

**Техническое предложение**  
**на создание теплонасосной системы отопления дома**  
**г. Днепропетровск, ул. Осенняя, 17**  
**(круглосуточное использование электроэнергии**  
**без мощного теплового аккумулятора)**

**г. Днепропетровск**

**2008г.**

## 1. Исходные данные

- a. Площадь дома –  $S = 3438 \text{ м}^2$ ;
- b. Температура в помещении  $t_t = 20 \text{ °C}$ ;
- c. Удельные теплопотери  $Q = 50 \text{ Вт/м}^2$ ;
- d. Количество квартир – 60;

## 2. Климатические данные и потребление энергии

Типичное распределение температур воздуха в районе г. Днепропетровска по данным многолетних наблюдений приведено на Рис.1:

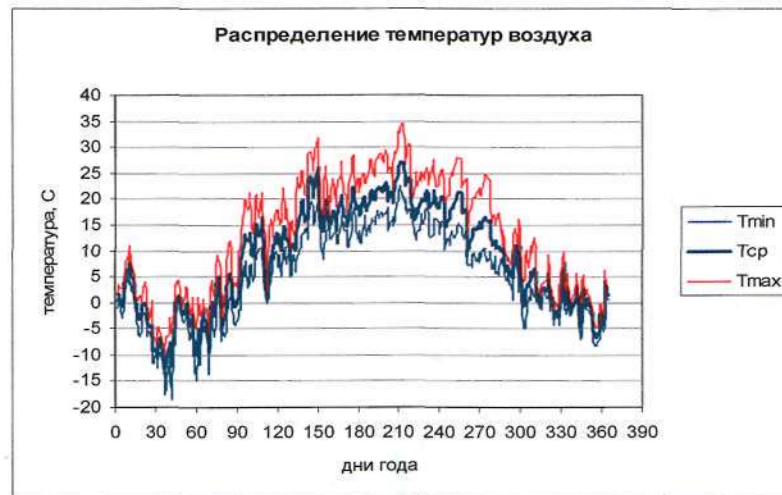


Рис.1.

Суточное потребление тепловой энергии в зависимости от температуры воздуха определяем как:

$$Q_d = 24KS(t_t - t_{cp});$$

здесь  $t_t$  - температура воздуха в помещении;

$K = 4.09 \text{ кВт/°C}$  – интегральный коэффициент теплопотерь здания.

Просуммировав суточное потребление при условии  $t_{cp} < 15 \text{ °C}$ , получим годовые потери тепла:

$$Q_g = 396\,400 \text{ кВтч/год.}$$

Максимальная мощность системы отопления (при  $t_b = -22 \text{ °C}$ ) равна  $172 \text{ кВт}$ .

Распределение теплопотерь по дням отопительного периода показано на Рис.2.

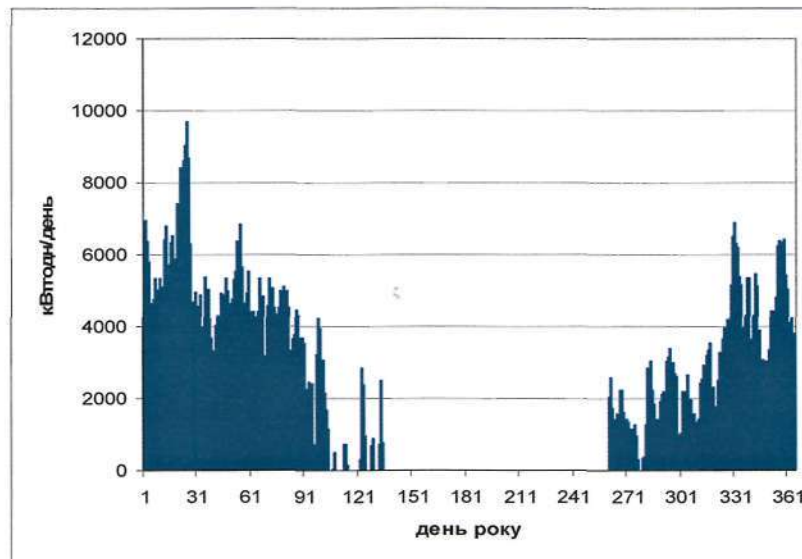


Рис.2

### 3. *Выбор схемы отопления.*

На рассматриваемом объекте целесообразно использовать так называемую кольцевую схему отопления, особенностью которой является полная децентрализация источников тепла. Температурный режим (отопление/кондиционирование) в каждой квартире поддерживается с помощью индивидуального теплового насоса типа «вода-воздух», источником энергии для которого является теплоноситель с температурой 10...20°C, циркулирующий в замкнутой системе дома. Подкачка тепловой энергии в контур теплоносителя осуществляется с помощью внешних тепловых насосов типа «воздух-вода», а в экстремальных режимах (при низких температурах воздуха) дефицит тепловой энергии восполняется с помощью прямоточных электродкотлов. С целью снижения затрат на прямое электроотопление в схему встроены теплоаккумуляторы, обеспечивающие возможность накопления необходимого объема тепловой энергии в период ночного минимума (длительность зарядки 7 часов, тариф на электроэнергию 25% от номинального).

### 4. *Оптимизация мощности теплонасосной установки*

Коэффициент преобразования COP (и, соответственно, мощность) ТН типа «воздух-вода» существенно зависит от температуры воздуха. Поэтому, поскольку экстремально низкие температуры, на которые рассчитана мощность системы отопления, бывают крайне редко, с точки зрения эффективности капиталовложений нет смысла обеспечивать 100% покрытие мощности системы отопления за счет ТН. Зависимость покрытия потребностей системы отопления (в %) от степени замещения установленных мощностей системы отопления теплонасосной установкой имеет следующий вид:

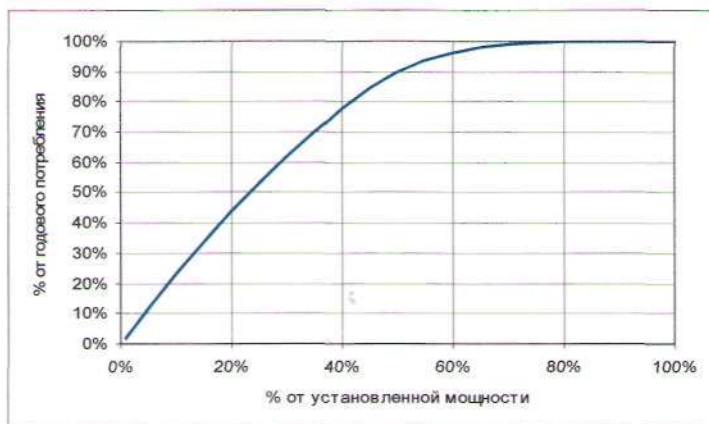


Рис.3.

Как следует из приведенных на рисунке данных, уже при соотношении мощностей  $N_{HP}/N_{max} > 50\%$ , теплонасосная установка покрывает более 90% потребностей системы отопления. Общеизвестно, что оптимальной является мощность теплонасосной установки, обеспечивающая теплопотребление при температуре, равной минимальной среднемесячной температуре самого холодного месяца года. Для региона Днепропетровска такая температура (точка баланса) равна  $-4^{\circ}\text{C}$ . В рассматриваемом проекте в качестве основного источника энергии предлагается использовать тепловой насос класса «воздух-вода», сплит-типа, модель PAXRW 080S+ PASRF 080B.

Для обеспечения теплопотребления в точке баланса в рассматриваемом проекте необходимо использовать 4 блока ТН выбранной модели. При понижении температуры воздуха ниже точки баланса включается дополнительный источник энергии (электродотел, теплоаккумулятор). Объем теплоаккумулятора определяется исходя из сезонного графика нагрузки электродотла (Рис.4). Максимальный проектный объем тепловой энергии, генерируемой электродотлом, составляет около 3000 кВтч/день (при температуре наружного воздуха  $-22^{\circ}\text{C}$ ). Соответственно, объем водяного аккумулятора можно принять равным  $8...10\text{ м}^3$  (при догреве на  $12...15^{\circ}\text{C}$ ). Мощность электродотла целесообразно принять равной максимальной мощности теплопотерь – в этом случае мы будем иметь систему со 100% резервированием, т.е.  $N_e = 170\text{ кВт}$ . Избыточная мощность электродотла позволит повысить эффективность системы отопления за счет использования его преимущественно в часы льготного тарифа (во время ночного минимума нагрузки энергосистемы). За отопительный период электродотел поставит порядка 22 500 кВтч, что составляет порядка 6% суммарного потребления энергии на отопление. Около 94% энергопотребления будут обеспечивать тепловые насосы.



Рис.4

В качестве индивидуального источника энергии в каждой квартире предлагается установить моноблочный тепловой насос «вода-воздух» типа PWXRQ, который будет раздавать воздух необходимой температуры по всем помещениям квартиры. Ориентировочно, для однокомнатных квартир подойдет модель PWXRQ-010 (мощность 2.7 кВт), для двухкомнатных PWXRQ-020 (4 кВт), и для трехкомнатных – PWXRQ-030 (5.7 кВт). Для заданных условий эксплуатации коэффициент преобразования такого ТН составляет не менее 5.

### 5. Горячее водоснабжение

Приняв, что в каждой квартире проживает в среднем 3 человека, получим ориентировочно необходимую мощность системы ГВС  $N_{в}=200$  кВт. Для подогрева воды используем тепловые насосы типа «вода-вода», модель PWSRW 200S, номинальная мощность порядка 50 кВт. В качестве основного источника тепла для ТН целесообразно использовать воды санитарного стока. При дефиците энергии этого источника ТН может переключаться на теплоаккумулирующие емкости. Для создания буферного запаса горячей воды необходимо использовать бойлеры косвенного нагрева емкостью 2000 л.

Общая схема системы теплоснабжения и ГВС одной секции дома приведена ниже.

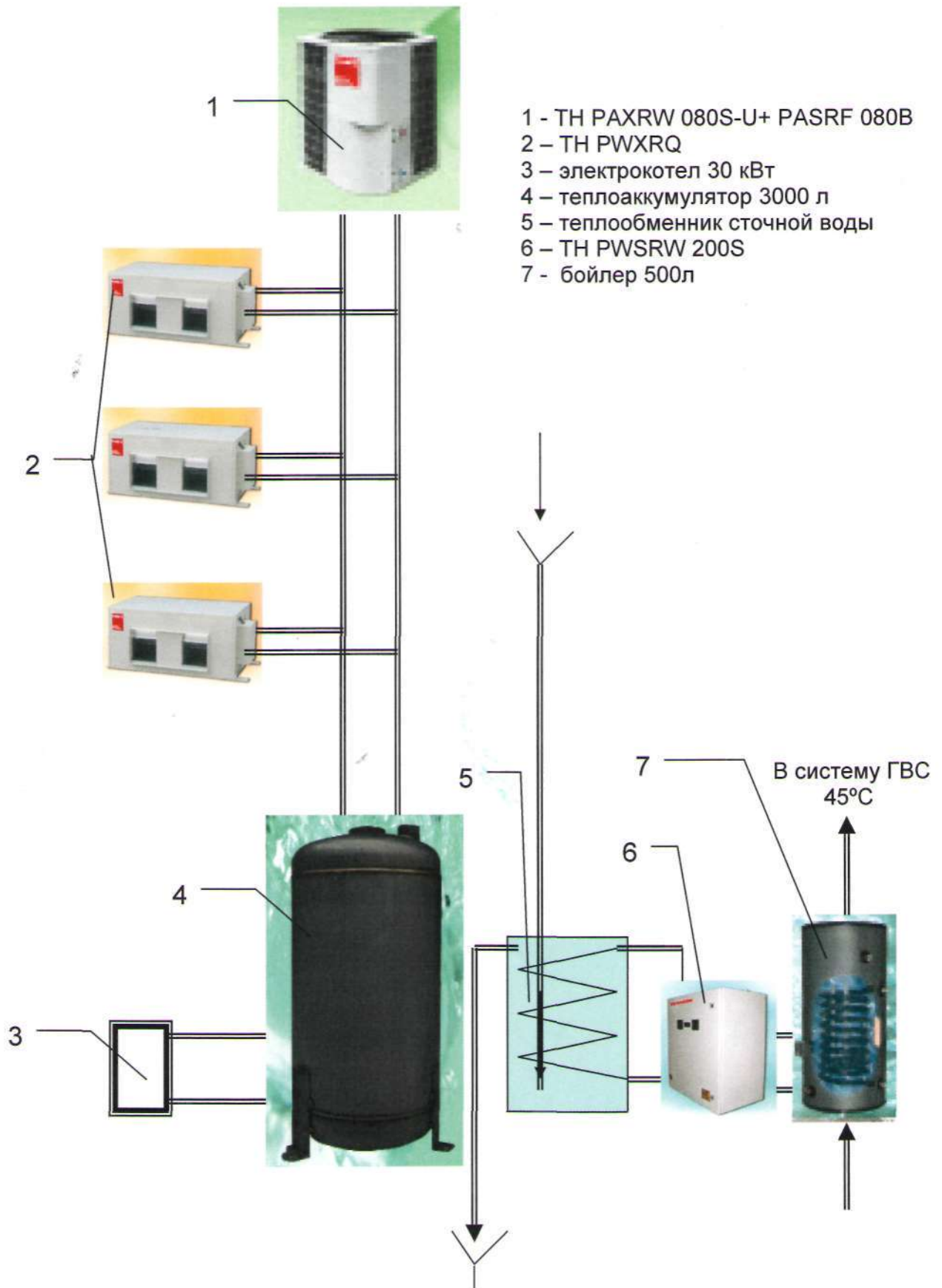


Схема теплоснабжения и ГВС одной секции дома

### Основные характеристики системы отопления

Тип здания	жилое
Площадь, кв.м	3438
Этажей	5
удельное потребление, кВт/м <sup>2</sup>	0.05
расчетная температура в помещении	20°C
расчетная наружная температура	-22°C
Максимальные теплотери, кВт	172
Система отопления	воздушная
количество ТН в системе	68
Установленная тепловая мощность источников энергии, кВт	258
<b>В том числе:</b>	
Мощность ТН «воздух-вода», кВт	88
Мощность резервного нагревателя, кВт	170
Пиковая мощность системы ГВС, кВт	200
Тепловая мощность ТН «вода-вода», кВт	200
Тепловая мощность квартирных ТН «вода-воздух», кВт	252
<b>Генерация тепловой энергии на отопление, кВтч/год</b>	<b>400,000</b>
В том числе:	
ТН «воздух-вода»	375,000
электродкотлы	25,000
<b>Потребление эл.энергии на отопление, кВтч/год</b>	<b>198,900</b>
В том числе:	
ТН «воздух-вода»	94,600
ТН «вода-воздух»	79,300
электродкотлы	25,000
<b>Цена 1 Гкал тепловой энергии, грн/Гкал</b>	<b>107</b>
Генерация тепловой энергии на ГВС, кВтч/год	270,000
годовое потребление эл.энергии на ГВС, кВтч	53,500
<b>Цена 1 Гкал тепловой энергии для ГВС, грн/Гкал</b>	<b>43</b>
Всего затрат на электроэнергию, грн/год	46,250
Экономия газа, м <sup>3</sup> /год	112,000
Экономический эффект за счет экономии энергоресурсов, грн/год (цена газа 1,5 грн/м <sup>3</sup> )	120,000

Привести данные по срокам окупаемости в настоящее время не представляется возможным, поскольку отсутствует информация по капитальным затратам для альтернативных систем теплоснабжения.

Оборудование, материалы	количество	цена единицы	сумма
PAXRW 080S-U+ PASRF 080B	4	7,874 €	€ 31,496
PWXRW010	20	€ 890	€ 17,800
PWXRW020	20	€ 1,020	€ 20,400
PWXRW030	20	€ 1,214	€ 24,280
PWSRW200S	4	€ 13,636	€ 54,544
бойлер косвенного нагрева, 500 л	4	€ 9,360	€ 37,440
электронагреватель резервный 45 кВт	4	€ 2,000	€ 8,000
теплоаккумулятор 3000 л	4	€ 3,000	€ 12,000
Теплообменник ГВС	4	€ 3,000	€ 12,000

Всего: € 205,960

Основные преимущества выбранной схемы для рассматриваемого проекта:

1. 100% замещение газа в системе отопления возобновляемой энергией (70%) и электроэнергией (30%);
2. Снижение затрат на отопление – цена 1 Гкал тепловой энергии для целей отопления снижена практически в 2 раза, а для целей ГВС – более, чем в 4 раза по сравнению с существующими тарифами;
3. Подгрузка энергосистемы в часы прохождения суточных минимумов;
4. Индивидуальный регулируемый источник тепла/холода для каждого потребителя;
5. Отпадает необходимость в дополнительных системах учета (система регулирования и учета интегрирована в тепловой насос);
6. Отпадает необходимость во вторичных отопительных приборах (радиаторы, фенкойлы и т.п.);
7. Потребитель получает дополнительную опцию – возможность кондиционирования воздуха без использования специального оборудования.

Необходимо подчеркнуть, что приведенные выше данные являются ориентировочными, и при более детальном проектировании будут учтены многие неиспользованные возможности схемы (возможность утилизации тепла вентиляционных выбросов, оптимизация режимов работы тепловых насосов по каскадной схеме с целью максимизации суммарного коэффициента преобразования энергии и т.д.)