

УДК 662.997

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Селихов Юрий Анатольевич

к.т.н, профессор, профессор

Коцаренко Виктор Алексеевич

к.т.н, профессор, профессор

Росихин Василий Вячеславович

д.м.н., профессор, профессор

Букатенко Наталья Алексеевна

к.т.н., доцент, доцент

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

г. Харьков, Украина

Аннотация: Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) не ограничены геологически накопленными запасами. Их использование и потребление не приведет к неизбежному исчерпанию запасов Земли, и они не загрязняют окружающую среду. Основным мотивом ускоренного развития возобновляемой энергетики в Европе, США и многих других странах является забота об энергетической независимости и экологической безопасности. Так, в ЕС принята программа достижения вклада ВИЭ в энергетический баланс к 2020 году до 20%, а к 2040 г. - до 40%. Возобновляемая энергетика характеризуется многогранностью, разнообразием. В перечне задач, возникающих при реализации проектов возобновляемой энергетики (ВЭ) (кроме технологических и технических), остаются вопросы оценки возможности и эффективности использования ВИЭ для энергообеспечения регионов. Одновременно следует учитывать, что зачастую пользователя интересуют комплексные оценки по различным видам источников энергии. В конкретных регионах наиболее

эффективным может стать либо использование гибридных энергоустановок, или создание теплоэнергетических установок на различных типах возобновляемой энергии. В связи с комплексностью данной проблемы, а также известной «региональностью» возобновляемой энергетики, становится возможным и актуальным тема настоящей статьи. Предлагается теплоэнергетическая установка для снабжения: электроэнергией, горячей водой, горячим воздухом и отоплением, в которой совместно с ветроэлектрогенератором, двухконтурной солнечной установкой, используется тепловой насос, аккумуляторы электроэнергии и теплоты. Эта установка позволяет уменьшить себестоимость тепловой энергии за счет снижения материалоемкости и расходов на используемое оборудование, экономить органическое топливо; производить электроэнергию и избыток ее отдавать в государственную электросеть; уменьшить тепловую нагрузку и загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: тепловая энергия, органическое топливо, электроэнергия, тепловая нагрузка, загрязнение окружающей среды, тепловой насос, двухконтурная солнечная установка, тепловой контур, возобновляемые источники.

Анализ последних исследований и публикаций. В Украине установки солнечного тепло- и холодоснабжения, тепловые насосы и ветроэлектрогенераторы на объектах гражданского и промышленного строительства пока не получили широкого внедрения, что связано с относительно низкими, по сравнению с другими странами, ценами на энергоносители и недостаточной подготовленностью рынка, а также оно сдерживается высокой металлоемкостью и себестоимостью солнечных коллекторов и тепловых насосов, и не подготовленностью нашего рынка к выпуску ветроэлектрогенераторов. Поэтому актуальной является концепция создания новых теплоэнергетических установок, в которых в качестве источников энергии будут использованы возобновляемые источники энергии.

Для таких установок будут сконструированы новые конструкции солнечных установок, тепловых насосов и ветроэлектродгенераторов, когда затраты на выработку тепловой и электроэнергии с помощью этих установок будут ниже уровня суммарных затрат на получение тепловой и электроэнергии традиционными способами (в частности, в котельных установках). Одновременно с этим, срок окупаемости таких теплоэнергетических установок должен быть соизмерим с гарантийным сроком их эксплуатации. Это может достигаться за счет использования дешевых отечественных материалов, выпуск которых гарантирован в достаточных объемах в течение длительного срока в Украине [1, с. 70]. Поэтому использование возобновляемых источников энергии, экономия органического топлива, которое необходимо для нагрева теплоносителя, улучшение экологической обстановки района потребления тепловой энергии за счет снижения объемов выбросов загрязняющих веществ, к которым относятся продукты сгорания традиционных видов энергии - органического топлива, используемого для производства тепловой энергии в котельном оборудовании, производство электроэнергии с помощью ветроэлектродгенераторов являются актуальными задачами.

Цель статьи. В данной работе авторами предлагается энергетическая установка для снабжения: электроэнергией, горячей водой, горячим воздухом и отоплением, которая была смонтирована на одном частном подворье в Харьковской области при строительстве коттеджа. Для решения вышеуказанных задач нами была разработана схема предварительного нагрева теплоносителя за счет применения двухконтурной солнечной установки [2, с. 2054], теплового насоса [3, с. 10] и ветроэлектродгенератора, который производит электроэнергию для работы всего электрооборудования в коттедже. Энергетическая установка используется круглый год. Ее работа дает возможность экономить органическое топливо, которое пошло бы на нагрев теплоносителя до необходимой температуры в котельной малой мощности. В геотермальных грунтовых тепловых насосах используется тепловая энергия [4, с. 35], накопленная в почве за счет нагревания ее солнцем или другими

источниками. Грунт имеет свойство сохранять солнечное тепло в течение длительного времени, ведет к относительно равномерному уровню температуры источника тепла в течение всего года. Это обеспечивает эксплуатацию теплового насоса с высоким коэффициентом мощности. Нами был произведен расчет мощности теплового насоса [4, с. 36] для системы отопления частного дома. Был выбран тепловой насос «грунт вода» с горизонтальным расположением теплового коллектора. Вместо батарей отопления применяем теплый пол.

Нами была разработана новая технологическая схема энергетической установки для горячего водоснабжения и отопления частного дома. Сделаем описание работы новой технологической схемы, которая представлена на рис. 1.

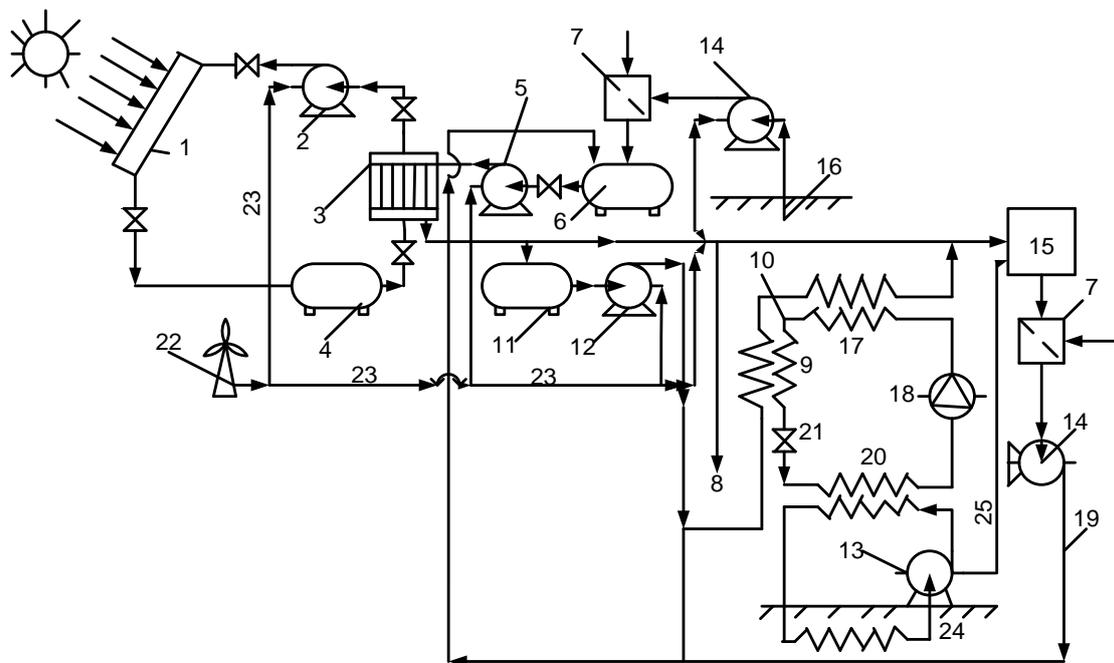


Рисунок 1 – Технологическая схема энергетической установки для горячего водоснабжения и отопления частного дома

- 1 – Двухконтурная солнечная установка; 2 – Центробежный насос;
 3 – Двухконтурный теплообменный аппарат; 4 – Бак-аккумулятор;
 5 – Центробежный насос; 6 – Бак-аккумулятор; 7 – Установки химводоочистки; 8 – Аварийный слив теплоносителя из установки; 9 –

Охладитель; 10 – Грунтовый тепловой насос (грунт-вода); 11 – Бак-аккумулятор; 12 – Центробежный насос; 13 – Центробежный насос; 14 – Центробежные насосы; 15 – Частный дом; 16 – Артезианская скважина; 17 - Конденсатор; 18 – Компрессор; 19 – Трубопровод обратной воды; 20 – Испаритель; 21 – Дроссельный вентиль; 22 – Ветроэлектрогенератор; 23 – Линии электропередач; 24 – Тепловой контур грунтового теплового насоса; 25 – Трубопровод подачи холодного теплоносителя (режим кондиционирования)

Новая энергетическая установка может работать как сезонно, так и круглый год. Принцип действия установки при сезонной работе - в теплое время года. Антифриз (тепловой агент) из бака-аккумулятора 4 через первый контур теплообменного аппарата 3 циркуляционным насосом 2 подается в коллектор солнечной установки 1, где нагревается до необходимой температуры и обратно поступает в бак-аккумулятор 4. Нагретый антифриз отдает свое тепло во втором контуре теплообменника 3 теплоносителю (вода), подаваемого циркуляционным насосом 5 из бака-аккумулятора 6, и подогретая поступает в бак-аккумулятор 11. Артезианская вода из скважины 16 насосом 14 подается в установку химводоочистки 7, где очищается от многих солей и далее поступает в бак-аккумулятор 6. Подогретая до необходимой температуры вода из второго контура теплообменника 3 подается в частное домовладение 15 на горячее водоснабжение. Когда температура воды не удовлетворяет пользователя 15, вода из бака-аккумулятора 11 циркуляционным насосом 12 подается во второй контур охладителя 9 и далее во второй контур конденсатора 17 грунтового теплового насоса 10, где догревается до необходимой температуры и поступает к пользователю 15. Обратная вода от пользователя 15 подается в установку химводоочистки 7, где очищается, и циркуляционным насосом 14 подается в бак-аккумулятор 6, или, в случае недостаточного количества воды подается во второй контур охладителя 9 и далее во второй контур конденсатора 17 грунтового теплового насоса 10, где догревается и снова поступает пользователю 15. В случае аварийной ситуации есть возможность выпустить

теплоноситель в канализацию 8 (слив воды из системы). В случае повышения температуры воздуха на улице до некомфортной отметки, отключается солнечная установка и включается в тепловом насосе режим кондиционирования 25. Вода из грунтового теплового контура циркуляционным насосом 13 подается в контур теплого пола, охлаждает площадь пола и воздуха в комнатах дома до комфортной температуры. Принцип действия установки для круглогодичной работы. В теплое время года принцип работы установки показан выше. А в холодное время года установка работает следующим образом. Вода с температурой $5 \div 7$ °С теплового контура теплового насоса циркуляционным насосом 13 подается во второй контур испарителя теплового насоса, где нагревает хладагент первого контура, который превращается в пар. Пар хладагента поступает в компрессор, где сжимается до высокой 160 °С температуры и давления. Далее пар поступает в конденсатор теплового насоса, где отдает свое тепло второму контуру конденсатора, в который подается вода циркуляционным насосом 12 из бака-аккумулятора 11 или циркуляционным насосом 14 от пользователя 15. Таким образом, вода нагревается сначала во втором контуре охладителя, а затем во втором контуре конденсатора и поступает к пользователю с температурой 75 °С. В случае аварийной ситуации есть возможность выпустить теплоноситель в канализацию (слив воды из системы).

Таким образом, тепловая энергия энергетической установки горячего водоснабжения состояла из тепловой энергии установленной двухконтурной солнечной установки и тепловой энергии теплового насоса и рассчитывалась по уравнению

$$Q_{\partial} = Q_1 + Q_2 \quad (1)$$

Значение количества использованной теплоты для предварительного подогрева воды определяли по формуле

$$Q_1 = G_B \cdot \rho_B \cdot c_B \cdot (t_B'' - t_B'), \quad (2)$$

где G_B – общий расход подогреваемой воды, м³/с; ρ_B – плотность воды, кг/м³; c_B – удельная теплоемкость воды, кДж/(м³·К); t_B', t_B'' – температура холодной и подогретой воды, соответственно, °С.

Значение количества использованной теплоты в тепловом насосе определяли по формуле

$$Q_2 = \xi \cdot N_{\dot{Y}\ddot{E}}, \quad (3)$$

где ξ – коэффициент преобразования теплового насоса; $N_{\dot{Y}\ddot{E}}$ – энергия, затраченная для реализации цикла теплового насоса [3, с. 162].

Экономия топлива в котлоагрегатах за счет использования такой системы можно рассчитать с помощью уравнений теплового баланса (1-3).

Годовая экономия условного топлива составит, т. у. п. / год

$$\Delta B_{\delta^3\hat{e}} = \frac{Q_{\delta^3\hat{e}}}{Q_H^P \cdot \eta_{\hat{E}}}, \quad (5)$$

где $Q_H^P = 29,33$ МДж/кг – теплотворная способность условного топлива; $Q_{\delta^3\hat{e}}$ – годовое количество утилизированной теплоты, МДж / год; $\eta_{\hat{E}}$ – коэффициент полезного действия котла.

Экономия органического топлива равна, т / год (тыс. м³ / год):

$$\Delta B = \Delta B_{\delta^3\hat{e}} \cdot \frac{29,33}{1000 \cdot Q_H^P}. \quad (6)$$

Годовая экономия за счет сокращения расхода первичного топлива для подогрева воды составит для котельной, грн / год

$$\dot{A}_j = \Delta B \cdot \ddot{O}_j, \quad (7)$$

где \ddot{O}_j - стоимость первичного топлива, грн / т (грн / 1000 м³).

Срок окупаемости энергетической установки горячего водоснабжения и отопления частного дома составит, год.

$$T = S_C / (Q_{\dot{O}} \cdot C_T), \quad (8)$$

S_C - удельная стоимость теплоэнергетической системы горячего водоснабжения, грн./ м²;

$Q_{\dot{O}}$ - годовое количество теплоты, которое произведено энергетической установкой, Гкал / м²;

C_T - стоимость теплоты от традиционного энергоисточника, грн / Гкал.

Выводы. Таким образом, применение энергетической установки для обеспечения электроэнергией, горячей водой, горячим воздухом и отоплением, в которой совместно с ветроэлектродвигателем, двухконтурной солнечной установкой используется тепловой насос, аккумуляторы электроэнергии и теплоты позволяет уменьшить себестоимость тепловой энергии за счет снижения материалоемкости и расходов на оборудование, экономить органическое топливо; производить электроэнергию и избыток ее отдавать в государственную электросеть; уменьшить тепловую нагрузку и загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– с. 70–75.
2. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko/ The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit/ CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, С. 2053-2058, Copyright © 2018, AIDIServizi S.r.l.
3. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
4. Овчаренко В.А. Овчаренко А.В. Використання теплових насосів //Холод М+Т, 2006, №2 с. 34–36.