

Оценка эффективности применения тепловых насосов на объектах Филиала № 19 «Новомосковский» ОАО «МОЭК» КТС «Шишкин лес» и МК «Михайловское».

КТС «Шишкин лес»

В дополнение к представленным в письме исходным данным во время посещения объекта было установлено, что котельная обеспечивает горячее водоснабжение со средним расходом подачи горячей воды 40 м³/ч и температуре подачи порядка 61 °С. Для подогрева горячей воды в котельной установлены пластинчатые теплообменники, рассчитанные на температуру греющей воды 90 °С. После нагрева вода поступает в баки-аккумуляторы с переменным объёмом хранения (один бак 90 м³ и 2 бака по 75 м³), из которых в дальнейшем производится подача её к потребителям. Баки оснащены системой поддержания температуры (системой подогрева).

Был рассмотрен вариант предварительного подогрева горячей воды за счёт тепловых насосов, использующих в качестве источника тепловой энергии грунт в комбинации с атмосферным воздухом. При этом предполагалось, что тепловые насосы будут подогревать воду до температуры порядка 40 °С, а окончательный нагрев осуществлялся бы по существующей схеме. Этот вариант позволил бы тепловым насосом работать с достаточно высоким коэффициентом преобразования энергии при одновременном снижении количества грунтовых теплообменников по сравнению с вариантом установки тепловых насосов на полную мощность системы ГВС. Экономия энергии в таком случае составила бы 42%.

Однако реализация данного решения была признана нецелесообразной. Дело в том, что котельная для нагрева воды использует в качестве топлива природный газ, при этом стоимость вырабатываемой энергии (топливная составляющая) составляет 0,57 руб./кВт*ч. Электроэнергия, необходимая для привода тепловых насосов, стоит 3,78 руб./кВт*ч. Таким образом, даже при коэффициенте преобразования энергии в теплонасосном цикле, равном 3,2 (значение, соответствующее работе теплонасосной системы с использованием грунта в качестве источника) вариант использования тепловых насосов оказывается менее экономически выгодным, чем сжигание газа. Помимо того, для организации теплонасосной системы потребуется выделение около 510 кВт электрической мощности, организация системы сбора тепла грунта, а также порядка 80 м² площади технических помещений для размещения технологического оборудования.

Система теплоснабжения посёлка закрытая, поэтому потери воды достаточно невелики. В этой связи подпитка характеризуется незначительным и непостоянным расходом, поэтому устанавливать теплонасосную систему для подогрева подпиточной воды смысла не имеет.

Учитывая все изложенные соображения, применение тепловых насосов на КТС «Шишкин лес» признаётся нецелесообразным.

МК «Михайловское»

На объекте установлены «вихревые теплогенераторы», которые по данным производителя должны иметь следующие показатели: 2 единицы мощностью по 37 кВт и 3 единицы мощностью по 55 кВт. Итого проектная мощность котельной 239 кВт.

Также в котельной установлены электрические нагреватели (ТЭНы) суммарной мощностью 108 кВт.

Котельная обеспечивает покрытие нагрузки отопления присоединённых потребителей.

Температура подачи теплоносителя составляет 60 °С при температуре обратной линии порядка 52 °С. Расход сетевой воды составляет 25 м³/ч.

В настоящее время взамен перечисленного оборудования планируется установить блочную дизельную котельную.

В настоящем предложении рассматривается вариант перевода котельной на теплоснабжение потребителей за счёт тепловых насосов, использующих в качестве источников низкопотенциальной энергии атмосферный воздух или грунт. При этом в качестве пиковых доводчиков и аварийного резерва могут использоваться как существующая система электрического нагрева, так и перспективная дизельная котельная.

Вариант 1. Тепловые насосы, использующие тепло грунта.

Тепловые насосы, использующие тепло грунта, обеспечивают полное покрытие нагрузки отопления присоединённых потребителей до температуры наружного воздуха минус 15 °С. При более низких температурах тепловые насосы продолжают работать, а недостаток мощности покрывается или за счёт электрического нагрева по существующей схеме, или, в перспективе, за счёт дизельной котельной. Оба возможных источника вспомогательной тепловой энергии в данном случае не замещают тепловые насосы в период сильных морозов, а лишь дополняют их. Расчёты проводятся для обоих возможных типов пиковых доводчиков.

В расчётах принимаются следующие исходные данные:

- | | | |
|---|------|-------------|
| • тариф на электрическую энергию | 3,77 | руб./кВт*ч; |
| • стоимость дизельного топлива | 30 | руб./л |
| • КПД электродкотельной | 100 | % |
| • КПД дизельной котельной | 85 | % |
| • коэффициент преобразования тепловых насосов | 2,8 | |

Описание системы.

Сами тепловые насосы представляют собой моноблоки, предназначенные для внутреннего размещения. Они могут быть установлены внутри котельной взамен существующих «вихревых теплогенераторов» при сохранении электронагревателей (ТЭНов). Кроме того, потребуется разместить на прилегающей территории 19 грунтовых теплообменников, для чего потребуется около 500 м² площади.





Грунтовые теплообменники представляют собой вертикальные скважины глубиной 60 м, в которых размещаются две U-образные петли из полиэтиленовых труб диаметром 40 мм. Внутри этих труб циркулирует промежуточный теплоноситель, который имеет температуру, ниже температуры окружающего грунтового массива. Проходя через грунтовый теплообменник, теплоноситель нагревается, отбирая тепло из грунта, и передаёт его во внутренний хладоновых контур теплового насоса.

Существующая схема теплоснабжения может быть сохранена, но потребуются проведение строительно-монтажных работ в помещении котельной с демонтажем части существующего оборудования и установкой тепловых насосов.

Сравнение с электрической котельной.

№№	Наименование показателя	Ед. измерения	Электроотопление (существующий вариант)	Тепловые насосы с использованием тепла грунта
Мощности основного оборудования				
1	Мощность электронагревателей	кВт	239	239
	Мощность тепловых насосов			
2	- тепловая	кВт	-	175
3	- электрическая	кВт	-	63
Эксплуатационные характеристики				
4	Выработка тепла ТН	МВт*ч	-	550
5	Выработка тепла котельной	МВт*ч	591	41
6	Потребление энергии ТН	МВт*ч	-	196
7	Потребление энергии котельной	МВт*ч	591	41
8	Общее потребление энергии	МВт*ч	591	237
9	Экономия энергии за отопительный период	МВт*ч	-	354
10		%	-	60
Эксплуатационные затраты (на энергоносители)				
11	Электроэнергия для тепловых насосов	тыс. руб./год	-	741
12	Электроэнергия для котельной	тыс. руб./год	2 231	155
13	Общие затраты	тыс. руб./год	2 231	896
14	Экономия эксплуатационных затрат	тыс. руб./год	-	1 335
15		%	-	60
Капитальные вложения				
16	Проектирование	тыс. руб.	-	370
17	Тепловые насосы	тыс. руб.	-	3 000
18	Грунтовые теплообменники	тыс. руб.	-	910
19	Вспомогательное оборудование	тыс. руб.	-	400
20	Электрика и автоматика	тыс. руб.	-	300
21	Монтаж	тыс. руб.	-	1 110
22	ПНР	тыс. руб.	-	444
23	Итого!	тыс. руб.	-	6 534
Срок окупаемости				
24	Простой срок окупаемости	лет	-	4,9

Представленные в таблице данные являются оценочными и подлежат уточнению в процессе дальнейшего проведения работ.

Сравнение с дизельной котельной.

№№	Наименование показателя	Ед. измерения	Электроотопление (существующий вариант)	Тепловые насосы с использованием тепла грунта
Мощности основного оборудования				
1	Мощность дизельной котельной	кВт	239	239
	Мощность тепловых насосов			
2	- тепловая	кВт	-	175
3	- электрическая	кВт	-	63
Эксплуатационные характеристики				
4	Выработка тепла ТН	МВт*ч	-	550
5	Выработка тепла котельной	МВт*ч	591	41
6	Потребление энергии ТН	МВт*ч	-	196
7	Потребление энергии котельной	МВт*ч	591	41
8	Общее потребление энергии	МВт*ч	591	237
9	Экономия энергии за отопительный период	МВт*ч	-	354
10		%	-	60
Эксплуатационные затраты (на энергоносители)				
11	Электроэнергия для тепловых насосов	тыс. руб./год	-	741
12	Дизельное топливо для котельной	тыс. руб./год	2 089	146
13	Общие затраты	тыс. руб./год	2 089	887
14	Экономия эксплуатационных затрат	тыс. руб./год	-	1 202
15		%	-	58
Капитальные вложения				
16	Проектирование	тыс. руб.	-	370
17	Тепловые насосы	тыс. руб.	-	3 000
18	Грунтовые теплообменники	тыс. руб.	-	910
19	Вспомогательное оборудование	тыс. руб.	-	400
20	Электрика и автоматика	тыс. руб.	-	300
21	Монтаж	тыс. руб.	-	1 110
22	ПНР	тыс. руб.	-	444
23	Итого!	тыс. руб.	-	6 534
Срок окупаемости				
24	Простой срок окупаемости	лет	-	5,4

Представленные в таблице данные являются оценочными и подлежат уточнению в процессе дальнейшего проведения работ.

Вариант 2. Тепловые насосы, использующие тепло атмосферного воздуха.

Тепловые насосы, использующие тепло атмосферного воздуха, работают до температуры наружного воздуха минус 15 °С. При более низких температурах тепловые насосы полностью останавливаются и всё теплоснабжение потребителей обеспечивается или за счёт электрического нагрева по существующей схеме, или, в перспективе, за счёт дизельной котельной. Расчёт выполняется для обоих возможных случаев.

В расчётах принимаются следующие исходные данные:

- | | |
|---|------------------|
| • тариф на электрическую энергию | 3,77 руб./кВт*ч; |
| • стоимость дизельного топлива | 30 руб./л |
| • КПД электродельной | 100 % |
| • КПД дизельной котельной | 85 % |
| • коэффициент преобразования тепловых насосов | 2,4* |

* коэффициент преобразования взят для средней температуры наружного воздуха за отопительный период (минус 3,1 °С). В действительности, поскольку тепловые насосы работают только до температуры минус 15 °С, средняя температура за период их работы будет выше, а значит выше будет и коэффициент преобразования.

Описание системы.



Сами тепловые насосы представляют собой моноблоки, предназначенные для наружного размещения, и могут быть установлены в непосредственной близости от котельной на прилегающей территории. Никаких дополнительных устройств, кроме циркуляционных насосов, не требуется.

Существующая схема теплоснабжения и теплогенерирующее оборудование могут быть полностью сохранены.

Сравнение с электрической котельной.

№№	Наименование показателя	Ед. измерения	Электроотопление (существующий вариант)	Тепловые насосы с использованием атмосферного воздуха
Мощности основного оборудования				
1	Мощность электронагревателей	кВт	239	239
	Мощность тепловых насосов			
2	- тепловая	кВт	-	175
3	- электрическая	кВт	-	73
Эксплуатационные характеристики				
4	Выработка тепла ТН	МВт*ч	-	426
5	Выработка тепла котельной	МВт*ч	591	165
6	Потребление энергии ТН	МВт*ч	-	177
7	Потребление энергии котельной	МВт*ч	591	165
8	Общее потребление энергии	МВт*ч	591	342
9	Экономия энергии за отопительный период	МВт*ч	-	249
10		%	-	42
Эксплуатационные затраты (на энергоносители)				
11	Электроэнергия для тепловых насосов	тыс. руб./год	-	670
12	Электроэнергия для котельной	тыс. руб./год	2 231	622
13	Общие затраты	тыс. руб./год	2 231	1 292
14	Экономия эксплуатационных затрат	тыс. руб./год	-	939
15		%	-	42
Капитальные вложения				
16	Проектирование	тыс. руб.	-	246
17	Тепловые насосы	тыс. руб.	-	2 056
18	Вспомогательное оборудование	тыс. руб.	-	200
19	Электрика и автоматика	тыс. руб.	-	200
20	Монтаж	тыс. руб.	-	737
21	ПНР	тыс. руб.	-	295
22	Итого:	тыс. руб.	-	3 733
Срок окупаемости				
23	Простой срок окупаемости	лет	-	4

Представленные в таблице данные являются оценочными и подлежат уточнению в процессе дальнейшего проведения работ.

Сравнение с дизельной котельной.

№№	Наименование показателя	Ед. измерения	Электроотопление (существующий вариант)	Тепловые насосы с использованием атмосферного воздуха
Мощности основного оборудования				
1	Мощность дизельной котельной	кВт	239	239
	Мощность тепловых насосов			
2	- тепловая	кВт	-	175
3	- электрическая	кВт	-	73
Эксплуатационные характеристики				
4	Выработка тепла ТН	МВт*ч	-	426
5	Выработка тепла котельной	МВт*ч	591	165
6	Потребление энергии ТН	МВт*ч	-	177
7	Потребление энергии котельной	МВт*ч	591	165
8	Общее потребление энергии	МВт*ч	591	342
9	Экономия энергии за отопительный период	МВт*ч	-	249
10		%	-	42
Эксплуатационные затраты (на энергоносители)				
11	Электроэнергия для тепловых насосов	тыс. руб./год	-	670
12	Дизельное топливо для котельной	тыс. руб./год	2 089	583
13	Общие затраты	тыс. руб./год	2 089	1 253
14	Экономия эксплуатационных затрат	тыс. руб./год	-	836
15		%	-	40
Капитальные вложения				
16	Проектирование	тыс. руб.	-	246
17	Тепловые насосы	тыс. руб.	-	2 056
18	Вспомогательное оборудование	тыс. руб.	-	200
19	Электрика и автоматика	тыс. руб.	-	200
20	Монтаж	тыс. руб.	-	737
21	ПНР	тыс. руб.	-	295
22	Итого:	тыс. руб.	-	3 733
Срок окупаемости				
23	Простой срок окупаемости	лет	-	4,5

Представленные в таблице данные являются оценочными и подлежат уточнению в процессе дальнейшего проведения работ.

Выводы по результатам расчётов.

В результате проведённых расчётов по предлагаемой теплонасосной системе для МК «Михайловское» видно, оба рассмотренных варианта теплонасосной системы – использующей тепло атмосферного воздуха и использующей тепло грунта – обеспечивают значительную экономию энергии и финансовых средств. По обеим системам срок окупаемости находится в пределах от 4 до 5,4 лет, что является очень хорошим результатом для энергосберегающих систем.

Вариант, предполагающий использование тепла грунта является более эффективным как в плане экономии энергии, так и в плане экономии расходов на энергоресурсы, но при этом имеет более долгий срок окупаемости. Это связано с более высоким уровнем капитальных затрат, необходимых для создания такой системы. Также для её создания требуется проведение буровых работ, связанных с обустройством грунтовых теплообменников, а также комплекса работ по реконструкции самой котельной для размещения нового оборудования.

Вариант с использованием атмосферного воздуха не связан с проведением сколь-нибудь значительных работ ни внутри, ни снаружи котельной, требует меньших капитальных вложений и имеет меньший срок окупаемости. При этом ожидаемая величина экономии энергии будет несколько ниже, и к тому же, в отличие от предыдущего варианта, использование данной системы не позволит снизить установленную мощность теплогенерирующего оборудования.

Несмотря на указанные недостатки наиболее просто реализуемым и наименее затратным является вариант установки тепловых насосов, использующих в качестве источника низкопотенциальной энергии атмосферный воздух, поэтому именно он и рекомендуется для внедрения.

Директор проектного отделения
ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»
Горнов В.Ф.

