

УДК 621.577

Г. А. БАЛАСАНЯН, д-р техн. наук, проф.; проф. ОНПУ, Одесса;
А. А. КЛИМЧУК, канд. техн. наук, доц.; доц. ОНПУ, Одесса;
М. Б. МИНЯЙЛО, директор по финансовым и экономическим вопросам
ГП «Одесская железная дорога»

ОПТИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА В КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ЮЖНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

Рассмотрены проблемы внедрения тепловых насосов в существующие системы теплоснабжения. Указаны факторы, влияющие на эффективность использования тепла наружного воздуха тепловыми насосами. Рассмотрены ограничения использования одноступенчатых тепловых насосов в существующих системах отопления. Приведены результаты сравнительного расчета технико-экономических показателей использования двух типов тепловых насосов.

Ключевые слова: тепловые насосы, комбинированные системы теплоснабжения.

Введение. В последнее время в виду резкого подорожания цены на природный газ, а также постановлений правительства, стимулирующего интерес к электроэнергии [1, 2], как источнику тепла, растет спрос на интеграцию тепловых насосов в существующие системы теплоснабжения зданий.

Основным потребителем тепловых насосов является частный сектор, обладающий определенными финансовыми возможностями.

Как правило, интерес вызывает установка теплового насоса типа «воздух-вода», как менее затратного и менее сложного в процессе монтажа и дальнейшей эксплуатации [3, 4].

Гораздо реже устанавливают тепловые насосы типа «вода-вода», использующие тепло грунта и водоемов.

При интеграции теплового насоса в существующую систему теплоснабжения здания возникает проблема выбора тепловой мощности теплового насоса. Эта проблема обусловлена рядом обстоятельств:

- температурным режимом системы отопления;
- климатическими ограничениями эффективности работы теплового насоса;
- капитальными затратами на основное оборудование.

Целью работы является определение оптимальной мощности теплового насоса для существующих систем теплоснабжения в частных домах.

Температурный режим системы отопления

Согласно существующих норм удельные теплотери в жилых зданиях небольшой этажности для южного региона не должны превышать 100 Вт/м^2 . При этом температура теплоносителя в системах индивидуального теплоснабжения с газовым котлом, при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам «Б» (для Одессы эта температура составляет $-18 \text{ }^\circ\text{C}$), в большинстве случаев составляет $80\text{--}60 \text{ }^\circ\text{C}$.

При использовании более распространенных одноступенчатых тепловых насосов типа «воздух-вода» максимальная температура в подающей магистрали не превышает $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Это обстоятельство не позволяет с помощью теплового насоса обеспечить нормативные температуры в отапливаемых помещениях при существующей системе отопления. Для южного региона Украины минимальная

© Г.А. Баласанян, А.А. Климчук, М.Б. Миняйло, 2015

температура наружного воздуха при которой теплоноситель с температурой 60 °С способен обеспечить требуемую температуру в помещении (при существующей системе отопления) составляет порядка 0 °С. Тепловая мощность источника теплоснабжения при этом не превышает 55 % от максимальной.

Это обстоятельство говорит о том, что устанавливать тепловой насос полезной тепловой мощностью такой же, как и газовый котёл, нет необходимости.

Климатические ограничения эффективности работы теплового насоса

Эффективность работы теплового насоса определяется коэффициентом трансформации (COP) [5]. Данный коэффициент зависит от двух параметров:

- температуры наружного воздуха;
- температуры теплоносителя.

Чем ниже температура наружного воздуха и чем выше температура теплоносителя в системе отопления, тем ниже COP.

При нынешних ценах на газ и электроэнергию значение COP, ниже которого себестоимость получаемого тепла от теплового насоса будет выше себестоимости тепла от газового котла, составляет 2 (при стоимости электроэнергии 1,32 грн. кВт·ч и стоимости газа 8,0 грн. м³).

Для большинства тепловых насосов значение COP выше 2 лежит в области температур наружного воздуха выше – 5 °С. При этом стоит учитывать, что максимальная мощность теплового насоса при этом уменьшается почти в два раза.

Отдельно необходимо обратить внимание на климатологические данные, которые определяют временные периоды наружных температур воздуха. Так, для г. Одесса за последние 10 лет среднее количество суток в год, при которой наружная температура воздуха ниже –5 °С, составляет всего 14 суток.

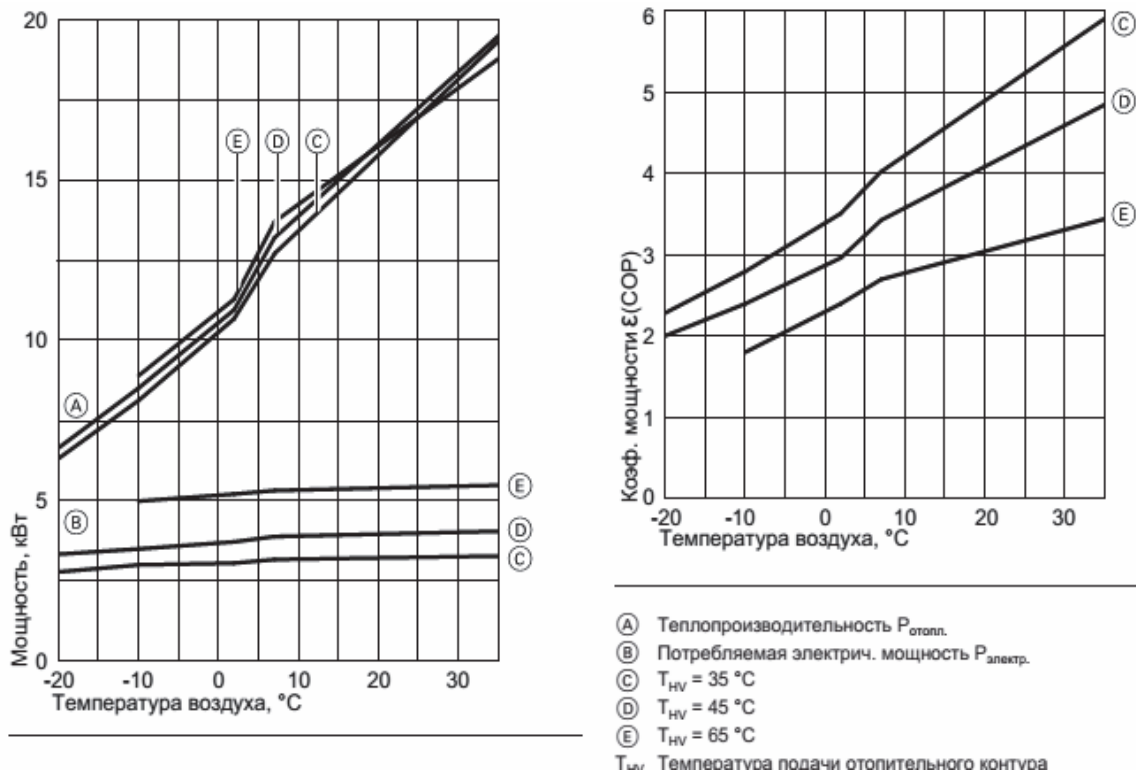


Рис. 1 – Технические характеристики теплового насоса типа «воздух-вода»

Капитальные затраты на основное оборудование

Стоимость теплового насоса значительно превышает стоимость газового котла, поэтому при разработке комбинированной системы теплоснабжения важным моментом является определение мощности теплового насоса [6, 7]. Тепловую мощность котла можно рассчитывать на максимальное теплоснабжение.

В свою очередь тепловые насосы более сложных конструкций, по сравнению с одноступенчатыми (двух-ступенчатые, и т.д.), способны обеспечить температурный режим 80–60 °С, но стоят в 1,5–2 раза дороже.

Для сравнения был произведен технико-экономический расчет трех вариантов систем теплоснабжения на базе:

- газового котла;
- газового котла в комбинации с одноступенчатым тепловым насосом;
- теплового насоса, обеспечивающего температурный режим 80–60 °С.

В качестве объекта был выбран частный дом в г. Одессе площадью 300 м² и количеством проживающих – 5 человек. Теплотери и водопотребление принимались согласно существующих норм.

Результаты расчёта представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты технико-экономического расчёта трёх вариантов теплоснабжения здания

№ п/п	Наименование показателя	Ед. измер.	Газов. котел	Газов. котёл и тепл. насос	Тепл. насос
1	Годовое потребление тепла	кВт·ч	70017	70017	70017
2	Годовой расход электроэнергии	кВт·ч	-	18981	24693
3	Годовой расход газа	м ³	7488	937	-
4	Стоимость электроэнергии	грн./(кВт·ч)	1,34	1,34	1,34
5	Стоимость газа	грн./м ³	8,0	8,0	-
6	Годовая стоимость энергоресурсов	грн.	59904	33146	33089
7	Максимальная электрическая мощность	кВт	Не более 0,1	10	20
8	Капитальные затраты	грн.	-	162000	270000
9	Экономия средств	грн./год	-	26757	26814
10	Срок окупаемости	год	-	6	10

Выводы. Полученные результаты анализа эффективности работы теплового насоса в комбинированной системе теплоснабжения, а также много вариантный технико-экономический расчет комбинированной системы теплоснабжения, позволяют сделать следующие выводы:

- в существующих системах теплоснабжения частных домов применять одноступенчатые тепловые насосы типа «воздух-вода» можно только в комбинации с газовым котлом;
- эффективная работа тепловых насосов лежит в области температур наружного воздуха выше –5–0 °С;
- применение более сложных конструкций тепловых насосов (с возможностью создания температурных режимов системы отопления 80–60 °С) приводит к существенному росту капитальных затрат и незначительной экономии.

Список літератури: 1. Закон України про енергозбереження [Текст] : № 74/94 від 1.07.1994 р. // Закони України. – Київ, 1997. – Т. 7. – С. 281–291. 2. Постанова кабінету міністрів «Про стимулювання споживачів природного газу і теплової енергії до переходу на електричне опалення та гаряче водопостачання» від 9.07.2014. 3. Климчук, О. А. Альтернативні системи теплопостачання житлових будівель із використанням теплових насосів та акумуляторів тепла [Текст] / О. А. Климчук., С. С. Титар, В. І. Шевчук, О. Д. Димитров // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та науковців «Управління проектами: інновації, не лінійність, синергетика». Одеська державна академія будівництва та архітектури. 12–13 грудня 2014. – Том 2. – С. 102–105. 4. Денисова, А. Е. Особенности работы теплового насоса в комплексной альтернативной системе теплоснабжения [Текст] / А. Е. Денисова // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – № 1. – С. 6–8. 5. Ханрих, Г. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения [Текст] / Г. Ханрих, Х. Найорк, В. Нестлер. – М. : Стройиздат, 1985. – 351 с. 6. Безродний, М. К. Про оптимальну роботу ТН в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти зовнішнього повітря [Текст] / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика : зб. наук. праць. – Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. – № 3. – С. 26–33. – ISSN 2077-1134. 7. Безродний, М. К. Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту [Текст] / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 1. – С. 1–6. – ISSN 1810-0546.

Bibliography (transliterated): 1. "Zakon Ukrainy pro energozberezhennja 74/94 01 July 1994." *Zakony Ukrainy*. Vol. 7. Kiev, 1997. 281–291. Print. 2. Postanova kabinetu ministriv "Pro stymuljuvannja spozhyvachiv pryrodnogo gazu i teplovoi' energii' do perehodu na elektryчне opalennja ta garjache vodopostachannja" 09 July 2014. 3. Klymchuk, O. A., et al. "Al'ternatyvni systemy teplopstachannja zhytlovyh budivel' iz vykorystannjam teplovyh nasosiv ta akumuljatoriv tepla." *Materialy V Mizhnarodnoi' naukovy-praktychnoi' konferencii' magistrantiv ta naukovciv "Upravlinnja proektamy: innovacii', ne linijnist', synergetyka"*. *Odes'ka derzhavna akademija budivnyctva ta arhitektury*. 12–13 Devember 2014. Vol. 2. 102–105. Print. 4. Denisova, A. E. "Osobennosti raboty teplovogo nasosa v kompleksnoj al'ternativnoj sisteme teplosnabzhenija." *Jekotehnologii i resursosberezenie* 1 (2001): 6–8. Print. 5. Hanrih, G., H. Najork and V. Nestler. *Teplonasosnye ustanovki dlja otoplenija i gorjachego vodosnabzhenija*. Moscow : Strojizdat, 1985. Print. 6. Bezrodnyj, M. K., and N. O. Prytula. "Pro optymal'nu robotu TN v nyz'kotemperaturnyh systemah opalennja z vykorystannjam teploty zovnishn'ogo povitrja." *Tehnichna teplofizyka ta promyslova teploenergetyka : zb. nauk. prac'*. No 3. Dnipropetrovs'k : Nova ideologija, 2011. 26–33. ISSN 2077-1134. Print. 7. Bezrodnyj, M. K., and N. O. Prytula. "Optymal'na robota teplovogo nasosa v nyz'kotemperaturnyh systemah opalennja z vykorystannjam teploty g'runtu." *Naukovi visti NTUU "KPI"* 1 (2012): 1–6. ISSN 1810-0546. Print.

Поступила (received) 03.01.2015