

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НУЖД ГВС В УРОЧИЩЕ «ШУБИНО» ВЕТКОВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Волков, Д. С. Трошев

*Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Д. С. Трошев

Общие сведения. Тепловой насос (ТН) представляет собой устройство, предназначенное для утилизации низкопотенциальной теплоты. В ТН, также как и в холодильных машинах (ХМ), осуществляется перенос тепла от тел и сред с низкой температурой к телам и средам с более высокой температурой.

В Республике Беларусь практический опыт создания и применения отечественных ТН невелик. Однако в условиях наметившейся переориентации теплоэнергетического хозяйства страны на развитие низкотемпературных централизованных и смешанных систем теплоснабжения роль ТН возрастает, что требует разработки новых научно обоснованных подходов к их широкому применению в различных областях.

Отсутствию широкого применения ТН в Республике Беларусь способствуют несколько факторов:

- 1) дешевизна топливных ресурсов, в частности газа;
- 2) недостаточный объем исследований и разработок в этом направлении;
- 3) отсутствие государственного стимулирования;
- 4) отсутствие отечественных производителей тепловых насосов;

Однако, как показывает зарубежный опыт, развивать теплонасосные технологии следует, так как за этим стоит как экономическая, так и экологическая выгоды [1].

Описание технического решения по установке теплового насоса на котельной ур. «Шубино». Использование парокомпрессионного водо-водяного ТН совместно с водогрейными котлами на данной котельной является перспективным решением как с точки зрения экономии ТЭР, так и с точки зрения экологии. Установку теплового насоса следует предусмотреть после ввода в эксплуатацию АЭС, что позволит дополнительно загрузить электростанцию. При установке бака-аккумулятора ГВС существует возможность работы ТН в период ночного минимума нагрузки энергосистемы. Так как котельная находится в 100 м от реки Сож, то целесообразно применить ТН «вода-вода», использующий тепло реки со среднегодовой температурой воды +10 °С. В качестве хладагента примем озонобезопасный фреон R134a.

По сравнению с другими низкопотенциальными источниками тепла (НИТ) вода обеспечивает наименьшую разность температур ($T_k - T_0$) и, соответственно, наиболее высокий коэффициент преобразования COP, а также обеспечивает наибольший коэффициент теплопередачи, что приводит к снижению поверхности теплообменных аппаратов.

Речная вода с теоретической точки зрения представляется весьма привлекательным источником тепла, но имеет один существенный недостаток – низкую температуру в зимний период (она может опускаться до уровня чуть выше или практически вплотную к 0 °С) [2]. По этой причине требуется особое внимание при проектировании системы в целях предотвращения замораживания испарителя [2]. Важно использовать теплообменники и насосные агрегаты, стойкие к воздействию коррозии, и предотвращать накопление отложений органического характера в водозаборном трубопроводе, теплообменниках, испарителях и пр. [2].

Тепловой насос выбирается в соответствии с требуемой нагрузкой ГВС, которая составляет 0,208 МВт [3]. При проектировании необходимо провести дополнительный анализ суточного графика тепловой нагрузки ГВС, так как при установке бака-аккумулятора можно сгладить суточную неравномерность и значительно снизить установленную мощность ТН (до двух раз), и, как следствие, капитальные затраты. Во время ремонта ТН, котлоагрегаты загружаются на большую мощность, тем самым снабжение дома-интерната «Шубино» ГВС будет непрерывным, что и является основным требованием ко всем системам теплоснабжения.

Для выбора мощности компрессора и теплообменного оборудования, а также определения годового потребления ТЭР, произведем тепловой расчет теплонасосной установки [3].

Температуры кипения и конденсации хладагента равны:

$$t_k = t_{\text{ГВ}}^{\text{II}} + (5 \div 10) = 55 + 5 = 60 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_o = t_{\text{об}}^{\text{I}} - (2 \div 4) = 10 - 4 = 6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Перегрев хладагента вне испарителя принимается равным 5 °С, а переохлаждение в теплообменнике – 15 °С.

По характерным точкам цикла ПТН определяются удельные характеристики цикла:

а) работа компрессора, кДж/кг:

$$l_k = h_2 - h_1;$$

б) теплота, полученная в конденсаторе, кДж/кг:

$$q_k = h_2 - h_3;$$

в) теплота, забранная в испарителе, кДж/кг:

$$q_o = h_1 - h_4;$$

г) теоретический коэффициент преобразования теплоты:

$$\mu_{\text{ПТН}} = q_k / l_k;$$

д) действительный коэффициент преобразования теплоты (с учетом потерь в компрессоре):

$$\mu_{\text{ПТН}}^{\text{д}} = \mu_{\text{ПТН}} \eta_i;$$

Потребляемая мощность компрессора, кВт:

$$N_k = Q_k / \mu_{\text{ПТН}}^{\text{д}};$$

При наличии бака-аккумулятора ГВС, который сглаживает колебания нагрузки, годовая выработка тепловой энергии составит, Гкал:

$$Q_{\text{год}} = Q_k \tau_{\text{год}}.$$

Годовое потребление электроэнергии на привод компрессора, тыс. кВт · ч:

$$\Delta W_{\text{год}} = N_{\text{к}} \tau_{\text{год}} / 1000,$$

Годовая экономия условного топлива, т у. т.:

$$\Delta B_{\text{год}} = Q_{\text{год}} b_{\text{отп}} - \Delta W_{\text{год}} \cdot 0,26,$$

Годовой экономический эффект, тыс. р.:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta B_{\text{год}} C_{\text{у.т.}},$$

Простой срок окупаемости проекта:

$$T = K / \mathcal{E}_{\text{год}},$$

где K – капвложения в мероприятие.

Результаты расчета экономического эффекта приведем в таблице 1.

Расчет экономического эффекта от установки теплового насоса

Параметр		Значение
Энтальпия характерных точек цикла ПТН, кДж/кг	1	398
	2	430
	3	273
	4	273
Удельная работа компрессора, кДж/кг		32
Удельная теплота полученная в конденсаторе, кДж/кг		157
Удельная теплота, забранная в испарителе, кДж/кг		125
Коэффициент преобразования теплоты теоретический		4,9
Коэффициент преобразования теплоты действительный		3,4
Годовая выработка тепловой энергии, Гкал		326
Годовое потребление электроэнергии на привод компрессора, тыс. кВт · ч		110
Установленная мощность, МВт		0,2
Годовая экономия условного топлива, т у. т.		40,61
Годовой экономический эффект, тыс. р.		155687
Капвложения, тыс. р.		1069800
Простой срок окупаемости проекта		6,87

Заключение. Так как срок окупаемости менее 10 лет, то данное мероприятие является экономически целесообразным. Учитывая, что срок службы ПТН составляет не менее 15 лет, его установка принесет значительную экономию денежных средств для предприятия. Установка бака-аккумулятора ГВС позволит снизить установленную мощность теплонасосной установки и капитальные затраты, что приведет к снижению срока окупаемости.

Л и т е р а т у р а

1. Овсянник, А. В. Анализ энергетической эффективности теплонасосных установок в системах индивидуального теплоснабжения / А. В. Овсянник, Д. С. Трошев // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. IX Междунар. науч.-тех. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Су-

- хому), Гомель, 25–26 окт. 2012 г. / М-во образования Респ. Беларусь, ГГТУ им. П. О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого». – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – С. 142.
2. Аспирантский грант № 20/14 «Повышение энергетической эффективности теплоэнергетических установок промышленных предприятий путем применения теплонасосных технологий» // Д. С. Трошев ; науч. рук. А. В. Овсянник. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 113 с.
 3. Технический отчет «Энергетическое обследование и разработка программы по энергосбережению КЖУП Ветковское» // Д. В. Шведков, Д. С. Трошев, А. А. Капанский, Е. Г. Сиканевич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 260 с.