



технический справочник

**подключение тепловых насосов
в технологическую отопительную систему**

**индивидуальный подход технологической
увязки систем с применением тепловых насосов**

ОГЛАВЛЕНИЕ:

1 Стандартные принципы подключения тепловых насосов в технологический отопительный комплекс.	стр.
1.1 Расчет мощности теплового насоса	3
1.1.1 Расчет мощности теплового насоса в моновалентном исполнении	3
1.1.2 Расчет теплового насоса в бивалентном исполнении	4
1.2 Выбор системы отопления.	5
1.2.1 Отопление панелями, размещёнными в полу	5
1.2.2 Отопление панелями, размещёнными в полу + отопительные радиаторы	5
1.2.3 Отопление радиаторами	5
1.3 Подбор циркуляционных насосов	6
1.4 Содержание: отопительные системы, расширение, аварийное устройство	7
1.5 Защита от проскальзывания компрессора теплового насоса	8
1.6 Конструкция корпуса теплового насоса	8
1.7 Подключение к отопительной системе и регулировка источника тепла	8
1.7.1 Гидравлическое подключение	8
1.7.2 Электрическая схема, регулирование	8
2 Тепловой насос технологической системы вода/вода (разомкнутая система)	9
2.1 Описание технологической системы (природная энергия)	9
2.2 Расчет погружного насоса	11
3 Тепловой насос Нуклеон для технологической системы вода/вода (река, или незамерзающее озеро)	12
3.1 Описание технологической системы	12
4 Тепловой насос Нуклеон для технологического использования энергии земли	13
4.1 Описание технологической системы	13
4.2 Горизонтальный коллектор	13
4.2.1 Классический горизонтальный коллектор	14
4.2.2 Горизонтальный коллектор - SLINKY-H	14
4.2.3 Горизонтальный коллектор - SLINKY-U	15
4.3 Вертикальный коллектор - земляная скважина	15
4.4 Руководство укладки труб земляного обменника	16
4.5 Построение системы	17
4.6 Соляной раствор (рассолы)	17
4.6.1 Смесь воды и Etylenglykolu	18
4.6.2 Смесь воды и Propylenglykolu	18
4.6.3 Смесь воды и этанол (алкоголь)	19
4.6.4 Смесь воды и CaCl_2	19
4.7 Расширительный бак, первичный контур	20
4.8 Выбор циркуляционного насоса на соляной раствор	20
4.9 Расчет земных обменников используя тепловой насос HPBW	21
4.10 Инструкция по укладке земных коллекторов	22
4.10.1 Горизонтальное исполнение	22
4.10.2 Грунтовые скважины – скважины	23
5 Завершение	

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750
Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9
m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz
www.nukleon.cz

1 Стандартные схемы включения тепловых насосов в технологический отопительный комплекс.

1.1 Расчет мощности теплового насоса.

При определении мощности теплового насоса необходимо знать тепловые потери объекта, расход тепла и возмещение его за отопительный сезон, а также модель системы, для которой тепловой насос предполагается.

Тепловые потери рассчитываются по стандарту ЧСН 06 0210 или СНиП, для получения полного и правильного расчета. По другой методике производить расчет теплопотерь не рекомендуется, поскольку необходим расчет покомнатный.

Тепловой насос необходимо выбирать такой мощности, чтобы покрывал 100% тепловые потери объекта для (моно-валентного комплекса), или всего часть тепловых потерь, а всю остальную необходимую аккумулировать и дополнять другим источником тепла (бивалентный комплекс). Величина бивалентного источника выбирается такой, чтобы могла покрывать в сумме с мощностью теплового насоса, необходимую теплопроизводительность отапливаемого объекта.

Необходимое предупреждение: теплопроизводительность термического насоса сильно зависит от условий правильного выбора источника низкопотенциальной энергии, от которого он работает, а также от точности расчета тепловых потерь объекта, куда устанавливается. Ошибки расчетов последствии отражаются на теплопроизводительности, электропотреблении и работоспособности всей технологии. Поэтому просим внимательно изучить паспорт теплового насоса, его производительность, источник энергии и выходные температурные показатели. В связи с выше перечисленным, марка термического насоса выбирается индивидуально под конкретное применение и имеет плавающий показатель номинальной мощности.

Необходимое количество тепла определяется индивидуальным теплотехническим расчетом по нормам ЧСН 38 3350. Для обычного односемейного жилого дома, рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_d = 24 \times 0.63 \times Q \frac{d \times (t_i - t_{es})}{(t_i - t_{ev})}$$

t_i -внутренняя расчётная температура, обычно 20° C
 t_{ev} -наружная расчётная температура -15;-20;-25°С
 t_{es} -средняя наружная температура во время отопительного сезона.
 d - число дней отопительного сезона
 Q -теплопотери (кВт) по СНиП ЧСН 06 0210

Данные о температурах и протяженности отопительного сезона, можно найти в ЧСН 38 3350 или СНиП.

Для г.Праги : $t_{ev} = -12^{\circ}\text{C}$, $t_{ex} = 4,3^{\circ}\text{C}$, $d=225$

Для г. Минска: $t_{ev} = -24^{\circ}\text{C}$, $t_{ex} = -3,5^{\circ}\text{C}$, $d=215$

Полученное по формуле значение Q_d , в кВтчас за год.

Необходимо также не забывать о горячей хозяйственной воде TUV, для чего нужно прибавить расход тепла для его подогрева.

$$Q_{TUV} = L \times 17 \quad \text{где } L \text{ (л) количество ежедневного нагрева воды на } 50^{\circ}\text{C, из расчета 50 л. на человека в день.}$$

Значение Q_{TUV} получаем, в кВтчас за год.

Общий расход тепла Q_c получаем суммируя оба значения.

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
 t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9

m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz

1.1.1 Расчет мощности теплового насоса в моновалентной системе.

Рассмотрение при выборе мощности теплового насоса в этом случае однофункциональная (моновалентная). Необходимо себе представлять, сколько будет тепловой насос производить тепла и потреблять энергии из обыкновенной электрической сети, по какому тарифу и какое количество тепла с аккумулируется в материалах, из которых построено здание. В этом и заключается максимальный период хода термического насоса, где НДО не 24, а всего 22 часа. Поскольку мы хотим покрыть расход тепла тепловым насосом во время низкого тарифа, мы должны увеличить его теплопроизводительность коэффициентом.

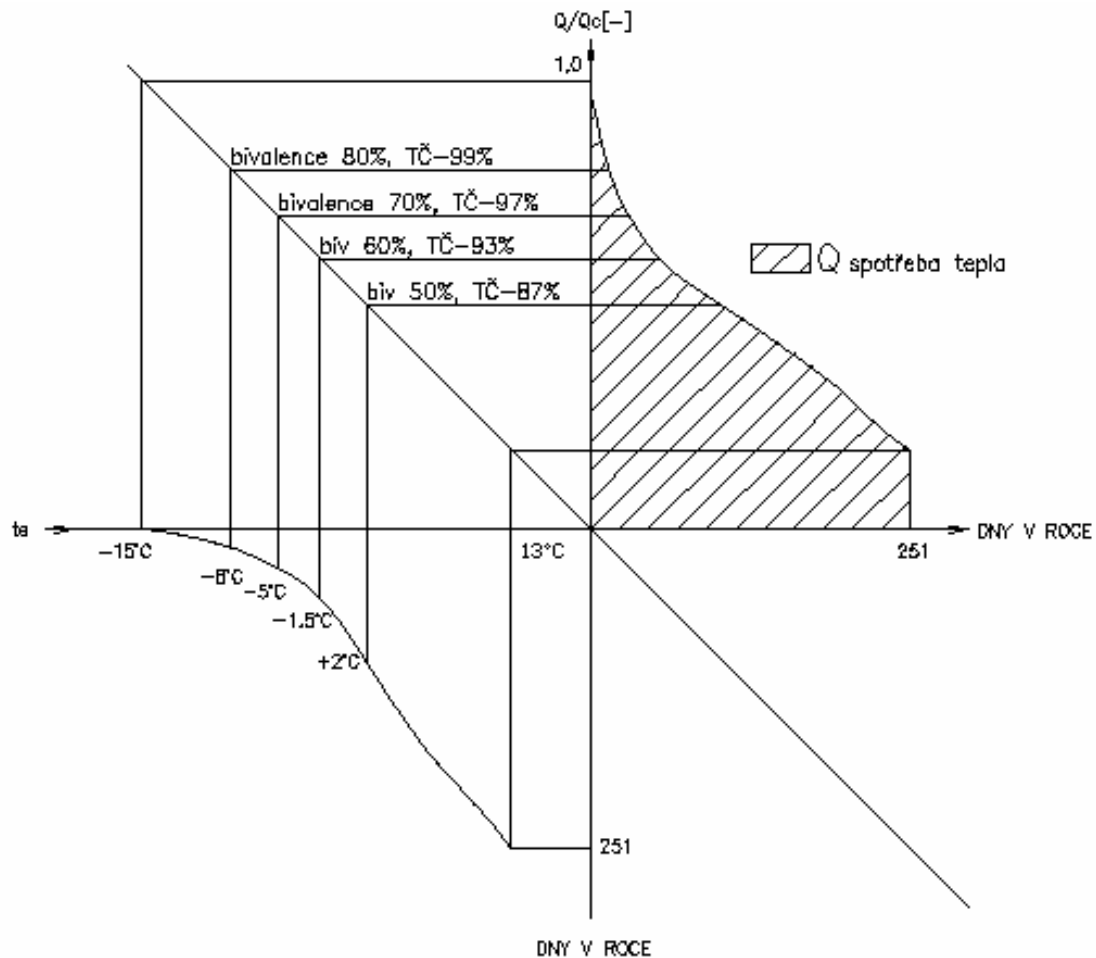
$$Q_{\text{TIMN}} = 1,1 \times Q \quad \text{где } Q - \text{теплотери по ЧСН 06 0210}$$

Потребление электроэнергии рассчитывается исходя из общего расхода тепла за весь отопительный сезон, при отопительном факторе термического насоса.

$$Q_{\text{CEL}} = Q_c / \varepsilon \quad \text{где } \varepsilon - \text{отопительный фактор в отопительный сезон (приводится в технических документах на тепловой насос, зависит от температуры воды в радиаторах при наружной температуре воздуха } t_{\text{es}})$$

1.1.2 Расчет термического насоса в бивалентной системе

В данном случае расчет более затруднительный. Предпочтительный способ заключается в составлении криволинейной характеристики по продолжительности значений минусовой температуры в данном регионе.



NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9
m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz

Эта диаграмма демонстрирует производство необходимого количества тепла (заштрихованная зона). Временные и температурные параметры взяты из справочника климатологии и не значительно отличаются от места расположения территории, показывают, сколько тепла за весь отопительный сезон необходимо производить тепловым насосом и сколько аккумулировать и дополнять биваленцией. При выборе мощности биваленции, необходимо учитывать стоимость работ и материалов, доступность к низкопотенциальному источнику и ограничения с точки зрения мощностного ряда тепловых насосов. На практике себя зарекомендовала установочная мощность теплового насоса при покрытии примерно до 70% тепловых потерь объекта. Остаток мощности покрывается биваленцией, являющейся также системой снятия временной задержки инертности воды. Бивалентный источник может быть газовым, твердотопливным или как в большинстве случаев обычным электротэном. Из практики можем сказать, что в большинстве случаев, бивалентный источник работает кратковременно от 2 до 4 суток за весь отопительный сезон. При расчетах нельзя забывать, что общая установленная мощность теплопроизводства, с учетом НДО, должна быть в 1.1 раз больше теплотерь по ЧСН 06 0210. Потребляемая мощность с учетом НДО будет минимальной, в том случае если объект имеет малые тепловые потери, а значит большую аккумуляцию тепла. Потребление электроэнергии по бивалентной схеме рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{CEL} = Q_{TH} / \varepsilon + Q_{ЕК} \text{ (кВтчас)}$$

где Q_{TH} - произведенное тепловым насосом
 ε - отопительный фактор ТН
 $Q_{ЕК}$ – потребление эл. бивалентным источником

1.2 Выбор системы отопления

Для отопления тепловым насосом, важен правильный выбор отопительной системы. Максимально выгодной является крупнопанельная отопительная система, какой является подпольное отопление, или отопление панелями размещёнными в стенах, которые не нуждаются в высокой температуре носителя. Следующее преимущество этих систем заключается в падении значения температуры на 2-3⁰С, по причине теплопередачи путем излучения. Нельзя забывать, что максимальная температура на выходе из обычного термического насоса 55⁰С.

1.2.1 Отопление панелями, размещёнными в полу

Данная система выгодна тем, что для отопления достаточна температура носителя 35⁰С. Такой системой удобно набирать низко-температурный градиент по +5⁰С. Неудобство заключается в ограничении максимальной мощности из расчета на 1м² отопительной площади, не более 96W/м². Поэтому, чаще всего, применяется сочетание подпольного отопления с отопительной настенной арматурой (приведенное неудобство касается встраиванию систем отопления теплонасосом в давно построенное здание).

1.2.2 Отопление панелями, размещёнными в полу + отопительные радиаторы.

Этот вариант требует для правильной работы использование термогидравлического распределителя (THR) и своего распределителя коллектора. Помимо проводки труб, еще потребуются один циркуляционный насос, который бы обеспечивал водой цикл, между радиатором THR и теплонасосом ТН. А также, приходится в направлении пологового отопления, включить смесительный кран,

который бы поставлял в округ воду с приоритетом температуры с необходимым давлением, потому что отопительная настенная арматура являются приоритетной и находится на более высшей температуре.

1.2.3 Отопление радиаторами.

Для этой системы советуем выбирать теплопадение из расчета максимальной температуры носителя 45/55°C. В предложении приходится пересчитывать номинальные отопительные арматуры и увеличивать их площадь из-за падения температурного градиента с 90/70°C, на температуру 55/45°C. Пересчет, производится по формуле:

$$Q_{SK} = Q_N \times \left(\frac{t_{SSK} - t_i}{t_{SN} - t_i} \right)^n$$

где, t_{SSK} измеренная средняя температура ребра
($t_{vst} + t_{vyst}$)/2

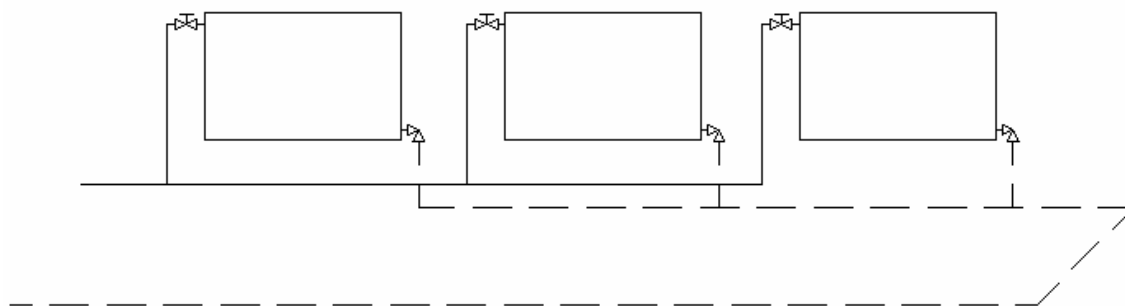
t_{SN} средняя номинальная температура ребра
80°C(90/70)

t_i внутренняя температура помещения

n коэффициент отопительного корпуса (задается изготовителем) например: 1.3 для досочного отопительного прибора и 1.4 для конвективного

Упрощённо возможно сказать, что мощность 1 ребра при спаде 55/45°C составляет примерно 40% по сравнению с мощностью при температурах 90/70°C.

Далее советуем, особенно для комбинированной системы, выбирать двухтрубный прямоточный развод отопительной воды. Однотрубные системы, не являются пригодны для низкотемпературной отопительной системы. Далее, не рекомендуется использовать терморегулирующие регулировочные головки на отопительную арматуру в комнате, в которой расположен комнатный термостат.



Для простой, однокруговой системы, тепловой насос можно присоединять напрямую в отопительный комплекс. При большем кол-ве отопительных контуров, столько же и циркуляционных насосов, а так же нагрев TUV. Уместно, между тепловым насосом и распределительными устройствами, присоединить компенсационный бак, при необходимости оснастив его нагревательным прибором электротэном. Компенсационный бак объединяет в себе несколько функций, краткосрочную аккумуляцию и компенсирование: тарифа HDO, бивалента электротэна, термогидравлическое распределительное устройство и поскольку емкость изготовлена с поплавковым проточным внутренним сосудом для TUV, т.е. обеспечивает и работу подогрева (или предварительный обогрев) TUV.

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9

m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz

Следующим преимуществом этого варианта то, что температура воды в компенсационной ёмкости подогревается, руководствуясь наружной температурой. Эта модель регулирования обеспечивает равновесие работы теплового насоса в максимально выгодном режиме, потому что от скорости падения температуры воды в радиаторах зависит отопительный фактор. В остальном, расчеты отопительного хозяйства совершенно одинаковые, как для других источников тепла.

1.3 Подбор циркуляционных насосов

Для правильного расчета циркуляционных насосов надо произвести гидравлический расчёт разводки труб отопительного хозяйства. Общий напор циркуляционного насоса включает в себя сумму проточного сопротивления отопительного хозяйства и конденсатора термического насоса параметра расход-ввод в паспорте термического насоса. Сопротивление конденсатора термического насоса приведен в проектных документах.

Поскольку использование THR, есть транспортируемое сжатие, то циркуляционному насосу необходимо усилие для преодоления всего сопротивления контура, т.е. сопротивление конденсатора, сопротивление подключенного термического насоса и THR. Поэтому отдельные нагревательные контура должны иметь собственные циркуляционные насосы.

При увеличении производительности, по возможности, выдерживайте проточность согласно проектных документов. Тепловые насосы не являются ни в коем случае проходным самотечным аппаратом! Для правильного хода термического насоса приходится обеспечивать по возможности постоянное протекание через конденсатор, поэтому прямой ввод трёхходового смесителя, которой изменял бы направление ветви источника тепла, не рекомендуется и его также. С пониженным давлением иногда случается срыв завихрений (турбуленция) в конденсаторе и как результат снижение теплоотдачи, повышение температуры сжижения и снижение отопительного фактора. Тепловой спад на конденсаторе термического насоса должен быть между 5-7K. Поскольку самый большой отопительный спад в моно-валентной системе отопительной арматуры, необходимо это учитывать при заказе оборудования. Более того, советуем максимальное давление в радиаторах воды и конденсаторе не более 10K.

В последующей таблице указаны рекомендации по подбору циркуляционных насосов для циркуляции через радиаторную арматуру, между тепловым насосом и системой THR, расчетное гидравлическое сопротивление арматур 1m.

Тепловые насосы NUKLEON HPWW, HPBW

тип	Отопит.Мощ. W10W50/ B0W35 (кВт)*	Расход топ . воды W10W50/ B0W35 (кг/сек, DT=5K)	Сопротивление обменника W10W50/ B0W35 (м)	Диаметр труба 4м (мм)**	Сопротивление общее W10W50/ B0W35 (м)	Циркул. насос StarRS25/6	Потр мотор WIL0 насос (W)
18.i	4,7/3,8	0,23/0,18	2,0/1,5	DN25	3,0/2,5	StarRS25/6	37
22	6,1/4,6	0,29/0,23	1,6/1,2	DN25	2,6/2,2	StarRS25/6	37
28	7,9/5,9	0,38/0,28	2,6/1,5	DN25	3,7/2,5	StarRS25/6	37
34	9,4/7,0	0,45/0,34	2,6/1,5	DN25	3,7/2,5	StarRS25/6	37

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750
Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9
m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz
www.nukleon.cz

40	11,0/8,2	0,53/0,39	2,5/1,5	DN25	3,7/2,6	TOP-S25/7	90
48	13,5/10,4	0,65/0,50	2,1/1,3	DN32	3,2/2,3	TOP-S25/7	90
61	16,5/12,3	0,79/0,59	3,0/1,7	DN32	4,1/2,8	TOP-S25/7	90
72	19,5/14,9	0,93/0,71	2,9/1,7	DN32	4,1/2,8	TOP-S25/7	90
81	22,0/16,7	1,05/0,80	2,2/1,4	DN32	3,4/2,5	TOP-S25/7	90

*толеранция±10%, **DN=Js (условный проход)

Далее в приложении указаны характеристики рекомендованных циркуляционных насосов WILO.

1.4 Содержание: отопительные системы, расширители, аварийные устройства

Система отопления, заправляется обычной водой из водопроводной линии, в которую добавляется предназначенная для отопления антикоррозийная присадка. Систему советуем изготавливать как напорную, с расширительным баком. Его величина зависит от количества воды в системе, которую необходимо заполнять из расчёта применяемого оборудования, для примера приводим таблицу.

Система отопления	Удельный объём (л/кВт)
Современная система отопления с принудительной циркуляцией, отопительная арматура конвективная	6,0
Современная система отопления с принудительной циркуляцией, отопительная арматура трубчатая	8,0
Современная система отопления с принудительной циркуляцией, отопительная арматура досочная	10,0
Система отопления с принудительной циркуляцией и секционной отопительной арматурой	12,0

$V(l) = \text{установленная мощность(кВт)} \times \text{удельный объём(л/кВт)}$

Поскольку в системе имеется компенсационный бак необходимо вычислить его объём !

Рекомендуемый объём напорного расширительного сосуда зависит от отопительной арматуры и выбирается из расчета максимальной температуры радиаторов воды 55°C и давление нагнетания 180kPa (абсолютная):

Объём системы (l)	Полезный объём EN (l)
100	4
150	6
200	8
400	18
600	25
1000	50

Защита системы от превышения максимального давления 350kPa(absolut), обеспечивает предохранительный клапан. Необходимо учесть требования ЧСН 06 0830, что между предохранительным клапаном и источником тепла не должно быть никакой запорной арматуры. Это требование необходимо для

предотвращения случайного закрытия воды в емкости (объемное расширение воды) и для предотвращения превышения максимального давления при наполнении, потому что система пополняется от обыкновенной водопроводной сети. Поскольку комбинация предусматривает компенсационный бак, THR и elektrokotle как целое, уместно поместить предохранительный клапан, проточный клапан и расширительный бак на один ввод в THR, а другие предохранительные клапана поместить на вход, или выход конденсатора термического насоса. Наши приведенные выше комплектующие, также косвенно являются внутренней защитой от случайного закрытия воды и регулируются с помощью регулятора высокого давления (малый отбор тепла -> превышения максимального конденсационного давления хладагента).

1.5 Защита от проскальзывания компрессора теплового насоса

Тепловой насос имеет электронную защиту от сбоя цикличности. Изготовителем рекомендуется частота цикла термического насоса максимально 4хода в час. Это условие выполняется при удельном объеме отопительной системы приблизительно 15 л/кВт. В случае не возможности выполнения условия, уместно рассматривать включение компенсационного бака в отопительную систему. Поскольку применение комбинированного THR исключают ненужные проблемы, в случае малого заполнения состава мит, срабатывает электронная защита теплового насоса, понимая, что это отразится на конечном тепловом комфорте отопительного объекта. Включение аккумулирующего бака является лучшим приложением.

1.6 Конструкция корпуса термического насоса

Тепловой насос Нуклеон сконструирован так, что не нуждается в специальном помещении, поскольку установлен на антивибрационном основании. Удаление колебаний достигается гибким закрепление компрессора в шкафу с применением упругих элементов, которые размещены внутри шкафа, чем происходит устранение двойной колебательной массы. Однако ввод должен производиться гибким напорным шлангом, чтобы предотвратить передачу собственного шума и колебаний в отопительный объект, или в трубопроводную сеть.

1.7 Подключение к отопительной системе и регулировка источника тепла.

1.7.1 Гидравлическое подключение

Как уже было сказано в статьи 1 и 2, существует два варианта подключения тепловых насосов. В приложении приведено несколько других видов включения тепловых насосов Нуклеон.

1.7.2 Электрическая схема, регулирования.

Тепловой насос Нуклеон, в базовом варианте, поставляется с микропроцессорной системой управления, которой не только контролирует и обеспечивает собственную регуляцию, но и осуществляет эквитермальную регулировку температуры воды в радиаторах (по наружной температуре), а также управление бивалентного источника в двухступенчатом режиме и в некоторых случаях, может руководить тремя независимыми нагревательными контурами, при следующих ограничениях:

- не более 2 независимых смесительных контуров отопительной системы + управление электроприводом 0-10V
- не более 2 независимых смесительных контуров отопительной системы + управление привода трехходовой арматуры

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9

m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz

- не более 3 термостатных контуров с циркуляционным насосом (нагревание TUV, подогрев бассейна и т. п.)

Система управления также регулярно запоминает и регулирует рабочий режим, что даёт возможность подключать, с предохранительной системой, другие объекты. По желанию, возможно, также дополнить управление отопительной системы устройством управления посредством SMS сообщений.

Установка оснащена комплектным электрораспределителем и защитами с возможностью дальнейшего расширения.

По желанию, возможно оснастить оборудование несложной системой управления обеспечивающей собственную безопасность компрессорной системы, которая предназначена для руководства системой управления.

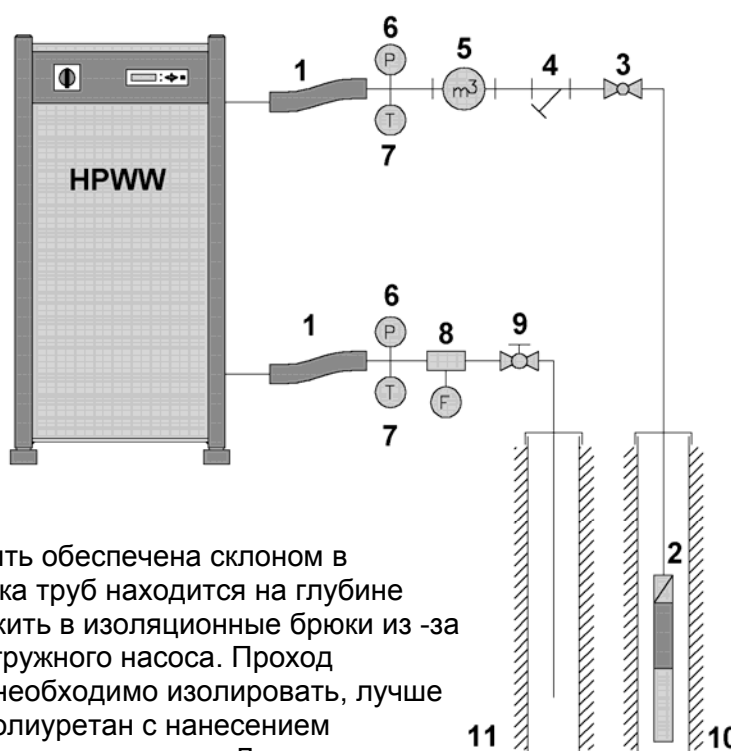
Несколько схем включения оборудования приведены в приложении.

2. Тепловой насос в технологическом комплексе вода/вода (разомкнутая система)

2.1 Описание технологической системы (природная энергия).

HPWW Nukleon тепловой насос

- 1 гибкий ввод
- 2 индивидуальный обратный погружной насос
- 3 шарнирный кран
- 4 фильтр 800mm
- 5 расходомер (водомер)
- 6 манометр
- 7 термометр
- 8 „flow switch" (проточный чувствительный элемент)
- 9 регулировочный шарнирный кран
- 10 -всасывающая скважина
- 11 -восполняющая скважина



Трубопроводная сеть должна быть обеспечена уклоном в направлении к колодцу. Установка труб находится на глубине 1,5m. Ряд труб необходимо уложить в изоляционные бьюки из -за электрического подключения погружного насоса. Проход отопления через стену объекта необходимо изолировать, лучше всего подходит пенообразный полиуретан с нанесением нескольких слоев гидроизоляционного покрытия. Для прохода через стену объекта необходима изолированная трубопроводная сеть, чтобы предотвратить конденсацию влажности на трубах.

Предостережение: Хотя тепловые насосы HPWW обеспечены защитой от обморожения испарителя, все равно требуется при использовании досочной тепловой арматуры в круг включить **проточный чувствительный элемент (8)**. Управляющая система обеспечивает защиту погружного насоса от неисправностей и в случае прекращения воды приводит его к отключению. В сочетании с моторным пускателем (базовое оснащение) погружной насос полностью защищен и не приводит к отключению „управляющий шкаф" и аварийные выключатели.

NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9

m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz

1.3 Расчет погружного насоса

Для определения необходимого расхода нужно знать холодопроизводительность термического насоса. Холодопроизводительность и необходимый расход, включительно гидравлическое сопротивление испарителя, приводится в технических документах устройств. Применяется охлаждение воды $\Delta t = 3 - 5^{\circ}\text{C}$

Для обычного расчета расхода воды, используем уравнение:

$$m_v = \frac{Q_{chl}}{4180 \times \Delta t}$$

где m_v расход грунтовой воды
[кг/сек]

Q_{chl} холодопроизводительность
ТН [W]
 Δt охлаждение земли ($^{\circ}\text{C}$)

Прежде чем рассчитать необходимый расход мы должны определить напор погружного насоса. Из предыдущего нам известно, что геодезический напор будет зависеть от суммы проточных сопротивлений трубопроводной сети и испарителя термического насоса.

Геодезический напор H_c приводится в картах местных условий (глубина залегания слоя).

Гидравлическое сопротивление испарителя берется из технических данных термического насоса

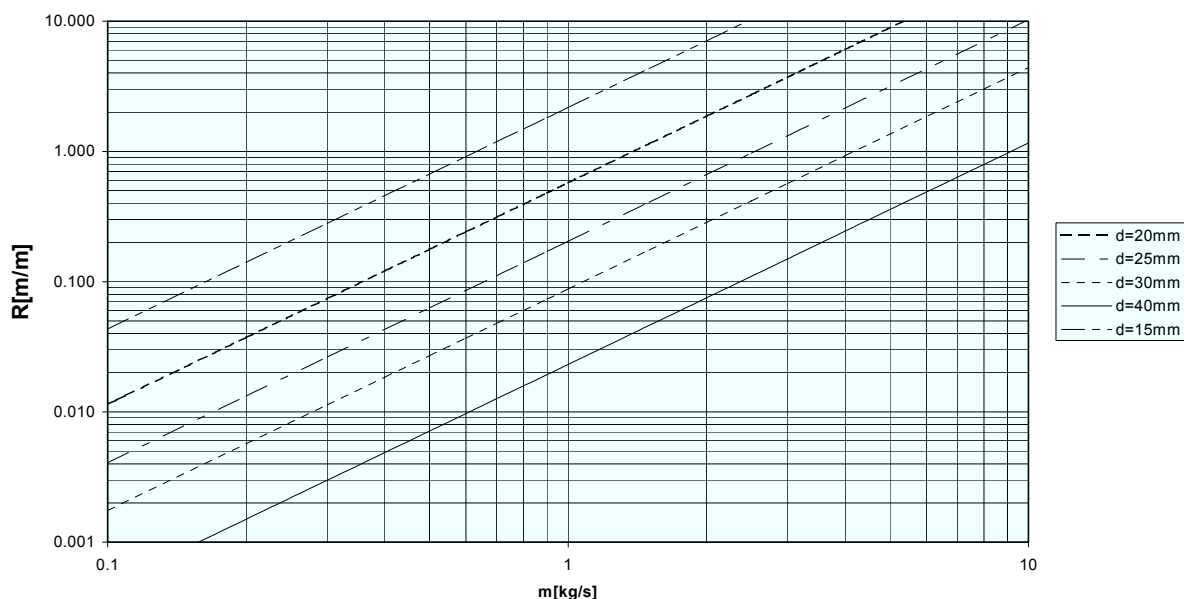
Гидравлическое сопротивление труб определяется из ниже приведенного графика путем умножения радиуса [м/м] на длину труб [м], $H_{pt} = R \times L$.

Гидравлическое сопротивление арматур оценить $H_{am} = 2m$.

Полный напор подающего насоса H [м] при протоке m_v высчитывается по формуле

$$H = H_c + H_{tc} + H_{pt} + H_{am}$$

Тlaková zráta potrubí PLAST
10dgC Voda, $\rho = 999.7 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 4179 \text{ J/kgK}$



NUKLEON s.r.o.

Ptáčov 73, 674 01 Třebíč, CZ
t+f: (+420) 568 822 750

Podlužanská 1875, 190 16 Praha 9

m: (+420) 777 727 320, e: nukleon@volny.cz

www.nukleon.cz