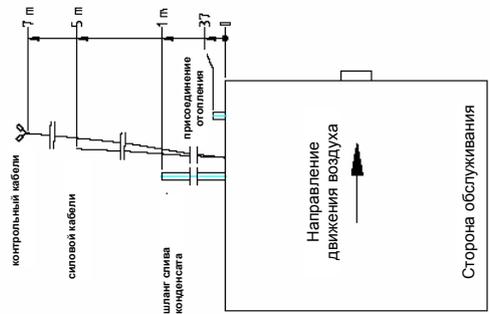
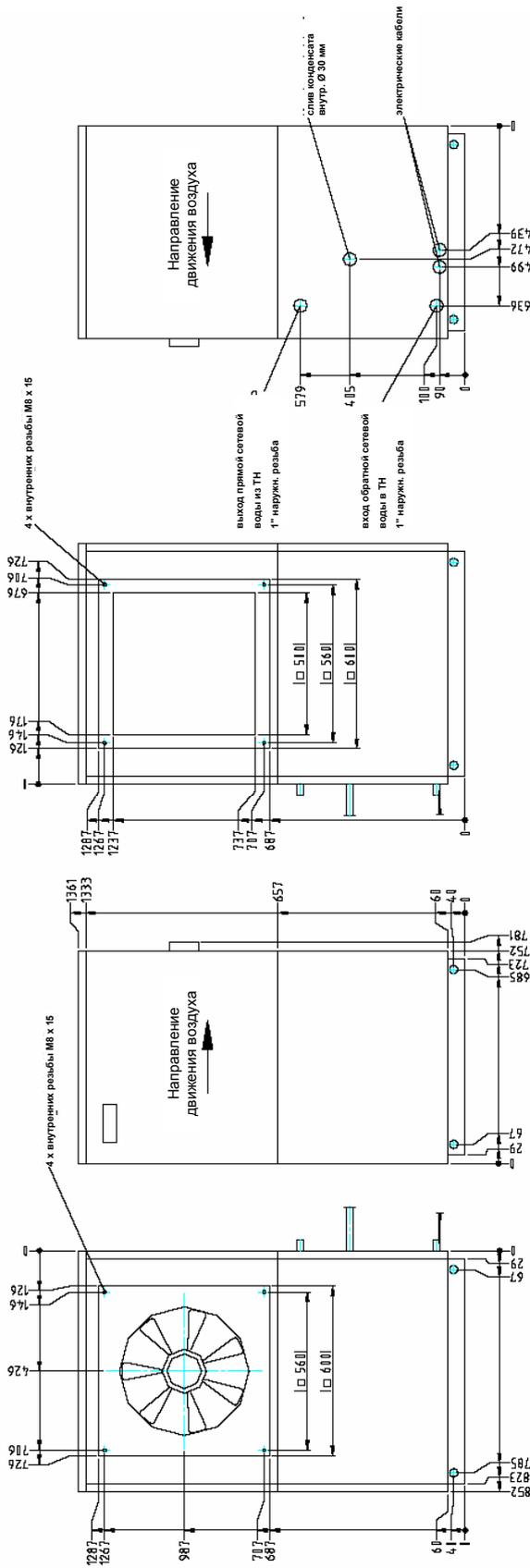


#### Важные указания

- Присоединение вытяжного воздуха Ду 160 для использования остаточного тепла существующей вытяжной системы доступно только для варианта устройства !
- При установке без воздушного канала стеновой проем с внутренней стороны должен обязательно закрываться тепловой изоляцией во избежание охлаждения или же нанесения кладки (например, путем нанесения 50-милли-метрового слоя твердого пенополиуретана).

2.8.2 Размеры

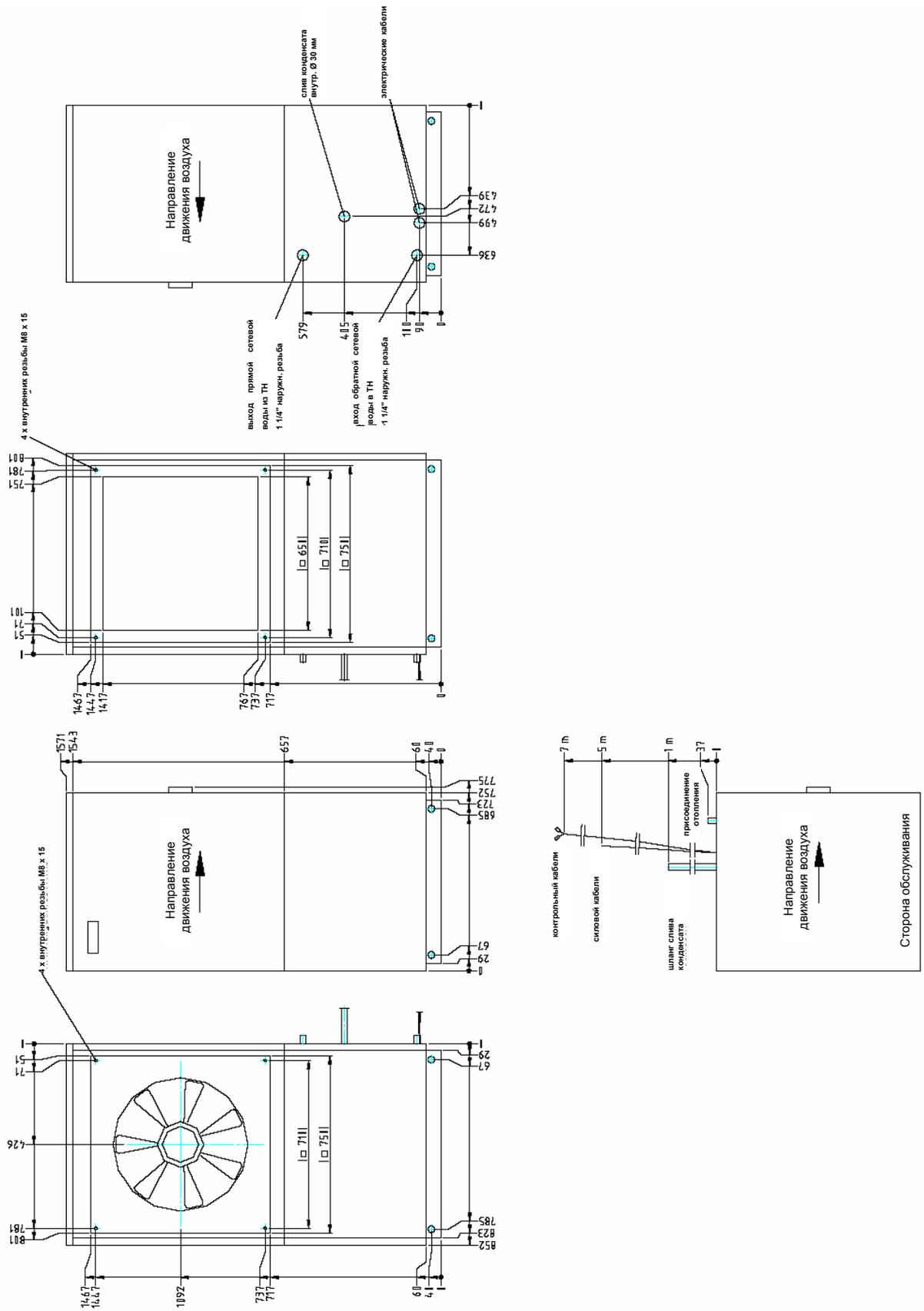
WPL 80 IR





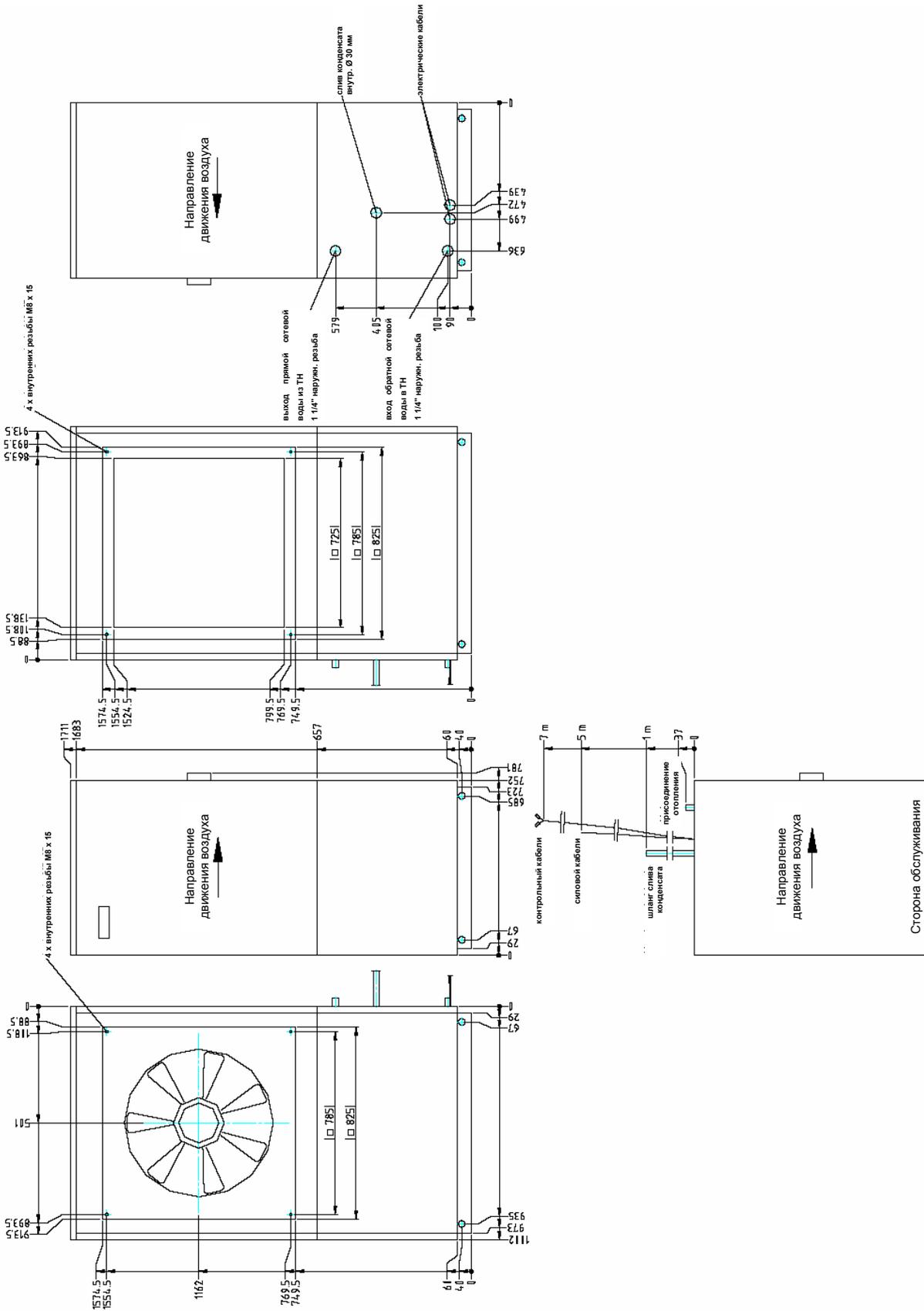
2.8.4 Размеры

WPL 150 IR



2.8.5 Размеры

WPL 190 IR / WPL 220 IR











## 2.9 Излучение шума тепловых насосов, установленных снаружи

На рис. 2.9.а показаны четыре основные направления распространения шума. Направление стороны всасывания указано цифрой „1“, направление стороны сброса – цифрой „3“. При помощи табл. 2.9.а можно определить направленные уровни звукового давления воздушно-водяных тепловых насосов. Значения на расстоянии 1 м представляют собой фактическим измеренные величины. Значения на удалении 5 и 10 м получены путем расчета при полусферическом распространении в свободном пространстве. На практике возможны отклонения, связанные с отражением или же поглощением звука, вызванном местными особенностями.

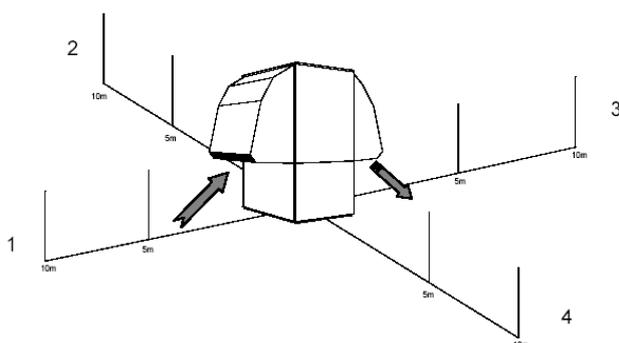


Рис. 2.9.а: Определение направлений распространения звука

### Указание:

Принципиальные сведения по теме шума Вы найдете в главе „Установка тепловых насосов“.

Тип	WPL 80 AR				WPL 120 AR			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Напр.								
1 м	49	46	50	46	50	47	51	47
5 м	38	35	39	35	39	36	40	36
10 м	32	29	33	29	33	30	34	30

Тип	WPL 150 AR				WPL 190 AR WPL 220 AR			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Напр.								
1 м	52	48	54	48	56	50	58	50
5 м	41	37	43	37	45	39	47	39
10 м	35	31	37	31	39	33	41	33

Таблица 2.9.а: Направленный уровень звукового давления в зависимости от удаления, в дБ(А).

### Пример:

Уровень звукового давления насоса WPL 80 AR в направлении всасывания на удалении 10 м: 33 дБ(А)

Источник шума	Уровень звука [дБ]	Звуковое давление [мкПа]	Восприятие
Абсолютная тишина	0	20	не слышно
Неслышимый звук	10	63	
Тиканье настольных часов, тихая спальня	20	200	очень тихо
Очень тихий сад, кондиционер в театре	30	630	очень тихо
Жилая квартира без транспорта, кондиционер в конторе	40	$2 \cdot 10^3$	тихо
Тихий ручей, поток, тихий ресторан	50	$6,3 \cdot 10^3$	тихо
Нормальный разговор, легковой автомобиль	60	$2 \cdot 10^4$	громко
Шумная контора, громкий разговор, мотоцикл	70	$6,3 \cdot 10^4$	громко
Шум интенсивного движения, громкая музыка по радио	80	$2 \cdot 10^5$	очень громко
Тяжелый грузовик	90	$6,3 \cdot 10^5$	очень громко
Автомобильная сирена на расстоянии 5 м	100	$2 \cdot 10^6$	очень громко
Поп-группа, клепальный цех	110	$6,3 \cdot 10^6$	невыносимо
Буровая установка в туннеле, на расстоянии 5 м	120	$2 \cdot 10^7$	невыносимо
Реактивный двигатель на взлете, на расстоянии 100 м	130	$6,3 \cdot 10^7$	невыносимо
Реактивный двигатель на расстоянии 25 м	140	$2 \cdot 10^8$	болезненно

Таблица 2.9.б: Типичные уровни шума

Предельные значения излучения шума по Нормам технических требований см. в главе „Установка тепловых насосов“.

## 3 Рассольно-водяные тепловые насосы

### 3.1 Грунт как источник тепла

Диапазон температур приповерхностного грунта на глубине ок. 1 м -5...+17 °C

Диапазон температур в более глубоких слоях (ок. 15 м) +8...+12 °C

Область применения рассольно-водяных тепловых насосов (S/W-WP) -5...+25 °C

#### Доступность

- круглогодично (ограничение по поверхности или формациям грунтов)

#### Возможность использования

- моновалентный режим
- бивалентный режим

#### Затраты на освоение

- грунтовой тепловой коллектор, грунтовые тепловые зонды и т.п.
- рассол на основе моноэтиленгликоля с классом опасности для воды WGK 1 (в целом для воды не опасен)
- трубопроводная система и циркуляционный насос
- земляные работы
- строительные мероприятия

#### Особо учитывать:

- свойства грунта
- погодные воздействия (регенерация)

#### 3.1.1 Указания по расчету - грунт как источник тепла

Грунтовой тепловой коллектор должен быть рассчитан на холодильную мощность теплового насоса. При замене устаревшего теплового насоса на новую модель следует проверить мощность коллектора и, при необходимости, согласовать с новой холодильной мощностью.

Энергия, аккумулированная в грунте, поступает почти исключительно через его поверхностный слой. При этом основными поставщиками энергии являются осадки и солнечное излучение. Приток тепла изнутри земли менее 0,1 Вт/м<sup>2</sup> и им можно пренебречь.

Транспорт тепла в грунте осуществляется почти исключительно за счет теплопроводности, причем коэффициент теплопроводности грунта увеличивается с повышением содержания влаги. Так же, как и теплопроводность, теплоаккумулирующая способность грунта определяется, главным образом, содержанием влаги в грунте. Замерзание содержащейся в грунте влаги приводит к заметному повышению количества получаемой энергии, поскольку скрытая теплота таяния, составляющая ок. 0,09 кВтч/кг, очень высока. Таким образом, образование льда вокруг проложенных в грунте змеевиков вовсе не является недостатком.

#### Выбор размера циркуляционного насоса рассола

Объемный расход рассола должен быть согласован с мощностью теплового насоса и должен обеспечиваться рассольным циркуляционным насосом. Для определения величины объемного расхода необходимы следующие параметры:

$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{WP} - P_{el}$$

$$\dot{Q}_{WP} = \text{тепловая мощность теплового насоса}$$

$$P_{el} = \text{электрическая мощность, потребляемая тепловым насосом в расчетной точке}$$

$$\dot{Q}_0 = \text{холодильная мощность или мощность, отбираемая тепловым насосом из грунта, в расчетной точке}$$

$$\Delta t_s = \text{разность температур источника тепла } (\Delta t_s = 3\text{K})$$

$$\rho_s = \text{плотность рассола } (\rho_s = 1,05 \text{ г/см}^3 \text{ при } 0 \text{ °C и концентрации рассола } 25\%)$$

$$c = \text{удельная теплоемкость рассола } (c = 3,7 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K при } 0 \text{ °C и концентрации рассола } 25\%)$$

$$I_s = \text{объемный расход рассола}$$

$$\Rightarrow I_s = \frac{\dot{Q}_0 \cdot 3600}{\rho_s \cdot c \cdot \Delta t}$$

Наряду с объемным расходом необходимо учитывать гидравлические сопротивления в контуре рассольной установки и технические данные изготовителя насоса. При этом потери давления в последовательно включенных трубопроводах, встроенных устройствах и теплообменниках должны суммироваться. Гидравлическое сопротивление для смеси воды с антифризом (25%) по сравнению с водой должно приниматься большим, с поправочным коэффициентом от 1,5 до 1,7.

### 3.1.2 Рассольная жидкость

#### Концентрация рассола

Во избежание обмерзания испарителя в воду на стороне источника тепла следует добавлять антифриз. При прокладке змеевиков в грунте температуры, возникающие в холодильном контуре, требуют защиты от замораживания при  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Применяется антифриз на основе моноэтиленгликоля. Концентрация рассола при прокладке в грунте составляет от 25% до, максимум, 30%.

#### Расчет расширительного сосуда

При отборе тепла исключительно из грунта могут возникать температуры рассола примерно от  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вследствие таких температурных колебаний для оборудования источника тепла требуется расширительный сосуд с подпором 0,5 бар. Максимальное избыточное давление составляет 2,5 бар.

#### Температура замерзания

Концентрация рассола определяется запланированным диапазоном рабочих температур.

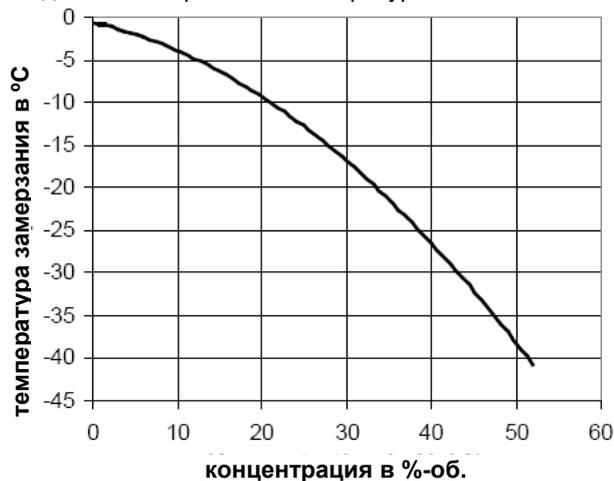


Рис. 3.1.а: Кривая замерзания смеси воды с моноэтиленгликолем в зависимости от концентрации

#### Заполнение установки

Заполнение установки должно обязательно осуществляться в следующей последовательности:

- смешивание в сосуде антифриза с водой до необходимой концентрации
- проверка концентрации предварительно составленной смеси воды и антифриза при помощи контрольного прибора для этиленгликоля
- заполнение рассольного контура (мин. 2 бар, макс. 2,5 бар)
- удаление воздуха из установки (установить постоянный воздушник)

#### Указание:

Опыт показывает, что заполнение рассольного контура водой и последующая добавка антифриза не дают гомогенной смеси!

#### Относительное гидравлическое сопротивление

Гидравлическое сопротивление рассола зависит от температуры и его состава. С понижением температуры и с повышением доли моноэтиленгликоля гидравлическое сопротивление рассола возрастает.

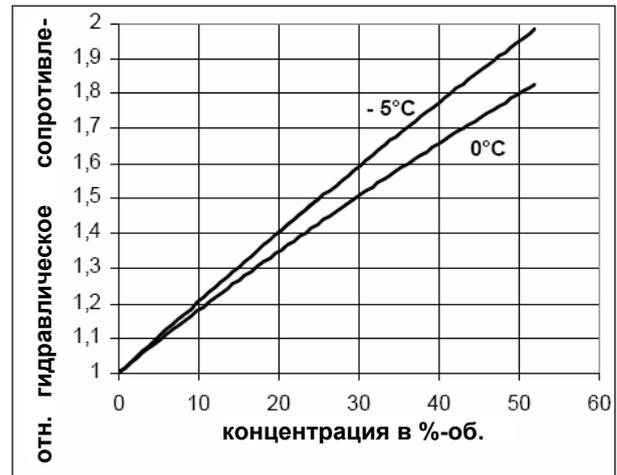


Рис. 3.1.б: Относительное гидравлическое сопротивление смеси воды и моноэтиленгликоля по сравнению с водой, в зависимости от концентрации при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### Недостача жидкого рассола и утечка

Для обнаружения возможной недостачи или утечки рассола в контуре, а также для выполнения административных требований, в рассольный контур может быть установлен датчик падения давления. Последний, при потере давления подает сигнал оператору теплового насоса.



- (1). Патрубок с внутренней и наружной резьбой
- (2). Датчик давления с разъемом и уплотнением разъема

Рис 3.1.с: Датчик падения давления рассола (установка и схема включения)

### 3.1.3 Грунтовой тепловой коллектор

#### Глубина прокладки

Температуры грунта на глубине 1 м могут достигать точки замерзания и без утилизации грунтового тепла. На глубине 2 м минимальная температура составляет ок. 5 °С. С увеличением глубины эта температура возрастает, однако уменьшается и тепловой поток от поверхности грунта. При этом уже не гарантируется оттаивание обледенения весной. Поэтому минимальная глубина прокладки должна составлять 1,2 м и не превышать максимальной величины 1,5 м (в траншеях с максимальной глубиной 1,25 м).

#### Шаг прокладки

При определении шага прокладки  $d_a$  следует иметь в виду, что ледяные цилиндры, образующиеся вокруг подземных змеевиков, не должны сростаться друг с другом. Это обеспечивается в том случае, когда шаг прокладки составляет примерно от 0,7 м до 0,8 м.

#### Длина труб

Поскольку площадь прокладки очень сильно зависит от выбранного шага прокладки, при расчете следует исходить из необходимой длины труб. Ее определение может быть выполнено поэтапно следующим образом:

1. Определение часового теплоснабжения дома в рабочей точке  $\dot{Q}_N$  (расчет теплоснабжения)
2. Определение необходимой при этом температуры прямой сетевой воды  $T_V$
3. Определение минимальной температуры рассола (в частности, за основу может быть принята температура -2 °С)
4. Определение холодильной мощности теплового насоса в рабочей точке
 
$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{WP} - P_{el}$$

$$\dot{Q}_{WP} = \text{тепловая мощность теплового насоса}$$

$$P_{el} = \text{электрическая мощность, потребляемая тепловым насосом в расчетной точке}$$

$$\dot{Q}_0 = \text{холодильная мощность или мощность, отбираемая тепловым насосом из грунта, в расчетной точке}$$
5. Определение мощности, отбираемой погонным метром трубы, в зависимости от характера грунта на основе следующего перечня:

Песчаный грунт (сухой)  $\phi = 0,010$  кВт/м

Глинистый грунт (сухой)  $\phi = 0,020$  кВт/м

Глинистый грунт (влажный)  $\phi = 0,025$  кВт/м

Глинистый грунт (насыщенный водой)  $\phi = 0,035$  кВт/м

6. Расчет необходимой длины труб  $l = \frac{\dot{Q}_0}{\phi}$

Этот расчет относится к тепловому насосу с чисто отопительным режимом при наработке теплового насоса 1600-1800 ч/год. При более длительной наработке наряду с удельной отбираемой мощностью следует учитывать и удельную годовую производительность по отбираемой мощности. Максимальная отбираемая энергия в год составляет от **50 до 70 кВтч/м<sup>2</sup>**.

#### Площадь прокладки

Площадь прокладки  $A$  определяется как произведение шага прокладки  $d_a$  на длину прокладываемой трубы  $l$ :

$$A = l \cdot d_a$$

#### Пример:

1. Часовое потребление дома в расчетной точке составляет 12 кВт
2. При этом необходимая температура прямой сетевой воды: 35 °С
3. Минимальная температура рассола 0 °С
4. Определение  $\dot{Q}_0$  (холодильной мощности)

$$\dot{Q}_{WP} = \text{насоса WPS 140 I в этой точке 14,5 кВт}$$

(см. кривую отопительной мощности WPS 140 I)

$$P_{el} = \text{насоса WPS 140 I в этой точке 3,22 кВт}$$

(см. кривую отопительной мощности WPS 140 I)

$$\Rightarrow \dot{Q}_0 = 14,4 \text{ кВт} - 3,22 \text{ кВт} = 11,28 \text{ кВт}$$

5. Глинистый грунт влажный/сухой  $\phi = 0,020$  кВт/м

6. Необходимая длина труб  $l$

$$l = \frac{\dot{Q}_0}{\phi} = \frac{11,28 \text{ кВт}}{0,020 \text{ кВт/м}} = 564 \text{ м}$$

7. Выбрано: 6 змеевиков по 100 м = 600 м

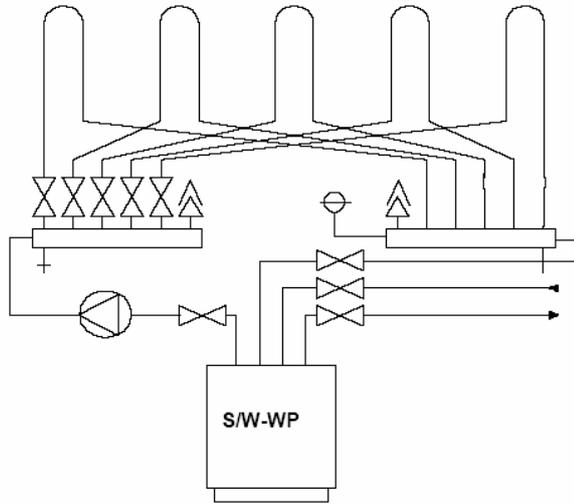
8. Потребная площадь  $A = 600 \text{ м} \times 0,8 \text{ м} \Rightarrow A = 480 \text{ м}^2$

#### Материал труб, диаметр труб

Для коллекторов должны применяться полиэтиленовые трубы PE 80 (Ру 12,5), 32 x 2,9 мм по стандартам DIN 8074 и 8075.

**Прокладка**

Трубные змеевики при помощи коллекторов прямой и обратной сетевой воды должны быть подключены или проложены в соответствии со следующим эскизом, так чтобы длины рассольных змеевиков были одинаковы.

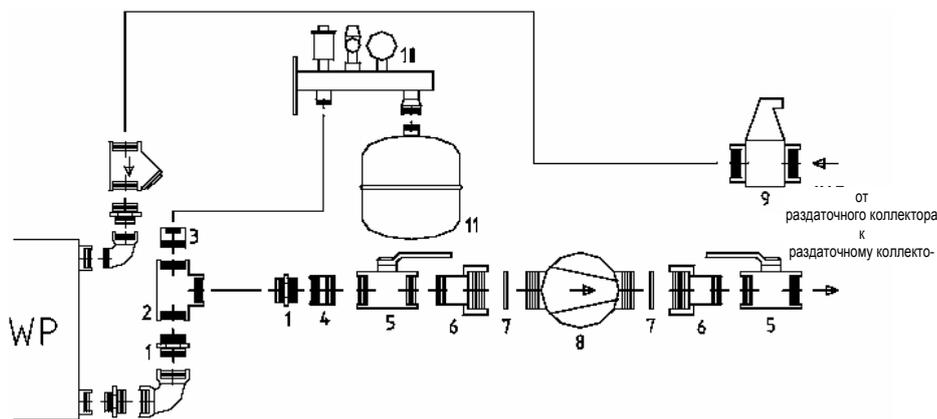


**Рис. 3.1.d:** Гидравлическое подключение рассольных змеевиков

**При этом необходимо иметь в виду следующее:**

- Каждый рассольный контур снабжается запорным вентилем.
- Все рассольные контуры должны иметь одинаковую длину, чтобы обеспечивать равномерное их омывание и одинаковую отбираемую мощность.
- Подземные тепловые коллекторы должны устанавливаться, по возможности, за несколько месяцев до отопительного сезона, чтобы обеспечивалась усадка грунта.

- Шахта для коллекторов прямой и обратной сетевой воды должна располагаться в верхней точке участка.
- В верхней точке рассольного змеевика должно устанавливаться устройство для удаления воздуха.
- Все рассольные трубопроводы, находящиеся в доме и проходящие через стены дома, должны снабжаться паронепроницаемой изоляцией во избежание отпотевания.
- Все рассольные трубопроводы должны выполняться из коррозионностойкого материала.
- Параллельное включение нескольких рассольных змеевиков: длина каждого змеевика не должна превышать 100 м.
- Рассольный коллектор и коллектор обратной сетевой воды должны устанавливаться вне дома.
- Рассольный насос и расширительный сосуд установки теплового насоса должны, по возможности, устанавливаться вне здания. При установке внутри здания эти узлы должны снабжаться паронепроницаемой изоляцией во избежание образования конденсата и льда.
- Расстояние прокладки рассольных трубопроводов от линий водопровода, каналов и зданий должно составлять 1,5 м во избежание повреждений при замораживании. Если из строительных соображений указанное расстояние не может быть выдержано, трубопроводы в этой зоне должны быть в достаточной степени снабжены тепловой изоляцией.
- Площадь, занимаемая подземными тепловыми коллекторами, не должны застраиваться, а поверхность грунта над ними не должна уплотняться.
- Следует соблюдать минимальный радиус изгиба труб по данным изготовителя.



**Рис. 3.1.e:** Конструкция системы подачи рассола, вкл. встраиваемые узлы

**Легенда**

1. Двойной ниппель
2. Тройник
3. Переходной ниппель
4. Переходной ниппель
5. Шаровый кран
6. Полуштуцерное соединение
7. Прокладка
8. Циркуляционный насос
9. Большой воздушник
10. Коллекторная траверса (воздушник, предохранительный клапан)
11. Расширительный сосуд

Коллекторная траверса должна устанавливаться на стороне всасывания циркуляционного насоса. Большой воздушник должен размещаться в верхней точке рассольного змеевика. Установка принадлежностей

рассольного контура может осуществляться как внутри здания, так и вне его. При монтаже в здании, однако, должна предусматриваться паронепроницаемая изоляция.

### 3.1.4 Выбор грунтовых тепловых коллекторов для рассольно-водяных тепловых насосов

В основу выбора параметров закладываются следующие значения:

- трубы PE (рассольные змеевики): труба DIN 8074 32 × 2,9 – PE 80 (Ру 12,5)
- полиэтиленовая подводящая труба от теплового насоса к рассольному змеевику по стандарту DIN 8074: номинальное давление Ру 12,5 (12,5 бар)
- удельная отбираемая от грунта мощность на погонный метр трубы ок. 20 Вт
- концентрация антифриза (на основе гликоля) в рассоле 25%
- напорный расширительный сосуд: подпор 0,5 бар

Расчет рассольных циркуляционных насосов относится только к длинам змеевиков, не превышающим 100 м, и к указанному числу рассольных змеевиков! При сохранении всех прочих параметров неизменными, увеличение числа рассольных змеевиков и сокращение их длин оказывается не критичным в отношении гидравлического сопротивления. При других граничных условиях (например, удельная отбираемая мощность, концентрация рассола) необходим новый выбор допустимой общей длины подводящей и отводящей трубы между тепловым насосом и рассольным коллектором.

Тепловой насос	Циркуляционный насос шпательный или сходный	Обозначение циркуляционного насоса	Альтернатива Grundfos	Расход рассола	Холодильная мощность	Длина труб теплового коллектора	Цифра змеевиков	Расширительный сосуд	допустимая общая длина подводящей и отводящей трубы между тепловым насосом и рассольным коллектором						Защита двигателя
				м³/ч	кВт	м	л		32×2,9	40×3,7	50×4,6	63×5,8	75×6,8	90×8,2	А
WPS 50I	WILO	TOP-S 25/7,5	UPS 25-60	1,2	4,1	200	2	8	50						*
WPS 70I / IK	WILO	TOP-S 25/7,5	UPS 25-60	1,7	5,3	300	3	8	15	40	110				*
WPS 90I / IK	WILO	TOP-S 25/7,5	UPS 25-80	2,3	7,1	400	4	12		20	65				*
WPS 120I / IK	WILO	TOP-S 25/7,5	UPS 25-80	3	9,1	500	5	12		30	90				*
WPS 140I / IK	WILO	TOP-S 25/7,5	UPS 25-80	3,5	11,2	600	6	18			40	150			*
WPS 160I	WILO	TOP-S30/10	UPS 32-80	3,8	12,7	700	7	18			60	180			*
WPS 210I	Grundfos	CHI4-20		6	16,2	900	9	18			80	270			1,1
WPS 320I	Grundfos	CHI8-10		8,4	24,5	1300	13	18				100	300		2,4
WPS 680I	Grundfos	2 x CHI8-10		16	51,3	2600	26	35					60	200	2,4

**Таблица 3.1:** Таблица выбора параметров рассольно-водяных тепловых насосов при удельной отбираемой мощности 20 Вт/м теплового коллектора. (Допущения: концентрация рассола 25 % антифриза, длина контура отдельного рассольного змеевика 100 м, трубы из PE 80 (Ру12,5), 32 × 2,9 мм по стандарту DIN 8074 и 8075.  
\* с встроенной защитой двигателя, вкл. электронный расцепитель.

Чтобы гарантировать защиту рассольной жидкости от замораживания должен применяться концентрат антифриза. Необходимая концентрация рассола составляет минимум 25% и максимум 30%. Необходимое количество антифриза в следующей таблице отнесится к трубам с указанной толщиной стенки. При меньших толщинах стенок количество антифриза должно быть увеличено, чтобы достигалась минимальная концентрация рассола 25%. Применяемая нами рассольная жидкость на основе гликоля дает защиту от замораживания до -14 °С.

Подземный коллектор

Концентрация рассола: ≈ 25%, макс. 30%  
Относительное гидравлическое сопротивление ≈ 1,5

Массивный поглотитель

Концентрация рассола: ≈ 40%  
Относительное гидравлическое сопротивление ≈ 2,5

### 3.1.5 Подземные тепловые зонды

В установке с подземными зондами теплообменная система устанавливается в грунте, скважинах глубиной от 20 до 100 м. В среднем, двойной U-образный зонд с каждого метра длины дает ок. 55 Вт мощности. Точное определение зависит, однако, от геологических и гидрогеологических условий, которые, как

Труба DIN 8074 (Ру 12,5), в мм	Общий объем на 100 м трубы, в литрах	Количество антифриза на 100 м трубы, в литрах
32 × 2,9	53,1	13,3
40 × 3,7	83,5	20,9
50 × 4,6	130,7	32,7
63 × 5,8	207,5	51,9
75 × 6,9	294,2	73,6
90 × 8,2	425,5	106,4

**Таблица 3.3:** Общий объем и количество антифриза на 100 м для различных полиэтиленовых труб при защите от замораживания до -14 °С

правило, неизвестны монтажнику отопления. Поэтому проектирование должно быть поручено опытному и сертифицированному по DVGW W120 буровому предприятию. В остальном, должны соблюдаться требования бюллетеней 1 и 2 VDI-4640

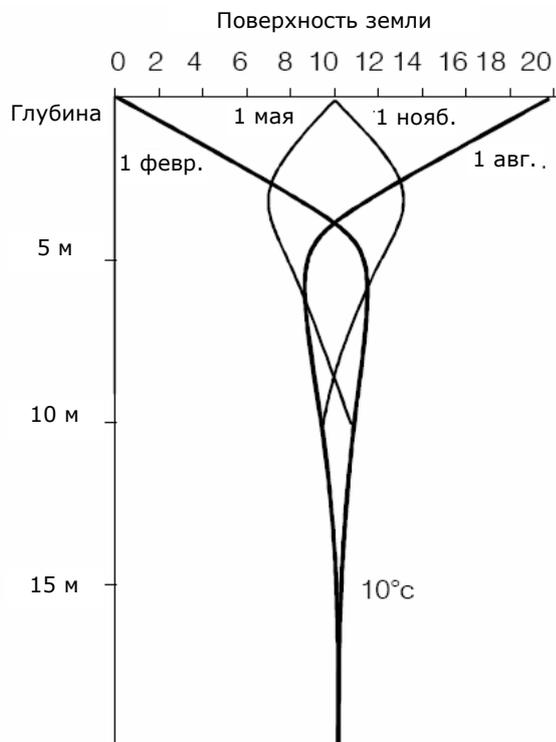
**Таблица 3.5:** Возможные значения удельной мощности, отбираемой подземными тепловыми зондами (двойными U-образными зондами) (по бюллетеню 2 VDI 4640)

Грунт	Удельная отбираемая мощность	
	для 1800 ч	для 2400 ч
<b>Общие ориентировочные значения:</b>		
Плохой грунт (сухие осадочные породы) ( $\lambda < 1,5$ Вт/(м * К))	25 Вт/м	20 Вт/м
Нормальный каменистый грунт и насыщенные водой осадочные породы ( $\lambda = 1,5 - 3,0$ Вт/(м * К))	60 Вт/м	50 Вт/м
Каменистый грунт с высокой теплопроводностью ( $\lambda > 3,0$ Вт/(м * К))	84 Вт/м	70 Вт/м
<b>Отдельные породы:</b>		
Гравий, песок, сухой	< 25 Вт/м	< 20 Вт/м
Гравий, песок, водоносный	65 – 80 Вт/м	55 - 65 Вт/м
При сильных потоках грунтовых вод в гравии и песке, в отдельных случаях	80-100 Вт/м	80-100 Вт/м
Глина, суглинок, влажный	35 – 50 Вт/м	30 - 40 Вт/м
Известняк (сплошной)	55 – 70 Вт/м	45 - 60 Вт/м
Песчаник	65 – 80 Вт/м	55 - 65 Вт/м
Кислые магматические породы (например, гранит)	65 – 85 Вт/м	55 - 70 Вт/м
Основные магматические породы (например, базальт)	40 – 65 Вт/м	35 - 55 Вт/м
Гнейс	70 – 85 Вт/м	60 - 70 Вт/м

- только отбор тепла (отопление, вкл. горячее водоснабжение)
- длина отдельных подземных тепловых зондов от 40 до 100 м
- минимальное расстояние между двумя подземными тепловыми зондами:
  - не менее 5 м при длине отдельных подземных тепловых зондов от 40 до 50 м
  - не мене 6 м при длине отдельных подземных тепловых зондов > 50 до 100 м
- в качестве подземных тепловых зондов применяются двойные U-образные зонды с диаметром отдельных труб Ду 20, Ду 25 или Ду 32 мм или же коаксиальные зонды диаметром 60 мм.

#### Температуры грунта

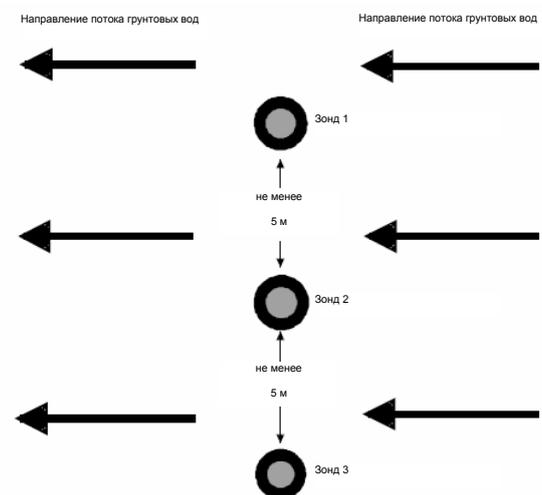
Начиная с глубины ок. 15 м, температура грунта в течение всего года составляет ок. 10 °С (см. рис. 3.1.f).



**Рис. 3.1.f:** Изображение хода температур на различных глубинах грунта в зависимости от среднего сезонного значения температуры на поверхности земли

Расстояние между зондами должно составлять не менее 5 м, чтобы обеспечивалось их малое взаимное влияние и летняя регенерация. При необходимости установки нескольких зондов они должны размещаться не параллельно, а перпендикулярно потоку грунтовых вод. (см. рис. 3.1.g)

#### Расстояние между зондами



**Рис 3.1.g:** Расположение и минимальное расстояние между зондами в зависимости от направления грунтовых вод

В отношении концентрации рассола, используемых материалов, размещения коллекторной шахты, установки насоса и расширительного сосуда действуют те же правила, что и для подземного теплового коллектора.

Рис. 3.1.h представляет сечение двойного U-образного зонда, обычно применяемого с тепловыми насосами.

Для зонда такого типа вначале создается скважина с радиусом  $r_1$ . В нее вводятся четыре трубы зонда, после чего скважина заполняется цементно-бетонной смесью. По двум из этих труб рабочая жидкость опускается вниз, а по двум другим – поднимается вверх. Трубы соединяются на нижнем конце, образуя, таким образом, замкнутый контур зонда. На границе этой

скважины, т.е. на радиусе  $r_1$ , определяется температура скважины  $T_b$ . Когда рабочая жидкость покидает зонд, она обладает температурой источника  $T_{Quelle}$ .

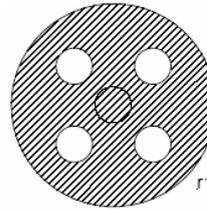


Рис. 3.1.h: Сечение двойного U-образного зонда

### 3.2 Поглотительная система как источник тепла (непрямое использование энергии воздуха или солнца)

Диапазон температур рассола  $-15\text{ °C} \dots +50\text{ °C}$   
Область применения S/W-WP  $-5\text{ °C} \dots +25\text{ °C}$

#### Доступность

Возможны ограничения со стороны погодных условий и ограниченных площадей.

#### Возможность использования

- бивалентный режим
- моновалентный режим в сочетании с дополнительным подземным тепловым коллектором

#### Затраты на освоение

- поглотительная система (энергетическая кровля, трубный регистр, массивный поглотитель, энергетическое ограждение, энергетическая башня, энергетическая этажерка и т.п.)
- рассол на основе этиленгликоля или пропиленгликоля в незамерзающей концентрации
- система трубопроводов и циркуляционный насос
- строительные мероприятия

#### Особо учитывать:

- строительные требования
- погодные воздействия

#### Выбор параметров поглотительной системы

При выборе параметров кровельных поглотителей, энергетических колонн или ограждений отдельные конструкции различаются настолько, что при проектировании приходится, в принципе, привлекать данные отдельных производителей. При проектировании массивных поглотителей обращайтесь, пожалуйста, к нашим системным специалистам по тепловым насосам.

Однако, как показывает практика, в основу проектирования могут быть положены следующие положения:

- Проектирование поверхности поглотителя должно обязательно осуществляться по указанной ночной мощности поглотителя.

- При температурах воздуха свыше  $0\text{ °C}$  и низких температурах рассола дождь, талая вода или снег могут замерзать на поверхности поглотителя, что отрицательно влияет на тепловой поток.
- Моновалентный режим возможен лишь в сочетании с использованием грунтового тепла.
- В часы солнечной инсоляции в переходной период возникают температуры рассола  $50\text{ °C}$  и выше, которые намного выходят за пределы области применения теплового насоса.
- Тепловой насос может работать с температурами рассола до  $25\text{ °C}$ . Если эти высокие температуры могут возникать на длительный срок (например, в случае солнечных коллекторов), должен быть встроены теплообменник для прямого использования энергии.

#### Концентрация рассола

Для кровельных поглотителей, энергетических ограждений и т.п. необходима защита от замораживания при  $-25\text{ °C}$ , определяемая низкими наружными температурами. В такой системе концентрация рассола составляет 40%. С ростом концентрации рассола при проектировании рассольного циркуляционного насоса следует учитывать повышенное гидравлическое сопротивление.

#### Заполнение установки:

Заполнение установки производится, как описано в главе "Грунт как источник тепла" (гл. 3.1).

#### Расчет расширительного сосуда:

При исключительно поглотительном режиме температура рассола колеблется примерно от  $-15\text{ °C}$  и до  $+50\text{ °C}$ . Вследствие таких температурных колебаний для оборудования источника тепла требуется расширительный сосуд. Подпор в расширительном сосуде определяется высотой системы. Максимальное избыточное давление составляет 2,5 бар.

### 3.3 Техническая информация по рассольно-водяным тепловым насосам

#### 3.3.1 Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам малогабаритной конструкции

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по рассольно-водяным отопительным тепловым насосам					
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ	WPS 70 IK	WPS 90 IK	WPS 120 IK	WPS 140 IK
2	<b>МОДЕЛЬ</b>				
2.1	Исполнение	малогабаритное	малогабаритное	малогабаритное	малогабаритное
2.2	Степень защиты по EN 60 529	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
2.3	Место установки	внутри	внутри	внутри	внутри
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
3.1	Рабочие пределы температур:				
	Прямая / обратная сетевая вода °С	до 55	до 55	до 55	до 55
	Рассол (источник тепла) °С	от -5 до +25			
	Антифриз	моноэтилен-гликоль	моноэтилен-гликоль	моноэтилен-гликоль	моноэтилен-гликоль
	Минимальная концентрация рассола (защита от замораживания при -13 °С)	25%	25%	25%	25%
3.2	Разность температур сетевой воды при В0 / W35 К	9,9	10,5	10,1	9,6
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки при В-5 / W55 1) кВт / ---	5,6 / 2,2	7,7 / 2,3	9,4 / 2,4	12,5 / 2,6
	при В0 / W50 1) кВт / ---	6,7 / 2,9	9,0 / 3,1	11,3 / 3,0	14,2 / 3,4
	при В0 / W35 1) кВт / ---	6,9 / 4,3	9,2 / 4,4	11,8 / 4,4	14,5 / 4,5
3.4	Уровень звуковой мощности дБ(А)	51	51	51	51
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений м³/ч / Па	0,6 / 2500	0,75 / 4500	1,0 / 3500	1,3 / 3500
3.6	Свободный подпор сетевого насоса (макс. ступень) Па	47500	43500	65500	64500
3.7	Расход рассола при внутреннем перепаде давлений (источник тепла) м³/ч / Па	1,7 / 10000	2,3 / 16000	3,0 / 13000	3,5 / 13000
3.8	Свободный подпор рассольного насоса (макс. ступень) Па	55000	44000	40000	34000
3.9	Хладагент; общий вес загрузки тип / кг	R407C / 1,5	R407C / 1,8	R407C / 2,0	R407C / 2,3
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>				
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4) В × Ш × Д мм	1110 × 652 × 653	1110 × 652 × 653	1110 × 652 × 653	1110 × 652 × 653
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды дюймовые	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла дюймовые	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.	R 1½" наружн.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку кг	179	180	191	203
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>				
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель В / А	400 / 16	400 / 16	400 / 16	400 / 16
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) В0 W35 кВт	1,6	2,07	2,66	3,22
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA) А	30 (без SA)	15	26	26
5.4	Номинальный ток В0 W35 / cos φ А / ---	2,89	3,77	4,84	5,81
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	3)	3)	3)	3)
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>				
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)	да	да	да	да
7.2	Ступеней мощности	1	1	1	1
7.3	Регулятор внутренний / внешний	внутренний	внутренний	внутренний	внутренний

5) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, В10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °С и температура прямой сетевой воды 55 °С.

6) Сетевой циркуляционный насос и регулятор теплового насоса должны быть постоянно готовы к работе.

7) Заявление о соответствии CE

8) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь

Сохраняется право на внесение технических изменений.

### 3.3.2 Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 50 I – WPS 90 I

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по рассольно-водяным отопительным тепловым насосам				
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ	WPS 50 I	WPS 70 I	WPS 90 I
2	<b>МОДЕЛЬ</b>			
2.1	Степень защиты по EN 60 529	IP 20	IP 20	IP 20
2.2	Место установки	внутри	внутри	внутри
3	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>			
3.1	Рабочие пределы температур:			
	Прямая / обратная сетевая вода °C	до 55	до 55	до 55
	Рассол (источник тепла) °C	от -5 до +25	от -5 до +25	от -5 до +25
	Антифриз	моноэтиленгликоль	моноэтиленгликоль	моноэтиленгликоль
	Минимальная концентрация рассола (защита от замораживания при -13 °C)	25%	25%	25%
3.2	Разность температур сетевой воды при В0 / W35 К	10,1	9,9	10,5
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки			
	при В-5 / W55 1) кВт / ---	3,8 / 1,96	5,6 / 2,2	7,7 / 2,3
	при В0 / W50 1) кВт / ---	4,8 / 2,75	6,7 / 2,9	9,0 / 3,1
	при В0 / W35 1) кВт / ---	5,3 / 4,3	6,9 / 4,3	9,2 / 4,4
3.4	Уровень звуковой мощности дБ(А)	54	55	56
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений м³/ч / Па	0,45 / 2000	0,6 / 2500	0,75 / 4500
3.6	Расход рассола при внутреннем перепаде давлений (источник тепла) м³/ч / Па	1,2 / 6500	1,7 / 10000	2,3 / 16000
3.7	Хладагент; общий вес загрузки тип / кг	R407C / 1,7	R407C / 1,5	R407C / 1,8
4	<b>ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>			
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4) В × Ш × Д мм	800 × 600 × 500	800 × 600 × 500	800 × 600 × 500
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды дюймовые	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла дюймовые	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку кг	131	133	134
5	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ</b>			
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель В / А	400 / 16	400 / 16	400 / 16
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) В0 W35 кВт	1,23	1,6	2,07
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA) А	22 (без SA)	30 (без SA)	15
5.4	Номинальный ток В0 W35 / cos φ А / ---	2,22	2,89	3,77
6	<b>СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	3)	3)	3)
7	<b>ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ</b>			
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)	нет	нет	нет
7.2	Ступеней мощности	1	1	1
7.3	Регулятор внутренний / внешний	внутренний	внутренний	внутренний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, В10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Не требуется при установке в непромерзающих помещениях.

3) Заявление о соответствии CE

4) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь

Сохраняется право на внесение технических изменений.

Состояние на 20.02.2002

### 3.3.3 Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 120 I – WPS 160 I

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по рассольно-водяным отопительным тепловым насосам					
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPS 120 I	WPS 140 I	WPS 160 I
2	МОДЕЛЬ				
2.1	Степень защиты по EN 60 529		IP 20	IP 20	IP 20
2.2	Место установки		внутри	внутри	внутри
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ				
3.1	Рабочие пределы температур:				
	Прямая / обратная сетевая вода	°С	до 55	до 55	до 55
	Рассол (источник тепла)	°С	от -5 до +25	от -5 до +25	от -5 до +25
	Антифриз		моноэтиленгли- коль	моноэтиленгли- коль	моноэтиленгли- коль
	Минимальная концентрация рассола (защита от замораживания при -13 °С)		25%	25%	25%
3.2	Разность температур сетевой воды при В0 / W35		К	10,1	9,6
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки				
	при В-5 / W55 1)	кВт / ---	9,4 / 2,4	12,5 / 2,6	14,4 / 2,6
	при В0 / W50 1)	кВт / ---	11,3 / 3,0	14,2 / 3,4	16,7 / 3,2
	при В0 / W35 1)	кВт / ---	11,8 / 4,4	14,5 / 4,5	17,1 / 4,6
3.4	Уровень звуковой мощности		дБ(А)	56	56
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений		м³/ч / Па	1,0 / 3500	1,3 / 3500
3.6	Расход рассола при внутреннем перепаде давлений (источник тепла)		м³/ч / Па	3,0 / 13000	3,5 / 13000
3.7	Хладагент; общий вес загрузки		тип / кг	R407C / 2,0	R407C / 2,3
4	ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ				
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4)		В × Ш × Д мм	800 × 600 × 500	800 × 600 × 500
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды		дюймовые	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла		дюймовые	G 1 1/4" внутр.	G 1 1/4" внутр./нар.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку		кг	145	157
5	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ				
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель		В / А	400 / 16	400 / 16
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) В0 W35		кВт	2,66	3,22
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA)		А	26	27
5.4	Номинальный ток В0 W35 / cos φ		А / ---	4,84	5,81
6	СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ			3)	3)
7	ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ				
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)			нет	нет
7.2	Ступеней мощности			1	1
7.3	Регулятор внутренний / внешний			внутренний	внутренний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, В10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °С и температура прямой сетевой воды 55 °С.

2) Не требуется при установке в непромерзающих помещениях.

3) Заявление о соответствии СЕ

4) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь

5) 2-компрессорный режим

6) 1-компрессорный режим

Сохраняется право на внесение технических изменений.

Состояние на 20.02.2002

### 3.3.4 Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам WPS 210 I – WPS 680 I

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по рассольно-водяным отопительным тепловым насосам						
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ			WPS 210 I	WPS 320 I	WPS 680 I
2	МОДЕЛЬ					
2.1	Степень защиты по EN 60 529			IP 20	IP 24	IP 24
2.2	Место установки			внутри	внутри	внутри
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ					
3.1	Рабочие пределы температур:					
	Прямая / обратная сетевая вода	°C		до 55	до 55	до 55
	Рассол (источник тепла)	°C		от -5 до +25	от -5 до +25	от -5 до +25
	Антифриз			моноэтиленгликоль	моноэтиленгликоль	моноэтиленгликоль
	Минимальная концентрация рассола (защита от замораживания при -13 °C)			25%	25%	25%
3.2	Разность температур сетевой воды при B0 / W35	К		11,3	9,6	9,7
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	при B-5 / W55 1)	кВт / --- 5)	17,9 / 2,5	27,8 / 2,4	58,5 / 2,4
			кВт / --- 6)		10,6 / 1,8	26,8 / 2,2
		при B0 / W50 1)	кВт / --- 5)	20,4 / 3,1	31,5 / 2,9	67,2 / 3,0
			кВт / --- 6)		16,0 / 3,3	35,0 / 3,1
		при B0 / W35 1)	кВт / --- 5)	21,1 / 4,3	32,4 / 4,1	67,8 / 4,1
			кВт / --- 6)		17,6 / 4,4	37,2 / 4,4
3.4	Уровень звуковой мощности	дБ(А)		59	59	69
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений	м³/ч / Па		1,6 / 6000	2,9 / 9000	6,0 / 6000
3.6	Расход рассола при внутреннем перепаде давлений (источник тепла)	м³/ч / Па		6,0 / 12000	8,4 / 15000	16,0 / 12500
3.7	Хладагент; общий вес загрузки	тип / кг		R407C / 4,5	R407C / 6,7	R407C / 12,0
4	ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ					
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4)	В × Ш × Д мм		1380 × 600 × 500	830 × 1480 × 890	830 × 1480 × 890
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды	дюймовые		G 1 1/2" внутр.	G 1 1/4" наружн.	G 2" наружн.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла	дюймовые		G 1 1/2" внутр.	G 1 1/2" наружн.	G 2" наружн.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку	кг		215	299	450
5	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ					
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель	В / А		400 / 20	400 / 35	400 / 63
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) B0 W35	кВт		4,91	7,82	16,34
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA)	А		29	26	60
5.4	Номинальный ток B0 W35 / cos φ	А / ---		8,86	14,1 / 0,8	29,8 / 0,8
6	СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ			3)	3)	3)
7	ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ					
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)			нет	нет	нет
7.2	Ступеней мощности			1	2	2
7.3	Регулятор внутренний / внешний			внутренний	внешний	внешний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, B10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Не требуется при установке в непромерзающих помещениях.

3) Заявление о соответствии CE

4) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь

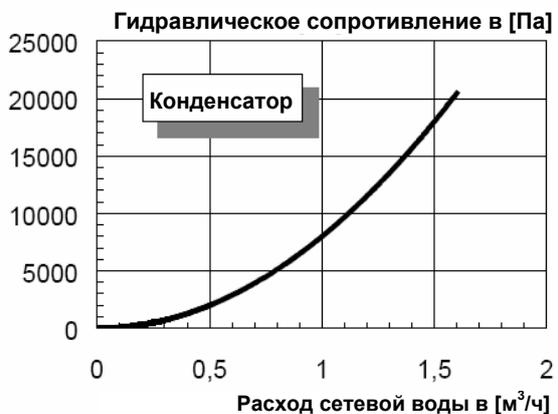
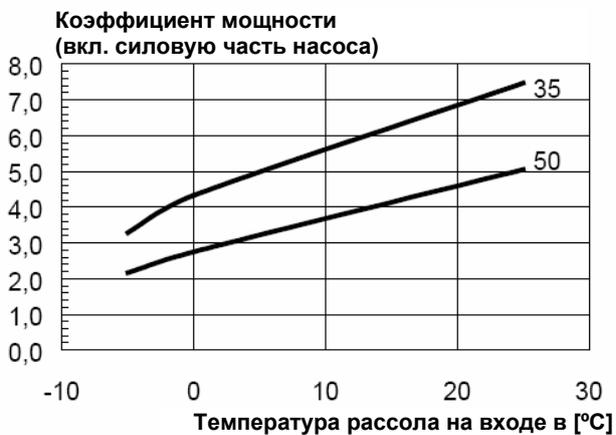
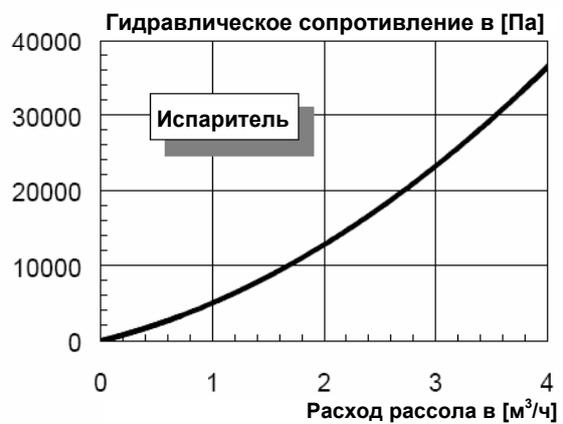
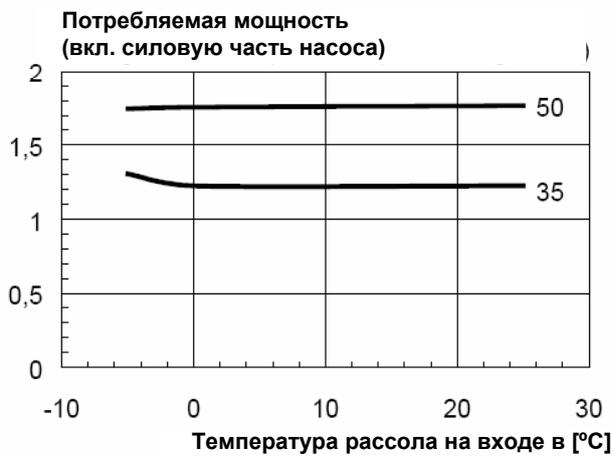
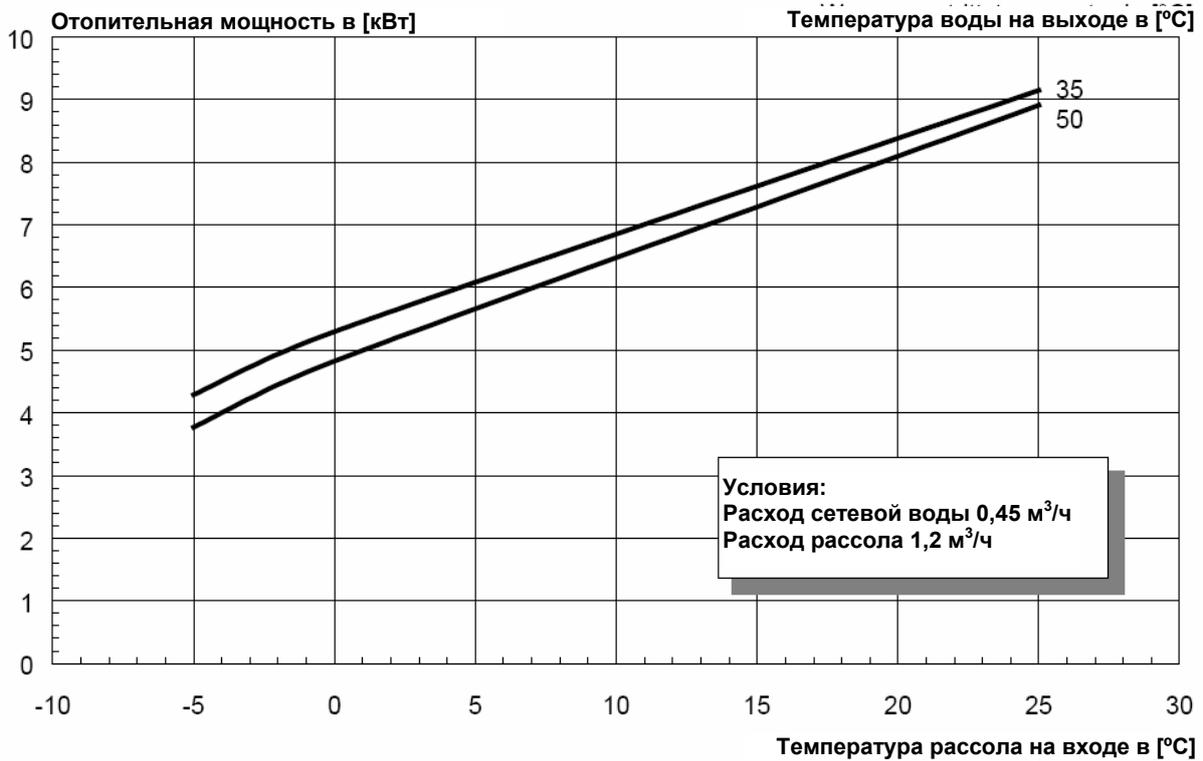
5) 2-компрессорный режим

6) 1-компрессорный режим

### 3.4 Характеристики рассольно-водяных тепловых насосов

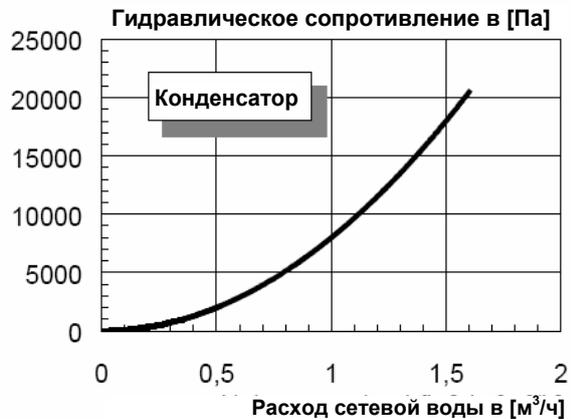
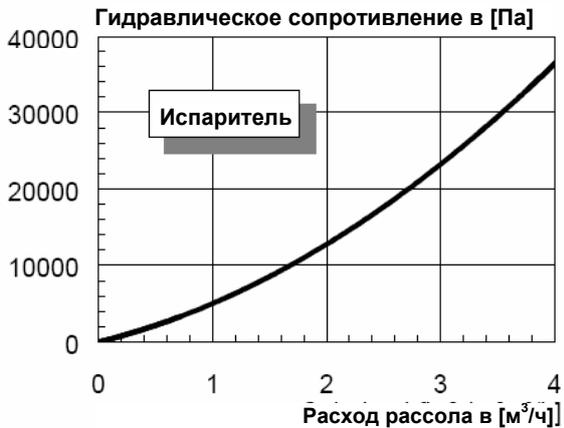
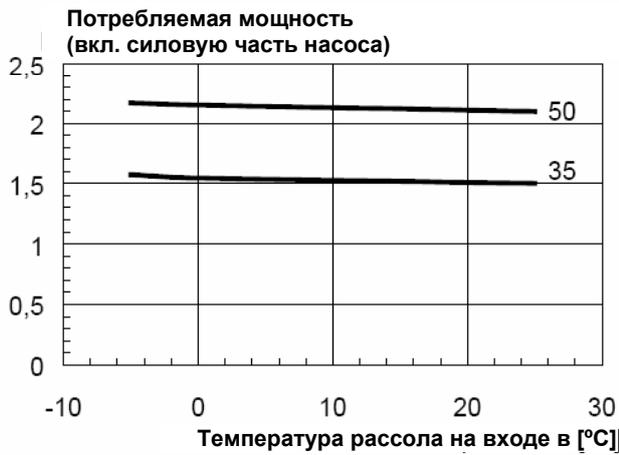
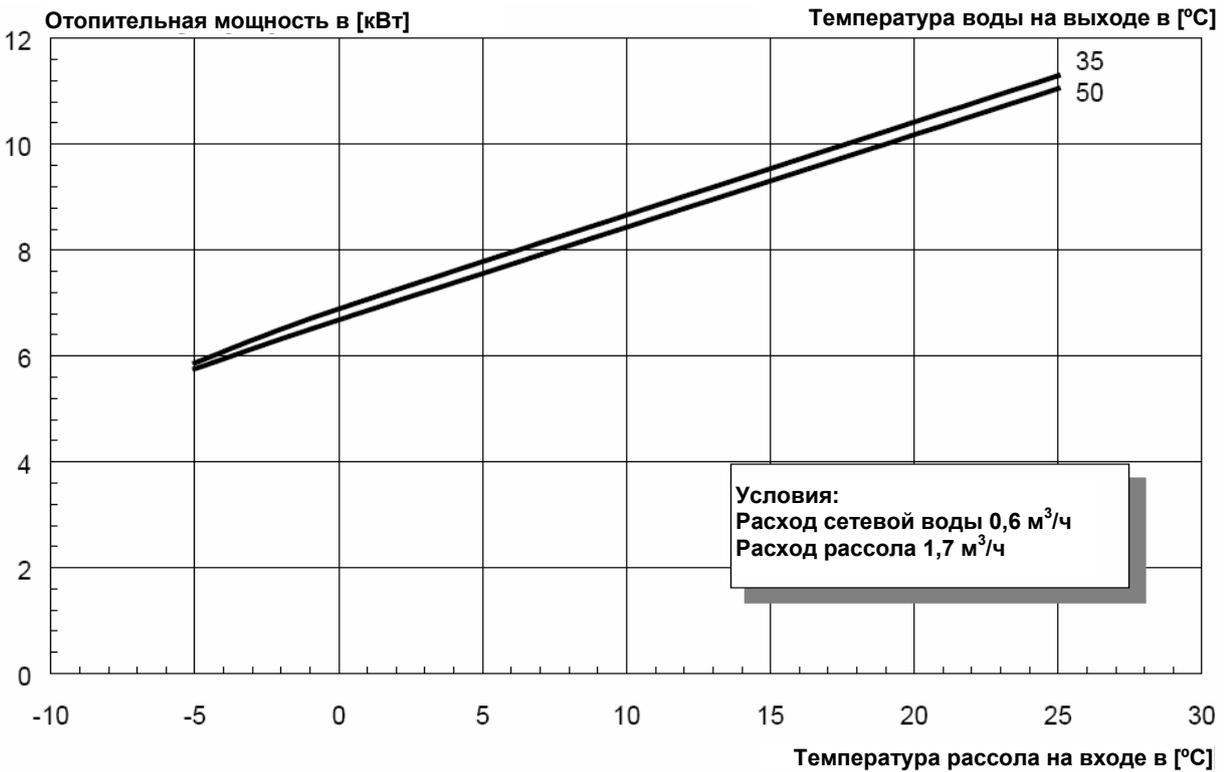
#### 3.4.1 Характеристики

#### WPS 50 I



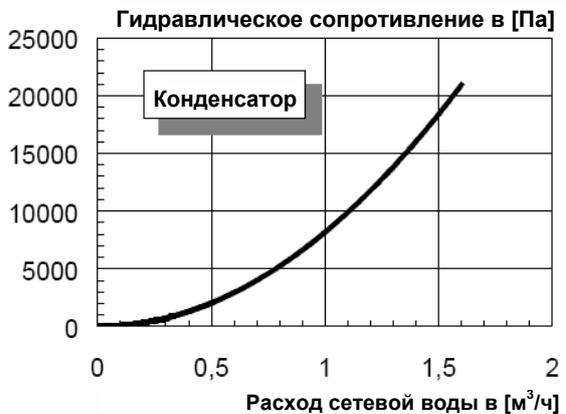
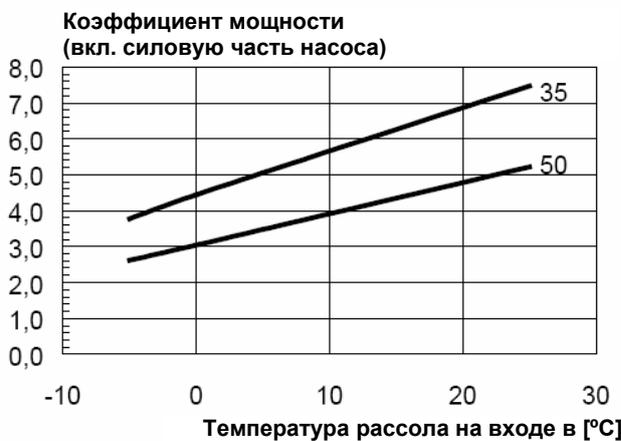
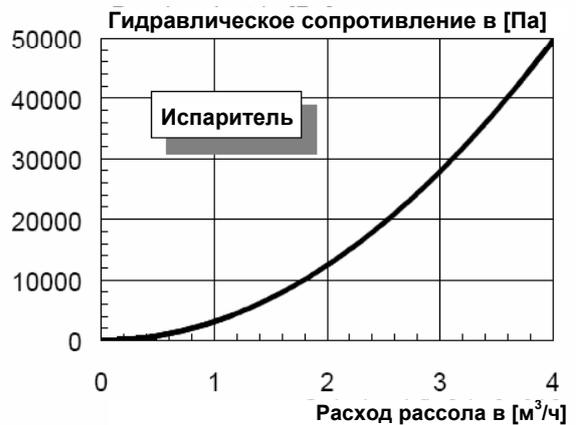
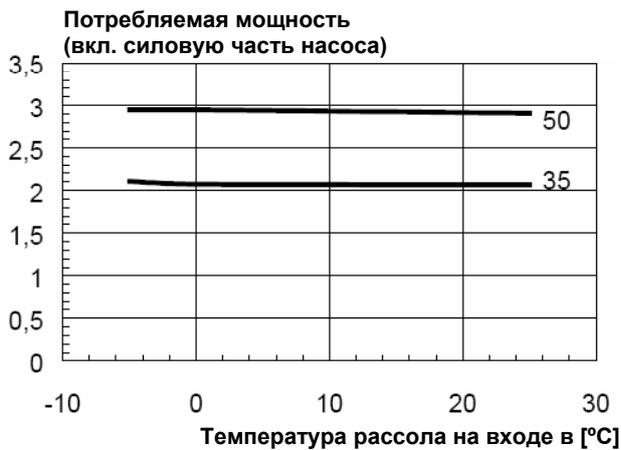
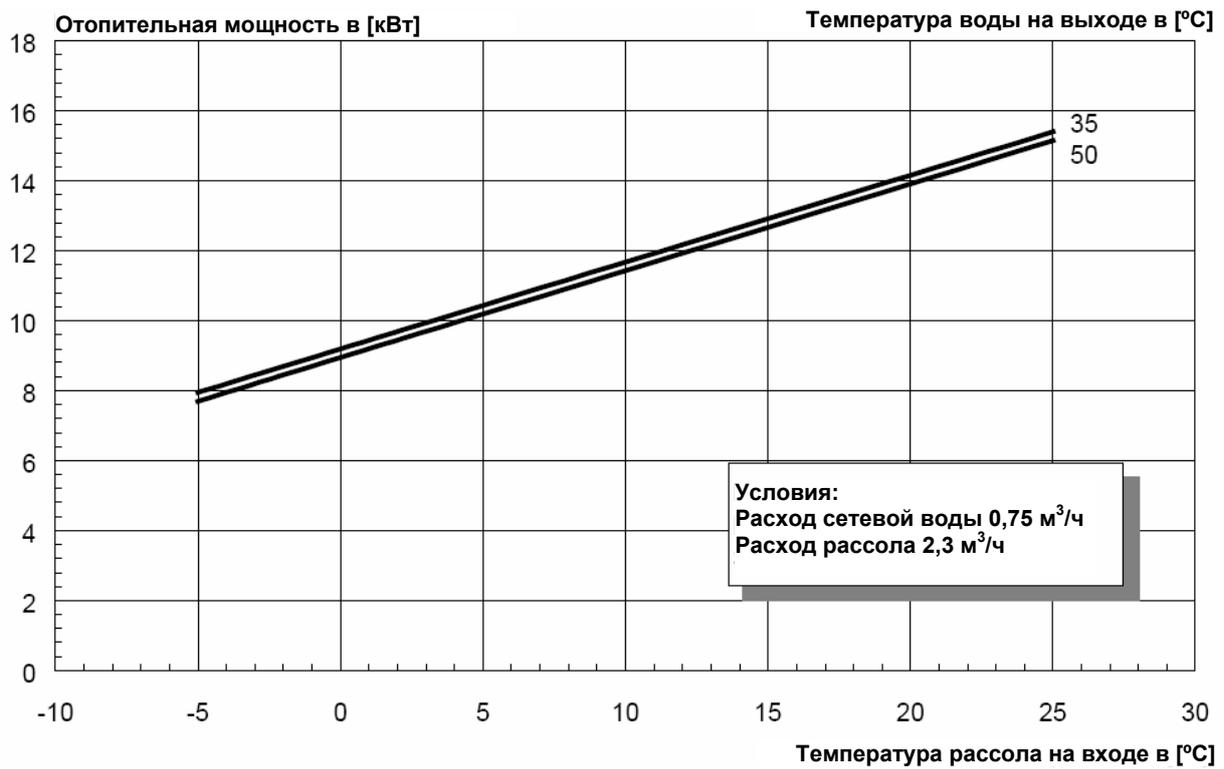
3.4.2 Характеристики

WPS 70 I / IK



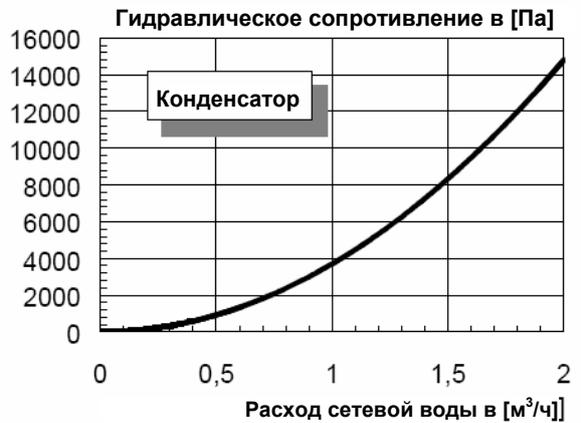
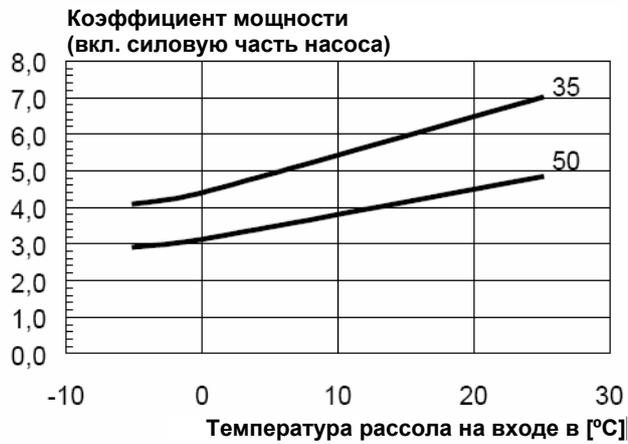
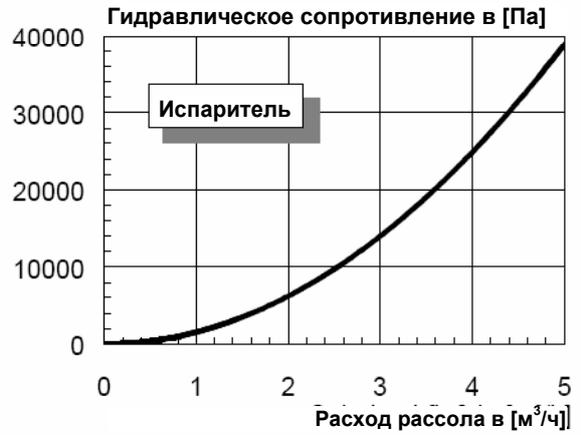
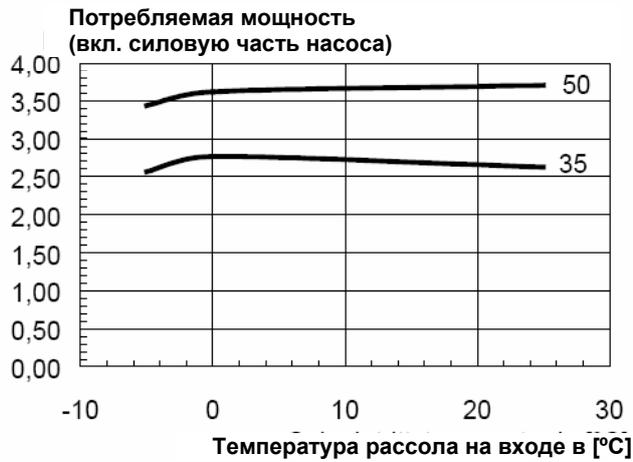
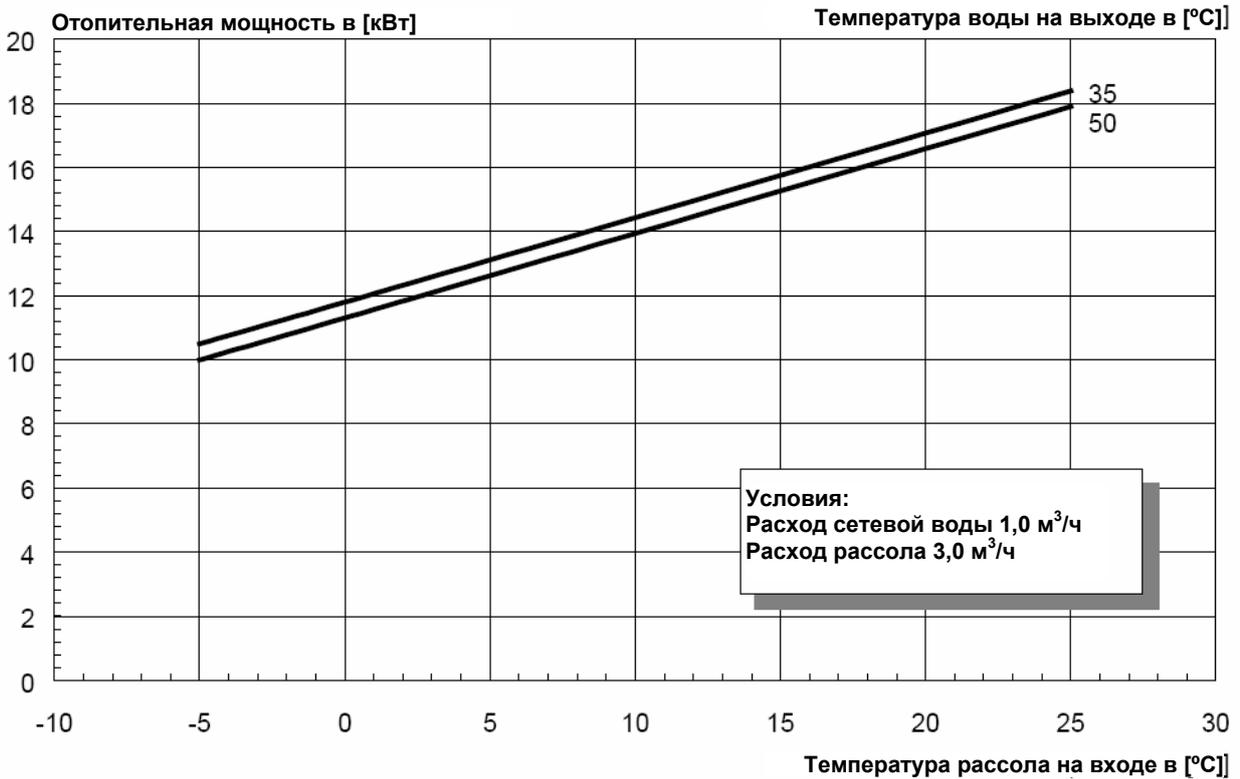
3.4.3 Характеристики

WPS 90 I / IK



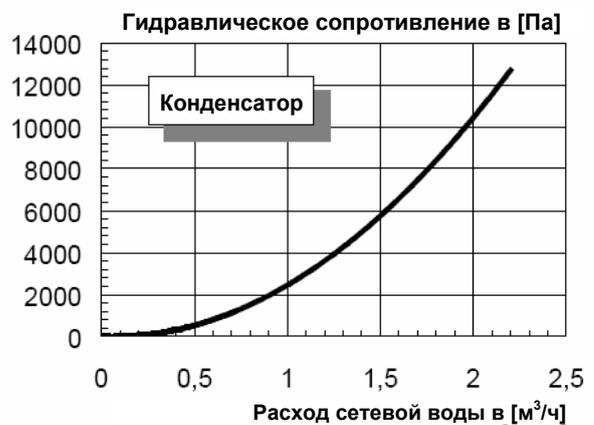
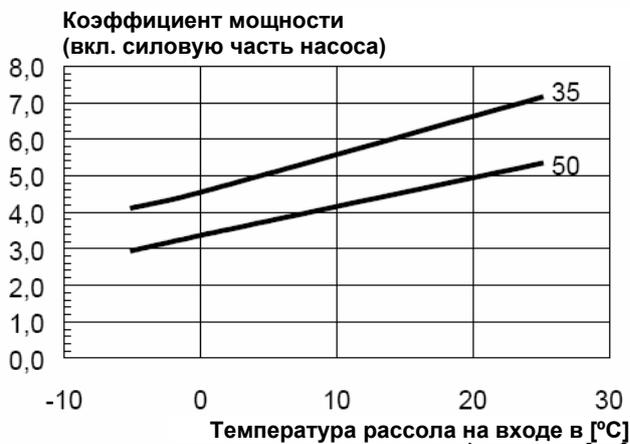
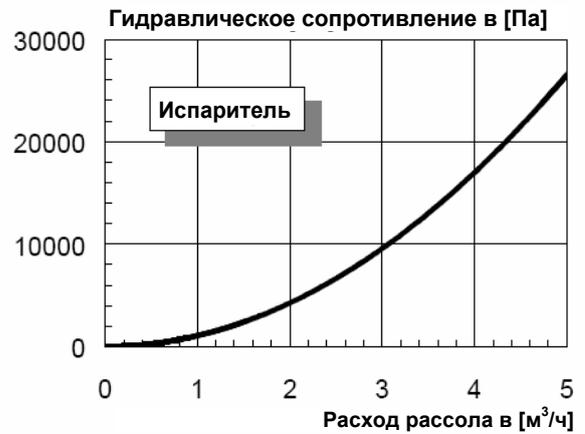
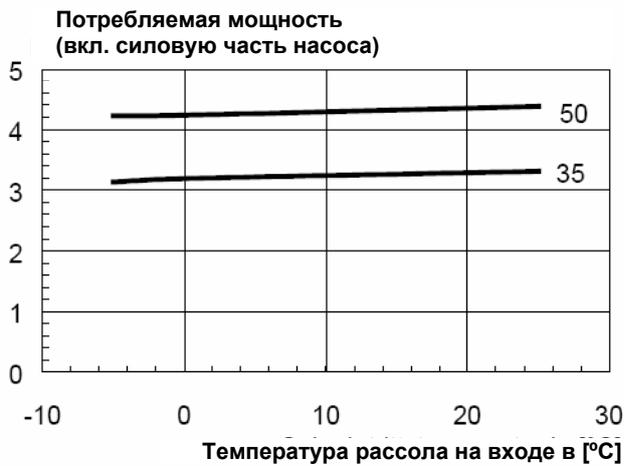
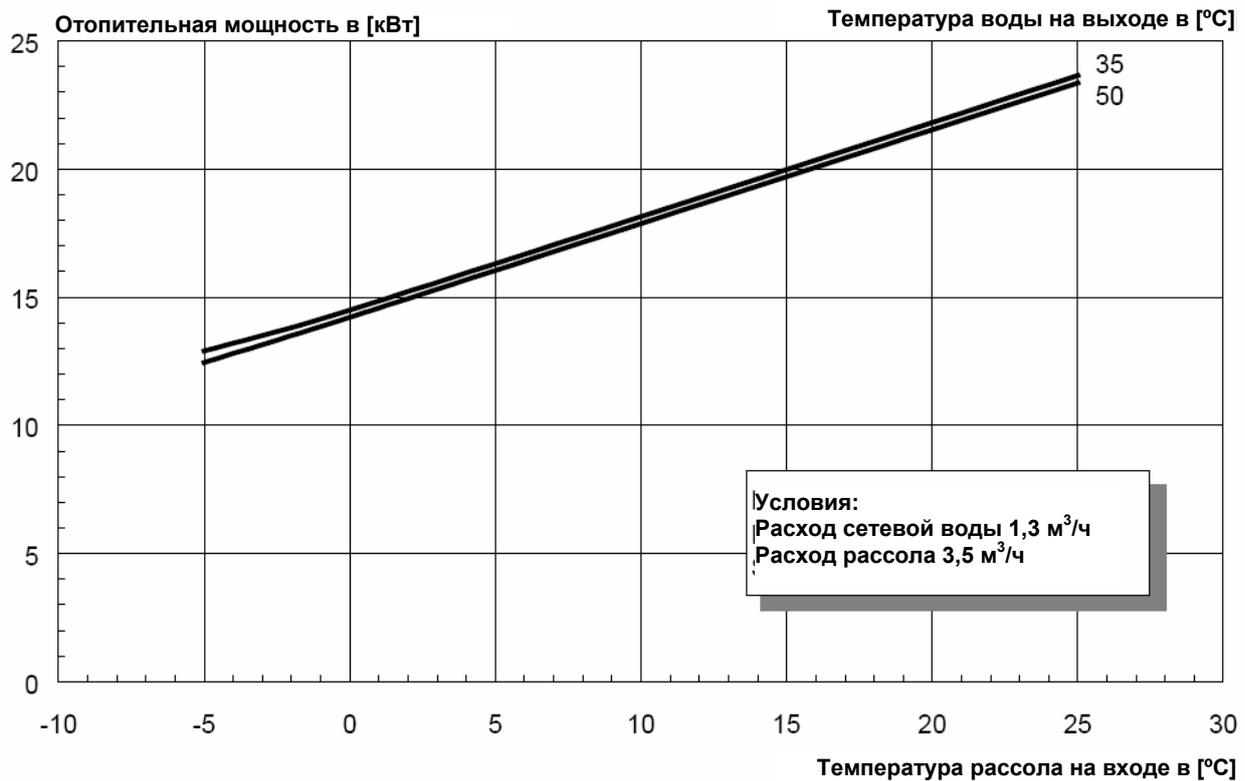
3.4.4 Характеристики

WPS 120 I / IK



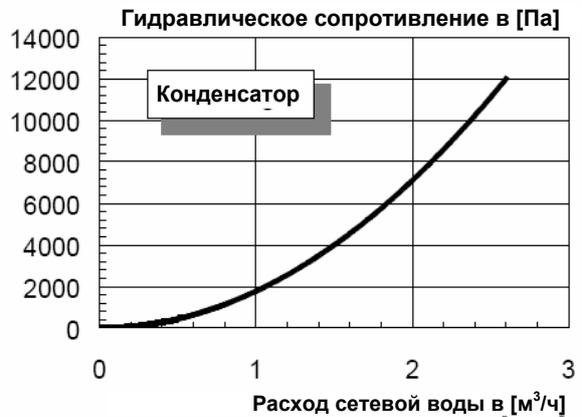
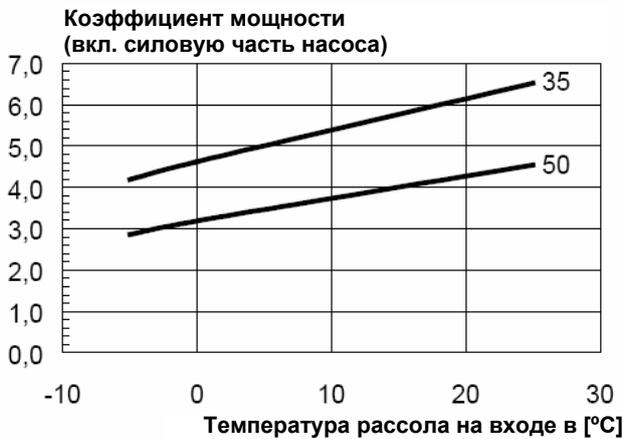
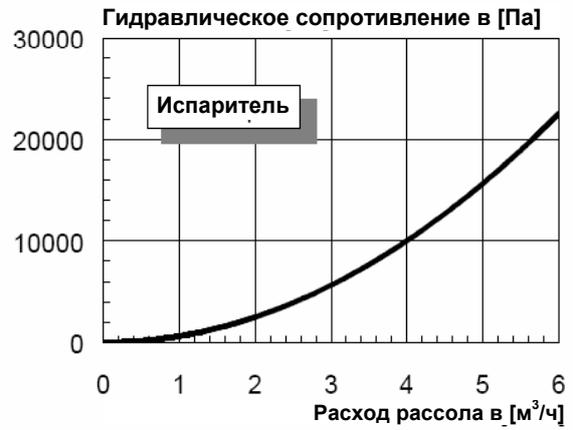
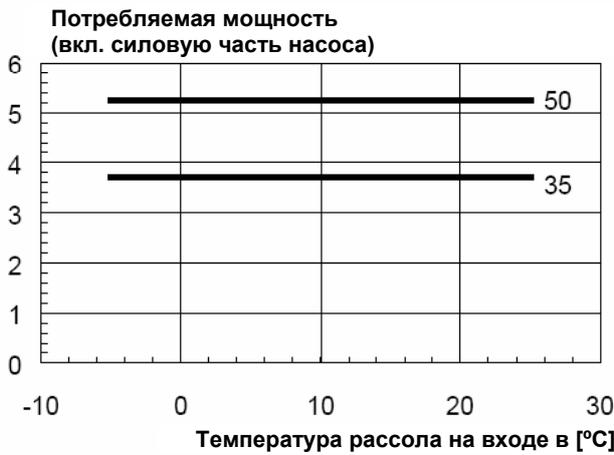
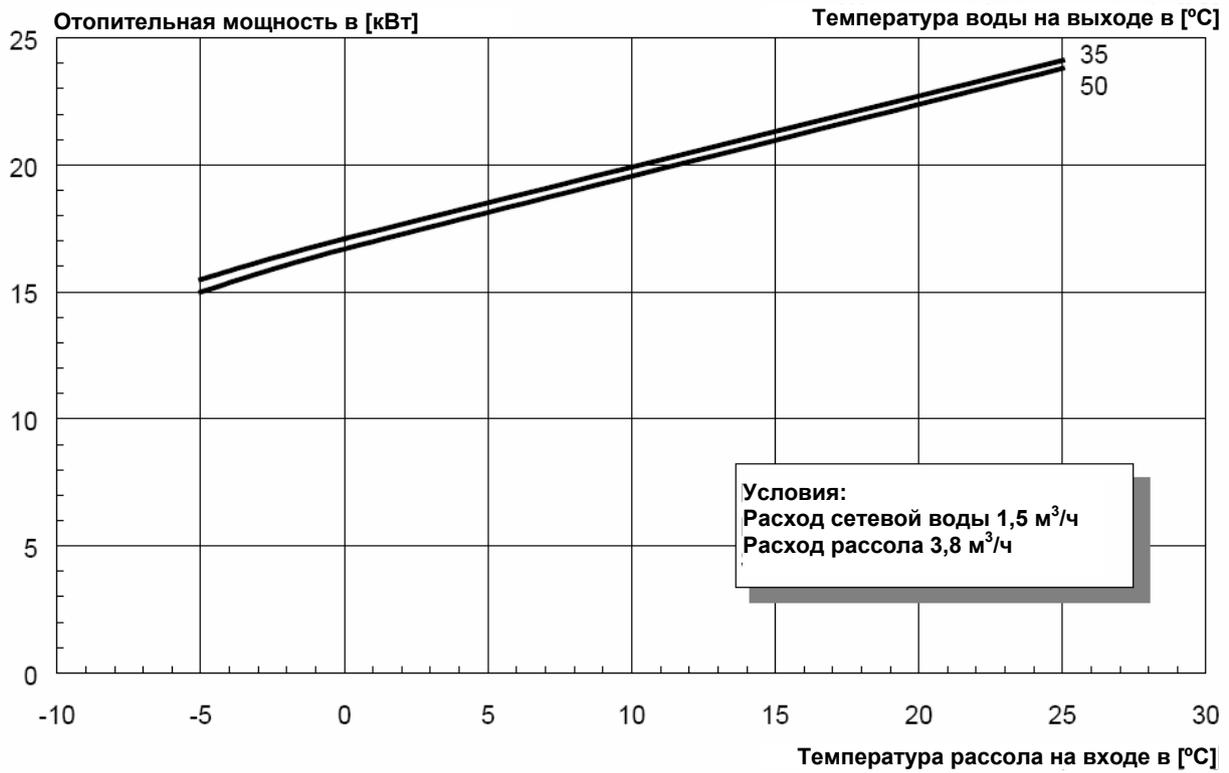
3.4.5 Характеристики

WPS 140 I / IK



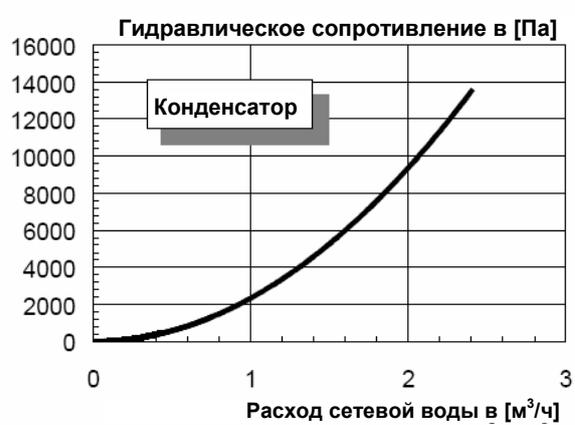
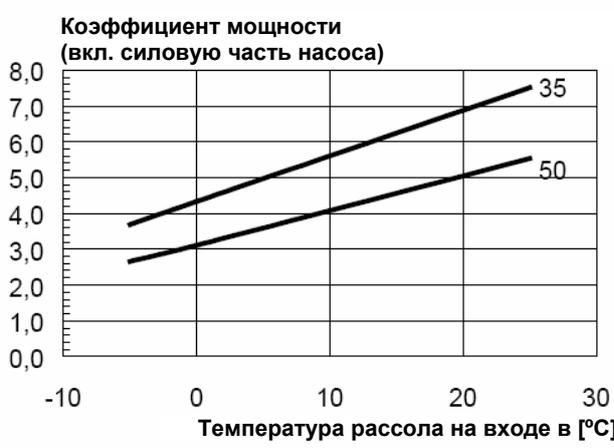
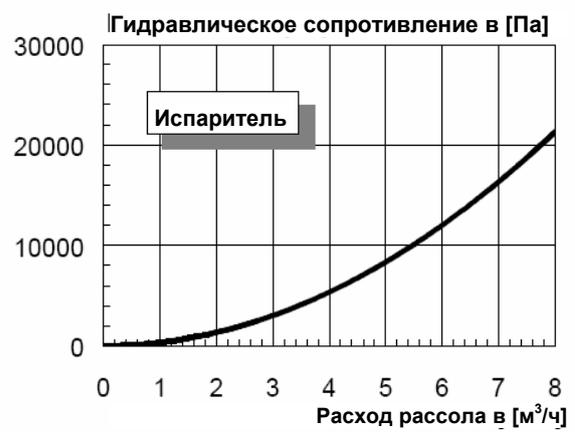
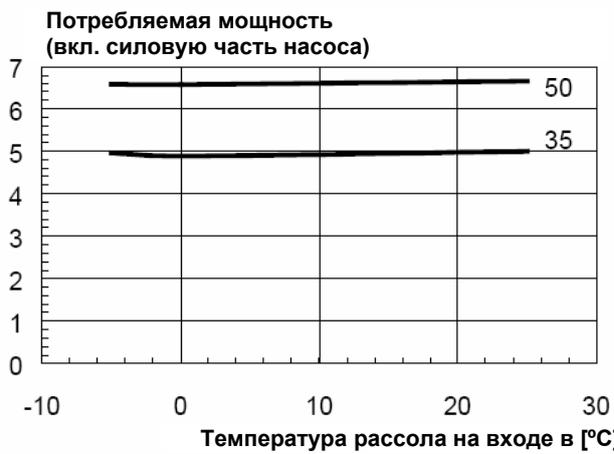
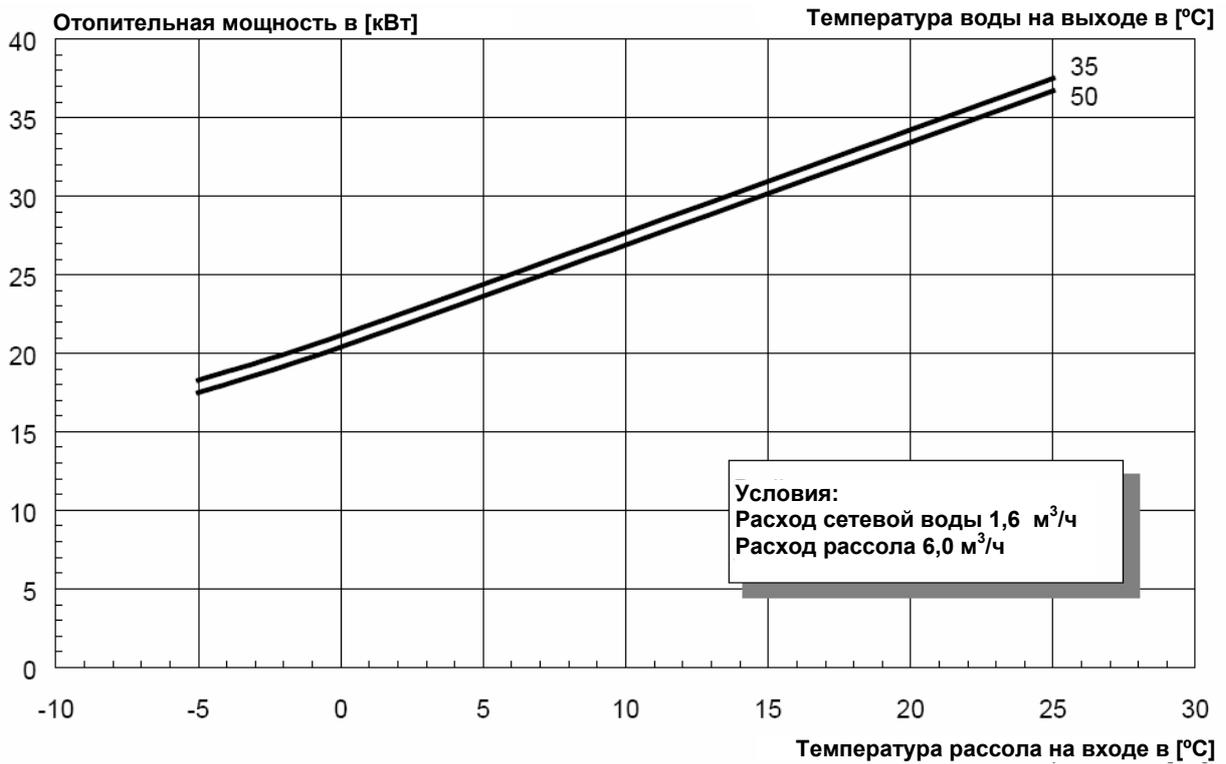
3.4.6 Характеристики

WPS 160 I



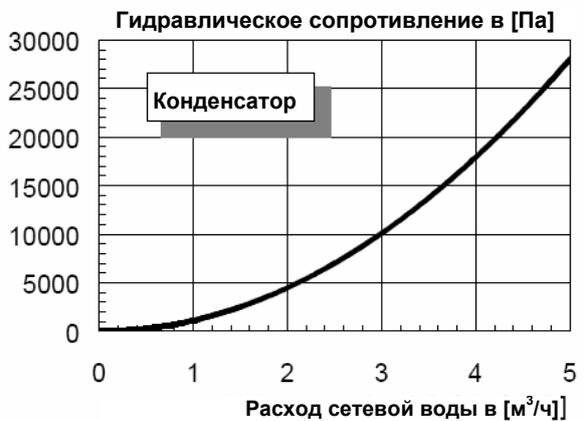
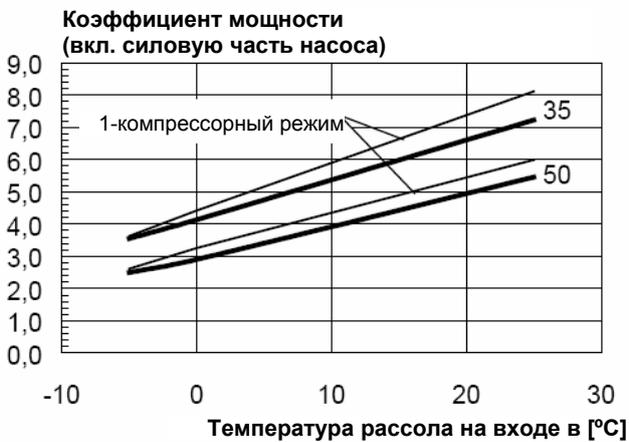
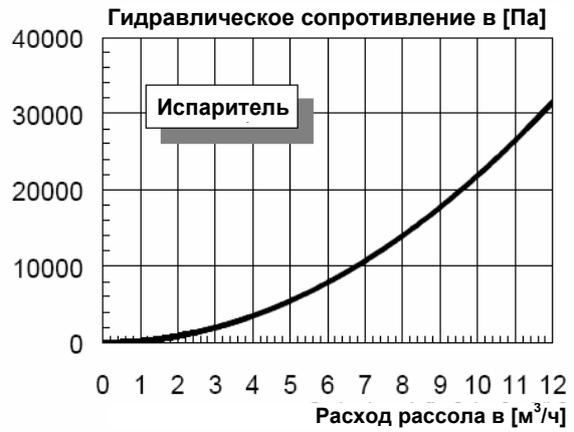
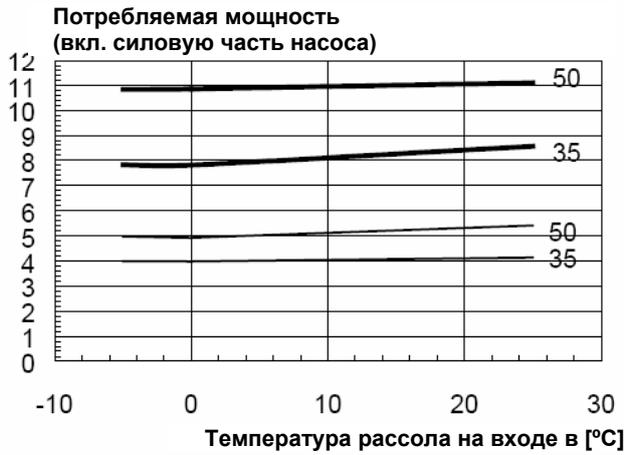
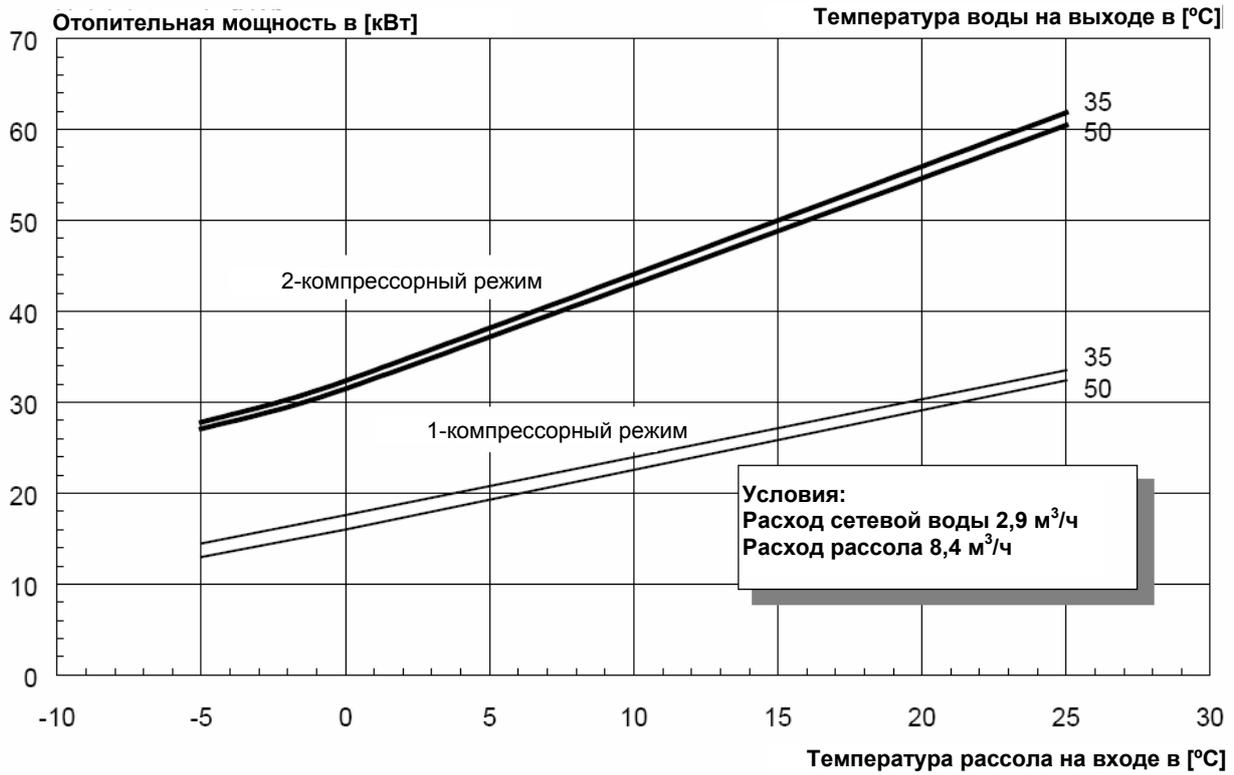
3.4.7 Характеристики

WPS 210 I



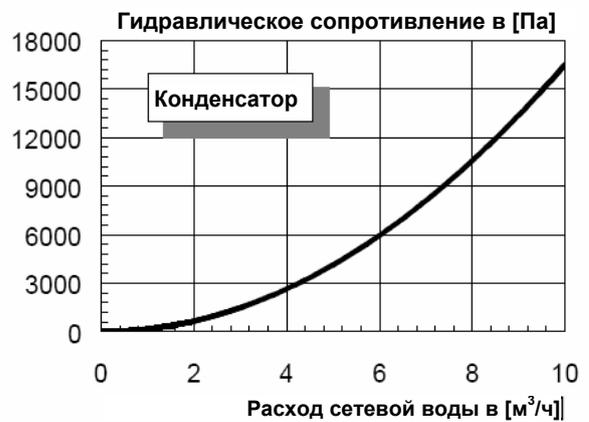
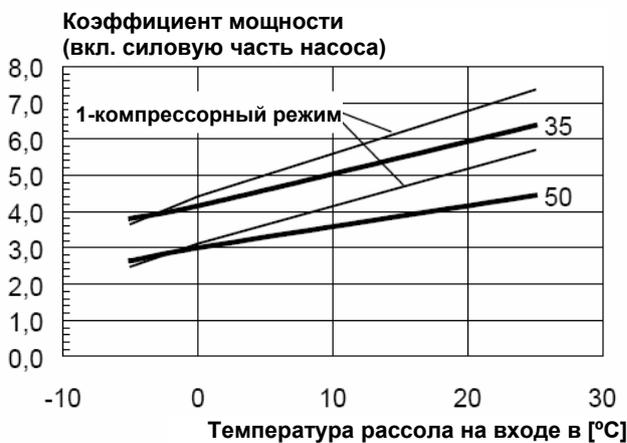
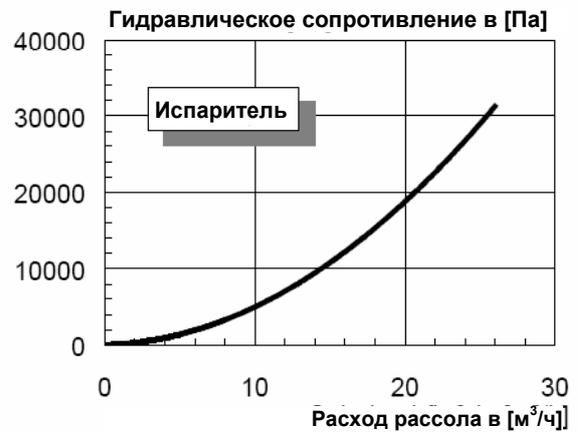
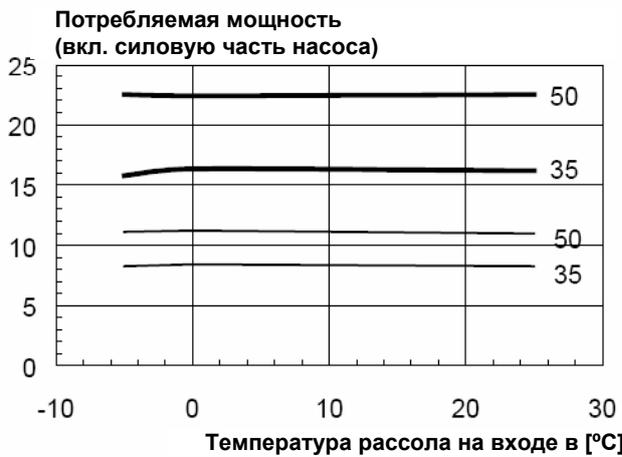
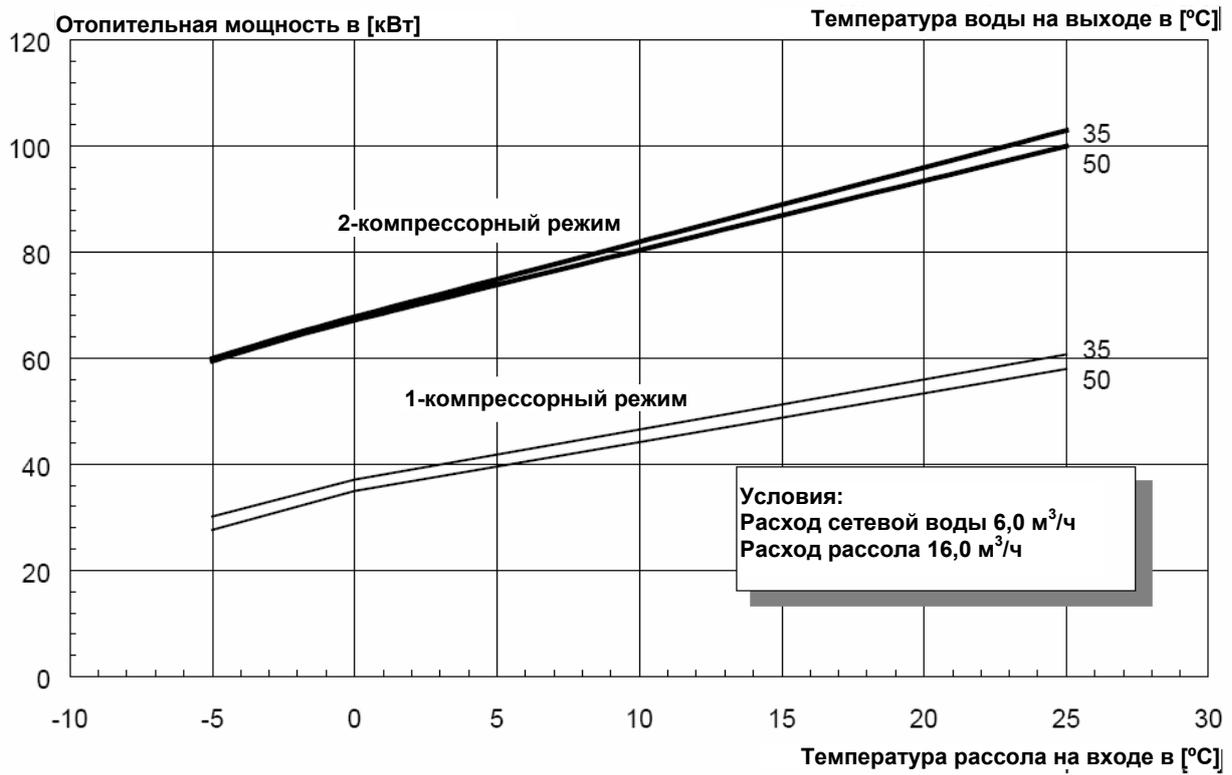
3.4.8 Характеристики

WPS 320 I



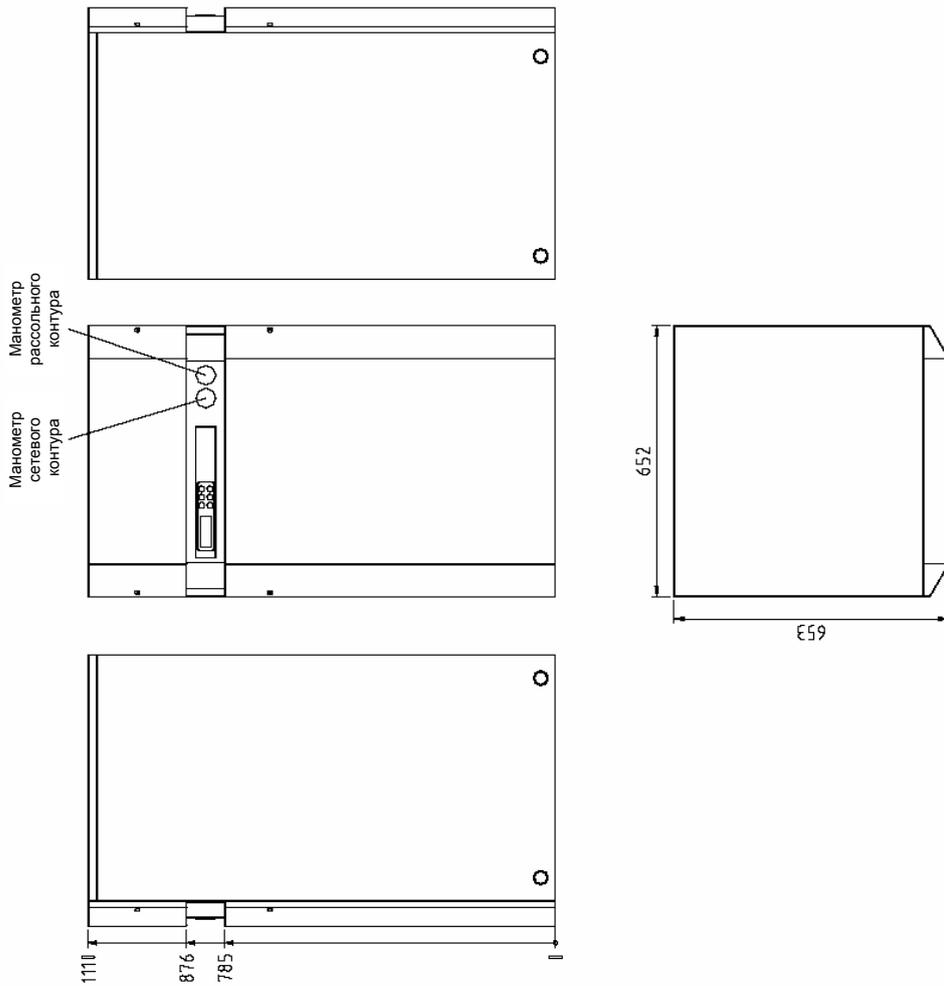
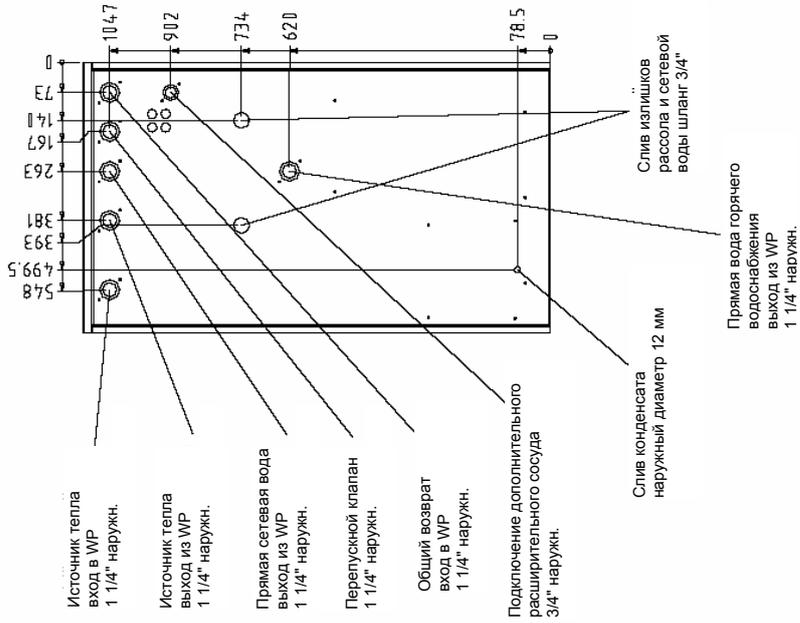
3.4.9 Характеристики

WPS 680 I



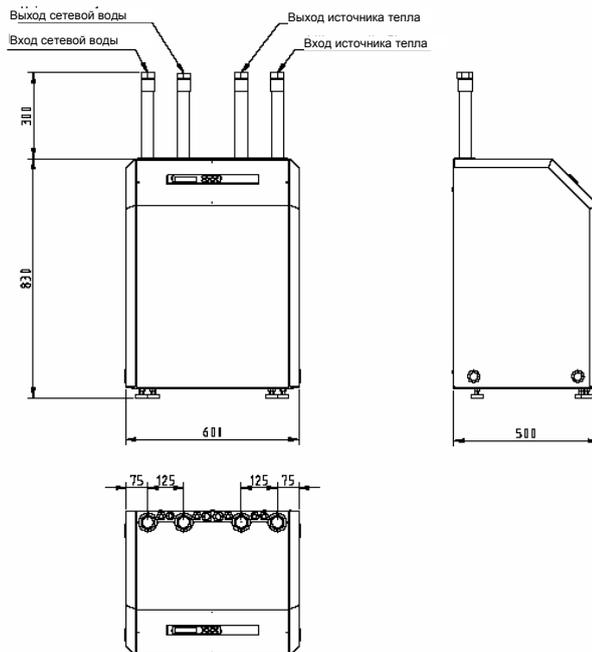
### 3.5 Размеры рассольно-водяных тепловых насосов

#### 3.5.1 Размеры WPS 70 IK, WPS 90 IK, WPS 120 IK и WPS 140 IK



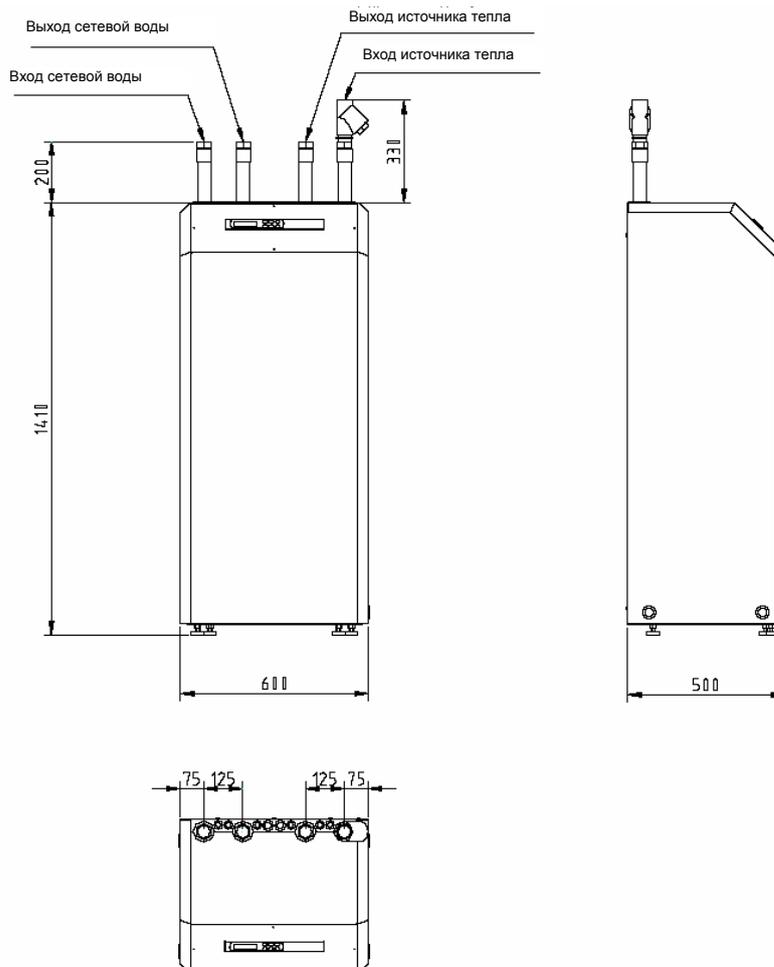
## 3.5.2 Размеры

## WPS 50 I, WPS 70 I, WPS 90 I, WPS 120 I и WPS 140 I



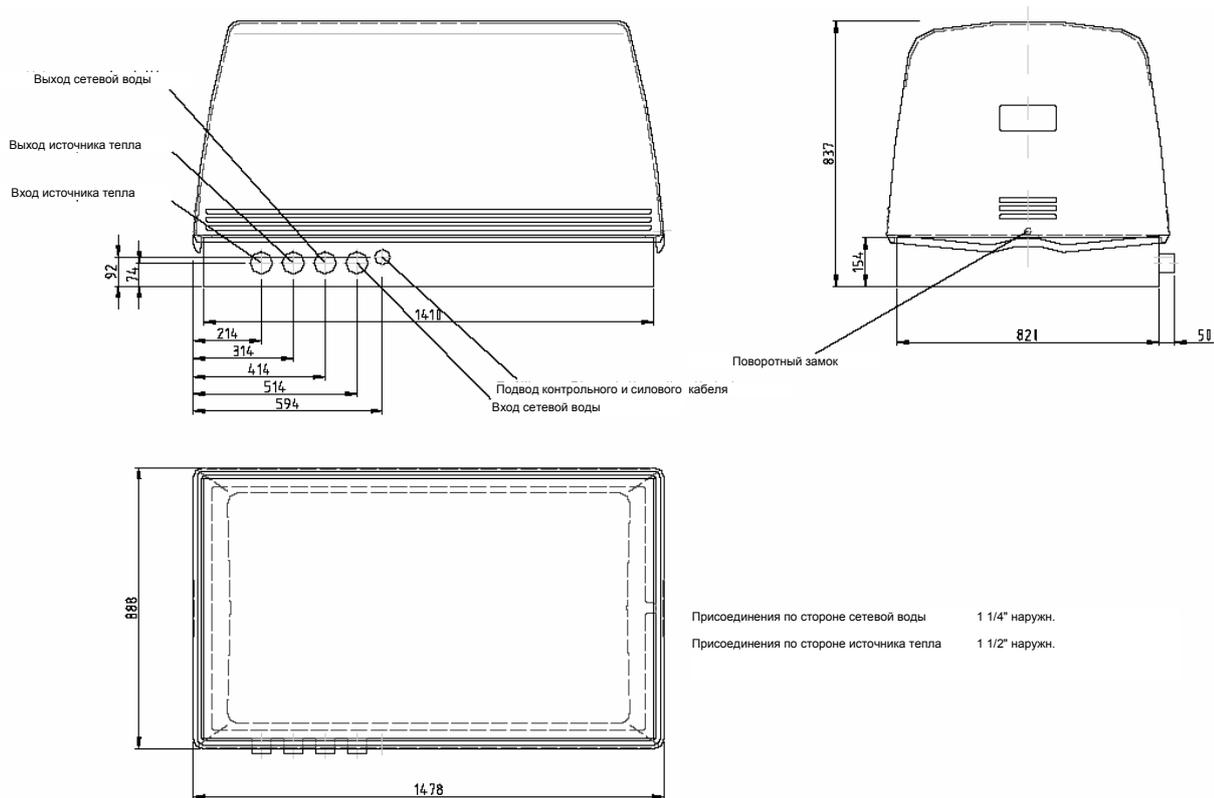
## 3.5.3 Размеры

## WPS 160 I и WPS 210 I



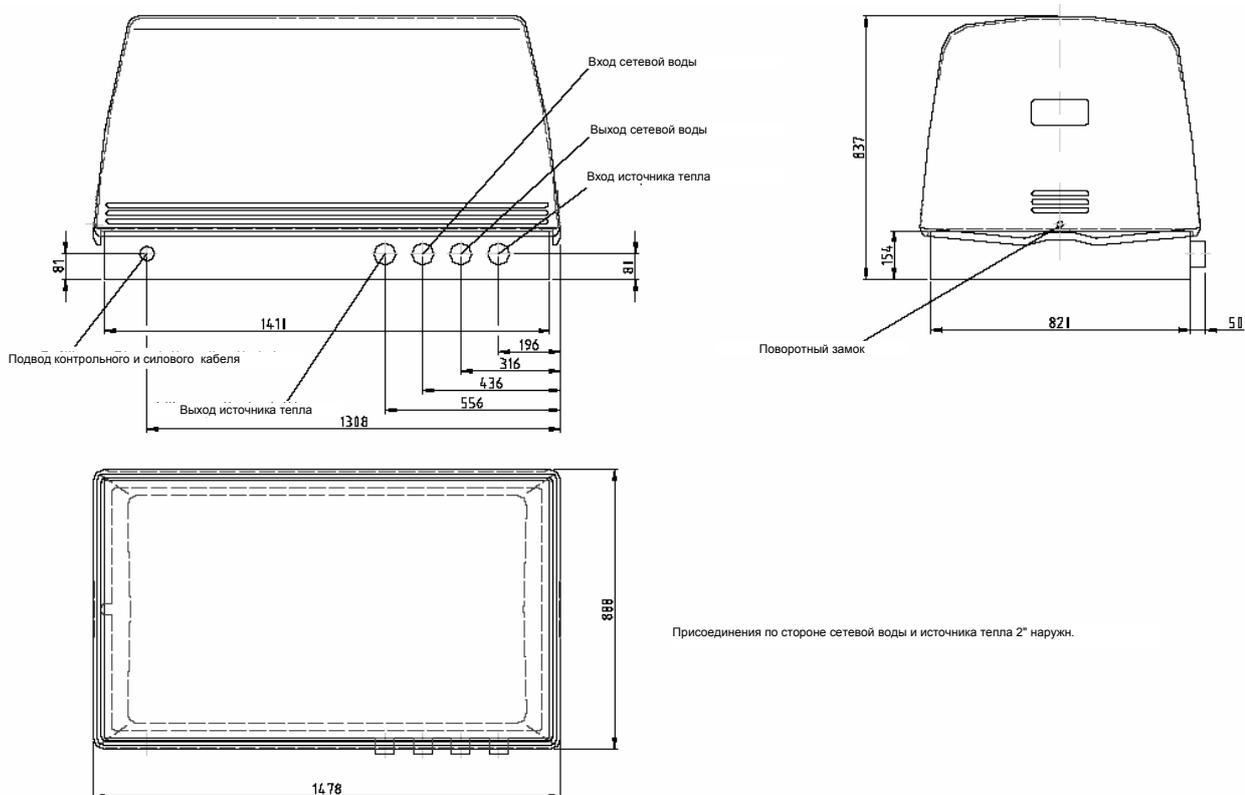
## 3.5.4 Размеры

## WPS 320 I



## 3.5.5 Размеры

## WPS 680 I



## 4 Водно-водяные тепловые насосы

### 4.1 Грунтовые воды как источник тепла

Диапазон температур грунтовых вод 7...12 °C

Область применения W/W-WP 7...25 °C

#### Доступность

- круглогодично

#### Возможность использования

- моновалентный режим
- бивалентный режим

#### Затраты на освоение

- получение лицензии на использование (местное ведомство водного регулирования)
- подающий колодец
- сбросной колодец
- трубопроводная система
- колодезный насос
- земляные работы
- строительные мероприятия

#### Особо учитывать:

- направление течения грунтовых вод
- качество воды (анализ воды)
- в систему не должен поступать воздух (погружной насос и головки колодцев должны закрываться герметично)

#### Освоение грунтовых вод как источника тепла

Грунтовые воды в качестве источника тепла благодаря малому изменению температуры (7-12 °C) подходят для моновалентного режима работы теплового насоса. Для применения теплового насоса с целью использования тепла грунтовых вод принципиально требуется согласие ответственного ведомства водного регулирования. Вне водоохраных зон такое согласие обычно можно получить, но оно связано с определенными условиями, например, величиной максимального отбора или же с анализом качества воды. Величина отбора зависит от отопительной мощности. Необходимые величины отборов для рабочей точки W10/W35 содержатся в табл. 4.1.а.

Проектирование и сооружение колодезного оборудования подающих и сбросных колодцев должно производиться сертифицированным предприятием по сооружению колодцев в соответствии с DVGW W120. В остальном, необходимо учитывать требования бюллетеней 1 и 2 VDI-4640.

#### Указание:

Для отбора грунтовых вод необходимы 2 колодца, один „подающий колодец“ и один „сбросной колодец“. Из соображений экономичности грунтовые воды для тепловых насосов с отопительной мощностью до 30 кВт не должны откачиваться с глубин, превышающих ок. 15 м.

Тепловой насос	Колодезный насос (рекомендуется стандартom)	Циркуляционный насос при низком качестве воды и использовании промежуточного контура с пластинчатым теплообменником	Напор	Расход колодезного насоса	Отопительная мощность теплового насоса	Холодильная мощность теплового насоса	Гидравлическое сопротивление	Диаметр испарителя	Защита колодца от	
			бар	м <sup>3</sup> /ч	кВт	кВт	мбар	дюйм	A	
WPW 90I	Grundfos SP 2A-6	не требуется *	2,4 при	2	8,7	7,1	70	4"	1,4	* Серийный спиральный нержавеющий теплообменник!
WPW 140I	Grundfos SP 3A-6	не требуется *	2,3 при	3,3	13,6	11	190	4"	1,4	
WPW 210I	Grundfos SP 5A-4	не требуется *	1,6 при	5	21,5	17,7	200	4"	1,4	** Управление через выход PUP на WPM
WPW 270I	Grundfos SP 8A-5	не требуется *	2,2 при	7	26,4	21,4	160	4"	2,3	
WPW 440IP	Grundfos SP 8A-5	WILO Top-S 40/7**	1,7 при	9,5	44	36,3	175	4"	2,3	*** Установленный серийно защитный выключа-
WPW 920IP	Grundfos SP 17-2	WILO Top-S 50/7**	1,1 при	20	92	75	190	6"	3,4	
WPW 920IP	Grundfos SP 17-3	WILO Top-S 50/7**	1,8 при	20	92	75	190	6"	5,5***	

**Таблица 4.1.а:** Таблица параметров минимально необходимых колодезных насосов для стандартных установок водно-водяных тепловых насосов в рабочей точке W10/W35 с закрытыми колодцами. Окончательный выбор колодезного насоса должен производиться после консультации с предприятием, сооружающим колодец.

**Указание:** Встроенное в тепловой насос токовое реле должно настраиваться при монтаже.

**Внимание:** При использовании промежуточного контура с пластинчатым теплообменником следует, как правило, применять рассольно-водяной тепловой насос (см. 4.3).

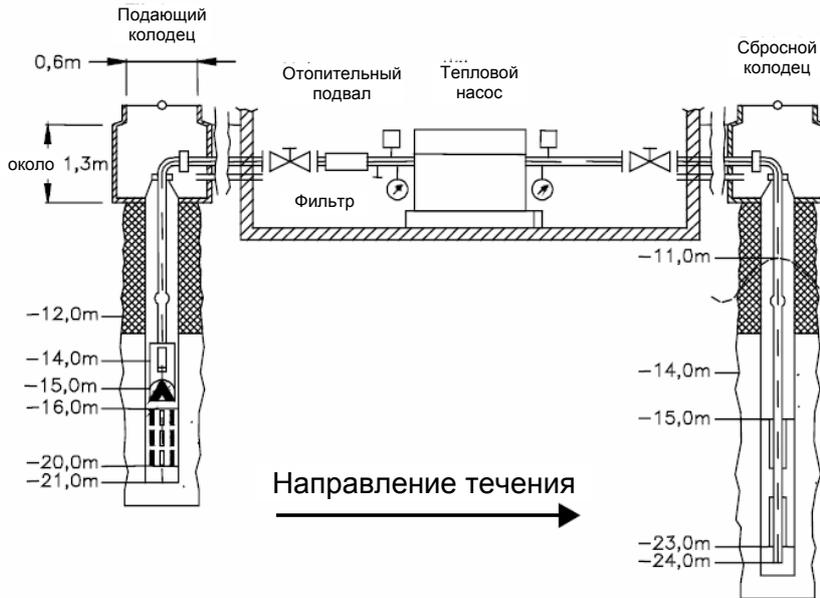
### Подающий колодец

Грунтовые воды для теплового насоса отбираются из грунта через подающий колодец. Производительность колодца должна обеспечивать постоянный отбор при минимальном расходе воды через тепловой насос. Продуктивность колодца зависит от местных геологических особенностей.

### Сбросной колодец

Охлажденные тепловым насосом грунтовые воды снова возвращаются в грунт через сбросной колодец. Последний должен быть пробурен в 10 - 15 м позади подающего колодца в направлении течения грунто-

вых вод, чтобы исключить возможность „короткого замыкания потока“. Сбросной колодец должен иметь возможность принимать такое же количество воды, которое способен подавать подающий колодец. Поэтому проектирование и сооружение колодцев, от которых зависит эксплуатационная надежность установки, должно быть поручено опытному предприятию по сооружению колодцев. Расспросите наших разъездных сотрудников о наличии по соседству с Вами квалифицированных предприятий по сооружению колодцев.



**Рис. 4.1.а:** Пример включения водно-водяного теплового насоса между подающим и сбросным колодцами

## 4.2 Требования к качеству воды

Вне зависимости от правовых положений в грунтовых водах не должны содержаться осаждаемые вещества и должны соблюдаться предельные концентрации ЖЕЛЕЗА ( $< 0,2$  мг/л) и МАРГАНЦА ( $< 0,1$  мг/л) во избежание забивания оборудования источника тепла.

### **а) Водно-водяные тепловые насосы с паяными медью пластинчатыми теплообменниками из нержавеющей стали**

Как правило, должен предусматриваться промежуточный контур. Для того, чтобы иметь возможность эксплуатации установки без промежуточного контура, вне зависимости от правовых положений необходим анализ воды, способный доказательно подтвердить совместимость грунтовых вод с испарителем теплового насоса (ср. табл. 2.1.б). Если один из признаков является отрицательным „-“, или два признака имеют характеристику „0“, анализ следует считать отрицательным. Анализы воды проводятся водотехнической лабораторией.

Использование поверхностных вод или вод, содержащих соли, не допускается. Начальные сведения о возможном использовании грунтовых вод Вы можете получить в местном предприятии водоснабжения.

### **б) Водно-водяные тепловые насосы со сварными спиральными теплообменниками из нержавеющей стали**

Анализ воды в отношении коррозии испарителя не требуется, если среднегодовая температура грунтовых вод не превышает  $13$  °С. В этом случае должны соблюдаться лишь предельные концентрации железа и марганца (забивание).

Признак оценки	Примерный диапазон концентраций (мг/л)	Оценка медь
осаждаемые вещества (органические)		0
аммиак NH <sub>3</sub>	< 2	+
	от 2 до 20	0
	> 20	-
хлориды	< 300	+
	> 300	0
эл. проводимость	< 10 мкСм/см	0
	от 10 до 500 мкСм/см	+
	> 500 мкСм/см	-
ЖЕЛЕЗО (Fe) растворенное	< 0,2	+
	> 0,2	0
свободная (агрессивная) угольная кислота	< 5	+
	от 5 до 20	0
	> 20	-
МАРГАНЕЦ (Mn) растворенный	< 0,1	+
	> 0,1	0
НИТРАТЫ (NO <sub>3</sub> ) растворенные	< 100	+
	> 100	0
величина pH	< 7,5	0
	от 7,5 до 9	+
	> 9	0

Признак оценки	Примерный диапазон концентраций (мг/л)	Оценка медь
кислород	< 2	+
	> 2	0
сероводород (H <sub>2</sub> S)	< 0,05	+
	> 0,05	-
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	< 1	0
	> 1	+
гидрокарбонат (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	< 70	0
	от 70 до 300	+
	> 300	0
алюминий (Al) растворенный	< 0,2	+
	> 0,2	0
СУЛЬФАТЫ	до 70	+
	от 70 до 300	0
	> 300	-
СУЛЬФИТ (SO <sub>3</sub> ), свободный	< 1	+
газообразный хлор (Cl <sub>2</sub> )	< 1	+
	от 1 до 5	0
	> 5	-

Таблица 4.2.а: Устойчивость паяных медью пластинчатых теплообменников из нержавеющей стали к веществам, содержащимся в воде

„+“ обычно хорошая устойчивость;  
 „0“ проблемы коррозии могут возникать, особенно, если несколько признаков имеют оценку 0  
 „-“ следует воздержаться от применения [ $<$  : менее чем,  $>$  более чем]

### 4.3 Охлаждающая вода, тепловые отходы как источник тепла

Диапазон температур тепловых отходов > 10 °C

Область применения водно-водяного теплового насоса 7...25 °C

#### Доступность

– ограничена, поскольку зависит от эксплуатации

#### Возможность использования

– бивалентный режим, возможен и моновалентный

#### Затраты на освоение

– зависят от местных особенностей.

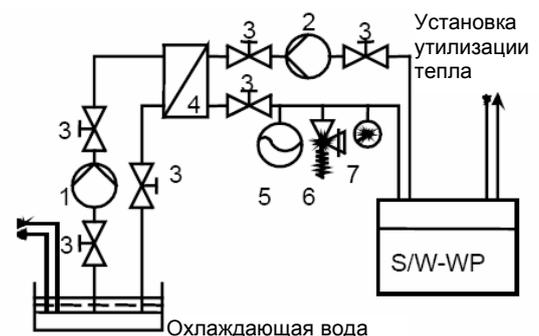
#### Особо учитывать:

- качество воды
- минимальный уровень воды (дебит источника), зависимость от наружной температуры (технологическая зависимость)

#### Освоение охлаждающей воды, тепловых отходов и артезианской воды низкого качества как источника тепла

Это источник тепла очень часто предлагается в промышленности. Выделяющееся там тепло может быть использовано водно-водяным или рассольно-водяным тепловым насосом. И здесь обязательно проведение анализа воды для проверки совместности охлаждающих или сточных вод по табл. 4.2.а. При отрицательной оценке качества воды для ее прямого использования может быть применен рассольно-водяной тепловой насос с подключенным промежуточным теплообменником из соответствующих материалов (см. рис. 4.3.а). Промежуточный контур теплопередачи (теплообменник - тепловой насос) сле-

дует заполнить смесью воды и рассола, поскольку могут возникать температуры, близкие к точке заморозания. Рассольный контур выполняется таким же образом, как и при обычном подземном тепловом коллекторе или зонде, – с циркуляционным насосом и предохранительной арматурой. Чтобы не допустить замораживания промежуточного теплообменника, следует тщательно выбрать циркуляционный насос (см. табл. 4.1.а). Выбор и расчет теплового насоса следует выполнить в зависимости от температуры на входе источника тепла.



#### Легенда

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1 Насос охлаждающей     | 5 Расширительный со- |
| 2 Насос источника тепла | 6 Предохранительный  |
| 3 Ручной вентиль        | 7 Манометр           |
| 4 Теплообменник         |                      |

Рис. 4.3.а: Утилизация тепла через промежуточный теплообменник с рассольно-водяным тепловым насосом

## 4.4 Техническая информация по водно-водяным тепловым насосам

### 4.4.1 Техническая информация по низкотемпературным тепловым насосам для внутренней установки

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по водно-водяным отопительным тепловым насосам						
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ		WPW 90 I	WPW 140 I	WPW 210 I	WPW 270 I
2	МОДЕЛЬ					
2.1	Степень защиты по EN 60 529		IP 20	IP 20	IP 20	IP20
2.2	Место установки		внутри	внутри	внутри	внутри
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ					
3.1	Рабочие пределы температур:					
	Прямая сетевая вода	°C	до 55	до 55	до 55	до 55
	Холодная вода (источник тепла)	°C	от +7 до +25	от +7 до +25	от +7 до +25	от +7 до +25
3.2	Разность температур сетевой воды при W10 / W35	К	9,5	8,8	9,6	9,4
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	при W7 / W55 1) кВт / --- при W10 / W50 1) кВт / --- при W10 / W35 1) кВт / ---	6,9 / 2,5 7,7 / 3,2 8,3 / 5,1	12,2 / 2,5 13,4 / 3,6 13,6 / 5,2	19,0 / 3,2 20,8 / 3,8 21,5 / 5,5	24,6 / 3,2 26,4 / 3,8 26,4 / 5,1
3.4	Уровень звуковой мощности	дБ(А)	53	55	58	59
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений	м³/ч / Па	0,75 / 7000	1,3 / 7000	2,0 / 8000	2,4 / 12500
3.6	Расход холодной воды при внутреннем перепаде давлений (источник тепла)	м³/ч / Па	2,0 / 6200	3,3 / 19000	5,0 / 20000	7,0 / 16000
3.7	Хладагент; общий вес загрузки	тип / кг	R407C / 1,7	R407C / 1,6	R407C / 3,2	R407C / 4,5
4	ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ					
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4)	В × Ш × Д мм	1380 × 600 × 500	1380 × 600 × 500	1380 × 600 × 500	1380 × 600 × 500
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды	дюймовые	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/2" внутр./нар.	G 1 1/2" внутр./нар.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла	дюймовые	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/4" внутр./нар.	G 1 1/2" внутр./нар.	G 1 1/2" внутр./нар.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку	кг	147	151	173	221
5	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ					
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель	В / А	400 / 16	400 / 16	400 / 20	400 / 20
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) W0 W35	кВт	1,62	2,64	3,93	5,15
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA)	А	30 (без SA)	26	27	29
5.4	Номинальный ток W0 W35 / cos φ	А / ---	2,9 / 0,8	4,8 / 0,8	7,0 / 0,8	9,4 / 0,8
6	СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ		3)	3)	3)	3)
7	ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ					
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)		нет	нет	нет	нет
7.2	Ступеней мощности		1	1	1	1
7.3	Регулятор внутренний / внешний		внутренний	внутренний	внутренний	внутренний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, W10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Не требуется при установке в непромерзающих помещениях.

3) Заявление о соответствии CE

4) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь

Сохраняется право на внесение технических изменений.

Состояние на 14.03.2002

#### 4.4.2 Техническая информация по 2-компрессорным тепловым насосам для внутренней установки

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ по водно-водяным отопительным тепловым насосам				WPW 440 IP	WPW 920 IP	
1	ТИП И ТОРГОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ					
2	МОДЕЛЬ					
2.1	Степень защиты по EN 60 529			IP 24	IP 24	
2.2	Место установки			внутри	внутри	
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ					
3.1	Рабочие пределы температур:					
	Прямая сетевая вода	°C		до 55	до 55	
	Холодная вода (источник тепла)	°C		от +7 до +25	от +7 до +25	
3.2	Разность температур сетевой воды при W10 / W35			10,8	9,9	
3.3	Тепловая мощность / показатель выработки	при W7 / W55 1)	кВт / --- 5)	18,1 / 3,0	40,3 / 3,2	
			кВт / --- 6)	38,6 / 3,2	80,1 / 3,2	
		при W10 / W50 1)	кВт / --- 5)	20,6 / 3,8	45,8 / 4,0	
			кВт / --- 6)	43,0 / 4,0	88,1 / 3,8	
		при W10 / W35 1)	кВт / --- 5)	23,4 / 5,9	49,8 / 5,9	
			кВт / --- 6)	44,4 / 5,7	91,2 / 5,4	
3.4	Уровень звуковой мощности			дБ(А)	59	70
3.5	Расход сетевой воды при внутреннем перепаде давлений			м³/ч / Па	3,5 / 14000	8,0 / 13000
3.6	Расход холодной воды при внутреннем перепаде давлений (источник тепла)			м³/ч / Па	9,5 / 17500	20,0 / 19000
3.7	Хладагент; общий вес загрузки			тип / кг	R407C / 6,7	R407C / 15,0
4	ГАБАРИТЫ, ПРИСОЕДИНЕНИЯ И ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ					
4.1	Габариты аппарата без присоединений 4)			В × Ш × Д мм	830 × 1480 × 890	830 × 1480 × 890
4.2	Аппаратные присоединения сетевой воды			дюймовые	G 1 1/4" наружн.	G 2" наружн.
4.3	Аппаратные присоединения источника тепла			дюймовые	G 1 1/2" наружн.	G 2" наружн.
4.4	Вес транспортного блока (блоков), вкл. упаковку			кг	309	460
5	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ					
5.1	Номинальное напряжение; предохранитель			В / А	400 / 35	400 / 63
5.2	Номинальная потребляемая мощность 1) W0 W35			кВт	7,81	16,97
5.3	Пусковой ток при мягком запуске (SA)			А	26	60
5.4	Номинальный ток W0 W35 / cos φ 5)			А / ---	14,1 / 0,8	30,7 / 0,8
6	СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ				3)	3)
7	ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИЯ					
7.1	Вода в аппарате защищена от замораживания 2)				нет	нет
7.2	Ступеней мощности				2	2
7.3	Регулятор внутренний / внешний				внешний	внешний

1) Эти данные характеризуют размер и производительность установки. При экономическом и энергетическом рассмотрении необходимо учитывать точку бивалентности и регулирование. При этом, например, W10 / W55 означает: температура источника тепла 10 °C и температура прямой сетевой воды 55 °C.

2) Не требуется при установке в непромерзающих помещениях.

3) Заявление о соответствии CE

4) Обратите внимание, что для трубных присоединений, эксплуатации и технического обслуживания требуется большая площадь.

5) 1-компрессорный режим

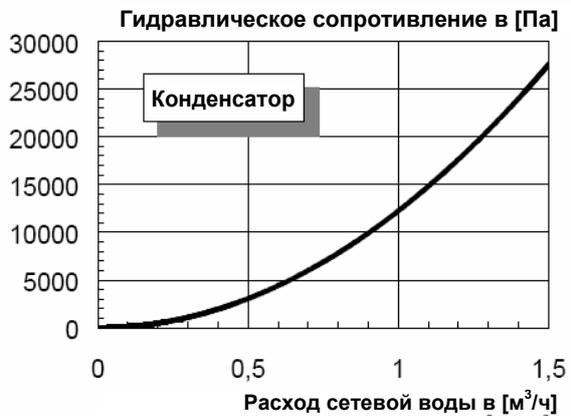
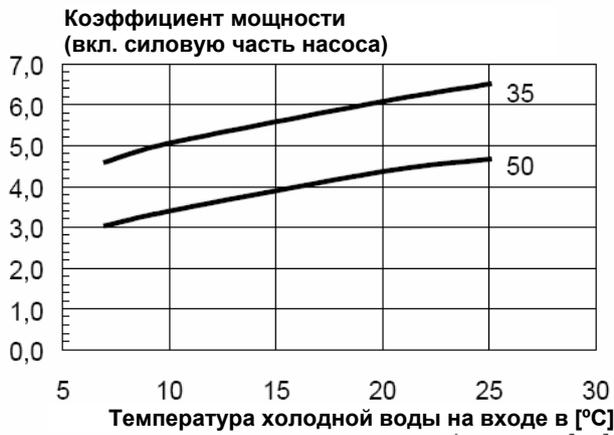
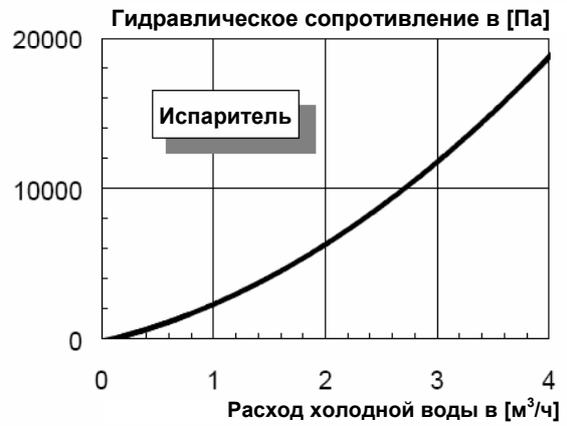
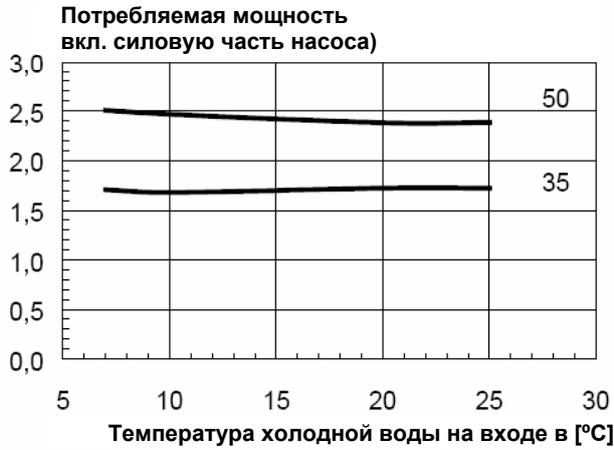
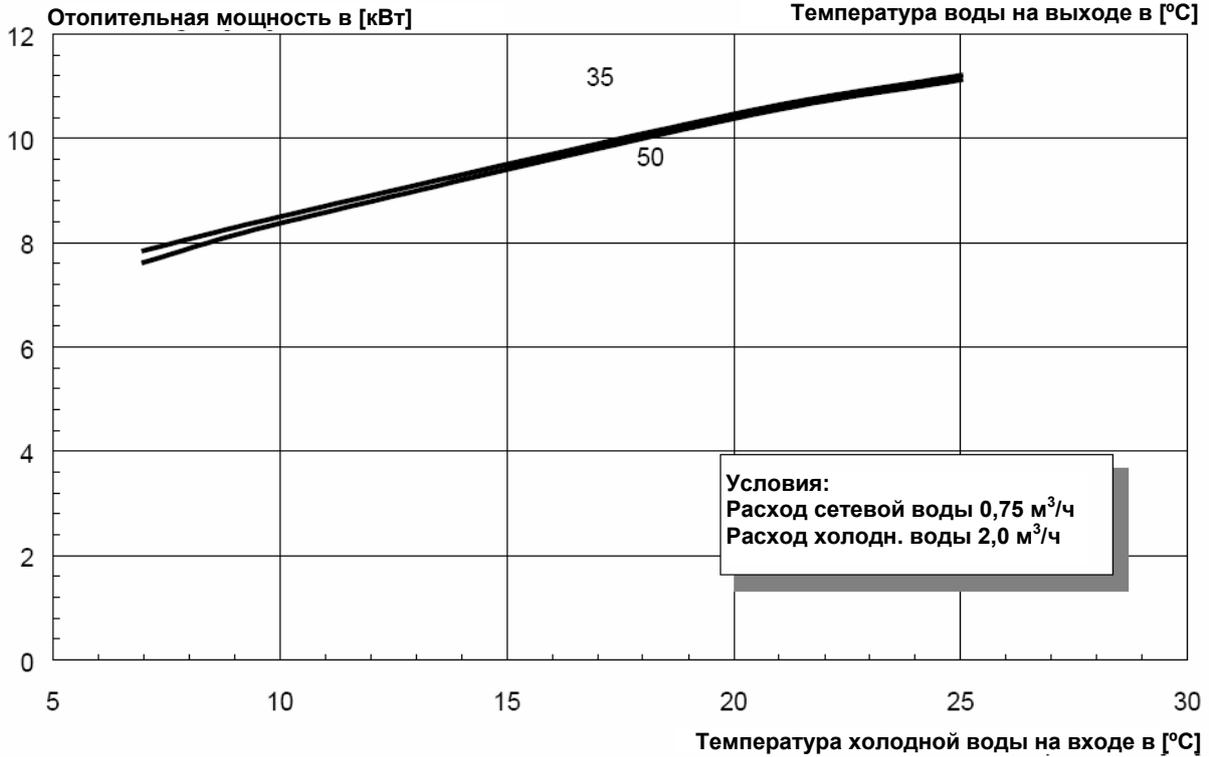
6) 2-компрессорный режим

Сохраняется право на внесение технических изменений.

Состояние на 13.03.2002

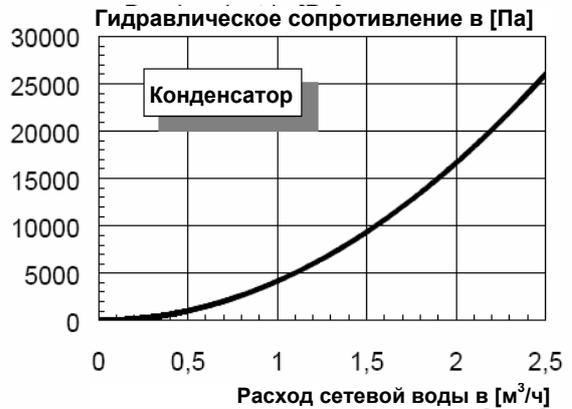
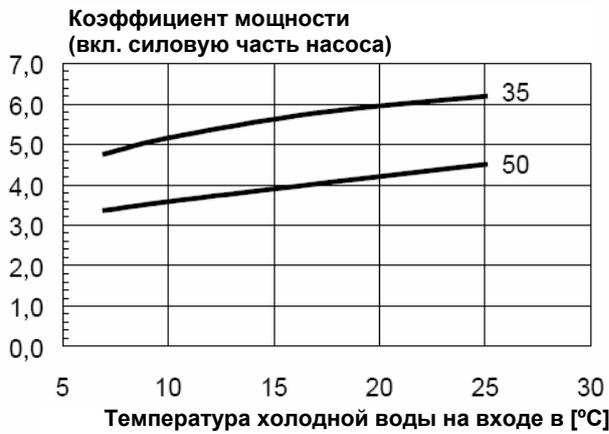
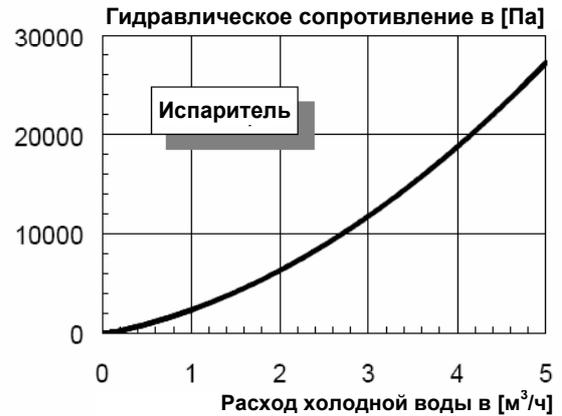
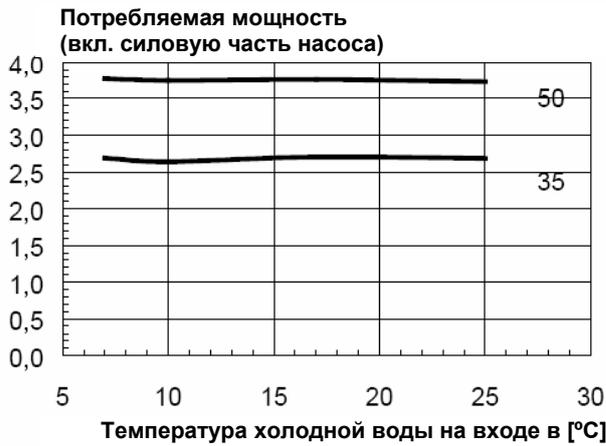
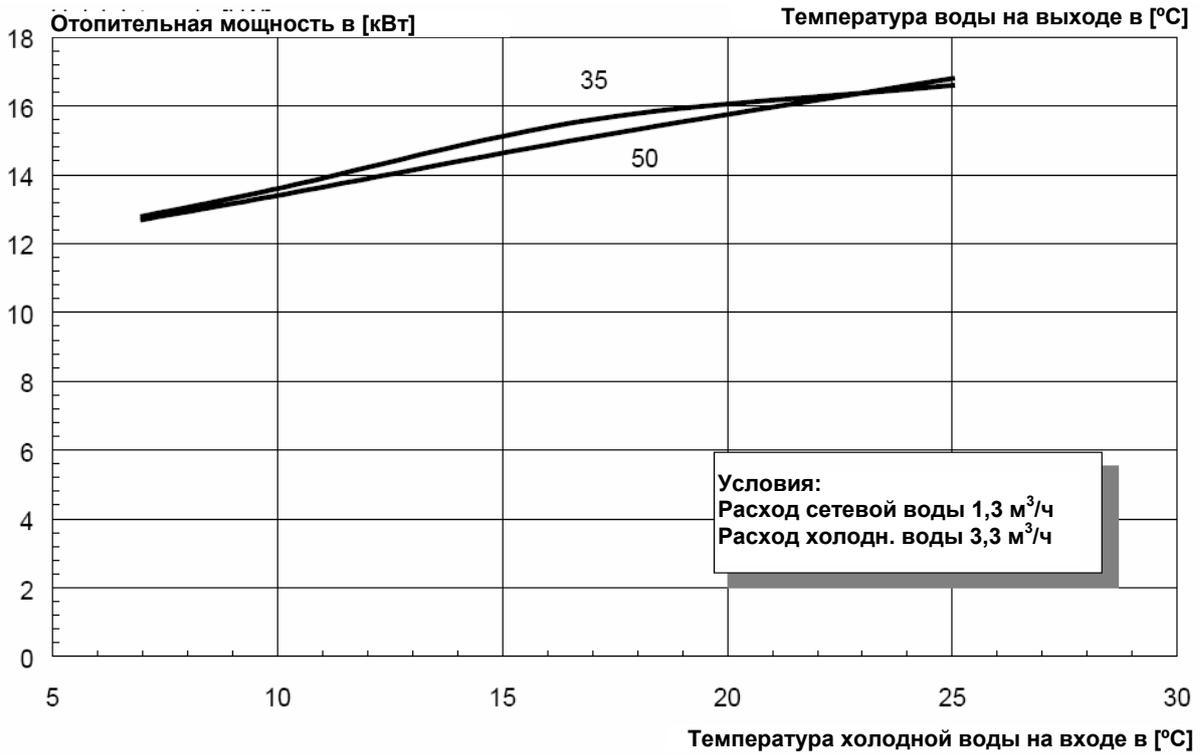
### 4.5 Характеристики водно-водяных тепловых насосов

#### 4.5.1 Характеристики WPW 90 I



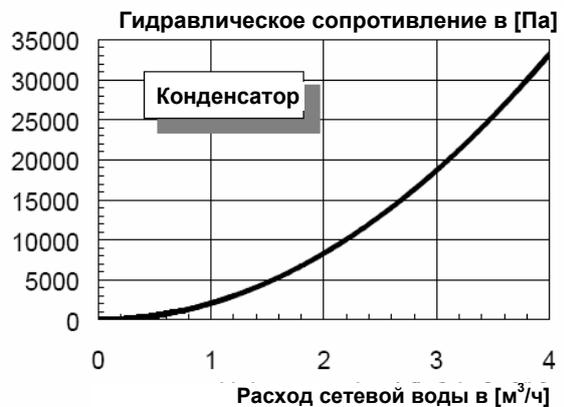
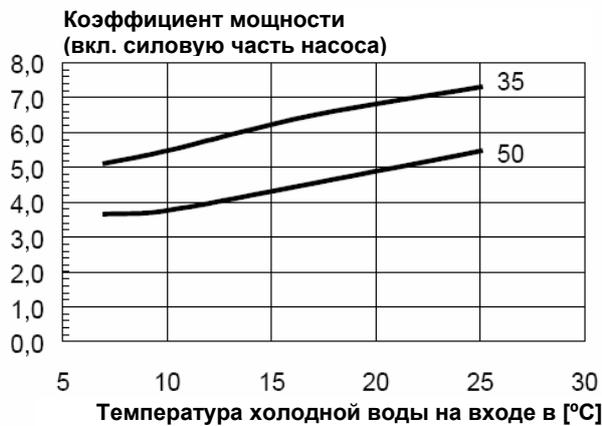
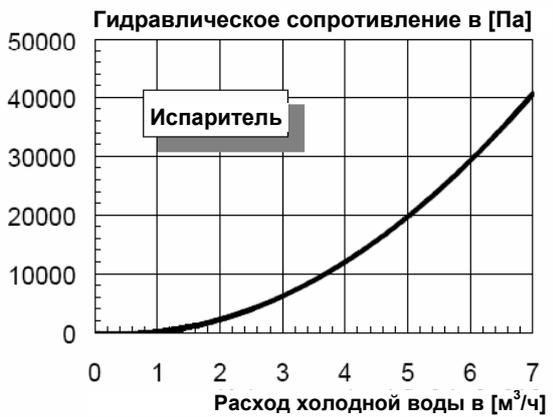
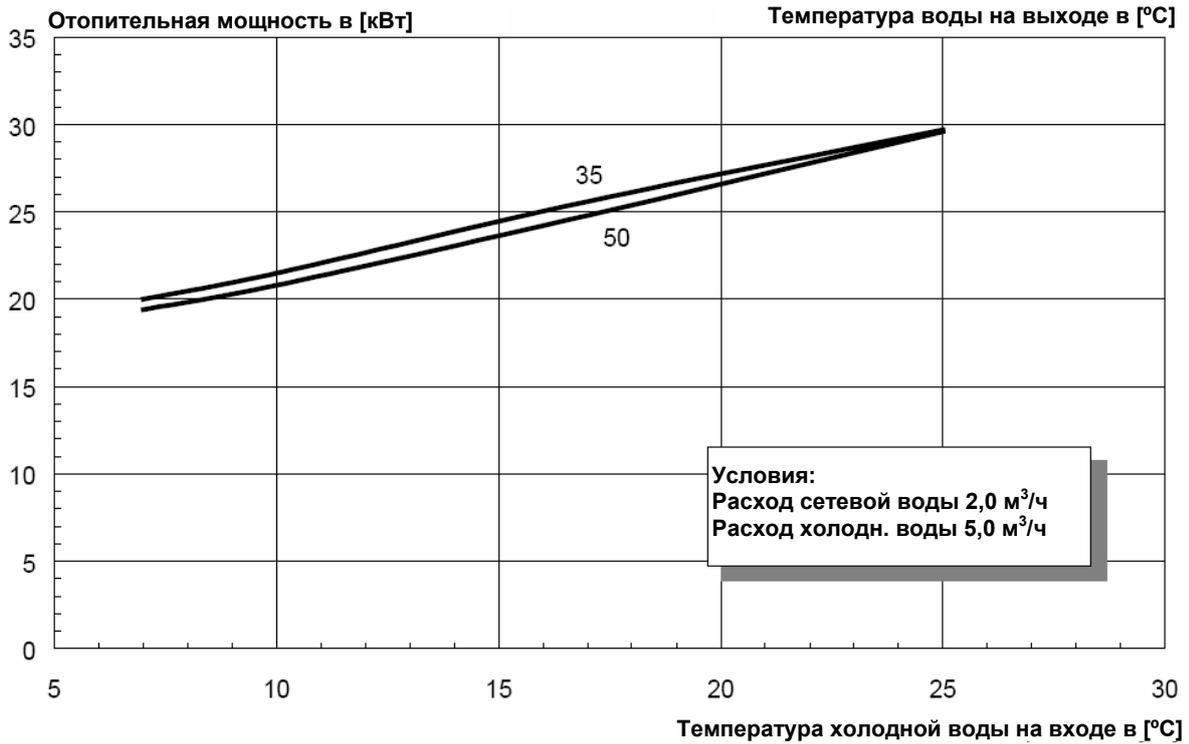
4.5.2 Характеристики

WPW 140 I



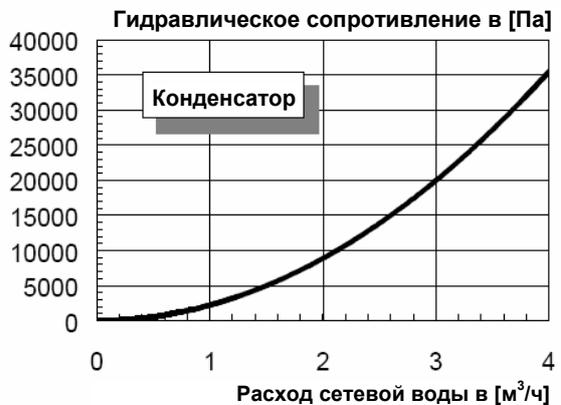
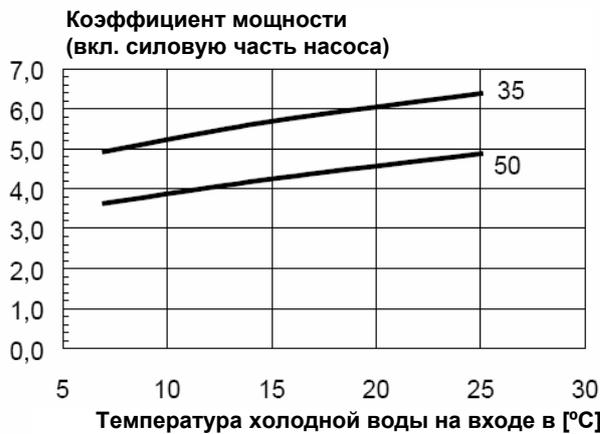
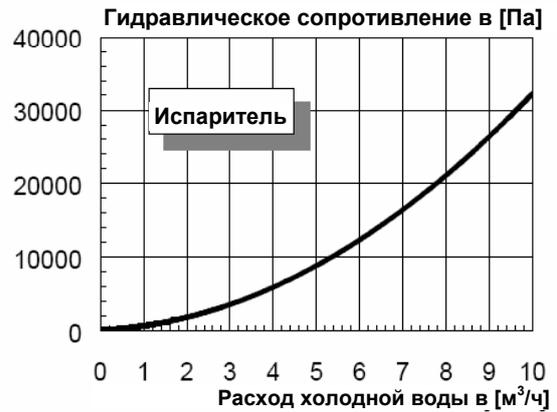
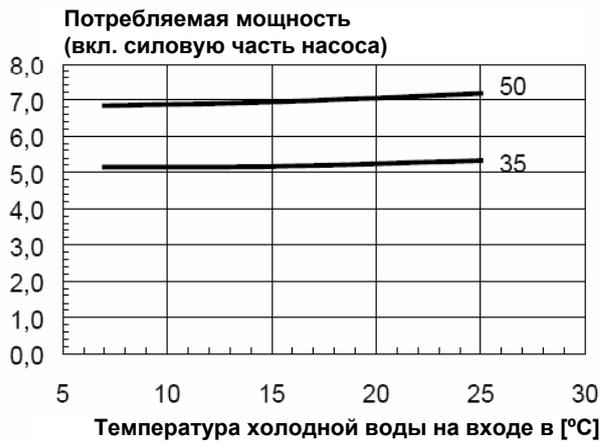
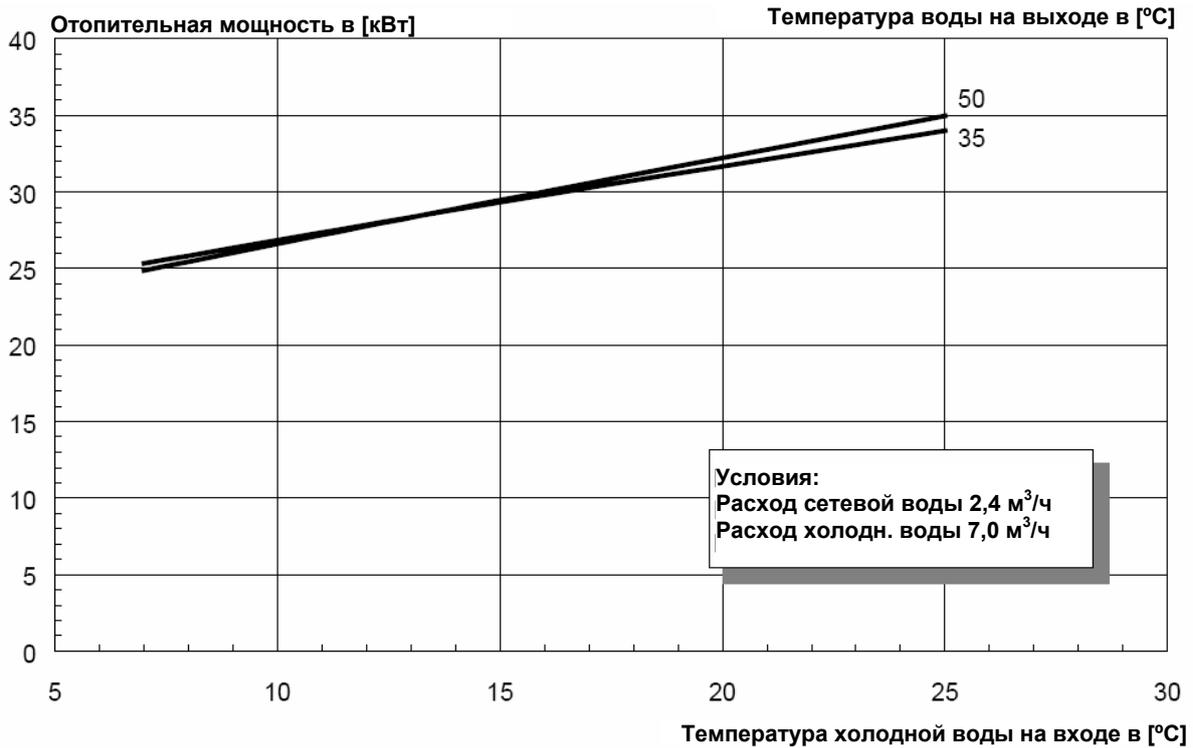
4.5.3 Характеристики

WPW 210 I



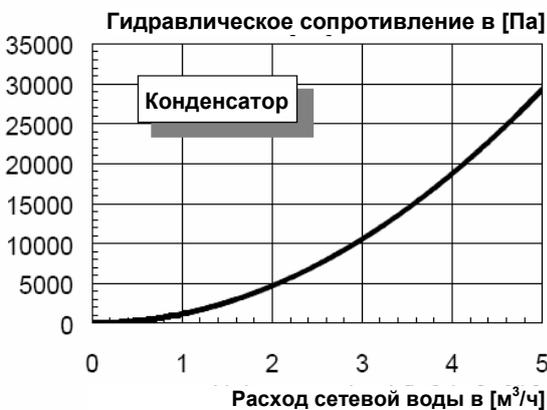
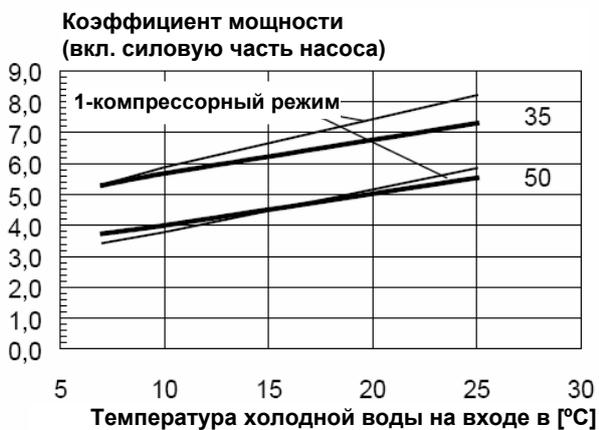
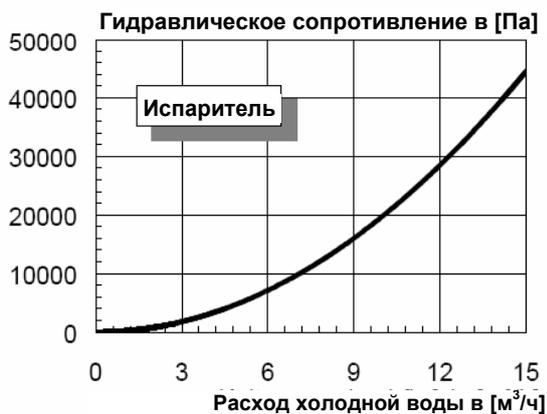
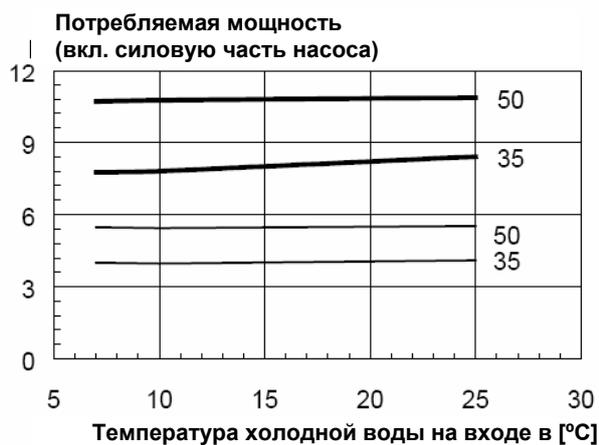
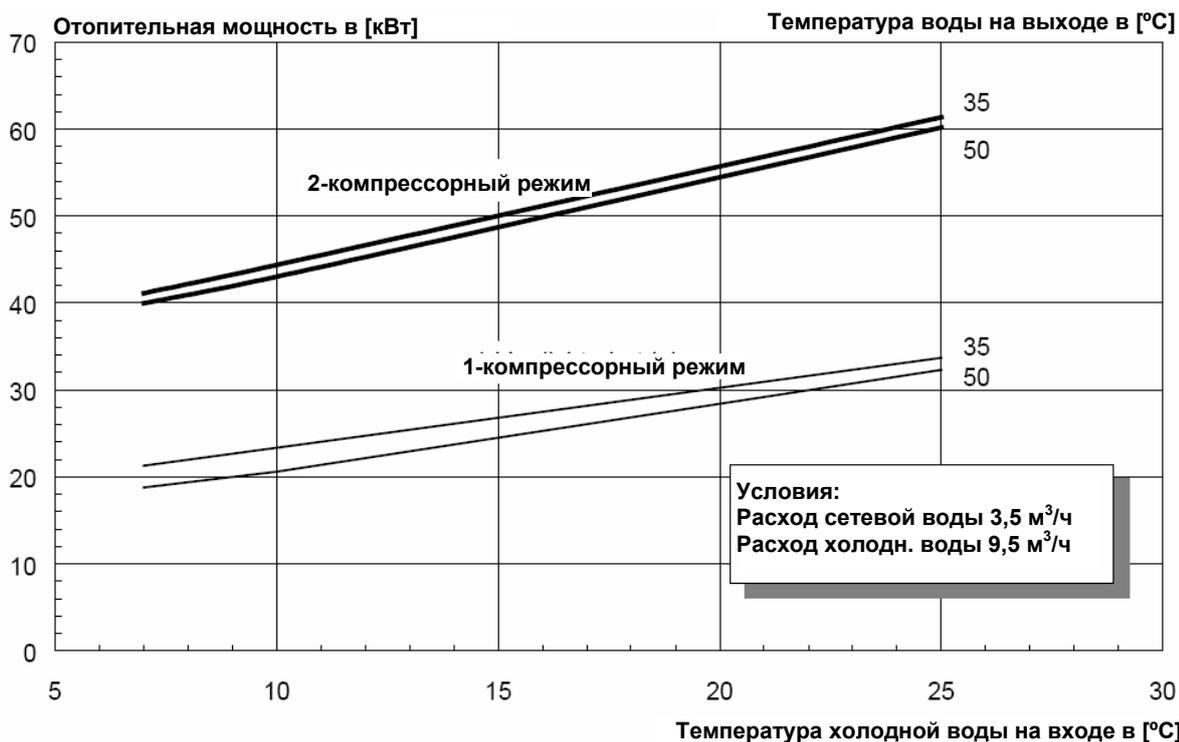
4.5.4 Характеристики

WPW 270 I



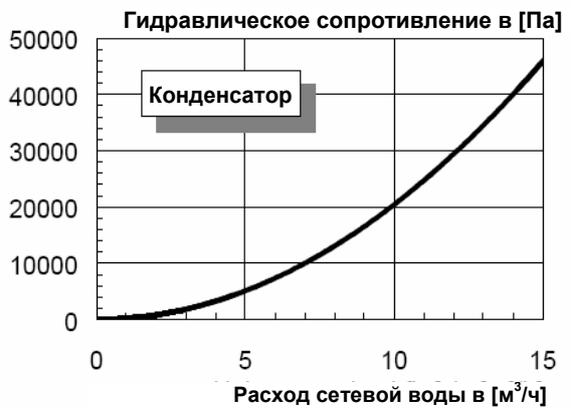
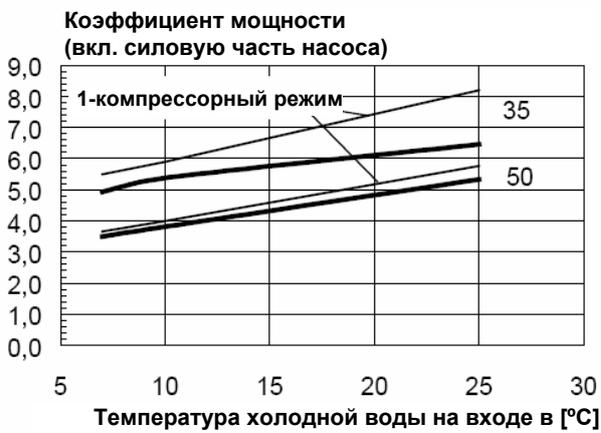
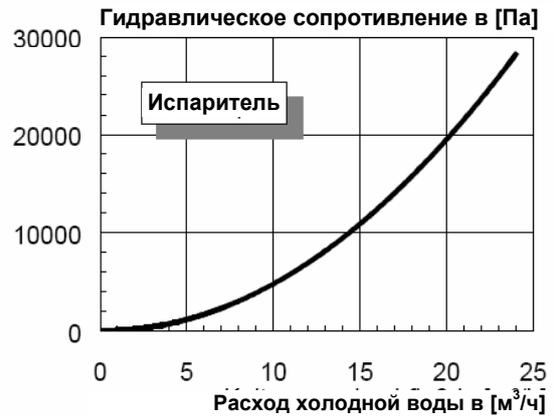
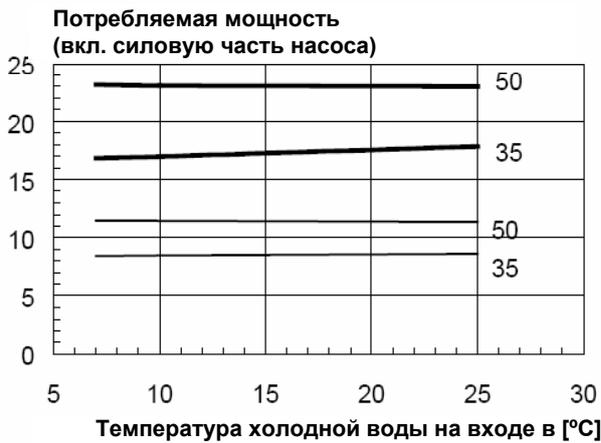
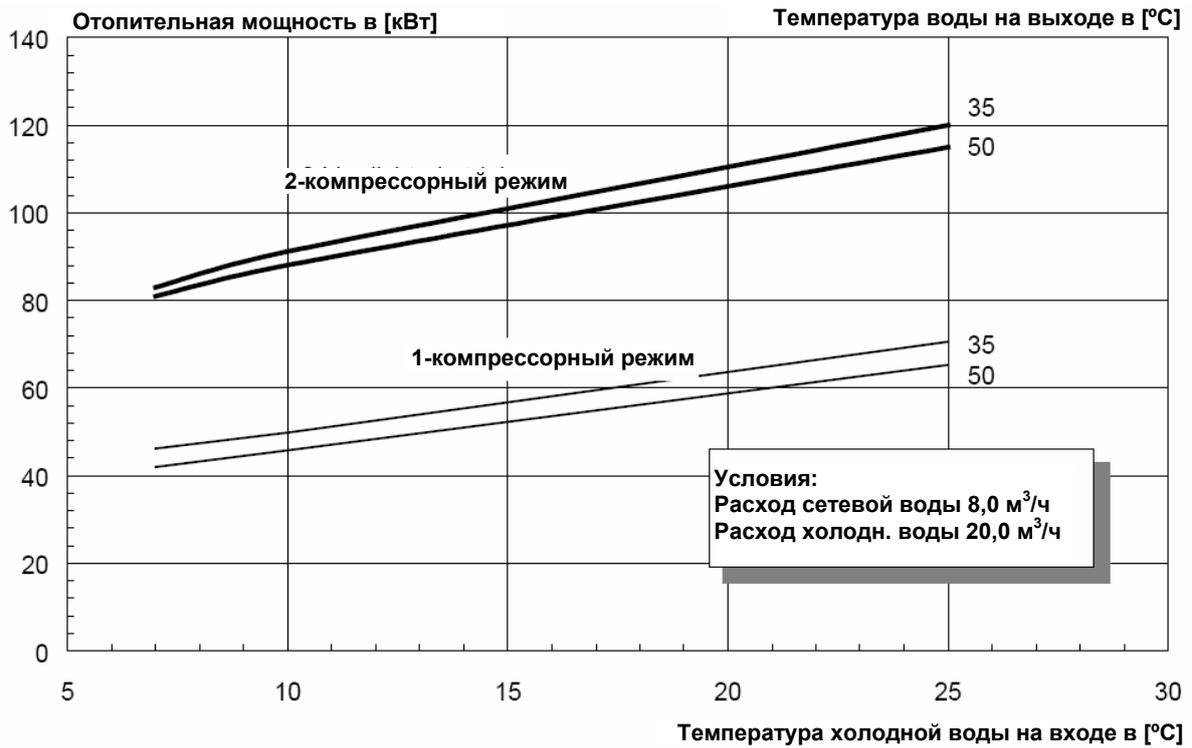
4.5.5 Характеристики

WPW 440 IP



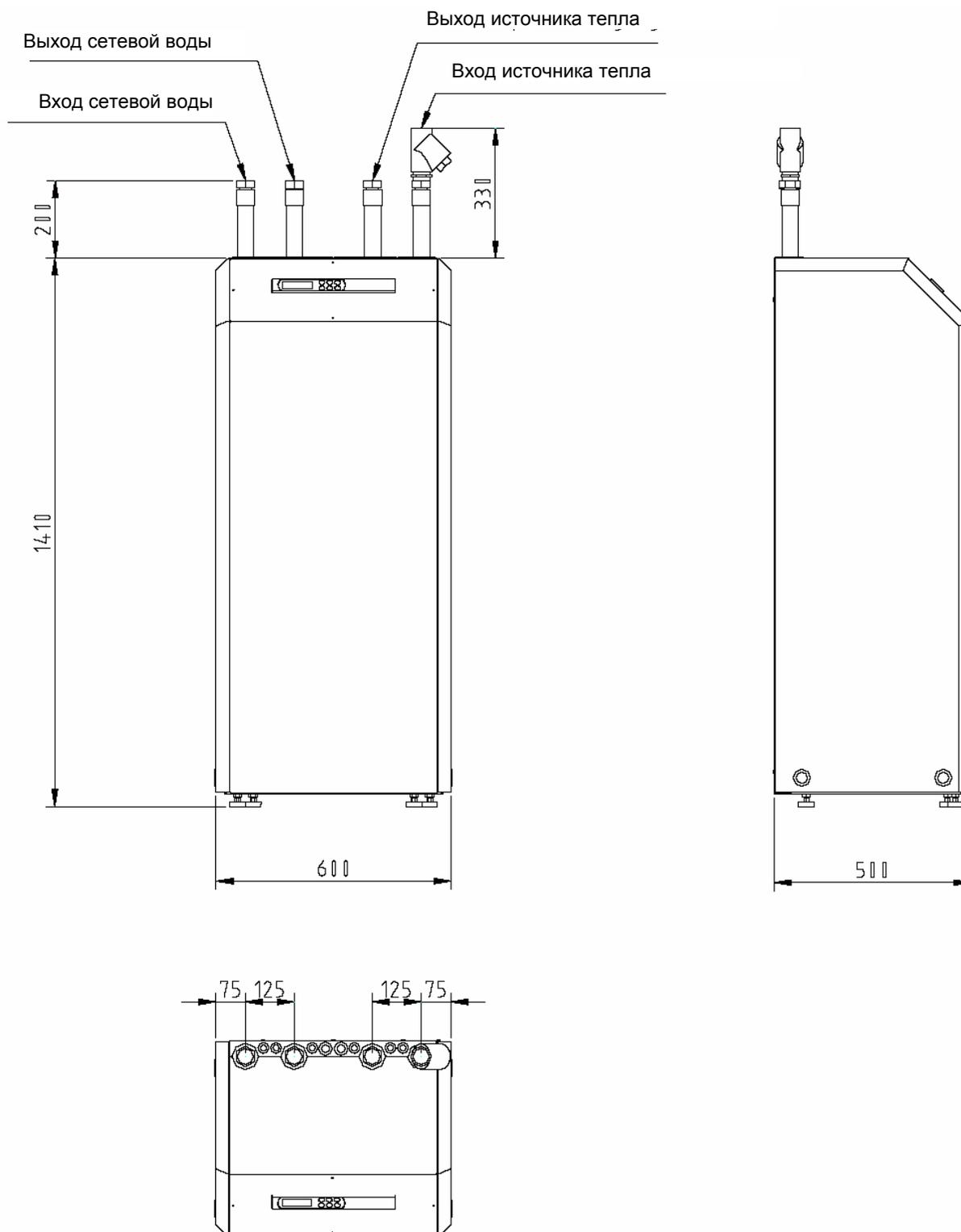
4.5.6 Характеристики

WPW 920 IP



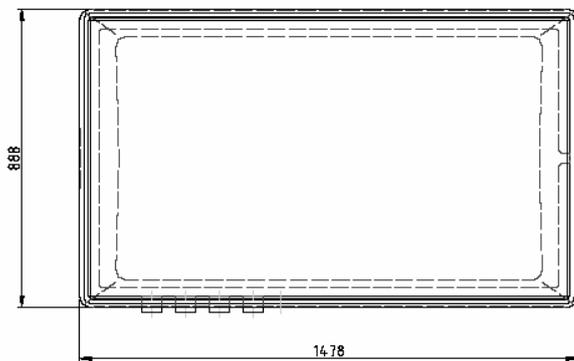
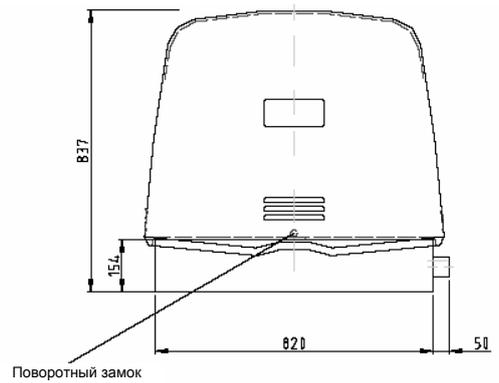
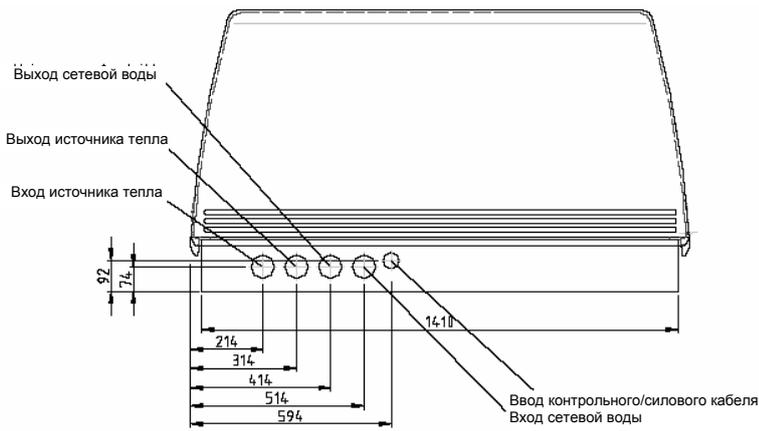
## 4.6 Размеры водно-водяных тепловых насосов

### 4.6.1 Размеры WPW 90 I, WPW 140 I, WPW 210 I и WPW 270 I



4.6.2 Размеры

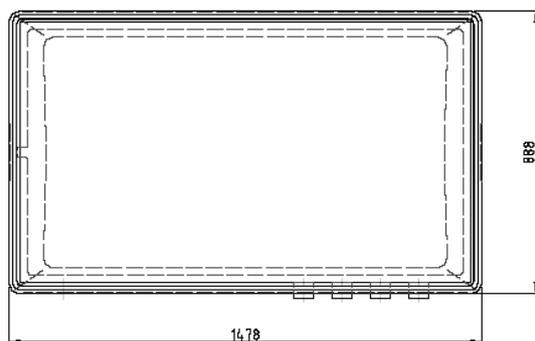
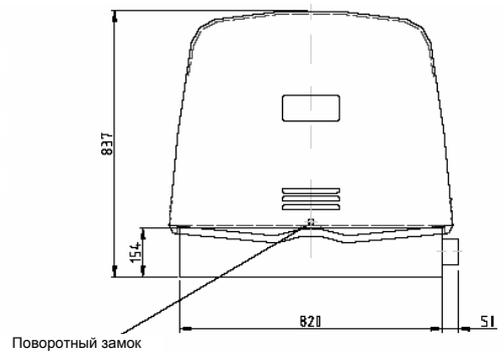
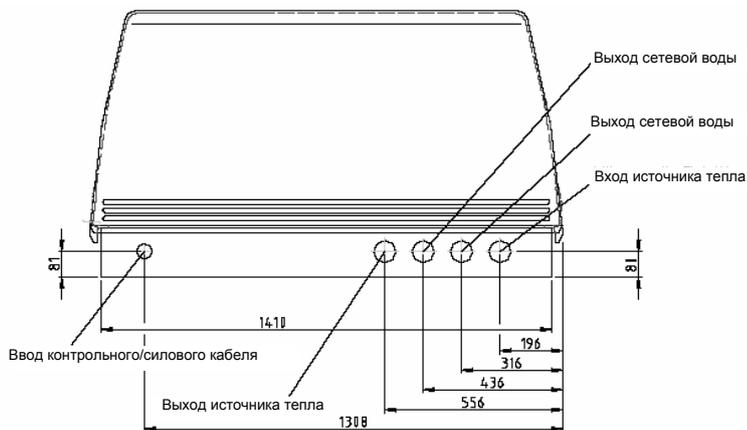
WPW 440 IP



Присоединения по сетевой воде 1 1/4" наружн.  
 Присоединения по источнику тепла 1 1/2" наружн.

4.6.3 Размеры

WPW 920 IP



Присоединения по сетевой воде и по источнику тепла 1 2" наружн.

## 5 Установка тепловых насосов

### 5.1 Сетевая вода

#### Внутренняя установка

Тепловой насос, как и любой отопительный котел, подключается при помощи разъемных резьбовых соединений. Для соединений теплового насоса, а также трубопроводов прямой и обратной сетевой воды во избежание передачи вибрации должны применяться термостойкие эластичные шланги высокого давления, стойкие к явлениям старения. Для тепловых насосов с винтовыми нагнетателями достаточно подключения сетевой воды через короткий эластичный шланг отопления.

#### Наружная установка

Присоединения сетевой воды находятся на аппарате. Подключение теплового насоса к системе отопления может быть легко выполнено короткими гибкими шлангами (см. рис. 5.1.а)

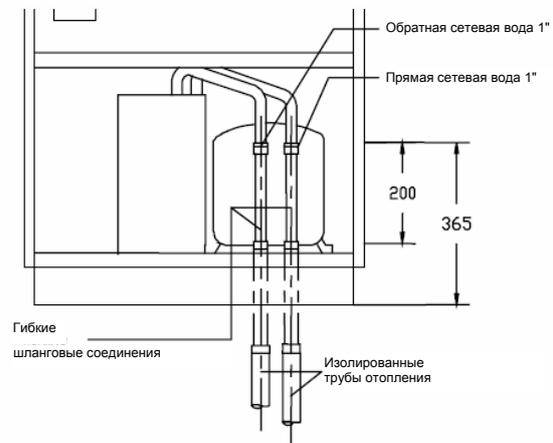


Рис. 5.1.а: Пример подключения теплового насоса для наружной установки

### 5.2 Место установки

#### Внутренняя установка

Тепловые насосы для внутренней установки должны располагаться на ровном прочном основании, обладающем достаточной несущей способностью. Тепловой насос должен устанавливаться так, чтобы не возникло проблем при проведении его технического обслуживания. Это обеспечивается, если перед насосом и рядом с ним выдерживается расстояние ок. 1 м. Помещение для установки должно быть непромерзающим. При установке с опасностью замораживания слив конденсата должен снабжаться обогревом (например, ленточными нагревателями).

При монтаже теплового насоса на верхнем этаже он должен устанавливаться в ванне, снабженной сливом.

### 5.3 Шум

С точки зрения физики воздушный шум представляет собой ничтожно малые колебания давления воздуха. Диапазон, слышимый человеком, охватывает изменения давления в диапазоне от  $2 \cdot 10^{-5}$  Па до 20 Па. Воспринимаются лишь изменения воздушного давления. Диапазон слышимости для человека лежит между частотами (изменения воздушного давления) от 20 Гц до 20000 Гц. Различные звуки получаются под воздействием различных частот. Звук в воздухе распространяется со скоростью  $c = 340$  м/с. Громкость шума аппаратов выражается в децибелах. Человеческое восприятие вдвое более громкого шума соответствует при этом примерно 10 дБ, если уровень шума превышает 40 дБ. При удвоении числа источников звука одинаковой громкости уровень звука повышается примерно на величину от 3 до 6 дБ.

#### Наружная установка

Тепловые насосы для наружной установки должны располагаться на плоском ленточном фундаменте или на уложенных тротуарных плитах из бетона, причем грунт под ними должен быть уплотнен. Тепловой насос должен устанавливаться так, чтобы не возникло проблем при проведении его технического обслуживания. Это обеспечивается, если вокруг насоса выдерживается расстояние от 0,7 до 1,0 м. Планы фундаментов тепловых насосов наружной установки, необходимые для проектирования, содержатся в инструкциях по монтажу и эксплуатации и в главе "Воздушно-водяные тепловые насосы".

#### Уровень звукового давления и акустической мощности

Нередко путают между собой или непосредственно сравнивают друг с другом понятия уровня звукового давления и уровня акустической мощности. Каждый источник звука обладает определенной акустической мощностью. Уровень акустической мощности указывает, сколько шума производит машина в целом. Уровень (значение уровня акустической мощности) зависит от интенсивности излучаемых звуковых волн и от величины машины. Уровень акустической мощности является параметром источника звука и не зависит от дистанции измерения или прочих условий распространения звука.

Эта акустическая мощность может быть описана также при помощи уровня звукового давления. Для того, чтобы величина была сопоставима и воспроизводима, дополнительно должны быть известны условия распространения звука.

- 1 Расстояние между точкой измерения и источником звука
- 2 Величина помещения и место расположения источника звука в помещении
- 3 Акустические свойства помещения

Уровень звукового давления тепловых насосов (измеренный на расстоянии 1 м) лежит примерно на 5 - 15 дБ ниже уровня акустической мощности. Различие определяется размером теплового насоса и высотой уровня акустической мощности.

### Излучение и воздействие

Источники звука излучают определенную акустическую мощность. При этом говорят об излучении звука. Уровень звукового давления, измеренный в оп-

ределенном месте, соответствует воздействию звука. Рис. 5.3.а демонстрирует взаимосвязь между излучением и воздействием.

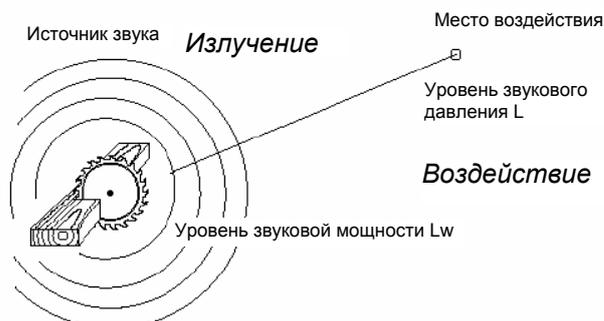


Рис. 5.3.а: Излучение и воздействие

Таблица 5.3.а Типичные уровни шума

Источник шума	Акустическая мощность [дБ]	Звуковое давление [мкПа]	Восприятие
Абсолютная тишина	0	20	не слышно
Неслышимый звук	10	63	
Тиканье настольных часов, тихая спальня	20	200	очень тихо
Очень тихий сад, кондиционер в театре	30	630	очень тихо
Жилая квартира без транспорта, кондиционер в конторе	40	$2 \cdot 10^3$	тихо
Тихий ручей, поток, тихий ресторан	50	$6,3 \cdot 10^3$	тихо
Нормальный разговор, легковой автомобиль	60	$2 \cdot 10^4$	громко
Шумная контора, громкий разговор, мотоцикл	70	$6,3 \cdot 10^4$	громко
Шум интенсивного движения, громкая музыка по радио	80	$2 \cdot 10^5$	очень громко
Тяжелый грузовик	90	$6,3 \cdot 10^5$	очень громко
Автомобильная сирена на расстоянии 5 м	100	$2 \cdot 10^6$	очень громко
Поп-группа, клепальный цех	110	$6,3 \cdot 10^6$	невыносимо
Буровая установка в туннеле, на расстоянии 5 м	120	$2 \cdot 10^7$	невыносимо
Реактивный двигатель на взлете, на расстоянии 100 м	130	$6,3 \cdot 10^7$	невыносимо
Реактивный двигатель на расстоянии 25 м	140	$2 \cdot 10^8$	болезненно

Для шумовых воздействий, измеренных в дБ(A), стандартом DIN 18005 и TA Lärm установлены предельные значения (ср. табл. 5.3.а) для различных категорий зон.

Таблица 5.3.б: Предельные значения шумовых воздействий в дБ(A) по стандарту DIN 18005 и TA Lärm

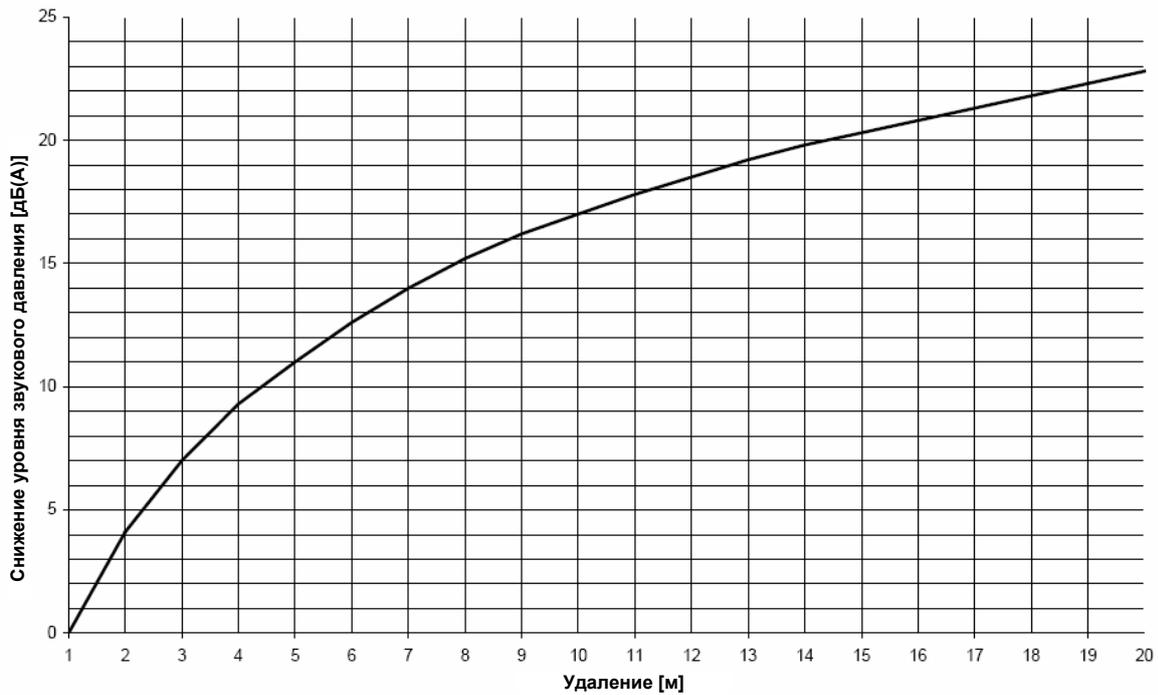
Категории зон	День	Ночь
Больницы, санатории	45	35
Школы, дома для престарелых	45	35
Сады, парки	55	55
Чисто жилые районы WR	50	35
Обычные жилые районы WA	55	40
Зоны мелких поселений WS	55	40
Специальные жилые районы WB	60	40
Центральные районы МК	65	50
Деревенские районы MD	60	45
Смешанные районы MI	60	45
Производственные районы GE	65	50
Промышленные районы GI	70	70

### Распространение шума

С увеличением расстояния от источника шума энергия шума „разбавляется“, что приводит к снижению величины воздействия. В зависимости от типа источника это снижение проявляется в большей или меньшей степени.

Для источников шума, находящихся непосредственно на земле, может быть принято полусферическое снижение уровня звукового давления. Если уровень звукового давления на расстоянии 1 м известен, то на других удалениях уровень звукового давления может быть вычислен по рис. 5.3.б.

На практике возможны отклонения от вычисленных значений, вызываемые отражением звука или поглощением звука в связи с местными особенностями.



**Рис. 5.3.в:** Снижение уровня звукового давления при полусферическом распространении шума

**Пример:**

Уровень звукового давления на удалении 1 м: 50 дБ(А).

Из рис. 5.1.а на расстоянии 5 м получается снижение уровня звукового давления 11 дБ(А).

Уровень звукового давления на расстоянии 5 м:  
 $50 \text{ дБ(А)} - 11 \text{ дБ(А)} = 39 \text{ дБ(А)}$

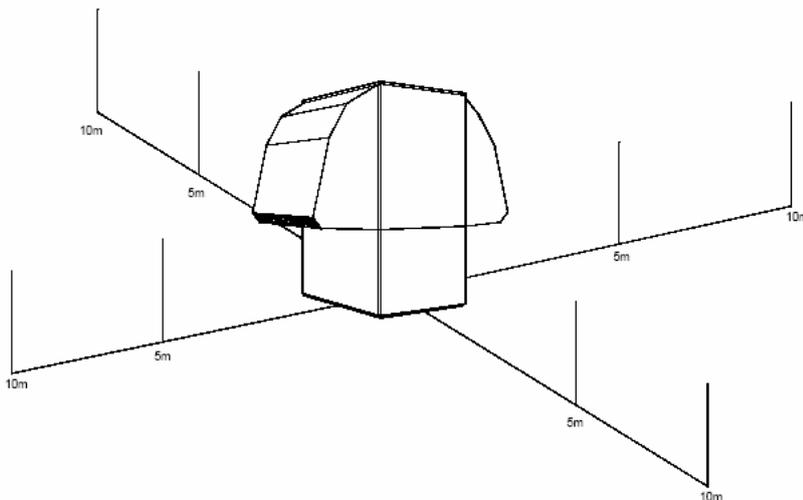
В зависимости от установки теплового насоса различные местные особенности действуют положительно или отрицательно на распространение шума.

**Следует учитывать:**

- влияние препятствий
- отражения от предметов
- отражение поверхностью земли
- поглощение растениями
- воздействие ветра и колебаний температуры

**Указание:**

Для тепловых насосов, установленных снаружи, определяющим является направленный уровень звукового давления (см. главу “Воздушно-водяные тепловые насосы”).



**Рис. 5.3.с:** Направления распространения шума для установленных снаружи воздушно-водяных тепловых насосов.

## 6 Горячее водоснабжение и вентиляция при помощи тепловых насосов

### 6.1 Подогрев воды в накопителе горячего водоснабжения

Подключение подогрева воды горячего водоснабжения при помощи теплового насоса должно осуществляться параллельно с отоплением, поскольку, как правило, для горячего водоснабжения и отопления

требуются различные температуры сетевой воды. Датчик обратной воды должен устанавливаться на общем возврате из отопления и системы подогрева воды горячего водоснабжения.

#### 6.1.1 Накопители горячего водоснабжения других фирм с встроенными теплообменниками

Стандартные длительные мощности, указываемые различными изготовителями накопителей, не являются подходящим критерием для выбора накопителя, работающего с тепловым насосом. Определяющими параметрами для выбора накопителя являются величина поверхности теплообменника, конструкция, размещение теплообменника в накопителе, стандартная длительная мощность, схема омывания и размещение термостатов или датчиков.

Должны учитываться следующие критерии:

- Подогрев стоячей воды (покрытие потерь при простое - статическое состояние).

- Отопительная мощность теплового насоса должна выдерживаться при максимальной температуре источника тепла (например, воздуха +35 °С) и температуре накопителя +45 °С.
- Вход сетевой воды в теплообменник должен всегда выполняться сверху.
- При работе линии рециркуляции температура в накопителе понижается. Насос рециркуляции должен управляться временной программой.
- Температура отбора вследствие потерь в трубопроводах лежит ниже температуры накопителя
- Подходящий накопитель горячего водоснабжения следует заказывать как специальную принадлежность.

#### 6.1.2 Накопитель горячего водоснабжения для отопительных тепловых насосов

Накопитель горячего водоснабжения служит для подогрева воды, используемой в санитарных целях. Подогрев осуществляется сетевой водой косвенно, через встроенную трубную спираль.

##### Конструкция

Накопитель выполняется цилиндрическим, по стандарту DIN 4753, часть 1. Поверхность нагрева состоит из сварной, свернутой в спираль трубы. Все присоединения выводятся из накопителя с одной стороны.

##### Защита от коррозии

По стандарту DIN 4753, часть 3 накопитель по всей внутренней поверхности защищен испытанным внутренним эмалированием. Оно наносится специальным методом и, в сочетании с дополнительно встроенным магниевым анодом, гарантирует защиту от коррозии. В соответствии с правилами DVGW магниевый анод после первых 2 лет, а затем с соответствующей периодичностью проверяется и, при необходимости заменяется сервисным центром. В зависимости от качества питьевой воды (проводимости) целесообразно проверять защитный анод чаще.

Если диаметр анода (33 мм) уменьшился до величины 10-15 мм, он подлежит замене.

##### Ввод в эксплуатацию

Перед вводом в эксплуатацию убедиться в том, что подвод воды открыт и накопитель заполнен. Первое

заполнение и ввод в эксплуатацию осуществляются специализированной фирмой, допущенной к проведению таких работ. При этом должна быть проверена работа и плотность всей установки, включая детали, смонтированные на заводе-изготовителе.

##### Чистка и уход

Необходимые интервалы очистки зависят от качества воды и уровней температур греющего агента и накопителя. Рекомендуется очистка накопителя и проверка установки 1 раз в год. Стекловидная поверхность в значительной степени препятствует осаждению жесткости и способствует быстрой очистке сильной струей воды. Толстый слой накипи можно измельчать перед смывом только деревянным стержнем. Ни в коем случае при чистке не должны использоваться металлические предметы с острыми краями.

Периодически должна проверяться работоспособность предохранительного клапана. Рекомендуется проведение ежегодного обслуживания специализированной фирмой.

##### Теплоизоляция и обшивка

Теплоизоляция состоит из высококачественного жесткого пенополиуретана (PU). Прямое нанесение пенополиуретановой теплоизоляции и обшивка ПВХ-пленкой сводят к минимуму потери, связанные с подержанием готовности.

### **Регулирование**

Накопитель серийно оснащается датчиком с соединительным проводом длиной примерно 5 м, который подключается непосредственно к регулятору теплового насоса. Характеристика датчика соответствует стандарту DIN 44574. Настройка температуры и управляемый по времени подогрев и поддержание температуры с обогревом фланцев осуществляется регулятором теплового насоса. При настройке температуры горячего водоснабжения необходимо учитывать явление гистерезиса. Кроме того, измеренная температура несколько повышается, поскольку процессы термического выравнивания в накопителе требуют некоторого времени после завершения подогрева воды горячего водоснабжения.

В качестве альтернативы регулирование может осуществляться термостатом. Гистерезис не должен превышать величины 2K.

### **Эксплуатационные условия:**

<b>Допустимое рабочее избыточное давление</b>	
Сетевая вода	3 бар
Питьевая вода	10 бар
<b>Допустимая рабочая температура</b>	
Сетевая вода	110 °C
Питьевая вода	95 °C

### **Монтаж**

Монтаж ограничивается подключением датчика по водяной стороне и по электропитанию, поскольку накопитель серийно поставляется с обшивкой и датчиком.

### **Принадлежности**

При необходимости или желании электрический обогрев фланцев для поддержания температуры.

Электрические подключения должны выполняться только сертифицированными электриками-монтажниками по соответствующей схеме. Обязательно соблюдение действующих правил TAB и норм VDE.

### **Место установки**

Накопитель можно устанавливать только в защищенном от промерзания помещении. Установка и ввод в эксплуатацию должны осуществляться сертифицированной монтажной фирмой.

### **Подключение по воде**

Подключение холодной воды должно выполняться по стандартам DIN 1988 и DIN 4573, часть 1 (см. рис. 6.1.а). Все присоединительные линии должны подключаться резьбовыми соединениями.

Поскольку при наличии трубопровода рециркуляции возникают высокие потери при простое, такой трубопровод должен подключаться только при широко разветвленной сети питьевой воды. Если рециркуляция необходима, она должна оснащаться автоматическим устройством, прерывающим режим рециркуляции. Все присоединительные линии, включая арматуру (кроме присоединения холодной воды), должны быть защищены от тепловых потерь в соответствии с правилами энергосбережения (EnEV).

Плохо заизолированные или вовсе не заизолированные соединительные линии приводят к потере энергии, многократно превышающей потерю энергии накопителем.

Во избежание неконтролируемого разогрева или охлаждения накопителя на присоединении сетевой воды обязательно должен быть предусмотрен обратный клапан.

Сбросной трубопровод предохранительного клапана в подводящую линию холодной воды должен всегда оставаться открытым. Эксплуатационная готовность предохранительного клапана должна время от времени проверяться путем продувки.

### **Опорожнение**

Со стороны заказчика должна быть предусмотрена возможность опорожнения накопителя в присоединительный трубопровод холодной воды.

### **Предохранительный клапан**

Установка должна быть оснащена неотключаемым от накопителя предохранительным клапаном, прошедшим типовые испытания. Между накопителем и предохранительным клапаном не должно устанавливаться никаких сужений, например, грязеуловительных решеток.

При прогреве накопителя из предохранительного клапана должна вытекать (капать) вода, чтобы компенсировать расширение воды и предотвращать чрезмерное повышение давления. Дренажный трубопровод предохранительного клапана должен открываться свободно, без какого-либо сужения, через дренажное устройство. Предохранительный клапан должен располагаться в хорошо доступном и видимом месте, чтобы иметь возможность его продувки при работе. Вблизи или на самом клапане устанавливается табличка с надписью: "Во время прогрева из сбросного трубопровода может вытекать вода! Не закрывать!".

Могут применяться только подпружиненные мембранные предохранительные клапаны, прошедшие типовые испытания. Сбросной трубопровод должен быть выполнен сечением, как минимум равным выходному сечению предохранительного клапана. Если обстоятельства вынуждают выполнить трубопровод, имеющий более двух колен или длину более 2 м, то весь сбросной трубопровод должен быть выполнен сечением на одну ступень условного прохода больше. Более 3 колен или длина более 4 м не допускается. Дренажный трубопровод позади приемной воронки должен иметь сечение, по меньшей мере, вдвое превышающее входное сечение клапана. Предохранительный клапан должен быть установлен так, чтобы не превышалось допустимое рабочее избыточное давление 10 бар.

### **Обратный клапан, контрольный клапан**

Для предотвращения обратного протока разогретой воды в трубопровод холодной воды должен быть установлен обратный клапан (препятствующий обратному протеканию воды). Его действие может быть проверено путем закрытия первого по ходу воды запорного вентиля и последующего открытия контрольного клапана. Вода не должна вытекать, за исключением воды, содержащейся в коротком участке трубопровода.

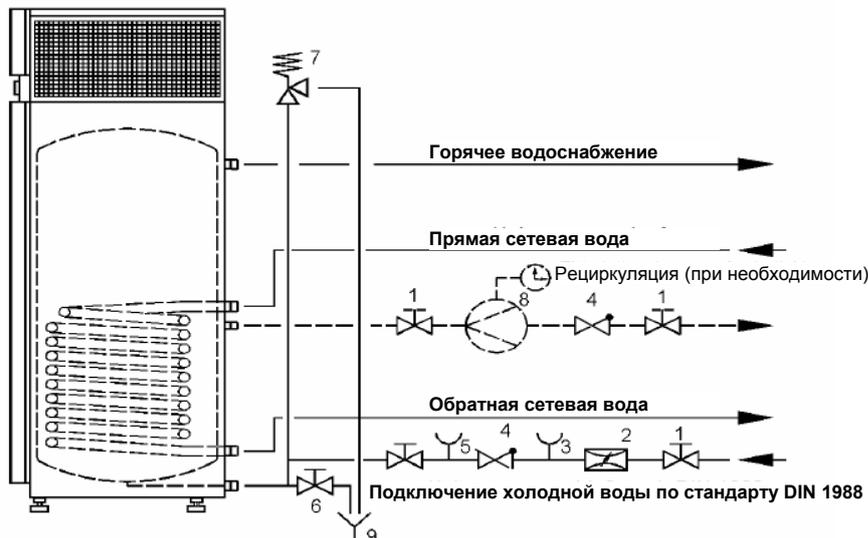
**Редукционный клапан**

Если максимальное давление в сети может превышать допустимое рабочее избыточное давление 10 бар, то в подводящем трубопроводе обязательна установка редукционного клапана. Однако для снижения шумообразования давление в трубопроводах внутри здания по стандарту DIN 4709 должно понижаться лишь в допустимой с технической точки зрения степени. По этой причине, в зависимости от типа

здания, установка редукционного клапана может оказаться целесообразной на подводе к накопителю.

**Запорные вентили**

Запорные вентили должны устанавливаться на присоединениях холодной и горячей воды показанного на рис. 6.1.а накопителя, а также на прямой и обратной сетевой воде

**Легенда**

- 1 Запорный вентиль
- 2 Редукционный клапан
- 3 Контрольный клапан
- 4 Обратный клапан
- 5 Манометрический штуцер
- 6 Дренажный вентиль
- 7 Предохранительный клапан
- 8 Насос рециркуляции
- 9 Слив

Рис. 6.1.а: Подключение по воде

**Потери давления**

При выборе параметров насоса рециркуляции накопителя горячего водоснабжения следует учитывать гидравлическое сопротивление расположенного внутри теплообменника рис. 6.1.f.

**Настройка температуры при горячем водоснабжении от отопительного теплового насоса**

Низкотемпературные тепловые насосы имеют макс. температуру прямой сетевой воды 55 °С. Эта температура не должна превышать, чтобы тепловой насос не отключался реле повышения давления. Поэтому температура, устанавливаемая на регуляторе или термостате должна лежать ниже максимальной достижимой температуры накопителя. Макс. достижимая температура накопителя зависит от мощности установленного теплового насоса и от расхода сетевой воды через теплообменник. Определение максимальной достижимой температуры горячего водоснабжения может быть выполнено на основании диаграмм технической информации. При этом следует иметь в виду, что за счет тепла, аккумулированного в теплообменнике, происходит подогрев примерно

на 3К. При горячем водоснабжении от теплового насоса настроенная температура может лежать на 2 - 3 К ниже желаемой температуры горячего водоснабжения.

**DVGW – Расчетная таблица W 551**

Расчетная таблица W 551 DVGW служит для снижения роста бактерий легионеллез в установках, где производится подогретая питьевая вода. Различаются мелкие установки (одно- и двухсемейные жилые дома) и крупные установки (все прочие установки с объемом накопителя, превышающим 400 литров, и содержащие свыше 3 л воды в трубопроводах между накопителем и точками отбора).

В крупных установках общий объем ступени подогрева должен один раз в сутки прогреваться до 60 °С.

**Указание:** Прогрев может осуществляться электрическим нагревателем, управляемым временной программой.



### 6.1.4 Достижимые температуры накопителей

Максимальная температура горячего водоснабжения, которая может быть достигнута при помощи теплового насоса, зависит от:

- отопительной (тепловой) мощности теплового насоса
- поверхности теплообменника, установленного в накопителе и
- подачи (объемного расхода) насоса рециркуляции.

Выбор накопителя горячего водоснабжения должен осуществляться по максимальной отопительной мощности теплового насоса (летний режим) и желаемой температуре накопителя (например, 45 °C) (см. рис. 6.1.e).

При проектировании насоса рециркуляции горячего водоснабжения следует учитывать гидравлическое сопротивление накопителя (см. рис. 6.1.f).

Если максимальная температура горячего водоснабжения, достижимая при помощи теплового насоса (WP Maximum), будет установлена на регуляторе слишком высоко (см. также главу "Система управления и регулирования"), то тепловой насос не сможет передать выработанное им тепло.

При достижении максимально допустимого давления в холодильном контуре программа защиты в системе управления тепловым насосом автоматически отключает тепловой насос и блокирует подогрев горячего водоснабжения на 2 часа.

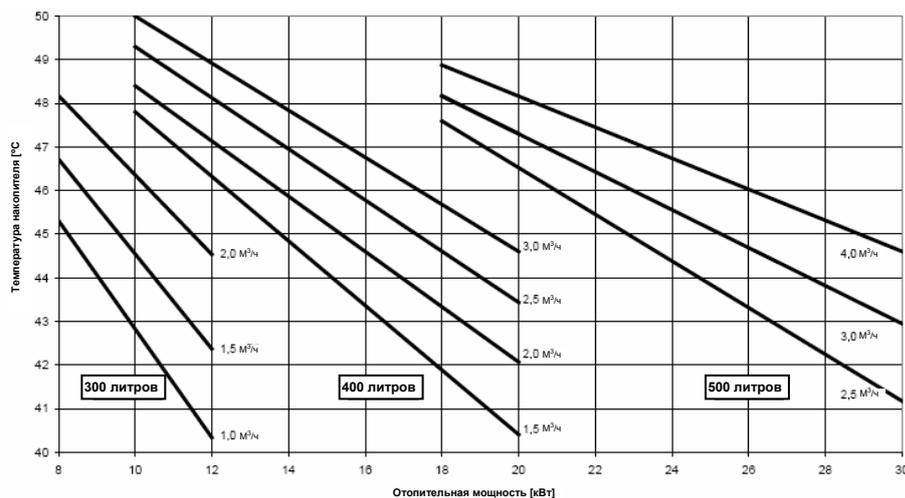
В накопителях с датчиками осуществляется автоматическая коррекция установленной температуры горячего водоснабжения (новая WP Maximum = текущая фактическая температура в накопителе - 1 K).

Если необходимы более высокие температуры горячего водоснабжения, то они могут достигаться при необходимости посредством подогрева (обогрева фланцев накопителя).

#### Указание:

Температура горячего водоснабжения (WP Maximum) должна настраиваться примерно на 10 K ниже максимальной температуры прямой сетевой воды теплового насоса.

В моноэнергетических установках тепловых насосов, - если тепловой насос сам не может покрывать теплотребление здания, - горячее водоснабжение осуществляется исключительно за счет обогрева фланцев.

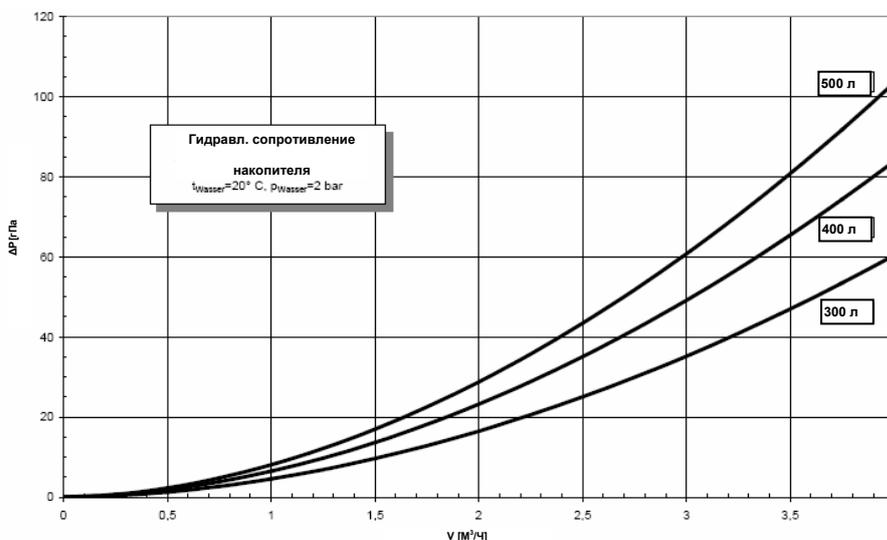


**Рис. 6.1.e:**

Достижимые температуры накопителя в зависимости от отопительной мощности и объемного расхода

#### Пример:

Отопительная мощность 14 кВт  
Расход: 2,5 м³/ч  
Температура горячего водоснабжения: ~47 °C



**Рис. 6.1.f:**

Гидравлические сопротивления накопителей горячего водоснабжения WWSP 300, WWSP 400 и WWSP 500

### 6.1.5 Схема нескольких накопителей горячего водоснабжения

При высокой величине потребления воды или при тепловых насосах с мощностью, превышающей ок. 28 кВт, в режиме горячего водоснабжения необходима поверхность теплообмена для получения достаточно высокой температуры горячего водоснабжения может быть реализована путем параллельного или последовательного включения поверхностей теплообмена накопителей. (Учитывать расчетную таблицу W 551 DVGW).

Параллельная схема накопителей предлагается в случае большой величины отбора воды. При соединении теплообменников и присоединений горячего водоснабжения трубопроводы от тройника к обоим накопителям должны выполняться одинакового диаметра и одинаковой длины, чтобы равномерно распределить объемный расход сетевой воды по одинаковым гидравлическим сопротивлениям (см. рис. 6.1.g).

Предпочтительно должно применяться последовательное соединение накопителей горячего водоснабжения. При соединении следует иметь в виду, что сетевая вода должна сначала пропускаться через накопитель, из которого отбирается горячая питьевая вода (см. рис. 6.1.h)

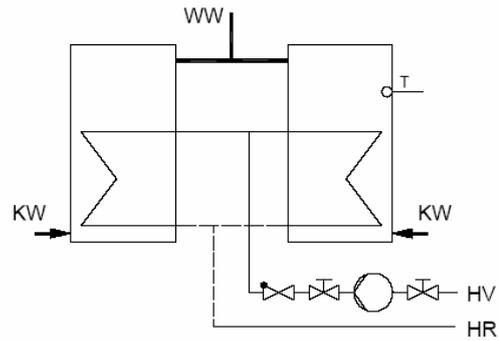


Рис. 6.1.g: Параллельная схема накопителей

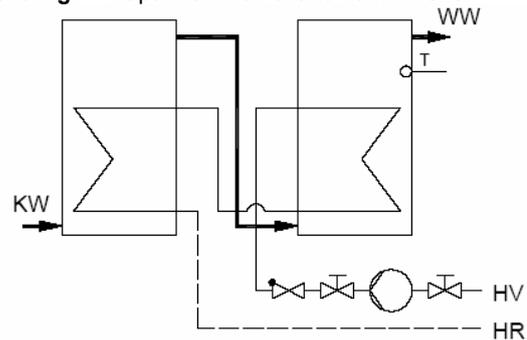


Рис. 6.1.h: Последовательная схема накопителей

## 6.2 Подогрев воды плавательных бассейнов тепловыми насосами

При помощи регулятора тепловых насосов возможен и полностью автоматический подогрев воды плавательных бассейнов. Запрос подогрева плавательного бассейна имеет приоритет перед запросом отопления. Однако после успешного запуска этот запрос в течение одного часа сохраняет приоритет перед отоплением, но не перед подогревом технической воды. Запрос срабатывает через вход термостата плавательного бассейна.

Во время подогрева воды плавательного бассейна работает водяной насос бассейна. Идущий подогрев воды плавательного бассейна в любой момент прерывается запросом горячего водоснабжения, процессом оттаивания или подъемом характеристики (например, после ночного снижения температуры), но не прерывается сигналом „больше“ регулятора отопления. Если спустя 60 минут запрос на подогрев воды плавательного бассейна еще сохраняется, то на 7 минут автоматически отключается насос рециркуляции плавательного бассейна. На это время включается отопительный насос, с тем, чтобы снова подать

представительную температуру отопительного контура на датчик обратной сетевой воды, установленный в общей линии возврата. Если в течение этих 7 минут регулятор отопления генерирует сигнал „больше“, то сначала прогревается отопительный контур.

Вместе с водяным насосом плавательного бассейна обязательно должен включаться фильтр-насос контура бассейна. Передаточная мощность теплообменника должна быть соотнесена с особенностями теплового насоса, например, с максимальной температурой прямой сетевой воды 55 °С и с минимально допустимым расходом.

Определяющими при выборе являются не только номинальная мощность, но и конструктивное исполнение, расход через теплообменник и настройка термостата. Помимо того, при выборе параметров следует учитывать расчетную температуру воды бассейна (например, 27 °С) и проток воды через бассейн (см. также главу „Подогрев воды плавательных бассейнов“).

### 6.3 Сравнение удобств и затрат при различных возможностях подогрева воды горячего водоснабжения

#### 6.3.1 Децентрализованное горячее водоснабжение (например, проточные нагреватели)

Преимущества в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) незначительные капитальные вложения
- b) чрезвычайно малая потребность в месте
- c) большая готовность теплового насоса для нужд отопления (особенно при моновалентном режиме и блокировке питания)
- d) незначительные потери воды
- e) отсутствие стояночных и циркуляционных потерь

#### 6.3.2 Электрический накопитель (режим ночного питания)

Преимущества в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) незначительные капитальные вложения
- b) возможны высокие температуры воды в накопителе (которые не всегда требуются)
- c) большая готовность теплового насоса для нужд отопления (особенно при моновалентном режиме и блокировке питания)

#### 6.3.3 Тепловой насос горячего водоснабжения

Преимущества в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) на месте установки (например, в подвале) летом может достигаться эффект охлаждения или осушения
- b) большая готовность теплового насоса для нужд отопления (особенно при моновалентном режиме и блокировке питания)
- c) простая возможность соединения с солнечными термическими установками
- d) высокие температуры горячего водоснабжения в режиме питания от теплового насоса

#### 6.3.4 Устройство вентиляции жилья с горячим водоснабжением

Преимущества в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) комфортабельная вентиляция жилья с обеспечением гигиенического воздухообмена
- b) горячее водоснабжение благодаря круглогодичной активной утилизации тепла вытяжного воздуха
- c) большая готовность теплового насоса для нужд отопления (особенно при моновалентном режиме и блокировке питания)
- d) простая возможность соединения с солнечными термическими установками
- e) высокие температуры горячего водоснабжения в режиме питания от теплового насоса

#### 6.3.5 Выводы:

Подогрев воды горячего водоснабжения тепловым насосом вследствие высокого показателя выработки целесообразен и экономичен.

Если необходима или желательна вентиляция жилья, то при нормальных пользовательских привычках горячее водоснабжение должно осуществляться от устройства вентиляции жилья. Встроенный воздушно-водяной тепловый насос извлекает энергию, запа-

Недостатки в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) высокие эксплуатационные расходы
- b) потери комфорта в связи с зависимостью температуры воды от скорости отбора (для гидравлических устройств)

Недостатки в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) высокие эксплуатационные расходы
- b) лишь ограниченная готовность
- c) возможно сильное отложение накипи
- d) длительное время прогрева

Недостатки в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) существенно более продолжительное время повторного разогрева накопителя
- b) в целом, слишком низкая тепловая мощность при высоком потреблении горячего водоснабжения
- c) охлаждение установочного помещения зимой

Недостатки в сравнении с горячим водоснабжением от отопительного теплового насоса:

- a) существенно более продолжительное время повторного разогрева накопителя в режиме питания от теплового насоса
- b) при высоком потреблении горячего водоснабжения необходимо сочетание со 2-м генератором тепла

сенную в вытяжном воздухе и круглогодично использует ее для нужд горячего водоснабжения.

В зависимости от вида тарифа местного предприятия энергоснабжения, потребления воды горячего водоснабжения, потребного уровня температур и положения точек отбора могут оказаться целесообразными и электрические устройства горячего водоснабжения.

### 6.4 Подогрев воды тепловым насосом горячего водоснабжения

Теловой насос горячего водоснабжения представляет собой готовое к подключению нагревательное устройство и служит исключительно для подогрева технической и питьевой воды. К его основным элементам относятся корпус, узлы холодильного, воздушно-го и водяного контуров, а также все необходимые для автоматической работы устройства управления, регулирования и контроля. Тепловой насос горячего водоснабжения при подводе электрической энергии использует для подогрева воды тепло, аккумулированное во всасываемом воздухе. Серийно аппараты оснащаются электрическим нагревательным элементом (1,5 кВт).

Электрический элемент выполняет 4 функции:

- **Дополнительный подогрев:** Благодаря подключению нагревательного элемента к тепловому насосу время разогрева сокращается почти вдвое.
- **Защита от замораживания:** Если температура всасываемого воздуха снижается ниже 8 °С, автоматически включается нагревательный элемент.
- **Аварийный подогрев:** При отказе теплового насоса электрический нагревательный элемент способен поддерживать горячее водоснабжение.
- **Высокая температура воды:** Если необходимая температура горячего водоснабжения превышает температуру, достижимую тепловым насосом (ок. 55 °С), то нагревательным элементом она может быть поднята макс. до 85 °С (заводская настройка 65 °С).

**Указание:** При температурах горячего водоснабжения, превышающих 55 °С, тепловой насос отключается, и подогрев воды осуществляется только нагревательным элементом.

Монтаж по водяной стороне осуществляется в соответствии со стандартом DIN 1988. Конденсатный шланг помещен на задней стенке аппарата. Его следует проложить, так чтобы выпадающий конденсат мог стекать беспрепятственно, и завести в сифон. Тепловой насос горячего водоснабжения смонтирован готовым к подключению; нужно только вставить вилку в устанавливаемую заказчиком розетку с защитным контактом.

**Указание:**

При постоянной установке возможно подключение теплового насоса горячего водоснабжения к существующему счетчику тепловых насосов.

#### Устройства регулирования и управления

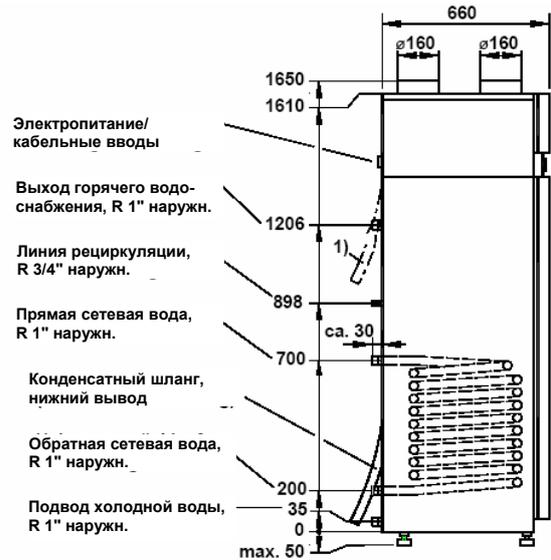
Тепловой насос горячего водоснабжения оснащается следующими устройствами регулирования и управления:

Регулятор температуры нагревательного элемента регулирует температуру воды горячего водоснабжения и настраивается на заводе на 65 °С. Поддержание температуры в водяном контуре и управление режимом компрессора принимает на себя регулятор температуры. Он поддерживает температуру воды в зависимости от заданной уставки. Настройка желаемой температуры осуществляется вернером на щитке управления.

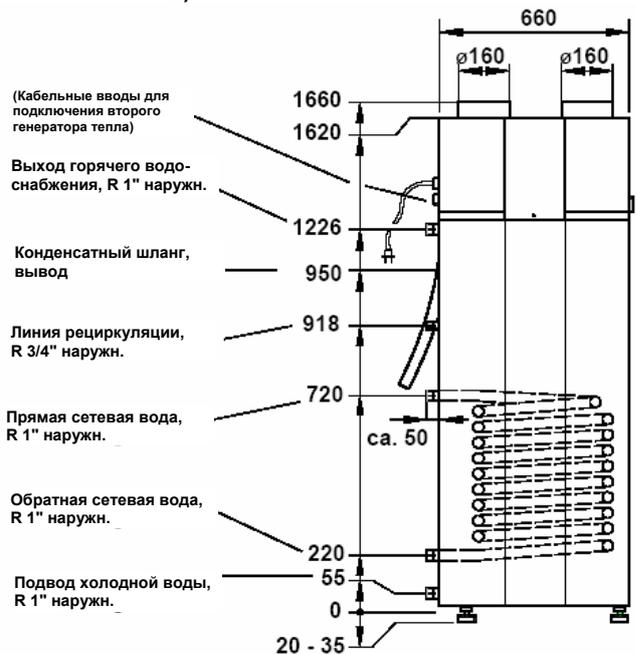
Воздушный термостат закреплен на щитке распределительного отсека. При понижении температуры ниже жестко заданного значения (8 °С) горячее водоснабжение переключается с теплового насоса на нагревательный элемент.

Термометрический датчик фиксирует температуру воды в верхней части накопителя горячего водоснабжения.

В тепловых насосах с внутренним дополнительным теплообменником, при необходимости, реле автоматически подключает через сухой контакт 2-й генератор тепла.



**Рис. 6.4.а:** Присоединения и размеры теплового насоса горячего водоснабжения WPB 301WE с внутренним дополнительным теплообменником (<sup>1</sup> альтернативный отвод конденсата)



**Bild 6.4.b:** Присоединения и размеры теплового насоса горячего водоснабжения WPB 300WR с внутренним дополнительным теплообменником

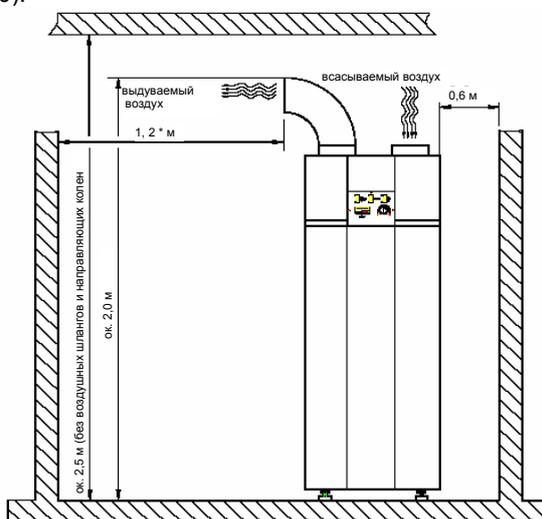
**Установка**

Тепловой насос горячего водоснабжения должен устанавливаться в непромерзающем помещении. Место установки должно отвечать следующим требованиям:

- Температура помещения от 8 °С до 35 °С (для работы теплового насоса)
- Хорошая теплоизоляция относительно примыкающих жилых помещений (рекомендуется)
- Отвод выпадающего конденсата
- Отсутствие чрезмерной запыленности воздуха
- Несущее основание (ок. 500 кг)

Для безотказной эксплуатации, а также для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту со всех сторон аппарата необходимы минимальные расстояния 0,6 м, а также минимальная необходимая высота помещения ок. 2,50 м при установке со „свободным выпуском“ (без воздуховодов или направляющих колен).

При меньших высотах помещений для эффективной работы на выпуске воздуха должно использоваться, по меньшей мере, одно направляющее колено (90°, Ду 160).



<sup>\*)</sup> Минимальное расстояние выпускного отверстия направляющего колена от стены составляет 1.2 м

**Рис 6.4с:** Условия установки со свободным всасыванием и выпуском технологического воздуха

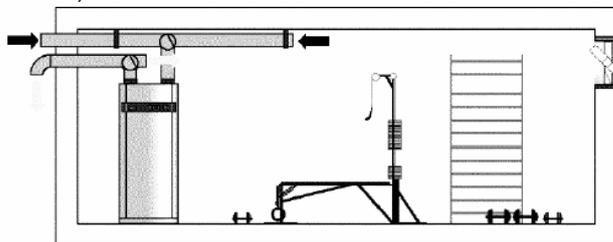
По выбору могут быть также подключены как всасывающие, так и выпускные воздуховоды, которые должны иметь общую длину, не превышающую 10 м. В качестве принадлежностей имеются гибкие, звуко- и теплоизолированные воздушные шланги Ду 160.

**Дополнительная польза тепловых насосов горячего водоснабжения**

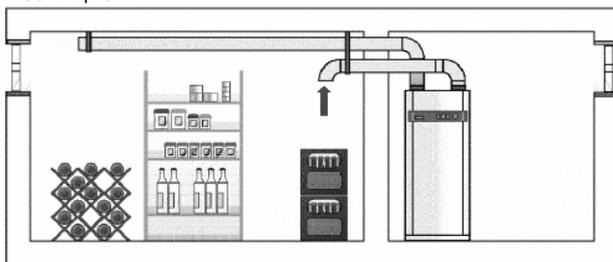
Выпадающий конденсат не содержит извести и может быть использован для утюгов и увлажнителей воздуха.

**Варианты подачи воздуха****Переключение всасываемого воздуха**

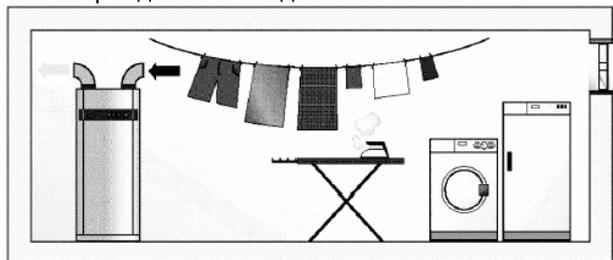
Система трубных каналов с встроенным байпасным шибером допускает попеременное использование наружного воздуха или воздуха помещений для горячего водоснабжения (нижний предел использования: + 8 °С).

**Охлаждение в режиме циркуляции**

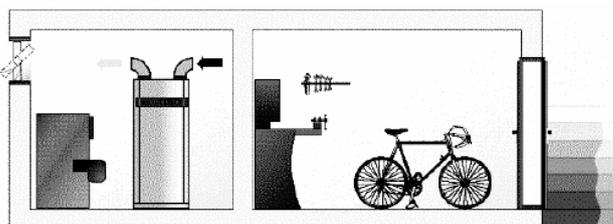
Воздух отсасывается через воздушный канал, например, из кладовой и винного подвала, охлаждается и осушается в тепловом насосе и возвращается обратно. В качестве места установки при этом пригодна мастерская, котельное или хозяйственное помещение. Во избежание отпотевания воздушные каналы в теплой зоне должны снабжаться паронепроницаемой изоляцией.

**Удаление влаги в режиме циркуляции**

Осушенный воздух в хозяйственном помещении способствует сушке белья и предотвращает возникновение повреждений от воздействия влаги.

**Тепловые отходы приносят пользу**

Серийные теплообменники (только WPB 301WE и WPB 300WR) теплового насоса горячего водоснабжения позволяют прямое подключение второго генератора тепла, например, солнечной установки или отопительного котла.



## 6.5 Техническая информация по тепловым насосам горячего водоснабжения

Обозначение для заказа		WPB 300 R	WPB 300 WR	WPB 301 WE
Конструкция		без трубчатого теплообменника	с трубчатым теплообменником	
Корпус		рубашка из фольги		стальной лист, окрашен.
Цвет		синий, типа RAL 5015		белый, типа RAL 9003
Номинальный объем накопителя	л	300	290	
Материал накопителя		сталь, эмалированная по стандарту DIN 4753		
Номинальное давление накопителя	бар	10		
Габариты (Ш × В × Г)	мм	660 × 1695 × 660		650 × 1700 × 660
Вес	кг	ок. 110	ок. 125	ок. 175
Электропитание (провод со штекером длиной ок. 2,7 м)		1/N/PE ~ 230 В, 50 Гц		
Предохранитель	А	16		
Хладагент / заправка	- / кг	R134a / 1,0		
Температура воды по выбору (при работе теплового насоса 2)	°С	от 23 до 55		
Область применения по параметрам воздуха 2)	°С	от 8 до 35		
Уровень звукового давления 3)	дБ(А)	53		
Расход воздуха при работе теплового насоса	м³/ч	450		
Внешний подпор	Па	100		
Максимальная длина подключаемых трубчатых воздуховодов	м	10		
Диаметр присоединения воздушного канала (всасывание/выпуск)	мм	160		
Внутренний теплообменник – поверхность теплопередачи	м²	-	1,45	
Трубка датчика D <sub>инеп</sub> (для датчика в режиме теплообмена)	мм	-	12	
Присоединения по холодной/горячей воде		R 1"		
Линия рециркуляции		R 3/4"		
Присоединение прямой/обратной воды теплообменника		-	R 1"	
SOP <sub>(t)</sub> по стандарту EN 255		-	3,4	
Средняя потребляемая мощность 1) при 45 °С		Вт	550	
Средняя отопительная мощность 1) при 45 °С		Вт	1830	
Максимальное подмешивание воды 40 °С	V <sub>max</sub>	л	300	290
Время разогрева	t <sub>h</sub>	ч	8,25	

- 1) процесс разогрева номинального объема от 15 °С до 45 °С при температуре всасываемого воздуха 15 °С
- 2) при температурах ниже 8 °С (+/- 1,5 °С) автоматически включается нагревательный элемент и отключается модуль теплового насоса
- 3) на расстоянии 1 м (при свободной установке без всасывающего и выпускного канала и без воздушного колена 90° на стороне выпуска)

## 6.6 Устройства вентиляции жилья с горячим водоснабжением

Новые вещества и строительные материалы стали краеугольными камнями заметного снижения потребления отопительной энергии. Оптимизированная тепловая изоляция при одновременно герметичной оболочке здания обеспечивает тот факт, что тепло наружу почти не теряется. В частности, чрезвычайно плотные окна прерывают необходимый воздухообмен в старых и новых зданиях. Эффект, который создает заметную нагрузку для помещения. Водяной пар и вредные вещества накапливаются в воздухе и должны активно удаляться.

### Хорошо бы проветрить, но как?

Самым простым способом вентиляции жилья является смена воздуха через открытое окно. Для поддержания приемлемого климата жилья рекомендуется регулярное ударное проветривание. Такая операция, проводимая несколько раз в сутки во всех помещениях, требует времени, становится затруднительной и практически неосуществимой уже просто в силу наличия привычных ритмов жизни и работы.

Автоматическая вентиляция жилья с утилизацией тепла обеспечивает при некоторых затратах энергии и средств воздухообмен, необходимый с точки зрения гигиены и строительной физики.

### Преимущества устройств вентиляции жилья

- Свежий, чистый воздух, не содержащий вредных веществ и избыточной влажности.
- Автоматическое обеспечение необходимого воздухообмена без активного участия.
- Сокращение потерь на вентиляцию за счет утилизации тепла.
- Встраиваемые фильтры, защищающие от насекомых, пыли и пылевидных загрязнений воздуха.
- Экранирование внешнего шума и повышение безопасности при закрытых окнах.
- Положительная оценка со стороны Правил энергосбережения (EnEV).

Применение механической вентиляции жилья с утилизацией тепла во многих случаях становится неизбежным. Перед принятием решения по системе вентиляции следует выяснить все вопросы, связанные со способом утилизации тепловых отходов.

При приточной и вытяжной вентиляции жилых блоков целесообразно использовать вытяжку как источник энергии для горячего водоснабжения, поскольку для здания круглогодично существует потребность в вентиляции и горячем водоснабжении. При повышенной потребности в горячем водоснабжении следует дополнительно предусмотреть второй генератор тепла

## 6.7 Основы проектирования установок в системах вентиляции жилья

Настоящая глава рассматривает основы проектирования установок для вентиляции жилья. Важнейшими стандартами и директивами, подлежащими соблюдению, являются DIN 1946 ч. 6 и DIN 18017. Они устанавливают потребные объемные расходы, лежащие в основе проектирования установок. Затем осуществляется проектирование сети каналов, вентиляторов, установок утилизации тепла и других модулей.

### Дополнительные требования:

- Движение воздуха в жилых помещениях не должно восприниматься как помеха, в частности, в зоне пребывания следует избегать появления сквозняков от притекающего свежего воздуха.
- Мешающие шумы должны снижаться путем применения соответствующих мер (например, глушителей, труб Isoflex).

### 6.7.1 Расчет количества воздуха

Для проектирования установки необходим план дома с указанием высот этажей в свету и планируемого использования помещений.

На основе этой документации здание разделяется на зоны притока, зоны вытяжки и зоны перетока и устанавливаются объемные расходы для отдельных помещений.

- Для вентиляционных установок действуют противопожарные правила соответствующих местных строительных норм. Впрочем, для жилых зданий небольшой высоты (например, для односемейных домов высотой до 2 этажей), как правило, не требуется никаких особых противопожарных мероприятий.
- Кухонные вытяжки не должны подключаться к системам вентиляции жилья. Целесообразно использовать вытяжные зонты в режиме рециркуляции и предусматривать в кухнях вытяжной шибер.
- **Указания по безопасности**  
Воздух, необходимый для горения находящихся в здании открытых очагов (например, печей), должен подаваться независимо от вентиляционной установки. В случае сомнений следует обратиться к компетентному печнику!

**Зонами притока** являются все жилые и спальные помещения.

**Зонами вытяжки** являются ванная, туалет, кухня и влажные помещения (например, влажное хозяйственное помещение).

**Зонами перетока** являются все площади, лежащие между зонами притока и зонами вытяжки, как, например, коридоры.

**Определение кратности воздухообмена**

При контролируемой вентиляции жилья приточные и вытяжные расходы должны выбираться таким образом, чтобы соблюдалась необходимая кратность воздухообмена.

$$LW = \frac{V_{ab}^0}{V_R} [ч^{-1}]$$

Кратность воздухообмена LW представляет собой частное от деления объемного расхода вытяжки на объем помещения.

**Пример:**

0,5-кратный воздухообмен в час означает, что воздух помещения в течение часа наполовину заменяется свежим наружным воздухом или что весь воздух в помещении заменяется каждые 2 часа.

**Указание:**

Правила энергосбережения оценивают утилизацию тепла вентиляционной установкой на основе стандартной кратности воздухообмена 0,4 [1/ч].

**Расчет объемных расходов вытяжки**

Помещение	Объемный расход вытяжки, в м³/ч
Кухня	60
Ванная	60
Туалет	30
Хозяйственное помещение	30

**Таблица 6.7.1.а:** Объемный расход вытяжки в соответствии со стандартом DIN 1946, часть 6, а также DIN 18017 „Вентиляция ванных и туалетов“

### 6.7.2 Рекомендации по установке устройств вентиляции жилья и размещению приточных и вытяжных шиберов

Для минимизации потерь тепла установка вентиляционных устройств должна осуществляться внутри термической оболочки здания. Если воздуховоды должны проходить через неотапливаемые помещения, то воздуховоды должны снабжаться тепловой изоляцией.

Установка вентиляционных устройств с интегрированным горячим водоснабжением обычно осуществляется в подвале или хозяйственном помещении с тем, чтобы по возможности сократить длину каналов прохода воздуха.

Объемные расходы воздуха должны выбираться таким образом, чтобы возможно больший объемный расход воздуха протекал из помещений с малым загрязнением воздуха (приточные помещения) в помещения с более высоким загрязнением воздуха (вытяжные помещения). В зонах перетока следует предусматривать необходимые проходы для пропуска воздуха. Они могут выполняться в виде щели под дверью (высотой ок. 0,75 см) или в виде встроенных дверных или стеновых решеток.

**Расчет объемных расходов притока**

Сумма полученных объемных расходов вытяжки должна соответствовать сумме объемных расходов притока.

Объемные расходы отдельных помещений должны быть так согласованы между собой, чтобы кратность воздухообмена колебалась в заданных пределах, а объемные расходы притока и вытяжки соответствовали друг другу.

Тип помещения	Воздухообмен	
	мин.	макс.
Жилье / спальня	0,7	1,0
Кухня / ванная / туалет	2,0	4,0

**Воздухообмен здания**

Общая кратность воздухообмена как усредненное для всех помещений значение должна лежать между 0,4 и 1 в час.

Жилая площадь, м²	Планируемая заселенность	Расход притока, м³/ч
до 50	до 2 лиц	60
от 50 до 80	до 4 лиц	120
свыше 80	до 6 лиц	180

**Таблица 6.7.1.б.:** Объемный расход притока в соответствии со стандартом DIN 1946, часть 6, а также DIN 18017 „Вентиляция ванных и туалетов“

**Подвод воздуха**

Чтобы по возможности свести к минимуму возникновение шума, скорости потоков не должны составлять более 3 м/с. Приточные и вытяжные шиберы должны пропускать макс. 30-40 м³/ч. При больших объемных расходах воздуха следует устанавливать несколько шиберов.

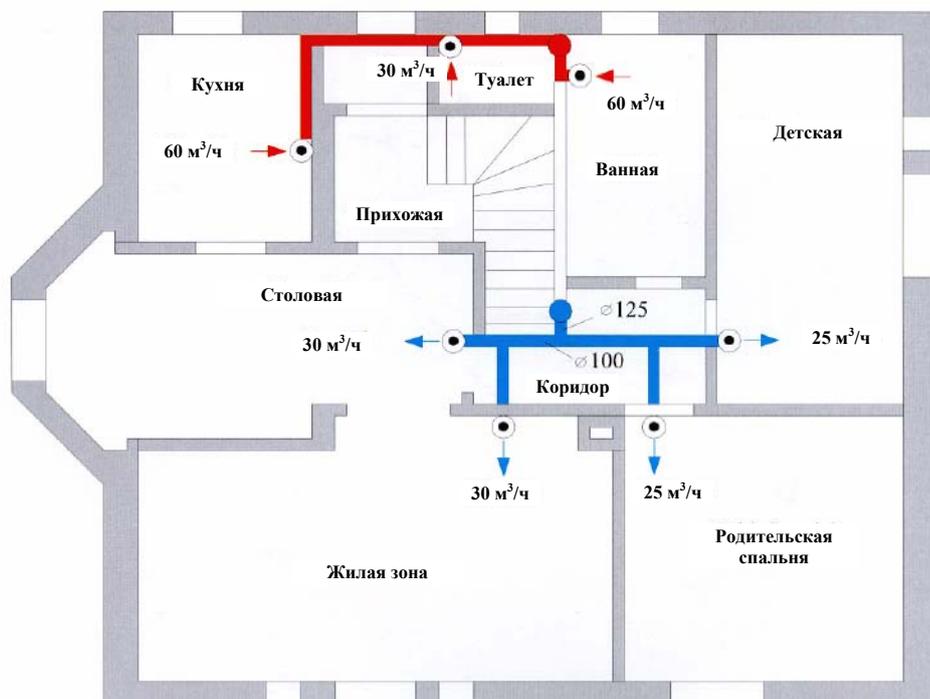
Расход воздуха	Диаметр трубы
до макс. 90 м³/ч	100 мм
до макс. 150 м³/ч	125 мм
до макс. 180 м³/ч	160 мм

**Приток**

Практика показала, что лучше всего располагать приточные шиберы над дверью или в потолке, поскольку эти зоны не загромождаются мебелью или порттьерами. При заблаговременном проектировании возможна подача воздуха через пол в зоне окон. В децентрализованных системах впуски приточного воздуха следует располагать в верхней части наружной стены (например, вблизи потолка рядом с окном).

**Вытяжка**

Положение вытяжных шиберов при вентиляции жилья не столь важно, как положение приточных шиберов. Целесообразно их размещение в потолке или на стене, вблизи источников, требующих вытяжки.



**Рис. 6.7.а:**  
Разрез из проекта вентиляции с централизованным притоком и централизованной вытяжкой

**6.7.3 Определение общей потери давления**

Определение общей потери давления в системе распределения воздуха выполняется путем расчета наиболее неблагоприятного потока. Он раскладывается на участки, и потери давления в отдельных узлах определяются в зависимости от объемного расхода и диаметра трубопровода. Общая потеря давления соответствует сумме потерь давления в отдельных узлах.

Полученная общая потеря давления должна лежать в пределах допустимого внешнего подпора вентиляционного устройства.

**Системный пакет вентиляции**

В системном пакете вентиляции приточные и вытяжные потоки прокладываются по-отдельности от помещений к вентиляционному устройству. В отличие от классической схемы вентиляции воздушные потоки не должны сводиться вместе или разделяться. Это позволяет применять стандартизированный системный пакет, который может прокладываться индивиду-

ально и удобно для монтажа. В дополнение, гибкие воздушные каналы допускают компактную прокладку рядом друг с другом и предотвращают передачу звуков между различными помещениями (телефонию).

Если все распределение воздуха может быть осуществлено стандартизированными многотрубными распределительными системами, поставляемыми специально для любой системы вентиляции жилья, то с учетом следующих пунктов можно пренебречь определением общей потери давления.

- короткие прямые пути прокладки
- максимальная длина потока 15 м
- полное растяжение трубы, поставляемой в сжатом состоянии
- аэродинамическая прокладка с малыми радиусами гибов (избегать гибов менее 90°!).

## 6.8 Вентиляционный вытяжной тепловой насос WPBL 301WE

Малогабаритное вытяжное устройство вентиляции жилья непрерывно отсасывает теплый, насыщенный влагой и вредными веществами воздух из жилых помещений, кухни, ванной и туалета, и активно извлекает из потока вытяжки тепло, необходимое для горячего водоснабжения.

Малогабаритное вытяжное устройство специально рассчитано на требования вентиляции жилья и, наряду с основными функциями теплового насоса горячего водоснабжения, обладает следующими достоинствами:

- Постоянное действие вентиляции вне зависимости от потребления горячего водоснабжения
- Расход воздуха (120, 185 или 230 м<sup>3</sup>), регулируемый с настенного пульта управления
- Модуль теплового насоса, который при относительно малых, но постоянных расходах воздуха дает высокие показатели выработки
- Экономичный вентилятор постоянного тока
- Электронное регулирование постоянства расхода воздуха, обеспечивающее выбранный объемный расход воздуха при изменении потерь давления

### Важно:

Определение объемного расхода вытяжки должно производиться в зависимости от здания и предусмотренного использования. Важнейшими стандартами и директивами, подлежащими соблюдению, являются DIN 1946 ч. 6 и DIN 18017. Они устанавливают потребные объемные расходы, закладываемые в основу проектирования установки.

### Указание:

При объемном расходе воздуха 230 м<sup>3</sup> и заданной температуре горячего водоснабжения 45 °С время разогрева 290-литрового накопителя горячего водоснабжения составляет ок. 6,2 часа. Меньший объемный расход воздуха удлиняет время разогрева.

При повышенном потреблении горячего водоснабжения его поддержание может обеспечиваться серийно встроенным нагревательным элементом или вторым генератором тепла, подключенным через встроенный гладкотрубный теплообменник.

### 2-трубная система вытяжки/сброса

Малогабаритное устройство вентиляции жилья оснащается штуцерами вытяжки и сброса (2 x Ду 160). Штуцер вытяжки соединен с системой центрального канала. Воздух из вытяжных помещений здания отводится через вытяжные шиберы и подается через штуцер сброса наружу. Потребный свежий воздух (наружный воздух) подводится в здание через децентрализованные приточные блоки.

Устанавливаемая в здании вытяжная система предлагается как системный пакет вытяжки с децентрализованными приточными блоками и имеется в виде предварительно собранного системного пакета стена/потолок или же системного пакета стена/пол. Дополнительно существует возможность подключить классически спроектированную систему каналов.

### Системный пакет вытяжки с приточными блоками

В отличие от классической конструкции вентиляции в системных пакетах стена/потолок или стена/пол гибкие трубы Isoflex или Quadroflex прокладываются по отдельности от вытяжных помещений к коллектору на устройстве вентиляции жилья.

### Системный пакет вытяжки стена / потолок

Применим, если распределение воздуха может быть проложено исключительно через стены, потолки (например, потолки с деревянными балками) или же стропила. Здесь применяется гибкая труба Isoflex Ду 80.

### Системный пакет вытяжки стена / пол

Применим, если распределение воздуха, например, для этажа, должно быть проложено в черном полу вышележащего этажа. Для прокладки в стенах и потолках применяется гибкая труба Isoflex Ду 80. Прокладка в черном полу осуществляется трубой Quadroflex (80x50).



Рис. 6.8.а: Вентиляционный вытяжной тепловой насос WPBL 301WE

## 6.9 Техническая информация по вентиляционному вытяжному тепловому насосу WPBL 301WE

Малогабаритная вытяжная система вентиляции жилья		WPBL 301WE	
Конструкция		с трубчатым теплообменником	
Корпус		стальной лист, окрашенный	
Цвет		белый, тип RAL 9003	
Номинальный объем накопителя	литров	290	
Материал накопителя		сталь; эмалированная по стандарту DIN 4753	
Номинальное давление накопителя	бар	10	
Габариты	мм	Ш 650 × В 1700 × Г 660	
Вес	кг	ок. 175	
Электропитание (неразъемное присоединение)	-	1/N/PE ~230 В / 50 Гц	
Предохранитель	A	16	
Хладагент / заправка	- / кг	R 134a / 0,8	
Номинальная потребляемая мощность 1) вкл. электроподогрев 1500 Вт	Вт	2025	
Средняя потребляемая мощность 2) при 45 °С	Вт	480	
Средняя отопительная мощность 2) при 45 °С	Вт	1550	
Регулируемая температура горячего водоснабжения (работа теплового насоса 3))	°С	от 23 до 55	
Область применения теплового насоса по температуре воздуха 3)	°С	от 15 до 35	
Уровень звукового давления	дБ(А)		
Расход воздуха ступень I / II / III	м³/ч	120 / 185 / 230	
Средняя мощность, потребляемая вентилятором 3) ступень I / II / III	Вт	15 / 28 / 45	
Внешний подпор	Па	200	
Диаметр присоединения воздуховодов (вытяжка / подача)	мм	160	
Встроенный трубчатый теплообменник – поверхность теплопередачи	м²	1,45	
Трубка датчика D <sub>innen</sub> (для датчика работы теплового насоса)	мм	12	
Присоединения по воде	холодная вода / горячее водоснабжение	R 1"	
	линия рециркуляции	R ¾"	
	прямая / обратная вода теплообменника	R 1"	
Значения по стандарту DIN /EN 255 при температуре горячего водоснабжения 45 °С			
Эталонная температура	Θ <sub>WT</sub> °С	44,4	
Показатель выработки	COP <sub>t</sub> -	3,2	
Макс. подмешивание воды 40 °С	V <sub>max</sub> литров	290	
Расход энергии на разогрев	W <sub>eh</sub> кВтч	3,15	
Мощность, потребляемая в режиме готовности / 24 ч	P <sub>es</sub> Вт	47	
Время разогрева	t <sub>h</sub> (ч, мин) ч, мин	6,31	
Значения по стандарту DIN /EN 255 при температуре горячего водоснабжения 55 °С			
Эталонная температура	Θ <sub>WT</sub> °С	55,6	
Показатель выработки	COP <sub>t</sub> -	2,8	
Макс. подмешивание воды 40 °С	V <sub>max</sub> литров	400	
Расход энергии на разогрев	W <sub>eh</sub> кВтч	5,16	
Мощность, потребляемая в режиме готовности / 24 ч	P <sub>es</sub> Вт	73	
Время разогрева	t <sub>h</sub> (ч, мин) ч, мин	9,50	

1) При максимальной температуре горячего водоснабжения 55 °С.

2) Процесс разогрева номинального объема от 15 °С до 45 °С при температуре всасываемого воздуха 20 °С на ступени III вентилятора (230 м³/ч)

3) При подпоре ок. 100 Па (потребляемая мощность зависит от подпора)

## 7 Система управления и регулирования

### 7.1 Описание регулятора теплового насоса

#### Так работает регулятор теплового насоса

Регулятор теплового насоса необходим для действия всех отопительных тепловых насосов. Он поддерживает, управляет и контролирует работу всех бивалентных, моновалентных и моноэнергетических отопительных установок. В систему интегрирован регулятор отопления по погодным параметрам для двух независимых отопительных контуров. Регулятор управляет всеми вспомогательными агрегатами оборудования источника тепла, генератора тепла и утилизации тепла.

Управление функциями регулятора теплового насоса осуществляется посредством 6 клавиш, эксплуатационное состояние теплового насоса и отопительной установки отображается текстовыми сообщениями на ЖК-дисплее 4 x 20 знаков. Функциями регулятора можно управлять с дистанционного пульта управления, обладающего таким же дисплеем и теми же возможностями управления.



Рис. 7.1.a Вид регулятора теплового насоса

#### Управление в режиме меню/ Динамическое меню

При первоначальном монтаже регулятора теплового насоса вся установка теплового насоса конфигурируется специалистом. Этой начальной конфигурацией определяется меню, так что отображаются только те пункты меню, которые необходимы для имеющейся конфигурации установки.

#### Конструкция

Регулятор теплового насоса пригоден для всего ассортимента поставки, включающего воздушно-водяные, рассольно-водяные и водо-водяные тепловые насосы. Он поставляется в двух исполнениях. Одно – в корпусе, устанавливаемом на стене, второе – в версии, интегрированной в тепловой насос. Регулятор теплового насоса контролирует и регулирует работу всей отопительной установки, он разработан специально для управления тепловыми насосами и выполнен так, что в нормальном случае не требует никаких внешних узлов управления.

Датчики для измерения наружной температуры и температуры прямой сетевой воды могут подключаться непосредственно к регулятору.

Устанавливаемый на стене регулятор соединяется с тепловым насосом соединительным кабелем с кодированным штекером.

Этот соединительный кабель входит в объем поставки всех тепловых насосов для внутренней установки. Для тепловых насосов, устанавливаемых снаружи, соединительный кабель должен заказываться отдельно как функционально необходимая принадлежность.

#### Функции и возможности настройки:

- большой, наглядный, алфавитно-цифровой многофункциональный ЖК-дисплей с отображением эксплуатационных и служебных сообщений
- динамическое управление меню, согласованное с конфигурацией установки теплового насоса
- блокировка клавиш, защита от детей
- индикация даты и времени
- модемное присоединение (специальная принадлежность) для дистанционной диагностики и визуализации параметров теплового насоса
- управляемое по времени понижение и повышение отопительных характеристик
- функции таймера для своевременного горячего водоснабжения от теплового насоса с возможностью целенаправленного подогрева нагревательным элементом
- два независимых выхода смесителей для регулирования
  - дополнительного генератора тепла и
  - второго отопительного контура
- автоматизированная программа целевой сушки окраски
- отопительные характеристики по наружной температуре
- регулирование горелки или смесителя 2-го генератора тепла с установкой предельной температуры
- пульт дистанционного управления (специальная принадлежность) с идентичным управлением меню
- дистанционный индикатор отказов через релейный модуль
- счетчик наработки

## 7.2 Общее построение меню

ВЫБОР					
1 НАСТРОЙКИ		2 РАБОЧИЕ ДАННЫЕ		3 ПРЕДЫСТОРИЯ	
Режим работы		Наружная температура	-	Наработка компрессора 1	
2-й отопительный контур (2. НК) <sup>1)</sup>		Темп. гор. водоснабжения	-	Наработка компрессора 2 <sup>4)</sup>	
Режим приема гостей	ч	Темп. обратной сетевой воды	-	Наработка 2 WE <sup>5)</sup>	
Режим отпуска	с	Темп. обр. воды 2. НК <sup>1)</sup>	-	Наработка перв. насоса/вент.	
Временные программы	-	Темп. обратной воды, задан.	°C	Наработка сетевого насоса	
Понижение температуры		Гистерезис темп. обр. воды, зад.	К	Наработка насоса гор. водоснабж. <sup>2)</sup>	
Начало понижения	:	Темп. обр. воды 2. НК, заданная	°C	Наработка погружного элемента <sup>7)</sup>	
Окончание понижения	:	Кодирование		Наработка насоса бассейна <sup>6)</sup>	
Величина понижения	К	Версия программных средств		ЗУ 1 сигнализации	
Группа понижения <sup>*)</sup>		Темп. прямой сетевой воды <sup>9)</sup>	°C	ЗУ 2 сигнализации	
Повышение температуры	-	Запрос отопления	-	Подогрев функциональный	
Начало повышения	:	Запрос горячего водоснабжения <sup>2)</sup>	-	Подогрев при пользовании	
Окончание повышения	:	Запрос бассейна <sup>6)</sup>	-		
Величина повышения	К	Степень бивалентности			
Группа повышения <sup>*)</sup>					
Понижение температ. 2. НК <sup>1)</sup>	-				
Начало понижения <sup>1)</sup>	:				
Окончание понижения <sup>1)</sup>	:				
Величина понижения <sup>1)</sup>	К				
Группа понижения <sup>1)*)</sup>					
Повышение температ. 2. НК <sup>1)</sup>	-				
Начало повышения <sup>1)</sup>	:				
Окончание повышения <sup>1)</sup>	:				
Величина повышения <sup>1)</sup>	К				
Блок повышения <sup>1)*)</sup>					
Горячее водоснабжение <sup>2)</sup>	-				
Температура грунта WW <sup>3)</sup>	°C				
Время отключения <sup>2)</sup>	-				
Начало отключения <sup>2)</sup>	:				
Окончание отключения <sup>2)</sup>	:				
Группа отключения <sup>2)</sup>					
Быстрый нагрев <sup>3)</sup>	-				
Подогрев <sup>8)</sup>	-				
Начало подогрева <sup>8)</sup>	:				
Окончание подогрева <sup>8)</sup>	:				
Группа подогрева <sup>8)</sup>	°C				
Время	:				
Дата	:				
Язык					

1) отображается только при выборе 2-го отопительного контура

2) отображается только при выборе горячего водоснабжения

3) отображается только при выборе датчика горячего водоснабжения

4) отображается только при выборе 2 компрессоров

5) отображается только при моноэнергетическом или бивалентном режиме работы

6) отображается только при выборе подогрева воды плавательного бассейна

7) отображается только при выборе погружного нагревательного элемента

8) отображается только при выборе поддерживающего подогрева

9) отображается только при кодировании воздушно-водяного теплового насоса

\*) выбор дня



**Выполнение требований EVU**

- Задержка включения после восстановления напряжения или истечения времени отключения EVU (от 10 до 200 с)
- Компрессоры теплового насоса включаются максимум трижды в течение часа.
- Отключение теплового насоса по сигналам отключения EVU с возможностью подключения 2-го генератора тепла.

**Управление**

- Подключение регулятором отопления, действующим по погодным параметрам, теплогенератора (теплового насоса и отопительного котла) в зависимости от теплопотребления .
- Распределение теплопотребления по приоритетам
  - горячее водоснабжение
  - отопление
  - плавательный бассейн
- Регулирование колодезного или рассольного насоса
- Минимизация энергии на оттаивание путем автоматической установки скользящего графика оттаивания.

- Контроль и защита холодильного контура по стандарту DIN 8901
- Обнаружения для каждого случая оптимального режима работы с максимально возможной долей участия теплового насоса
- Функция защиты от замораживания
- Равномерное распределение нагрузки компрессоров в тепловых насосах с двумя компрессорами
- Регулирование 2-го теплогенератора
- Регулирование смесителя
- Регулирование отопительного теплового насоса
- Отсутствие простоев теплового насоса летом
- Оптимизация энергопотребления сетевого насоса путем автоматического включения и отключения
- Регулирование насоса рециркуляции горячего водоснабжения
- Регулирование насоса рециркуляции плавательного бассейна

**Легенда к электрической схеме**

A1	Переключатель EVS
A2	Переключатель SPR
A3	Переключатель (отказ первичного насоса)
A4	Переключатель (отказ компрессора)
F2	Силовой предохранитель для штекерных клемм J12 и J13 5x20 / 4A Tg
F3	Силовой предохранитель для штекерных клемм J15 – J18 5x20 / 4A Tg

**Внимание!**

**К штекерным клеммам J1 – J7 и штекерным разъемам X2, X3 и X8 приложено низкое напряжение 24 В. Ни в коем случае не должно прилагаться более высокое напряжение.**

J1	Присоединение питания блока регулирования (24 В AC - 50 Гц)
J2	Присоединение датчиков температуры горячего водоснабжения, обратной сетевой воды и наружной температуры
J3	Вход кодирования теплового насоса и датчика защиты от замораживания через штекерный разъем X8 контрольного кабеля
J4	Выход 0-10 В DC для управления преобразователем частоты, дистанционным указателем отказа, насосом рециркуляции плавательного бассейна
J5	Присоединения термостата горячего водоснабжения, плавательного бассейна и функций отключения EVU
J6	Присоединение датчиков 2-го отопительного контура
J7	Присоединение сигнализации „Минимальное давление рассола“
J8	Входы, выходы 230 В AC для управления тепловым насосом через штекерный разъем X11
J9	Розетка пока не используется
J10	Розетка для подключения дистанционного управления (6-полюсная)
J11	Присоединение пока не используется

J12 - J 18	Выходы 230 В AC для управления узлами системы (насосами, смесителями, нагревательным элементом, отопительным котлом)
K1	Реле связи 230/24 В
N1	Блок регулирования
T1	Разделительный трансформатор 230/24 В AC, 28 ВА
X1	Панка зажимов присоединений сети, N и PE
X2	Распределительный зажим 24 В AC
X3	Распределительный зажим заземления
X8	Штекерный разъем контрольного кабеля (низкое напряжение)
X11	Штекерный разъем контрольного кабеля 230 В AC
2.WE	второй теплогенератор
AUF	наружный датчик
HK	отопительный котел
HPN	сетевой насос 2-го отопительного контура
HUP	сетевой насос
MA	смеситель 2-го теплогенератора
MAN	смеситель 2-го отопительного контура
MZ	смеситель к 2-му теплогенератору
MZN	смеситель к 2-му отопительному контуру
NDSO	регулятор низкого давления рассола
NKF	датчик обратной сетевой воды 2-го отопительного контура
PUP	первичный насос
RLF	датчик обратной сетевой воды
SUP	насос бассейна
SWT	термостат бассейна
WUP	насос горячего водоснабжения
WWF	датчик горячего водоснабжения
WWT	термостат горячего водоснабжения
ZUP	дополнительный насос



Таблица 7.2.a: Технические данные регулятора теплового насоса

Сетевое напряжение		230 В AC 50 Гц
Диапазон напряжений		от 195 до 253 В AC
Потребляемая мощность		ок. 14 ВА
Степень защиты по EN 60529 Класс защиты по EN 60730		IP 20
Коммутационная способность выходов		макс.. 2 А (2 А) cos (φ) = 0,4 при 230 В
Рабочая температура		от 0 °С до 35 °С
Температура хранения		-15 °С +60 °С
Вес		4 100 г
Диапазон настройки приема гостей	стандартное время	0 – 72 часов
Диапазон настройки отпуска режима	стандартное время	0 – 150 суток
Диапазоны измерения температур	температура наружной стенки	от -20 °С до +80 °С
	температура обратной воды	от -20 °С до +80 °С
	датчик защиты от замораживания (температура прямой воды)	от -20 °С до +80 °С
Диапазоны настройки регулятора отопления	уставка деблокирования отопления	от -20 °С до +20 °С
	макс. температура прямой воды	от +20 °С до +70 °С
	теплее/холоднее	от +5 °С до +35 °С
	гистерезис/нейтральная зона	от +0,5 °С до +5,0 °С
Диапазон настройки режима понижения / повышения температуры	теплее/холоднее	от +5 °С до +35 °С
Диапазон настройки базовой температуры горячего водоснабжения	уставка	от +30 °С до +55 °С
Диапазон настройки подогрева воды горячего водоснабжения	уставка	от +30 °С до +80 °С
Диапазон настройки смесителей	время работы смесителя	1-6 минут
Диапазон настройки параметров преобразователя частоты	время издрорма (Тп)	от 1 до 75 минут
	усиление (Кр)	от 1 до 18 Гц/°С
	минимальная частота	от 25 Гц до 49 Гц
	максимальная частота	от 50 Гц до 80 Гц
	диапазон выходных напряжений	от 0 В (25 Гц) до 10 В (80 Гц)
	при мин. входном сопротивлении преобразователя частоты	1 000 Ом

Таблица 7.2.b: Присоединения внешних узлов установки

Входы			Выходы		
Присоединение		Пояснение	Присоединение		Пояснение
J2-B1	X3	наружный датчик	J12-NO3	N/PE	первичный насос / вентилятор
J2-B2	X3	датчик обратной сетевой воды	J13-NO4	N/PE	2-й теплогенератор
J2-B3	X3	датчик горячего водоснабжения	J13-NO5	N/PE	сетевой насос
J4-VG		аналоговые выходы +	J13-NO6	N/PE	насос горячего водоснабжения
J4-VG0		аналоговые выходы -	J14-NO7	N/PE	смеситель откр.
J4-Y1		управление преобразоват. частоты	J15-NO8	N/PE	смеситель закр.
J4-Y2	X2	дистанционный указатель отказа	J16-NO9	N/PE	дополнительный насос рециркуляции
J4-Y3		насос рециркуляции бассейна	J16-NO10	N/PE	погружной элемент гор. водоснабжения
J5-ID1	X2	термостат горячего водоснабжения	J16-NO11	N/PE	сетевой насос 2-го контура
J5-ID2	X2	термостат бассейна	J17-NO12	N/PE	смеситель откр. 2-го контура
J5-ID3	X2	отключение EVU	J18-NO13	N/PE	смеситель закр. 2-го контура
J5-ID4	X2	внешняя блокировка			
J5-ID5	X2	отказ первичн. насоса / вентилятора			
J5-ID6	X2	отказ компрессора			
J6-B6	J6-GND	датчик обратной воды 2-го контура			
J7-ID9	X2	падение давления рассола			

### 7.3 Размещение датчика на наружной стене

Измерение температуры должно регистрировать все погодные явления. Поэтому датчик, предпочтительно:

- устанавливать на северной или северо-восточной стороне,
- размещать, по возможности, на стене отапливаемого помещения,
- крепить на высоте мин. 2,5 м над поверхностью земли,
- головкой датчика, обращенной к стене.

Показания датчика температуры не должны иметь погрешностей, поэтому датчик:

- не монтировать в “защищенном положении” (например, в нише стены или под балконом),
- ни в какое время года не подвергать прямому солнечному излучению,
- не устанавливать вблизи окон, дверей, вентиляторов, наружных светильников или тепловых насосов,
- закреплять, но не заделывать в кладку стены.

Характеристика датчика соответствует DIN 44574.

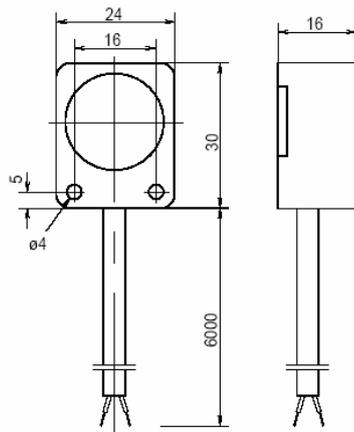


Рис. 7.3.а: Датчик температуры наружной стены

### 7.4 Размещение датчика температуры обратной сетевой воды

Датчик температуры обратной сетевой воды для регулятора теплового насоса обязательно должен располагаться на общей линии возврата перед тепловым насосом, так чтобы температура обратной сетевой воды регистрировалась при любом режиме работы (даже при горячем водоснабжении и подогреве воды бассейна). При использовании малогабаритного коллектора погружная гильза датчика уже присутствует.

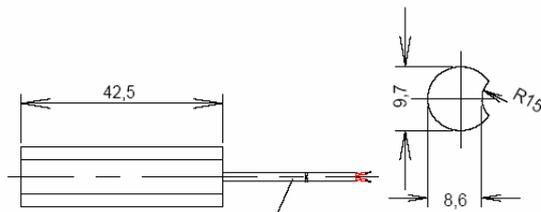
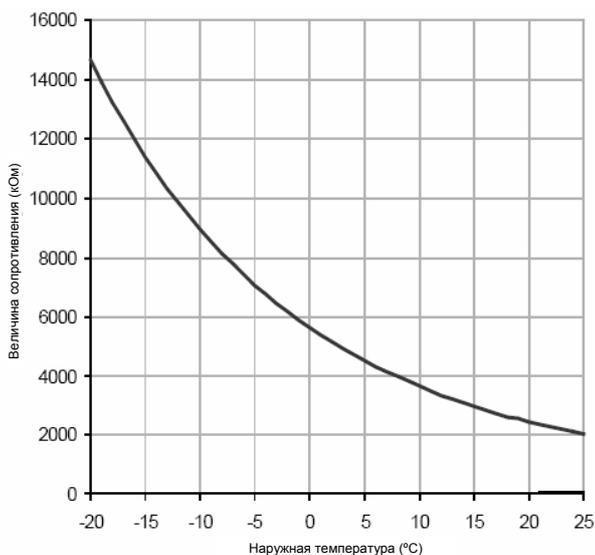


Рис. 7.4.а: Датчик температуры обратной сетевой воды

Характеристика датчика соответствует DIN 44574.

### 7.5 Характеристика датчика по стандарту DIN 44574

Температура наружного датчика	°C	60	55	50	45	40	35	30	28	26	24	22
NTC наружного датчика (серия по DIN 44574)	кОм	0,59	0,69	0,82	0,97	1,15	1,38	1,66	177	1,93	2,08	2,22
Температура наружного датчика	°C	20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
NTC наружного датчика (серия по DIN 44574)	кОм	2,43	2,85	3,36	3,98	4,73	5,64	6,76	8,14	9,84	11,96	14,62



**Указание:**  
Датчик NTC при помощи монтажного провода (мин. 1,5 мм<sup>2</sup>) может быть удлинен макс. до 30 м.

Рис. 7.5.а: NTC датчика по стандарту DIN 44574

## 8 Включение тепловых насосов в отопительную систему

### 8.1 Общие указания

#### Технология отопления тепловыми насосами

Практический опыт: Для обеспечения надежной работы теплового насоса во всех эксплуатационных состояниях должен быть гарантирован минимальный

расход сетевой воды. При монтаже и включении теплового насоса в отопительную систему соблюдайте, пожалуйста, следующие указания.

#### 8.1.1 Расширительный сосуд в контуре теплового насоса

В результате разогрева (расширения сетевой воды) в контуре теплового насоса происходит повышение давления. При этом расширительный сосуд, включенный в контур котла, при плотно закрытом смесителе (бивалентные установки) оказывается бездействующим.

По этой причине необходим второй расширительный сосуд. Он рассчитывается на весь объем установки (тепловой насос, накопитель, радиаторы отопления, котел).

#### 8.1.2 Предохранительный клапан в контуре теплового насоса

При заполнении или при разогреве в отопительной системе может возникнуть недопустимо высокое давление. Поскольку предохранительный клапан в конту

ре котла при закрытом смесителе (бивалентные установки) оказывается бездействующим, необходима установка второго предохранительного клапана

#### 8.1.3 Обратный клапан

Во избежание подмешивания из других контуров отопления в отдельные отопительные контуры должны устанавливаться обратные клапаны. Если в одном из водяных контуров установлено более одного насоса рециркуляции, то на каждом насосе рециркуляции должен быть смонтирован обратный клапан. Необходимо обратить внимание на плотность обратных клапанов и отсутствие шума при протекании через клапан воды.

#### Внимание!

Частицы загрязнений могут воспрепятствовать плотному закрытию клапана. При горячем водоснабжении и подогреве воды бассейна, это, например, за счет подмешивания холодной сетевой воды, приводит к недостаточной температуре горячего водоснабжения и бассейна.

#### Осторожно!

Обратные клапаны могут создавать грохочущий шум.

#### 8.1.4 Перепускной клапан

При наличии отключаемого протока сетевой воды, связанного с действием вентилей на радиаторах отопления или клапанов термостатов, в байпасную линию сетевой воды позади сетевого насоса должен быть установлен перепускной клапан. Таким образом достигается гидравлическая развязка теплового насоса и отопительной установки. Это обеспечивает минимальный расход сетевой воды через тепловой насос и, тем самым, предотвращает отказы (например, повышения давления). Перепускной клапан должен обеспечивать пропуск минимального расхода теплового насоса.

#### Указание:

Перепускной клапан должен быть правильно выбран и настроен, в противном случае он вызывает появление гидравлических ударов и шумов истечения, приводит к неравномерному омыванию отдельных стояков отопления или же, при понижении расхода ниже минимального, может приводить к отключению теплового насоса.

#### Настройка минимального расхода сетевой воды

- Определить текущую отопительную мощность теплового насоса по характеристике отопительной мощности при измеренной наружной температуре и температуре прямой сетевой воды.
- Определить необходимый перепад температур при минимальном расходе сетевой воды.

#### Пример:

Воздушно-водяной тепловой насос

Тепловая мощность  $\dot{Q}_{WP} = 10,9 \text{ кВт}$  при A10/W35

Удельная теплоемкость воды: 1,163 Втч/кг К

Необходимый минимальный расход сетевой воды:

$$\text{например: } V = 1000 \text{ л/ч} = 1000 \text{ кг/ч}$$

Необходимый перепад температур:

$$\Delta T = \frac{10900 \text{ Вт} \cdot \text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{ч}}{1,163 \text{ Втч} \cdot 1000 \text{ кг}} = 9,4 \text{ К}$$

1. Открыть арматуру всех контуров отопления и закрыть перепускной клапан. Определить полученный перепад температур между прямой и обратной сетевой водой.
2. Закройте контуры отопления, которые по мере необходимости могут оказаться закрытыми и во время эксплуатации, чтобы создать наиболее благоприятное эксплуатационное состояние с точки зрения расхода воды.
3. Затем открывайте перепускной клапан до тех пор, пока не установится перепад температур, измеренный в п. 1, – при закрытом перепускном клапане и открытой арматуре отопительных контуров.

### 8.1.5 Безнапорный коллектор

Для отопительных установок с несколькими контурами отопления мы рекомендуем применение безнапорного коллектора и насоса рециркуляции теплового насоса, рассчитанного на максимальный расход сетевой воды (см. схемы включения). Благодаря связи прямой и обратной сетевой воды безнапорный коллектор способен обеспечить необходимый расход сетевой воды отопительной установки. Безнапорный

коллектор должен иметь такое же сечение, как и трубопроводы прямой и обратной сетевой воды системы отопления.

#### Внимание!

В зависимости от подмешивания макс. температура прямой сетевой воды отопительного насоса в контурах отопления уже оказывается недостижимой.

### 8.1.6 Буферный накопитель

В воздушно-водяных тепловых насосах на прямой или обратной воде должен устанавливаться буферный накопитель, обеспечивающий оттаивание и минимальный выбег теплового насоса. Для воздушно-водяных тепловых насосов обязательно требуется минимальный выбег величиной 6 минут, чтобы гарантировать оттаивание испарителя. В моноэнергетическом режиме работы, обычно применяемом для воздушно-водяных тепловых насосов, буферный накопитель должен устанавливаться на прямой воде. При одновременной работе теплового насоса и нагревательного элемента тепловой насос греет сетевую воду с более низкой температурой обратной воды, а нагревательный элемент принимает на себя догревание.

В результате повышается температура прямой сетевой воды, и тепловой насос отключается еще до того, как прогреется помещение. Исходя из требования EVU о том, чтобы тепловой насос мог включаться всего три раза в течение часа, прямой запуск теплового насоса может оказаться невозможным. В установках с буферными накопителями повышение температуры прямой сетевой воды задерживается за счет зарядки накопителя. По истечении этого времени прямой запуск теплового насоса, как правило, снова оказывается возможным.

Помимо того, буферный накопитель улучшает среднегодовую эффективность (годовой показатель выработки), поскольку тепловой насос имеет большую наработку.

В рассольно-водяных и водно-водяных тепловых насосах буферный накопитель может устанавливаться на прямой воде или, в чисто моновалентном режиме, – и на обратной сетевой воде. При определенных обстоятельствах для рассольно-водяных и водно-водяных тепловых насосов можно отказаться от буферного накопителя, если отдельные контуры отопления спроектированы с достаточным запасом. При небольших размерах контуров отопления, которые в переходной сезон включаются только по отдельности, гидравлическое сопротивление отопительного контура возрастает настолько, что большая часть воды протекает через перепускной клапан.

#### Указание:

Буферный накопитель выполнен неэмалированным и поэтому ни в коем случае не должен использоваться для нагрева технической воды.

Накопитель должен устанавливаться только в защищенном от замораживания помещении.

Все присоединения выведены за пределы изоляции. Если один из присоединительных штуцеров не используется, он должен быть плотно закрыт крышкой или заглушкой.

На нижнем штуцере должна предусматриваться возможность опорожнения.

Таблица 8.1.а: Технические данные буферных накопителей

Размеры и весовые характеристики	ед. изм.	PSP 100 K	PSP 140	PSP 200	PSP 500
Номинальный объем	л	100	140	200	500
Диаметр	мм			600	700
Высота	мм	550	600	1300	1950
Ширина	мм	650	750		
Глубина	мм	653	850		
Прямая сетевая вода	дюйм	1¼" AG	1" IG	1¼" IG	2 x 2½"
Обратная сетевая вода	дюйм	1¼" AG	1" IG	1¼" IG	2 x 2½"
Допустимое рабочее давление	бар	3	3	3	3
Максимальная температура накопителя	°C	95	95	95	95
Опоры (регулируемые)	штук		4	3	3
Нагревательные элементы 1 ½" IG	число	1	2	3	3
Фланец Ду 180	число				1
Вес	кг	54	72	60	115

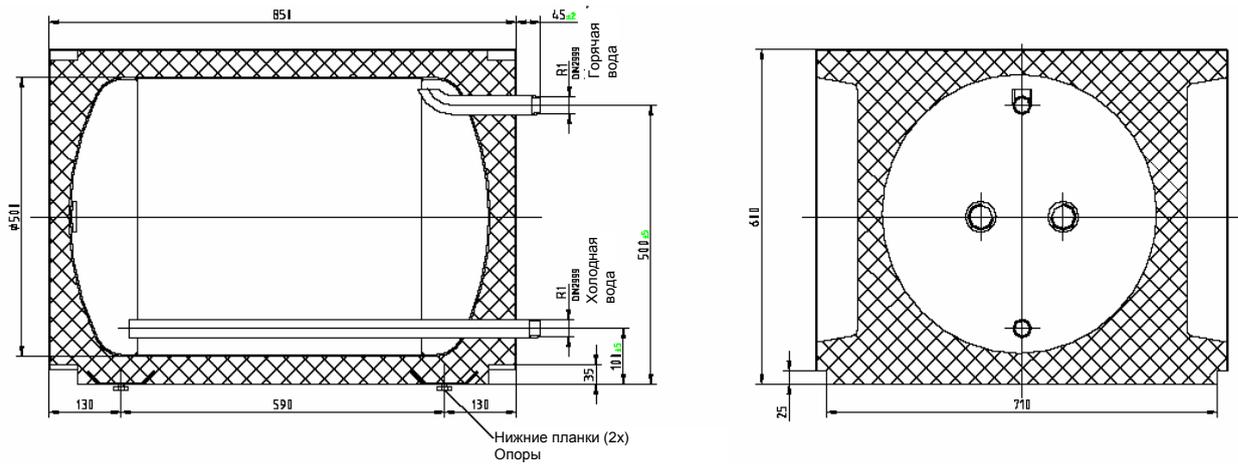


Рис. 8.1.a: Габариты подставного буферного накопителя (см. также табл. 8.1.a )

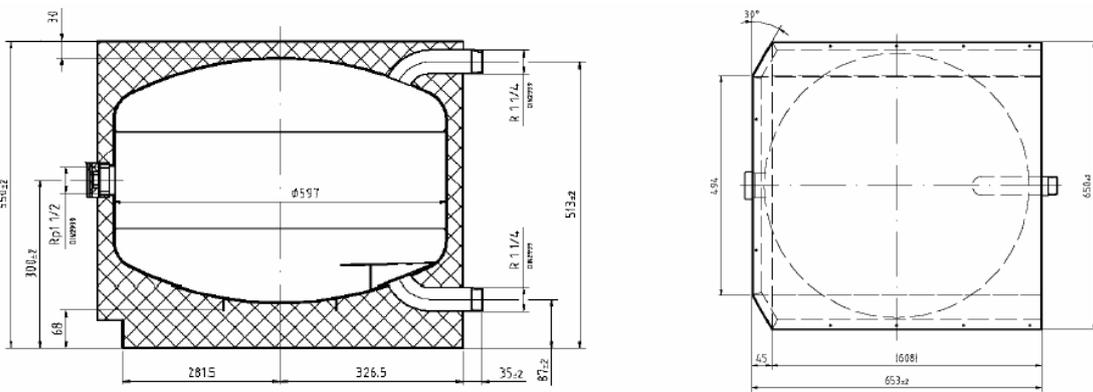


Рис. 8.1.b: Габариты подставного накопителя для малогабаритного рассольного теплового насоса (см. также табл. 8.1.a )

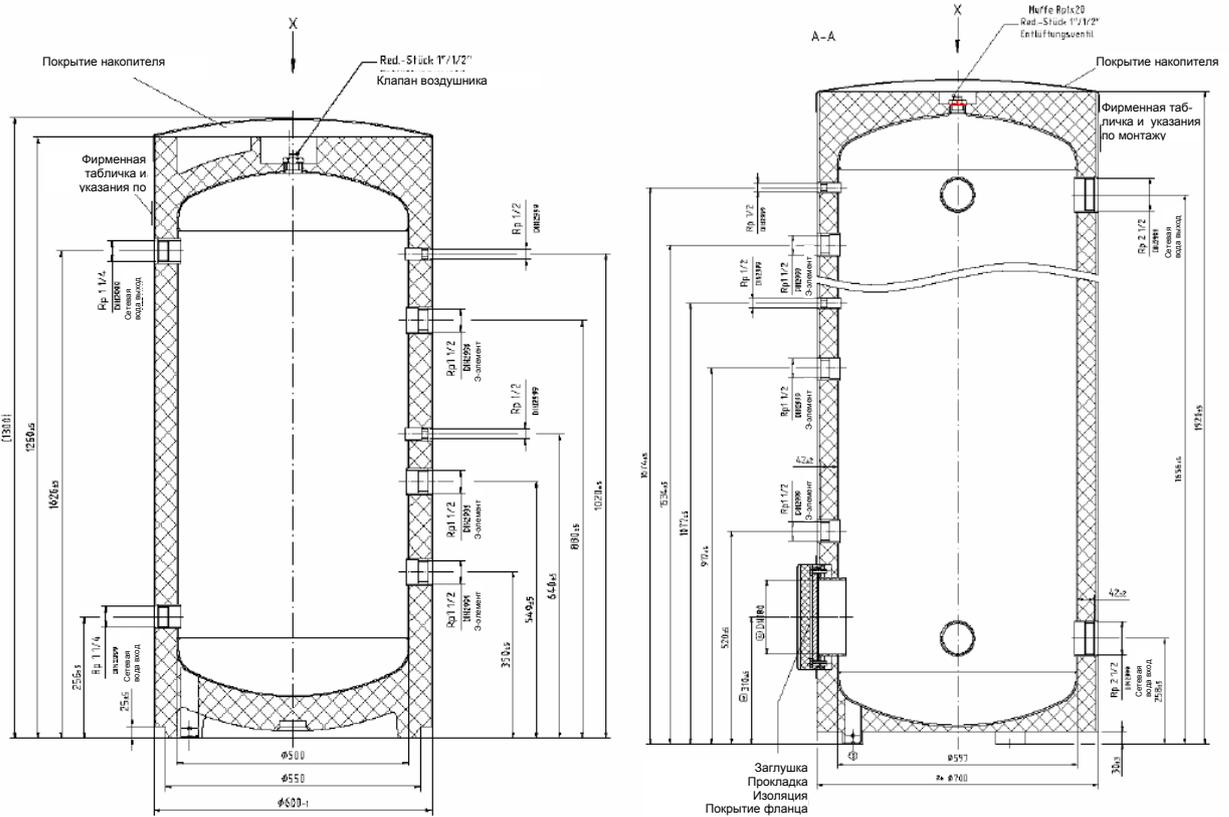


Рис. 8.1.c: Габариты 200-литрового и 500-литрового буферного накопителя (см. также табл. 8.1.a)

### 8.1.7 Ограничение температуры прямой воды при обогреве пола

Многие материалы труб для обогрева полов и самих покрытий полов не должны нагреваться выше 55 °С. Для того чтобы обеспечить это, при бивалентном ре-

жиме работы установки следует предусмотреть ограничитель температуры прямой воды.

#### 8.1.7.1 Ограничение температуры прямой воды концевым выключателем смесителя

При полной мощности и максимальной температуре котла смеситель открывается до тех пор, пока максимальная температура прямой сетевой воды не перестанет превышать примерно 55 °С. Дальнейшее открытие смесителя предотвращается соответствующей

настройкой свободного концевого выключателя. Мы рекомендуем установку приводного смесителя с концевым выключателем с тем, чтобы привод отключался по электрической цепи.

#### 8.1.7.2 Ограничение температуры прямой воды байпасом смесителя

При полной мощности котла, максимальной температуре котла и полностью открытом смесителе байпас открывается до тех пор, пока максимальная температура прямой сетевой воды не перестанет превышать примерно 55 °С. Таким образом ограничивается температура прямой сетевой воды. Регулирующий клапан следует защитить от непреднамеренной перестановки.

Рекомендуются смесители с внутренним байпасом. Такое ограничение температуры прямой сетевой воды особенно подходит для обогрева пола.

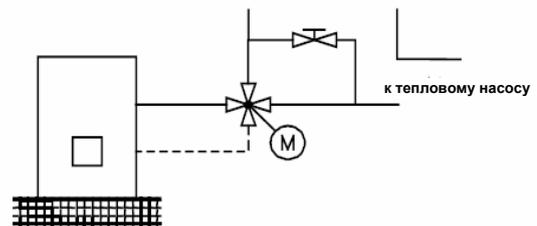


Рис. 8.1.d: Схема байпаса для обеспечения максимальной температуры прямой воды

### 8.1.8 Смеситель

В режиме работы одного теплового насоса смеситель находится в положении “закр” (относительно отопительного котла) и направляет горячую прямую сетевую воду мимо отопительного котла. Этим предотвращается возникновение стояночных потерь. Смеситель должен выбираться в соответствии с мощно-

стью котла и расходом воды. Привод смесителя должен иметь время хода от 1 до 6 минут. Регулятор теплового насоса, управляющий работой смесителя настраивается на это время хода. Рекомендуются смесители со временем хода от 2,5 до 4 минут.

#### 8.1.8.1 Четырехходовой смеситель

Четырехходовой смеситель обычно необходим для мазутных отопительных котлов, работающих при постоянной температуре. Он должен действовать при температурах не ниже 70 °С (возможно, 60 °С). Он снижает температуру котловой воды с 90 °С до температуры прямой сетевой воды, необходимой в текущий момент. За счет эффекта инжекции он поддер-

живает контур котла, стремящийся поднять температуру в системе отопления таким образом, что возвращающаяся в котел сетевая вода всегда остается достаточно горячей, чтобы воспрепятствовать снижению температуры в отопительном котле ниже точки выпадения росы (повышением температуры обратной сетевой воды).

#### 8.1.8.2 Трехходовой смеситель

Трехходовой смеситель применяется для низкотемпературных отопительных котлов с горелочным регулированием, например, для “котлов скользящего режима”. В такие отопительные котлы может подаваться холодная обратная сетевая вода. При этом трех-

ходовой смеситель действует как переключающая арматура. В режиме работы только теплового насоса он полностью закрыт (предотвращая стояночные потери), а при работе отопительного котла – полностью открыт.

#### 8.1.8.3 Трехходовой электромагнитный клапан (переключающая арматура)

Мы не рекомендуем его использование, поскольку в этой роли он работает ненадежно, а шум при его

срабатывании может передаваться на отопительную систему.

## 8.2 Грязь в отопительной установке

При установке теплового насоса в существующую или новую отопительную установку систему необходимо промыть, чтобы удалить отложения и взвеси. Они могут снижать теплоотдачу радиаторов отопления, ограничивать расход или оседать в конденсаторе теплового насоса. При очень сильных нарушениях может происходить защитное отключение теплового насоса. За счет проникновения кислорода в сетевую воду образуются продукты окисления (ржавчина). Помимо того, очень часто происходит загрязнение сетевой воды остатками органических смазочных и уплотнительных материалов. Обе эти причины, вместе или по отдельности, могут приводить к снижению производительности конденсаторов тепловых насосов. В подобных случаях монтажникам отопительной системы приходится чистить конденсаторы.

Исходя из сегодняшнего уровня знаний, пригодными для этого средствами являются:

<u>Carela WP 500</u>	фирма R. Späne GmbH+CoKG Schafmatt 5 79618 Rheinfeldern телефон 07623/7224-0
<u>Autol acitol-clean</u>	Schilling-Chemie Steinbeisstr. 20-22 71691 Freiberg/Neckar телефон 07141/7030
<u>P3 Ferrolin 670</u> <u>P3 Ferrolin 671</u>	Henkel KG AA. 40191 Düsseldorf телефон 0211/7970

Вследствие содержания кислоты промывочные средства следует применять с осторожностью. Должны соблюдаться правила, установленные профсоюзами. При наличии сомнений следует запросить изготовителей реагентов!

### **Внимание**

Во избежание последствий для отопительной установки после очистки следует провести нейтрализацию подходящими средствами.

В целом, перед промывкой отопительную установку следует отключить от теплового насоса. Для этого на прямой и обратной воде должны иметься запорные вентили, препятствующие вытеканию сетевой воды. Промывка должна производиться непосредственно через водяные присоединения теплового насоса.

В отопительных установках, в которых применяются стальные детали (например, трубы, буферный накопитель, отопительный котел, коллекторы и т.п.), всегда существует опасность возникновения коррозии в результате избытка кислорода. Этот кислород проникает через арматуру, насосы рециркуляции или пластмассовые трубы отопительной системы. В связи с этим, мы рекомендуем оснащать каждую отопительную установку устройством электрофизической защиты от коррозии. Исходя из сегодняшнего уровня знаний, для этого хорошо подходит установка ELYSATOR.

Приобрести такие установки можно в компании:  
Elysator GmbH,  
Helttenstraße 2,  
53773 Hennef Sieg 1  
телефон 02242/80514

## 8.3 Отопительный котел с постоянной температурой (смесительное регулирование)

В котлах этого типа при деблокировании со стороны регулятора теплового насоса котловая вода всегда нагревается до постоянно заданной температуры (на-

пример, 70 °C), а затем, через 4-ходовой смеситель настраивается на необходимую температуру отопления, соответствующую наружной температуре.

## 8.4 Отопительный котел со скользящим регулированием (горелочное регулирование)

В отличие от котла с постоянной температурой, котел со скользящим регулированием непосредственно дает температуру сетевой воды, соответствующую наружной температуре. Смесителю не придается функция регулирования, его задача, в зависимости от режима работы, заключается лишь в направлении потока сетевой воды мимо котельного контура или же через котел. В режиме работы только теплового насоса сетевая вода обводится мимо котла, чтобы избежать потерь с теплоизлучением котла. Вместо 4-ходового смесителя может включаться и 3-ходовой смеситель.

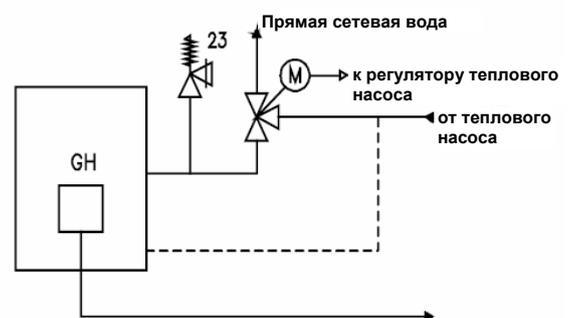


Рис. 8.4.а: Схема работы отопительного котла со скользящим регулированием (легенду см. гл. 8.1)

**Важное указание:**

Вместо приводного смесителя нельзя устанавливать электромагнитный клапан, поскольку он приводит к возникновению гидравлических ударов и шумовой нагрузке. Кроме того, при высоких скоростях потока может нарушаться надежность переключения.

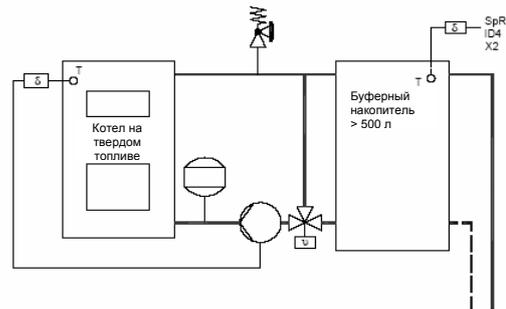
При использовании тепловых насосов отпадает необходимость в собственном горелочном регулировании, поскольку управление горелкой может принимать на себя регулятор теплового насоса. Если уже существует горелочное регулирование по погодным пара-

**8.5 Котел на твердом топливе**

При использовании в качестве дополнительного теплогенератора котла, работающего на твердом топливе, такой котел должен быть включен с необходимыми накопителями на прямой воде теплового насоса и четырехходовым смесителем (схема включения стр. 121).

Контакт термостата накопителя должен быть при этом включен в схему блокировки EVU 2, чтобы этот контакт размыкался, как только температура накопителя достигнет величины, установленной на термостате. Таким образом, котел на твердом топливе получает приоритет и, когда тепловой насос выводится из работы, деблокируется управление смесителем. Регулирование отопительной системы по погодным параметрам, а также приоритетная схема горячего водоснабжения остаются за регулятором теплового насоса.

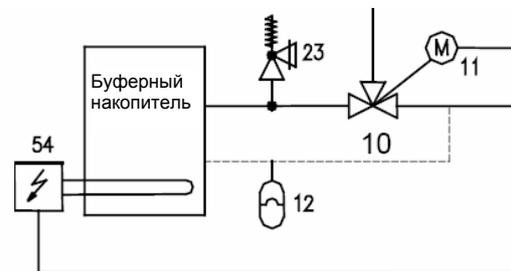
метрам, то при работе исключительно теплового насоса (выше предельной температуры котла) питание регулятора котла должно отключаться. Для этого регулятор котла следует подключить к котельному выходу регулятора теплового насоса и закодировать его как "2-й теплогенератор со смесительным регулированием". Характеристика горелочного регулирования при этом настраивается несколько выше характеристики регулятора теплового насоса, чтобы смесителем можно было бы предпринимать точную регулировку.



**Рис. 8.5.а:** Схема отопительного режима с котлом, работающим на твердом топливе (легенду см. гл. 8.1)

**8.6 Буферный накопитель с поддержанием постоянной температуры**

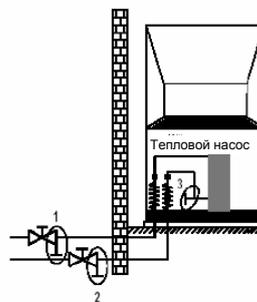
При применении тепловых насосов в зданиях легкой конструкции (с малой аккумулирующей способностью) в сочетании с радиаторным отоплением со вторым теплогенератором следует использовать дополнительный накопитель в качестве буферного накопителя с поддержанием постоянной температуры (см. рис. 8.6.а). В сочетании со специальной программой 2-го теплогенератора (регулятор теплового насоса) этот буферный накопитель при необходимости подогревается. Специальная программа включается, когда во время отключения EVU возникает запрос на 2-й теплогенератор. Включение нагревательного элемента должно настраиваться примерно на 80 - 90 °С.



**Рис. 8.6.а:** Схема отопительного режима с буферным накопителем при поддержании постоянной температуры (легенду см. гл. 8.1)

**8.7 Установка тепловых насосов при угрозе замораживания**

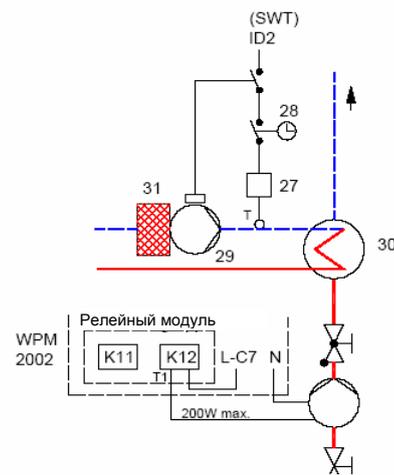
Для тепловых насосов, устанавливаемых с угрозой замораживания, должно предусматриваться ручное опорожнение. При выводе теплового насоса из работы или при исчезновении напряжения установка должна сдrenирована быть в трех точках (см. рис. 8.7.а) и, при необходимости, продута. Для тепловых насосов, на которых исчезновение напряжения может не поддаваться обнаружению (дача), отопительный контур должен быть снабжен соответствующей защитой от замораживания.



**Рис. 8.7.а:** Схема установки тепловых насосов при угрозе замораживания

## 8.8 Подогрев воды плавательного бассейна

Подключение подогрева воды плавательного бассейна осуществляется параллельно тепловым насосам отопления и горячего водоснабжения. Подогрев воды плавательного бассейна следует выполнить через теплообменник бассейна (см. рис. 8.1.15.a). Рекомендуется управление подогревом воды в бассейне по временной программе. Запрос на подогрев воды бассейна должен передаваться на регулятор теплового насоса только тогда, когда установлено, что насос бассейна работает. Поэтому наличие расхода воды должно быть заблокировано с защитным выключателем двигателя.



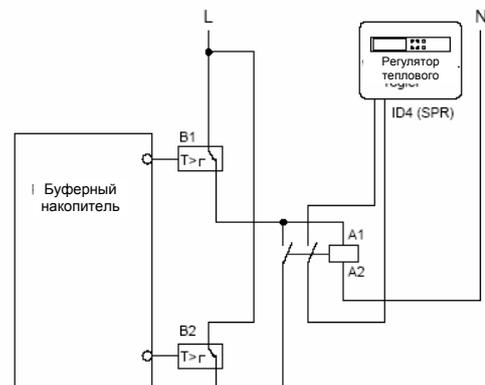
**Рис. 8.8.a:** Схема включения подогрева воды плавательного бассейна тепловыми насосами (легенду см. гл. 8.1)

## 8.9 Зарядка накопителя с поддержанием постоянной температуры

Для регулирования буферных накопителей большого объема, в которых должна поддерживаться постоянная температура зарядки, требует регулирование с двумя термостатами и одним контактором (2 контакта).

### Примечание:

Показанная схема обеспечивает полную зарядку буферного накопителя и предотвращает, тем самым, импульсную работу теплового насоса.



Положение контактов при холодном буферном накопителе

**Рис. 8.9.a:** Регулирование накопителя с поддержанием постоянной температуры (легенду см. гл. 8.1)

## 8.10 Схемы включения

### Легенда

1	Потребитель тепла (например, обогрев пола)
2,3	Отопительные тепловые насосы
4	Вспомогательный насос
5	Тепловой насос горячего водоснабжения
6	Насос плавательного бассейна
8	Безнапорный коллектор
9	Четырехходовой смеситель
10	Трехходовой смеситель
11	Серводвигатель смесителя
12	Расширительный сосуд
14	Слив конденсата
15	Гибкие соединительные шланги
16	Прокладки для изоляции корпусного шума
17	Обратный клапан
18	Перепускной клапан
19	Термостатический вентиль/ручной вентиль
20	Запорная задвижка с ручным приводом
21	Запорная задвижка с ручным приводом и опорожнением
22	Регулирующий клапан с ручным приводом
23	Предохранительный клапан
24	Присоединение холодной воды
25	Присоединение горячего водоснабжения
26	Регулятор горячего водоснабжения (термостат)
27	Регулятор бассейна (термостат)
28	Таймер
29	Фильтр-насос
30	Теплообменник плавательного бассейна
31	Фильтр плавательного бассейна
32	Ограничитель температуры обогрева пола
33	Датчик температуры обратной сетевой воды (иногда встроенный)
34	Датчик наружной температуры
35	Датчик температуры прямой сетевой воды
36	Дополнительный насос рециркуляции
40	Термостат насоса
41	Термостат буферного накопителя
42	Рассольный насос
43	Раздаточный рассольный коллектор
44	Сборный рассольный коллектор
45	Подземные коллекторы, подземные тепловые зонды
46	Колодезный насос
47	Подающий колодец
48	Сбросной колодец
49	Защита при сухом ходе
50	Контактор EVU, с управлением по радио, от таймера или бивалентный выключатель EVU
51	Блок управления
52	Аварийный выключатель
53	Регулятор отопления
54	Электрический нагревательный элемент
55	Вспомогательный контактор 1НРК + 1НЗК
56	Вспомогательный контактор 3НРК
58	Фильтр для водно-водяного и рассольно-водяного теплового насоса

**Указание:** Обозначения электрических присоединений см. легенду регулятора теплового насоса.

AUF	Датчик на наружной стене
EV	Электрическое распределительное устройство
FIL	Фильтр
HPN	Вспомогательный контур сетевого насоса
HR	Регулятор отопления
HUP	Сетевой насос
KH	Отопительный котел с постоянной температурой
KW	Холодная вода
MA	Смеситель откр.
MAN	Смеситель откр. на вспомогательный контур
MZ	Смеситель закр.
MZN	Смеситель закр. на вспомогательный контур
NKF	Датчик температуры вспомогательного контура
RLF	Датчик температуры обратной сетевой воды
SR	Регулятор солнечной установки
T	Датчик температуры
TWW	Температура горячего водоснабжения
WE	Теплогенератор
WP	Тепловой насос
WPR	Регулятор теплового насоса
WUP	Насос рециркуляции горячего водоснабжения
WW	Горячее водоснабжение
WWF	Датчик температуры горячего водоснабжения
WWT	Термостат горячего водоснабжения

————— Прямая сетевая вода

----- Обратная сетевая вода

	Трехходовой смеситель
	Термостатический вентиль
	Четырехходовой смеситель
	Расширительный сосуд
	Предохранительный клапан
	Датчик температуры
	Потребитель тепла
	Запорный вентиль
	Запорный вентиль с обратным клапаном
	Запорный вентиль с обратным клапаном и опорожнением
	Насос рециркуляции
	Перепускной клапан

## 8.10.1 Схема включения источника тепла

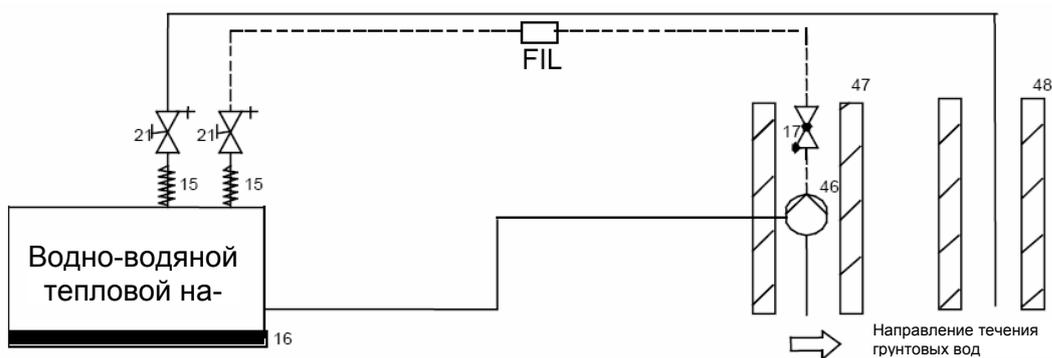


Рис. 8.10.а: Схематическое изображение включения грунтовых вод в качестве источника тепла

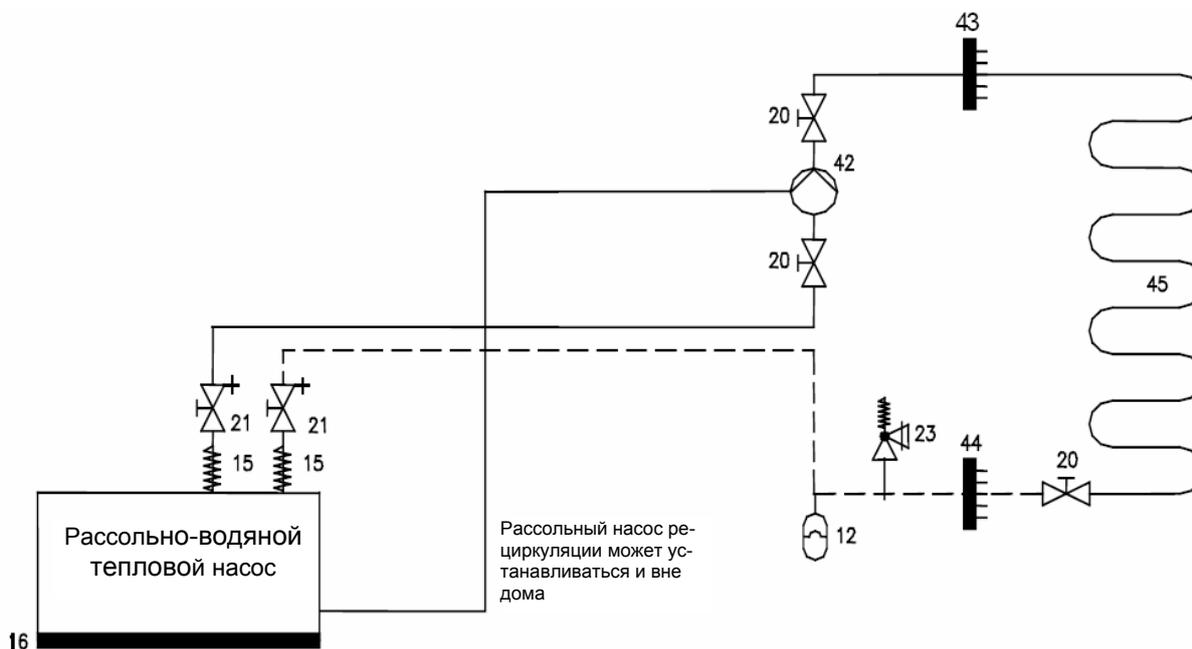


Рис. 8.10.б: Схематическое изображение включения грунта в качестве источника тепла

## Легенда

- |    |  |    |  |     |  |
|----|--|----|--|-----|--|
| 12 | Расширительный сосуд   | 20 | Запорная задвижка с ручным приводом                | 45  | Подземные коллекторы, подземные тепловые зонды |
| 15 | Гибкие соединительные шланги, прокладывать, по возможности, с развязывающей петлей | 21 | Запорная задвижка с ручным приводом и опорожнением | 46  | Колодезный насос                               |
| 16 | Подкладки для изоляции корпусного шума   | 23 | Предохранительный клапан                           | 47  | Подающий колодец                               |
| 17 | Обратный клапан  | 42 | Рассольный насос                                   | 48  | Сбросной колодец                               |
|    |  | 43 | Раздаточный рассольный коллектор                   | FIL | Фильтр   |
|    |  | 44 | Сборный рассольный коллектор                       |     |  |

8.10.2 Схема включения для моновалентного режима теплового насоса

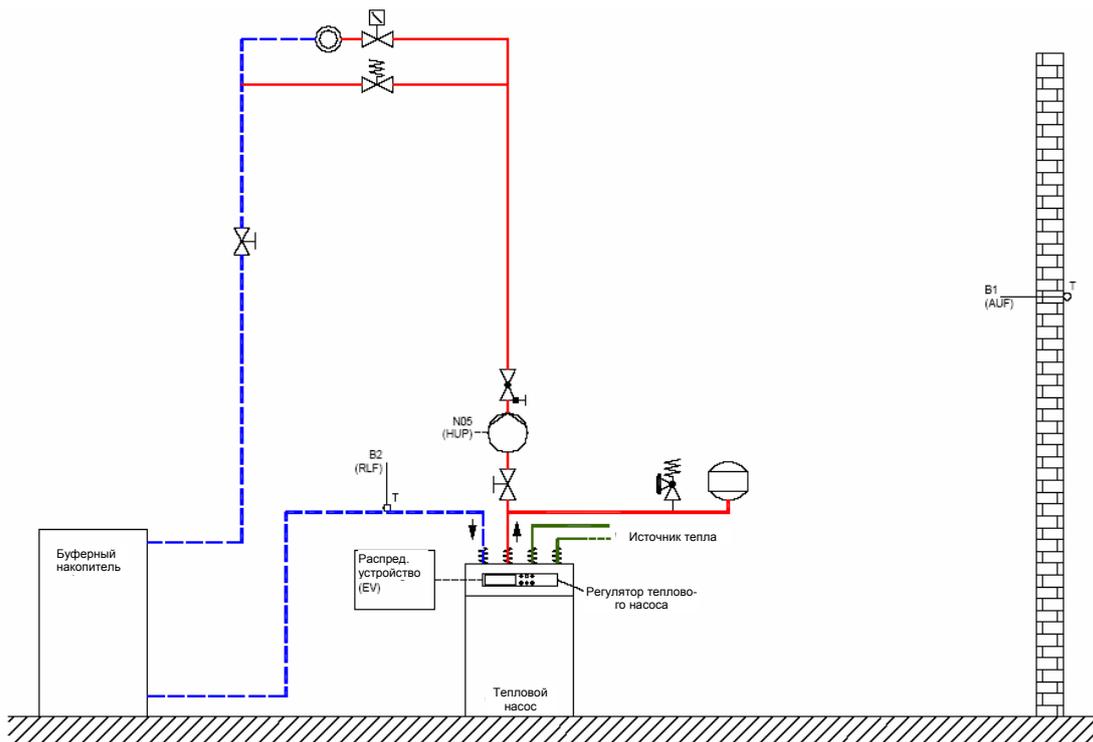


Рис. 8.10.с: Схема включения для моновалентного режима теплового насоса с одним отопительным контуром и последовательным накопителем на обратной воде (минимальный объем накопителя, равный 10% номинального расхода обеспечивается накопителем или другими подходящими мерами!)

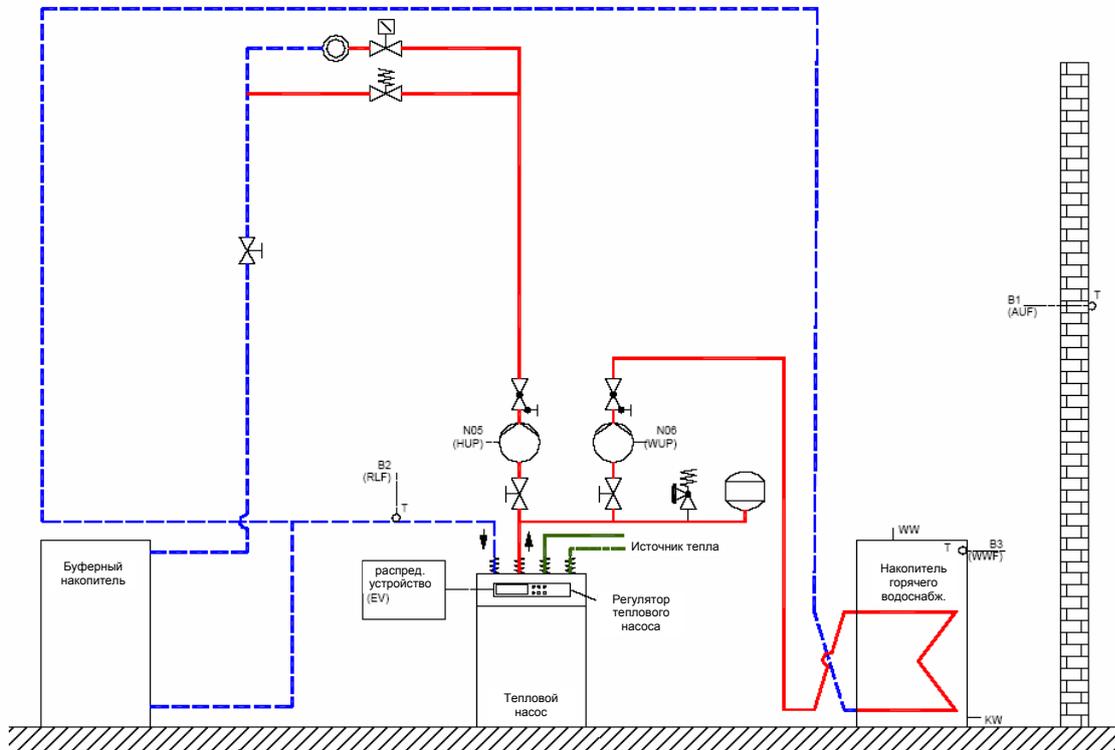
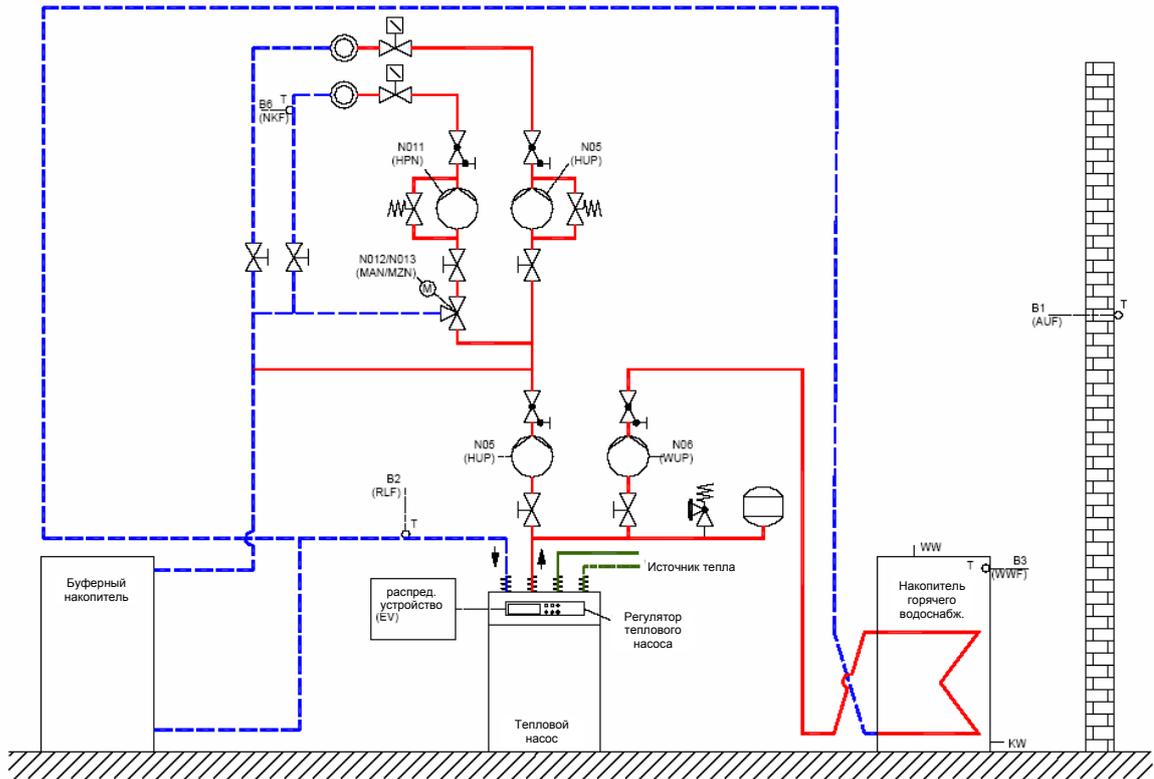
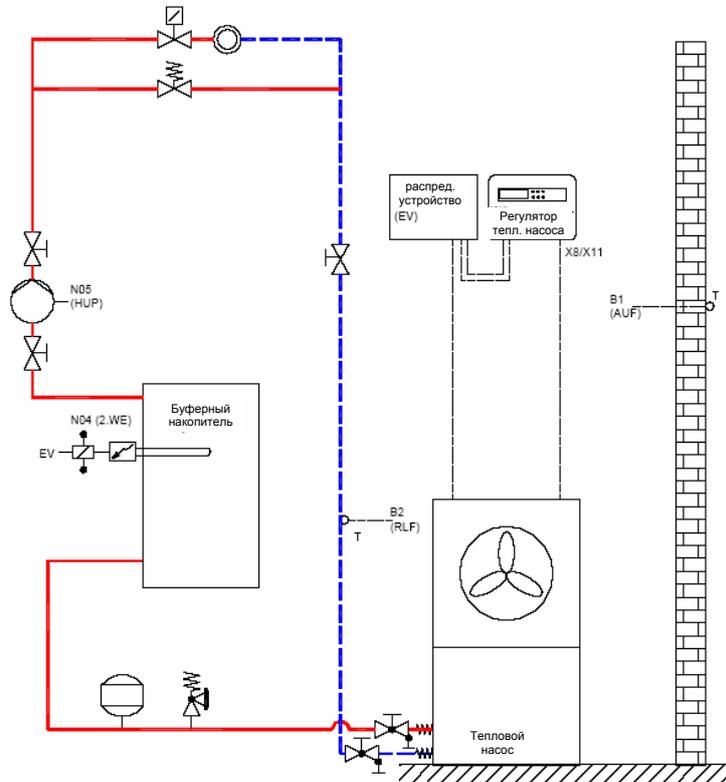


Рис. 8.10.d: Схема включения для моновалентного режима теплового насоса с одним отопительным контуром, последовательным накопителем на обратной воде и горячим водоснабжением (минимальный объем накопителя, равный 10% номинального расхода обеспечивается накопителем или другими подходящими мерами!)



**Рис. 8.10.е:** Схема включения для моновалентного режима теплового насоса с двумя отопительными контурами, последовательным накопителем на обратной воде и горячим водоснабжением (минимальный объем накопителя, равный 10% номинального расхода обеспечивается накопителем или прочими подходящими мерами!)

### 8.10.3 Схема включения для моноэнергетического режима теплового насоса



**Рис. 8.10.ф:** Схема включения для моноэнергетического режима теплового насоса с одним отопит. контуром и накопителем на прямой воде

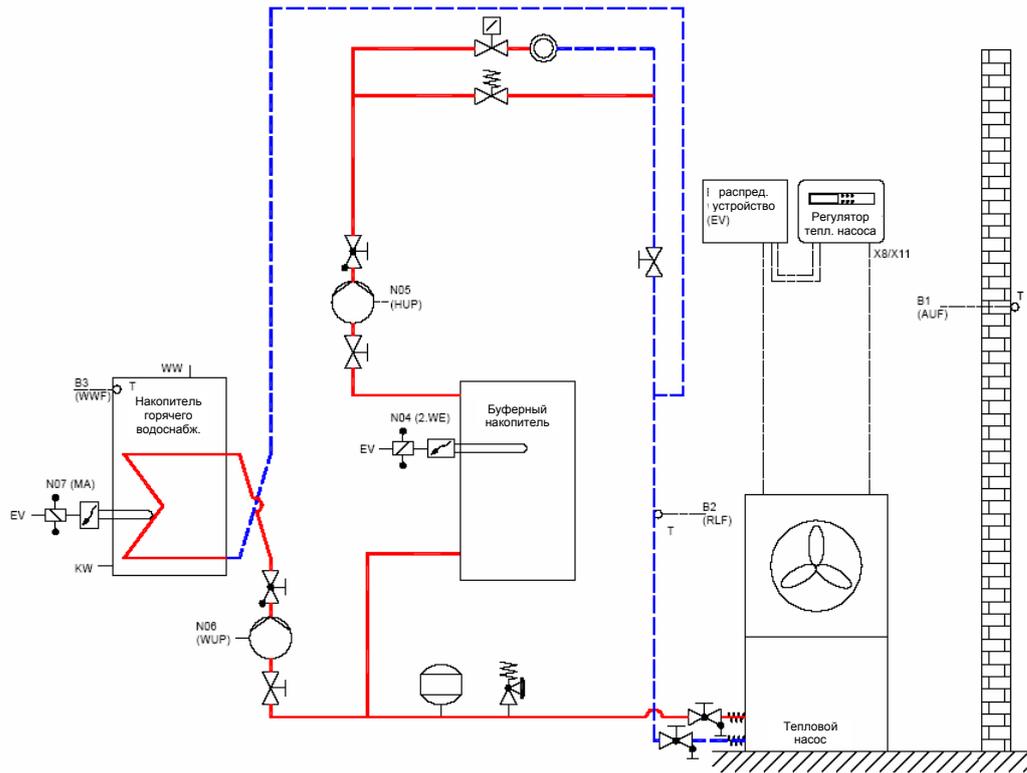


Рис. 8.10.g: Схема включения для моноэнергетического режима теплового насоса с одним отопительным контуром, последовательным накопителем на прямой воде и горячим водоснабжением

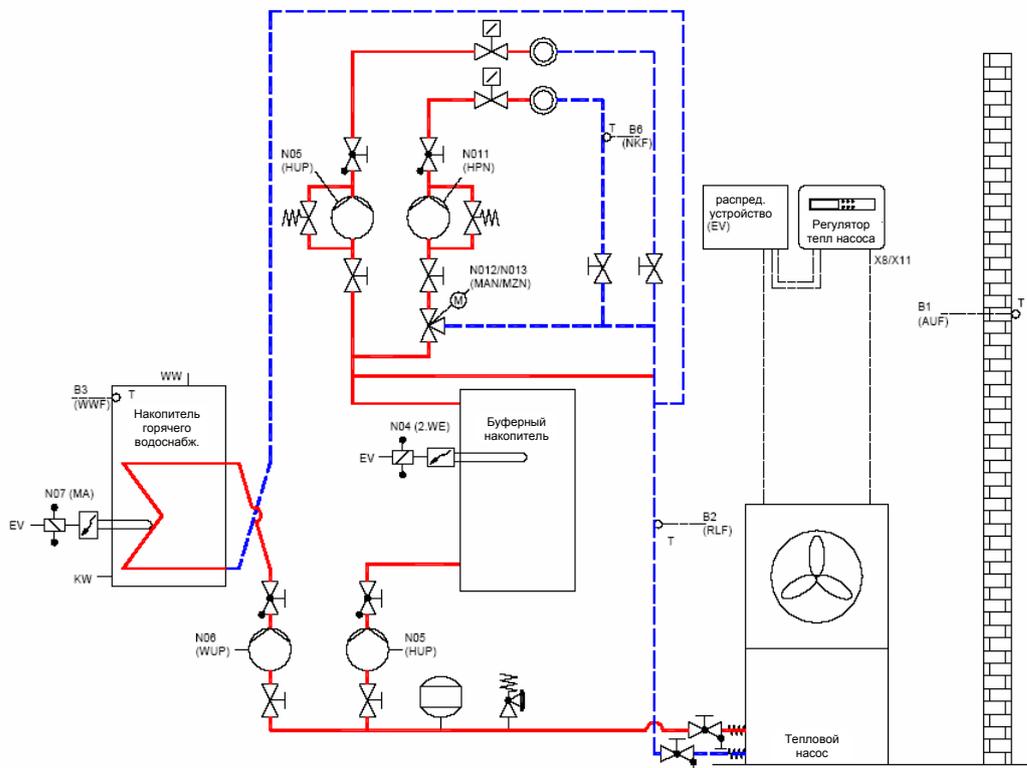


Рис. 8.10.h: Схема включения для моноэнергетического режима теплового насоса с двумя отопительными контурами, последовательным накопителем на прямой воде и горячим водоснабжением

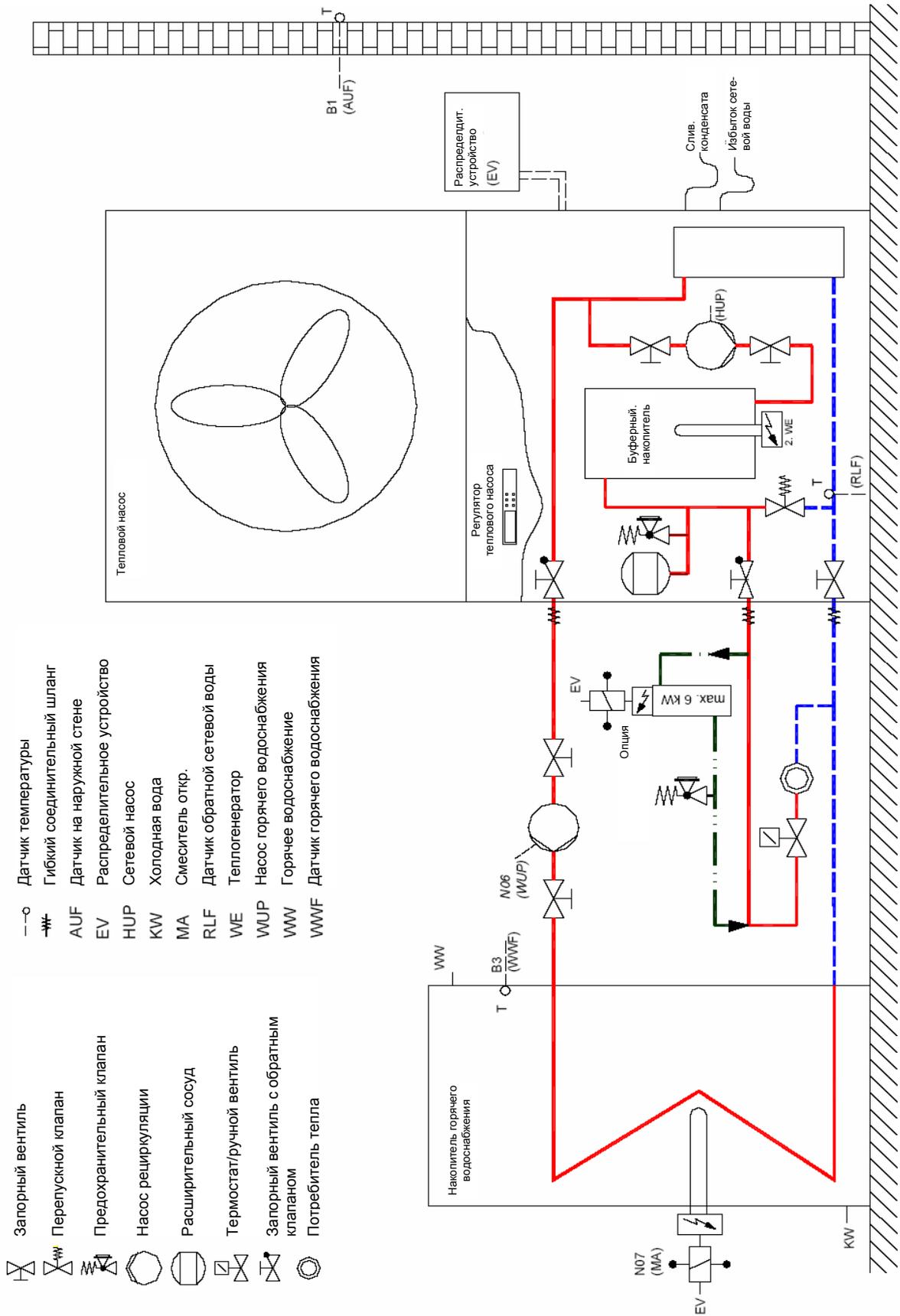
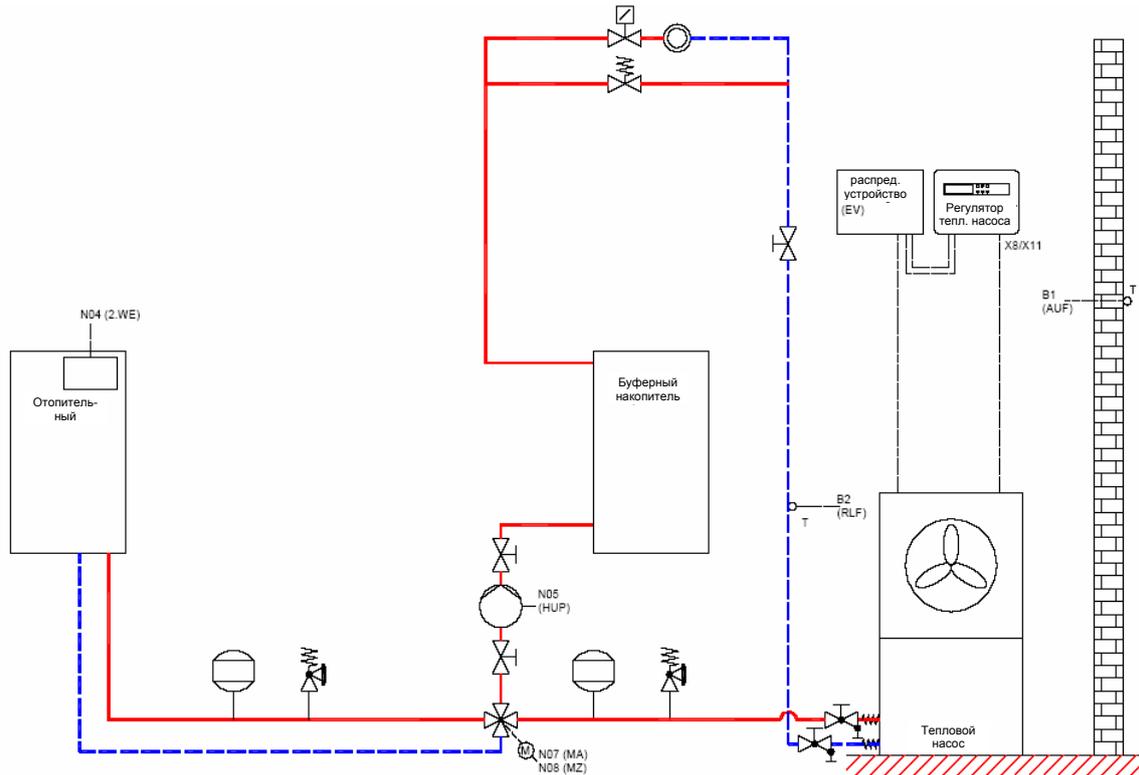
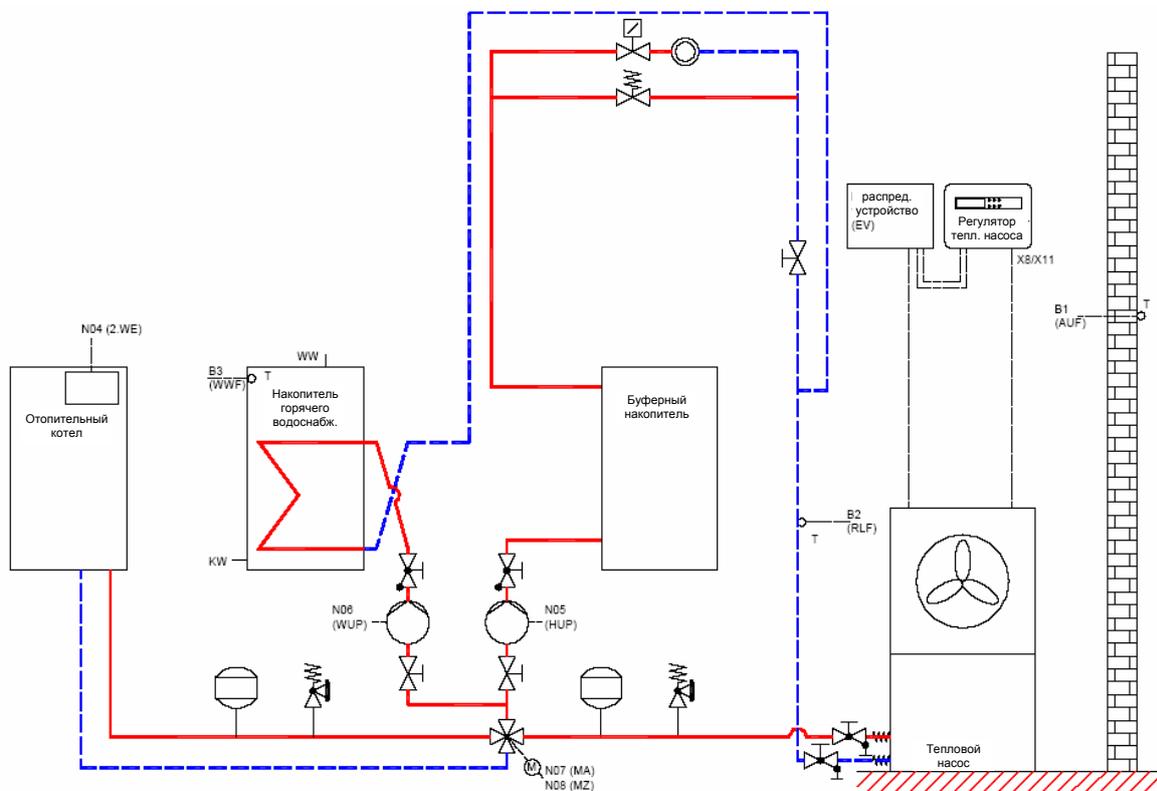


Рис. 8.10.i: Схема включения воздушно-водяного теплового насоса малогабаритной конструкции

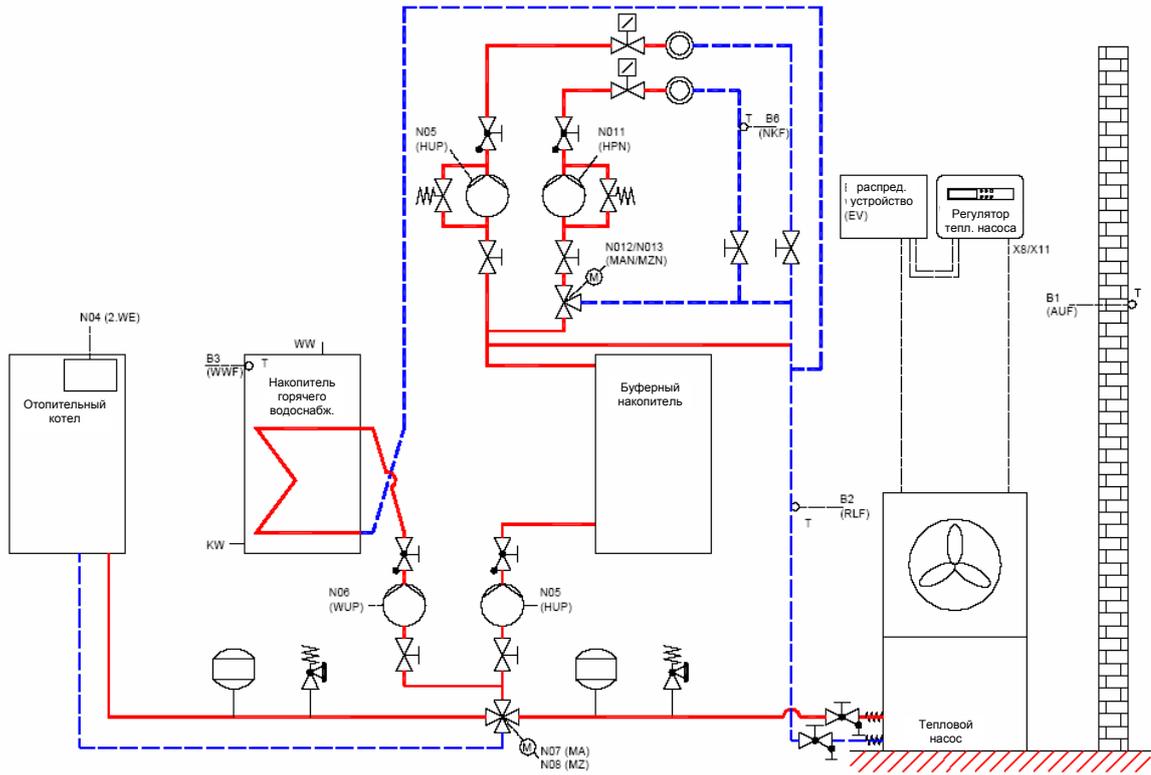
### 8.10.4 Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса



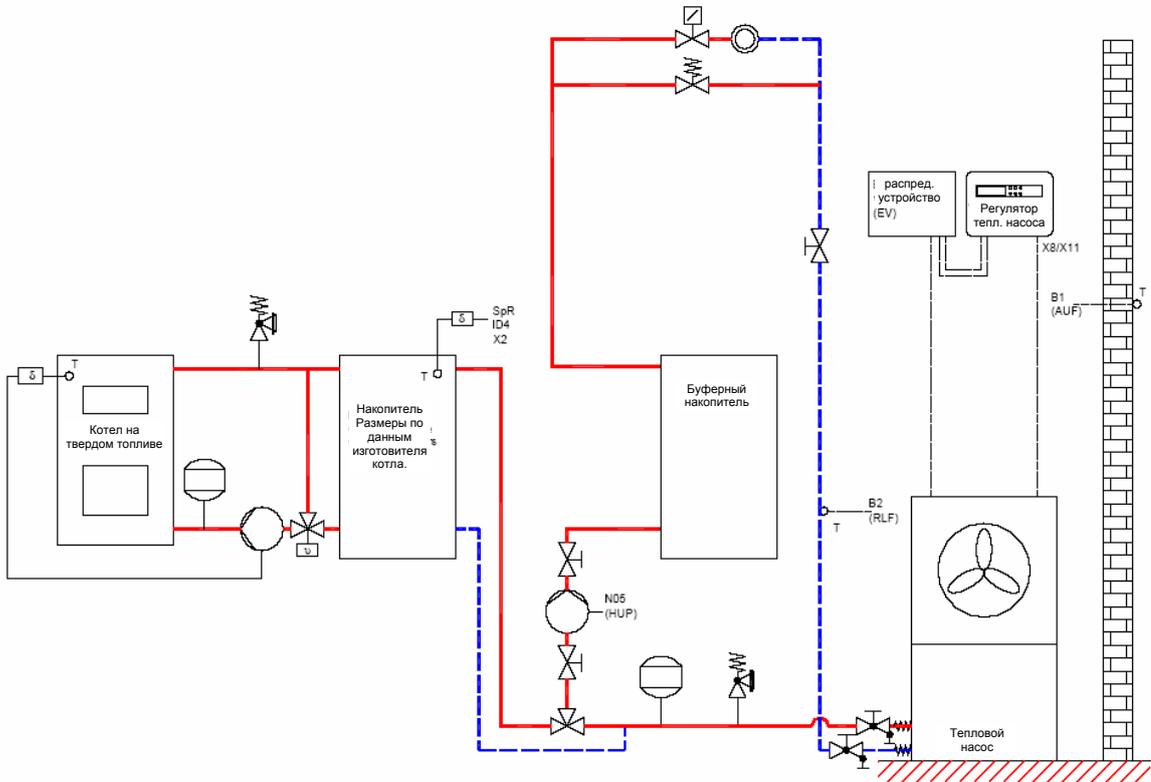
**Рис. 8.10.j:** Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса с отопительным котлом, одним отопительным контуром и последовательным накопителем



**Рис. 8.10.k:** Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса с отопительным котлом, одним отопительным контуром, последовательным накопителем и горячим водоснабжением



**Рис. 8.10.l:** Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса с отопительным котлом, двумя отопительными контурами, последовательным накопителем и горячим водоснабжением



**Рис. 8.10.m:** Схема включения для бивалентного режима работы теплового насоса, котел на твердом топливе с параллельным накопителем, одним отопительным контуром и последовательным накопителем для работы теплового насоса

### 8.10.5 Схема включения с солнечными коллекторами

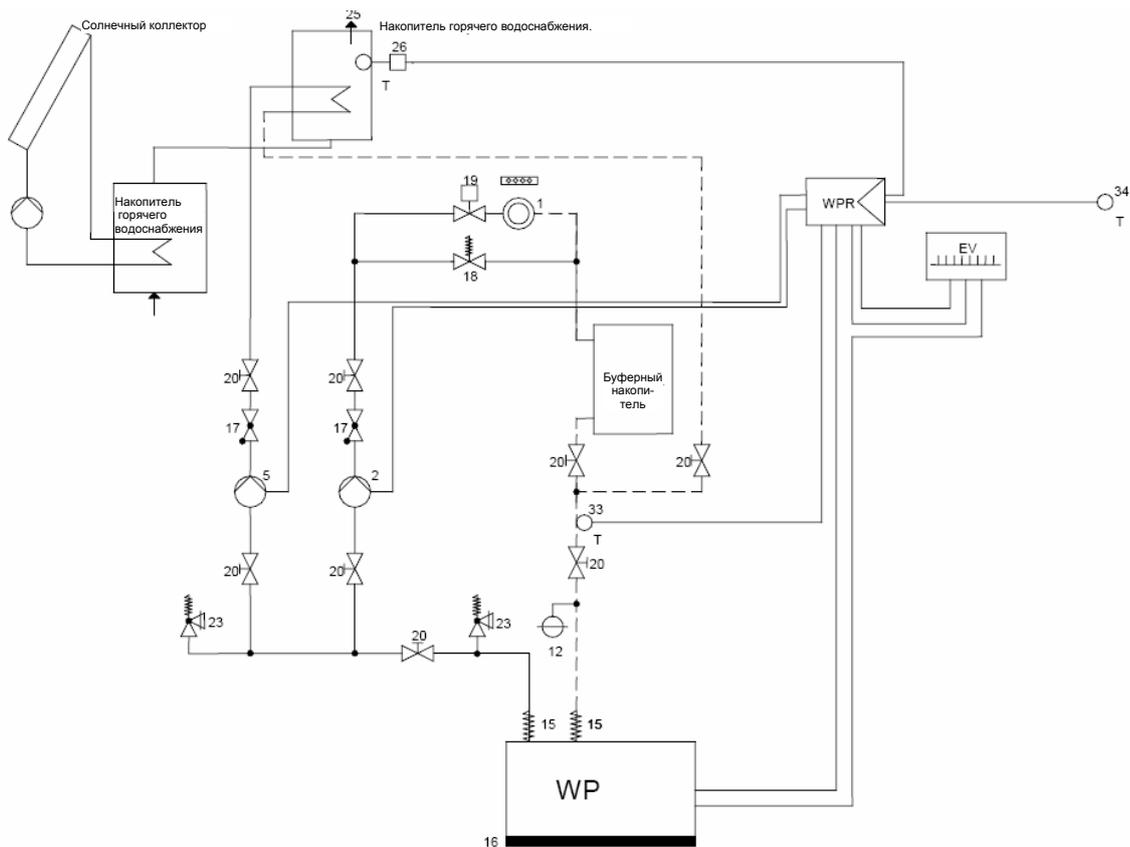


Рис. 8.10.n : Схема включения теплового насоса с поддержкой подогрева технической воды солнечным коллектором на примере моновалентного режима работы теплового насоса

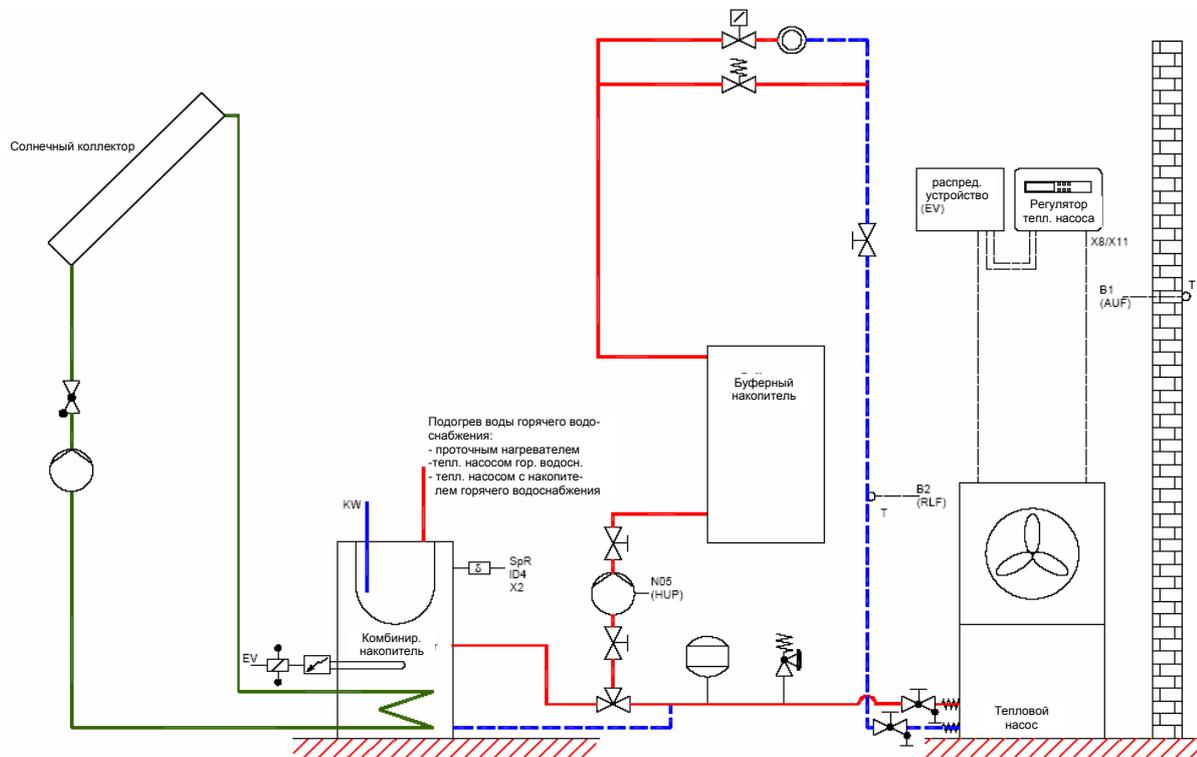
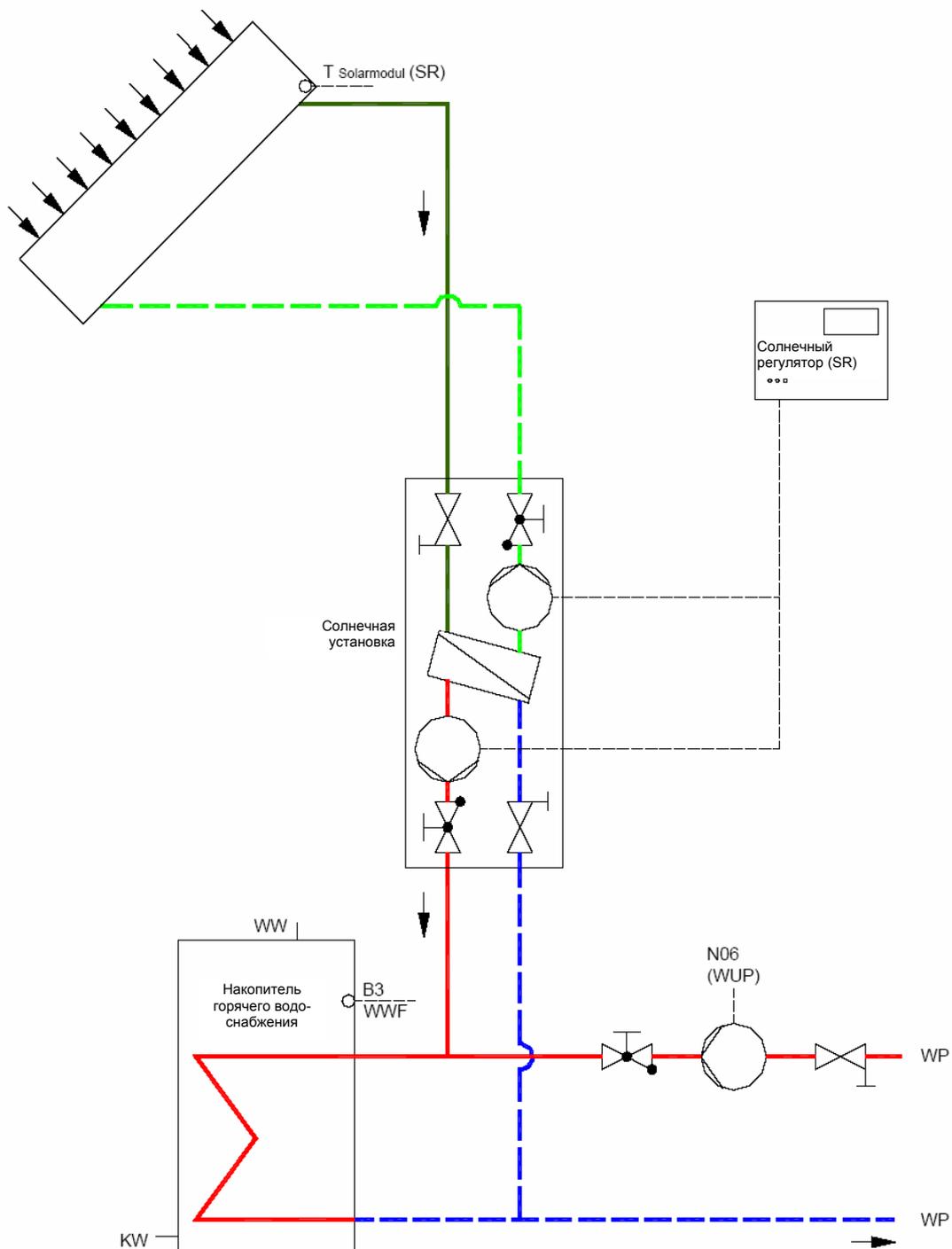


Рис. 8.10.o : Схема включения теплового насоса с поддержкой подогрева тех. воды и отопления солнечным коллектором через комбинированный накопитель



**Рис. 8.10.р** : Схема включения (без предохранительной арматуры) теплового насоса с поддержкой подогрева тех. воды и отопления солнечным коллектором в сочетании с солнечной установкой (спец. принадлежности); органы защиты, манометры и т.п. не показано

**Принцип действия:**

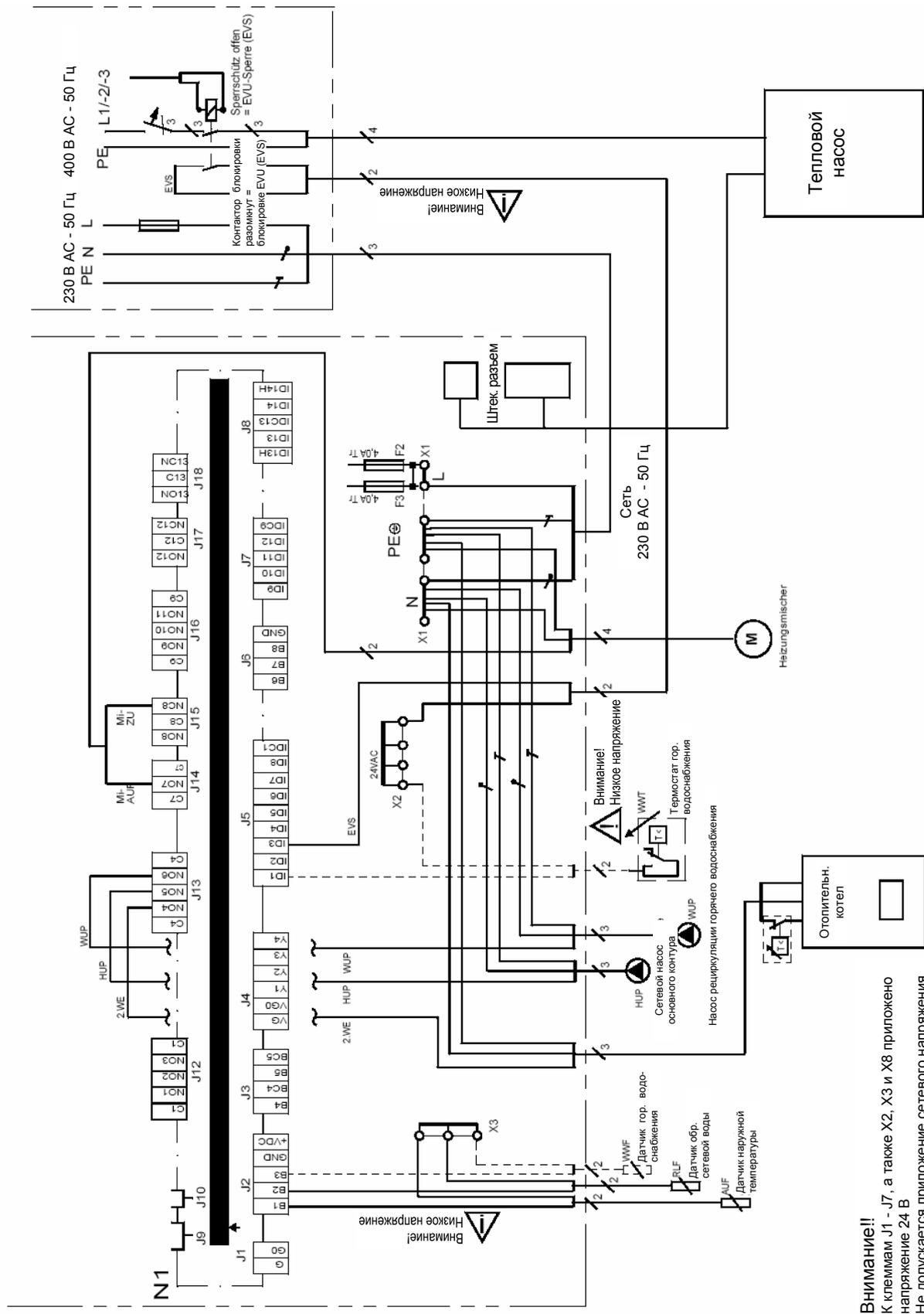
Поставляемый заказчиком солнечный регулятор (SR) включает оба насоса рециркуляции, входящие в солнечную установку, когда между солнечным модулем Т и накопителем горячего водоснабжения ТWW создается достаточно большая разность температур ( $T_{\text{Solarmodul}} > T_{\text{WW}}$ ). Горячее водоснабжение от теплового насоса должно в течение дня блокироваться регулятором теплового насоса при помощи настраиваемой временной программы.











**Внимание!!**  
 К клеммам J1 - J7, а также X2, X3 и X8 приложено напряжение 24 В  
 Не допускается приложение сетевого напряжения

**Рис. 8.10.и:** Электрическая схема подключения регулятора теплового насоса бивалентной установки с последовательным накопителем и отопительным котлом с постоянным или скользящим поддержанием температуры до определенного нижнего значения (например, 40 °C)

## 9 Пособие для проектирования

### 9.1 Сравнение издержек

Общие издержки на отопительную установку складываются из трех частей:

- инвестиции
- стоимость энергии
- побочные расходы.

Инвестиции вкладываются при начале строительства в монтаж отопительной установки. При рассмотрении экономичности они пересчитываются как ежегодные взносы. Стоимость энергии и побочные расходы оплачиваются обычно на ежегодной основе. Чтобы получить возможность сравнивать между собой различные отопительные установки, три эти блока издержек должны быть соответствующим образом просуммированы. Обычно сопоставляют годовые издержки или так называемые издержки производства тепла. Издержки производства тепла представляют собой стоимость получения единицы измерения тепла (например, кВтч).

$$K_{\text{Тепло}} = K_{\text{инвест.}} + K_{\text{энергия}} + K_{\text{побочн.}}$$

Упрощенно, чтобы получить величину годового взноса или нормы отчислений, делят инвестиции на число лет эксплуатации. При вычислении полных издержек (включая выплату процентов) инвестиции пересчитываются на годовые взносы с учетом процентной ставки и времени эксплуатации. Наиболее часто применяемый метод расчета представляет собой метод амортизации, исходящий из неизменного теплопотребления. Затем годовые доли инвестиций рассчитываются следующим образом:

$$k_{\text{инвест.}} = K_{\text{инвест.}} \cdot \frac{z \cdot (1+z)^n}{(1+z)^n - 1},$$

где  
 $K_{\text{инвест.}}$  — годовая доля инвестиций  
 $K_{\text{инвест.}}$  — инвестиции на начало строительства  
 $z$  — процентная ставка  
 $n$  — длительность эксплуатации

Сравнение издержек		Мазутное отопление
Инвестиции + длительность эксплуатации	€/год	
Побочные расходы (из главы 9.2)	€/год	
Стоимость энергии (из главы 9.3)	€/год	
<b>Сумма всех издержек</b>		

Тепловой насос	

### 9.2 Побочные расходы

При сравнении отопительных систем часто ограничиваются привлечением только инвестиций и стоимости энергии. В зависимости от отопительной системы, си-

ловое присоединение или же контракт на проведение технического обслуживания способны существенно увеличить годовые побочные расходы.

Побочные расходы	Мазутное отопление	
	значения из опыта	место ввода
Расчетная цена счетчика теплового насоса		
Электроэнергия для насосов / горелки	130,-- €	
Трубочист, вкл. измерение выбросов	55,-- €	
Контракт на проведение технического обслуживания	125,-- €	
Ремонты 1,25% стоимости приобретения	50,-- €	
Страхование внутреннего мазутного бака	80,-- €	
Проценты на резерв бака	50,-- €	
Очистка бака (необходимые отчисления)	40,-- €	
<b>Сумма побочных расходов</b>	<b>530,-- €</b>	

Тепловой насос	
значения из опыта	место ввода
55,-- €	
30,-- €	
65,-- €	
<b>150,-- €</b>	

### 9.3 Сопоставление стоимости энергии

На последующих страницах может быть сопоставлена стоимость энергии для различных установок тепловых насосов в моновалентном, моноэнергетическом и бивалентном режиме с мазутной отопительной установкой. Годовая стоимость энергии для газовых отопи-

тельных установок может быть сопоставлена аналогичным образом, причем здесь, как правило, получаются суммы, более высокие, нежели для мазутных отопительных установок.

## Сопоставление стоимости энергии

### Мазутное отопление – моновалентный отопительный тепловой насос

**Теплопотребление**

$$\boxed{\text{Теплопотребление, } Q_a \text{ в кВт}} = \boxed{\text{жилая площадь}} \text{ м}^2 * \boxed{\text{уд. теплопотребление } q_h} \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} = \boxed{\text{кВт}}$$

уд. теплопотребление  $q_h = 0,05 \text{ кВт/м}^2$  (хорошая теплоизоляция)  
 уд. теплопотребление  $q_h = 0,10 \text{ кВт/м}^2$  (плохая теплоизоляция)

**Годовое энергопотребление**

$$\boxed{\text{Годовое энергопотребление } Q_a, \text{ в кВтч/год}} = \boxed{\text{теплопотребление}} \text{ кВт} * \boxed{\text{число часов использования в год, например, 2000 ч/год}} \frac{\text{ч}}{\text{год}} = \boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$$

**Потребление мазута**

$$\boxed{\text{Потребление мазута, в л/год}} = \frac{\boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{10,08} * \boxed{\text{годовой коэффициент использования}}}$$

$\frac{\boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{10,08} * \boxed{\text{годовой коэффициент использования}}} = \boxed{\text{л}} \frac{\text{л}}{\text{год}}$

$\frac{\boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{10,08} * \boxed{\text{годовой коэффициент использования}}} = \boxed{\text{л}} \frac{\text{л}}{\text{год}}$

Низшая теплотворная способность мазута = 10,08 кВтч/л  
 Годовой коэффициент использования, например, = 0,75

**Моновалентный режим работы**

$$\boxed{\text{Энергопотребление } WP, \text{ в кВтч/год}} = \frac{\boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{\text{годовой показатель выработки } \beta} \text{ (см. сноску)}} = \boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$$

**Расчет издержек**

$$\boxed{\text{Стоимость мазута}} = \boxed{\text{потребление мазута}} \frac{\text{л}}{\text{год}} * \boxed{\text{цена мазута}} \frac{\text{€}}{\text{л}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{€}}{\text{год}}$$

$$\boxed{\text{Стоимость электроэнергии для } WP} = \boxed{\text{энергопотребление теплового насоса}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}} * \boxed{\text{цена электроэнергии}} \frac{\text{€}}{\text{кВтч}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{€}}{\text{год}}$$

$$\boxed{\text{Экономия}} = \boxed{\text{стоимость мазута}} \frac{\text{€}}{\text{год}} - \boxed{\text{стоимость электроэнергии}} \frac{\text{€}}{\text{год}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{€}}{\text{год}}$$

**Теплопотребление:** Расчет теплопотребления обычно осуществляется проектировщиком отопительной установки (например, архитектором).

**Годовой показатель выработки:**

Он зависит от типа и схемы включения теплового насоса в отопительную систему. Ориентировочный расчет годового показателя выработки может быть осуществлен методом, описанным в главе 9.4.

## Сопоставление стоимости энергии

### Мазутное отопление – моноэнергетический отопительный тепловой насос

<b>Теплопотребление</b>	$\boxed{\text{Теплопотребление, } Q_a \text{ в кВт}} = \boxed{\text{жилая площадь}} \text{ м}^2 * \boxed{\text{уд. теплопотребление } q_h} \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} = \boxed{\text{кВт}}$ <p>уд. теплопотребление <math>q_h = 0,05 \text{ кВт/м}^2</math> (хорошая теплоизоляция)  <math>= 0,10 \text{ кВт/м}^2</math> (плохая теплоизоляция)</p>
<b>Годовое энергопотребление</b>	$\boxed{\text{Годовое энергопотребление } Q_a, \text{ в кВтч/год}} = \boxed{\text{теплопотребление}} \text{ кВт} * \boxed{\text{число часов использования в год, например, 2000 ч/год}} \frac{\text{ч}}{\text{год}} = \boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$
<b>Потребление мазута</b>	$\boxed{\text{Потребление мазута, в л/год}} = \frac{\boxed{\text{годовое энергопотребление } Q_a} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{10,08} * \boxed{\text{годовой коэффициент использования, напр., 0,75}}} = \boxed{\text{л}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$ <p>низшая теплотворная способность</p> <p>Низшая теплотворная способность мазута = 10,08 кВтч/л</p>
<b>Моноэнергетический режим работы</b>	$\boxed{\text{Энергопотребление } W_P, \text{ в кВтч/год}} = \frac{\boxed{\text{годовое энергопотребление } Q_a} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}}}{\boxed{\text{годовой показатель выработки } \beta \text{ (см. сноску)}}} * \boxed{\text{годовая отопительная выработка } f_m, \text{ доля теплового насоса, например, 97\%}} = \boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$
	$\boxed{\text{Дополнительное электрическое отопление}} = \boxed{\text{годовое энергопотребление}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}} * \boxed{1 - f_m, \text{ например, } 1 - 97\% = 3\% - \text{ доля доп. электрического отопления}} = \boxed{\text{кВтч}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$
<b>Расчет издержек</b>	$\boxed{\text{Стоимость мазута}} = \boxed{\text{потребление мазута}} \frac{\text{л}}{\text{год}} * \boxed{\text{цена мазута}} \frac{\text{€}}{\text{л}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$
	$\boxed{\text{Стоимость электроэнергии}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}} = \boxed{\text{энергопотребл. теплового насоса}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}} * \boxed{\text{энергопотребление доп. электр. отопления}} \frac{\text{кВтч}}{\text{год}} * \boxed{\text{цена электроэнергии}} \frac{\text{€}}{\text{кВтч}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$
	$\boxed{\text{Экономия}} = \boxed{\text{стоимость мазута}} \frac{\text{€}}{\text{год}} - \boxed{\text{стоимость электроэнергии}} \frac{\text{€}}{\text{год}} = \boxed{\text{€}} \frac{\text{год}}{\text{год}}$

**Теплопотребление:** Расчет теплопотребления обычно осуществляется проектировщиком отопительной установки (например, архитектором).

**Годовой показатель выработки:** Он зависит от типа и схемы включения теплового насоса в отопительную систему. Ориентировочный расчет годового показателя выработки может быть осуществлен методом, описанным в главе 9.4.

**Годовая отопительная выработка:** Доля покрытия теплового насоса зависит, в первую очередь, от выбранной точки бивалентности (например,  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (см. главу "Выбор и определение параметров теплового насоса")

## Сопоставление стоимости энергии

### Мазутное отопление – бивалентный параллельный отопительный тепловой насос

<b>Теплопотребление</b>	Теплопотребление, Qa в кВт	=	[ ] м <sup>2</sup>	*	[ ] $\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	=	[ ] кВт
			жилая площадь		уд. теплопотребление Qh		
					= 0,05 кВт/м <sup>2</sup> (хорошая теплоизоляция) = 0,10 кВт/м <sup>2</sup> (плохая теплоизоляция)		
<b>Годовое энергопотребление</b>	Годовое энергопотребление Qa, в кВтч/год	=	[ ] кВт*	*	[ ] $\frac{\text{ч}}{\text{год}}$	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$
			теплопотребление		число часов использования в год, например, 2000 ч/год		
<b>Потребление мазута</b>	Потребление мазута, в л/год	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	/	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	=	[ ] $\frac{\text{л}}{\text{год}}$
			годовое энергопотребление Qa		низшая теплотворная способность		
			10,08	*	[ ]	=	[ ] $\frac{\text{л}}{\text{год}}$
			низшая теплотворная способность мазута = 10,08 кВтч/л		годовой коэффициент использования, напр., 0,75		
<b>Бивалентный режим работы</b>	Энергопотребление WP, в кВтч/год	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ]	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$
			годовое энергопотребл. Qa		годовая отопительная выработка, доля теплового насоса, например, 90%		
			[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ]	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$
			годовой показатель выработки β (см. сноску)				
	Потребление мазута на доп. отопление	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ]	=	[ ] $\frac{\text{л}}{\text{год}}$
			годовое энергопотребл. Qa		1 - β – доля мазутного отопления, напр., 10%		
			[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ]	=	[ ] $\frac{\text{л}}{\text{год}}$
			низшая теплотворная способность	*	годовой коэффициент использования		
<b>Расчет издержек</b>	Стоимость мазута	=	[ ] $\frac{\text{л}}{\text{год}}$	*	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{л}}$	=	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$
			потребление мазута		цена мазута		
	Стоимость мазута бивалентного режима	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{кВтч}}$	=	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$
			энергопотребление доп. мазутного отопления		цена электроэнергии		
	Стоимость энергии бивалентного режима	=	[ ] $\frac{\text{кВтч}}{\text{год}}$	*	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{кВтч}}$	+	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$
			энергопотребл. теплового насоса		цена электроэнергии		стоимость мазута доп. отопления
	Экономия	=	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$	-	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$	=	[ ] $\frac{\text{€}}{\text{год}}$
			стоимость мазута		тепловой насос + мазут		

#### Годовая отопительная выработка:

Доля покрытия теплового насоса зависит, в первую очередь, от выбранной точки бивалентности (например, -5 °С) (см. главу "Выбор и определение параметров теплового насоса")

#### Годовой показатель выработки:

Он зависит от типа и схемы включения теплового насоса в отопительную систему. Ориентировочный расчет годового показателя выработки может быть осуществлен методом, описанным в главе 9.4.

## 9.4 Расчетная таблица для ориентировочного определения годового показателя выработки теплового насоса

Годовой показатель выработки  $\beta$  установленного теплового насоса определяется при помощи упрощенного краткого метода расчета на основе поправочных коэффициентов  $F_{\text{Betrieb}}$  ( $F_v$ ) и  $F_{\text{Verflüssiger}}$  ( $F_{\Delta v}$ ) по нормам VDI 4650, а также показателя (показателей) мощности  $\varepsilon_{\text{Norm}}$  по стандарту EN 255, следующим образом:



**Этап 1:** Выбор соответствующего пригодного расчетного уравнения  
 ⇒ i) Определить конструкцию теплового насоса

- i)  Рассольно-водяной тепловой насос:  Водно-водяной тепловой насос

$$\beta_{\text{Sole-WP}} = \varepsilon_{\text{Norm1}} \cdot F_{\text{Verflüssiger}} \cdot \frac{F_{\text{Betrieb1}}}{1,075} \quad \beta_{\text{Wasser-WP}} = \varepsilon_{\text{Norm1}} \cdot F_{\text{Verflüssiger}} \cdot \frac{F_{\text{Betrieb1}}}{1,14}$$

- Воздушно-водяной тепловой насос:

$$\beta_{\text{Luft-WP}} = (\varepsilon_{\text{Norm1}} \cdot F_{\text{Betrieb1}} + \varepsilon_{\text{Norm2}} \cdot F_{\text{Betrieb2}} + \varepsilon_{\text{Norm3}} \cdot F_{\text{Betrieb3}}) \cdot F_{\text{Verflüssiger}}$$

**Этап 2:** Определить основные показатели мощности  $\varepsilon_{\text{Norm}}$  теплового насоса  
 ⇒ i) Определить стандартные рабочие точки, соответствующие конструкции  
 ⇒ ii) Подставить показатели мощности  $\varepsilon_{\text{Norm}}$ , измеренные по стандарту EN 255

- i)  Рассольно-водяной (B0/W35)  Водно-водяной (W10/W35)  Воздушно-водяной (A-7;2;10/W35)

- ii) Показатель мощности  $\varepsilon_{\text{Norm1}}$  \_\_\_\_\_ (при B0/W35, или W10/W35 или A-7/W35)  
 Показатель мощности  $\varepsilon_{\text{Norm2}}$  \_\_\_\_\_ (только для воздушно-водяного теплового насоса при A2/W35)  
 Показатель мощности  $\varepsilon_{\text{Norm3}}$  \_\_\_\_\_ (только для воздушно-водяного теплового насоса при A10/W35)

**Этап 3:** Определить поправочный коэффициент на отклонение разности температур в конденсаторе  
 ⇒ i) Определить разность температур  $\Delta v_B$ , установленную при стендовом испытании,  
 ⇒ ii) Определить фактическую разность температур  $\Delta v_B$  при рабочих условиях  
 ⇒ iii) Определить поправочный коэффициент  $F_{\Delta v}$  по таблице 1)

- i) \_\_\_\_\_ К Разность температур  $\Delta v_M$  в конденсаторе при условиях стендового испытания для  
 рассольно-водяного (B0/W35)  водно-водяного (W10/W35)  воздушно-водяного (A2/W35):
- ii) \_\_\_\_\_ К Разность температур  $\Delta v_B$  в конденсаторе при рабочих условиях см. i).
- iii) Поправочный коэффициент  $F_{\text{Verflüssiger}}$  (см. табл. 1): \_\_\_\_\_  
 (точка пересечения  $\Delta v_M$  по вертикали и  $\Delta v_B$  по горизонтали)

		Разность температур при стендовом измерении $\Delta v$ [K]												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Разность температур при работе [K]	$\Delta v = 3$	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898	0,887	0,877
	$\Delta v = 4$	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898	0,887
	$\Delta v = 5$	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898
	$\Delta v = 6$	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908
	$\Delta v = 7$	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918
	$\Delta v = 8$	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928
	$\Delta v = 9$	1,061	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939
	$\Delta v = 10$	1,072	1,061	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949

**Этап 4:** Определить поправочный коэффициент для следующих условий эксплуатации  
 ⇒ i) Задать максимальную температуру прямой воды по DIN 4701 для стандартного дня  
 ⇒ ii) Определить среднюю температуру источника тепла или задать его местоположение  
 ⇒ iii) Определить поправочный коэффициент (коэффициенты)  $F_v$  по табл. 2а-с

- i) Максимальная температура прямой сетевой воды для стандартного дня \_\_\_\_\_ °C  
 ii)  Рассольно-водяной тепловой насос средняя температура рассола: \_\_\_\_\_ °C  
 Водно-водяной тепловой насос средняя температура грунтовых вод: \_\_\_\_\_ °C  
 Воздушно-водяной тепловой насос местоположение  Essen  München  Hamburg  
 по стандарту DIN 4701:  Berlin  Frankfurt  
 iii)  Воздушно-водяной тепловой насос (см. табл. 2а):  
 Поправочный коэффициент  $F_v$ : \_\_\_\_\_ (при A-7/W35)  
 Поправочный коэффициент  $F_v$ : \_\_\_\_\_ (при A2/W35)  
 Поправочный коэффициент  $F_v$ : \_\_\_\_\_ (при A10/W35)  
 (точки пересечения макс. температуры прямой сетевой воды и и трех наружных температур -7, 2 и 10 °C дл выбранного местоположения)

- Рассольно-водяной тепловой насос (см. табл. 2b):  Водно водяной тепловой насос (см. табл. 2с):  
 Поправочный коэффициент  $F_{Betrieb1}$ :  
 (точка пересечения макс. температуры прямой сетевой воды (30-55°C) и температуры источника тепла ( $T_{Sole}$ ,  $T_{Wasser}$ ))

T <sub>Vori,max</sub> [°C]	30	35	40	45	50	55	
Essen	-7°C	0,070	0,066	0,062	0,059	0,055	0,051
	2°C	0,799	0,766	0,734	0,701	0,668	0,635
	10°C	0,258	0,250	0,242	0,233	0,225	0,217
München	-7°C	0,235	0,224	0,213	0,202	0,191	0,180
	2°C	0,695	0,668	0,642	0,616	0,590	0,564
	10°C	0,173	0,168	0,163	0,158	0,153	0,147
Hamburg	-7°C	0,109	0,104	0,098	0,092	0,087	0,081
	2°C	0,794	0,762	0,730	0,698	0,667	0,635
	10°C	0,212	0,205	0,198	0,192	0,185	0,179
Berlin	-7°C	0,144	0,137	0,130	0,123	0,116	0,109
	2°C	0,776	0,767	0,716	0,686	0,656	0,626
	10°C	0,188	0,182	0,177	0,171	0,165	0,160
Frankfurt	-7°C	0,088	0,084	0,079	0,075	0,070	0,066
	2°C	0,799	0,767	0,735	0,704	0,672	0,640
	10°C	0,234	0,227	0,220	0,212	0,205	0,198

T <sub>Vori,max</sub> [°C]	30	35	40	45	50	55	
T <sub>Sole</sub> [°C]	2	1,161	1,113	1,065	1,016	0,967	0,917
	1	1,148	1,100	1,052	1,003	0,954	0,904
	0	1,135	1,087	1,039	0,990	0,940	0,890
	-1	1,122	1,074	1,026	0,977	0,927	0,877
	-2	1,110	1,062	1,014	0,965	0,915	0,864
	-3	1,099	1,051	1,002	0,953	0,903	0,852

Таблица 2b) Рассольно-водяной тепловой насос

T <sub>Vori,max</sub> [°C]	30	35	40	45	50	55	
T <sub>Wasser</sub> [°C]	12	1,158	1,106	1,054	1,000	0,947	0,892
	11	1,139	1,087	1,035	0,981	0,927	0,873
	10	1,120	1,068	1,016	0,962	0,908	0,853
	9	1,101	1,049	0,997	0,943	0,889	0,834
	8	1,082	1,030	0,978	0,924	0,870	0,815

Таблица 2с) Водно-водяной тепловой насос

Таблица. 2а-с: Поправочные коэффициенты  $F_v$  на различные условия эксплуатации

**Этап 5:** Подставить поправочные коэффициенты  $F_v$ ,  $F_{\Delta v}$  и показатели мощности  $\epsilon_{Norm}$  и вычислить годовой показатель выработки  $\beta$

Рассольно-водяной или водно-водяной тепловой насос

$\beta = \dots = \underline{\hspace{2cm}}$

Воздушно-водяной тепловой насос

$\beta = \dots + \dots + \dots = \underline{\hspace{2cm}}$

**Указание:** При расчете годового показателя выработки по Нормам VDI 4650 учитывается как местоположение установки, так и энергия на собственные нужды источника тепла. В отличие от этого, расчет годового показателя выработки  $\beta_{WP} = 1/\epsilon_{N.g}$  по стандарту EnEV, DIN V 4701-T10 осуществляется независимо от местоположения с отдельным учетом потребности в собственных нуждах.

## 9.5 Формуляры расчетов

### 9.5.1 Воздушно-водяной тепловой насос для внутренней установки

Наименование	Обozn. зак.	Примечание	Штук	Цена €
<b>Тепловой насос с регулированием WPM 2004 plus</b>				
Воздушно-водяной тепловой насос	WPL .....IR	внутренняя установка	_____	_____
<b>Подвод воздуха шлангами или каналами</b>				
Комплект воздушных шлангов	LUS 80	WPL 80 IR	_____	_____
Комплект воздушных шлангов	LUS 110	WPL 120 IR	_____	_____
Воздушный канал длинный	LKL ...	отдельные комбинируемые узлы	_____	_____
Воздушный канал короткий	LKK ...	отдельные комбинируемые узлы	_____	_____
Колено воздушного канала	LKB ...	отдельные комбинируемые узлы	_____	_____
Защитная решетка	RSG ...	сброс выше поверхности земли	_____	_____
Уплотнительная манжета	DMK	уплотнение каналов насоса	_____	_____
отделочный комплект каналов	VSK ...	закрытие кромок	_____	_____
<b>Гидравлические принадлежности тепловых насосов</b>				
Комплект для подключения шлангов	SAS 100	сетевая вода для WPL 80/120IR	_____	_____
Комплект для подключения шлангов	SAS 110	сетевая вода для WPL 150 - 220IR	_____	_____
Подставной буферный накопитель	PSP 140	WPL 80 - 150 IR	_____	_____
Буферный накопитель	PSP 200	200 л для всех возд.-вод. насосов	_____	_____
Универсальный буферный накопитель	PSP 500	500 л со станд. фланцем для RWT	_____	_____
Теплообменник для PSP 500	RWT	солнечная отопительная система	_____	_____
Трубный модуль	HDLR 450	для установки ТНKP 20,29,45,60	_____	_____
Погружной элемент 2 кВт	ТНKP 20	PSP 140, PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 2,9 кВт	ТНKP 29	PSP 140, PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 4,5 кВт	ТНKP 45	PSP 140, PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 6,0 кВт	ТНKP 60	PSP 140, PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 7,5 кВт	ТНKP 75	PSP 140, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 9,0 кВт	ТНKP 90	только для PSP 140	_____	_____
<b>Гидравлические модули отопления и горячего водоснабжения</b>				
Малогабаритный коллектор			_____	_____
Смесительный модуль		опция для бивалентной установки	_____	_____
Насосы рециркуляции		выбор по гидравл. сопротивлению	_____	_____
<b>Пульт дистанционного управления</b>				
Дистанционное управление	FWPM 470	опция	_____	_____
Соединительный кабель 15 м	AWPM 900	необходимая принадлежность к FWPM	_____	_____
<b>Система дистанционной диагностики (FDS)</b>				
FDS через модем	RDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
FDS через местную связь	LDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
Программные средства FDS	FDS 2004	программные средства для RDS / LDS	_____	_____
<b>Горячее водоснабжение с тепловыми насосами</b>				
		(см. вкладыш)	_____	_____
<b>Строительные мероприятия</b>				
Создание и изоляция проемов			_____	_____
Работы по электр. присоединениям			_____	_____
Работы по гидравл. присоединениям			_____	_____
Слив конденсата			_____	_____
Установка воздухопроводов			_____	_____
<b>Ввод в эксплуатацию</b>				
			_____	_____
		<b>Сумма</b>	_____	_____

### 9.5.2 Воздушно-водяной тепловой насос для наружной установки

Наименование	Обозн. зак.	Примечание	Штук	Цена €
<b>Тепловой насос с регулированием WPM 2004 plus</b>				
Воздушно-водяной тепловой насос		наружная установка	_____	_____
<b>Электрические соединительные кабели</b>				
Соединительный кабель 5 м	EVL 500	подключение регулятора WP	_____	_____
Соединительный кабель 10 м	EVL 1000	подключение регулятора WP	_____	_____
Соединительный кабель 20 м	EVL 2000	подключение регулятора WP	_____	_____
Соединительный кабель 30 м	EVL 3000	подключение регулятора WP	_____	_____
<b>Гидравлические соединительные линии</b>				
Шланг 1"		WPL 80 AR / WPL 120 AR	_____	_____
Шланг 1¼"		WPL 150 AR – WPL 220 AR	_____	_____
Резьбовые соединения	индивид.	из отдельных компонентов	_____	_____
<b>Гидравлические принадлежности тепловых насосов</b>				
Буферный накопитель	PSP 200	200 л для всех возд.-вод. насосов	_____	_____
Универсальный буферный накопитель	PSP 500	500 л со станд. фланцем для RWT	_____	_____
Теплообменник для PSP 500	RWT	солнечная отопительная система	_____	_____
Трубный модуль	HDLR 450	для установки THKP 20,29,45,60	_____	_____
Погружной элемент 2 кВт	THKP 20	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 2,9 кВт	THKP 29	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 4,5 кВт	THKP 45	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 6,0 кВт	THKP 60	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 7,5 кВт	THKP 75	PSP 500	_____	_____
<b>Гидравлические модули отопления и горячего водоснабжения</b>				
Малогобаритный коллектор		до 3,0 м³/ч	_____	_____
Смесительный модуль		опция для бивалентной установки	_____	_____
Насосы рециркуляции		выбор по гидравл. сопротивлению	_____	_____
<b>Пульт дистанционного управления</b>				
Дистанционное управление	FWPM 470	опция	_____	_____
Соединительный кабель 15 м	AWPM 900	необходимая принадл. FWPM	_____	_____
<b>Система дистанционной диагностики (FDS)</b>				
FDS через модем	RDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
FDS через местную связь	LDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
Программные средства FDS	FDS 2004	программ. средства для RDS / LDS	_____	_____
<b>Горячее водоснабжение</b>				_____
<b>Строительные мероприятия</b>				
Работы по электр. присоединениям				_____
Работы по гидравл. присоединениям				_____
Слив конденсата				_____
Фундамент и земляные работы для подключения теплового насоса				_____
<b>Ввод в эксплуатацию</b>				_____
		<b>Сумма</b>		=====

### 9.5.3 Рассольно-водяной тепловой насос для внутренней установки водно-водяной тепловой насос для внутренней установки

Наименование	Обозн. зак.	Примечание	Штук	Цена €
<b>Тепловой насос с регулированием WPM 2004 plus</b>				
Рассольно-водяной тепловой насос	WPS ..... I	внутренняя установка	_____	_____
Водно-водяной тепловой насос	WPW..... I	внутренняя установка	_____	_____
<b>Принадлежности к рассольному контуру</b>				
Рассольный пакет	SZB 50 / 70 I	WPS 50 I / WPS 70 I	_____	_____
Рассольный пакет	SZB 90 /120/ 140 I	WPS 90 I – WPS 140 I	_____	_____
Рассольный пакет	SZB 160 I	WPS 160 I	_____	_____
Рассольный пакет	SZB 210 I	WPS 210 I	_____	_____
Рассольный пакет	SZB 320 I	WPS 320 I	_____	_____
Рассольный пакет	SZB 680 I	WPS 680 I	_____	_____
Рассольный коллектор	SVT 3	3× раздаточный и сборный	_____	_____
Рассольный коллектор	SVT 4	4× раздаточный и сборный	_____	_____
Рассольный коллектор	SVT 6	6× раздаточный и сборный	_____	_____
Антифриз	AFN 20	канистра 20 л	_____	_____
Антифриз	AFN 200	бочка 200 л	_____	_____
<b>Гидравлические принадлежности тепловых насосов</b>				
Буферный накопитель	PSP 200	не для WPS 320/680 I и WPW 440/920 IP	_____	_____
Универсальный буферный накопитель	PSP 500	500 л со ст. фланц. для RWT	_____	_____
Теплообменник для PSP 500	RWT	солнечная отопит система	_____	_____
Трубный модуль	HDLR 450	для ТНKP 20,29,45,60	_____	_____
Погружной элемент 2 кВт	ТНKP 20	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 2,9 кВт	ТНKP 29	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 4,5 кВт	ТНKP 45	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 6,0 кВт	ТНKP 60	PSP 200, PSP 500	_____	_____
Погружной элемент 7,5 кВт	ТНKP 75	PSP 500	_____	_____
<b>Гидравлические модули отопления и горячего водоснабжения</b>				
Малогабаритный коллектор		до 3,0 м³/ч	_____	_____
Смесительный модуль		опция для бивалентной установки	_____	_____
Насосы рециркуляции		выбор по гидравл. сопротивл.	_____	_____
<b>Пульт дистанционного управления</b>				
Дистанционное управление	FWPM 470	опция	_____	_____
Соединительный кабель 15 м	AWPM 900	необх. принадл. FWPM	_____	_____
<b>Система дистанционной диагностики (FDS)</b>				
FDS через модем	RDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
FDS через местную связь	LDS	доступ к WPM 2004 plus	_____	_____
Программные средства FDS	FDS 2004	программ. ср. для RDS / LDS	_____	_____
<b>Горячее водоснабжение</b>				
<b>Строительные мероприятия</b>				
Работы по электр. присоединениям			_____	_____
Работы по гидравл. присоединениям			_____	_____
Оборудование зондов			_____	_____
Подземный коллектор	_____ м	труба PE 32 × 3	_____	_____
Колодезная установка			_____	_____
Работу по подключению к рассольному коллектору или колодезной установке			_____	_____
<b>Ввод в эксплуатацию</b>				
		<b>Сумма</b>	_____	_____

## 9.6 Минимальные требования к накопителю горячего водоснабжения / насосу рециркуляции горячего водоснабжения

### Воздушно-водяной тепловой насос внутренней установки

Тепловой насос	Объем	Обозначение заказа	Насос <sup>1)</sup>
WPL 60 I / IL	300 л	WWSP 300	UPS 25-60
WPL 80 IR	400 л	WWSP 400	UPS 25-60
WPL 120 IR	400 л	WWSP 400	UPS 25-80
WPL 150 IR	400 л	WWSP 400	UPS 32-60
WPL 190 IR	400 л	WWSP 400	UPS 32-60

### Воздушно-водяной тепловой насос наружной установки

Тепловой насос	Объем	Обозначение заказа	Насос <sup>1)</sup>
WPL 80 AR	400 л	WWSP 400	UPS 25-60
WPL 120 AR	400 л	WWSP 400	UPS 25-80
WPL 150 AR	400 л	WWSP 400	UPS 32-60
WPL 190 AR	400 л	WWSP 400	UPS 32-60

### Рассольно-водяной тепловой насос внутренней установки

Тепловой насос	Объем	Обозначение заказа	Насос <sup>1)</sup>
WPS 50 I	300 л	WWSP 300	UPS 32-60
WPS 70 I / IK	300 л	WWSP 300	UPS 32-60
WPS 90 I / IK	300 л	WWSP 300	UPS 32-80
WPS 90 I / IK	400 л	WWSP 400	UPS 32-60
WPS 120 I / IK	400 л	WWSP 400	UPS 32-60
WPS 140 I / IK	400 л	WWSP 400	UPS 32-80
WPS 160 I	400 л	WWSP 400	UPS 32-80
WPS 210 I	500 л	WWSP 500	UPS 32-80
WPS 320 I	400 л	WWSP 400	UPS 32-80

### Водно-водяной тепловой насос для внутренней установки

Тепловой насос	Объем	Обозначение заказа	Насос <sup>1)</sup>
WPW 90 I	300 л	WWSP 300	UPS 32-60
WPW 140 I	400 л	WWSP 400	UPS 32-60
WPW 210 I	400 л	WWSP 400	UPS 32-80
WPW 270 I	500 л	WWSP 500	UPS 32-80
WPW 440 IP	500 л	WWSP 500	UPS 32-80

1) Производства компании Grundfoss или той же конструкции

Таблица указывает привязку насосов рециркуляции горячего водоснабжения и накопителей к отдельным тепловым насосам, для которых в 1-компрессорном режиме работы достижима температура горячего водоснабжения ок. 45 °С (максимальные температуры источников тепла: воздух: 25 °С, рассол: 10 °С, вода 10°С).

Максимальная температура горячего водоснабжения, достижимая при работе только теплового насоса, зависит от:

- отопительной (тепловой) мощности теплового насоса,
- поверхности теплообменника, установленного в накопителе, и
- объемного расхода в зависимости от гидравлического сопротивления и напора насоса рециркуляции.

**Указание:** Более высокие температуры достигаются за счет больших поверхностей теплообмена в накопителях, путем повышения объемного расхода или же путем направленного подогрева нагревательным элементом. (См. также диаграмму “Достижимые температуры накопителя” в главе “Горячее водоснабжение и вентиляция при помощи тепловых насосов”)

# Обзор ассортимента тепловых насосов

## Воздушно-водяные тепловые насосы Logafix для внутренней и наружной установки

Установка / цвет	внутренняя установка / синий						наружная установка / серый						
	WPL 60 I / IL	WPL 80 IR	WPL 120 IR	WPL 150 IR	WPL 190 IR	WPL 220 IR	WPL 80 AR	WPL 120 AR	WPL 150 AR	WPL 190 AR	WPL 220 AR		
Обозначение заказа													
Рабочие пределы температуры сетевая вода / воздух	°C												
Тепловая мощность / показатель выработки	при A-7/W35 <sup>1)</sup>	1-комп. кВт/-	5,8/2,7	7,1/2,9	9,8/2,6	7,0/2,5	8,9/2,6	9,9/2,4	7,1/2,9	9,8/2,6	7,0/2,5	8,9/2,6	9,9/2,4
	2-комп.	кВт/-				12,4/2,7	16,1/2,7	19,1/2,7			12,4/2,7	16,1/2,7	19,1/2,7
	при A+2/W35 <sup>1)</sup>	1-комп. кВт/-	7,5/3,3	8,8/3,2	12,2/3,2	9,3/3,1	10,9/3,0	12,8/3,0	8,8/3,2	12,2/3,2	9,3/3,1	10,9/3,0	12,8/3,0
	2-комп.	кВт/-				14,9/3,0	19,2/3,2	22,3/3,0			14,9/3,0	19,2/3,2	22,3/3,0
	при A+7/W35 <sup>1)</sup>	1-комп. кВт/-	9,3/3,9	11,3/3,8	15,4/3,7	9,8/3,2	13,1/3,4	14,2/3,1	11,3/3,8	15,4/3,7	9,8/3,2	13,1/3,4	14,2/3,1
	2-комп.	кВт/-				16,6/3,1	24,8/3,6	25,8/3,4			16,6/3,1	24,8/3,6	25,8/3,4
	при A+10/W35 <sup>1)</sup>	1-комп. кВт/-	9,8/4,1	12,2/4,1	16,1/3,8	10,3/3,3	14,1/3,5	14,7/3,1	12,2/4,1	16,1/3,8	10,3/3,3	14,1/3,5	14,7/3,1
	2-комп.	кВт/-				17,8/3,3	26,6/3,8	29,1/3,6			17,8/3,3	26,6/3,8	29,1/3,6
Потребляемая электрическая мощность	кВт		2,3	2,74	3,81	4,9	6,1	7,4	2,74	3,81	4,9	6,1	7,4
Хладагент R404A	кг		2	2,5	3,1	3,7	4,2	4	2,5	3,1	3,7	4,2	4,2
Расход воздуха (источник тепла)	м³/ч		2500	2500	4000	5500	8000	8000	2500	4000	5500	8000	8000
при внешнем статическом перепаде давлений	Па		20	25	25	25	25	25	—	—	—	—	—
Расход сетевой воды	м³/ч		0,8	1,0	1,4	1,8	2,3	2,3	1,0	1,4	1,8	2,3	2,3
при внутреннем перепаде давлений	мбар		27	30	45	65	59	59	30	45	65	59	59
Габариты <sup>2)</sup>	Ш × Г × В, см		75x65x190	75x85x136	75x85x157	85x75x157	75x100x171	75x100x171	136x85x136	155x85x157	155x85x157	168x100x171	168x100x171
Вес (вкл. упаковку)	кг		245	200	235	255	310	314	219	264	284	351	355
Присоединение возд. каналов (внутр. размер, мин)	Д × Ш, см		44x44	50x50	57x57	65x65	72,5x72,5	72,5x72,5	—	—	—	—	—

- 1) При этом, например, A+2/W35 означает: температура источника тепла +2 °C, и температура на выходе 35 °C  
 2) Учтите, что для присоединения труб, эксплуатации и технического обслуживания требуется дополнительное пространство.

## Рассольно-водяные тепловые насосы Logafix для внутренней установки

Цвет	металлический корпус, синий						кожух, зеленый			
	WPS 50 I <sup>5)</sup>	WPS 70 I <sup>5)</sup>	WPS 90 I <sup>5)</sup>	WPS 120 I <sup>5)</sup>	WPS 140 I <sup>5)</sup>	WPS 170 I <sup>5)</sup>	WPS 210 I <sup>5)</sup>	WPS 320 I	WPS 680 I	
Обозначение заказа										
Рабочие пределы температуры сетевая вода / рассол	°C									
Тепловая мощность / показатель выработки при В0/W35 <sup>1)</sup>	кВт/-	5,3/4,3	6,9/4,3	55/-	55/-	55/-	55/-	55/-	55/-	
	кВт/-			9,2/4,4	11,8/4,4	14,5/4,5	17,1/4,6	21,1/4,3	32,4/4,1 <sup>4)</sup> 17,6/4,4 <sup>3)</sup>	67,8/4,1 <sup>4)</sup> 37,2/4,4 <sup>3)</sup>
Потребляемая электрическая мощность при В0/W35	кВт/-	1,23	1,60	2,07	2,66	3,22	3,72	4,91	7,82 <sup>4)</sup>	16,34 <sup>4)</sup>
Хладагент R407A	кг	1,7	1,5	1,8	2,0	2,3	2,8	4,5	6,7	12,0
Расход рассола (источник тепла)	м³/ч	1,2	1,7	2,3	3,0	3,5	3,8	6,0	8,4	16
при внутреннем перепаде давлений	мбар	65	100	160	130	130	90	120	150	125
Расход сетевой воды	м³/ч	0,45	0,6	0,75	1,0	1,3	1,5	1,6	2,9	6
при внутреннем перепаде давлений	мбар	20	25	45	35	35	40	60	90	60
Габариты <sup>2)</sup>	Ш × Г × В, см	60x50x80	60x50x80	60x50x80	60x50x80	60x50x80	60x50x138	60x50x138	148x89x83	148x89x83
Вес (вкл. упаковку)	кг	131	133	134	145	157	165	215	299	450

- 1) По стандарту DIN 8900/EN 255. Эти данные характеризуют размеры и производительность установки.  
 При экономическом и энергетическом рассмотрении следует учитывать гидравлическую схему включения и регулирование.  
 При этом, например, В0/W35 означает: температура источника тепла 0 °C, и температура сетевой воды 35 °C  
 2) Учтите, что для присоединения труб, эксплуатации и технического обслуживания требуется дополнительное пространство.  
 3) Работа с одним компрессором..  
 4) Работа с двумя компрессорами..  
 5) Серийно встраивается устройство управления тепловым насосом

## Водно-водяные тепловые насосы Logafix для внутренней установки

Цвет	металлический корпус, синий				кожух, зеленый			
	WPW 90 I <sup>5)</sup>	WPW 140 I <sup>5)</sup>	WPW 210 I <sup>5)</sup>	WPW 270 I <sup>5)</sup>	WPW 440 IP	WPW 920 IP		
Обозначение заказа								
Рабочие пределы температуры сетевая/холодная вода	°C							
Тепловая мощность / показатель выработки при W10/W35 <sup>1)</sup>	кВт/-		8,3/5,1	13,6/5,2	21,5/5,5	26,4/5,1	44,4/5,7 <sup>4)</sup> 23,4/5,9 <sup>3)</sup>	91,2/5,4 <sup>4)</sup> 49,8/5,9 <sup>3)</sup>
Потребляемая электрическая мощность при W10/W35	кВт		1,62	2,64	3,93	5,25	7,81	16,97
Хладагент R407A	кг		1,7	1,6	3,2	4,5	6,7	15,0
Расход холодной воды (источник тепла)	м³/ч		2,0	3,3	5,0	7,0	9,5	20
при внутреннем перепаде давлений	мбар		62	190	200	160	175	190
Расход сетевой воды	м³/ч		0,75	1,3	2,0	2,4	3,6	8
при внутреннем перепаде давлений	мбар		70	70	80	125	140	130
Габариты <sup>2)</sup>	Ш × Г × В, см		60x50x138	60x50x138	60x50x138	60x50x138	148x89x83	148x89x83
Вес (вкл. упаковку)	кг		147	151	173	221	309	460

- 1) По стандарту DIN 8900/EN 255. Эти данные характеризуют размеры и производительность установки.  
 При экономическом и энергетическом рассмотрении следует учитывать гидравлическую схему включения и регулирование.  
 При этом, например, W10/W35 означает: температура источника тепла 10 °C, и температура сетевой воды 35 °C  
 2) Учтите, что для присоединения труб, эксплуатации и технического обслуживания требуется дополнительное пространство.  
 3) Работа с одним компрессором..  
 4) Работа с двумя компрессорами..  
 5) Серийно встраивается устройство управления тепловым насосом

От компании Buderus Вы получаете из одних рук полную программу высококачественной отопительной техники. И во всех вопросах мы всегда поможем Вам словом и делом. Получите информацию в одном из наших филиалов, или в сервис-центре или же в Internet на нашем сайте [www.bosch-buderus.ru](http://www.bosch-buderus.ru)

Город	Отделение	Улица	Телефон	Факс	Компетентный сервис-центр
01458 Ottendorf-Okrilla	Dresden	Jakobsdorfer Str. 4-6	(035205) 55-0	(035205) 55-1 11/2 22	Leipzig
04420 Markranstädt	Leipzig	Handelsstr. 22	(0341) 9 45 13-00	(0341) 9 42 00 62/89	Leipzig
08058 Zwickau	Zwickau	Berthelsdorferstr. 12	(0375) 44 10-0	(0375) 47 59 96	Leipzig
15831 Mahlow	Berlin	Am Lückefeld 26-32	(030) 7 54 88-0	(030) 7 54 88-160/170	Berlin
12103 Berlin-Tempelhof	■ Центр доставки:	Bessemmerstr. 24 u. 26	(030) 7 54 89-5 23	(030) 7 53 89 91	
12681 Berlin-Marzahn	■ Центр доставки:	Coswiger Str. 8a*	(030) 54 98 27-29+30	(030) 54 98 27 31	
16727 Velten	Velten	Berliner Str. 1	(03304) 3 77-0	(03304) 3 77-1 99	Berlin
17034 Neubrandenburg	Neubrandenburg	Feldmark 9	(0395) 45 34-0	(0395) 4 22 87 32	Berlin
18182 Bentwisch	Rostock	Hansestr. 5	(0381) 6 09 69-0	(0381) 6 86 51 70	Berlin
19075 Pampow	Schwerin	Fährweg 10	(03865) 78 03-0	(03865) 32 62	Hamburg
21035 Hamburg	Hamburg	Wilhelm-Iwan-Ring 15	(040) 7 34 17-0	(040) 7 34 17-2 67/2 31/2 62	Hamburg
22848 Norderstedt	■ Поставочный склад	Gutenbergring 53	(040) 50 09 14 17	(040) 50 09 - 14 80	
24145 Kiel-Wellsee	Kiel	Edisonstr. 29	(0431) 6 96 95-0	(0431) 6 96 95-95	Hamburg
28816 Stuhr	Bremen	Lise-Meitner-Str. 1	(0421) 89 91-0	(0421) 89 91-2 35/2 70	Hamburg
30916 Isernhagen	Hannover	Stahlstr. 1	(0511) 77 03-0	(0511) 77 03-2 42/2 59	Hannover
33719 Bielefeld	Bielefeld	Oldermanns Hof 4	(0521) 20 94-0	(0521) 20 94-2 28/2 26	Hannover
35394 Gießen	Gießen	Rödgener Str. 47	(0641) 4 04-0	(0641) 4 04-2 21/2 22	Gießen
38644 Goslar	Goslar	Magdeburger Kamp 7	(05321) 5 50-0	(05321) 5 50-1 14/1 39	Hannover
39116 Magdeburg	Magdeburg	Sudenburger Wuhne 63	(0391) 60 86-0	(0391) 60 86-2 15	Berlin
40231 Düsseldorf	Düsseldorf	Höher Weg 268	(0211) 7 38 37-0	(0211) 7 38 37-21	Dortmund
44319 Dortmund	Dortmund	Zeche-Norm-Str. 28	(0231) 92 72-0	(0231) 92 72-2 80	Dortmund
45307 Essen	Essen	Eckenbergstr. 8	(0201) 5 61-0	(0201) 56 1-2 79	Dortmund
46485 Wesel	Wesel	Am Schornacker 119	(0281) 9 52 51-0	(0281) 9 52 51-20	Dortmund
48159 Münster	Münster	Haus Uhlenkotten 10	(0251) 7 80 06-0	(0251) 7 80 06-2 21/2 31	Dortmund
49078 Osnabrück	Osnabrück	Am Schürholz 4	(0541) 94 61-0	(0541) 94 61-2 22	Hannover
50858 Köln	Köln	Toyota-Allee 97	(02234) 92 01-0	(02234) 92 01-2 37/1 13	Dortmund
52080 Aachen	Aachen	Hergelsbendenstr. 30	(0241) 9 68 24-0	(0241) 9 68 24-99	Dortmund
54343 Föhren	Trier	Europa-Allee	(06502) 9 34-0	(06502) 9 34-2 22	Trier
55129 Mainz	Mainz	Carl-Zeiss-Str. 16	(06131) 92 25-0	(06131) 92 25-92	Trier
56220 Bassenheim	Koblenz	Am Gülsler Weg 15-17	(02625) 9 31-0	(02625) 9 31-2 24	Gießen
59872 Meschede	Meschede	Zum Rohland 1	(0291) 54 91-0	(0291) 66 98	Gießen
63110 Rodgau	Frankfurt	Hermann-Staudinger-Str. 2	(06106) 8 43-0	(06106) 8 43-2 03/2 63	Gießen
66130 Saarbrücken	Saarbrücken	Kurt-Schumacher-Str. 38	(0681) 8 83 38-0	(0681) 8 83 38-33	Trier
67663 Kaiserslautern	Kaiserslautern	Opelkreisel 24	(0631) 35 47-0	(0631) 35 47-1 07	Trier
68519 Viernheim	Viernheim	Erich-Kästner-Allee 1	(06204) 91 90-0	(06204) 91 90-2 21	Trier
73730 Esslingen	Esslingen	Wolf-Hirth-Str.	(0711) 93 14-5	(0711) 93 14-6 69/6 49/6 29	Esslingen
74078 Heilbronn	Heilbronn	Pfaffenstr. 55	(07131) 91 92-0	(07131) 91 92-2 11	Esslingen
76185 Karlsruhe	Karlsruhe	Hardeckstr. 1	(0721) 9 50 85-0	(0721) 9 50 85-33	Esslingen
78652 Deißlingen	Villingen-Schwenningen	Baarstr. 23	(07420) 9 22-0	(07420) 9 22-2 22	Esslingen
79108 Freiburg	Freiburg	Stübeweg 47	(0761) 5 10 05-0	(0761) 5 10 05-45/47	Esslingen
81379 München	München	Boschetsrieder Str. 80	(089) 7 80 01-0	(089) 7 80 01-2 58/2 71	München
83278 Traunstein/Haslach	Traunstein	Falkensteinstr. 6	(0861) 20 91-0	(0861) 20 91-2 22	München
85098 Großmehring	Ingolstadt	Max-Planck-Str. 1	(08456) 9 14-0	(08456) 9 14-2 22	München
86156 Augsburg	Augsburg	Werner-Heisenberg-Str. 1	(0821) 4 44 81-0	(0821) 4 44 81-50	München
87437 Kempten	Kempten	Heisinger Str. 21	(0831) 5 75 26-0	(0831) 5 75 26-50	München
88069 Tett nang	Ravensburg	Dr. Klein-Str. 17-21	(07542) 5 50-0	(07542) 5 50-2 22	Esslingen
89231 Neu-Ulm	Neu-Ulm	Böttgerstr. 6	(0731) 7 07 90-0	(0731) 7 07 90-92	München
90425 Nürnberg	Nürnberg	Kilianstr. 112	(0911) 36 02-0	(0911) 36 02-2 74	Nürnberg
93092 Barbing	Regensburg	Von-Miller-Str. 16	(09401) 8 88-0	(09401) 8 88-92	Nürnberg
95326 Kulmbach	Kulmbach	Aufeld 2	(09221) 9 43-0	(09221) 9 43-2 92	Nürnberg
97228 Rottendorf	Würzburg	Edekastr. 8	(09302) 9 04-0	(09302) 9 04-1 11	Nürnberg
99195 Erfurt-Mittelhausen	Erfurt	Erfurter Str. 57a	(0361) 7 79 50-0	(0361) 73 54 45	Leipzig

\* Промышленная выставка по адресу am Springpfuhl, здание 9, подъезд Beilsteiner Str. 112-118

#### Сервис-центры

<b>Berlin:</b> тел. (0180) 3 22 34 00 факс (030) 75 48 82 02	<b>Esslingen:</b> тел. (0180) 3 67 14 04 факс (0711) 9 31 47 16	<b>Hamburg:</b> тел. (0180) 3 67 14 00 факс (040) 73 41 73 20	<b>Leipzig:</b> тел. (0180) 3 67 14 06 факс (0341) 9 45 14 22	<b>Nürnberg:</b> тел. (0180) 3 67 14 03 факс (0911) 3 60 22 31
<b>Dortmund:</b> тел. (0180) 3 67 14 04 факс (0231) 9 27 22 88	<b>Gießen:</b> тел. (0180) 3 22 34 34 факс (06441) 4 18 27 97	<b>Hannover:</b> тел. (0180) 3 67 14 01 факс (0511) 7 70 31 03	<b>München:</b> тел. (0180) 3 22 34 01 факс (089) 78 00 14 30	<b>Trier:</b> тел. (0180) 3 67 14 05 факс (06502) 93 44 20

**BBT Thermotechnik GmbH**

**Buderus Deutschland**

**35573 Wetzlar**

телефон: (06441) 4 18 - 0

[www.heiztechnik.buderus.de](http://www.heiztechnik.buderus.de)

[info@heiztechnik.buderus.de](mailto:info@heiztechnik.buderus.de)

# Buderus