

УДК: 662.997

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

Селихов Ю.А., канд. техн. наук, Коцаренко В.А., канд. техн. наук Костенко О.В.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
ул. Кирпичева, 2, Харьков, 61002, Украина

<https://doi.org/10.31472/ttpe.3.2019.6>

Представлений розроблений і впроваджений проект заміни універсального котла з мазутним пальником на двоконтурну сонячну установку для горячего водоснабжения і тепловий насос «грунт-рідина» для опалення приватного будинку. Розроблено схему автоматизації системи з використанням автоматизованого робочого місця і обрані технічні засоби автоматизації.

Представлен разработанный и внедренный проект замены универсального котла с мазутной горелкой на двухконтурную солнечную установку для горячего водоснабжения и тепловой насос «грунт-вода» для отопления частного дома. Разработана схема автоматизации системы с использованием автоматизированного рабочего места и выбраны технические средства автоматизации.

A developed and implemented project of replacing a universal boiler with a fuel oil burner for a dual-circuit solar installation for hot water supply and a «ground-water» heat pump for heating a private house is presented. A system automation scheme has been developed using a workstation and technical automation tools have been selected.

Библ. 5, рис. 1, табл. 3.

Ключевые слова: тепловой насос, солнечный коллектор, двухконтурная солнечная установка.

M_a, M_b – масса в старом и в новом вариантах соответственно, кг;

$\mathcal{E}_a, \mathcal{E}_b$ – удельные энергоёмкости в старом и в новом вариантах соответственно, МДж/кг;

E – полный расход эксергии, МДж;

m_a, m_b – удельные затраты эксергии в старом и в новом вариантах соответственно;

η_a, η_b – эксергетические КПД в старом и в новом вариантах соответственно;

h, h_a – время работы системы за год, час/год;

$\tau_{ок}$ – срок окупаемости, лет.

Постановка проблемы. В настоящее время эксплуатируется более 10 млн. тепловых насосов различной мощности от десятков киловатт до мегаватт. Отметим, что опыт, накопленный различными странами в области использования тепловых насосов, демонстрирует высокие возможности простого преобразования этого вида энергии в тепловую энергию, которая может успешно использоваться для горячего водоснабжения и отопления, а также обеспечение разного рода технологических и бытовых нужд не только в различных областях промышленности, но и в том числе на предприятиях АПК Украины [1, 2].

Цель статьи. Усовершенствовать системы горячего водоснабжения и отопления частного домовладения. В данной статье представлен разработанный и внедренный индивидуальный проект замены универсального котла с мазутной горелкой на двухконтурную солнечную установку для горячего водоснабжения и тепловой насос «грунт-вода» для отопления частного дома с вспомогательными сооружениями общей площадью 500 квадратных метров.

Результаты. Поэтому нами была выбрана двухконтурная солнечная установка плоско-капиллярная безнапорного типа, с коллектором специальной конструкции из полимерной пленки, в которой теплоноситель движется под действием силы тяжести по наклонной поверхности в виде пленки жидкости [3]. При необходимости ориентации наклонной поверхности с использованием смачиваемых покрытий специальной конструкции можно достигать устойчивого пленочного течения по всей площади воспринимающей поверхности [4]. В первом контуре солнечной установки теплоносителем является антифриз или незамерзающая жидкость. По результатам теплотехнического расчета был изготовлен и установлен коллектор гибкий полимерный для получения горячего водоснабжения площадью 10 м², производящий 1200 литров горячей воды за 10 часов работы светлого дня суток. Выполнив теплотехнический расчет теплового насоса, был выбран тепловой насос «грунт-вода» с горизонтальным расположением коллектора. Нами была разработана новая технологическая схема комбинированной системы горячего водоснабжения и

отопления частного дома. Технологическая схема представлена на рис. 1. Для проверки эффективности работы новой системы отопления мы выбрали эксергетический метод расчета по эксергии-нетто [5]. В качестве примера в табл. 1 и табл. 2 приведены затраты эксергии

на изготовление старой и новой систем соответственно. Результаты эксергетических расчетов [5] КПД старой и новой систем горячего водоснабжения и отопления, а также срок окупаемости представлены в таблице 3.

Таблица 1.

Материал	Масса M_a , кг	Удельная энергоёмкость \mathcal{E}_a , МДж/кг	Полные расходы эксергии E , МДж	m_a	$m_a \cdot \mathcal{E}_a$
Котел с мазутной горелкой	135	430	58050	0,00338	1,45
Бак для мазута $V = 9 \text{ м}^3$	750	60	45000	0,0188	1,125
Металлический лист	40	60	2400	0,001	0,06
Изоляция, м^2	100	114	11400	0,0025	0,285
Вентили	20	150	3000	0,0005	0,075
Расширительный бак $V = 0,050 \text{ м}^3$	5	60	300	0,000125	0,0075
Насосы, 2 шт.	6	150	900	0,00015	0,0225
Трубопроводы метал.	40	60	2400	0,001	0,06
Трубопроводы ПВХ	20	50	1000	0,0005	0,025
Радиаторы отопления 80 шт.х 8 кг	640	150	96000	0,016	2,4
Вода $0,6 \text{ м}^3$	600	30	18000	0,015	0,45
Всего	—	—	238450	—	5,985
Всего с учетом расходов эксергии на обработку и сборку оборудования (коэффициент 1,2)	—	—	286140	—	—

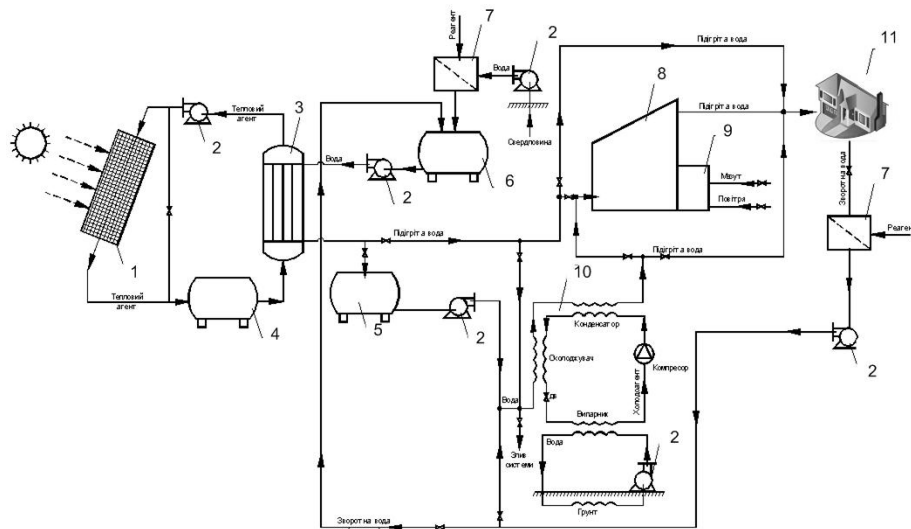


Рис. 1. Технологическая схема комбинированной системы горячего водоснабжения и отопления частного дома:

- 1 – гелиоколлектор; 2 – насосы; 3 – двухконтурный теплообменный аппарат;
- 4, 5, 6 – баки-аккумуляторы; 7 – установки химводоочистки; 8 – котельная установка;
- 9 – топка котла; 10 – тепловой насос «грунт-вода»; 11 – домовладение.

Таблица 2.

Материал	Масса M_a , кг	Удельная энергоёмкость \mathcal{E}_a , МДж/кг	Полные расходы эксергии E , МДж	m_b	$m_b \cdot \mathcal{E}_b$
Стекло 4мм	21	27	567	0,000525	0,0142
Швеллер №18	700	60	42000	0,0175	1,05
Насосы, 6 шт.	24	150	3600	0,0006	0,09
Изоляция, м ²	600	114	68400	0,015	1,71
Вентили	30	150	4500	0,00075	0,1125
Бак-аккумулятор – 3 шт. $V = 6 \text{ м}^3$	500	60	30000	0,0125	0,75
Установка химводоочистки 2 шт.	200	150	30000	0,005	0,75
Теплообменник – 1 шт.	150	40	6000	0,00375	0,15
Полимерное покрытие	10	120	1200	0,00025	0,03
Теплообменник – 1 шт.	100	60	6000	0,0025	0,15
Тепловой насос – 1шт.	200	430	86000	0,005	2,15
Вода 0,8 м ³	800	30	24000	0,02	0,6
Трубопроводы метал.	100	60	6000	0,0025	0,15
Трубопроводы ПВХ	70	50	3500	0,00175	0,0875
Всего	–	–	311767	–	7,7942
Всего с учетом расходов эксергии на обработку и сборку оборудования (коэффициент 1,2)	–	–	374120,4	–	–

Таблица 3.

η_a	η_b	h	h_a	$\tau_{ок}$, год
0,4	0,8	8760	4368	3,5

Выводы. Изучена работа старой системы. Определены недостатки в ее работе. По результатам теплотехнических расчетов и литературных источников было подобрано новое оборудование. Расчет эффективности замены старого оборудования на новое проводился в соответствии с методикой оптимизации по сумме удельных расходов эксергии-нетто. Был получен в результате расчета КПД новой теплотехнической системы горячего водоснабжения и отопления, а также срок ее энергетической окупаемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Особенности современных систем водяного отопления.* – К.: П ДП «Такі справи», 2003. – 176 с. – ил.
2. *Овчаренко В.А., Овчаренко А.В.* Використання теплових насосів //Холод М+Т, 2006, №2 с. 34–36.
3. *Геліоводонагрівник. Патент України № 75178,* Бюл. № 3, 2006.
4. *Полимерна композиція. Патент України № 72078 А,* Бюл. № 1, 2005.
5. *Эксергетические расчеты* технических систем: Справ. пособие / Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики - Киев: Наук. Думка, 1991. - 360 с.

INTEGRATION OF THE HEAT PUMP HEAT EXCHANGE PROCESS FOR HOT WATER SUPPLY AND HEATING

Selikhov Yu.A., Kotsarenko V.A., Kostenko O.V.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, 61002, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2019.6>

A developed and implemented project of replacing a universal boiler with a fuel oil burner for a dual-circuit solar installation for hot water supply and a ground-water heat pump for heating a private house is presented. A prototype boiler with a fuel oil burner was selected and its operation was studied. Deficiencies are identified both in the work and in the construction of individual nodes. According to the analysis of literary sources, new efficient equipment was selected. This is a two-circuit solar installation of flat capillary free-flow type with a collector of a special design from a polymer film in which the heat carrier (antifreeze) moves under the action of gravity on an inclined surface in the form of a liquid film for hot water supply and a ground-water heat pump for a private house heating system. Replacing the old equipment with the new one was carried out according to the method of heat engineering calculation and optimization calculation according to the sum of the specific costs of exergy. A new technological scheme of the combined hot water supply and heating system of a private house was developed and introduced. A system automation scheme has been developed using a workstation, and technical automation tools have been selected. The economic and exergy calculations of the payback period of the new combined hot water supply and heating system were carried out. As a result, the calculation and further operation of a dual-circuit solar system and a heat pump showed the correctness of the replacement of equipment and materials. References 5, tables 3, figures 1.

Key words: heat pump, solar collector, dual-circuit solar installation.

1. [*Features of modern water heating systems.*], - Kyiv, [Publisher: That's the Case], 2003. 176 p. (in Rus.).
2. *Ovcharenko V.A., Ovcharenko A.V.* [Heat pump circulation], Chill M + T [Chill M + T], 2006. №2. P. 34-36 (in Ukr.).
3. [*Heliovodonagrivnik.*], Patent of Ukraine [Patent of Ukraine], №75178, Byul. №3. 2006. (in Ukr.)
4. [*Polymer composition.*], Patent of Ukraine [Patent of Ukraine], №72078 A, Byul. №1. 2005. (in Ukr.)
5. [*Exergy calculations of technical systems:*]; [Reference Guide] / Brodyanskiy V.M. and other. Pod. red. Dolinskogo A.A., Brodyanskogo V.M. AN USSR. [Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kiev. Naukova Dumka. [Scientific Thought], 1991. 360 p. (in Rus.)

Отримано 25.06.2019

Received 25.06.2019