

УДК 621.482

**Авраменко А.А.¹, Пастушенко Э.П.², Кулаков Ю.Ю.³,
Архипов А.П.¹, Ковецкая М.М.¹, Лаврик В.М.¹, Архипова Е.А.¹**

¹*Институт технической теплофизики НАН Украины*

²*ТОВ «В.Д.Е.- Украина»*

³*Ресторан «Щекавица»*

ОПЫТ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСТОРАНЕ «ЩЕКАВИЦА»

Наведено приклад використання теплового насосу типу «повітря-вода» для забезпечення ресторану «Щекавиця» гарячою водою. Оцінено його економічну ефективність та термін окупності.

Приведен пример использования теплового насоса типа «воздух-вода» для обеспечения ресторана «Щекавица» горячей водой. Оценено его экономическую эффективность и срок окупаемости.

Example using heat pump type «air-water» for provision of restaurant «Schekavitsa» of hot water are present. Economic efficiency and pay-back period are estimate.

N – мощность;
 n – число часов работы;
 Q – тепловая нагрузка;
 μ – коэффициент термотрансформации;
 C – стоимость;
 Π – тариф;
ТН – тепловой насос.

Индексы нижние:

г – годовой;
ГВС – горячее водоснабжение;
пот – потребление;
с – суточный;
ТН – тепловой насос;
т – тепловой;
э – электрический.

Резкое возрастание цены на газ в Украине вызвало всплеск публикаций и предложений по экономии природного газа. Однако практических результатов по внедрению энергосберегающих технологий еще мало. Действительно, использование альтернативных источников энергии (солнце, ветер, геотермальная энергетика, тепловые насосы) в сумме не достигает сотой доли энергетического баланса страны, в то время как в развитых странах эта доля уже достигает десятков процентов. Использовать природный газ для получения теплоты – это все равно, что топить ассигнациями [1].

Сегодня Украина на отопление и горячее водоснабжение тратит более 11 млрд. т у. т. в год, из них 70 % составляет газ. В такой тяжелой ситуации даже резкое увеличение публикаций по теме энергосбережения представляется явлением весьма положительным. Что касается тепловых насосов (ТН), то предлагаются различные сферы их внедрения и схемы примене-

ния [2-6]. Проблема в том, что где угодно, подобно электронагревателю, тепловой насос не установишь. Чаще всего это окажется убыточным предприятием.

В западных странах внедрение тепловых насосов (ТН) всемерно поощряется экономически: предоставляются льготные кредиты, либо частично оплачивается государством покупка ТН, устанавливаются льготные тарифы на электроэнергию и др., вплоть до введения полного запрета на газовые и другие котельные в «зеленых» зонах. У нас в стране такой протекционизм даже серьезно не обсуждается и уповать на него не приходится. Приходится изыскивать сферы экономически оправданного использования ТН. Главная проблема здесь – поиск дешевого либо бросового низкотемпературного источника теплоты, а также поиск вариантов, когда установка ТН попутно позволяет решать другие проблемы.

В статье рассматриваются вопросы технико-экономического обоснования использования ТН для горячего водоснабжения ресторана и приводится пример практической реализации, приносящей существенную прибыль предприятию.

Установка в 2009 году теплового насоса типа «воздух-вода» для нужд горячего водоснабжения (ГВС) ресторана «Щекавица» в г. Киеве позволила не только полностью покрыть потребность ресторана в горячей воде, снизив примерно вчетверо текущие платежи, но и попутно решить целый ряд проблем другого плана: ввести в нормальный режим эксплуатации холодильные установки и понизить потребление ими электроэнергии, понизить температуру хранения продуктов в холодильниках до нормы, снизить температуру воздуха в подвальных помещениях до комфортной и пр.

Ресторан «Щекавица», можно сказать, типичный ресторан города, поэтому данный опыт представляется целесообразным распространить самым широким образом. Проблемы ресторана также весьма типичны: большой расход горячей воды и, соответственно, внушительные текущие платежи за нее. Кроме того, наличие большого количества холодильных машин, установленных в технических помещениях (в данном случае – в подвале) обуславливает повышенную температуру воздуха в них – до 45 °С несмотря на то, что теплый воздух непрерывно удаляется с помощью вентиляции. Как следствие, холодильные и морозильные камеры, работая в «жестком режиме», не справлялись с задачей поддержания необходимых температур продуктов, что приводило к их преждевременной порче.

Установка в ресторане одного теплового насоса тепловой мощностью 21,2 кВт позволила решить весь этот комплекс проблем.

Холодная водопроводная вода подогревается в тепловом насосе до требуемой температуры в 55 °С и поступает в систему горячего водоснабжения ресторана, либо в теплоизолированный накопительный бак емкостью 900 литров. Соответственно, в пиковые

часы горячего водопотребления вода из накопительного бака поступает в систему горячего водоснабжения по мере необходимости.

Тепловой насос в процессе своей работы использует тепло, сбрасываемое холодильными машинами. В результате чего, температура воздуха в технических помещениях понизилась до комфортных 18...20 °С, снизилось электропотребление холодильных машин, температура продуктов в холодильных и морозильных камерах пришла в норму.

Принципиальная схема работы теплового насоса в ресторане представлена на рис. 1.

Хладагент в жидком состоянии ($\approx +12$ °С) поступает в теплообменник, охлаждающий воздух в технических помещениях. В этом теплообменнике хладагент при температуре около +15 °С закипает и переходит в газообразное состояние, нагреваясь примерно до 20 °С. Далее, вследствие сжатия в компрессоре, хладагент нагревается до 80 ... 90 °С и поступает в теплообменник, подогревающий в баке холодную водопроводную воду с +5 °С до +55 °С. Остывший при этом примерно до 55 °С хладагент поступает в дроссельное устройство, где переходит в жидкое состояние при температуре 0 °С и цикл замыкается.

На рис. 2 показан внешний вид теплового насоса с теплоизолированным накопительным баком горячей воды. Площадь технических подвальных помещений, в которых функционирует девять холодильных машин, составляет 100 м². Для установки на этой площади ТН с баком горячей воды понадобилось всего около 3 м². Следует учесть, что бойлер горячей воды занимал примерно такую же площадь.

Проведем технико-экономический расчет установки теплового насоса в данном случае и определим, в итоге, срок его окупаемости. При этом будем учитывать только реальную экономию от снижения текущих платежей за горячую воду, пренебрегая прочими преимуществами: от снижения потребления электроэнергии холодильными машинами, от исключения преждевременной порчи продуктов, от приведения к комфортным +20 °С температуры

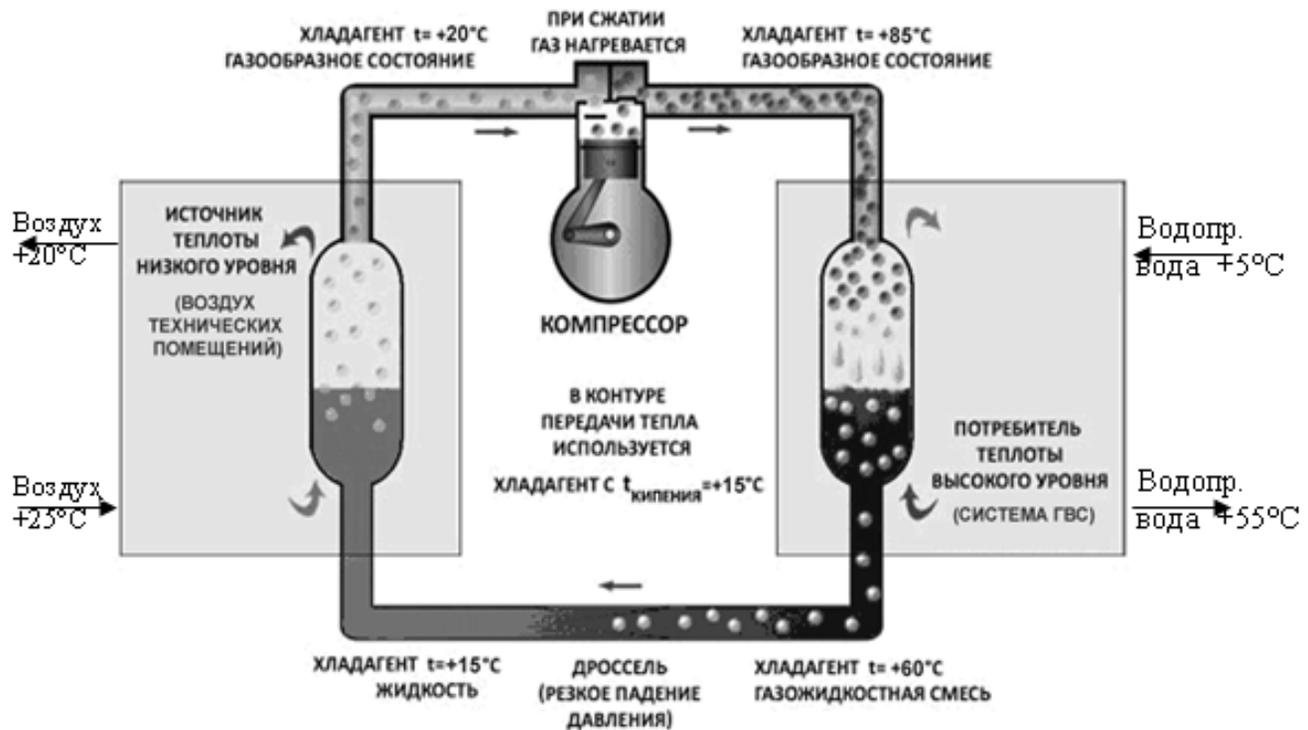


Рис. 1.

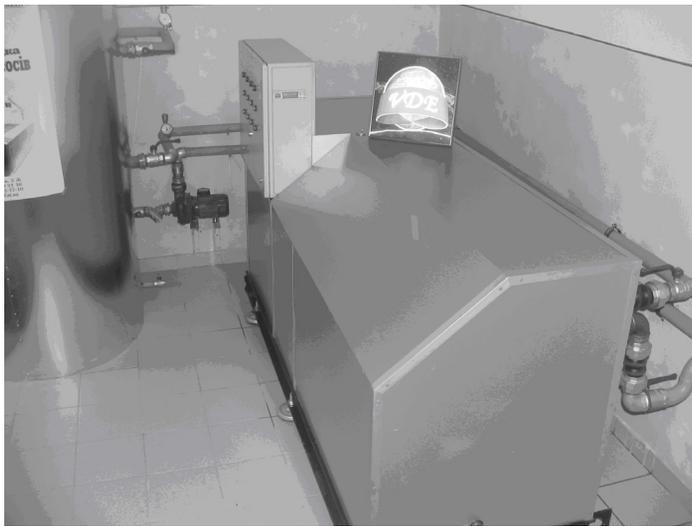


Рис. 2.

воздуха в технических помещениях и пр.

Исходные данные для расчета экономической эффективности теплового насоса ТН-21 компании «В.Д.Е. – Украина»:

- тепловая мощность $N_{ТН(Т)} = 21,2$ кВт;
- электрическая мощность $N_{ТН(Э)} = 4,4$ кВт;

- коэффициент преобразования энергии $\mu = 4,8$;
- покрываемая ТН тепловая нагрузка для нужд горячего водоснабжения ресторана $Q_{пот} = 0,34$ Гкал/сут, что составляет 395,7 кВт·ч/сут.

При этом число часов работы ТН в сутки составит $n_C = 18,7$ час. Поскольку ресторан работает без выходных, то число часов работы ТН в год соответственно

$$n_T = n_C \times 365 = 6825,5 \text{ ч.}$$

Экономическая эффективность работы ТН в первую очередь зависит от соотношения тарифов на тепловую и электрическую энергию. Для г. Киева, согласно тарифам АК «Киев-энерго», это соотношение более чем благоприятно для установки ТН. А именно, тариф на электроэнергию для нежилых помещений равен $\Pi_Э = 0,771$ грн./кВт·ч, тариф на тепловую энергию для нежилых помещений $\Pi_T = 676,15$ грн./Гкал, что соответствует 0,581 грн./кВт·ч.

Таким образом, оплата электроэнергии при

работе теплового насоса составит за год :

$$C_{\text{ТН}} = N_{\text{ТН(Э)}} \times n_{\text{Г}} \times \text{Ц}_{\text{Г}} = 4,4 \times 6812,7 \times 0,771 = 23111,4 \text{ грн.}$$

В случае получения горячей воды от АК «Киевэнерго» годовые расходы будут:

$$C_{\text{ГВС}} = 365 \times Q_{\text{ПОТ}} \times \text{Ц}_{\text{Г}} = 365 \times 0,34 \times 676,15 = 83910,2 \text{ грн.}$$

То есть, годовая экономия при работе теплового насоса составляет

$$C_{\text{ГВС}} - C_{\text{ТН}} = 83910,2 - 23111,4 = 60798,8 \text{ грн.}$$

Оценим капитальные и эксплуатационные затраты теплонасосной установки. Капитальные затраты на приобретение и установку теплового насоса «под ключ» в компании «В.Д.Е.- Украина» составляют 600 Евро за кВт тепловой мощности аппарата. То есть, при курсе 1€ = 11,0 грн. капитальные затраты на тепловой насос мощностью 21,2 кВт составили $600 \times 21,2 \times 11,0 = 139920$ грн.

Если учесть, что обслуживание теплового насоса осуществляется персоналом, обслуживающим холодильные установки, то эксплуатационные затраты включают только оплату электроэнергии, потребляемую тепловым насосом.

В итоге, срок окупаемости теплового насоса составляет:

$$139920 / 60798,8 = 2,3 \text{ года.}$$

Если учесть экономию электроэнергии при снижении энергопотребления холодильных машин, а также исключить убытки от преждевременной порчи продуктов, срок окупаемости может быть существенно меньше.

Выводы

Установка в подсобных помещениях ресторана теплового насоса тепловой мощностью 21,2 кВт полностью покрывает потребности ресторана в горячей воде (при наличии накопительного бака), позволяет обеспечить работу холодильных машин с максимальным КПД, обеспечить снижение температуры воздуха в подсобных помещениях с 45 °С до 20 °С.

Годовая экономия расходов при работе те-

плового насоса составит 60,8 тыс грн. в сравнении с оплатой горячей воды по тарифам АК «Киевэнерго», при этом срок окупаемости ТН равен 2,3 года.

Технико-экономическое обоснование установки ТН в ресторане «Щекавица» разработаны в Институте технической теплофизики НАНУ. Проект установки ТН разработан ТОВ «В.Д.Е.- Украина» при участии ИТТФ НАНУ. Монтаж и наладка оборудования осуществлены ТОВ «В.Д.Е.- Украина».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сухин Е.* Мы единственные в Европе используем природный газ для получения тепла // ЭСТА.– 2008.– №4.– С. 26-29.
2. *Басок Б.И., Беляева Т.Г., Рутенко А.А., Лунина А.А.* Анализ экономической эффективности при реализации теплонасосных систем для теплоснабжения // Промышленная теплотехника.– 2008, т.30.– №4.– С. 56-63.
3. *Шушкевич Н.* Теплові насоси як один із видів альтернативного теплопостачання // Житлово-комунальне господарство України.– 2008.– №3.– С. 40-45.
4. *Черноштан Т.Н.* Тепловые насосы: реальный путь экономии энергоресурсов // Электрик.– 2009.– №9.– С. 34-37.
5. *Долинский А.А., Дроганов Б.Х.* Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий // Промышленная теплотехника.– 2008, т.30.– №6.– С. 71-83.
6. *Ефимов Н.М., Малышев П.А.* Перспективы использования тепловых насосов в энергообеспечении промышленных и коммунальных предприятий // Теплоэнергетика.– 2009.– №11.– С. 30-33.

Получено 19.04.2010 г.