

УДК 621.793

**А.М. Андриющенко**

старший
преподаватель
Одеський
національний
політехнічний
університет
e-mail:
amandr@ukr.net

**Г.Н. Мещеряков**

главный инженер
АО «Инженерный
центр «Трансзвук»
г. Одесса
e-mail:
transsound@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОСВАЙ**

А.М. Андриющенко. Г.Н. Мещеряков.
Перспективи теплопостачання з вико-
ристанням термосвай. У статті розгля-
дається питання альтернативного тепло-
постачання з можливістю істотного зни-
ження тепловтрат за рахунок застосування
підходу - термосвай

AM Andryushchenko. GN Meshcheryakov.
Prospects of Use heat- thermal pile
handling error. In Article rassmatry-
vayutsya question of alternative heat
snabzhenyya s Ability significantly at the
expense of teplopoter Reduction of
application podhoda - thermal pile

Введение. В настоящее время наиболее распространенными видами теплоснабжения в крупных городах Украины являются централизованное теплоснабжение на базе районных котельных, а также индивидуальное теплоснабжение, преимущественно на базе крышных котельных. В обоих случаях, как правило, в качестве топлива используется природный газ.

Значительное удорожание природного газа приводит к соответствующему увеличению стоимости производства теплоты, что побуждает проводить работы по сокращению потребления теплоты на отопление, в частности, за счет утепления зданий и приведения фактического уровня теплопотерь к нормативным показателям [1,2], а также стимулирует активный поиск альтернативных решений.

Одним из таких альтернативных решений, получивших достаточно широкое распространение за рубежом, является применение тепловых насосов. В Украине разработана соответствующая нормативная база [3], однако широкому распространению теплонасосных установок (ТНУ) препятствует их высокая начальная стоимость, которая имеет тенденцию к постепенному снижению. Также постепенно сокращается срок окупаемости ТНУ. Следует заметить, что для развития теплонасосного теплоснабжения в Украине имеется достаточный резерв генерирующих мощностей в ОЭС. Если в течение 1990 г. суммарная выработка электроэнергии со-

ставила около 300 ТВт*ч, то за 2015 г. в стране было произведено только чуть более 157 ТВт*ч [4,5]. Можно сказать, к настоящему времени уже сформировались необходимые препосылки для развития систем теплонасосного теплоснабжения, в том числе в коттеджном строительстве.

В качестве источника низкопотенциальной теплоты в ТНУ может использоваться наружный воздух, поверхностные либо грунтовые воды, а также грунт [3]. Расчетное значение среднего коэффициента преобразования (СКП) энергии в ТНУ, используемых для отопления и ГВС, нормируется [3] и составляет:

- 3,0 для воздуха;
- 4,5 для воды;
- 4,0 для грунта.

ТНУ, использующие наружный воздух в качестве источника теплоты, характеризуются наиболее простой конструкцией и уже получили достаточно широкое распространение в виде сплит-систем кондиционеров, в том числе бытовых. Наряду с относительно простой конструкцией, таким системам присущ ряд недостатков. Во-первых, это невысокое значение СКП, которое к тому-же существенно снижается с понижением температуры наружного воздуха. Во-вторых, это ограничение по минимальной температуре наружного воздуха, при которой «воздушные» ТНУ сохраняют свою работоспособность. По достижении этой температуры, ТНУ становятся неработоспособными.

ТНУ, использующие поверхностные либо грунтовые воды в качестве источника низкопотенциальной теплоты, отличаются наивысшим значением СКП, что обеспечивает их высокую эффективность, которая никак не зависит от температуры наружного воздуха. Кроме того, теплообменники типа жидкость/жидкость значительно компактнее, чем теплообменники типа воздух/жидкость ввиду значительно большего коэффициента теплопередачи. Однако, не во всех случаях доступны для использования поверхностные либо грунтовые воды, что весьма ограничивает возможную область применения таких ТНУ.

ТНУ, использующие теплоту грунта, представляются наиболее предпочтительными ввиду своей универсальности. Естественные изменения температуры грунта на глубине 6 м составляют $\pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение года [3]. На больших глубинах температура грунта в течение года остается практически неизменной (10...12) $^{\circ}\text{C}$. Недостатком таких ТНУ является высокая стоимость обустройства грунтовых теплообменников, большой объем буровых и иных земляных работ.

Если принять в соответствии с рекомендациями [1] удельные тепловые потери здания за сезон, равными $50 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ при продолжительности

отопительного периода 180 сут, что соответствует 4320 ч, то средняя в течение сезона удельная отопительная нагрузка здания составит $50000/4320 = 11,6 \text{ Вт/м}^2$. Эта нагрузка может быть обеспечена «грунтовым» ТНУ с потребляемой электрической мощностью, отнесенной к единице площади отапливаемого здания $11,6/4 = 2,9 \text{ Вт/м}^2$. Таким образом, один блок АЭС мощностью 1000 МВт в среднем в течение отопительного сезона может отапливать здания суммарной площадью $1 \cdot 10^9 / 2,9 = 344 \cdot 10^6 \text{ м}^2$. Суммарная выработка электроэнергии за сезон таким энергоблоком составит 4,32 ТВт*ч.

При низшей теплоте сгорания природного газа 7600 ккал/м^3 и эффективности водогрейных котлов 92 %, 1 кВт*ч полученной в газовой котельной теплоты эквивалентен $0,123 \text{ м}^3$ природного газа, что соответствует 0,25 кВт*ч потребленной «грунтовым» ТНУ электроэнергии. Следовательно, при использовании «грунтовых» ТНУ, 1 кВт*ч электроэнергии, израсходованной на выработку теплоты, соответствует потраченному на отопление $0,492 \text{ м}^3$ природного газа. В расчете на один блок АЭС электрической мощностью 1000 МВт в течение отопительного сезона, переход на отопление с «грунтовыми» ТНУ, обеспечит экономию природного газа $0,492 \cdot 4,32 = 2,13 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, т.е. более двух миллиардов кубометров ежегодно.

Грунтовые теплообменники для ТНУ выполняются в виде горизонтальных коллекторов, вертикальных зондов, либо в виде термоактивных буронабивных свай [6]. За рубежом уже имеются реализованные проекты зданий, оснащенных фундаментными сваями со встроенными грунтовыми теплообменниками (термосваями), обеспечивающими эффективную работу ТНУ. Кроме того, в летний жаркий период года ТНУ может использоваться в качестве кондиционера для поддержания комфортной температуры внутри помещений. Применение термосвай позволяет существенно снизить капитальные затраты и затраты при монтаже грунтового ТНУ, что делает такие комбинированные системы отопления/ кондиционирования привлекательными для потребителей.



Новые технологические возможности обустройства свайных фундаментов обеспечивает разработанная и освоенная в Украине технология вдавливания свай [7]. Сваевдавливающая машина способна погружать конструкционные элементы различных форм и размеров со скоростью (5...7) см/с. Применение этой техники открывает перспективы

подготовки термосвай не непосредственно на строительной площадке, а в заводских условиях при надлежащем уровне технологического контроля. Готовая термосвая со встроенным теплообменником затем погружается сваевдавливательной машиной. При этом обеспечиваются высокая скорость и точность выполнения всего комплекса работ. Снижение общих затрат на строительство обеспечивается в этом случае за счет исключения ряда технологических операций и уменьшения количества погружаемых конструктивных элементов по сравнению с вариантом обустройства отдельного массива с вертикальными термозондами.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель (зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року).
2. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків.
3. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами.
4. Виробництво та споживання електроенергії в Україні з 1990 по 2013 рр. Центр досліджень енергетики: <http://eircenter.com/multimedia/infografika/2014/09/09/irobnicztvota-spozhyvannya-elektroenergiyi-v-ukrayini-z-1990-po-2013rr/>
5. Енергетична галузь України: підсумки 2015 року. Центр Разумкова: http://razumkov.org.ua/upload/2016_ENERGY.pdf
6. RAUGEO – системы использования тепла грунта. Техническая информация 827600 RU. <http://www.rehau.ru>
7. Поточное вдавливание свай. Модульные сваевдавливательные системы. Н.А. Вакулин, Г.Н. Мещеряков//Спецтехника, №1(34), январь-февраль 2007 г., с. 50-52