

O.A. Stepanova, R.A. Khamitov, T.N. Umyrzhhan*, A.R. Khazhidinova

Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, st. Glinka, 20 A
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

ON THE USE OF HEAT PUMPS

Abstract: *The problems of energy saving and environmental friendliness in the issues of heat supply, hot water supply and energy-intensive industrial production are constantly in the center of attention and research. The relevance of such research is caused by the need to reduce fuel consumption, reduce harmful emissions from fuel combustion, and reduce thermal pollution of the atmosphere. Heat pumps are devices that operate on a reverse cycle, i.e. heat is transferred from less heated bodies to more heated ones, and the heat pump requires an external energy source. In recent years, heat pumps have been increasingly used. In many technological processes there is incomplete utilization of primary energy, such unused energy refers to secondary energy resources. In the production of silicate bricks the main technological process is autoclaving, which uses saturated steam of high parameters. The steam condensate can be used to operate a heat pump. Thus, the use of waste heat carrier as a low-potential heat source contributes to the rational use of secondary energy resources and the development of energy-saving technologies. Heat supply by means of heat pumps represents modern, priority environmentally friendly technologies.*

Key words: *heat pump, low-potential source, heat carrier, energy efficiency, energy-saving technologies.*

Introduction

In the development of modern world energy, it is worth noting among the topical directions – the use of alternative energy sources. In general, alternative energy can be considered as one of the stages of development of technologies that ensure uninterrupted supply of electrical energy. The works of a number of scientists [1-3] are devoted to the use of alternative and secondary energy sources.

The use of heat pumps is promising in the development of alternative energy; they provide an opportunity to improve energy efficiency and environmental friendliness in the production of heat and electricity [4].

The heat pump is considered to be an environmentally friendly system. With its help it is possible to obtain heat for heating and hot water supply of residential and industrial premises, and sources with low potential are used, transferring heat to the heat carrier having a higher temperature. In general, the economic efficiency of using heat pumps for heat supply systems strongly depends on the climatic conditions of the region, and the factors that affect their efficiency have different directions [5, 6].

Secondary energy resources (SER) are energy that results from almost all technological processes when primary energy is not fully utilized. SERs are by-products of the main production, which are not used in this process. It is fair to consider that secondary energy resources represent a rather large energy potential.

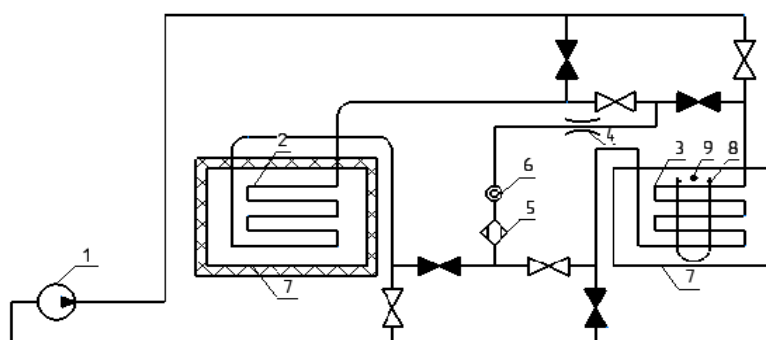
All secondary energy resources are divided into three groups:

- combustible;
- thermal;
- overpressure [7-10].

Problem statement

The research was carried out on the experimental installation «Heat pump», the circuit diagram of the installation is shown in Figure 1.

The purpose of the study was to determine the change in the temperature of the heated water depending on the temperature of the low-potential heat source (heat of the spent condensate after autoclaving of sand-lime bricks) at different time intervals.



1 – compressor; 2 – condenser; 3 – evaporator; 4 – throttle; 5 – filter-drier; 6 – moisture indicator; 7 – water tanks; 8 – heating element; 9 – thermoregulator

Figure 1 – Circuit diagram of a heat pump

Research results

During the experimental research, the necessary measurements were carried out. The results are shown in Figures 2, 3, 4.

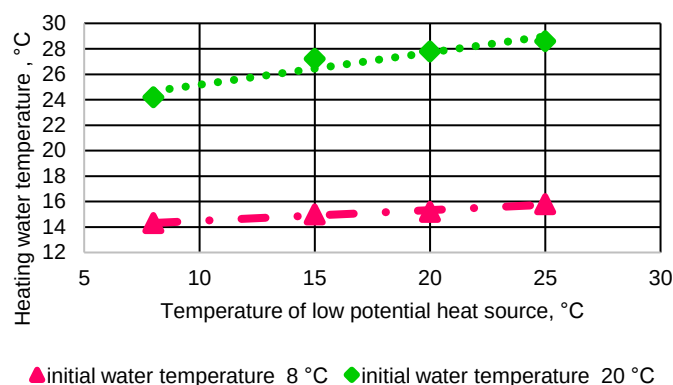


Figure 2 – Variation of the heated water temperature depending on the temperature of the heated water temperature of the heating medium 30 minutes after the start of heating

As a result of mathematical processing, equations describing the dependence of heated water temperature t_w , °C, on the temperature of low-potential source t_{ps} , °C, after 30 minutes of heating for initial water temperature of 8 °C and 20 °C, respectively, were obtained:

$$t_w = 0,0842 t_{ps} + 13,644, \quad (1)$$

$$t_w = 0,2532 t_{ps} + 22,646 \quad (2)$$

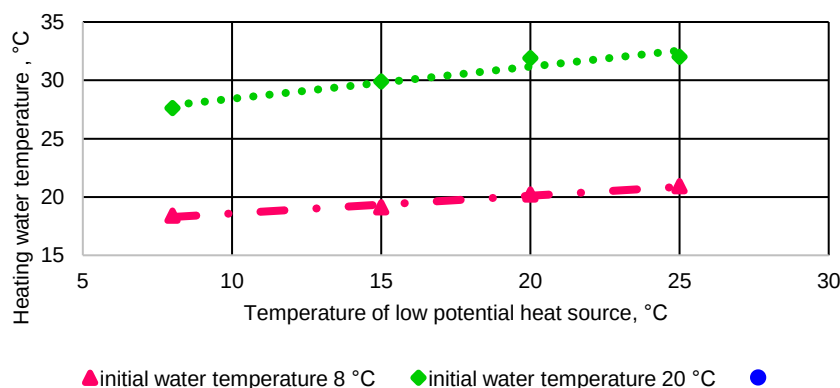


Figure 3 – Variation of the heated water temperature depending on the temperature of the heated water temperature of the heating medium 45 minutes after the start of heating

As a result of mathematical processing, equations describing the dependence of heated water temperature t_w , °C, on the temperature of low-potential source t_{ps} , °C, after 45 minutes of heating for initial water temperature of 8 °C and 20 °C, respectively, were obtained:

$$t_w = 0,1519 t_{ps} + 17,068, \quad (3)$$

$$t_w = 0,2753 t_{ps} + 25,67 \quad (4)$$

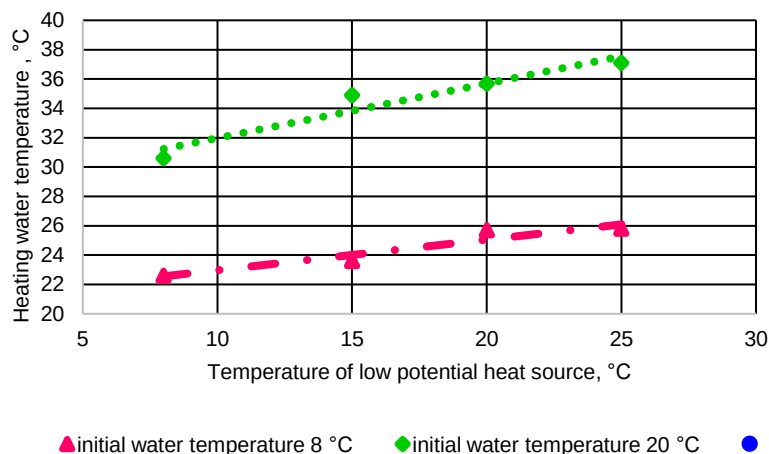


Figure 4 – Variation of the heated water temperature depending on the temperature of the heated water temperature of the heating medium 60 minutes after the start of heating

As a result of mathematical processing, equations describing the dependence of heated water temperature t_w , °C, on the temperature of low-potential source t_{ps} , °C, after 60 minutes of heating for initial water temperature of 8 °C and 20 °C, respectively, were obtained:

$$t_w = 0,2082 t_{ps} + 20,885, \quad (5)$$

$$t_w = 0,3715 t_{ps} + 28,259 \quad (6)$$

Analysis of the obtained data, presented in Figures 2, 3, 4, showed a linear dependence of the temperature of heated water at initial temperatures of 8 oC and 20 oC on the temperature of the spent condensate. At that, the highest heating intensity is observed after 60 minutes of heating.

Conclusions

The results of the conducted research were processed using Excel package. The analysis showed that the studied characteristics are described by linear regression equations. At that, the linear determination coefficient R^2 is higher than 0,9, which, from the point of view of statistics, indicates a sufficiently high reliability of the obtained comparative equations.

The use of secondary energy resources in the form of exhaust steam condensate after brick autoclaving increases the energy efficiency of production. On the basis of this study it is reasonable to continue studying the increase of production efficiency through the use of heat pump.

References

1. Alternative energy sources: what types how to use // URL: <https://plus-one.ru/manual/2021/08/03/alternativnye-istochniki-energii-kakie-vidy-kak-ispolzovat>.
2. Alternative energy sources. How environmentally friendly are the power plants of the future? // URL: <https://lenta.ru/articles/2023/11/29/alternativnye-istochniki-energii/>.
3. Sidorovich, V. World Energy Revolution. How renewable energy sources will change our world / V. Sidorovich – Moscow: Alpina Publisher, 2016. – 208 c. ISBN 978-5-9614-5249-5. URL: <https://znaniyum.com/catalog/product/914424>.
4. Amiya K. Advances in heat pump assisted distillation column: A review / K. Amiya // Energy Conversion and Management. – 2014. – Vol. 77. – P. 287-297.

5. Khakimullin B.R. Prospects for the use of heat pumps in the heating and hot water supply system / B.R. Khakimullin, I.Z. Bagautdinov // International Scientific Journal «Innovative Science». – 2016. – № 4.
6. Possibility of thermodynamic recovery in the system of air heat pump for automated microclimate control of small production facilities of textile industry / S.V. Fedosov, V.N. Fedoseev, A.B. Petrukhin, L.A. Oparina // Izvestia vysshee obrazovaniya vysshee obrazovaniya. Technology of textile industry. – 2021. – № 1(391). – P. 124-127. DOI 10.47367/0021-3497_2021_1_124. – EDN IWEDXI.
7. The role of RES utilization in reducing fuel and heat consumption of industrial enterprises. Sources of formation, types, parameters and possibilities of RES utilization // URL: <https://pandia.ru/text/80/255/95157.php>.
8. Classification of secondary energy resources of industry // URL: <https://moodle.kstu.ru/mod/page/view.php?id=101999>.
9. Karenov R.S. / Priorities of energy saving and energy efficiency improvement aimed at reducing the energy intensity of GDP of the Republic of Kazakhstan / R.S. Karenov // Bulletin of Karaganda University. Series: Economics. – 2017. – Т. 86, № 2. – P. 68-74.
10. Technology of silicate brick manufacturing // Group of Companies STROYMASHINA URL: <https://www.stroymash.ru/articles/tekhnologiya-izgotovleniya-silikatnogo-kirpicha/>.

О.А. Степанова, Р.А. Хамитов, Т.Н. Өміржан*, А.Р. Хажидинова

Семей қ. Шәкәрім атындағы Университет,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ПАЙДАЛАНУҒА ҚАТЫСТЫ СҰРАҚТАР

Жылумен жабдықтау, ыстық сумен қамтамасыз ету және энергияны көп қажет ететін өнеркәсіптік өндіріс мәселелерінде энергия үнемдеу және экологиялық тазалық мәселелері үнемі назарда және зерттеуде. Мұндай зерттеулердің өзектілігі отын шығынын азайту, отынның жануынан зиянды шығарындыларды азайту және атмосфераның жылулық ластануын азайту қажеттілігінен туындайды. Жылу сорғылары - бұл кері циклде жұмыс істейтін құрылғылар, яғни, жылу аз қыздырылған денелерден көп қыздырылғандарға беріледі, ал жылу сорғысының жұмысы сыртқы энергия көзін қажет етеді. Соңғы жылдары жылу сорғылары жиі қолданыла бастады. Көптеген технологиялық процестерде бірінші реттік энергияны толық пайдаланбау орын алады, мұндай пайдаланылмаған энергия екінші реттік энергия ресурстарына жатады. Құмды-әкті кірпіш өндірісінде негізгі технологиялық процесс автоклавтау болып табылады, ол үшін жоғары параметрлерді қаныққан бу қолданылады. Жылу сорғысын пайдалану үшін бу конденсатын пайдалануға болады. Осылайша, пайдаланылған салқындатқышты төмен потенциалды жылу көзі ретінде пайдалану екінші энергия ресурстарын ұтымды пайдалануға және энергияны үнемдейтін технологияларды дамытуға ықпал етеді. Жылу сорғылары арқылы жылумен қамтамасыз ету қазіргі заманғы, басым экологиялық таза технология болып табылады.

Түйін сөздер: жылу сорғысы, төмен потенциалды көз, салқындатқыш, энергия тиімділігі.

О.А. Степанова, Р.А. Хамитов, Т.Н. Умыржан*, А.Р. Хажидинова

Университет имени Шакарима г. Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Проблемы энергосбережения и экологичности в вопросах теплоснабжения, горячего водоснабжения и энергозатратного промышленного производства постоянно находятся в центре внимания и исследований. Актуальность таких исследований вызвана как необходимостью снижения расхода топлива, снижению вредных выбросов при сжигании топлива, уменьшение теплового загрязнения атмосферы. Тепловые насосы – это устройства, которые работают по обратному циклу, т.е. теплота передается от тел менее нагретых к более нагретым, а для работы теплового насоса требуется внешний источник энергии. В последние годы тепловые насосы находят все более широкое применение. Во многих технологических процессах происходит неполное использование первичной энергии, такая неиспользованная энергия относится к вторичным энергетическим ресурсам. В производстве силикатного кирпича основным

технологическим процессом является автоклавирование в котором используется насыщенный пар высоких параметров. Конденсат пара можно использовать для работы теплового насоса. Таким образом, использование отработавшего теплоносителя в качестве низкопотенциального источника тепла способствует рациональному использованию вторичных энергетических ресурсов и развитию энергосберегающих технологий. Теплоснабжение с помощью тепловых насосов представляет собой современные, приоритетные экологически чистые технологии.

Ключевые слова: тепловой насос, низкопотенциальный источник, теплоноситель, энергоэффективность, энергосберегающие технологии.

Information about the authors

Olga Aleksandrovna Stepanova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Rauan Alshingazinovich Khamitov – Master's student of the Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: khamitov_rauan@mail.ru

Temirlan Nurlanuly Umyrzhan* – Senior Lecturer, Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: 0009-0008-9111-1975.

Akbota Ryspekova Khazhidinova – PhD, Acting Associate Professor, Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

Авторлар туралы мәліметтер

Ольга Александровна Степанова – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының меңгерушісі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Рауан Алшингазинович Хамитов – «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: khamitov_rauan@mail.ru

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: 0009-0008-9111-1975.

Ақбота Рысбековна Хажидинова – PhD докторы, «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а.; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

Сведения об авторах

Ольга Александровна Степанова – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Рауан Алшингазинович Хамитов – магистрант кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: khamitov_rauan@mail.ru

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: 0009-0008-9111-1975.

Ақбота Рысбековна Хажидинова – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

Received 29.05.2024

Revised 03.06.2024

Accepted 12.06.2024