



ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

по применению тепловых насосов для теплоснабжения и
холодоснабжения 17-ти этажного жилого дома по адресу: г. Воронеж, ул.
Ильюшина, 13.

1. Общие положения и основные исходные данные

Рассматривается существующий эксплуатируемый жилой дом в составе застройки района, снабжаемый теплом от районной газовой котельной. Для оценки целесообразности перехода от централизованного теплоснабжения к автономному предлагается в качестве альтернативы рассмотреть вариант теплоснабжения от теплонасосной системы.

В расчёте используются климатические данные для г. Воронеж в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*»:

- Расчётная температура для проектирования системы отопления минус 24 °С;
- Средняя температура наружного воздуха за отопительный период минус 2,5 °С;
- Продолжительность отопительного периода 190 суток.

2. Описание предлагаемой системы

Предлагается система на базе тепловых насосов, обеспечивающая покрытие нагрузок отопления, вентиляции и горячего водоснабжения объекта. Источником тепловой энергии низкого потенциала для работы тепловых насосов являются вентиляционные выбросы зданий и грунт. При температурах наружного воздуха

выше минус 5 °С предполагается также использовать в качестве источника низкопотенциального тепла атмосферный воздух. В летнее время то же самое оборудование будет обеспечивать функцию холодоснабжения.

Тепловые насосы в целях резервирования и обеспечения надёжного и бесперебойного теплоснабжения устанавливаются в количестве не менее 2 единиц на каждый дом.

Тепловые насосы системы ГВС подогревают воду до 50 °С. Дальнейший догрев воды до температуры 62 °С в соответствии с требованиями СанПиН производится также за счёт доводчиков. Для сглаживания пиковых нагрузок в системе ГВС применяется суточное аккумулирование.

Для снижения капитальных затрат и из соображений увеличения загрузки в течение отопительного сезона тепловые насосы отопления подбираются не на полную нагрузку отопления и вентиляции. Недостающая мощность покрывается пиковыми электродоводчиками (электрокотлами), которые включаются только при весьма низких температурах окружающего воздуха. При этом в годовом цикле пиковые доводчики работают не более 10% времени.

Также пиковые электродоводчики используются в целях резервирования: электрокотлы тоже устанавливаются в количестве не менее 2 единиц, причём часть из них являются резервными и предусматриваются на случай выхода из строя основного теплогенерирующего оборудования – теплового насоса или основного электродоводчика. При этом резервирование обеспечивается в соответствии с п. 5.5 СП124.13330.2012 как для потребителя 1-й категории.

Для использования тепла грунта организуется поле грунтовых теплообменников. Грунтовый теплообменник представляет собой две U-образные петли из полиэтиленовых труб, погруженные в пробуренную скважину.

При использовании геотермального тепла температура прилегающего к теплообменникам массива грунта постепенно снижается, и после 5 лет эксплуатации достигает нового квазистационарного уровня, который и принимается в качестве расчётного. Данный факт зачастую не учитывается, что приводит к недостаточным размерам системы сбора тепла, и, как следствие, к нехватке мощности, выдаваемой системой теплоснабжения. По этой причине глубина и количество грунтовых

теплообменников рассчитываются исходя из нагрузок на геотермальную систему, режима использования грунта и гидрогеологического строения площадки, при этом расчётные параметры грунта для выполнения проектных работ принимаются по результатам прогнозного моделирования состояния грунта на 5 год эксплуатации теплонасосной системы. Также выполняются и поверочные расчёты для наиболее интенсивного режима использования грунта (пессимистический сценарий).

Поскольку система отопления зданий рассчитана на параметры теплоносителя, получаемого от тепловой сети, для использования тепловых насосов необходимо произвести перерасчёт системы на параметры теплоносителя 55-40 °С. Следует особо отметить, что эффективность тепловых насосов сильно зависит от температуры теплоносителя, при чём чем ниже температура, тем выше эффективность, поэтому рекомендуется рассмотреть возможность использования систем напольного отопления.

В летнее время тепловые насосы работают на холодоснабжение, обеспечивая кондиционирование.

Поскольку в течение отопительного периода в грунте происходит накопление холода, целесообразно использовать его в летний период для холодоснабжения здания. Такое «пассивное» холодоснабжение позволяет обеспечить покрытие части нагрузки кондиционирования без включения холодильного оборудования (в данном случае тепловых насосов), поэтому оно является практически бесплатным в энергетическом смысле – энергия тратится только на работу циркуляционных насосов, мощность которых по сравнению с мощностью привода компрессоров холодильного оборудования незначительна. При использовании «пассивного» холодоснабжения решается одновременно две задачи: обеспечивается холодоснабжение здания наиболее энергоэффективным образом и восстанавливается температурный потенциал грунта. Возможно предусмотреть такой режим, при котором грунт к началу отопительного сезона будет иметь температуру выше естественного невозмущённого уровня, что позволит повысить эффективность работы теплонасосной системы и в отопительный период.

Использование тепловых насосов в тёплый период года в качестве источника холода позволит оснастить здания системой центрального кондиционирования, придав жилью новые потребительские свойства.

3. Техничко-экономические параметры системы

При расчёте использовались следующие данные по тарифам, предоставленные заказчиком:

- стоимость тепловой энергии 2127,27 руб./Гкал,
- стоимость электрической энергии 2,47 руб./кВт*ч.

При расчёте капитальных затрат в базовом варианте использовались следующие данные, также предоставленные заказчиком:

Величина затрат на строительство районной газовой котельной, обслуживающей рассматриваемую застройку, составляет 35 млн. руб. К котельной подключены 82 17-ти этажных жилых дома, что составляет 95% нагрузки.

Стоимость подключения к газу составила 17 млн. руб.

Стоимость подключения к электрическим сетям составляет 20 тыс. руб. за МВт мощности.

Стоимость прокладки тепловых сетей принята равной (по данным «КЭР-Холдинг»):

60605 руб./м – Ду 150;

53808 руб./м – Ду 100.

Протяжённость тепловой сети до рассматриваемого дома принята равной 300 м.

Тариф на холодоснабжение принят равным 2 руб./кВтч.

Рассматриваются два варианта применения теплонасосной системы:

1. для покрытия нагрузки ГВС как наиболее постоянной в течение года;
2. покрытие всей нагрузки теплоснабжения (полностью автономный по теплу вариант).

Рассмотрим вариант теплонасосной системы, при котором тепловые насосы обеспечивают только горячее водоснабжение, но не работают на отопление и вентиляцию. В таком варианте организации системы вместо электрических доводчиков целесообразнее использовать догрев горячей воды за счёт тепловой

сети, но в данном случае рассматриваются электрические доводчики. Поскольку отсутствует дифференцированный по времени суток тариф на электроэнергию тепловые насосы работают без перерывов в пиковые периоды.

Технико-экономические параметры системы, обеспечивающей покрытие нагрузок ГВС здания, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

| Наименование показателя | Единицы измерения | Вариант системы | |
|--|-------------------|-----------------|---------------|
| | | Традиционный | Теплонасосный |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Основные параметры застройки</i> | | | |
| Общая площадь квартир | м ² | 9 169 | |
| Жилая площадь квартир | м ² | 4 699 | |
| <i>Нагрузки объекта</i> | | | |
| Горячее водоснабжение | кВт | 332 | |
| - с учётом аккумулирования | кВт | 133 | |
| Всего по теплу | кВт | 332 | |
| Холодоснабжение | кВт | - | 188 |
| <i>Мощности основного оборудования</i> | | | |
| Мощность тепловой сети | кВт | 332 | - |
| Мощность доводчиков | кВт | - | 31 |
| Тепловая мощность тепловых насосов | кВт | - | 102 |
| Мощность кондиционирования | кВт | - | 81,6 |
| Электрические нагрузки | | | |
| Электрическая мощность тепловых насосов | кВт | - | 34 |
| Суммарная электрическая мощность (с электродоводчиками) | кВт | - | 65 |
| <i>Система сбора тепла вентвыбросов</i> | | | |
| Расход вытяжного воздуха | м ³ /ч | 12378 | |
| Мощность системы утилизации | кВт | - | 42 |
| <i>Система сбора тепла грунта</i> | | | |
| Необходимая мощность системы | кВт | - | 41 |
| Количество грунтовых теплообменников (по 60 м) | шт. | - | 12 |
| Мощность пассивного охлаждения | кВт | - | 18 |
| <i>Эксплуатационные параметры</i> | | | |
| Выработка тепла | | | |
| Тепловая сеть | МВт*ч/год | 1 165 | - |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 893 |
| Доводчики | МВт*ч/год | - | 272 |
| Выработка холода | | | |
| Грунтовые теплообменники | МВт*ч/год | - | 8 |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 86 |
| Затраты энергии | | | |
| Тепловая сеть | МВт*ч/год | 1 165 | - |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 298 |

| | | | |
|---|----------------------|--------------|-------------|
| Доводчики | МВт*ч/год | | 272 |
| Всего затрачено энергии | МВт*ч/год | 1 165 | 570 |
| Экономия энергии | МВт*ч/год | - | 595 |
| | % | - | 51 |
| <i>Вложения в систему (за исключением общей части)</i> | | | |
| Газовая котельная | млн. руб. | 0,20 | - |
| Тепловая сеть (замена труб Ду100 на Ду150) | млн. руб. | 2,04 | - |
| Теплонасосная система, в том числе | млн. руб. | - | 5,82 |
| - Грунтовые теплообменники | млн. руб. | - | 1,44 |
| - Тепловые насосы | млн. руб. | - | 2,00 |
| Всего: | млн. руб. | 2,24 | 5,82 |
| Дополнительные капитальные вложения | млн. руб. | - | 3,58 |
| <i>Эксплуатационные затраты</i> | | | |
| Затраты на тепло | млн. руб./год | 2,13 | - |
| Затраты на электроэнергию | млн. руб./год | - | 1,41 |
| Экономия затрат | млн. руб./год | - | 0,72 |
| | % | - | 33,8 |
| Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат | лет | - | 4,97 |
| <i>Эксплуатационные затраты с учётом продажи холода</i> | | | |
| Доход от продажи холода | млн. руб./год | - | 0,2 |
| Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат | лет | - | 3,89 |

Как видно из представленных расчётов, при применении теплонасосной системы для обеспечения горячего водоснабжения величина дополнительных капитальных вложений составит порядка 3,6 млн. руб., при этом простой срок окупаемости составит менее 5 лет, а при использовании холодильных мощностей тепловых насосов и грунта для обеспечения кондиционирования объекта срок окупаемости оказывается меньше 4 лет.

Технико-экономические параметры системы, обеспечивающей покрытие всех тепловых нагрузок здания (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение), приведены в таблице 2.

Таблица 2.

| Наименование показателя | Единицы измерения | Вариант системы | |
|--|-------------------|-----------------|---------------|
| | | Традиционный | Теплонасосный |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Основные параметры застройки</i> | | | |
| Общая площадь квартир | м2 | | 9 169 |
| Жилая площадь квартир | м2 | | 4 699 |
| Общая площадь встроенных помещений | м2 | | 0 |
| <i>Нагрузки объекта</i> | | | |
| Отопление | кВт | | 650 |
| Вентиляция | кВт | | 0 |
| Горячее водоснабжение | кВт | | 332 |
| - с учётом аккумулирования | кВт | | 133 |
| Всего по теплу | кВт | | 982 |
| Холодоснабжение | кВт | - | 188 |
| <i>Мощности основного оборудования</i> | | | |
| Мощность тепловой сети | кВт | 982 | - |
| Мощность доводчиков | кВт | - | 272 |
| Тепловая мощность тепловых насосов | кВт | - | 512 |
| Холодильная мощность тепловых насосов | кВт | - | 326 |
| Электрические нагрузки | | | |
| Электрическая мощность тепловых насосов | кВт | - | 186 |
| Суммарная электрическая мощность (с электродоводчиками) | кВт | - | 458 |
| <i>Система сбора тепла ветвыбросов</i> | | | |
| Расход вытяжного воздуха | м3/ч | | 12378 |
| Мощность системы утилизации | кВт | - | 42 |
| <i>Система сбора тепла грунта</i> | | | |
| Необходимая мощность системы | кВт | - | 301 |
| Количество грунтовых теплообменников (по 60 м) | шт. | - | 84 |
| Мощность пассивного охлаждения | кВт | - | 126 |
| <i>Эксплуатационные параметры</i> | | | |
| Выработка тепла | | | |
| Тепловая сеть | МВт*ч/год | 2 681 | - |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 2 318 |
| Доводчики | МВт*ч/год | - | 363 |
| Выработка холода | | | |
| Грунтовые теплообменники | МВт*ч/год | - | 53 |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 86 |
| Затраты энергии | | | |
| Тепловая сеть | МВт*ч/год | 2 681 | - |
| Тепловые насосы | МВт*ч/год | - | 825 |
| Доводчики | МВт*ч/год | - | 363 |
| Всего затрачено энергии | МВт*ч/год | 2 681 | 1 188 |
| Экономия энергии | МВт*ч/год | - | 1 493 |
| | % | - | 56 |

| <i>Вложения в систему (за исключением общей части)</i> | | | |
|---|----------------------|--------------|--------------|
| Газовая котельная | млн. руб. | 0,60 | - |
| Тепловая сеть прокладка труб Ду150 | млн. руб. | 18,18 | - |
| Теплонасосная система, в том числе | | | 27,32 |
| - Грунтовые теплообменники | млн. руб. | - | 10,08 |
| - Тепловые насосы | млн. руб. | - | 10,02 |
| Всего: | млн. руб. | 18,78 | 27,32 |
| Дополнительные капитальные вложения | млн. руб. | - | 8,54 |
| <i>Эксплуатационные затраты</i> | | | |
| Затраты на тепло | млн. руб./год | 4,90 | - |
| Затраты на электроэнергию | млн. руб./год | - | 2,93 |
| Экономия затрат | млн. руб./год | - | 1,97 |
| | % | - | 40,2 |
| Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат | лет | - | 4,34 |
| <i>Эксплуатационные затраты с учётом продажи холода</i> | | | |
| Доход от продажи холода | млн. руб./год | - | 0,3 |
| Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат | лет | - | 3,76 |

В таком- полном, - варианте использования теплонасосной системы её окупаемость оказалась даже лучше, чем в ранее рассмотренном варианте покрытия нагрузок ГВС.

Как видно из результатов расчётов, капитальные вложения в вариант с теплонасосной системой оказываются выше на 8,5 млн. руб., а срок окупаемости теплонасосной системы оказывается в пределах пяти лет, что для проектов по энергосбережению является весьма хорошим результатом. Управляющая компания в таком варианте будет экономить на энергоресурсах порядка 2 млн. руб. ежегодно, а здания будут потреблять на теплоснабжение на 56% меньше энергии.

В случае приведения традиционной системы в сопоставимый вид, т.е. при оснащении здания системой центрального кондиционирования, срок окупаемости теплонасосной системы в обоих вариантах будет существенно меньше. Кроме того, наличие центральной системы кондиционирования позволяет повысить комфортность и класс жилья, а значит и его стоимость, что в настоящем расчёте также не учитывалось.

Применение теплонасосной системы в обоих рассмотренных вариантах снижает величину годовых удельных расходов энергетических ресурсов в здании, что позволяет рассчитывать на присвоение зданию более высокого класса энергетической эффективности. Важно отметить, что здания с высокими классами энергетической эффективности освобождаются от налога на имущество на период до 3 лет, что также может оказать существенное влияние на экономику проекта в целом.

Наша компания готова выполнить работы, связанные с расчётом, проектированием и монтажом теплонасосных систем, а также с поставкой теплонасосного оборудования и оборудования для утилизации вторичных энергетических ресурсов – тепла вентиляционных выбросов, сточных вод.

Все данные по техническим характеристикам и стоимостным параметрам оборудования, представленные в настоящем предложении, являются оценочными и подлежат обязательному уточнению в процессе проектирования.

Директор проектного отделения

ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

Горнов В.Ф.



11.10.2017 г.