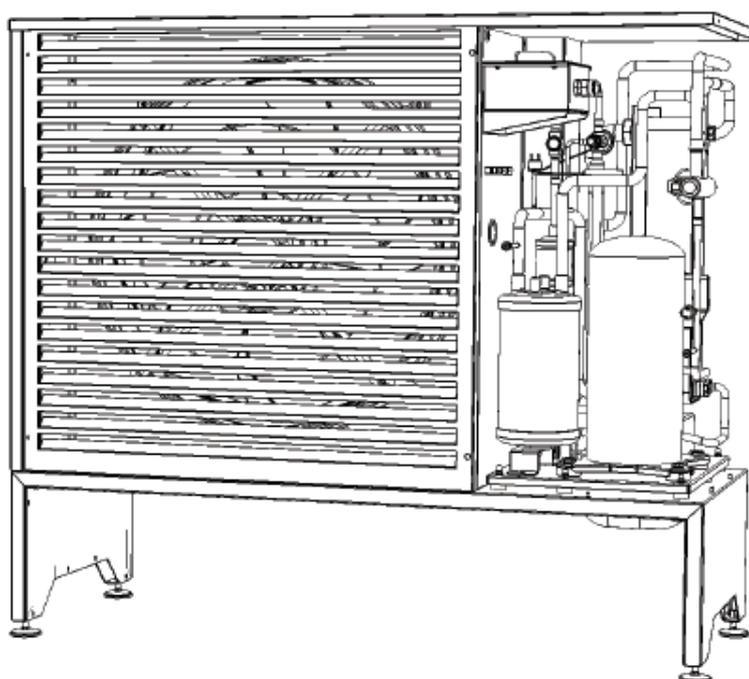


# Проектирование и реализация системы отопления с тепловым насосом HOTJET



**Подготовили:**

ing. Richard Köhler

ing. Ondřej Bártek

ing. Michal Ševčík

версия 2012/0.99 RU

<b>1. Эксплуатация теплового насоса.....</b>	<b>5</b>
1.1. Принцип работы теплового насоса.....	5
1.2. Экономия с помощью теплового насоса.....	6
1.3. Отопительный фактор.....	7
1.4. Экономичная эксплуатация теплового насоса.....	8
1.5. Когда использовать энергию теплового насоса.....	9
1.6. Какую систему теплового насоса выбрать?.....	10
1.6.1. Почему выбрать тепловой насос типа земля-вода?.....	10
1.6.2. Почему выбрать тепловой насос воздух-вода?.....	11
1.7. Что сделать в первую очередь при покупке теплового насоса?.....	11
<b>2. Привязка к объекту и принятие окончательного решения о выборе теплового насоса.....</b>	<b>12</b>
2.1. Точка бивалентности и ее определения.....	12
2.2. Комбинация с другим источником тепла.....	13
2.3. Способ эксплуатации теплового насоса.....	14
2.3.1. Моновалентная эксплуатация.....	14
2.3.2. Моноэнергетическая эксплуатация.....	14
2.3.3. Альтернативная бивалентная эксплуатация.....	14
2.3.4. Параллельная бивалентная эксплуатация.....	15
2.3.5. Частично бивалентная эксплуатация.....	15
2.4. Расчет потребления тепла.....	16
2.5. Выбор источника тепла.....	16
2.6. Определение необходимой температуры отапливаемой воды.....	17
2.6.1. Расчет потребления тепла в различных помещениях.....	17
2.6.2. Экспериментальное определение необходимого уровня температуры в отопительном сезоне.....	17
2.7. Меры для энергетически выгодной эксплуатации ТН.....	19
2.8. Повышение производительности теплового насоса.....	19
2.8.1. Перебои с подачей электричества (переключение тарифов электроэнергии).....	19
2.8.2. Обогрев ГВС.....	20
2.8.3. Рециркуляция тепловой воды.....	21
2.9. Подогрев воды в бассейне.....	21
2.9.1. Наружный бассейн.....	22
2.9.2. Внутренний бассейн.....	22
2.9.3. Подогрев воды в бассейне.....	22
<b>3. Расчет первичных источников тепловых насосов земля-вода, вода-вода.....</b>	<b>23</b>
3.1. 3.1 Что такое геотермическая энергия?.....	23
3.2. Способы использования энергии.....	23
3.3. Земляные горизонтальные коллекторы.....	23
3.3.1. Проведение земляного коллектора.....	24
3.4. Вертикальные коллекторы.....	30
3.4.1. Подготовка и инсталляция вертикального коллектора.....	30
3.5. Средние значения величины горизонтальных и вертикальных коллекторов для тепловых насосов.....	30
3.6. Пример расчета первичного источника земля-вода.....	31
3.6.1. Расчет необходимой длины земляных коллекторов.....	32
3.6.2. Расчет необходимой глубины скважин.....	32
3.7. Расчеты источника тепла для тепловых насосов вода-вода.....	34
3.7.1. Подготовка инсталляции.....	34
3.7.2. Проба отбора воды.....	34
3.7.3. Качество воды.....	35
3.7.4. Нечистоты в воде, фильтры.....	36
3.7.5. Принятие мер в случае неподходящего состава воды, низкой температуры или протока.....	36
3.8. Активное/пассивное охлаждение.....	36
3.9. Подключение теплового насоса земля-вода к первичному контуру.....	37
3.9.1. Потери давления в первичном контуре и спад температуры.....	37
3.9.2. Подключение отвода теплового насоса к первичному контуру.....	38
3.9.3. Редукция количества ветвей (Y-деталь).....	38
3.9.4. Распределители / сборники.....	42
3.9.5. Сборный колодец.....	42
3.9.6. Соединение первичного контура.....	43
3.9.7. Регулирование протока.....	44
3.9.8. Магистральная линия.....	44
3.9.9. Изоляция первичного контура.....	45
3.9.10. Незамерзающие смеси/теплоносные смеси для первичного контура.....	45
3.9.11. Стандартная конструкция отвода.....	45
3.9.12. Компактная прокладка прохождения стены.....	47
3.9.13. Страховочный вентиль, проточный выключатель, расширительный бак, наполняющая арматура.....	48
3.9.14. Заполнение первичного контура.....	48
<b>4. Воздушные тепловые насосы.....</b>	<b>49</b>
4.1. Подходящее место и его подготовка.....	49
4.1.1. Нагрузка здания.....	50
4.1.2. Размещение на фасад.....	50
4.1.3. Размещение на крышу.....	50
4.2. Позиция, вращение у компактного блока или испарителя сплита.....	50
4.3. Тепловые насосы воздух-вода для внутренней инсталляции.....	51
4.4. Отвод конденсата из тепловых насосов воздух-вода.....	53
<b>5. Шум теплового насоса.....</b>	<b>54</b>
5.1. Правила размещения системы.....	55
5.2. Распространение шума - отражения, добавления ресурсов, накладки.....	55
5.3. Расчет шума на определенном расстоянии.....	56
5.4. Приглушение шума с помощью преграды.....	56
5.5. Приглушение шума с помощью расположения системы.....	57
5.6. Суммарный шум.....	57
5.7. Подсчет источников шума.....	57
5.8. Нормы — границы дневных и ночных значений.....	57
5.9. Минимизация возникновения шума в процессе эксплуатации.....	58
5.9.1. Выбор места установки уличного блока.....	58
5.9.2. Выбор размещения внутреннего блока.....	58
<b>6. Проектирование отопительных систем и гидравлическая интеграция.....</b>	<b>59</b>
6.1. Отопительная система.....	59
6.1.1. Система отопления «теплый пол» и «стенное» отопление и охлаждение.....	59
6.1.2. Фанкойлы.....	59
6.1.3. Радиаторные системы.....	60
6.1.4. Стандартные спады температуры в тепловом насосе.....	61
6.1.5. Максимальное рабочее давление гидравлического контура теплового насоса.....	61
6.2. Отопительные контуры.....	61
6.2.1. Прямое подключение теплового насоса на отопительную систему.....	61
6.2.2. Прямое подключение 3 контуров на тепловой насос.....	62

6.2.3. Комбинация смешивающих и насосных контуров.....	62
6.2.4. Предохранительная.....	63
6.2.5. Гидравлическое замыкание.....	65
<b>6.3. Выравнивающий накопитель (АКУ).....</b>	<b>66</b>
6.3.1. Выгоды установки выравнивающего накопителя.....	66
6.3.2. Где необходим выравнивающий накопитель.....	66
6.3.3. Правило объема воды в отопительной системе.....	66
6.3.4. Несоблюдение объемов воды в системе «теплый пол».....	67
6.3.5. Выравнивающий бак в форме байпаса.....	67
<b>6.4. Дополнительный источник тепла.....</b>	<b>68</b>
6.4.1. Дополнительный источник может быть:.....	68
<b>6.5. Интеграция дополнительных источников.....</b>	<b>69</b>
6.5.1. Трубчатый, внутренний интегрированный электродкотел, электровкладки и баки.....	69
6.5.2. Электродкотел как дополнение к тепловому насосу.....	70
6.5.3. Котел на твердое топливо, каминная вкладка.....	71
<b>6.6. Подогрев ГВС (или ГВ).....</b>	<b>73</b>
6.6.1. Приоритеты подогрева ГВС.....	73
6.6.2. Гидравлические подключения обогрева и варианты решений.....	73
6.6.3. Контур ГВС с собственным циркуляционным насосом или с трехходовым вентилем.....	74
6.6.4. Проточный обогрев пластинчатым теплообменником в накопителе тепла.....	75
6.6.5. Непрямой обогрев с внешним теплообменником.....	77
6.6.6. Непрямой обогрев внешним пластинчатым теплообменником.....	78
6.6.7. Обогрев ГВС в комбинированном накопителе.....	80
6.6.8. Интеграция обогрева ГВС.....	80
6.6.9. Черпание тепла из выравнивающего накопителя в ГВС.....	83
6.6.10. Электрическое догревание ГВС.....	83
6.6.11. Принудительный обогрев ГВС (обогрев по запросу).....	84
<b>6.7. Соляная система.....</b>	<b>85</b>
6.7.1. Соляной обогрев ГВС.....	85
6.7.2. Поддержка отопления соляной системой.....	87
6.7.3. Предварительный обогрев обратки теплового насоса соляной системой.....	87
<b>6.8. Подогрев воды в бассейне.....</b>	<b>88</b>
6.8.1. Пластинчатый теплообменник бассейна.....	88
6.8.2. Интеграция обогрева бассейна за выравнивающий накопитель.....	89
6.8.3. Интеграция обогрева бассейна перед выравнивающим накопителем.....	89
<b>6.9. Охлаждение активное и пассивное.....</b>	<b>90</b>
6.9.1. Охлаждающие фанкойлы.....	90
6.9.2. Охлаждение конвекторами системы «теплый пол».....	90
6.9.3. Охлаждение системой «теплый пол» («стенное» отопление).....	90
6.9.4. Охлаждение радиаторами.....	91
6.9.5. Распределение холода.....	91
6.9.6. Комбинация охлаждения и отопления.....	91
<b>7. Нежелательные подключения и распространенные ошибки.....</b>	<b>92</b>
7.1. Интеграция внешнего котла за АКУ бак.....	92
7.2. Неподходящие распределители системы «теплый пол».....	92
7.3. Неподходящие подключения комбинированного накопителя.....	93
7.4. Остальные проблемы и ошибки.....	93



Фирма Hotjet - чешский производитель тепловых насосов, широко известный на европейском рынке.

Что Вы приобретаете, покупая тепловой насос Hotjet:

- Европейское качество по низкой цене, ориентированной на рынок восточной европы;
- Техническую поддержку и опыт с несколькими тысячами аппликаций;
- Сертифицированный, экономичный тепловой насос с гарантией 5 лет;
- Гарантия 5 лет на компрессор;
- Эксклюзивный дизайн внешнего компактного блока и сплит-блока;
- Возможность управления системой через internet или мобильный телефон;
- Высококачественная система регулирования Siemens

Первичная инвестиция в тепловой насос достаточно высока, поэтому рекомендуем вначале провести экономический анализ расходов на инсталляцию, анализ окупаемости и экономичности.

# 1. Эксплуатация теплового насоса

Тепловой насос является современным источником энергии для отопления или охлаждения.

Плюсы в работе теплового насоса:

- безопасный источник тепла;
- экономичный источник тепла;
- экологический источник тепла без локальных продуктов переработки;
- источник тепла, не требующий регулярного обслуживания;
- наивысший комфорт (функция охлаждения);
- другие выгоды, благодаря современной системе регулирования, в каждом тепловом насосе

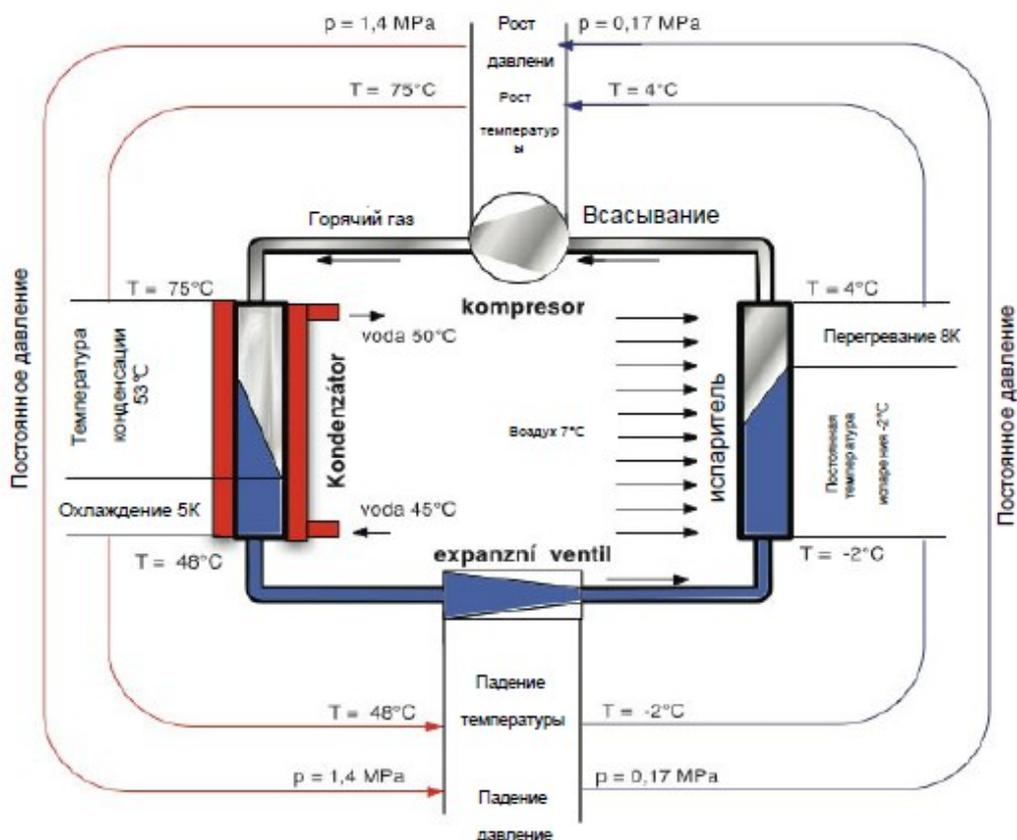
## 1.1. Принцип работы теплового насоса

Принцип работы теплового насоса был описан уже в XIX столетии английским физиком - Лордом Кельвином. Несмотря на то, что в основе лежит охлаждающее оборудование (принцип работы тот же, что при работе холодильника), система работает на отопление. В земле, в воде и в воздухе находится огромное количество энергии, но при этом его достаточно невысокая средняя температура не позволяет прямо использовать природное тепло при отоплении помещений или подогреве воды. Для того, чтобы использовать природное (низкопотенциальное) тепло, мы должны его переработать и приумножить.

Практически получается так, что материю (землю, воздух или воду) мы охлаждаем на несколько градусов — отбираем тепло, а эту энергию используем для подогрева иной материи (вода в бассейне, ГВС, вода для отопления) на несколько градусов °С. Например, охлаждаем землю на определенной площади возле дома с 10 °С на 5 °С, а тепловой насос обеспечивает подогрев отопительной воды с 40 °С на 45 °С. Солнце, совместно с энергией, аккумулированной в земле вблизи участка обеспечит восполнение энергии, отобранной из земли в короткие сроки.

Тепловой насос работает на принципе закрытого охлаждающего контура подобно холодильнику. Тепло на одной стороне забирается а на другой отдается. Холодильник отбирает тепло внутри и отдает его с помощью конденсатора на своей задней внешней стороне. Желаемый эффект в данном случае — снижение температуры внутри холодильника. Незначительный обогрев помещения, в котором находится оборудование — неизбежное следствие. Тепловой насос вместо продуктов, которые находятся в холодильнике, охлаждает наружный воздух, землю или подземную воду. Тепло, отобранное таким способом, передается в отопительную систему. Желаемый эффект в этом случае — повышение температуры.

Основой теплового насоса является охлаждающий контур с компрессором, работающим на электроэнергии. Другими важными элементами являются два теплообменника (испаритель и конденсатор) и расширительный клапан. Тепловой насос отбирает из окружающей среды (воздух, вода, земля) через первый теплообменник (испаритель) низкопотенциальное тепло, с помощью которого материя в охлаждающем контуре прогревается (переходит из жидкого состояния в газообразное). В тот момент материя, из которой забирается энергия — охлаждается. Подогретая материя далее доходит до компрессора, где происходит ее всасывание и сжатие (по мере возрастания давления растёт и температура материи), в результате материя прогревается на высшую температуру. Потом она передает на конденсатор свой потенциал в отопительном контуре (переходит из газообразного состояния в состояние жидкости). Для достижения максимальной мощности теплового насоса необходимо, чтобы материя, которая возвращается обратно контуром из испарителя, имела наименьшую температуру. Для этого в состав контура входит расширительный клапан, с помощью которого материя вернет начальное низкое давление (охладится) и процесс повторится.



## 1.2. Экономия с помощью теплового насоса

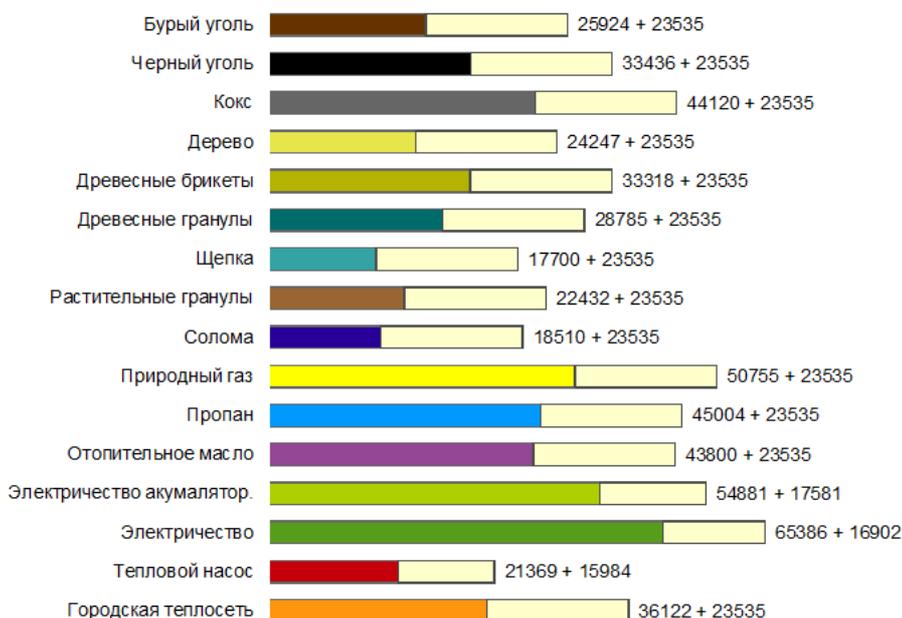
Правильно спроектированный и установленный тепловой насос достигнет более значительных экономических показателей в сравнении с другими источниками тепла. Уровень экономичности различен в зависимости от типа отопительной системы, способа эксплуатации, а также цены за kW тепла из эксплуатируемого источника.

### Примерное разделение потребления энергии в хозяйствах Чешской Республики

наименование		разделение	всего
отопление		58,00%	Потребление тепла 82%
Подогрев воды (ГВС, отопление)		24,00%	
остальные	Охлаждение, заморозка	8,00%	Потребление электричества 18%
	Стирка, глажение	3,50%	
	Приготовление еды	3,20%	
	Освещение помещения	2,60%	
	Остальные потребители	1,20%	

Как видно из таблицы, на отопление и подогрев ГВС приходится 82% потребления энергии в доме. Экономичность именно этих потребителей энергии способна привести к значительному сокращению затрат на энергию в доме.

**Сравнение потребления дома с 8kW затрат на отопление + 4500kW/час, остальные потребители электрической энергии**



\*Цены в диаграмме указаны в чешских кронах

### 1.3. Отопительный фактор

Для сравнения эффективности эксплуатации отдельных видов тепловых насосов служит так называемый отопительный фактор. Отопительный фактор является определенной единицей, которая показывает эффективность работы разных систем, производящих тепло, в процессе эксплуатации. В большей части значение отопительного фактора варьируется в области 2,5-4. Чем значение больше, тем эксплуатация теплового насоса эффективнее. Математический отопительный фактор показывает соотношение полученной отопительной энергии и затраченной электроэнергии. Значение 3, например, показывает, что потребляя 1 kW/час электрической энергии получим 3 kW/час энергии для отопления помещения. Моментальное значение отопительного фактора неустанно меняется в зависимости от условий эксплуатации, и поэтому для общей оценки используется так называемый годовой отопительный фактор (SPF = seasonal performance factor).

Отопительный фактор растет, когда:

- в данный период достаточно высока температура используемого низкопотенциального источника тепла. С этой стороны самым выгодным источником является подземная вода (геотермальные источники)
- как можно более низкая температура теплоносителя (отопительной воды или воздуха) в отопительной системе. Идеальным вариантом для системы с тепловым насосом будет «теплый пол» или отопительные элементы, имеющие большую площадь и как можно меньшую температуру несущей тепло материи.
- идеальны физические и химические свойства хладагента
- хорошая конструкторская разработка теплового насоса

Отопительный фактор тепловых насосов Hotjet указан в технической документации. Для сравнения отопительных факторов тепловых насосов от разных производителей необходимо учитывать, чтобы были одинаковые условия эксплуатации, при которых данный отопительный фактор достигается. У показателя отопительного фактора, указанного в технической документации, должны быть следующие характеристики, его определяющие:

- температура источника
- температура отопительной воды
- отопительная мощность
- потребляемая мощность

Отопительный фактор чаще всего обозначают греческой буквой ε (epsilon), или сокращенно COP (Coefficient of Performance), по-русски КПД (коэффициент полезного действия).

**Важно:** отопительный фактор имеет прямую зависимость от условий эксплуатации теплового насоса.

**Сравнение мощности тепловых насосов по EN 14511**

воздух/вода [°C]	земля/вода [°C]	вода/вода [°C]
A7/W35	B0/W35	W10/W35
A2/W35	B0/W45	W10/W45
A7/W45	B5/W45	W15/W45

Пример: A7/W35 показывает:

- Первое значение означает температуру воздуха (источника) 7°C
- Второе значение означает температуру выхода из теплового насоса в отопительную систему

Расшифровка английских сокращений:

**A** ... Air = воздух

**W** ... Water = вода

**B** ... Brine = рассол (обычно: незамерзающая смесь)

### 1.4. Экономичная эксплуатация теплового насоса

Отопительный фактор теплового насоса отражает его экономичность. Чем выше показатель — тем эксплуатация экономичнее.

**Эмпирическое правило: снижение температуры отопительной воды на 1°C повышает отопительный фактор на 2,5%**

**Пример:**

Два объекта имеют одинаковое тепловую потерю.

Первый объект отапливается тепловым насосом с применением системы «теплый пол» с 30 на 35 °C и потребляет 2,2kWчас.

Второй объект отапливается тепловым насосом с применением радиаторного отопления с 50 на 55°C. Его потребление при одинаковых поступлениях тепла возрастет на  $100\% + (55-35) \cdot 2,5\% = 100\% + (20^\circ\text{C} \cdot 2,5\%) = 150\%$ . Абсолютное потребление будет  $2,2 \cdot 150\% = 3,3\text{kW}\text{час}$ .

Температура воды [°C]	30	35	40	45	50	55	60
	<b>Потребление компрессора [kW*час]</b>						
<b>Наружная температура -5°C</b>	2,1	2,3	2,6	2,9	3,3	3,7	4,1
<b>Наружная температура +7°C</b>	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4

Данные на маркировке теплового насоса показывают, например: A7/W35 2,3кВтчас (для примера в таблице). Фактическое значение отличается в зависимости от условий эксплуатации, в которые, например, включается температура первичного контура (всасываемого воздуха, отвода незамерзающей смеси из горизонтального коллектора), влажность всасываемого воздуха, колебания температуры на конденсаторе и испарителе...

Из написанного выше можно сделать вывод, что основное влияние на экономичность эксплуатации теплового насоса будет иметь максимально возможное снижение температуры отопительной воды в системе отопления.

**Принятие мер для минимизации температуры отопительной воды:**

- использование низкотемпературной отопительной системы (система «теплый пол», фанкойлы, адаптированные под низкую температуру радиаторы)
- постоянное использование и грамотная настройка всех функций эквитермальной системы регуляции в тепловом насосе
- максимальное увеличение отопительного сезона (то, что помещение будет отапливаться большее количество времени не значит, что система будет иметь большее потребление энергии)
- увеличение мощности радиаторов в низкотемпературном режиме повышением протока воды

Если часть радиаторов, работающих в низкотемпературном режиме, холодная (падение температуры очень ощутимо) — необходимо повысить циркуляцию воды в системе.

Пример неправильно использованного радиатора в системе с тепловым насосом (часть радиатора на левом рисунке холодная):



## 1.5. Когда использовать энергию теплового насоса

Для эксплуатации теплового насоса идеальным решением будет низкотемпературная система отопления, потому что тепловой насос может обогревать отопительную воду в большинстве случаев максимум на 50-65°C. HOTJET способен производить тепловые насосы с максимальной температурой на выходе +75°C.

С возрастающей температурой отопительной воды прежде всего падает КПД и тем самым возрастают расходы на эксплуатацию. Стандартное проектирование систем отопления с радиаторами в настоящее время 75/65°C. Если энергию теплового насоса использовать в системе радиаторного отопления, необходимо уже на стадии изготовления проекта учитывать то, что температура отопительной воды в радиаторах будет в пределах 55/45°C. Для снижения температуры отопительной воды необходимо использовать радиаторы большего размера, в следствии чего возрастают расходы на приобретение составляющих отопительной системы. Выбор температуры отопительной воды обычно всегда - компромисс, к которому должен прийти опытный проектировщик в оглядкой на много факторов.

Более подходящей для отопления энергией теплового насоса является система «теплый пол» или стенное отопление, где стандартно используют более низкие температуры для обогрева помещения (35-45°C).

Опыт установки тепловых насосов при генеральной реконструкции в отапливаемых объектах часто показывает, что наилучшим вариантом будет оставить старые отопительные элементы (например, те же радиаторы, но адаптированные под систему с тепловым насосом). При изначальном проектировании объекта отопительные элементы были предложены с учетом существенных потерь тепла, чем тех, которые будут после реконструкции. После снижения потерь тепла с помощью общего затепления объекта можно уже использовать гораздо более низкую температуру отопительной воды в системе отопления тепловым насосом, и в то же время сэкономить на новых обогревательных элементах. При установке новых отопительных элементов необходим грамотный расчет проектировщика, который должен рассчитать уместность установки разных вариантов отопительных элементов.

## 1.6. Какую систему теплового насоса выбрать?

В зависимости от вида первичного источника тепла тепловые насосы делятся на:

- **воздух-вода**, который отбирает тепло из воздуха
- **земля-вода** с земляным коллектором или скважиной, который отбирает тепло из земли. Этот тип теплового насоса характеризует закрытый контур с незамерзающей смесью
- **вода-вода**, где первичным источником является вода из колодца, вода из производства и т.д. Водный контур является открытым, вода после прохода через тепловой насос выпускается (в другую скважину)

### 1.6.1. Почему выбрать тепловой насос типа земля-вода?

Тепловые насосы земля-вода также как и вода-вода работают круглый год с высоким КПД и достигают наивысших показателей экономичности. Учитывая то, что более всего энергии на отопление объекта потребляется в зимние месяцы, необходимо принимать во внимание разницу в КПД между тепловыми насосами которые черпают энергию из земли (воды) и тепловыми насосами, которые черпают энергию из воздуха. Еще одним преимуществом системы земля-вода является их более низкая шумность в процессе работы и больший срок эксплуатации, благодаря тому что первичный контур у земляного теплового насоса работает со стабильной температурой на входе. Тепловой насос земля-вода способен топить зимой и охлаждать летом. Для теплового насоса земля-вода чаще всего как первичный источник тепла выбираются вертикальные или горизонтальные коллекторы.

#### Выгоды вертикального коллектора:

- + высокий отопительный фактор (экономия на затратах на отопление)
- + максимально стабильная мощность, не оказывают влияние погодные условия в такой степени как у тепловых насосов воздух-вода
- + нет аэродинамического шума протекающего через систему воздуха (в целом меньшая шумность)
- + больший срок эксплуатации компрессора
- + функция недорогого пассивного охлаждения

#### Недостатки вертикального коллектора:

- высшие затраты на установку
- необходимость подготовки первичного источника энергии
- более сложное административное сопровождение

#### Выгоды горизонтального коллектора:

- + практически сопоставима со стоимостью теплового насоса воздух-вода
- + высокий отопительный фактор (экономия затрат на отопление)
- + больший срок эксплуатации компрессора
- + более низкий уровень шума
- + стабильный источник тепла
- + быстрая инсталляция без сложного административного сопровождения

#### Недостатки горизонтального коллектора:

- необходим большой участок земли
- необходимость проведения земляных работ
- невозможность последующего строительства на месте инсталляции

## 1.6.2. Почему выбрать тепловой насос воздух-вода?

---

Тепловой насос воздух-вода, как видно из названия, использует воздух как первичный источник тепла.

### Выгоды:

- + легкая установка
- + доступность источника тепла (воздух везде вокруг нас)
- + низкие начальные инвестиции

### Невыгоды:

- при морозах необходим источник дополнительной энергии (при хорошей настройке включается моментально)
- низкий отопительный фактор
- шум от прохождения воздуха через систему и от вентилятора
- внешняя установка или воздуховоды с отверстиями в фасаде для подвода и отвода воздуха

## 1.7. Что сделать в первую очередь при покупке теплового насоса?

Если Вы решили приобрести тепловой насос, советуем действовать в следующей последовательности:

1. провести анализ реализации проекта с тепловым насосом, принять решение о покупке определенного типа теплового насоса.
2. Принять решение о необходимой мощности теплового насоса, узнать о потребляемой мощности. Продумать, есть ли необходимость в замене автоматического выключателя или будет достаточно старого.
3. подготовить документацию для установки теплового насоса
4. установить и запустить тепловой насос
5. провести электро ревизию теплового насоса
6. выяснить, возможно ли подключение теплового насоса по более выгодному электро тарифу

## 2. Привязка к объекту и принятие окончательного решения о выборе теплового насоса

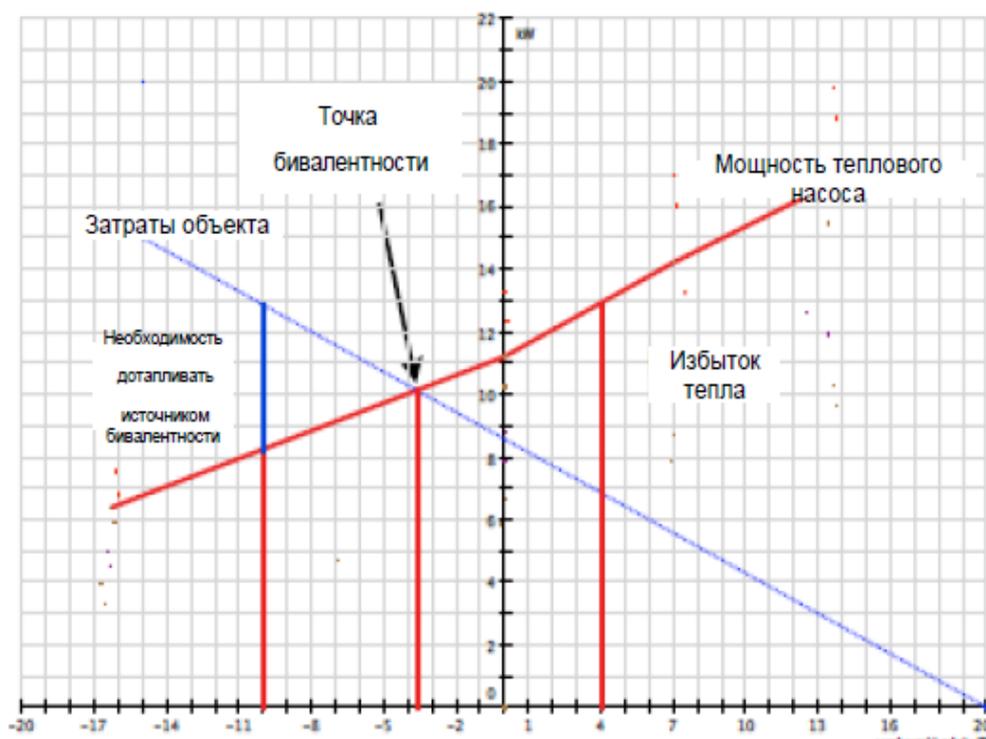
### 2.1. Точка бивалентности и ее определения

Необходимая мощность для отопления объекта определяется тепловыми затратами в ваттах. Тепловая затрата объекта указывает необходимую мощность для отопления помещения, зависящую от погодных условий данной области и внутренней рассчитанной температуры

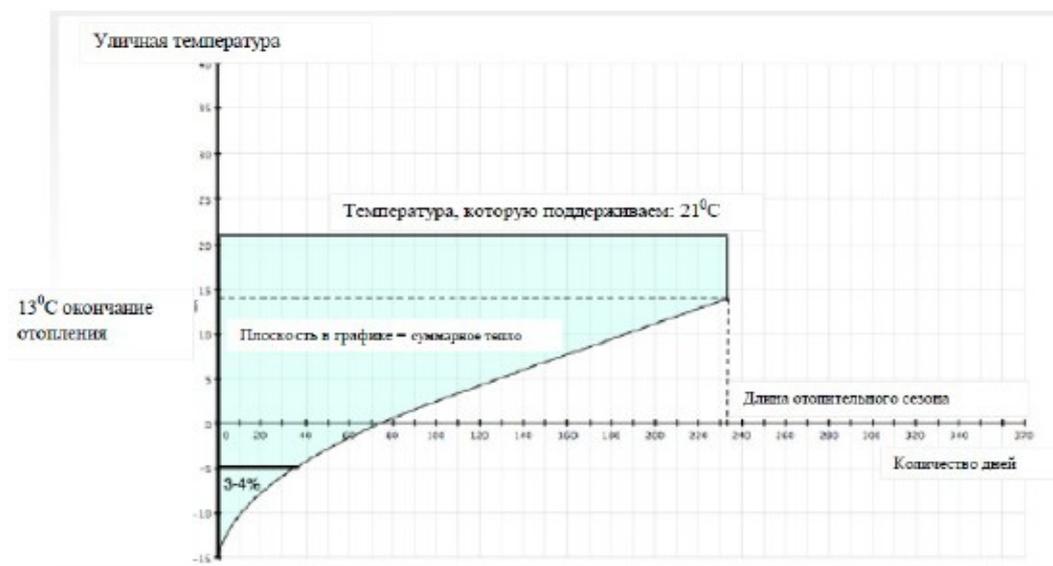
Максимальный отбор тепла, рассчитанный в таблице тепловых затрат, будет происходить несколько дней в году. С расчетом на этот период желательно иметь дополнительный источник тепла.

Температура, при которой уже не будет возможно на 100% покрыть тепловые затраты с помощью теплового насоса называется точкой бивалентности. Точка бивалентности у воздушного теплового насоса определяется занесением тепловых затрат объекта в график мощности теплового насоса. Точка, где прямая затрат объекта пересечется с кривой мощности теплового насоса и будет точкой бивалентности. Под этим значением температуры будет образовываться дефицит тепла, которое регулятор оценивает и в зависимости от необходимости запускает дополнительный источник тепла.

#### Пример определения точки бивалентности у теплового насоса воздух-вода



С точки зрения общих затрат не имеет большого значения перемещать точку бивалентности теплового насоса специально ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ , потому что потребление тепла ниже этого уровня — только 3-4%. Необходимо учитывать, что при низких температурах на улице (ниже точки бивалентности) и при параллельной работе с другим источником энергии часть тепла также поставляется тепловым насосом.



### Рекомендуемые точки бивалентности

для расчетных температур	выберите точку бивалентности
$-18^{\circ}\text{C}$	$-5$ до $-8^{\circ}\text{C}$
$-15^{\circ}\text{C}$	$-4$ до $-7^{\circ}\text{C}$
$-12^{\circ}\text{C}$	$-3$ до $-6^{\circ}\text{C}$

Мощность теплового насоса воздух-вода рекомендуем выбрать так, чтобы точка бивалентности колебалась в пределах  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $-7^{\circ}\text{C}$ . В зависимости от Ваших тепловых затрат - объекты с меньшей тепловой затратой, например, коттеджи — точка бивалентности около  $-5^{\circ}\text{C}$ , объекты с большей тепловой затратой (около  $30\text{kW}$  и больше) - точка бивалентности около  $0^{\circ}\text{C}$ . Если нет жестких ограничений по затратам на покупку теплового насоса, можно точку бивалентности и на крупных объектах переместить до  $-5^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2. Комбинация с другим источником тепла

Комбинация теплового насоса с другим источником тепла, который будет функционировать только при низкой уличной температуре называется бивалентным подключением. Чаще всего как источник бивалентности используется электрический или газовый котел. При проектировании на энергозатраты, покрываемые тепловым насосом, как правило задают от 60 до 80% от всех тепловых затрат объекта. Его мощность достаточна, пока температура на улице не опустится до  $-5^{\circ}\text{C}$  (точка бивалентности). При температуре на улице ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  автоматически запускается источник бивалентности. В доме с тепловой затратой, например,  $10\text{ kW}$  можем установить тепловой насос с мощностью  $6\text{ kW}$  при  $-5^{\circ}\text{C}$ . Оставшиеся  $4\text{ kW}$ , которые необходимы только при низких температурах на улице, будет отбираться у второго резервного источника энергии. Работа этого источника энергии займет около 10-20% общих затрат (в зависимости от вида теплового насоса).

Мощность тепловых насосов для стандартных коттеджей обычно варьируется в пределах  $4 - 20\text{ kW}$ . У тепловых насосов воздух-вода необходимо учитывать то, что его мощность падает с температурой на улице.

## 2.3. Способ эксплуатации теплового насоса

- моновалентная эксплуатация
- моноэнергетическая эксплуатация
- альтернативная бивалентная эксплуатация
- параллельная бивалентная эксплуатация
- частично-параллельная бивалентная эксплуатация

### 2.3.1. Моновалентная эксплуатация

Тепловой насос является единственным источником отопления. Этот способ подходит для низкотемпературного отопления с температурой отопительной воды до 60°C. Этот способ не подходит для теплового насоса воздух-вода, потому что при низких температурах (-10°C до -20°C) тепловой насос не имеет достаточную мощность и необходим дополнительный источник энергии.

Однако при современных разработках в области строительства возможно обойтись только тепловым насосом системы воздух-вода — благодаря низким энергозатратам дома.

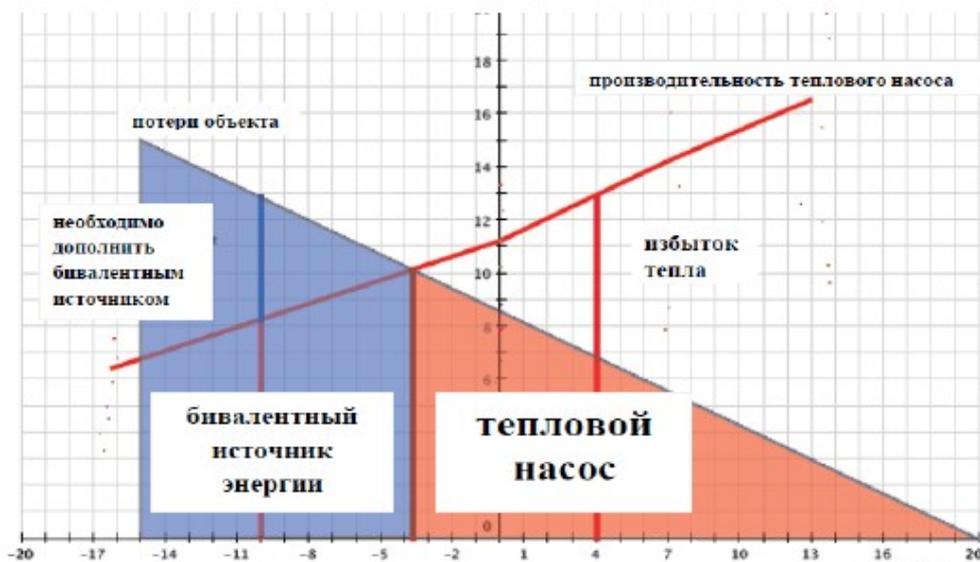
При инсталляции теплового насоса земля-вода и вода-вода эксплуатация теплового насоса как единственного источника тепла возможна благодаря тому, что и при низких температурах на улице температура источника энергии примерно одинакова, также как и отопительный фактор.

### 2.3.2. Моноэнергетическая эксплуатация

Отопительная система не нуждается в других отопительных устройствах. Такой тип эксплуатации подходит для теплового насоса типа воздух-вода, благодаря тому что работает без сбоев до температуры на улице -20°C, но от определенной температуры на улице, когда энергии насоса не достаточно, включится дополнительный электрический обогрев в тепловом насосе.

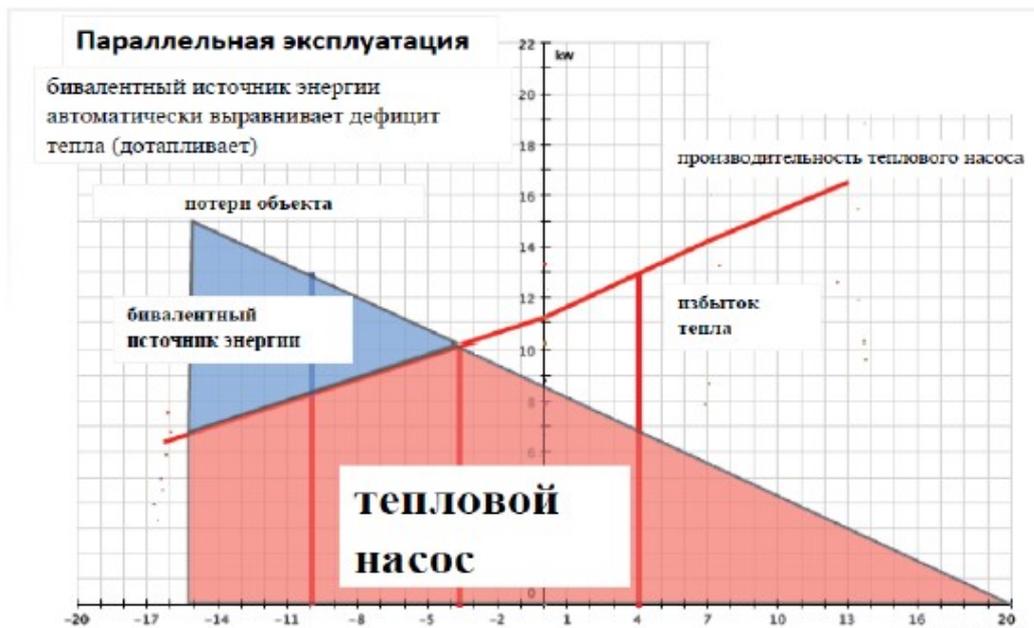
### 2.3.3. Альтернативная бивалентная эксплуатация

Подобна моноэнергетической эксплуатации, когда тепловой насос покрывает все потребление тепла до определенной заранее температуры воздуха на улице. При снижении температуры ниже установленного значения тепловой насос выключится и тепло начинает вырабатываться другим источником энергии. Этот способ подходит для всех отопительных систем, которые функционируют с отопительной водой до 90°C.



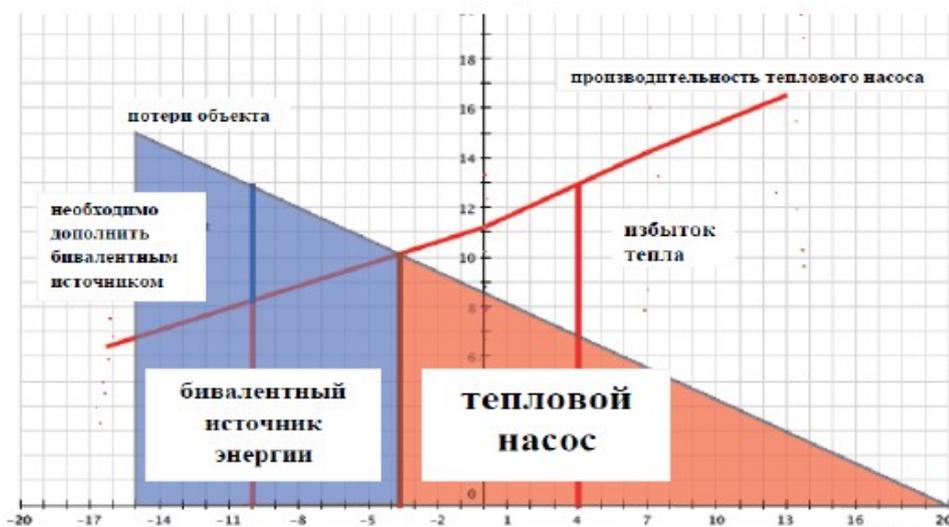
### 2.3.4. Параллельная бивалетная эксплуатация

При такой эксплуатации тепловой насос производит тепло сам до определенной температуры. При низкой температуре автоматически включится второй источник тепла. В отличие от бивалентной эксплуатации годовая доля производительности тепла теплового насоса больше. Эта эксплуатация подходит для системы, комбинирующей отопление «теплый пол» с отоплением отопительными элементами, рассчитанными на температуру отопительной воды до 65°C.



### 2.3.5. Частично бивалентная эксплуатация.

После определенной температуры на улице тепловой насос производит тепло самостоятельно. Если температура понизится под заданную температуру, к производству тепла подключится другой источник энергии. Если тепловой насос не нагревает воду до нужной температуры, он выключается, и второй источник энергии покрывает остаток затрат. Этот способ эксплуатации подходит для всех видов отопительных систем, рассчитанными на температуру отопительной воды выше чем 60°C.



## 2.4. Расчет потребления тепла

У системы отопления с тепловым насосом очень важны точные расчеты. В имеющихся отапливающих устройствах должно быть заново определено потребление тепла, потому что отопительная мощность уже установленного котла не будет являться авторитетным показателем настоящего потребления тепла. Котлы, как правило, приобретаются с существенным резервом мощности, необходимой для покрытия энергозатрат данного объекта. Точный расчет максимального часового потребления тепла  $Q_h$  должен проводиться, отталкиваясь от соответствующих стандартов.

Приблизительная установка часового потребления тепла (тепловые затраты объекта) можно установить и отталкиваясь от установленной отапливаемой площади ( $m^2$ ).

Приблизительные значения специфического потребления тепла	q [kW/m <sup>2</sup> ]
Пассивный дом	< 0,015
Низкоэнергетический дом	0,035 - 0,040
Современная постройка (после 2005 года)	0,05
Постройка между 2000-2005 годом с стандартной тепловой изоляцией	0,055
Постройка между 1990-2000 годом с стандартной тепловой изоляцией	0,06
Постройка между 1980-1990 годом с стандартной тепловой изоляцией	0,09
Постройка между 1950-1980 годом с стандартной тепловой изоляцией	0,12

Специфическое потребление тепла ( $W/m^2$ ) умножается на отапливаемую жилую площадь, результатом будет общее потребление тепла, которое включает потребление тепла (передача и проветривание).

Потребляемая мощность [kW] = отапливаемая поверхность [ $m^2$ ] x специфическое потребление тепла [kW/m<sup>2</sup>]

## 2.5. Выбор источника тепла

Решение, какой источник тепла будет использован (воздух, горизонтальный земляной коллектор, вертикальный коллектор, вода (скважна) должно быть принято с оглядкой на следующие важные значения:

### **Инвестиционные затраты**

Кроме затрат на тепловой насос и другое оборудование для использования тепла, нужно принимать во внимание затраты на подготовку земляного коллектора, скважины и т.д.

### **Затраты на эксплуатацию**

Ожидаемый годовой отопительный фактор у отопительных систем с тепловым насосом имеет решающее влияние на эксплуатационные затраты. Он прежде всего зависит от типа теплового насоса, примерной температурой источника тепла и необходимой температурой для отопления.

### **Примечание:**

Годовой отопительный фактор у тепловых насосов воздух-вода меньше, чем у систем вода-вода и земля-вода, но с другой стороны, инвестиционные начальные затраты значительно ниже.

## 2.6. Определение необходимой температуры отопляемой воды

У большинства оборудования с жидкотоплевым или газовый котлом термостат котла настроен на температуру 70 °С - 75 °С. Данная высокая температура как правило используется только при подогреве ГВС. Подключенные регуляторы системы отопления, как, например, смешивающие и термостатические вентили, препятствуют перегреванию здания. Если в объект будет инсталлирован тепловой насос, будет нужно точно установить необходимую температуру на выходе теплой воды и обратном ходу, чтобы были приняты меры по бесперебойной работе отопительной системы.

### 2.6.1. Расчет потребления тепла в различных помещениях

В таблицах отопительных мощностей отопляющих элементов указана мощность в зависимости от температуры на выходе теплой воды и обратном ходу (см. таб. 1.1а). Помещение, для которого необходима наибольшая температура отопления будет высшей планкой температуры на выходе теплой воды из системы с тепловым насосом.

Отопительная мощность радиаторов (при температуре в помещении  $t_i = 20\text{ °C}$ )

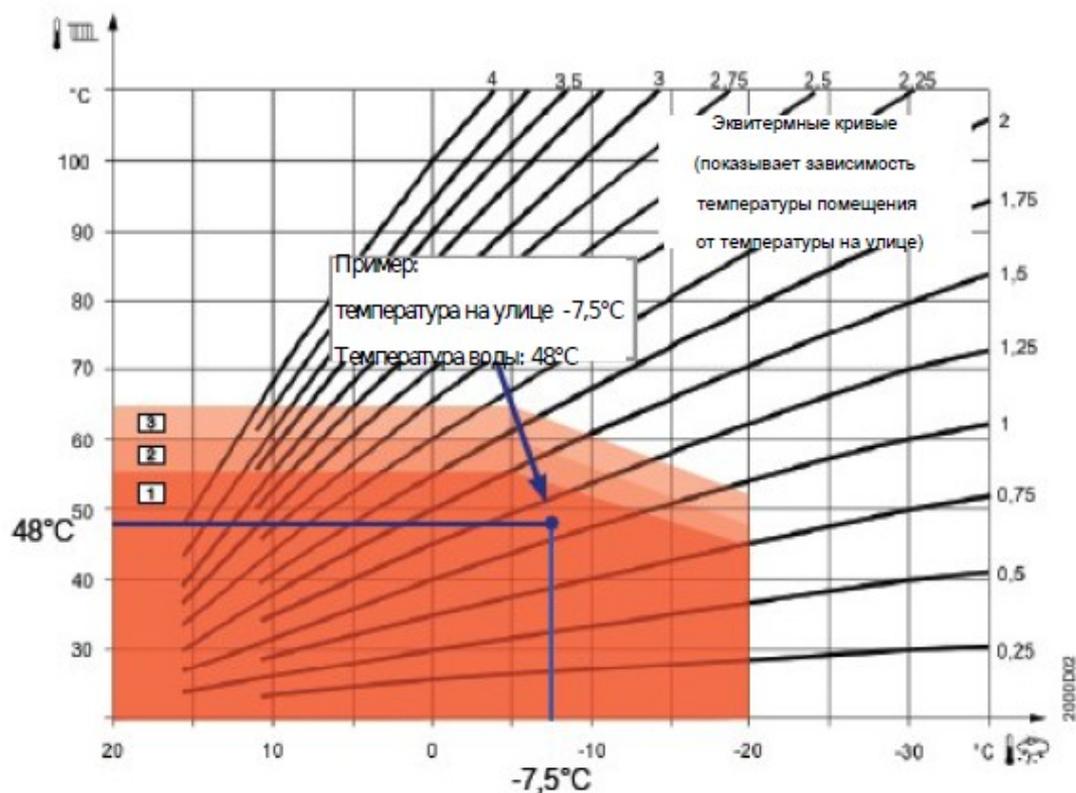
Стальные радиаторы										
Строительная высота	mm	1000			600			450		300
Строительная глубина		110	160	220	110	160	220	160	220	250
Отопительная мощность 1 секции при средней температуре $T_m$ [W]	50°C	50	64	84	30	41	52	30	41	32
	60°C	71	95	120	42	58	75	44	58	45
	70°C	96	127	162	56	77	102	59	77	61
	80°C	122	157	204	73	99	128	74	99	77

Чугунные радиаторы										
Строительная высота	mm	980			580			430		280
Строительная глубина		70	160	220	110	160	220	160	220	250
Отопительная мощность 1 секции при средней температуре $T_m$ [W]	50°C	45	83	106	37	51	66	38	50	37
	60°C	67	120	153	54	74	97	55	71	55
	70°C	90	162	206	74	99	129	75	96	74
	80°C	111	204	260	92	126	162	93	122	92

### 2.6.2. Экспериментальное определение необходимого уровня температуры в отопительном сезоне

В течении отопительного сезона температура на выходе и обратном ходу при полностью открытых термостатических вентилях снижается так долго, пока не установится комнатная температура (20-22°C). После достижения желаемой комнатной температуры зафиксируется актуальная температура на выходе и обратном ходу и данные зафиксируются в ниже приведенной диаграмме. С помощью этой диаграммы можно рассчитать реально необходимый уровень температуры (низкая, средняя, высокая).

**Диаграмма рабочего диапазона и максимальной температуры на выходе из теплового насоса**



**Область 1** : тепловой насос с максимальной температурой на выходе 55°C (обычно с хладагентом R407C)

**Область 2** : тепловой насос с максимальной температурой на выходе 60°C (обычно с хладагентом R407C)

**Область 3** : тепловой насос EVI с максимальной температурой на выходе 65 °C (обычно с хладагентом R407C)

С хладагентом R134A можно у тепловых насосов вода-вода или земля-вода достигать температуры 75°C.

**Примечание:**

Эквипотенциальные кривые применяются к заданной температуре помещения 20°C.

Если будет необходима другая температура — произойдет их приспособление

## 2.7. Меры для энергетически выгодной эксплуатации ТН

Если необходимая температура на выходе под значением 55 °С, нет необходимости в в дополнительных мерах. Для производства воды температурой меньше 55°С можно использовать любой тепловой насос.

### Принцип отопления с тепловыми насосами:

Каждый градус снижения температуры на выходе приносит энергетическую выгоду примерно 2,5 %.

### Снижения потребления тепла можно достигнуть:

- заменой окон
- проветриванием (рекомендуем короткие проветривания полным открытием окон)
- утеплением крыши, чердака и стен приносит несколько выгод:
  - если привести необходимые меры к снижению потребления тепла, будет можно установить тепловой насос с меньшей мощностью и достигнуть меньшего годового потребления электроэнергии при эксплуатации теплового насоса
  - снижение температуры эксплуатации отопительной системы приводит к снижению потребления компрессора
  - лучшая тепловая изоляция ведет к повышению средних температур поверхности стен и крыши и тем самым достигается больший комфорт в помещении.

С другой стороны необходимо взвесить общие затраты на проведение дальнейших мер к снижению энергозатрат и достижения дальнейших энергетических выгод. Затепление фасада обойдется дороже чем затепление крыши а энергетические выгоды будут примерно одинаковы. Выгодной будет комбинация затепления крыши и замены окон в комбинации с приобретением теплового насоса.

## 2.8. Повышение производительности теплового насоса

Производительность теплового насоса не рассчитывается с учетом скачков мощности при включении («растопка»), несмотря на это необходимо произвести расчет мощности с учетом перебоев с подачей электричества, одновременным обогревом ГВС+обогрев бассейна и прочих потребителей.

### 2.8.1. Перебои с подачей электричества (переключение тарифов электроэнергии)

При регулярных отключениях электроэнергии необходимо заранее предпринять меры для бесперебойной работы теплового насоса.

В течение времени отключения (блокирования) тепловой насос не сможет производить тепло для отопления помещения. Поэтому необходимо в момента стабильной работы сети накопить энергию и на предполагаемое время отключения теплового насоса из сети. Предположим, что отключение электроэнергии из сети составляет 2 часа в день (в некоторых странах 4 часа), в этом случае необходимую резервную мощность нужно рассчитывать коэффициентом 1,1 (1,2).

Необходимо учитывать рассчитанную энергию для потребление ГВС и отопления. Если не предполагается на время отключения электроэнергии подключение бивалентного источника, необходимо значения резервной мощности учесть при расчетах в проектировании.

**Пример расчета желаемой мощности:**

Тепловой насос эксплуатируется 22 часа, на 2 часа закладываем отключение электроэнергии  
перерасчет:  $f = 24ч / (24ч - 2ч) = 1,09 =$  примерно 1,1

Обычно для поддержания комфортной температуры достаточно способность аккумулировать тепло в помещении, особенно у тяжелых конструкций домов и при системе отопления «теплый пол» - нет необходимости в подключении другого источника тепла. Повышение мощности теплового насоса в любом случае необходимо для повторного обогрева аккумулирующих тепло материй — стен и пола.

**Предупреждение:** При строительстве или реконструкции дома в используемых материалах (бетоне, шпаклевке, обоях) содержится достаточно большой объем воды, которая постепенно испаряется. На повышение влажности может влиять впитывание дождевой воды в стены.

**Потребление тепла в новостройке или после реконструкции может быть повышено в первые два сезона в следствии повышенной влажности в помещении.**

Тепловой насос не отрегулирован на данное повышение потребления тепла, необходимо этот факт учесть при расчетах потребления тепла.

При точно рассчитанных отопительных мощностях теплового насоса и для «осушения» постройки осенью и зимой рекомендуется в системах с тепловыми насосами вода-вода и земля-вода установить дополнительный электронагреватель или дополнительный котел.

## 2.8.2. Обогрев ГВС

При стандартных требованиях к температуре необходимо принимать в расчет потребляемую воду на человека около 80-100 л (при температуре воды ГВС 45 °С). В этом случае необходимо прибавить отопительную мощность 0,2 kW на особу.

**Пример:** повышение требования к мощности теплового насоса для семьи из 4 человек:

$$0,2 \text{ KW} * 4 \text{ особы} = 0,8 \text{ kW}$$

Специфическое потребление теплой воды температурой 60 °С в разных зданиях (по данным норм ЧР)

Тип здания	Специфическое потребление теплой воды VW,f,день [л/ (измерение в днях)]	Измеряемая единица
Коттедж	40 - 50	житель
Квартирный дом	40	житель
Мотель	28	место
Отель* без прачечной	56	место
Отель* с прачечной	70	место
Отель **без прачечной	76	место
Отель ** с прачечной	90	место
Отель ***без прачечной	97	место
Отель *** с прачечной	111	место
Отель ****без прачечной	118	место
Отель **** с прачечной	132	место
Ресторан	10-20	блюдо
Кафе	20-30	Посадочное место
Детский лагерь	50	место

Дом престарелых	40	место
Больница без прачечной	56	место
Больница с прачечной	88	место
Административное здание	10 - 15	особа
Школа	5-10	особа
Школьный спортзал	20	Душевая кабина
Стадион	101	Душевая кабина
Промышленный завод	30	Душевая кабина

### Предостережение:

При расчетах необходимо отталкиваться от максимального числа особ, которые будут постоянно находиться в помещении, и принимать во внимание их особые привычки (например, в доме будет бассейн или сауна). Расчет потребления энергии для ГВС и потребление тепла для отопления необязателен, если обогрев ГВС при температуре подключения источника бивалентности не реализуется тепловым насосом.

### 2.8.3. Рециркуляция теплой воды

Рециркуляция ТВ — обеспечивающая дополнительный комфорт, но к сожалению энергетически сложная функция, повышающая потребление тепла. Величина потребления данной опции зависит от длины циркуляционных труб и качества их изоляции.

Стандартные тепловые потери рециркуляционной системы достигает 100% (у хорошо изолированных труб), но могут достигать и 150 -200% на обогрев ТВ. Необходимо понимать, что в отопительном сезоне потери разделятся на отопление целого объекта. К сожалению, kW тепла из теплового насоса для обогрева ГВС у низкоэнергетических систем дороже чем kW тепла для, например, теплого пола. Причина — более низкий отопительный фактор теплового насоса при обогреве воды на более высокую температуру.

В регулировании тепловых насосов Hotjet можно выбрать функции для ограничения энергетических затрат рециркуляционной системы, например прерывистая эксплуатация циркуляционного насоса, установка эксплуатации рециркуляции на отопительные фазы, подогрев ГВС и т.д.

## 2.9. Подогрев воды в бассейне

Подогрев воды в бассейне тепловым насосом экономичнее и удобнее, чем подогрев другими источниками энергии. При этом процесс точно регулируется, в отличие от подогрева воды солнечными панелями.

Выгоды интеграции подогрева бассейна в отопительную систему с тепловым насосом:

- низкий тариф электроэнергии для теплового насоса, который будет распространяться на целый дом.
- тепловой насос с более высокой мощностью, предназначенный для отопления целого дома значительно сократит первичный подогрев бассейна
- подогревом бассейна можно управлять с помощью регуляции из дома.

## 2.9.1. Наружный бассейн

На потребление тепла для наружного бассейна влияют привычки людей, которые будут им пользоваться и тип бассейна. Если подогрев бассейна осуществляется в межсезонье, не имеет смысла учитывать потребление бассейна в объеме тепла, поставляемого тепловым насосом.

Примерный расчет потребления тепла зависит от таких параметров как площадь бассейна, наличие ветра, температуры воды в бассейне, климатических условий в месте установки, частоты и длительности использования, защищен ли бассейн крышей, тентом, или поверхность бассейна открыта.

### **Распределение тепловых затрат открытого бассейна выглядит примерно так:**

- конвекции в окружающую среду 10-20%
- отдача тепла в атмосферу 5-20%
- испарение с поверхности воды 50-80 %
- отдача тепла стенам бассейна 2-5%

### **Меры по снижению тепловых затрат:**

Закрытием поверхности бассейна в течении перерывов в использовании пластиковой пленкой можно задержать потерю тепла и частично снизить конвекцию. В целом посредством закрывания бассейна можно сохранить до 50% тепла. У внутренних бассейнов закрывание поверхности будет нести еще другую важную функцию — снижение влажности в интерьерах помещения (нет такой необходимости в отстранении влаги из помещения, более низкий риск порчи строительных конструкций). Закрывающая пленка должна быть устойчива к УФ излучению (прежде всего у внешних бассейнов).

## 2.9.2. Внутренний бассейн

### **Отопление помещения**

Помещение, как правило, отапливается с помощью радиаторов, системой «теплый пол», отопительными регистрами в кондиционерном оборудовании. Во всех случаях расчет потребления тепла необходим и зависит от технического решения проекта.

## 2.9.3. Подогрев воды в бассейне

Потребление тепла зависит от температуры воды в бассейне, от разницы между температурой воды в бассейне и температурой помещения, а также от частоты пользования бассейном. Таблица актуальна для подогрева и пользования бассейном между маем и сентябрем.

Тип бассейна	Температура воды		
	20°C	24°C	28°C
Крытый бассейн	100 W/m <sup>2</sup>	150 W/m <sup>2</sup>	200 W/m <sup>2</sup>
Бассейн с загорождением	200 W/m <sup>2</sup>	400 W/m <sup>2</sup>	600 W/m <sup>2</sup>
Частично крытый бассейн	300 W/m <sup>2</sup>	500 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>
Открытый бассейн	400 W/m <sup>2</sup>	800 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>

**Для первого обогрева бассейна на температуру более 20°C необходимо примерно 12kWчас/м<sup>3</sup>.  
Время полного цикла подогрева бассейна зависит от его величины и установленной отопительной мощности (может протекать до нескольких дней)**

**Пример расчета периода обогрева воды в бассейне:**

- Бассейн имеет объем 31,5м<sup>3</sup> ( 7 x 3 x 1,5m)
- Начальная температура 15°с, желаемая температура 28°с
- Для подогрева бассейна тепловому насосу необходимо произвести:

$$Q \text{ [kw]} = 31,5 * (28-15) * 4186/3600 = 476 \text{ kw}$$

- При мощности теплового насоса 10kw бассейн (не учитывая затраты) будет подогреваться 47,6ч.

### 3. Расчет первичных источников тепловых насосов земля-вода, вода-вода

#### 3.1. 3.1 Что такое геотермическая энергия?

Геотермическая энергия — энергия, сохраненная в форме тепла под поверхностью земли. Тепловые запасы земли пополняют мировые потребности в энергии уже 30 миллионов лет. По меркам человека количество энергии, уложенное в земной коре одинаково нескончаема как энергия солнца.

Температура земной коры в Европе примерно 10°С на глубине 20 метров и повышается на 3°С на каждые 100 метров. В самом близком к ядру пласте (мантии) температура около 1200 °С, в ядре земли около 6000°С. Температура земли на поверхности зависит от погодных условий (солнце, дождь). Принимая во внимание плохую передачу тепла в земле энергия солнца не проникает дальше чем на глубину 15-20 метров.

В сравнении с другими обновляемыми источниками энергии геотермическая энергия имеет главную выгоду: не зависит от дня отбора энергии, сезона или погодных условий. Учитывая то, что энергию можно использовать прямо на месте отбора, нет необходимости в ее доставке. В процессе использования энергии земли не происходит выбросов в атмосферу CO<sub>2</sub>. Технологии, которая нам позволяет использовать геотермическую энергию, доступны практически всюду.

#### 3.2. Способы использования энергии

- геотермические скважины — вертикальные коллекторы от 50 до 300 м, выстроенные одноконтуровым или двухконтуровым зондом из PEHD
- Получение энергии с помощью фундаментных свай зданий
- Земляные горизонтальные коллекторы (классическая укладка) — пластиковые трубы из полиэтилена, уложенные на глубине 1,2m — 1,5m.
- Земляные горизонтальные коллекторы (спираль)— пластиковые трубы из PEHD, уложенные на глубине около 2 м.
- Горизонтальные коллекторы, уложенные на дне водоема — пластиковые трубы, тепло из воды
- Энергетические емкости — трубы, завитые в спирали, уложенные в земле на глубине от 2 м до 6 метров

#### 3.3. Земляные горизонтальные коллекторы

Источником тепла является земля до глубины 2 метра. Доминирующим является тепло, аккумулированное от прямого солнечного света, тепла из воздуха и осадков. Тепло, поступающее из глубоких пластов на поверхность около 0,05 — 0,12W/m<sup>2</sup>, составляет только маленькую часть (примерно 3%). Поэтому нет необходимости укладывать трубы до большей глубины.

Количество готового к использованию тепла а тем и размер необходимой для коллектора поверхности сильно зависит от термофизических свойств почвы и климатических условий. Аккумулирующая способность и теплопроводность тем больше, чем в почве больше воды и минералов и меньше воздушных пор.

В глубине от 1,2 до 1,5 метров земля достаточно теплая и в морозные дни, что гарантирует качественную работу теплового насоса. По пластиковым трубам, расположенным 0,8-1 м друг от друга протекает экологически чистая незамерзающая жидкость. Минусом в данной системе будут объемные земляные работы и наличие достаточно большого участка земли (в 2-3 раза больше чем площадь отапливаемого помещения). При этом на участке прокладки земляного коллектора нельзя строить или высаживать растения с глубокими корнями.

В горизонтальных коллекторах энергия отбирается с помощью труб PEHD, уложенных в земле: горизонтальная закрытая система. Самый распространенный способ укладки — в траншею глубиной 1,2-1,5 м, или в траншейные дорожки, полученные с помощью траншеекопателя (самое элегантное решение+хорошо разрыхленная земля). Стандартный размер используемых труб d32 (32x2,9mm), при «шведской системе» - d40 (40x3,7mm). Выгодой системы с большим диаметром труб d40 является возможность положить большую петлю и тем снизить количество контуров без излишней потери давления. Выгодой системы с использованием труб d32 являются более низкие затраты на покупку труб и большая мобильность при укладке. Что касается показателей отбора тепла с 1 метра — сложно назвать конкретную цифру — каждый проект индивидуален по многим параметрам.

Диаметр (мм)	Масса (кг)	Давление (бар)	Длина (м)
25 x 2,3	0,17	16	6, 100, 150, 200
32 x 3,0	0,27	16	6, 100, 150, 200
40 x 3,7	0,43	16	6, 100, 150, 200
50 x 4,6	0,66	16	6, 50, 100
63 x 5,8	1,05	16	6, 50, 100

При приобретении мотков размером d32 (32x3,0mm) и d40 (40x3,7mm) можно заказать дополнительное количество труб (мотки от 100 м -дополнительно 10 м (110 м, 120 м, 130 м, ... ).

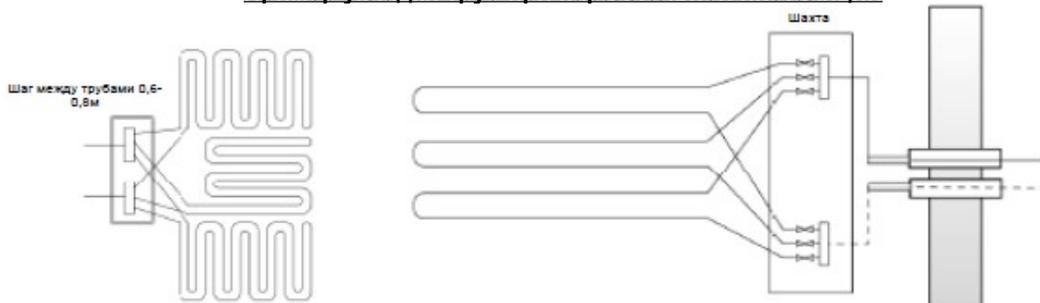
### 3.3.1. Проведение земляного коллектора:

- Параллельная укладка труб
- Спиральные коллекторы

#### Пример проведения параллельной укладки



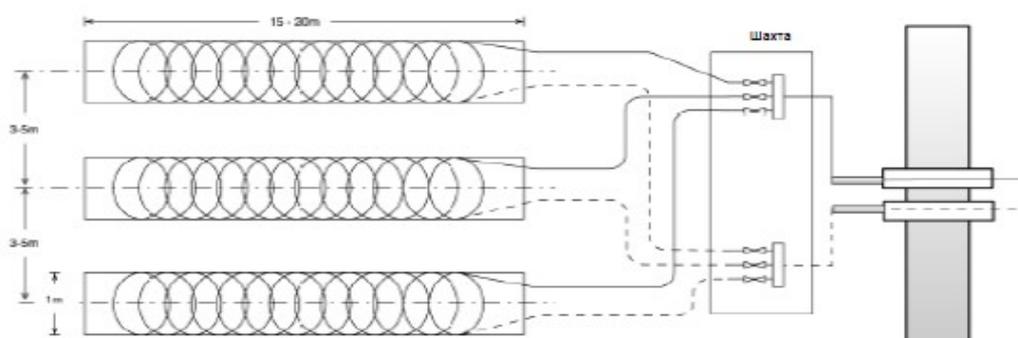
**Пример укладки труб при параллельной инсталляции**



**Пример проведения спиральной укладки**



**Пример укладки труб при спиральной инсталляции**



Спиральные коллекторы подобны стандартным горизонтальным коллекторам, только трубы размещаются более объемно. Для их укладки необходимы траншеи шириной 1-1,2m, глубиной 1,5-2m и длиной примерно 20m. Расстояние между траншеями — 3-5 м. На 1m<sup>2</sup> выходит 8-10m труб.

Получаемая энергия (при теплопроводности почвы 16W/m<sup>2</sup>) - 80W с одного метра длины траншеи. Обычно рассчитывается 2kW с одной спирали при размерах 20x1m.

Преимуществом в сравнении с вертикальным и горизонтальным коллектором является менее сложные земляные работы. Тем не менее, при соблюдении правил расположения спиралей друг от друга они занимают участок не меньше чем горизонтальные коллекторы.

В обеих системах циркулирует незамерзающая жидкость, переносящая тепло (спирт, глицерин, гликоль). Жидкость разбавлена водой до нужной консистенции незамерзания. В тепловом насосе она отдает хладагенту тепло, взятое из земли. Температура почвы зависит от внешних факторов (до глубины 5 метров на

температуру влияет более всего солнце и осадки. Температура в земле до глубины 5 метров колеблется в зависимости от времени года.

#### **На что обратить внимание при установке горизонтальных коллекторов**

- Корректные расчеты (при правильных расчетах коллектор не может замерзнуть)
- Наклонная плоскость (при наличии наклона на участке необходимо обеспечить вентиляцию в наивысшей точке)
- Б/у трубы (некачественный материал сократит срок эксплуатации системы и будет способствовать большим потерям давления)
- Соблюдение рекомендуемого расстояния (расстояние между рядами в классической укладке минимум 60-100см в зависимости от диаметра труб, оптимально-1 метр друг от друга)
- Прокладка коллектора минимум 70-100 см от водопроводных труб (канализации). В случае перекрестки труб — изолировать трубы
- Запрещены любые постройки на месте прокладки горизонтального коллектора!

### **3.4. Вертикальные коллекторы**

В вертикальных коллекторах отбирается энергия из земли с помощью геотермальных земляных зондов. Это закрытые системы со скважинами диаметром 145-150мм и глубиной от 50 до 150м, по которым прокладываются трубы PEXD. На конце трубопровода устанавливается возвратное U колено. Обычно установка осуществляется с помощью одноконтурного зонда с трубами 2x d40 («шведская система»), или двухконтурного зонда с трубами 4x d32. Двухконтурные зонды должны достигать на 10-15% большего отбора тепла. При скважинах глубже чем 150 м нужно использовать трубы 4x d40 (для понижения потери давления). В настоящее время большая часть скважин для отбора тепла земли имеет глубину 150 м. На большей глубине можно получить больше тепла, но при этом затраты на такие скважины будут очень высоки. Поэтому важно заранее просчитать затраты на установку вертикального коллектора в сравнении с предполагаемой экономией в будущем. В случае установки системы активно-пассивного охлаждения более глубокие скважины не делают из-за высшей температуры в почве и более низком потенциале в момент отдачи тепла из раствора окружающей среде. В системе циркулирует незамерзающая смесь (спирт, глицерин, гликоль), разбавленная водой до нужной консистенции незамерзания. В тепловом насосе отдает тепло, отобранное у земли, хладагенту. Температура земли на глубине 20 м примерно 10°C, и растет каждые 30м на 1°C. На нее не оказывают влияние климатические условия, и поэтому можно рассчитывать на качественный отбор энергии и зимой и летом. Нужно добавить, что температура в земле немного отличается в начале сезона (сентябрь-октябрь) от температуре в конце сезона (март-апрель). Поэтому необходимо учитывать при расчете глубины вертикальных коллекторов длину отопительного сезона в месте установки. При отборе тепла с помощью геотермальных вертикальных зондов очень важными являются правильные расчеты и конструкция коллекторов. Для проведения грамотных расчетов необходимо знать, возможно ли бурение в месте установки до желаемой глубины.

Для теплового насоса мощностью 10kW необходимо примерно 120-180 м скважины. Скважины должны быть размещены минимум 8м друг от друга. Количество и глубина скважин зависит от геологических условий, наличие подземных вод, способности почвы удерживать тепло и технологии бурения. При бурении нескольких скважин общая желаемая длина скважины разделится на количество скважин.

Преимуществом вертикального коллектора перед горизонтальным является меньший участок земли для использования, более стабильный источник тепла, и независимость источника тепла на погодных условиях. Минусом вертикальных коллекторов являются высокие затраты на земляные работы и постепенное охлаждение земли возле коллектора (необходимы грамотные расчеты необходимой мощности при проектировании).

#### **3.4.1. Подготовка и установка вертикального коллектора**

Перед реализацией вертикальной скважины для теплового насоса необходима оценка места бурения техником. Далее необходимо разрешение на бурение от компетентных органов.

Перед реализацией скважин необходимо разработать проект.

Скважины до глубины 30м считаются исследовательскими.

Для получения более детальной информации обратитесь к местным монтажным фирмам.

### 3.5. Средние значения величины горизонтальных и вертикальных коллекторов для тепловых насосов

Модель теплового насоса	Необходимый проток первичного контура $dt = 3^{\circ}\text{C}$	Потери давления первичного теплообменника (испарителя) при необходимом протоке (кПа)	Необходимая охлаждающая мощность при W10/W35 (kW)	ОПТИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ	
				Ориентировочное количество витков коллектора при отдаче 25W/m <sup>2</sup> для труб DN40x 3,7mm; ориентировочная длина коллектора (м)	Ориентировочная глубина коллектора (м) при средней отдаче 55W/m
Hotjet 6W	2	5	6,9	300	130
Hotjet 9W	2,5	8	8,78	400	160
Hotjet 12W	3,6	15	12,4	500	230
Hotjet1 6W	5,4	33	18,8	750	350
Hotjet 20W	6,4	46	22,2	900	410
Hotjet 33W	10,7	88	37,2	1500	680
Hotjet55W	13,2	32	45,9	2000	850
Hotjet100W	25,8	58	89,7	3600	1650

Проточность, потери давления и длина (ширина) первичных контуров рассчитана для W10/W35.

Для витков коллектора была выбрана почва с тепловой отдачей 25W/m<sup>2</sup>. Для глубины скважины была выбрана отдача 55W/m.

Расчитанная длина земляных коллекторов и глубина скважин - для общей информации. Окончательный расчет первичного контура должна быть просчитана компетентной фирмой на месте инсталляции.

**Примечание:** Многие монтажные фирмы первичные источники рассчитают таким образом, чтобы снизить затраты на инсталляцию. В следствии таких просчетов может произойти переохлаждение первичного контура. Если температура упадет, например, на  $-4^{\circ}\text{C}$ , отопительный фактор теплового насоса снизится и будет близок к отопительному фактору системы воздух-вода при температуре воздуха  $-4^{\circ}\text{C}$ . Эффективность работы теплового насоса снизится на долгое время.

### 3.6. Пример расчета первичного источника земля-вода

В технических параметрах тепловых насосов приводятся параметры с значением, например, B0/W35, где B0 означает, что первичный источник закрытого контура с незамерзающей смесью имеет на входе в тепловой насос  $0^{\circ}\text{C}$ . Сама буква «B» происходит от английского слова BRINE, в переводе — рассол. W35 означает, что температура на выходе из теплового насоса (в отопительную систему) имеет  $35^{\circ}\text{C}$ . Буква W происходит из английского слова WATER, в переводе «вода» (имеется ввиду в отопительной системе).

- Объект имеет тепловую потребность 10kW. В объекте используется система «теплый пол» с отопительной температурой 35°C. Земля влажная, илистая ((20W/m2).
- Мощность теплового насоса определяется при W/W35 ... 10kW
- Потребляемая мощность теплового насоса при W/W35 - 2kW
- Желаемый отбор из земли будет 10kW - 2kW = 8kW (8 000W).

*Предполагается, что электрическая энергия, подаваемая компрессору, в моторе частично перейдет в тепло, которое суммируется к произведенной энергии первичного источника и перейдет в отопительную систему.*

### 3.6.1. Расчет необходимой длины земляных коллекторов

В таблице найдем тип почвы и отбор тепла с 1 метра.

В примере означим верхние границы для влажной илистой почвы 20W

Для указанного выше примера будет необходим участок

$$8000W / 20W = 400m^2.$$

Отталкиваясь от того, что трубы для первичного коллектора производятся длиной 100, 150 и 200м, для коллектора будут использованы трубы длиной 2x200м, уложенные в 1м друг от друга. На заказ

Возможно делать расстояние 0,8м, необходимая длина труб в этом случае будет  $400/0,8 = 500m$  или 3 x 200м. Коллектор будет перерасчитан и вынесет большие нагрузки.

Тип почвы	Специфический отбор из коллектора	
	При 1800 ч.	При 2400 ч.
Сухая почва	10 W/m2	8 W/m2
Илистая, влажная почва	20-30 W/m2	16-24 W/m2
Влажный песок, щебень	40 W/m2	32 W/m2



### 3.6.2. Расчет необходимой глубины скважин

Информация, необходимая для предварительного расчета глубины и количества скважин:

- Мощность теплового насоса

- Выбранный тип отопления - «теплые полы», радиаторы, комбинированное
- Предполагаемое количество часов эксплуатации теплового насоса за год, покрытие потребности в энергии
- Место инсталляции
- Использование геотермальной скважины - отопление, обогрев ГВС, сезонный подогрев бассейна, круглогодичный подогрев бассейна
- Использование функции пассивного (активного) охлаждения в объекте
- Общее годовое потребление тепла для отопления (Mwчас)

Для ориентировочного расчета желательно учитывать бОльшую производительность чем 50W/м. Производительность скважин на длину 1м может достигать 100W в почве с достаточным содержанием подземных вод. Для аппликаций с мощностью более 30kW рекомендуем провести исследование свойств почвы. Отклонение от среднего значения производительности может быть достаточной и может привести к большим отклонениям в затратах на инсталляцию скважин. Расчеты должна провести монтажная фирма на основе геологических карт, дополненных измерениями в испытательной скважине. Точную производительность почвы в данной местности определит только Thermal response test (TRT) - студия измерения почвенного массива.

В таблице Вы найдете тепловую производительность для почвы на месте инсталляции.

Возвращаясь к примеру в начале главы для среднего значения тепловой производительности будет необходима глубина скважины

$$8000 / 50 = 160\text{м.}$$

	Специфический отбор	
	1800 часов	2400 часов
<b>Почва</b>	<b>Тепловая производительность</b>	
Плохая почва (сухая фракция) - ( $\lambda < 1,5 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ )	25W/m	20W/m
Нормальная твердая порода, влажная фракция ( $\lambda = 1,5-3,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ )	60W/m	50W/m
Твердая порода с высокой теплопроводностью - ( $\lambda > 3,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ )	84W/m	70W/m
Типы почв		
Песок, щебень, сухая фракция	<25 W/m	<20W/m
Песок, щебень, мокрая фракция	65-80 W/m	55-65 W/m
При сильном подземном течении в песке или щебне, еденичные устройства	80-100 W/m	80-100 W/m
Ил, глина, влажная фракция	35-50W/m	30-40W/m
Известняковый массив	55-70 W/m	45-60 W/m
Песчаная порода	65-80 W/m	55-65 W/m
Кислая магматическая порода	65-85 W/m	55-70 W/m
Щелочная магматическая почва	40-65 W/m	35-55 W/m
Гнейс	70-85 W/m	60-70 W/m

Значения может в зависимости от строения породы падать(трещины, сланец, подверженность эрозии).

### **Thermal Response Test (TRT)**

Тест для определения тепловой производительности почвы проводится как правило при инсталляции ТН с мощностью более 30 kW. Тест определит точную информацию о потенциале почвы, ожидаемую мощность на отопление и охлаждение. При проведении TRT сначала делается скважина, в которую опускают зонд. Зонд после этого подключают на измеряющие приборы. В течении нескольких дней проводится измерение и

фиксирование полученных данных. В случае, если планируется проводить работы по инсталляции высокой сложности, делается большее количество тестов. Скважины, на которых проводилось тестирование являются полностью функциональными и в последствии используется для отбора тепла из земли.

Выгоды проведения TRT:

- точная информация о ожидаемой мощности для отопления (охлаждения)
- оптимизация количества и глубины скважин
- 3D модель работы скважин в период отопительного сезона в течение нескольких лет
- в случае большей производительности скважин в зоне инсталляции - существенная экономия затрат на инсталляцию системы

Стандартное измерение рекомендуем проводить при инсталляции, где будут геотермальные земляные зонды с небольшой разницей в глубине скважин и при инсталляции систем с мощностью меньше 150kW. В случае, если планируется проводить инсталляционные работы высокой сложности (например, комбинации бурения скважин и свай) рекомендуем расширенный тест с 3D моделью и оптимизацией целой системы.

### **3.7. Расчеты источника тепла для тепловых насосов вода-вода**

При бурении новой скважины рекомендуем пробурить скважину для проведения исследования (предварительно согласовав бурение с нужными государственными учреждениями в Вашей стране). После проведения нужных исследований скважины или профессионально ликвидируются, или проводятся необходимые манипуляции по предотвращению загрязнения подземных вод.

К земляным работам со скважиной не нужно разрешение на проведение строительных работ, при этом запрещено производить отбор подземной воды. Без разрешения на отбор воды может быть разрешено только гидрогеологическое исследование, которое не должно проводиться дольше чем 14 дней. Отбор воды в этот период не должен быть больше чем 1 литр за секунду.

Разрешения на отбор воды выдается после разрешения на долговременное использование инсталлированной скважины. Более подробную информацию о выдаче разрешений на эксплуатацию скважины Вы узнаете в компетентных органах Вашей страны.

**ВНИМАНИЕ:** минимальная температура источника должна быть 7°C. Источники на поверхности земли в данном случае не подходят — их температура в зимний период падает ниже 4°C.

### 3.7.1. Подготовка инсталляции

- В стадии планирования необходимо провести анализ воды (в соответствии с требованиями Hotjet, или производителя теплообменника). Анализ на питьевую воду в этом случае не подходит
- инсталляция должна отвечать требованиям компетентных учреждений (нормы водного хозяйства)
- Проба отбора воды (количество подземной воды, качество воды, направление потока воды)

### 3.7.2. Проба отбора воды

Для системы вода-вода необходимы 2 скважины, одна-для отбора воды, другая-для возврата воды. Необходимое количество воды Вы найдете в технических параметрах теплового насоса. Проба отбора воды длится, как правило, 21-28 дней (минимально 14 дней — за неделю до проведения теста необходимо получить разрешение на проведение испытаний).

Для большинства скважин необходима глубина 5-15 м. Соединительные трубы должны быть наклонены в сторону скважин.

### 3.7.3. Качество воды

В воде не должны содержаться примеси или не должен быть превышен их уровень. Необходимо провести анализ совместимости подземной воды с испарителем.

**Таблица чувствительности теплообменника при использовании в водных приложениях к материалам, содержащиеся в воде:**

	Концентрация [mg/ l]	Материал пластин		Паяние
		AISI 316	254 SMO	Медь
Органические материалы		+	+	0
Alcanity (HCO3-)	< 70	+	+	0
	70 – 300	+	+	+
	> 300	+	+	0/+
Sulfate (SO42-)	< 70	+	+	+
	70 – 300	+	+	0/-
	> 300	0	N/A	-
HCO3-1/SO4-2	> 1,0	+	+	+
	< 1,0	0	+	0/-
Электропроводность	< 10 µS/cm	+	+	0
	10 – 500 µS/cm	+	+	+
	> 500 µS/cm	+	+	0
Аммоний (NH3)	< 2	+	+	+
	2 –20	+	+	0
	> 20	+	+	-
Хлорид (Cl-) подробнее-ниже	< 300	+	+	+
	> 300	0	+	0/+
Sulphite (SO3) free chorine gas (Cl2)	< 1	+	+	+
	1 – 5	+	+	0
	> 5	0/+	+	0/-
Железо (Fe)	< 0,2	+	+	+
	> 0,2	+	+	0
Free (aggressive) Carbon Dioxide (CO2)	< 5	+	+	+
	5 – 20	+	+	0
	> 5	+	+	-
Manganese (Mn)	< 0,1	+	+	+
	> 0,1	+	+	0
Аллюминий (Al)	< 0,2	+	+	+
	> 0,2	+	+	0
pH	< 6,0	0	N/A	0
	6,0 – 7,5	0/+	N/A	0
	7,5 – 9,0	+	+	+
	> 9,0	+	+	0
Нитрат (NO3)	< 100	+	+	+
	> 100	+	+	0
Hydrogen Sulfide (H2S)	< 0,05	+	+	+
	> 0,05	+	+	0/-
твердость	4,0 – 8,5 °dH	+	+	+

- + при нормальных условиях хорошая чувствительность
- 0 проблемы могут появиться, особенно если значение 0
- имеет большинство факторов, использование не рекомендуется

Выбор материала пластин				
Содержание хлоридов	Максимальная температура			
	60°C	80°C	120°C	130°C
= 10 ppm	SS 304	SS 304	SS 304	SS 316
= 25 ppm	SS 304	SS 304	SS 316	SS 316
= 50 ppm	SS 304	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO
= 80 ppm	SS 316	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO
= 150 ppm	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO
= 300 ppm	SS 316	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO
> 300 ppm	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO

SS – нержавеющая сталь  
Ti – титан

### 3.7.4. Нечистоты в воде, фильтры

Если какой-то из источников воды содержит частицы с диаметром больше чем 1 мм (0,04 дюйма), или содержит волокна, советуем перед теплообменником установить фильтр с сетью 16-20 (количество отверстий на палец). В противном случае может произойти засорение канала, что способствует снижению производительности, повышает потери давления и вызывает замерзание и поломки в пластинчатом теплообменнике. Загрязнение биологическими материалами грозит коррозией. Фильтры могут быть поставлены вместе с комплектующими к насосу

### 3.7.5. Принятие мер в случае неподходящего состава воды, низкой температуры или протока

#### Использование дополнительного контура (межконтура) с теплообменником

При негативном результате анализа воды должен быть доинсталлирован дополнительный контур с теплообменником и тепловой насос настроен на эксплуатацию в режиме с незамерзающей смесью. Дополнительный контур с незамерзающей смесью наполнится также как и первичный контур у земляного коллектора. Проследите за тем, чтобы циркуляционный насос намонтировали качественно, и не происходило замерзание в обменнике межконтура. Межконтур с обменником рекомендуем устанавливать если Вы не уверены в качестве воды.

#### Использование трубчатого испарителя

Можно отдельно заказать тепловой насос в трубчатом испарителем, который более устойчив к замерзанию и не так чувствителен к качеству воды. Пластинчатый обменник первичного контура (испаритель) в тепловых насосах марки Hotjet можно заменить этим трубчатым обменником. Благодаря использованию трубчатого обменника отпадут сложности с подключением к межконтуру - не будет необходимости устанавливать дополнительное оборудование для двигателя и не будет дополнительного потребления электричества для циркуляционного насоса межконтура. Трубчатый обменник устанавливается в тепловом насосе.

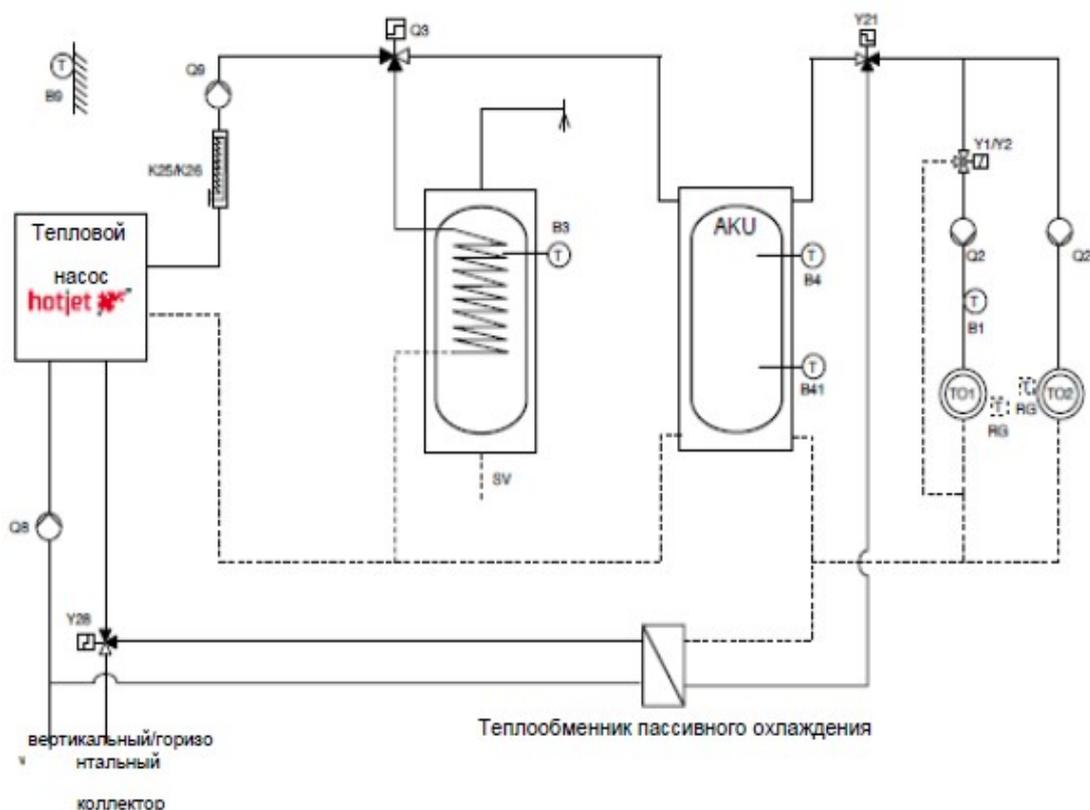
Трубчатые обменники можно устанавливать в тепловые насосы модельного ряда от 9W до 20W.

### 3.8. Активное/пассивное охлаждение

Если предполагается в помещении пользование функцией пассивного/активного охлаждения, необходимо рассчитать глубину и количество скважин в зависимости от требований данной установки. Выгода — значительно меньшие затраты на охлаждение объекта в летних месяцах с помощью геотермальных скважин, куда при пассивном охлаждении отводится тепло из помещения с помощью незамерзающей смеси (работает только циркуляционный насос, тепловой насос не задействован). Для достижения большей охлаждающей мощности используется активное охлаждение, при котором работает компрессор теплового насоса. Система активного охлаждения используется на крупных объектах — система охлаждения тепловыми насосами более экономична чем классическая климатизация. Плюс ко всему при подходящей почве геотермальные скважины «заряжаются» теплом на отопительный сезон (повышение показателей отопительного фактора зимой).

При пассивном охлаждении ожидаемая производительность 15-25W/м скважины.

**Пример подключения системы с контуром пассивного охлаждения**



### 3.9. Подключение теплового насоса земля-вода к первичному контуру

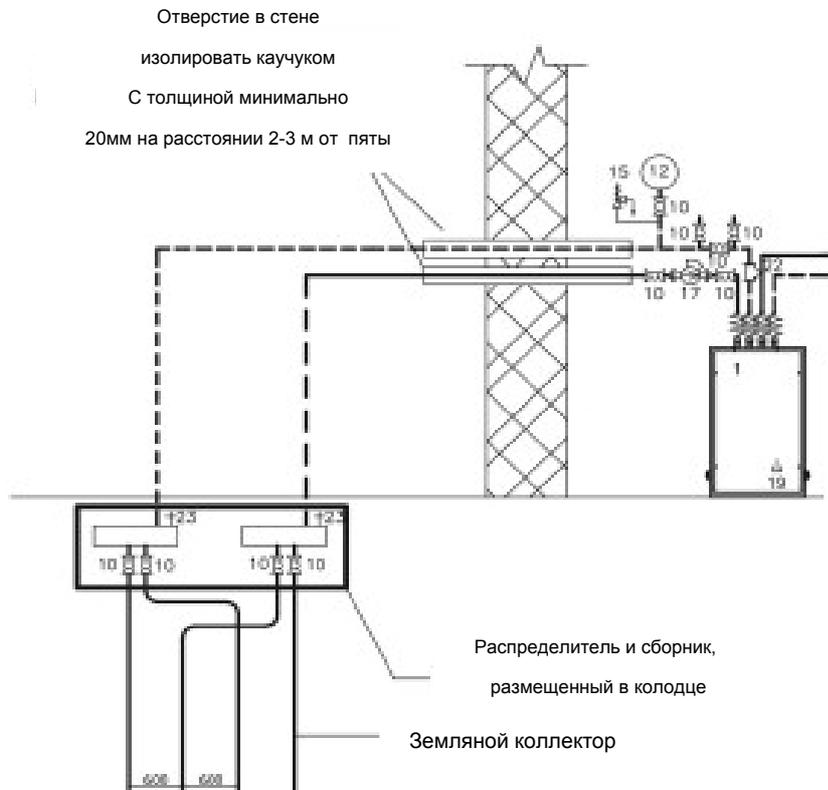
#### 3.9.1. Потери давления в первичном контуре и спад температуры

Потери давления, возникающие из-за трения в трубах имеют большое влияние на работу теплового насоса. Для их расчета необходимо знать проточность первичного контура. Потеря давления возрастает при пересечении всех частей первичного контура (трубы горизонтального коллектора или геотермального зонда, соединение скважины со сборным валом, редукторы, регуляторы протока, обменники теплового насоса и т.д.) Потеря давления возрастает или снижается в зависимости от типа жидкости. Разбавление жидкости и перемена температуры влечет за собой изменение густоты и вязкости жидкости, которые влияют не только на потерю давления, но и на проток жидкости в скважинах или горизонтальном коллекторе. Для качественной передачи тепла необходимо поддерживать оптимальный проток жидкости в трубах. При проектировании контура необходимо брать в расчет мощность циркуляционного насоса и потерю давления, возникающую в насосе, во избежание слишком большого охлаждения жидкости на испарителе.

Тепловой насос	Рекомендуемый температурный перепад	
	Первичный контур	Вторичный контур
воздух-вода	-	5°C
земля-вода	3°C	5°C
вода-вода	3°C	5°C

#### 3.9.2. Подключение отвода теплового насоса к первичному контуру

Тепловой насос земля-вода и вода-вода необходимо подключить к низкопотенциальному источнику тепла. Это подключение проводится с помощью гибких шлангов, чтобы вибрация от компрессора не переносилась в систему первичного контура (из-за вибрации могут ослабнуть соединения системы).



### 3.9.3. Редукция количества ветвей (Y-деталь)

Служит для соединения двухконтурных геотермальных земляных зонд в единый контур (32-32-40 или 40-40-50). С их помощью снижается количество соединительных труб, ведущих от скважины к системе распределения/сборки и количество отводов из этой системы. Этим значительно снижаются затраты на соединительные работы. При использовании редукции необходимо соблюдать равномерное разделение протока жидкости в обе ветки геотермального контура.



Редукция количества ветвей, соединяющих Y-деталь 32-32-40

Редукция двух контуров скважин 4x32мм-2x40мм

### 3.9.4. Распределители / сборники

При инсталляции горизонтального коллектора или при инсталляции больше чем одной скважины нужно провести соединение первичного контура. В этом случае необходимо использовать систему распределения/сборки. Целая система, как правило, составлена из труб PEHD (или трубы из нержавеющей стали, меди), запорных шаровых кранов и регуляторов протока (при необходимости). Распределитель служит к разделению незамерзающей жидкости, переносящей тепло, перетекающей из теплового насоса в петли горизонтального коллектора, или геотермальные скважины. Сборник несет противоположную функцию — задерживает незамерзающую жидкость, которая затем передается в тепловой насос с помощью труб БОльшего размера. Распределитель/сборник инсталлирован на сборном колодце или в технической местности, где должен быть хорошо изолирован.



Распределитель/сборник первичного контура

изолированный распределитель

### 3.9.5. Сборный колодец

Элегантное решение для соединения двух или четырех петель горизонтального коллектора или геотермальных скважин. GWE FIX-BOX — малый пластиковый вал с параметрами 43x45x39 см. FIX-BOX - полноценная система распределения/сборки, возможно заказать в комплект поставки проточные регуляторы. Преимущество — размеры системы, которые облегчают земляные работы и упрощают доступ ко всем контурам. Сборный колодец первичного контура водонепроницаем, производится как в левом так и в правом исполнении.



**Круговой сборный колодец** высоко эффективен для большинства инсталляций. Причины, почему лучше соединить первичный контур на сборном колодце сразу несколько:

- экономия места в техническом помещении
- значительная экономия материала (трубы, незамерзающая жидкость, изоляция, проводка в стенах)
- значительное снижение цены за проведение работ (земляные работы, проводка в стенах, изоляционные работы)
- меньшее количество отверстий в стене
- минимальное количество конденсации воды на трубах при некачественно проведенных изоляционных работах

В данное время мы предлагаем круговые сборные колодцы в нескольких размерах. Вы можете заказать некоторые модели колодцев в с монолитными или гибкими крышками. Колодец с крышкой FLEXI 600 выдерживает вес легкового автомобиля до 600кг.



**Нестандартные колодец.** Производители колодцев могут на заказ изготовить индивидуальную модель под Ваш проект, если то позволяют технические условия. В настоящее время можно помимо пластиковых колодцев изготовить и бетонные валы, выдерживающие вес легковых и грузовых автомобилей.

Одна из возможностей- заказать производство распределителя / сборника с пластиной, которая будет препятствовать попаданию воды в объект. После этого систему можно залить прямо в фундамент объекта. Такое проведение имеет и свои ограничения, с которыми нужно считаться при инсталляции и проектировании.

### 3.9.6. Соединение первичного контура

---

Для соединения отдельных труб используется как правило электромуфта (рекомендуем), или компрессионные фитинги.

**Электромуфта** — обеспечивает систему безопасных соединений в первичном контуре теплового насоса. При ее использовании возникает так называемое гомогенное соединение, выгодой которого при качественном проведении является идеально тесное соединение. Проведенные тесты показали, что соединение, полученное с помощью электромуфты выдержит больший напор давления чем сами трубы. Цена электромуфты - на уровне компрессиональных фитингов, единственное — более высокая цена на покупку оборудования (в т.ч блока управления). Блок управления можно взять в прокат. Электромуфта изготавливается из материала PE100.

**Механические компрессионные фитинги** — используются прежде всего при соединении водопроводных труб. В области первичного контура тепловых насосов рекомендуем их использование только в техническом помещении (на случай проведения контроля герметичности, который возможно, будет необходим в будущем) Соединения произведены из полипропилена, содержат уплотнения с NBR, на который оказывают влияние агрессивные материалы прежде всего при минусовых температурах. Поэтому необходимо разбавлять незамерзающую смесь с водой на 25-35%, с добавлением материалов для охраны уплотнений.

### 3.9.7. Регулирование протока

---

При инсталляциях, где необходимо пробурить большее количество геотермальных скважин, которые будут находится на разных расстояниях от системы распределения/сборки, необходимо использования регуляторов протока. Регуляторы протока позволяют примерно уравнивать проточность в отдельных ветках. В случае неиспользования системы регуляции может возникнуть чрезмерная нагрузка на самую близкую ветку(или самую короткую, с наименьшей потерей давления ветку), которая бы при долговременной большой проточности постепенно замерзла. Те же правила относятся и к разным длинам труб системы горизонтального коллектора (при разнице больше чем 5 метров между самой длинной и самой короткой веткой).

Проточные регуляторы можно заказать в комплекте с системой распределения/сборки.



### 3.9.8. Магистральная линия

---

Магистральная линия обеспечивает соединение распределения/сборки с тепловым насосом. Магистральная линия состоит из полиэтиленовых труб большего диаметра с PE100+ или PE100 RC. Диаметр труб определяется в зависимости от их длины и проточности несущей тепло незамерзающей жидкости. В случае несоблюдения приведенных выше рекомендаций может произойти излишнее повышение потерь давления и как следствие снижение проточности первичного контура.



### 3.9.9. Изоляция первичного контура

---

Все виды труб (и магистральные линии и трубы, ведущие прямо от скважины горизонтального коллектора) необходимо начать изолировать за 2 метра до объекта. Изолировать необходимо также все трубы в зоне объекта так, чтобы не происходила конденсация воды на местах на точках распределения. Первичный контур можно изолировать только подходящей каучуковой изоляцией (ни в коем случае изоляцией из материала PE и под.) Трубы, изолированные каучуковой изоляцией вне объекта необходимо подстраховать кожухом, запечатать против проникновения воды в кожух.

### 3.9.10. Незамерзающие смеси/теплоносные смеси для первичного контура

---

В целом первичном контуре протекает незамерзающая смесь, несущая тепло (спиртовая, глицериновая или гликолевая основа). Концентрат смеси разбавляется водой до необходимой концентрации незамерзания (по инструкции на упаковке).

**Спиртовая основа** — используется как правило из довода низкой цены и безвредности для окружающей среды. При производстве спирт окрашивают и ароматизируют. Его плюсом и минусом является его узнаваемый резкий запах. Спиртовую основу не используют в системах с активным охлаждением. Жидкость-концентрат легковоспламеняема, ее перевозка относится к ADR и складирование осуществляется с предписаниями хранения легковоспламеняющихся веществ.

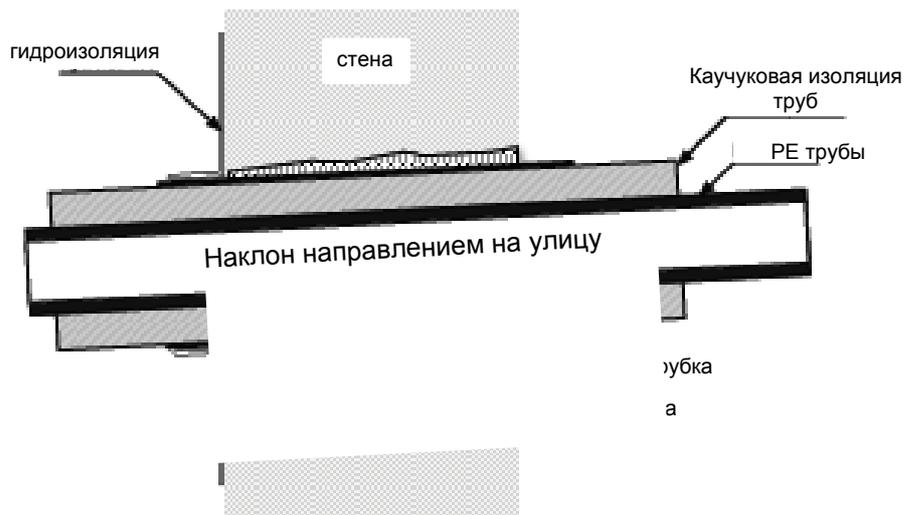
**Глицериновая основа**- рекомендуется к использованию благодаря экологичности, бережливости в отношении к прокладкам и металлам, а также отсутствию резкого запаха. Жидкость не является горючей, ее перевозка не относится к ADR, и нет необходимости в особом хранении.

**Этиленгликоль** - используется во всех видах отопительных систем как носитель тепла. Экологически небезопасный материал. При его использовании необходимо обеспечить двойную страховку системы на случай утечки из системы отопления/охлаждения. После выпуска из системы жидкость необходимо ликвидировать, соблюдая правила экологических предписаний.

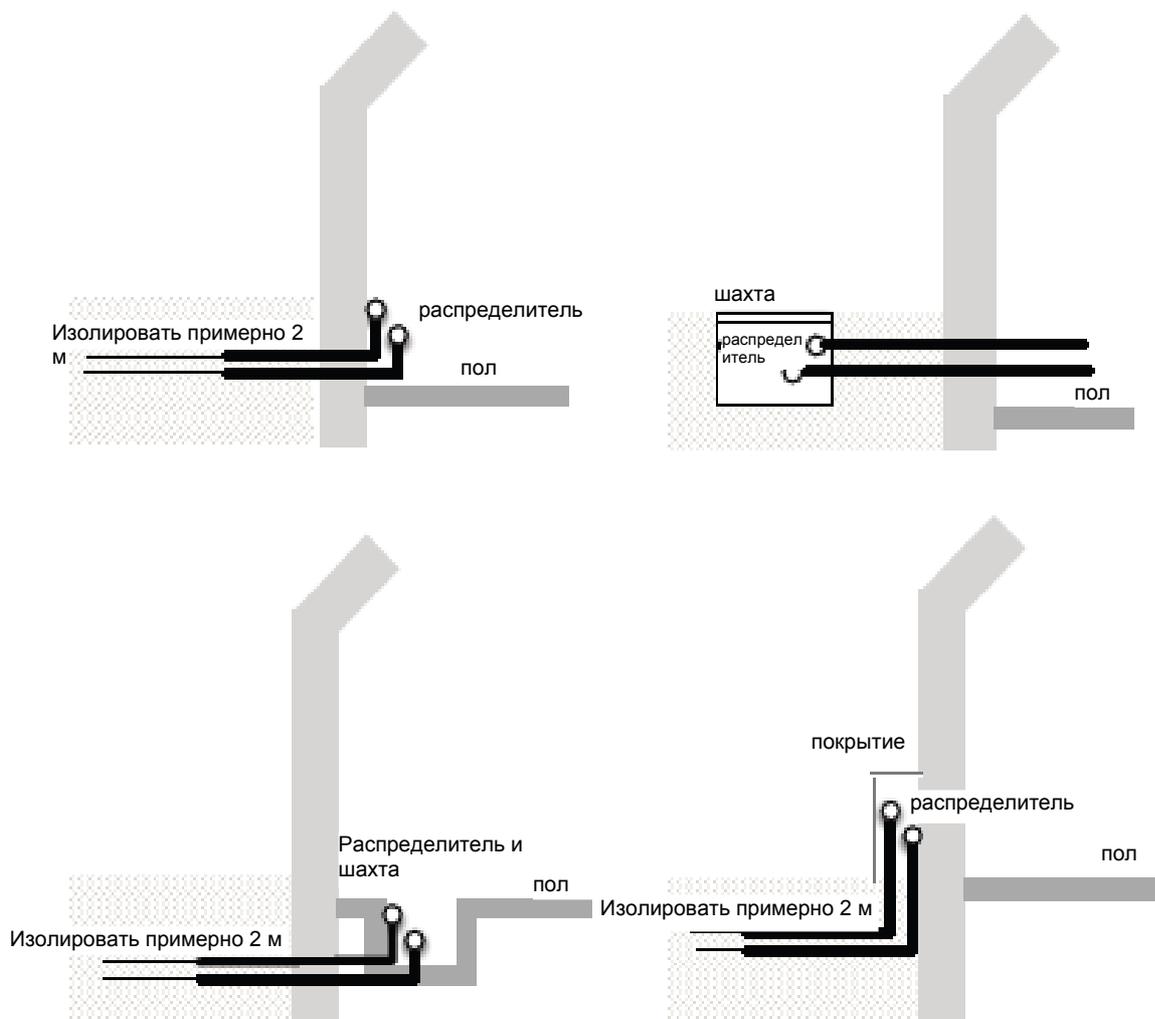
**Пропиленгликоль** — экологически безопасная незамерзающая жидкость, которая используется во всех типах отопительных систем как носитель тепла, и в то же время как охрану от коррозии. Преимуществом пропиленгликоля является его экологичность, минус — высокая цена. Для использования в первичном контуре не рекомендован в связи с его достаточной вязкостью.

Правило, распространяемое на все типы жидкостей: смесь, которая будет заливаться в первичный контур, должна содержать необходимое количество примесей для охраны резиновых прокладок, ингибиторы коррозии, а также примеси для беспрепятственного смешивания с водой. Несущие тепло незамерзающие жидкости должны проходить систематический контроль (также как масла в моторах машин). Осуществление регулярного сервиса продлевает их срок годности и способствует улучшению технических параметров (густота, охрана системы перед коррозией, охрана прокладок, стабилизация pH и т. д.)

### 3.9.11. Стандартная конструкция отвода



#### Примеры дизайна отвода в помещении



### 3.9.12. Компактная прокладка прохождения стены

---

Безопасным отводом через стену, как правило, пренебрегают при инсталляции - в необходимости сделать эту работу качественно со временем убеждаются заказчики (при затекании воды под давлением в помещение). Качественное проведение должно обеспечивать проход через стену жидкости под давлением. Компактная прокладка состоит из двух металлических пластин, между которыми располагаются резиновые прокладки. Целая система соединена несколькими винтами. Прокладка вложена в защитный кожух, на который наварена гидроизоляция. Принцип — соединительные трубы вложим в прокладку необходимого размера и начнем затягивать винты. Винты стягивают металлические пластины направлением друг к другу, в следствии чего резиновые прокладки, которые располагаются между ними, вытесняются как к стене, так и к трубам. Следствие: качественный, плотный проход через стену, которая после правильной инсталляции водо- и воздухопроницаема.



**Компактная прокладка с охранной трубкой PVC**

### 3.9.13. Страховочный вентиль, проточный выключатель, расширительный бак, наполняющая арматура

---

- Первичный контур должен быть оснащен страховочным вентиляем, расширительным баком, фильтром с составом арматур для наполнения и вентиляции
- Для наполнения и вентиляции системы устанавливается комплект из трех шаровых кранов
- Термометр необязателен, система регулирования указывает температуру входа и выхода из теплового насоса
- Все арматуры и трубы первичного контура необходимо изолировать попарно каучуковой изоляцией. Места соединений должны быть качественно скреплены.
- В новых объектах может в первые сезоны возникать конденсация воздушной влаги на деталях первичного контура. Конденсация должна со временем прекратиться сама, в противном случае рекомендуем помещение как следует проветрить или убрать лишнюю влагу другими способами.

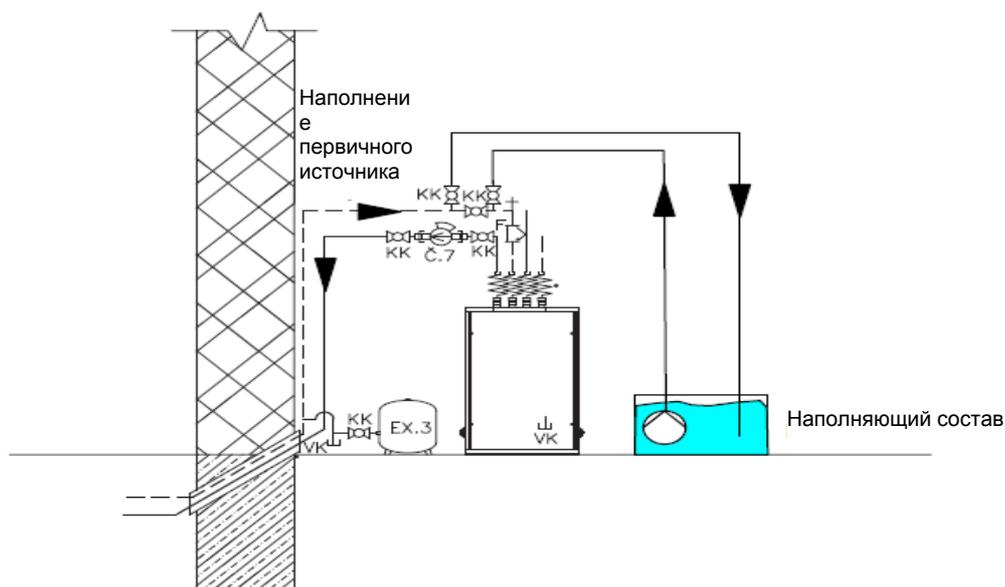
**Следующие комплектующие не входят в поставку теплового насоса (для подключения первичного контура) а специфицируются как аксессуары:**

- Страховочный вентиль
- Расширительный бак
- Шаровые краны
- Фильтр

### 3.9.14. Заполнение первичного контура

Все пробы необходимо проводить по следующим нормам и предписаниям:

- Прополосните первичный контур водой
- Проведите пробу герметичности первичного контура
- Первичный контур наполняется с помощью комплекта наполняющей арматуры незамерзающей смесью, которая была предварительно разбавлена в отдельной ванночке. **Запрещается** наполнять контур сначала неразбавленной незамерзающей смесью, а потом чистой водой
- Удалите из первичного контура воздух
- В случае разных размеров веток отрегулируйте их проток
- Незамерзающую смесь смешайте с расчетом минимально  $-15^{\circ}\text{C}$



## 4. Воздушные тепловые насосы

Инсталляция воздушных тепловых насосов более простая, чем у тепловых насосов земля-вода или вода-вода, потому что нет необходимости в подготовке первичного источника (первичного контура). Тепловые насосы воздух-вода работают с воздухом, который возле них. Для обеспечения экономичной и надежной работы соблюдайте наши рекомендации и правила эксплуатации.

### 4.1. Подходящее место и его подготовка

#### 4.1.1. Нагрузка здания

- При инсталляции в подвале, на земле, или на крыше проверьте грузоподъемность строительной конструкции. Рекомендуем провести статический расчет
- Инсталляцию на деревянной конструкции необходимо детально продумать - при эксплуатации ТН в деревянной конструкции могут передаваться вибрации.

#### 4.1.2. Размещение на фасад

- Конденсат необходимо отвести с помощью шланга. Нужно проверить необходимость подогрева отводящего шланга электрическими отопительными кабелями (особенно достаточно длинные или при горизонтальном расположении). В системе регуляции возможно настройка данной функции.
- Ванна под испарителем оснащена отоплением остаточным теплом (во избежании образования льда)
- Принимая во внимание большое количество конденсата, не желательно располагать уличные блоки на фасаде, потому что при замерзании отток конденсата может бесконтрольно течь по фасаду.

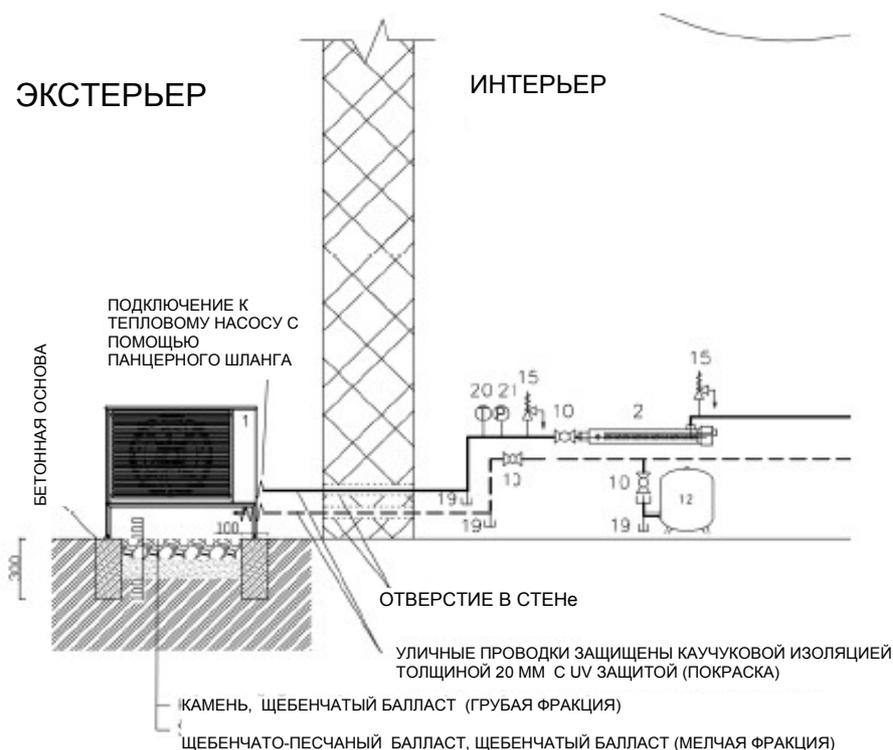
#### 4.1.3. Размещение на крышу

- Конденсат необходимо отвести шлангом в сток. Нужно проверить необходимость отопления шланга (особенно достаточно длинного или при горизонтальном расположении). Регулятор для управления отопительным кабелем имеет специальную функцию с возможностью настройки.
- Ванна под испарителем оснащена отоплением остаточным теплом (во избежании образования льда)
- Если замерзший конденсат будет громадиться на крыше, может произойти перегрузка конструкции крыши. 1М2 льда толщиной 20см имеет массу 200 кг.

### 4.2. Позиция, вращение у компактного блока или испарителя сплита

- При инсталляции на улице выбор места установки блока не имеет значительного влияния на производительность системы, принимая во внимание большое количество воздуха, которое система через себя пропускает
- в идеале у внешнего блока отвод воздуха поверните в направлении преобладающего направления ветров в данной области
- тепловой насос нельзя устанавливать рядом с легковоспламеняющимися веществами, мусорными контейнерами, большого скопления деревьев (во избежание постоянного раздувания листьев в период листопада)
- тепловой насос должен быть установлен в месте с достаточным простором и хорошей вентиляцией. При плохой вентиляции может возникнуть обратная циркуляция воздуха и тем самым снижение мощности.
- Тепловой насос нельзя инсталлировать в закрытых помещениях без циркуляции воздуха. Произойдет постепенное переохлаждение помещений

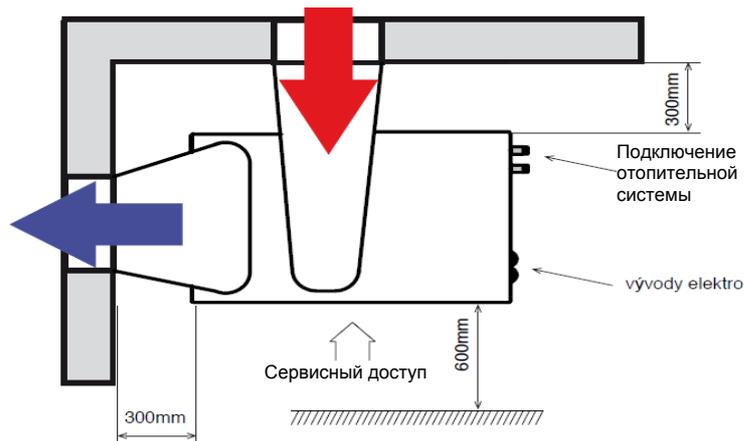
- Между тепловым насосом и ближайшей постройкой или любым другим объектом расстояние должно быть не меньше 0,3 м
- Свободное место перед тепловым насосом (для боковых, осевых вентиляторов) должно быть минимально 1 м. При инсталляции бокового вентилятора учитывайте то, что поток холодного воздуха будет достигать 5 метров и более
- Оставьте дополнительное место рядом с блоком для подключения воды и электричества
- Если система установлена на достаточно ограниченном месте (например, в углу), необходимо обеспечить достаточный доступ на случай проведения сервиса
- В испаритель теплового насоса нельзя подавать загрязненный воздух из помещений (канализация, хлевы с животными и т.д.) Агрессивные испарения (например, аммиак) могут нарушить работу системы.



### 4.3. Тепловые насосы воздух-вода для внутренней инсталляции

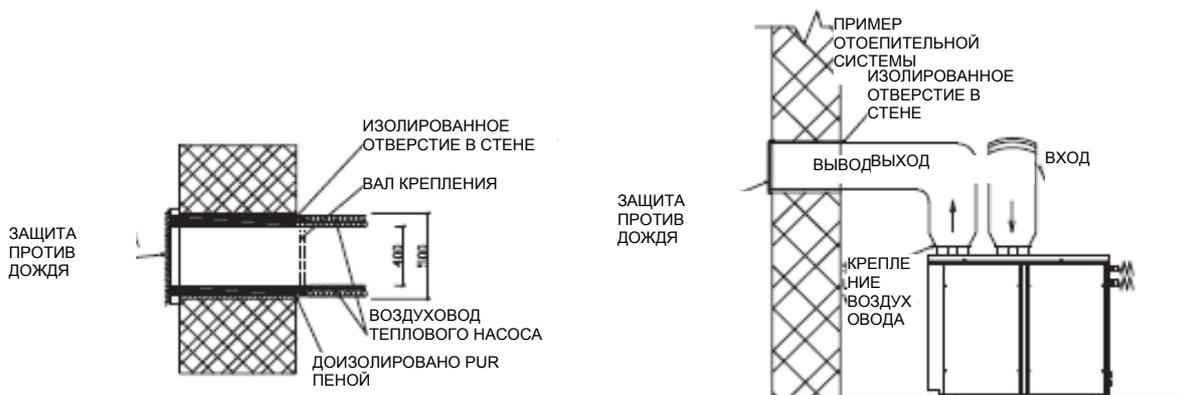
- Тепловой насос возможно установить в помещении — технической местности, подвале, гараже, прямо на земле)
- Установка внутреннего блока в помещении с влажностью более 50% при температуре около 20°C может способствовать местной конденсации на внешней стороне коробки теплового насоса или в воздуховодах. В этом случае рекомендуем места с конденсацией покрыть подходящей внешней локальной изоляцией
- На случай проведения сервиса необходимо соблюдать необходимую дистанцию блока от других объектов
- В случае несоблюдения рекомендованной дистанции сервисный техник попросит обеспечить доступ к теплому насосу (должно быть обеспечено место, куда блок можно отодвинуть).

Минимальная дистанция от стены до теплового насоса hotjet „i”

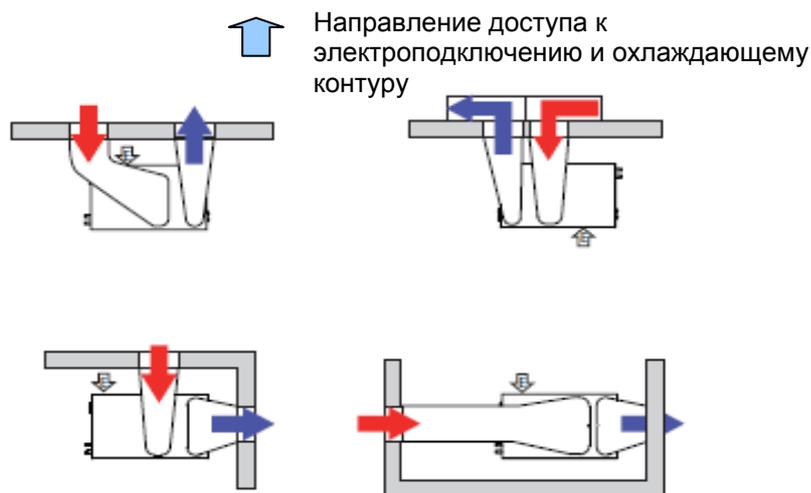


**Воздуховоды**

- Воздуховоды: рекомендуем провести через воздуховоды изолированный воздухотехнический шланг (в предложении Hotjet)
- отвод системы всасывания и выброса воздуха из теплового насоса одинаков и отвечает воздуховоду с диаметром 400мм. Шланг нужно насадить на венторник проема и закрепить металлической скрепляющей лентой (клеммами) и липучей лентой (все это можно найти в прайсе Hotjet)



примеры взаимного размещения воздуховодов



#### 4.4. Отвод конденсата из тепловых насосов воздух-вода

- Образование конденсата является следствием оттаивания замерзшей воды из испарителя теплового насоса, которая образуется, если температура на улице падает ниже  $7-10^{\circ}\text{C}$
- Конденсат вытекает время от времени (3-10л), стандартный цикл оттаивания может длиться с 60-200 мин. интервалами. Регулятор отслеживает намораживание на испарителе и динамично регулирует интервалы
- Процесс оттаивания длится как правило 1-4 мин.
- В процессе эксплуатации тепловых насосов с малой мощностью (для коттеджей) может образовываться и более 50л конденсата ежедневно

##### Наружные блоки

- На месте инсталляции наружного блока обеспечьте дренаж земли (или покрытия на которое будет устанавливаться ТН)
- Идеальное решение для отвода конденсата: через шланг с функцией незамерзания в герметичное отверстие канализации. Регулятор имеет функцию управления отапливающего кабеля с возможностью настройки
- При неправильном оттоке канализации может произойти подтопление объекта
- Для достижения оттока конденсата тепловой насос необходимо установить на нужную высоту



Пример замерзания неконтролируемого оттока конденсата (риск получения травм на образовавшейся ледовой корке)

##### Внутренние блоки

- У модели Hotjet "i" отведите шланг с конденсатом в канализацию
- Шланг/трубка отвода конденсата должна иметь на градус больший диаметр, чем выход из теплового насоса
- Трубка/шланг должен находиться под наклоном (рекомендуется не менее 3%). Между режимами оттаивания происходит просушка сточных труб/шлангов
- Для случаев, когда канализация уровнем выше чем сточная трубка, используйте насос конденсата — соедините сточные трубки с сифоном (с герметичным закрытием, не пропускающим запахи)

##### Предупреждение:

Если внутренний блок установлен в помещении, где температура может опускаться ниже точки замораживания (гаражи, подвалы) необходимо обеспечить отопления стока конденсата.

## 5. Шум теплового насоса

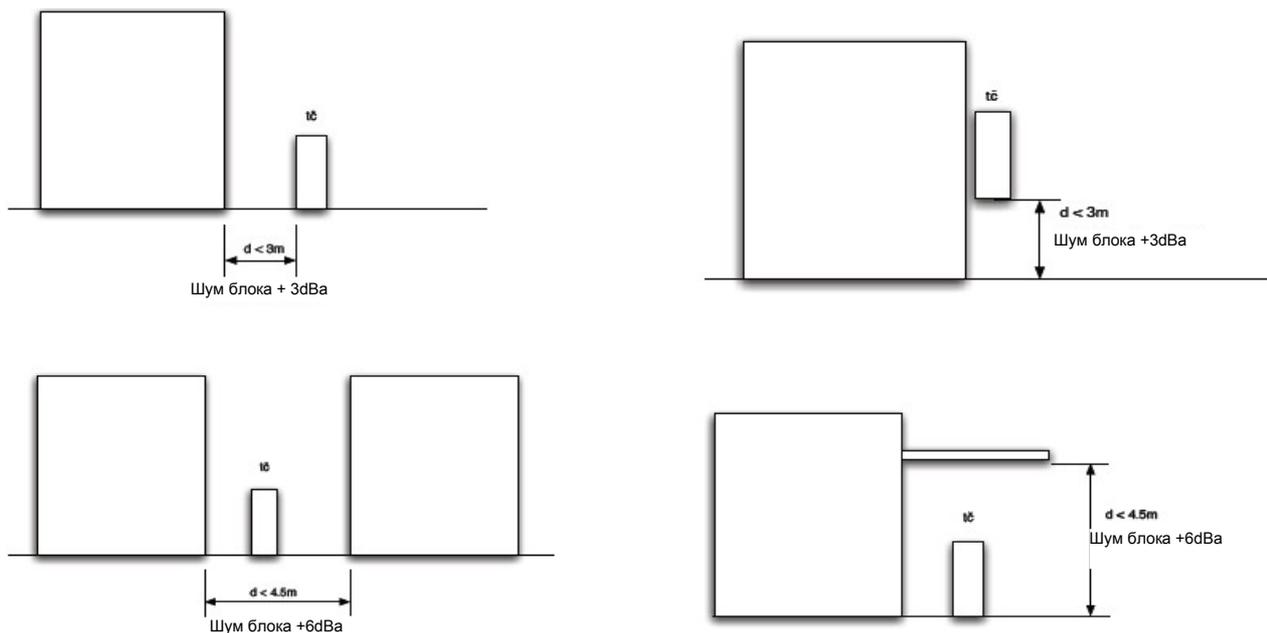
Тепловой насос - система, которая несмотря на все противозумные конструкторские разработки, направленные на снижение шума, входит в число приборов, подлежащих контролю по нормам строительной акустики.

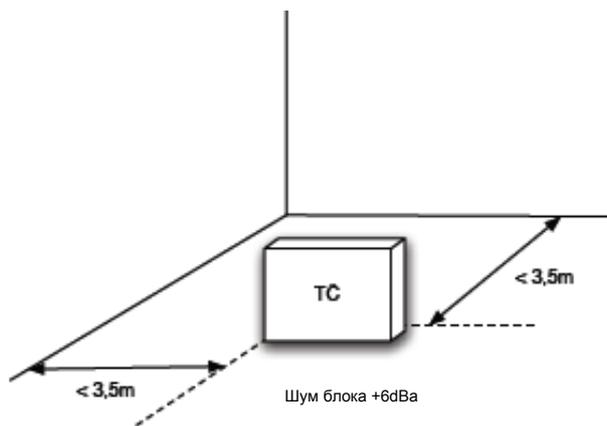
В этой главе Вы найдете описание упрощенных, ориентировочных правил определения шумности в помещениях. Для определения точных данных по акустическому шуму системы необходимо провести исследования.

### 5.1. Правила размещения системы

- Уличные блоки теплового насоса не размещайте вблизи стен спальных помещений, под их окнами. Убедитесь, что шум не будет доставлять неудобств соседям
- Для снижения вибрации внутренних блоков можете использовать иные крепления или подставку, поглощающую вибрации. Такая подставка должна быть немного больше нижней части теплового насоса для обеспечения беспрепятственного снятия блока с подставки
- Не рекомендуем плотно соединять подставку под уличный блок со зданием
- У внутренних блоков рекомендуем слой изоляции под блоком отделить дорожкой от остальной поверхности пола по звуковую изоляцию

### 5.2. Распространение шума - отражения, добавления ресурсов, накладки





**5.3. Расчет шума на определенном расстоянии**

Ориентировочный расчет шума на определенном расстоянии можно осуществить по следующей формуле:

$$L_2 = L_1 - 20 \cdot \log(r_2/r_1)$$

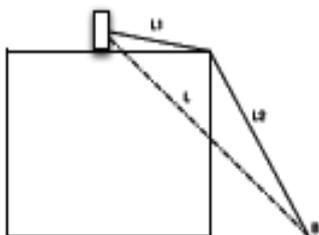
L2 -уровень акустического давления на расстоянии r2

L1- уровень акустического давления на относительном расстоянии r1

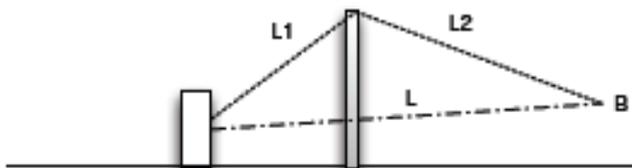
Расстояние (m)	1,5	3	6	9	15	25	30
Затухание [dBA]	-11.5	-17.5	-23.5	-27	-31	-35	-37

**5.4. Приглушение шума с помощью преграды**

инсталляция за углом или на плоской крыше



инсталляция с противошумной стеной



Место оценивания: **В**  
 Расстояние около преграды: **L1 + L2**  
 Прямое расстояние: **L**  
 $L_d = L1 + L2 - L$

<b>Ld [m]</b>	<b>0,15</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>3,7</b>
Снижение звука с помощью преграды	-4	-7	-10	-12	-15	-17

## 5.5. Приглушение шума с помощью расположения системы

- На улице рядом с объектом акустическое давление без приглушения
- Внутри объекта с открытыми дверями (не окно) приглушение - 10dBA
- Внутри объекта с закрытыми дверями или со стандартным застеклением окон приглушение - 17dBA
- Внутри объекта с закрытыми дверями, за стеной или с закрытым окном (двойное застекление) приглушение — 23dBA

## 5.6. Суммарный шум

Суммарный шум в системе рассчитывается сложением факторов:

Суммарный шум = размещение источника шума + снижение шума расстоянием + снижение шума с помощью преграды  
+ снижение шума с помощью расположения системы

Этот расчет является ориентировочным. Точные данные можно получить только после проведения исследований компетентной фирмой.

В случае неудовлетворительного результата при подсчетах примите еще более серьезные меры для снижения шума от системы.

## 5.7. Подсчет источников шума

Подсчет уровня акустического шума проводится логарифмически

2 источника шума, каждый по 50dBA, суммированный шум:  $50\text{dBA} + 50\text{dBA} = 53\text{dBA}$

### Перекрытие источников шума:

Если 2 источника акустического шума с разницей 3dBA находятся рядом, то возникнет перекрытие одного звука другим и будет слышно только более шумный источник.

## 5.8. Нормы — границы дневных и ночных значений

Максимальные гигиенические уровни акустического шума определены в постановлении §11 NV 148/2006 (Чехия). Hotjet декларирует значения акустической мощности и давления. Норма не указывает, какую максимальную шумность может иметь тепловой насос в закрытом помещении, где он измеряется. Владелец теплового насоса несет ответственность за непривышение норм шумового загрязнения.

При разнице уровней между фоновым шумом от иного источника энергии и измеряемым источником <5dBA измерение нельзя считать окончательным и точным.

Таблица лимитов для квартирного дома	Лимиты	Сниженный лимит (при измерении тоновых составляющих)
6:00 - 22:00	Основной уровень 50dBA	45dBA (редукция -5dBA)
22:00 - 6:00	Редукция : -10dBA = 40dBA	35dBA (редукция -5dBA)

Тоновая составляющая покажет спектральный анализ источника шума. С лимита нужно вычесть 5dBA, если она доступна.

Измерение шума проводят специализированные фирмы и для исполнения лимита очень важен уровень акустического давления в помещении. Практически измерение осуществляется примерно 1 метр перед стеной объекта на высоте примерно 2,5 м.

**Примечание:**

Шумность теплового насоса всегда необходимо анализировать в отношении к рядом располагающимся (или предполагаемым к построению в будущем) объектам. На владельца теплового насоса гигиенические лимиты шумности источника не распространяются. При передаче готового объекта с инсталлированным тепловым насосом необходимо в договоре означить акустический уровень шума инсталлированной системы теплового насоса. Примите во внимание, что затраты на снижение шумности могут быть немалыми.

## 5.9. Минимизация возникновения шума в процессе эксплуатации

### 5.9.1. Выбор места установки уличного блока

- тепловой насос нежелательно устанавливать на больших площадках (парковка, тротуар), потому что они не приглушают шум
- уличные тепловые насосы нельзя устанавливать близко к стенам спален, под их окнами. Убедитесь, что шум от системы не будет мешать соседям
- не рекомендуем тесно соединять уличную подставку под систему со стеной объекта
- установится тепловой насос на достаточном расстоянии от стены, не устанавливайте блок между двумя стенами (прочтите главу о влиянии расположения теплового насоса на последующую его шумность). Оставьте свободное место для проведения сервиса
- Тепловой насос подключите к отопительной системе с помощью гибких шлангов.

### 5.9.2. Выбор размещения внутреннего блока

- внутренние блоки не размещайте рядом со стенами спален и других мест отдыха. Разные конструкции стен могут оказывать разное влияние на приглушение звука
- Для снижения вибрации внутренних блоков можете использовать иные крепления или подставку, поглощающую вибрации. Такая подставка должна быть немного больше нижней части теплового насоса для обеспечения беспрепятственного снятия блока с подставки
- У внутренних блоков рекомендуем слой изоляции под блоком отделить дорожкой по звуковую изоляцию от остальной поверхности пола
- Тепловой насос подключите к отопительной системе (первичному источнику) гибкими шлангами
- Оставьте свободное место для проведения сервиса

## 6. Проектирование отопительных систем и гидравлическая интеграция

### 6.1. Отопительная система

#### 6.1.1. Система отопления «теплый пол» и «стенное» отопление и охлаждение

Система отопления «теплый пол» или «стенное» отопление является самым подходящим для системы теплового насоса - благодаря низкой температуре отопительной воды КПД наивысший. Потребление энергии в подобной системе отопления может быть на 30-40% ниже чем в радиаторной. К тому же система «теплый пол» имеет способность к аккумуляции, которая увеличивает период эксплуатации и остановки теплового насоса (снижает количество его включений). Благодаря аккумуляции переключается часть тепла в случае отключения электроэнергии. Система «теплый пол» снижает необходимость запуска бивалентного источника энергии.

С помощью системы «теплый пол» или «стенной» системы можно охлаждать помещение, при поддержании минимальной температуре на входе 15°C. Мощность системы в охлаждающем режиме составляет примерно 30% мощности отопления. Преимуществом является нулевая шумность, отсутствие сквозняков в доме. Температуру в доме с помощью такого типа охлаждения можно снизить примерно на 7°C ниже температуры на улице. Невыгодой является большая инертность в период старта. На функциональность системы охлаждения имеет влияние используемое покрытие пола.

#### 6.1.2. Фанкойлы

Фанкойлы являются компромиссом между радиаторами и системой «теплый пол». Их можно охарактеризовать как радиаторы с вентилятором. Современные фанкойлы — достаточно тихие, их можно устанавливать и в спальнях.

Преимуществом фанкойлов является быстрый разбег после старта благодаря активному потоку воздуха. Экономия эксплуатации с тепловым насосом может приближаться к системе «теплый пол» благодаря низкой температуре отопительной воды, с которой фанкойлы могут функционировать. Фанкойлы обычно имеют функцию охлаждения, и поставляются уже с системой для стока конденсата.

Фанкойлы производятся в нескольких исполнениях: для инсталляции на стену, установки на подставку (ножки), для скрытой инсталляции на стену, а также в вертикальном и горизонтальном проведении, с двухтрубчатой и четырехтрубчатой подключением. Частью поставки, как правило, является интегрированный или отдельный регулятор в форме термостата.

Для использования фанкойла для охлаждения в комбинации с системой «теплый пол», где температура одинакова (минимально 15°C) нет необходимости подключать фанкойлы к шлангу отвода конденсата. На случай возникновения небольшого количества капель конденсата обеспечьте для их оттока ванночку с функцией испарения.



### 6.1.3. Радиаторные системы

---

Радиаторы как систему отопления можно использовать как в старых постройках так и в новостройках.

#### **Существующие системы с радиаторами**

Старые постройки имеют систему радиаторного отопления с большим содержанием воды (например 300л), и обычно адаптированы под новые стандарты. Не редкость — отопительные системы перерасчитанные 2,5х. Необходимо убедиться, будет ли производительность радиаторов достаточна при функционировании с низкой температурой отопительной воды в соответствии с предписаниями, описанными в соответствующем разделе документации.

#### **Новостройки.**

Уже в фазе проектирования радиаторной системы необходимо считаться со снижением температуры 55/45°C, а еще лучше 45/35°C. Пластинчатые радиаторы забирают менее всего места. Можно также использовать конвекторы. Необходимо внимательно рассчитать отопительные мощности при реальных спадах температуры, получаемых из теплового насоса.

#### **Комбинированные отопительные системы.**

Принимая во внимание то, что радиаторы работают с большей температурой отопительной воды, чем система «теплый пол», необходимо при проектировании комбинированной системы хорошо продумать концепцию работы системы — от нее будет зависеть потребление энергии.

#### **Преобладание системы радиаторного отопления**

В многих отопительных системах система «теплый пол» подключена на обратку к радиаторам, которые работают на температурном спаде 55/45°C, а система «теплый пол», в свою очередь на 45/38°C. Система «теплый пол» в этом случае устанавливается, например, в кухне, коридорах, ванных комнатах. В ванной систему «теплый пол» можно подключить на обратку сушилки.

#### **Преобладание системы «теплый пол»**

Радиаторы часто преобладают как отопительные элементы в помещениях с прерывистой эксплуатацией, где отапливают помещения по мере необходимости (гаражи, технические помещения, прачечные, склады... Также это могут быть помещения, где инсталляция системы «теплый пол» была бы не экономична или недостаточна. Рекомендуем выбирать фанкойлы с тем же температурным спадом, какой имеет система «теплый пол», максимально 45/35°C.

#### **Доля радиаторного отопления и системы «теплый пол» примерно одинакова**

Обычна инсталляция в коттеджах, где на первом этаже система отопления «теплый пол», а на втором этаже радиаторы. Если планируется функция охлаждения, вместо радиаторов лучше установить фанкойлы. Один регулятор способен обслуживать до 3х смешанных отопительных контуров. Для такого типа инсталляции подходит вариант, где радиаторы работают в режиме температурного спада 55/45°C, а вода для системы «теплый пол» смешивается на более низкую температуру. В случае отключения радиаторного отопления система отопления прямо работает на температуру для системы «теплый пол». Если радиаторы имеют достаточную мощность, рекомендуем рассмотреть вариант работы всей системы на один спад температуры (напр.50/40°C )

#### **Воздухотехника**

Интеграция воздухотехники в систему с тепловым насосом не проблематична. Спорные моменты могут возникнуть при различии в периодах работы, разных температурах, мощностях и т.д. Для подачи тепла для ВТ можно использовать так называемые контуры потребления, которые (до 3х) можно подключить к регуляторам.

Необходимо анализировать и взвесить:

- Необходимую мощность ВТ
- Необходимую температуру отопительной воды. Обычно постоянная температура 55°C. Более экономично использование какой либо формы эквитермический режима работы
- Период эксплуатации (круглосуточный или сегментарный). При малой эксплуатации можно использовать для ВТ иной источник энергии.

## 6.1.4. Стандартные спады температуры в тепловом насосе

Идеальный спад температуры на стороне теплового насоса — до 7°C. Меньшая температура — не проблема, большую рекомендуем снизить повышением мощности циркуляционного насоса или его заменой на более мощный. Высокий спад температур приведет к худшим показателям экономичности теплового насоса. Другой проблемой может стать нежелательная разница между верхней и нижней частью АКУ бака или бойлера.

## 6.1.5. Максимальное рабочее давление гидравлического контура теплового насоса

Гидравлический контур первичного и отопительного контуров теплового насоса сконструирован на стандартное давление в отопительной системе со страховыми арматурами 250кПа. К сведению: теплообменник теплового насоса тестирован на 5МПа и при 155°C, его максимальное рабочее избыточное давление 3,1МПа.

## 6.2. Отопительные контуры

Расчеты трубопровода отопительной системы проводятся исходя из ситуации.

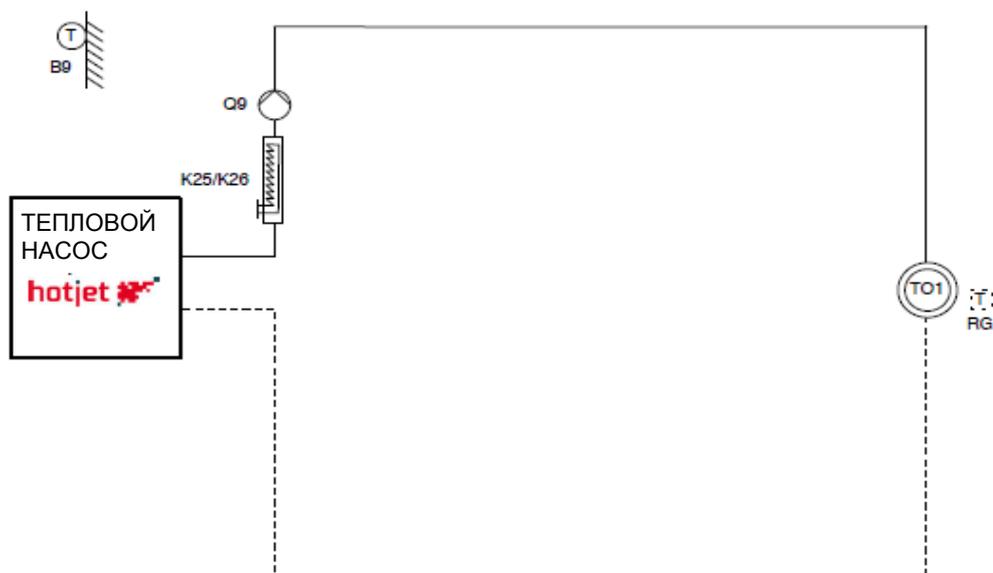
Один регулятор теплового насоса позволяет управлять тремя смесительными или насосных контурами. Для каждого контура можно настроить независимые параметры. Можно, например, без проблем реализовать отопление 3 квартир одним тепловым насосом.

**Внимание:** В случае занятости регулятора его необходимо расширить подключением 1-3 расширительных модулей. Финальное проектировочное решение по системе регулирования должен принять профессионал в данной области.

### 6.2.1. Прямое подключение теплового насоса на отопительную систему

Типично для системы «теплый пол» или радиаторных отопительных систем с достаточным объемом воды. Для правильной работы теплового насоса нужно обеспечить постоянный проток отопительной системы (необходимый для каждой модели теплового насоса).

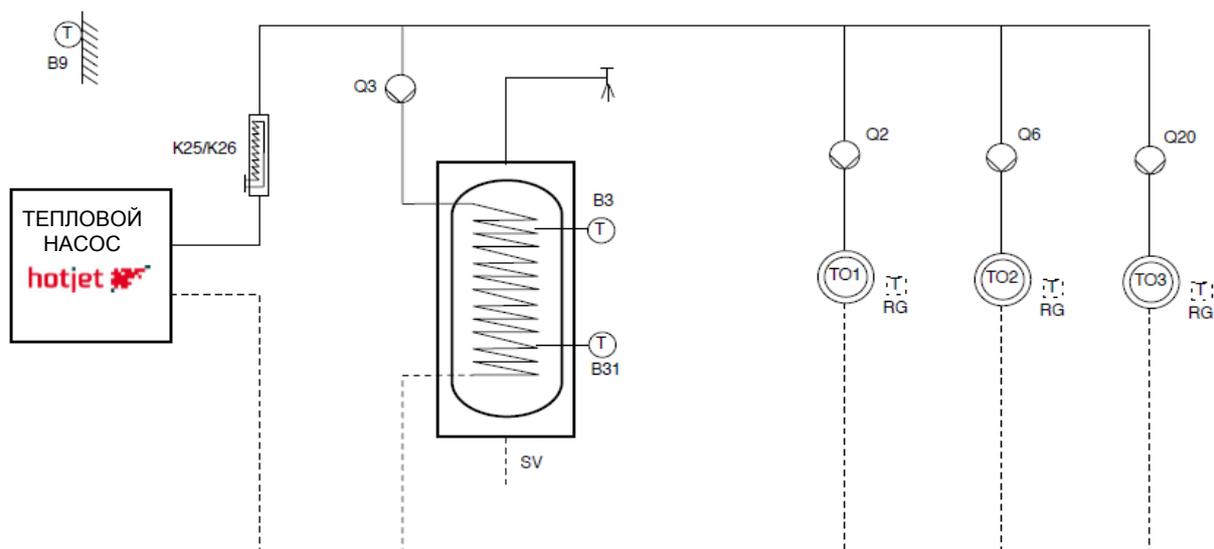
Информацию о необходимости использования выравнивающего накопителя (АКУ) Вы найдете в главе 6.3



### 6.2.2. Прямое подключение 3 контуров на тепловой насос

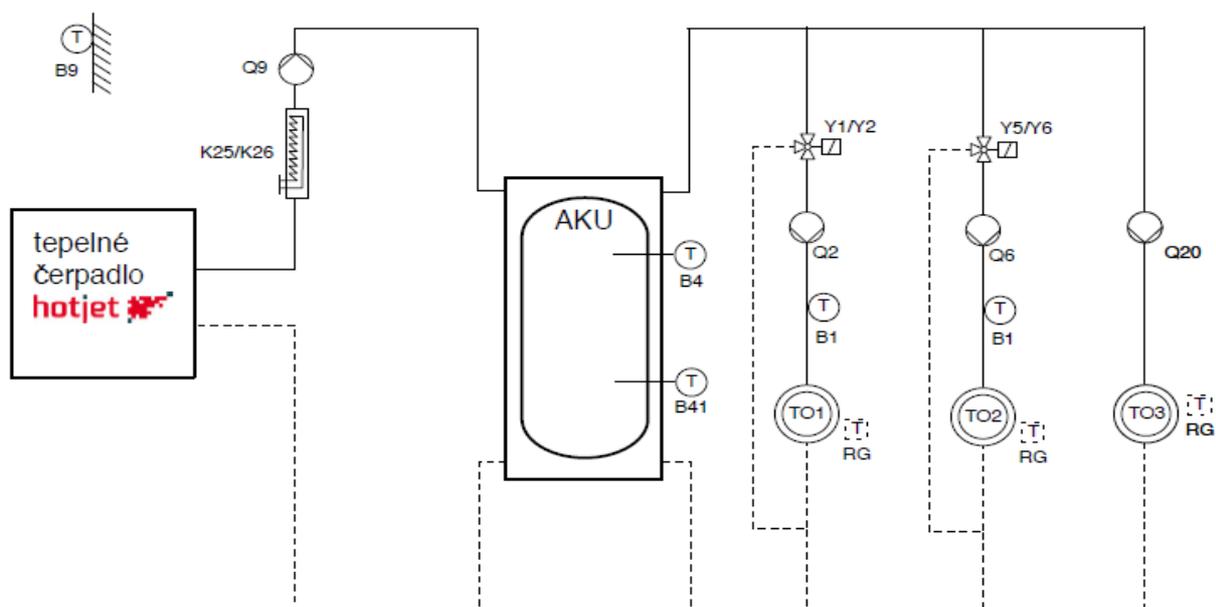
Циркуляционный насос не устанавливается в тепловой насос, если не является его частью. Насосы Q3, Q2, Q6 и Q20 необходимо настроить на самостоятельную эксплуатацию. Каждый насос должен самостоятельно удерживать минимальную проточность для модели теплового насоса.

Простая реализация с 3 контурами системы «теплый пол» при эксплуатации на одинаковую кривую отопления, но с разными временными программами, температурой помещения и т.д.

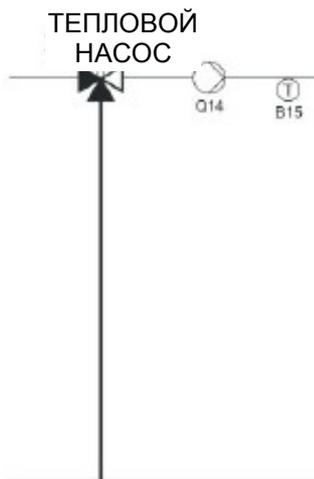


### 6.2.3. Комбинация смешивающих и насосных контуров

Пример реализации подключения 2 смешивающих и одного насосного контура. Бак функционирует как ГВДД (гидравлическое выравнивание динамического давления)



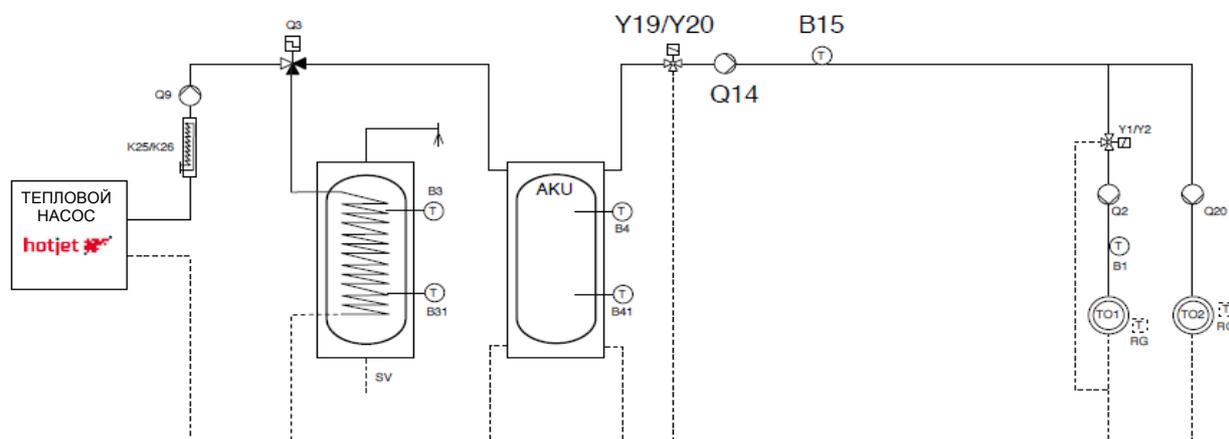
### 6.2.4. Предустановка



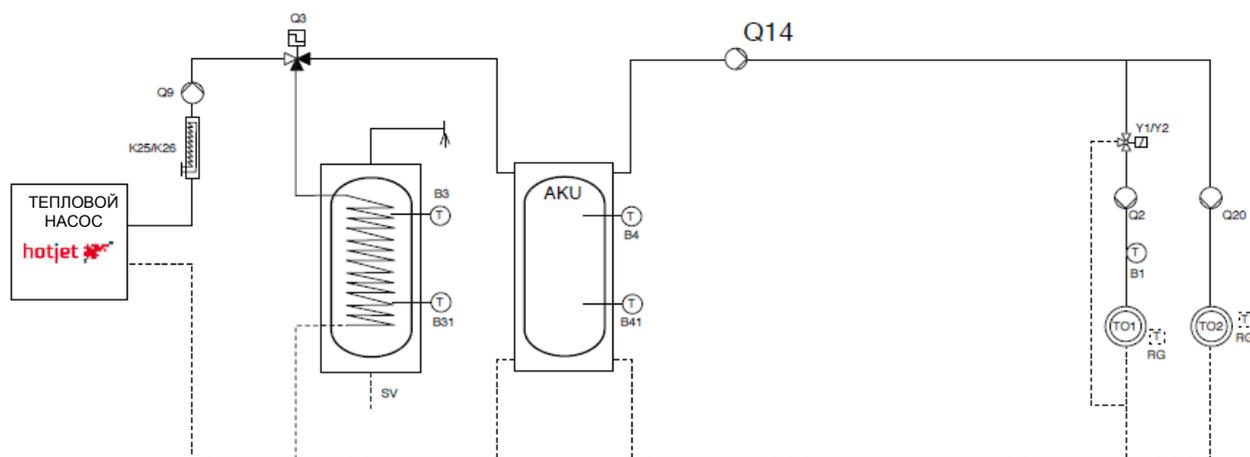
Предустановка смешивает температуру разбега для обогрева / охлаждения групп с меньшим или большим необходимым значением разбега.

Подающий насос Q14 может быть использован к преодолению потери давления на отопление/охлаждение группы элементов на расстоянии.

Пример-смешивающий предустановка правит температуру отопительной воды для контуров на расстоянии



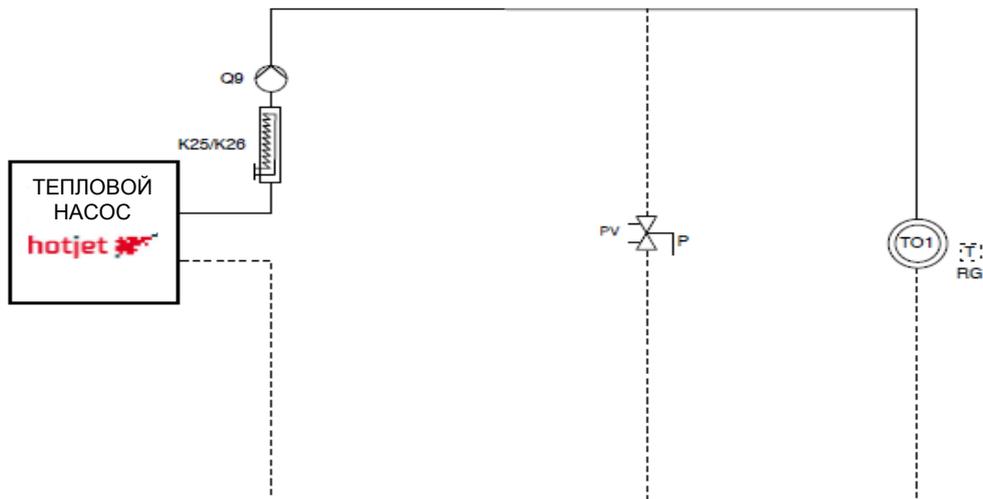
Пример: насос Q14 преодолевает потери давления к распределителю отопительных контуров



## 6.2.5. Гидравлическое замыкание

Гидравлическое замыкание - переключатель между входом и выходом из теплового насоса, обеспечивает постоянный проток воды через конденсатор теплового насоса. Его функция - гидравлическое выравнивание динамических давлений.

В случае, если термостатические переключатели на радиаторах закрываются, гидравлическое замыкание обеспечивает постоянный проток через конденсатор теплового насоса.



PV-дифференциальный припускающий вентиль давления.

## 6.3. Выравнивающий накопитель (АКУ)

Использование выравнивающего накопителя не всегда необходимо, но часто желательно. Есть случаи, где выравнивающий накопитель нужен для правильной работы отопительной системы. Минимальный объем выравнивающего накопителя зависит от технических показателей тепловых насосов, количества нужного резервного тепла, необходимой температуры отопительной воды, производительности источника тепла и т.д.

### 6.3.1. Выгоды инсталляции выравнивающего накопителя

- гидравлический баланс протока источника тепла и отопительных контуров
- резерв тепла для оттаивания воздушного теплового насоса
- продолжение периода эксплуатации и остановки теплового насоса. Идеальный непрерывный период работы ТН минимально 20 минут. Этот период старается соблюдать система регуляции
- более длительная остановка теплового насоса на период зоны высокой тарификации электричества
- аккумуляция излишков тепла (для использования в момент необходимости)

### 6.3.2. Где необходим выравнивающий накопитель

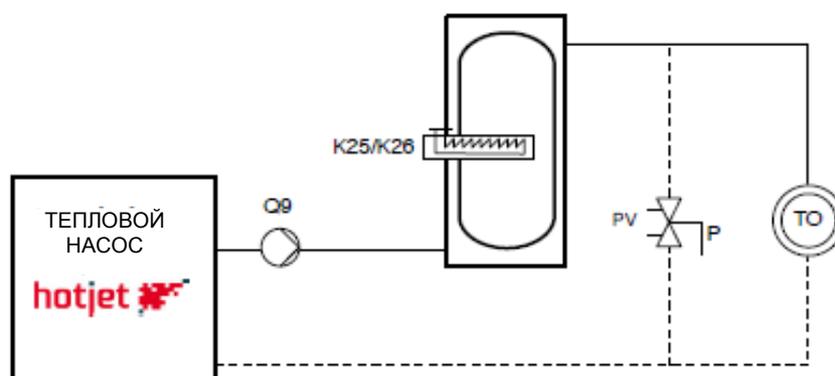
- при большем количестве отопительных контуров с разными температурами эксплуатации (например, комбинация системы «теплый пол» и радиаторов).
- при большем количестве отопительных контуров с переменным протоком (типично с регуляцией на стороне потребления)
- при малом объеме воды в отопительной системе (произойдет замыкание радиаторов термостатическими головками)
- при комбинации большего количества источников, стандартно не управляемых (камин, соляр) и аккумуляции избытка тепла
- при необходимости сохранить тепло для резервного потребления

### 6.3.3. Правило объема воды в отопительной системе

В радиаторной отопительной системе тепло аккумулируется только в трубах и радиаторах. Для оттаивания можно использовать только тепло, аккумулированное в отопительной воде. Термостатические головки на радиаторах или иная регуляция замыканием радиаторов снизит объем воды, используемый при оттаивании. Поэтому необходимо минимально 15-20л воды (на 1kW мощности теплового насоса), циркулирующей в тепловом насосе после замыкания всех элементов регуляции. Объем отопительной воды необходимо рассчитывать при наивысшей мощности воздушных тепловых насосов, вырабатываемой в начале и в конце сезона.

В случае недостатка объема циркулирующей воды необходимо установить выравнивающий бак (накопитель), который дополнит количество воды в системе на необходимый минимум.

Пример подключения выравнивающего бака для повышения объема воды в системе



#### Почему необходимо удерживать минимальный объем воды в системе отопления с радиаторами

Воздушные тепловые насосы при оттаивании испарителя охлаждают воду в отопительной системе. Минимальная температура в отопительной системе, при которой оттаивание остановится на режиме охраны против замораживания 12°C. В технической документации к тепловым насосам воздух-вода указан необходимый уровень минимальной температуры в отопительной системе 20°C (температура, которую должен иметь вода на входе в тепловой насос). При оттаивании с водой 20°C в отопительной системе может быть спад температуры между входом и выходом из теплового насоса минимум 8°C. Если, например, оттаивание длится 3 минуты а проток воды через тепловой насос составляет 1800 л/ч, воды в отопительной системе должно быть минимум  $1800/60 * 3 \text{ min} = 90 \text{ л}$ . При меньшем объеме воды и при низкой температуре отопительной воды, она «проциркулирует» через тепловой насос несколько раз и произойдет остановка работы теплового насоса — процесс оттаивания не завершится. Недостаточное оттаивание ухудшает работу теплового насоса, снижает отопительный фактор, может вести к остановке эксплуатации и уведомлению об ошибке. Крайний случай — порча компонентов теплового насоса льдом.

### 6.3.4. Несоблюдение объемов воды в системе «теплый пол»

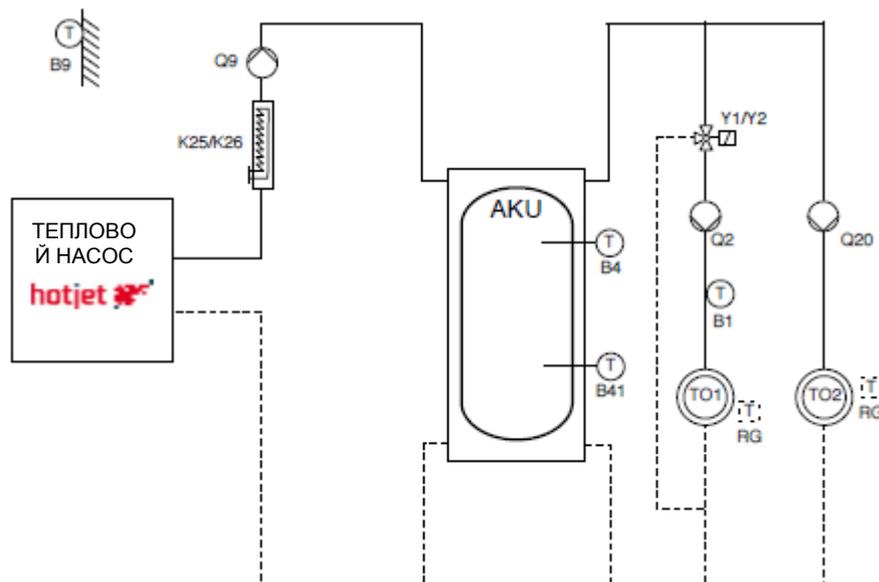
Правило минимального объема циркулирующей воды в отопительной системе необходимо соблюдать у системы «теплый пол». Способность к аккумуляции системы «теплый пол» (в бетоне, ангидриде) покрывает необходимое количество тепла при оттаивании. При аккумулирующем слое «теплого пола» в 5 см общий объем аккумуляции составляет примерно 5м<sup>3</sup> на 100м<sup>2</sup>.

В случае, если Вы планируете регулировать ветки системы «теплый пол», необходимо рассчитать установку выравнивающего бака или гидравлического замыкания для соблюдения постоянного потока через систему теплового насоса.

### 6.3.5. Выравнивающий бак в форме байпаса

Подключение в форме замыкающей петли обеспечивает константный проток воды через систему ТН и при подходящем объеме также аккумуляцию воды для оттаивания воздушных тепловых насосов.

Пример подключения выравнивающего накопителя с гидравлическим отделением источника тепла и потребления



## 6.4. Дополнительный источник тепла

Дополнительный источник тепла необходимо включить в систему на случай, когда мощность теплового насоса не будет покрывать актуальную потребность в тепле. У тепловых насосов необходимость подключения бивалентного источника определяет точка бивалентности (температура на улице опускается до определенного порога), когда тепловой насос уже не справляется с покрытием 100% тепла и необходимо обеспечить недостающую часть. Регуляция имеет алгоритмы, контролирующие процесс изменения температуры на улице и при необходимости запускающие источник бивалентности. Для достижения максимальной экономии дополнительный источник запускается на минимально необходимый период времени. Регулятор рассчитывает интеграл  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{мин}$  с дефицитом тепла и если достигается необходимое значение (стандартно  $250^{\circ}\text{C} \cdot \text{мин}$ ) дополнительный источник запускается. В то же время аппликуется задержка, когда после старта компрессора на определенное время блокируется дополнительный источник (стандартно-30 мин).

### 6.4.1. Дополнительный источник может быть:

- опциональный, интегрированный электродкотел в тепловом насосе Hotjet ASK мощностью 7,5kW
- Внешний трубчатый электродкотел Hotjet 7,5kW (используемый в системе с любым тепловым насосом или отдельно)
- Электрические отопительные элементы в выравнивающем накопителе. Количество и мощность отопительных элементов определяет общую мощность дополнительного источника.
- любой правильно подключенный управляемый котел. Как правило с тепловым насосом подключение параллельное или серийное.

Дополнительный источник энергии в серии с тепловым насосом (устанавливаемый также в бак) можно переключать на три ступени в каскаде: 1 ступень, 2 ступень, 1+2 ступень вместе. С помощью подходящего диапазона эл. элементов, или с помощью подключения можем получить шкалу, например 3, 6, 9kW. Переключения БОшего количества ступеней у одного 3f электролементa можно достигнуть отдельным переключением фаз.

Внешний электродкотел в ASK (7,5kW) имеет подключение 230V (подключение Y). Стандартное подключение — одноступенчатое (переключение 3f контактором — одновременное переключение трех фаз). Если необходимо постепенное переключение мощности, необходимо иметь два переключающих элемента ((контакторы / реле). Если будет необходима консультация — обращайтесь в отдел продаж Hotjet.

Внешний трубчатый элетродкотел (7,5kW) имеет подключение 400V (подключение D) и стандартно одноступенчатый. При подключении D на Y его мощность падает на 2,5kW.

Внешние котлы можно переключать несколькими способами. Необходимо выбрать тот, который котел поддерживает.

Регуляция теплового насоса может:

- запускать на котле термостат, который перед этим был отключен
- посылать запрос на тепло 0-10V
- контактировать котлом через шину. Котел должен быть оснащен совместимой регуляцией Siemens (к примеру, котлы Geminox, Vaxi, Brötje оснащены регуляцией RVS, RVA)

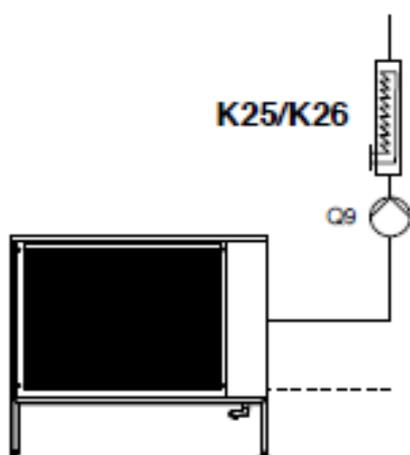
## 6.5. Интеграция дополнительных источников

Соблюдайте правила интеграции дополнительных источников во избежании проблем с их управлением системой регуляции теплового насоса. Плохая интеграция и непредписанные попытки управления дополнительным источником ведут к неэкономичной эксплуатации.

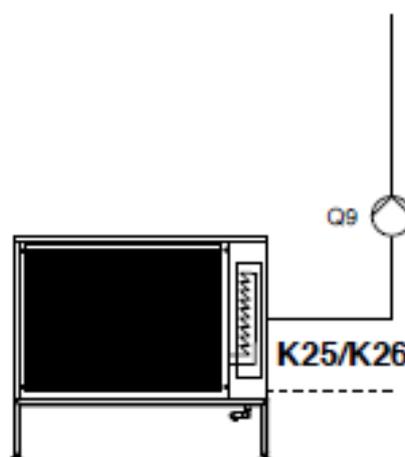
### 6.5.1. Трубчатый, внутренний интегрированный электродкотел, электровкладки и баки

K25/K26 ... обозначение расположения трубчатого электродкотла

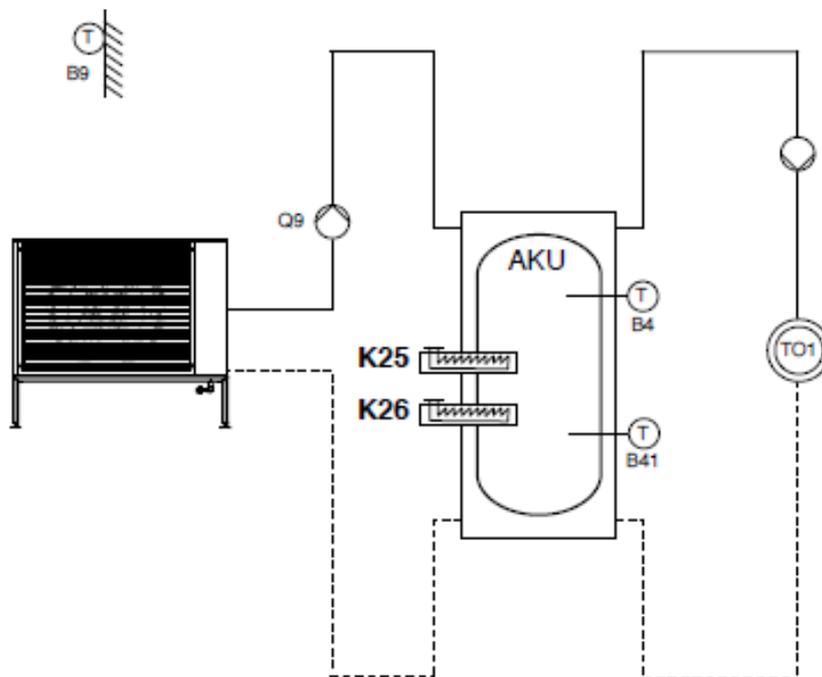
Внешний трубчатый электродкотел в ряду



Внутренний трубчатый электродкотел в ASK

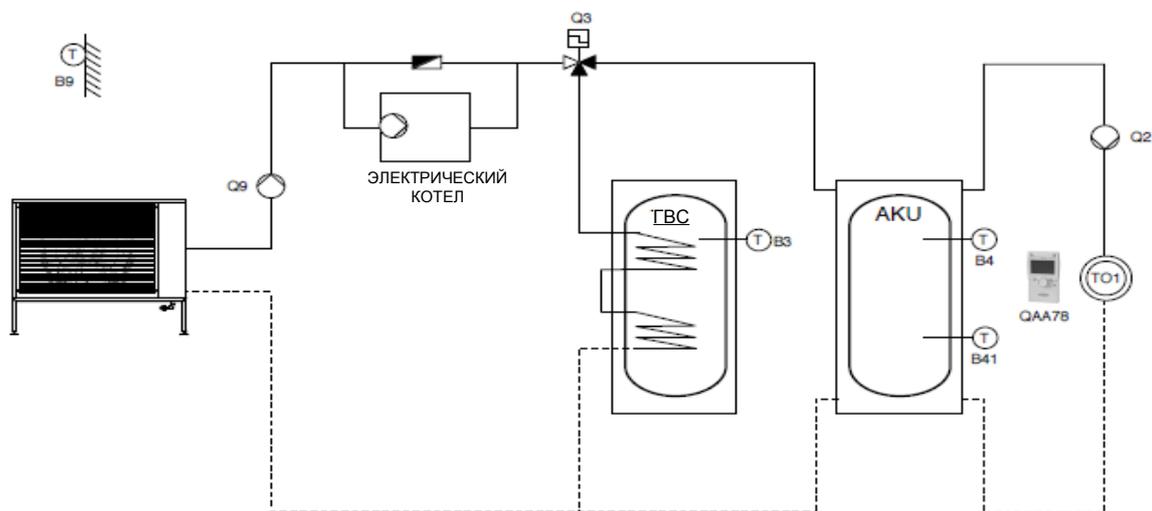


электровкладки, установленные в баке



### 6.5.2. Электрокотел как дополнение к тепловому насосу

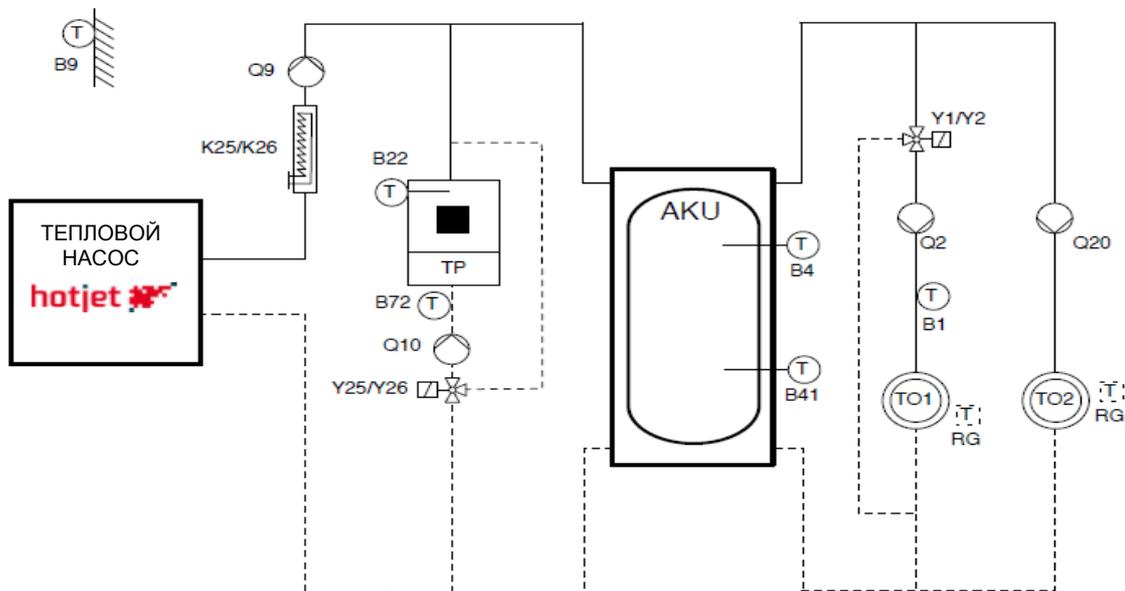
Электрокотел подключите на bypass, в серии с тепловым насосом



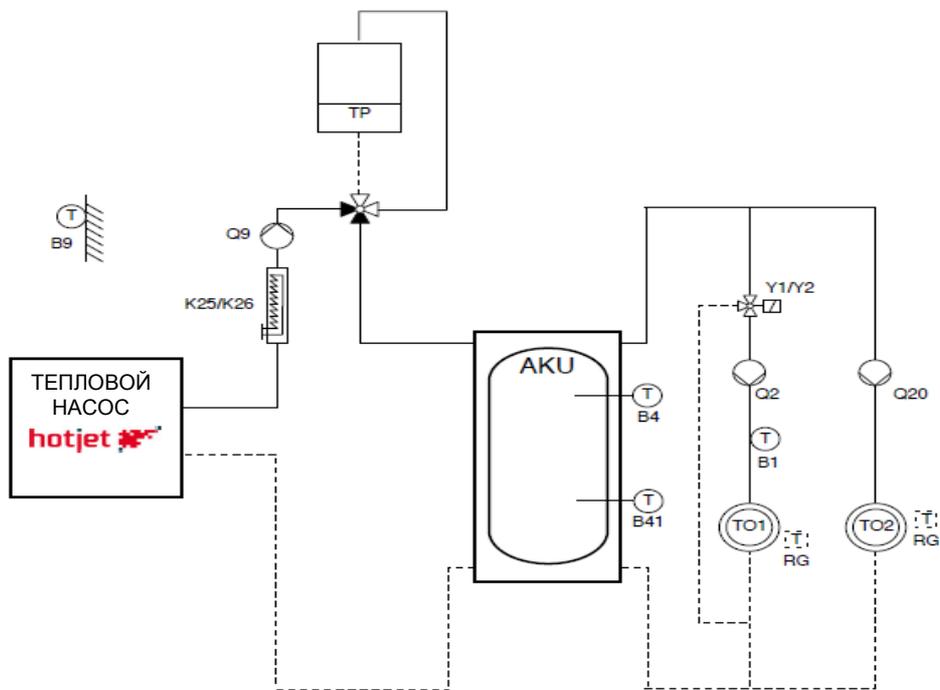
### 6.5.3. Котел на твердое топливо, каминная вкладка

Регуляция RVS21 и RVS61 в версии С содержит алгоритмы для управления котлом на дерево (или каминные вкладки с водным теплообменником)

Пример интеграции котла на твердое топливо, управляемого регулятором теплового насоса



Пример интеграции самостоятельно регулируемого котла на твердое топливо



## 6.6. Подогрев ГВС (или ГВ)

Регулятор теплового насоса поддерживает много способов регуляции подогрева ГВС. В регуляции можно настроить приоритетные функции, временные программы, необходимую температуру, функцию legionella и т.д.

### 6.6.1. Приоритеты подогрева ГВС

Приоритет подогрева ГВС определяет связь подогрева ГВС и отопительной системы

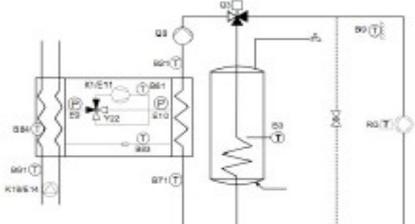
**Можно настроить следующие стандартные приоритеты:**

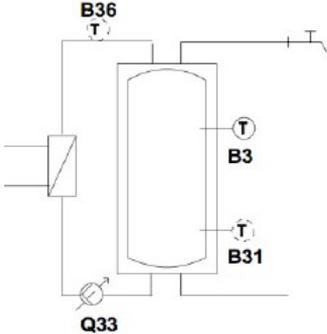
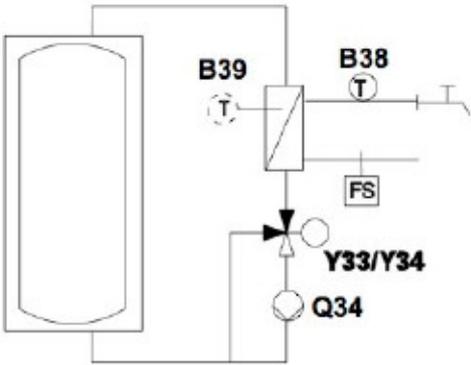
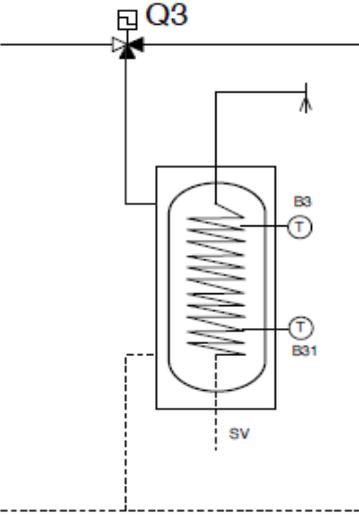
Без приоритета	Подогрев ГВС и отопительной системы осуществляется параллельно. При большом потреблении отопительного контура ГВС может никогда не нагреться
Абсолютный	При подогреве ГВС остановится отбор энергии для отопительной системы. Если в системе есть АКУ и трехходовой вентиль, с учетом гидравлического подключения не будет другого варианта
Скользкая	Возможна со смесительным контуром. При начале обогрева ГВС продолжает работать смесительный контур. В случае, когда температура в бойлере не падает, начинает закрываться смесительный вентиль и тем самым снижается потребление энергии в отопительном контуре
Абсолютная на насосные контуры, скользкая на смесительные контуры	Комбинация абсолютной и скользкой. Смесительные контуры по прошествии времени перекрываются, насосные контуры выключаются

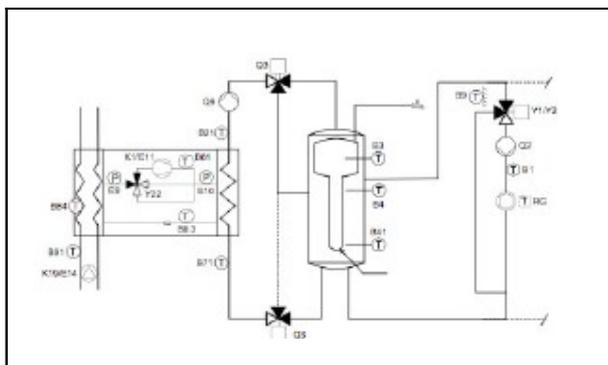
На настройку и выбор типа приоритетов имеет влияние проведение гидравлического подключения и наоборот.

Отталкиваясь от необходимого приоритета выбирается необходимое гидравлическое подключение и регулирующие элементы.

### 6.6.2. Гидравлические подключения обогрева и варианты решений

схема	описание
	<p>Не прямо отапливаемый накопительный подогрев внешним теплообменником. Требуется подходящий внутренний теплообменник</p>

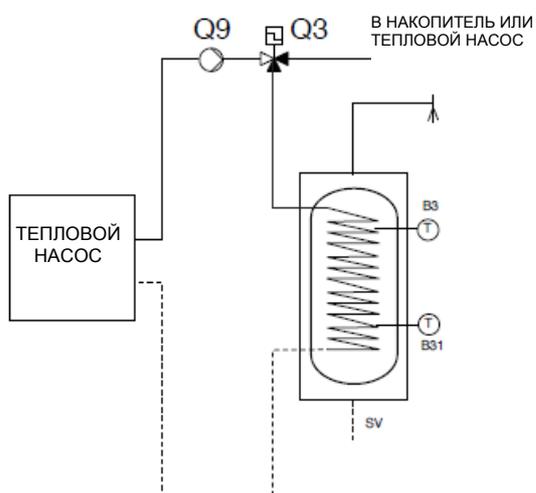
	<p>Не прямо отапливаемый подогрев внешним пластинчатым теплообменником. Подходит для системы, где бойлер не оснащен теплообменником, или теплообменник не имеет достаточную мощность. Подогрев тепла более экономичен, чем внутренним теплообменником, благодаря интенсивной передаче тепла в пластинчатом теплообменнике. Ему не грозит засорение благодаря температурам отопительной воды около 50°C. Пластинчатый обменник находится на стороне источника тепла</p>
<p><b>схема</b></p>	<p><b>описание</b></p>
	<p>Гигиенически чистый проточный подогрев нержавеющей пластинчатым теплообменником. ГВС обогревается в соответствии с режимом. Отпадает необходимость охраны против legionelle. Пластинчатый теплообменник находится на стороне потребления. Тепло отбирается с АКУ накопителя. Срок эксплуатации АКУ выше чем у бойлера, потому что не соприкасается с агрессивной водой из водопровода.</p> <p>Для правильного функционирования системы объем отопительной воды в накопителе длягрева ГВС не должен использоваться для отопительной системы!</p> <p>При необходимости использовать часть накопителя для отопительной системы, разделите его виртуально на 2 половины, также как погружаемые накопители</p>
	<p>Вариантом подогрева внешним пластинчатым обменником является так называемый обратный обогрев ГВС, где в выравнивающем накопителе инсталлирован достаточно большой трубчатый теплообменник, внутри которого протекает ГВС. Для этой системы обычно необходим достаточно большой объем отопительной воды и перенос тепла не так интенсивен как в пластинчатом теплообменнике. В такой системе меньше компонентов, но при этом внутренний обменник не подлежит сервису.</p> <p>Для правильного функционирования объем отопительной воды для обогрева ГВС не должен использоваться для отопительной системы!</p> <p>При необходимости использовать часть накопителя для отопительной системы, разделите его виртуально на 2 половины, также как погружаемые накопители</p>



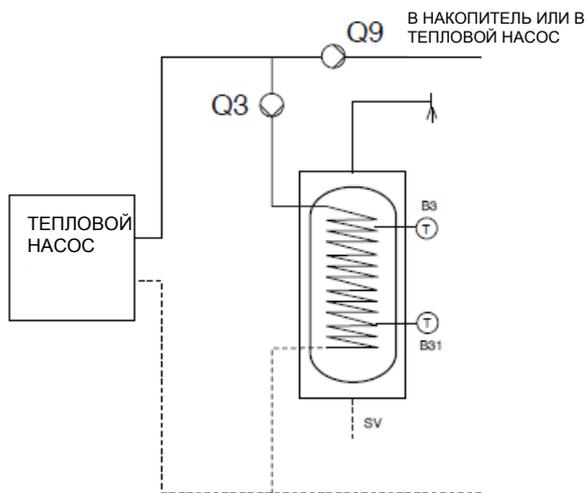
Комбинированные накопители с погружаемым бойлером. Более медленный обогрев ГВС (меньшая поверхность передачи), но благодаря объему отопительной воды во внешнем слое подходит для эксплуатации с тепловым насосом. Если отопительная система содержит больше источников энергии, они могут без проблем поделиться энергией как при подогреве ГВС, так и при отоплении

### 6.6.3. Контур ГВС с собственным циркуляционным насосом или с трехходовым вентилем

Подключение с циркуляционным насосом и вентилем



Подключение с 2 циркуляционными насосами



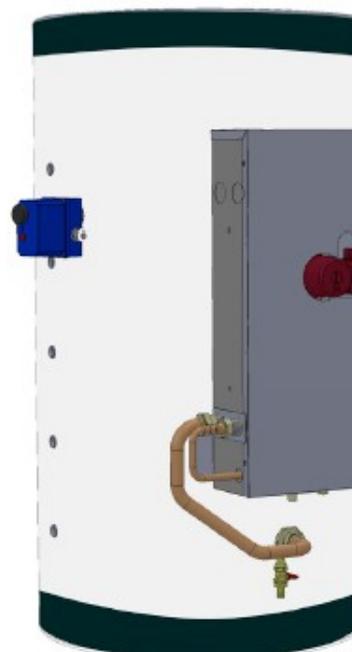
Реализация с двумя циркуляционными насосами позволяет осуществить следующие дополнительные функции:

- В подключение с соляной системой к бойлеру можно реализовать отбор избыточного тепла в отопительную систему через контур теплового насоса. Такое решение можно охарактеризовать как простое решение дотапливания.
- Подключение с трехходовым вентилем позволяет только абсолютный приоритет, с двумя циркуляционными насосами можно реализовать другие возможности настройки приоритетов.

## 6.6.4. Проточный обогрев пластинчатым теплообменником в накопителе тепла

Накопительный обогрев ГВС в бойлерах имеет некоторые минусы. Например, благодаря постоянному обмену воды внутри бойлера в него попадают разные отложения, от этого в бойлере могут возникать колонии бактерий. Эту проблему можно минимализировать проточным обогревом воды!

Прекрасной альтернативой является проточный обогрев ГВС, когда обогревается только отопительная вода в накопителе и та, в свою очередь, передает тепло воде в пластинчатом теплообменнике.



Преимущества проточного обогрева:

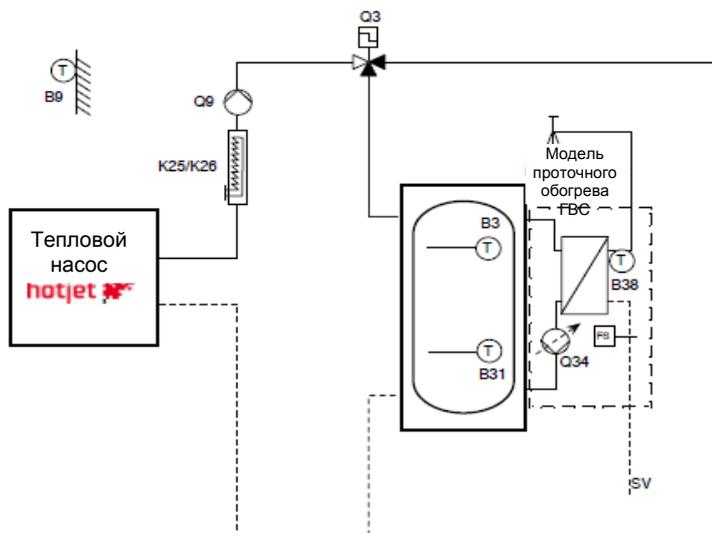
- минимизированы проблемы с Legionella
- нет бойлера, не надо его чистить
- нет проблем с магниевым анодом
- простая интеграция большего количества тепла, включая соляр
- большой срок эксплуатации
- удобное проведение сервиса
- более экономичная эксплуатация при обогреве с тепловым насосом
- удобный отбор избытка тепла из накопителя в отопительную систему
- комбинация объемов размера накопителя и теплообменника
- возможность будущего исправления конфигурации при изменении запроса на количество ГВС
- точная регуляция температуры благодаря системе регуляции в тепловом насосе

Hotjet поставляет комплект для проточного обогрева ГВС, где теплообменник на стороне потребления рассчитан со следующими параметрами:

- Мощность обогрева 21,9л/мин (1315л/ч)
- Мощность теплообменника: 58kW
- Нормальный проток отопительной воды (1655 л/ч)
- Температура входа отопительной воды в теплообменник: 50°C
- Температура выхода отопительной воды из теплообменника: 20°C
- Температура холодной ГВС: 10°C
- Температура отопительной ГВС: 48°C
- Минимальный проток после переключения проточного выключателя: 2л/мин.
- Мощность теплообменника 58kW достаточно для нескольких одновременных отборов. При проектировании рассчитывайте со следующими запросами на производительность проточного обогрева:

	мощность qV [kW]
умывальник	7,3
раковина	15,7 - 24,4
душ	12
ванна	24,6

Схема подключения теплового насоса с системой проточного обогрева Hotjet



**Описание схемы:** тепловой насос, соляр, электропатрон или котел на твердое топливо обогревает АКУ накопитель с отопительной водой на необходимую температуру. При отборе теплой воды в душевой кабине, ванной, умывальнике закрывается проточный переключатель FS. В следствии перекрытого FS система регуляции запустит циркуляционный насос Q34 и следит за температурой на выходе на датчике B38. Отталкиваясь от запроса регулирует количество циркулирующей отопительной воды изменением мощности циркуляционного насоса Q34, так, чтобы поддерживалась необходимая температура на датчике B38. В систему при необходимости можно интегрировать циркуляцию. FS перекрывается при проточности большей чем 2л/мин.

Тепловой насос может обеспечивать накопитель водой температурой около 50°C., при которой засорение теплообменника различными отложениями минимально. Благодаря высокой турбуленции в пластинчатом теплообменнике происходит его самоочистение. То, что все компоненты находятся вне накопителя, позволяет беспрепятственно осуществлять сервис. Как накопитель можно использовать любой АКУ бак, на который после подключения прикреплается модуль проточного обогрева. Необходимый сервис на месте инсталляции проводит монтажная фирма.

При обогреве на температуру выше чем 60°C советуем установить на выходе теплой воды термостатический смеситель, чтобы предотвратить риск ожогов. При запуске обогрева теплообменник накопителя может быть нагрет соединяющими трубами на слишком высокую температуру.

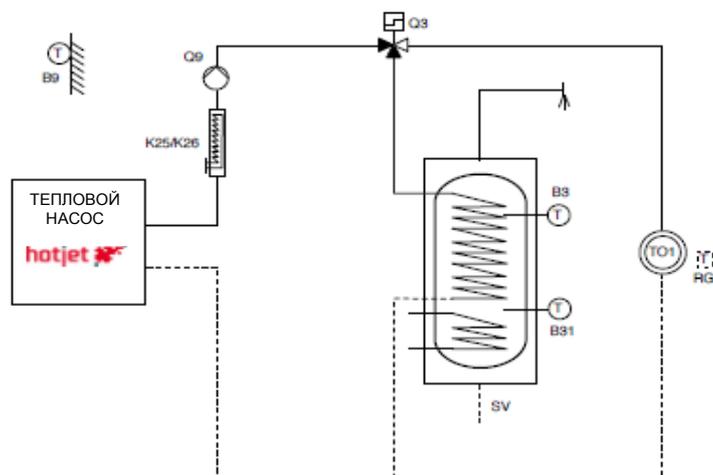
В случае запроса на другую мощность модуля, поставку отдельных компонентов — контактируйте Hotjet. Проточный обогрев можно запроектировать, а компоненты поставить для практически любых запросов мощности обогрева ГВС.

**ВНИМАНИЕ:** Функционирование обеспечит регуляция в тепловом насосе. Без нее функция стандартного проточного обогрева Hotjet не будет работать.

### 6.6.5. Непрямой обогрев с внешним теплообменником

Многие бойлеры имеют встроенные обменники для обогрева внешним источником тепла. Номинальные мощности этих теплообменников решены для высоких температур отопительной воды (80/60°C и др.). Тепловой насос работает с более низкими температурами отопительной воды (обычно 50°C, максимум 65°C). При перерасчете на низшие температуры у стандартных бойлеров может выясниться, что мощность теплообменников для использования с тепловым насосом недостаточна. В случае, если обогрев ГВС начнется, когда часть теплообменника находится в более теплой воде, мощность теплообменника будет еще снижена.

Ориентировочный размер поверхности обменника на 1kW мощности насоса 0,25m<sup>2</sup>.



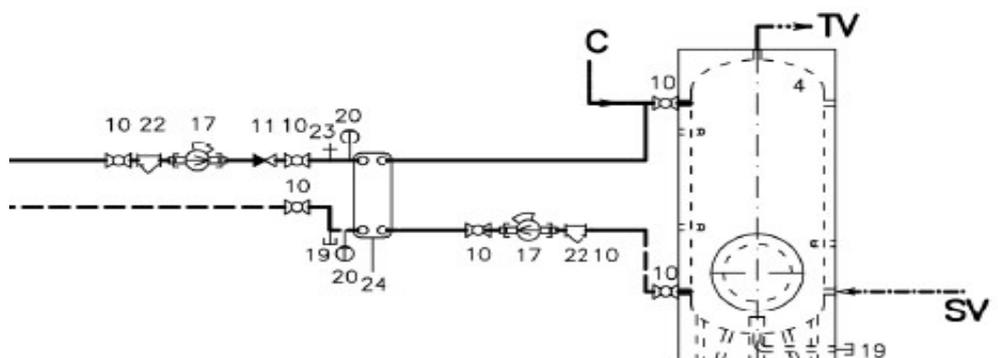
тип	Верхний теплообменник	Нижний теплообменник
Hotjet ГВС 300л extra	4m <sup>2</sup>	1,3m <sup>2</sup>
Hotjet ГВС 500л extra	4,6m <sup>2</sup>	1,5m <sup>2</sup>

Мощность теплообменника можно повысить подключением верхнего и нижнего теплообменника.

**ВНИМАНИЕ:** Бак нельзя использовать для проточного обогрева — только накопительный обогрев. Внутренняя поверхность бака покрыта эмалью, внутренняя поверхность теплообменника металлическая (для использования отопительной воды).

### 6.6.6. Непрямой обогрев внешним пластинчатым теплообменником

Система непрямо отапливаемого обогрева внешним пластинчатым обменником подойдет там, где бойлер не оснащен теплообменником, или теплообменник не имеет достаточную мощность. Такой обогрев более эффективен, чем теплообменником благодаря интенсивной циркуляции тепла в пластинчатом теплообменнике. Не грозит засорением благодаря температуре отопительной воды около 50°C. Пластинчатый теплообменник находится на стороне источника тепла.

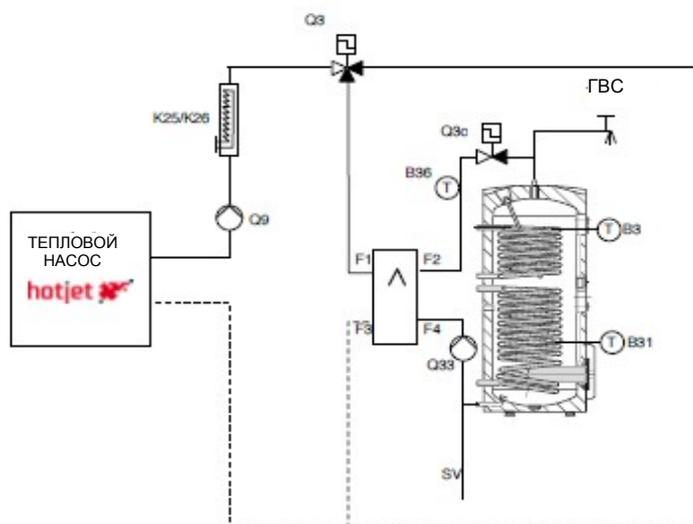


**Рекомендуемые пластинчатые теплообменники для внешнего обогрева ГВС:**

Модель теплового насоса	Тип заказа
HOTJET ASK, ONE, s, i, w - model: 8, 11, 15	EX 20
HOTJET ASK, ONE, s, i, w - model: 18, 21a 22s	EX 20
HOTJET 35s, 33w	EX40
HOTJET 50s, 50w	EX40
Иные тепловые насосы по запросу	По запросу

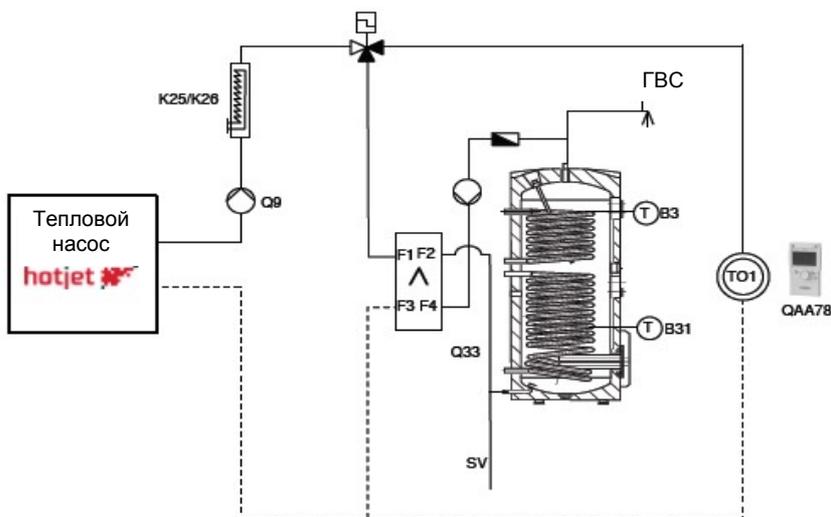
**Двухточечное подключение бойлера для обогрева внешним теплообменником:**

В случае, если нет бойлера с достаточным количеством отводов, можно его подключить по следующей схеме — двухточечно. Трехточечное подключение внешнего теплообменника можно реализовать использованием отвода для циркуляции ГВС. Бойлеры обычно не имеют отверстия для размещения датчиков. Рекомендуем их устанавливать на необходимую высоту на поверхность бойлера под изоляцией. Эксплуатация системы с таким подключением чувствительна к правильным настройкам времени нагрева, температур комфорта ГВС и периода отбора. Поэтому рекомендуем по вопросам настройки обращаться в отделение тех. поддержки Hotjet.



Вентиль Q3c с электроприводом установлен для предотвращения проникания холодной воды из подвода воды в теплообменник и в бойлер при обогреве ГВС. Вентиль открывается при запуске обогрева ГВС. Обогрев ГВС запустится при «разрядке» накопителя на верхнем датчике B3.

**Вариант двухточечного подключения**



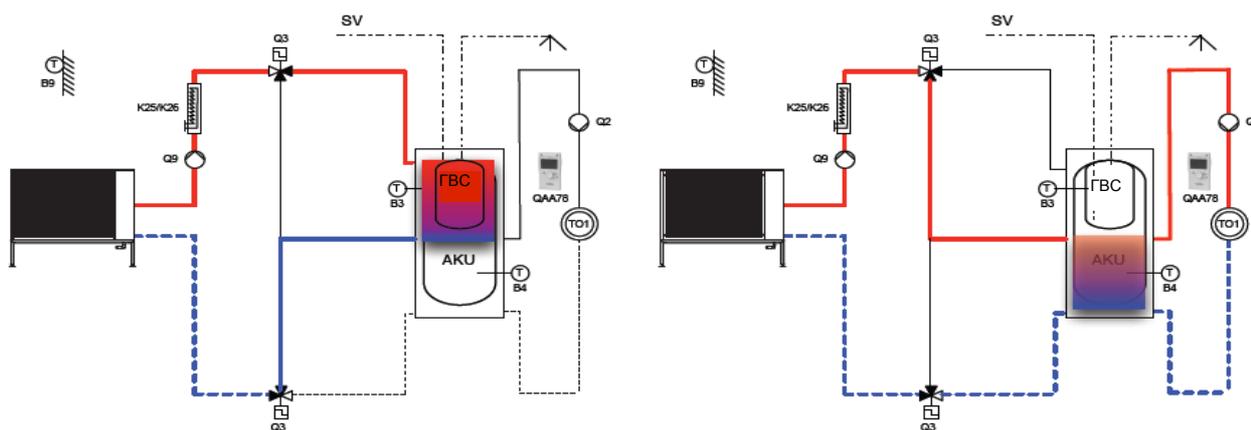
### 6.6.7. Обогрев ГВС в комбинированном накопителе

Подключение с комбинированным накопителем необходимо детально продумать и запроектировать. Довод-разная конструкция входов, выходов, и датчиков на баках от разных производителей. Основное подключение: разделение накопителя двумя вентилями с управлением Q3 на верхней и нижней части, где каждая нагревается на иную температуру, заданную датчиком в этой части. В верхней части обогревается ГВС в погружаемом бойлере на температуру около 50°C, в нижней части обогревается отопительная вода на температуру в режиме эквитерм. При инсталляции системы «теплый пол» накопитель обычно удерживает 20°C разницу между верхней и нижней частью.

Если отопительная система состоит только из радиаторов, нижний вентиль необязателен (но нужно учитывать то, что при этом возможен перегрев нижней части бойлера и тем самым-повышение потребления, если запрос эквитерм будет, например, на 10°C (10°C повышения значит повышение потребления компрессора на 25% для подогрева воды в нижней части).

Отвод воды в систему отопления необходимо подключить всегда в середине бака, под потопляемым бойлером, иначе отопительная система будет охлаждать область с ГВС.

Вариант двухточечного подключения:



Hotjet имеет опыт с проектированием подключений с баками фирм Regulus, DZD, Cordivari, Schücco, Austria Email и др. Для консультации пошлите схему накопителя с описанием входов и выходов. Стандартные инструкции по эксплуатации к накопителям могут содержать систематические ошибки и схемы, указанные там, могут быть неподходящими для комбинации с тепловым насосом

## 6.6.8. Интеграция обогрева ГВС

Под интеграцией обогрева ГВС подразумевается установка подключения обогрева ГВС в отопительном контуре. Регуляция позволяет реализовать разные решения. При неудачной установке система может функционировать менее экономично, чем предполагалось.

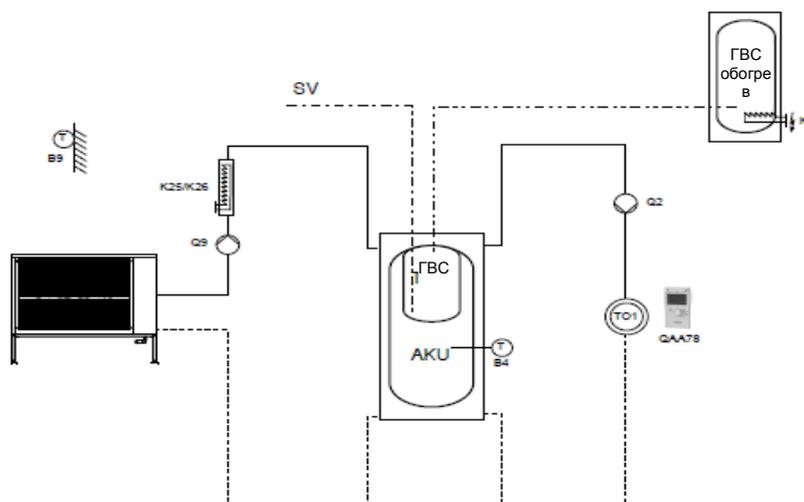
### Предварительный подогрев ГВС - выгоды, невыгоды, реализация

Для предварительного подогрева ГВС используется тепло отопительной воды. Температура ГВС обычно переменна, поэтому говорим о предварительном подогреве. Обычно он реализуется теплообменником в выравнивающем накопителе.

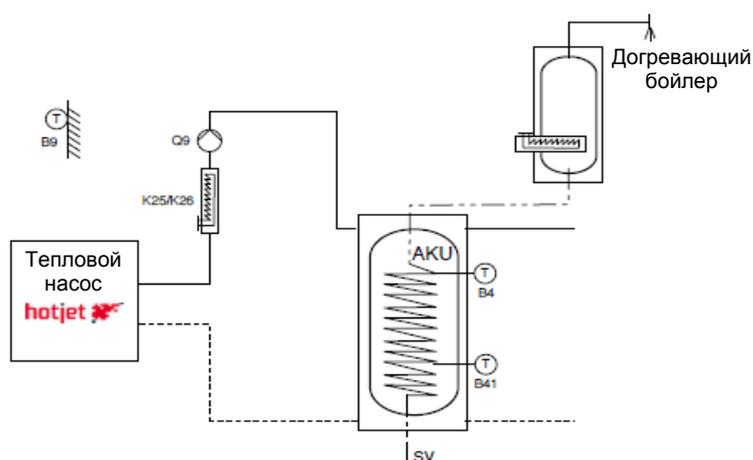
Предварительный подогрев можно успешно использовать и если в системе есть бойлер. Невыгода подобной системы: невозможность определения мощности предварительного подогрева (переменчивость температуры отопительной воды).

Не рекомендуем для предварительного подогрева нагревать выравнивающий накопитель с отопительной водой на постоянную температуру.

Предварительный подогрев ГВС в системе с погружаемым накопителем:

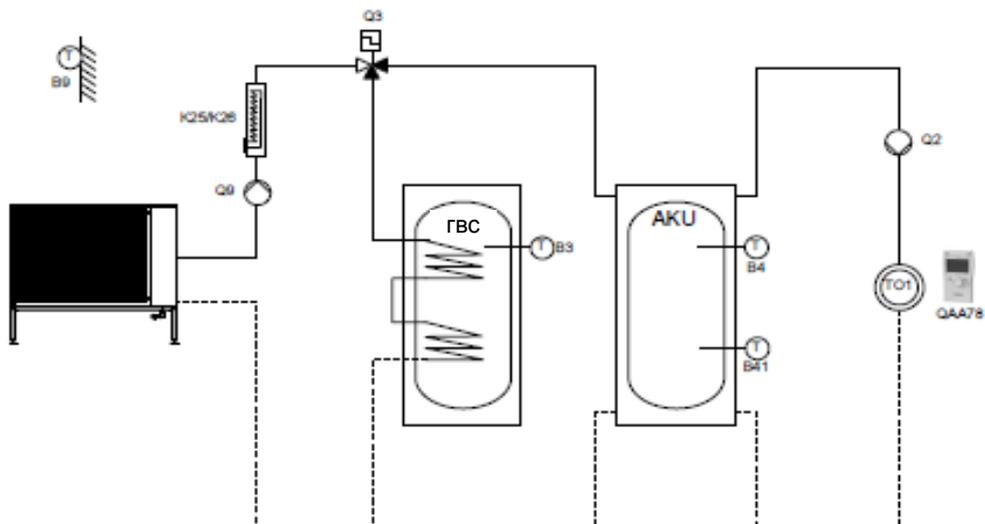


Предварительный подогрев ГВС в трубчатом теплообменнике:



**Инсталляция подогрева ГВС ПЕРЕД или ЗА выравнивающий накопитель**

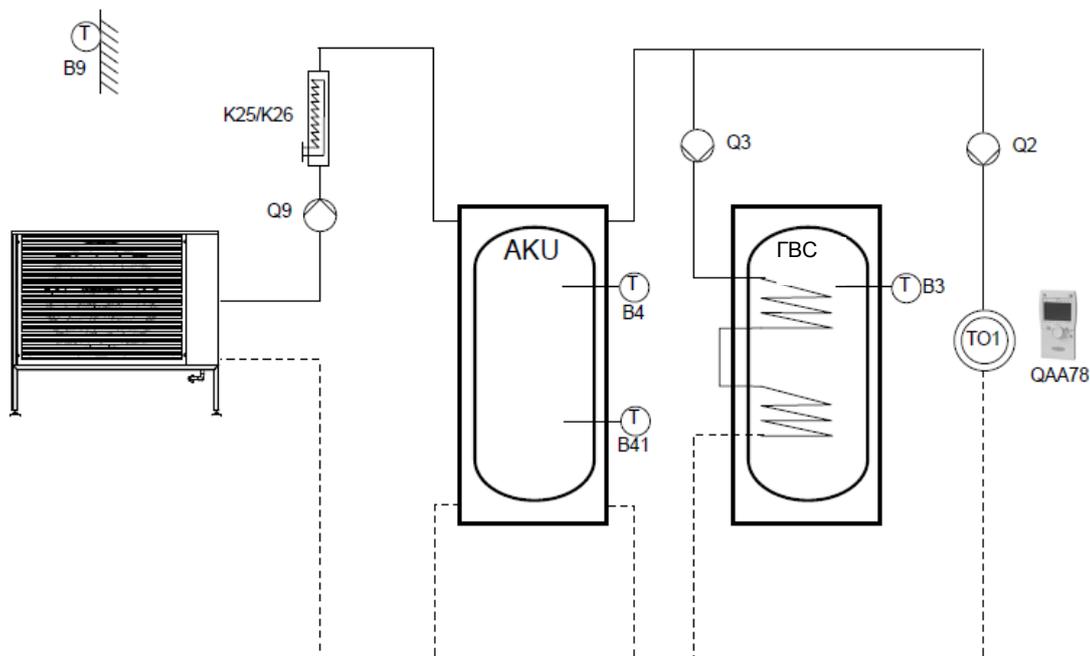
В большинстве случаев рекомендуем инсталлировать бойлер перед выравнивающим накопителем (АКУ), сразу же за тепловым насосом.



Принять решение о подключении за выравнивающий накопитель можно, если:

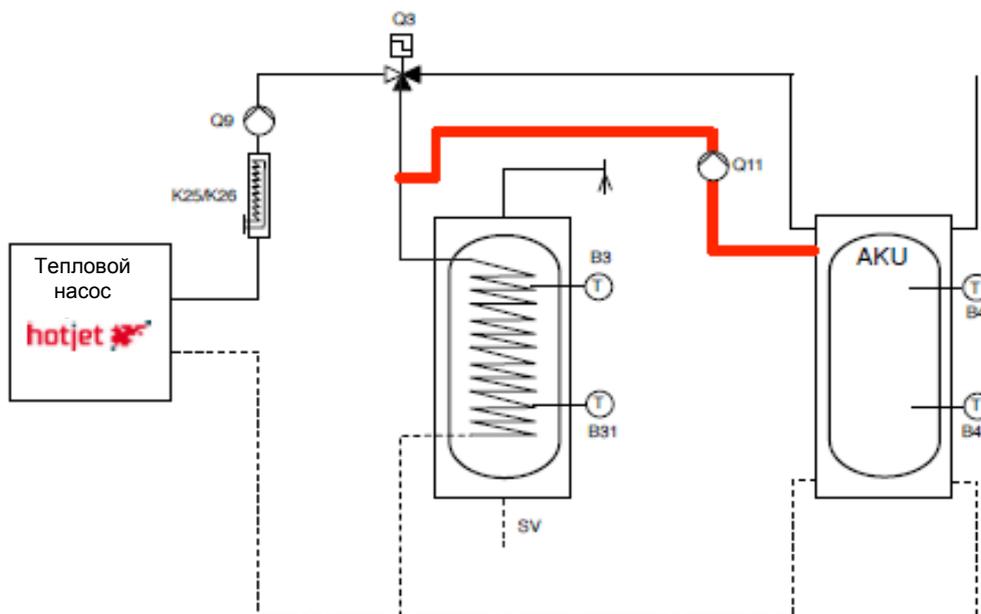
- есть необходимость круглогодичного подогрева накопителя ГВС на температуру, близкую к ГВС (например, догревание системы рекуперации, подогрев воды в бассейне)
- объем накопителя ГВС значительно больше, чем объем АКУ
- АКУ подогревается в основной части не от теплового насоса, а от энергии другого источника (например, котла на твердое топливо)

При стандартном (максимальном) использовании теплового насоса для подогрева ГВС и отопления, при подключении за АКУ, температура в АКУ и ГВС по окончании процесса подогрева примерно одинакова. Остаточное тепло в выравнивающем накопителе является источником потерь.



### 6.6.9. Черпание тепла из выравнивающего накопителя в ГВС

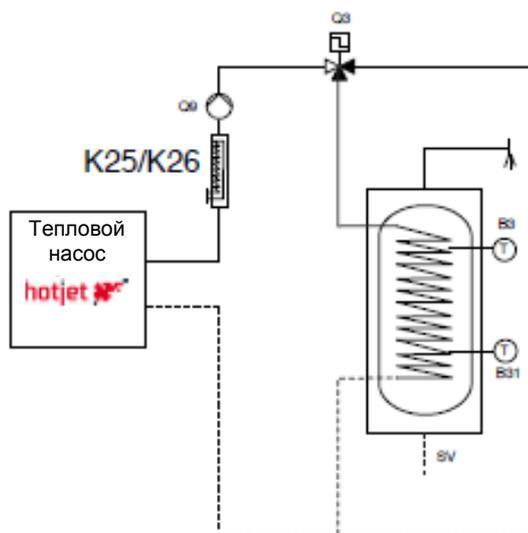
Контур с насосом Q11 запускается по окончании подогрева выравнивающего накопителя на  $\Delta t$  выше температуры бойлера (контур с передачей тепла с АКУ в бойлер). Эту передачу можно использовать, например, при подогреве АКУ накопителя из другого источника (соляр, котел на твердые топлива).



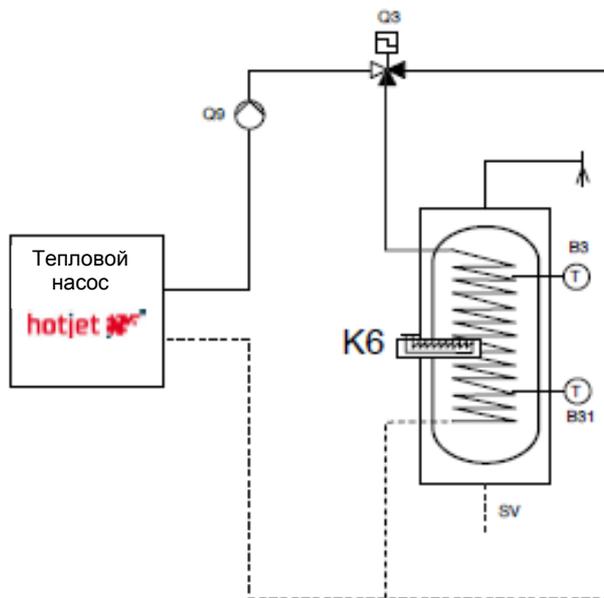
### 6.6.10. Электрическое догревание ГВС

Если ГВС необходимо подогреть на высшую температуру, чем может произвести тепловой насос, систему ГВС можно дополнить внешним источником энергии. Стандартно для обогрева ГВС используется электрическая вкладка, инсталлированная в накопителе ГВС (означена как K6), или бивалентный источник, подключенный в контуре с тепловым насосом (обычно серийный, означенный как K25/K26). Также могут быть использованы любые внешние источники, подключенные к регулятору, гидравлически интегрированные и определенные как K32 (K32 нельзя использовать со всеми версиями регуляторов).

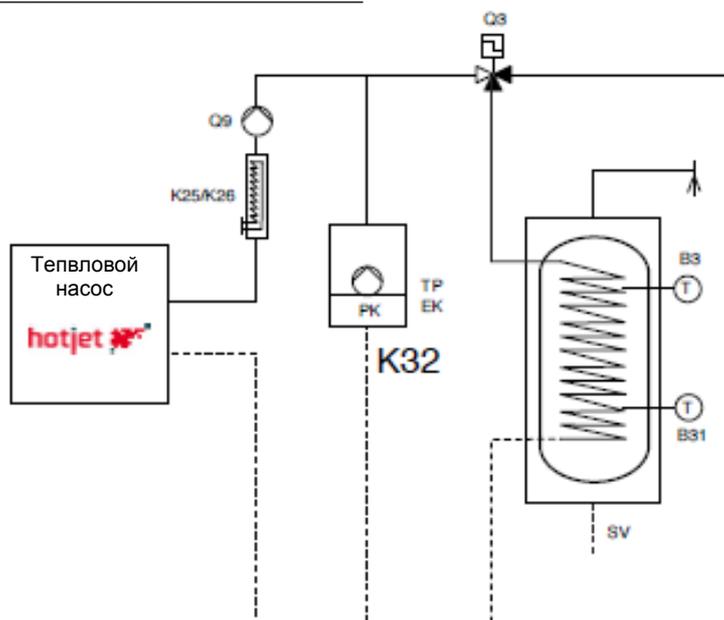
#### Электрическое догревание ГВС внутренним или внешним электрическим трубчатым котлом



**Электрическое догревание ГВС внутренним отопительным патроном (тепловой насос работает только на отопление)**



**Электрическое догревание ГВС внешним котлом**



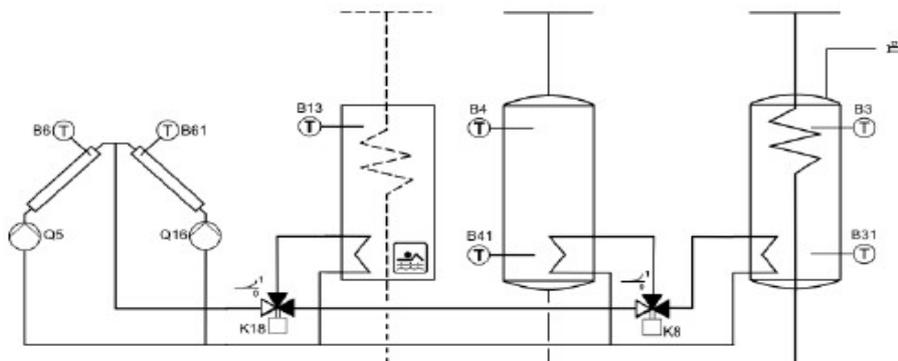
**6.6.11. Принудительный обогрев ГВС (обогрев по запросу)**

При **меньшем** объеме накопителя ГВС, или **повышенных** запросах на потребление можно активизировать так называемый принудительный обогрев ГВС, которое запустит обогрев ГВС накопителя (без настроенных временных программ).

Функция принудительного обогрева активизируется:

- по запросу 3S нажатием кнопки ГВС на дисплее управления
- автоматически, если температура падает в два раза больше дифференциала переключения (обычно функция отключена)

## 6.7. Солярная система



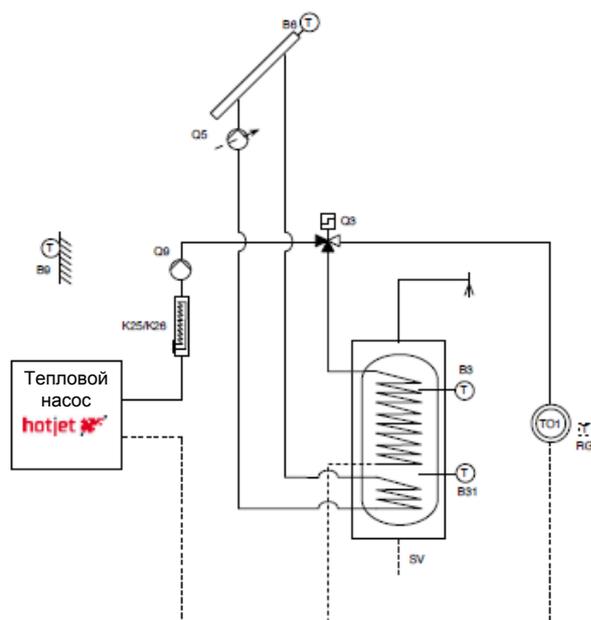
Солярная система может обогревать бассейн, накопитель ГВС и выравнивающий накопитель. Можно настроить приоритеты обогрева и регулировать быстроту насосов. Система охраняется против переохлаждения (заморозки) и перегрева. Есть возможность регулирования 2 полей солярной системы (PVS41 позволяет регулировать только одно поле). Регулятор будет подсчитывать производительность соляра, если его дополнить датчиками, настройкой проточности и означить вид незамерзающей смеси.

Для обогрева ГВС и выравнивающего накопителя можно использовать также внешние теплообменники с определением дополнительных функций (для задержки насосов за теплообменники и т.д.)

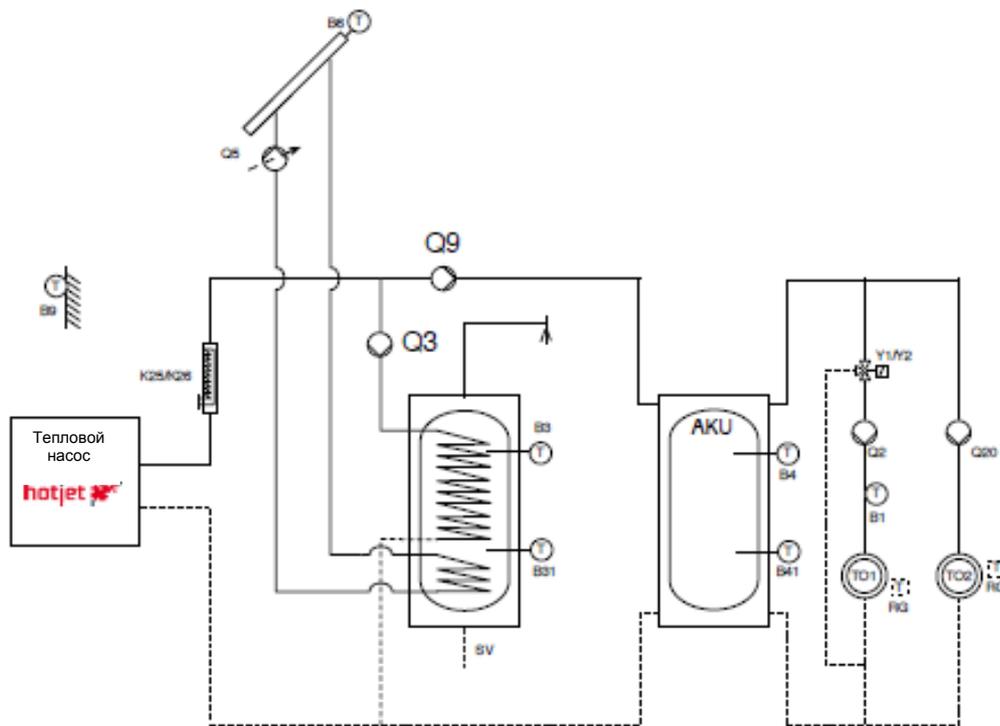
Выгодой использования солярной регуляции, поставленной с тепловым насосом, является интеграция целой системы управления в один регулятор, обеспечение связи между источниками тепла, их чередование и дополнение. Еще один плюс — единая документация системы регулирования.

### 6.7.1. Солярный обогрев ГВС

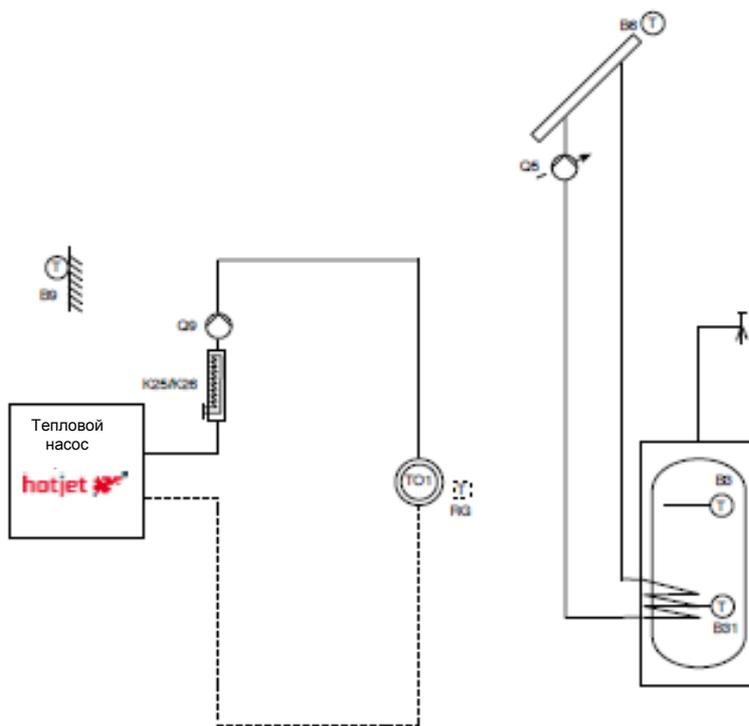
Солярную систему можно легко интегрировать с обогревом из теплового насоса и догревом электрической вкладкой. Подключение подходит для пластинчатых коллекторов, где можно запустить обратное охлаждение в ночные часы при перегреве бойлера.



В системе с вакуумными соляными коллекторами рекомендуем провести подключение с двумя циркуляционными насосами Q3 и Q9, которые позволяют осуществить функции (гидравлические): избыточное тепло через систему и тепло из соляной системы отводится в выравнивающий накопитель и далее в отопительную систему. Можно определить какой отопительный контур будет участвовать в оттоке избыточного тепла (например, исключена система «теплый пол» без смесительного вентиля, или ограничителя температуры).

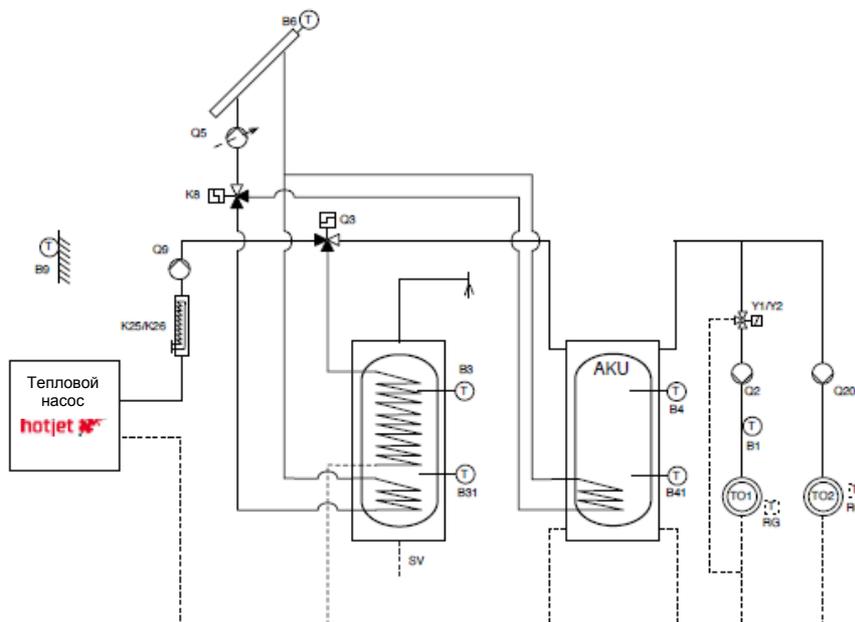


Самостоятельная соляная система, независима от теплового насоса



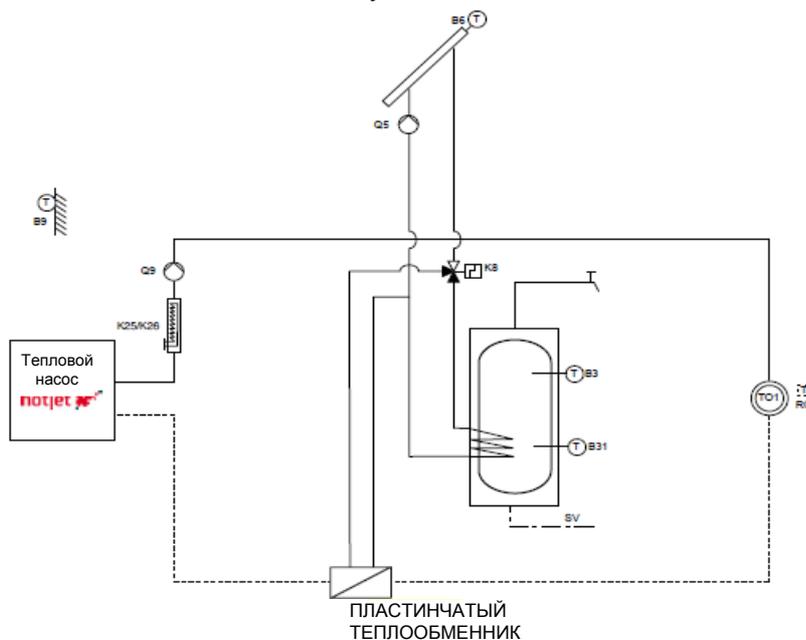
### 6.7.2. Поддержка отопления соляной системой

Основной функцией регуляции является обогрев выравнивающих накопителей посредством соляного коллектора.



### 6.7.3. Предварительный обогрев обратки теплового насоса соляной системой

**ВНИМАНИЕ:** В случае запроса на прямое подключение на теплообменник, встроенный в отопительный контур — обращайтесь в технический отдел Hotjet. Реализация данной системы нестандартна, но выполнима.



## 6.8. Подогрев воды в бассейне

Подогрев воды в бассейне реализуется так называемым контуром потребителя. С точки зрения подключения отопительную воду можно обогревать прямо тепловым насосом, брать из выравнивающего накопителя, или обогревать соляной системой. Для обогрева соляром или тепловым насосом можно настроить желаемую температуру воды в бассейне.

Теплообменник обогрева воды в бассейне должен иметь необходимую мощность. В случае прямого подключения на тепловой насос - должен переносить его моментальную мощность. В летних месяцах необходимо брать в расчет повышение производительности воздушного теплового насоса.

Обогрев бассейна обычно подключен на выход с фильтрующей системой, поэтому необходимо фильтрацию и обогрев воды запускать в одно и то же время (функции будут осуществляться одновременно). Можно запустить обогрев воды в бассейне одновременно с командой фильтрации или запустить фильтрацию с помощью регулятора, отталкиваясь от временной программы для фильтрации и обогрева бассейна.

### 6.8.1. Пластинчатый теплообменник бассейна

Hotjet для обогрева бассейна предлагает нержавеющие теплообменники SWEP, отвечающее всем необходимым требованиям. В случае, если бассейн наполняется соленой водой, будет необходимо инсталлировать пластинчатый титановый или подобный прочный теплообменник. Пластинчатый нержавеющий теплообменник нельзя использовать в соединении с агрессивной соленой водой.

Для нужд бассейновых приложений обычно поставляется теплообменник В12МТх60 с параметрами производительности, указанными ниже в таблице. Использование более производительного теплообменника (по доступной цене) приведет к более экономичной эксплуатации обогрева бассейна тепловым насосом.

В12МТ х 60	Отопительная вода		Потеря давления	Вода в бассейне		Потеря давления
	вход	выход		вход	выход	
мощность	°C	°C	kPa	°C	°C	kPa
46	50,000	30,000	0,769	25,000	33,000	4,280
37	45,000	29,000	0,771	25,000	31,400	4,290
27	40,000	28,000	0,774	25,000	29,800	4,300
17	35,000	27,000	0,776	25,000	28,200	4,300

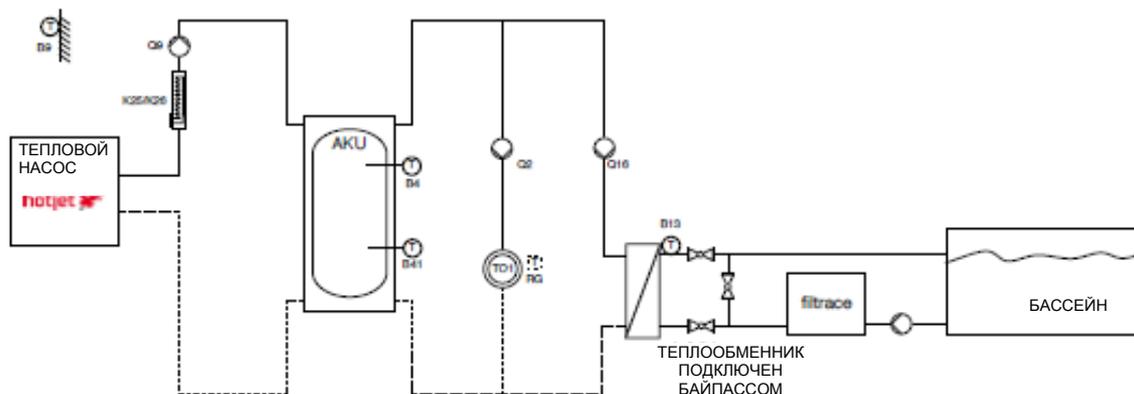
протоки		
Отопительная сторона	2000	kg/час
Вода в бассейне	5000	kg/час

### 6.8.2. Интеграция обогрева бассейна за выравнивающий накопитель

Пластинчатый теплообменник может иметь меньшую мощность, чем моментальная мощность теплового насоса. Пластинчатый теплообменник для контура фильтрации и подготовки воды подключите к bypass, состоящий из трех круглых вентилялей.

При подготовке бассейна к зиме необходимо выпустить и выключить контур подогрева бассейна на стороне отопительного контура. Если он не будет выключен, определенные функции теплового насоса могут его запустить в эксплуатацию.

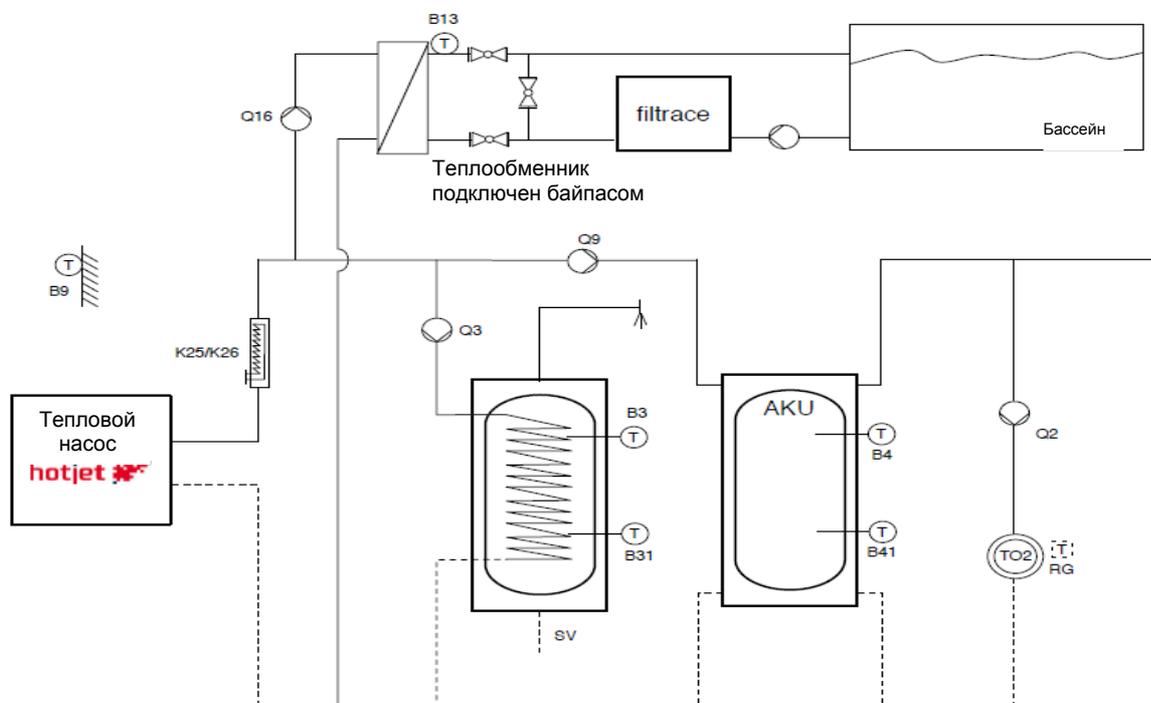
Датчик воды в бассейне V13 стандартно инсталлируется на выход воды бассейна из теплообменника.



### 6.8.3. Интеграция обогрева бассейна перед выравнивающим накопителем

Пластинчатый теплообменник должен быть способен перенести моментальную мощность теплового насоса. Пластинчатый теплообменник для контура фильтрации и подготовки воды подключите к bypass, состоящий из трех круглых вентилялей.

Датчик воды в бассейне V13 стандартно инсталлируется на выход воды бассейна из теплообменника.



## 6.9. Охлаждение активное и пассивное

Тепловой насос может быть оснащен функцией охлаждения отопительной воды. При заполнении заказа необходимо указать, что нужна система с функцией охлаждения.

Под охлаждением подразумевается:

- **активное**, производится компрессором, в котором реверсирован охлаждающий контур. Такая функция имеется у всех типов ТН (вода-вода, земля-вода, воздух-вода)
- **пассивное**, где холод из первичного контура тепловых насосов земля-вода, вода-вода передается через теплообменник в отопительную систему. При пассивном охлаждении компрессор остается выключенным. Пассивное охлаждение ограничено температурой первичного контура (от 3 до 18°C). Под и над этими порогом температур пассивное охлаждение не функционирует, но может продолжаться в режиме активного охлаждения (если система теплового насоса это позволяет). Пассивное охлаждение не функционирует в системе с тепловым насосом воздух-вода. При пассивном охлаждении компрессор теплового насоса может функционировать (например, обогревать ГВС или воду в бассейне).

Для функционирования режима охлаждения стандартно необходим смесительный вентиль с электроприводом для точного управления температурой охлаждающейся воды.

### 6.9.1. Охлаждающие фанкойлы

Фанкойлы это «радиаторы с вентилятором». Установка нескольких фанкойлов может снизить температуру эксплуатации отопительной воды в системе и повысить мощность отопительной системы в режиме отопления, обеспечить достаточный комфорт в режиме охлаждения летом.

Более подробно в главе «Отопительная система»

### 6.9.2. Охлаждение конвекторами системы «теплый пол»

Конвекторы необходимо оснастить системой для отвода конденсата. Выгода: не занимают место в интерьере помещения. Для подобной системы можно установить только версии с вентилятором.

### 6.9.3. Охлаждение системой «теплый пол» («стенное» отопление)

Мощность системы «теплый пол» в охлаждающем режиме составляет около 30% мощности отопления (максимум 35W/m<sup>2</sup>). В систему необходимо поставлять воду как можно меньшей температуры из довода охраны системы против появления конденсата, в регуляторе ее необходимо ограничить до 15°C. Температура поверхности полов не должна опускаться ниже 20°C. Отступ труб должен составлять максимально 15 см.

При установке гидростата нужно следить за точкой конденсации и настроить температуру охлаждающей воды в зависимости от уровня влажности в помещении.

Эксплуатацию охлаждения системой «теплый пол» можно сравнить с системой радиаторов и «холодными тратуарами» зимой.

#### **Выгоды «холодных полов»:**

- бесшумная эксплуатация
- нет сквозняка
- минимум инвестиций

#### **Невыгоды:**

- максимальная производительность дана параметрами системы «теплый пол»
- более долгий старт и инертность
- ощущение «холодного пола»

### 6.9.4. Охлаждение радиаторами

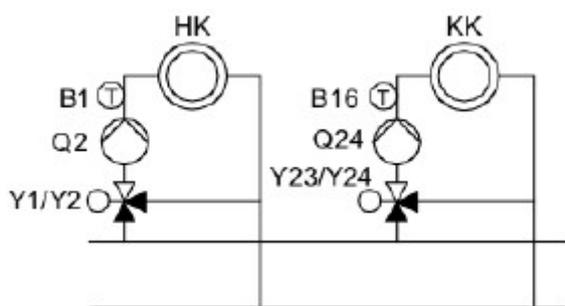
Стандартное охлаждение системой радиаторов не рекомендуем, потому что радиаторы имеют малую охлаждающую мощность, также на радиаторах возможна конденсация воды (не приспособлены для отвода конденсата)

### 6.9.5. Распределение холода

Трубы для распределения холода необходимо изолировать попарно, тесно одна к другой

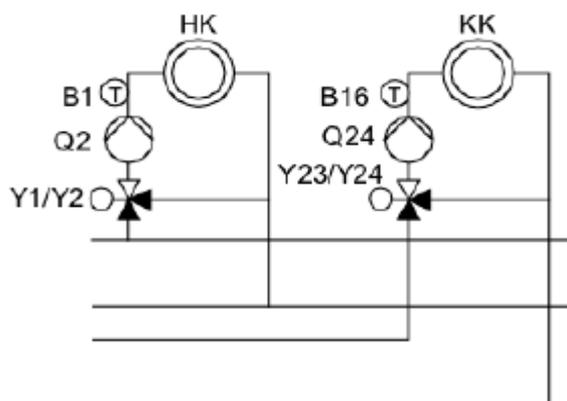
#### Двухтрубчатая система

Охлаждающий и отопительный контур используют один подвод и обратку.



#### Четырехтрубчатая система

Охлаждающий и отопительный контуры гидравлически отделены



HK... отопительный контур, KK... охлаждающий контур

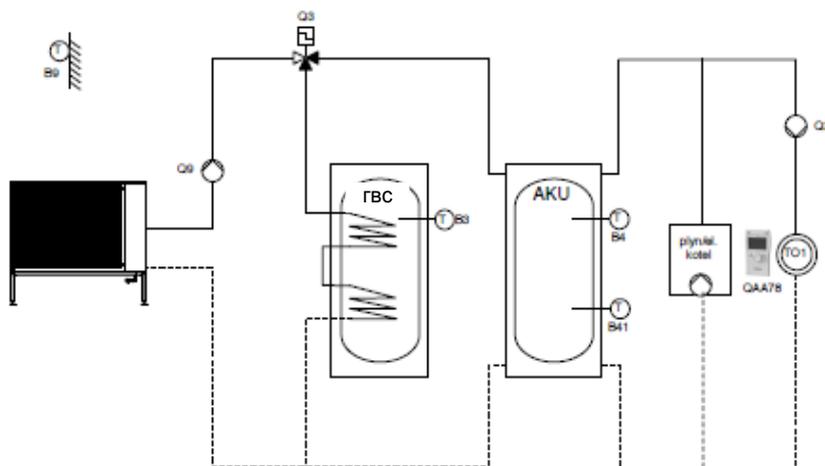
### 6.9.6. Комбинация охлаждения и отопления

При комбинировании охлаждения и отопления следите за тем, чтобы не происходило конфликтных запросов. Например, нельзя избытки тепла из соляра сохранять в АКУ накопителе, если этот накопитель в то же самое время охлаждается.

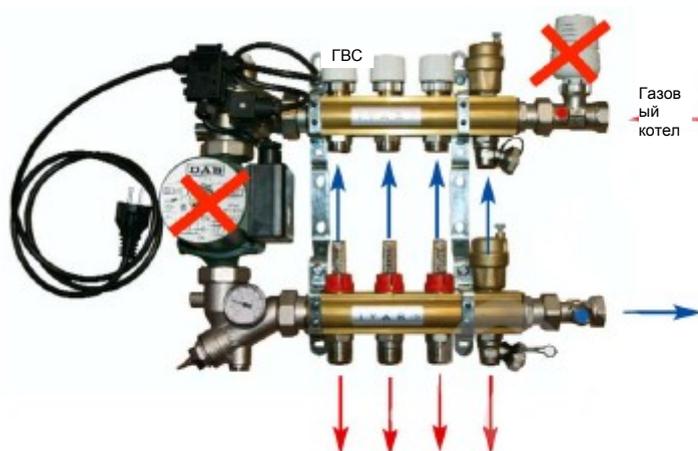
## 7. Нежелательные подключения и распространенные ошибки

### 7.1. Интеграция внешнего котла за АКУ бак

Внешний котел, подключенный за выравнивающий накопитель, нельзя регулировать. Его правильное расположение — перед выравнивающим накопителем, или параллельно с тепловым насосом, сразу за ним.



### 7.2. неподходящие распределители системы «теплый пол».



**Проблема:** при недостаточной разнице температур перед и за впрыскивающим вентилем он откроется и вода, которая перетекает за вентилем в контур, практически сразу вытеснится в обратку отопительной системы. Нельзя его также использовать для режима охлаждения.

Указанный распределитель системы «теплый пол» не подходит для использования с низкотемпературной системой, где источником тепла является тепловой насос, или конденсационный котел.

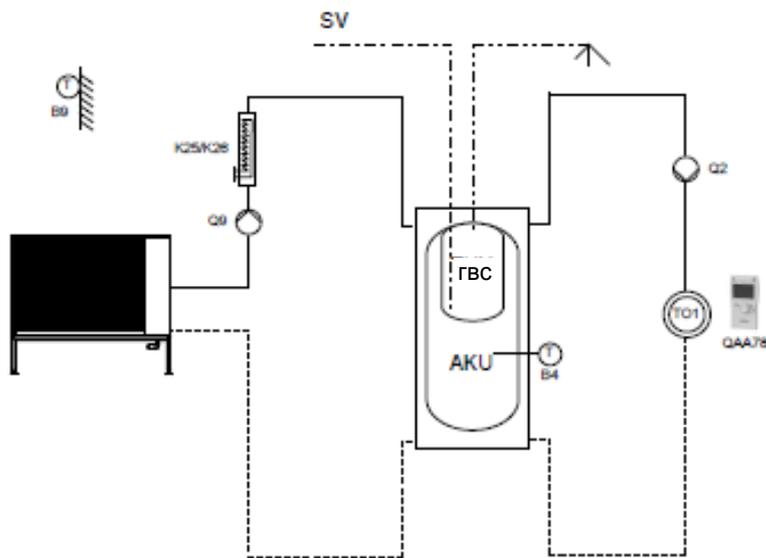
Рекомендуем использовать простые распределители без элементов управления, а циркуляционные насосы, смесительные вентили и другие компоненты системы переместить к тепловому насосу в котельню.

### 7.3. Неподходящие подключения комбинированного накопителя

ГВС будет обогреваться на температуру отопительной воды. В режиме эквитерм температура ГВС будет падать, а в летнем режиме отключит запрос на обогрев выравнивающего накопителя у отопительной системы.

Подключение отопительной системы расположено высоко, тем самым будет охлаждаться область обогрева ГВС.

Таким образом решенное подключение можно считать только за предварительный обогрев ГВС, с последующим догревом в накопителе, или системой протока. Для электрического проточного обогрева необходимо приобрести нагреватель с электронным управлением, который на входе может работать с предварительно нагретой водой.



### 7.4. Остальные проблемы и ошибки

Ошибка/проблема	Последствия	Решение
Несоблюдение рекомендуемых схем	Проблемы с регулированием, необходимость поиска нестандартных решений, проблемы с эксплуатацией	
Запрос эксплуатации теплового насоса на постоянную температуру (обогрев бака на постоянную температуру) с последующим понижением температуры смешиванием	Высокое потребление теплового насоса. Повышение температуры нагрева на 1°C повышает его потребление на 2,5%	Эксплуатировать систему в режиме эквитерм, минимизировать температуру отопительной воды
Использование неподходящих бойлеров с недостаточными поверхностями передачи тепла, или теплообменников с малой мощностью для эксплуатации с тепловыми насосами	Бойлер ГВС частично отапливается тепловым насосом, дефицит компенсируется бивалентным источником — повышение расходов	Соблюдение необходимой поверхности передачи тепла пропорционально мощности теплового насоса
Некачественная изоляция на тепловом контуре или обогреве ГВС	Большие потери тепла в местах распределения, недостижение необходимой температуры	Изолирование труб в отопительной системе, бака (если это возможно)

<p>Инсталляция воздушного теплового насоса в закрытое помещение</p>	<p>Переохлаждение помещения, низкая производительность</p>	<p>Инсталляция на улице, а также проведение труб VZT для привода и отвода воздуха К и От теплового насоса на улицу (необходимость проверки потерь давления в VZT трубах — дополнительный вентилятор)</p>
<p>Инсталляция внутреннего воздушного теплового насоса в неотапливаемом помещении</p>	<p>Может произойти замерзание отвода конденсата</p>	<p>Инсталляция отапливаемого кабеля на отвод конденсата</p>
<p>Игнорирование предварительного расчета мощности циркуляционного насоса с учетом запросов теплового насоса и потерь давления на подключении</p>	<p>Выключение теплового насоса из-за недостаточной проточности</p>	<p>Расчет отопительной системы проектировщиком</p>
<p>Проводка шлангов земляного коллектора в траншее вместе с водой или канализацией</p>	<p>Замерзание рядом проложенных труб инфраструктуры</p>	<p>Соблюдение необходимого интервала и частичное изолирование труб</p>
<p>Некачественная изоляция первичного контура. Использование обычной изоляции</p>	<p>Конденсация воды на местах распределения. Распад изоляции из-за влажности</p>	<p>Дополнительная изоляция контура с помощью попарной изоляции. Контур потом желательно обмотать кожухом</p>























