



UO'K 662 997. 631.344

## QURITISH KAMERASINING QUYOSH HAVO KOLLEKTORIDAGI HAVO HARORATINING O'ZGARISHINI TAJRIBAVIY TADQIQOTI NATIJALARI

**Ro'ziqulov G'ulom Yusupovich** – doktorant (PhD),  
ORCID: 0000-0001-8606-7297 E-mail: [gulom.roziqulov@bk.ru](mailto:gulom.roziqulov@bk.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O'zbekiston

**Annotatsiya. Kirish.** Hozirgi vaqtda quritish kamerasining quyosh havo kollektori qishloq ho'jalik mahsulotlarini quritishda keng qo'llaniladi. Quyosh havo kollektori quyosh quritgichlarining asosiy jihozlaridan biri bo'lib, quritgichga uzatilayotgan havoni zarur haroratgacha qizdirib berish uchun xizmat qiladi. Ushbu tadqiqot ishida quyosh quritgichi uchun ishlab chiqilgan quyosh havo kollektoridagi havo haroratining o'zgarishini tajribaviy tadqiqoti natijalari keltirilgan. Shuningdek yilning may-oktabr oylarining xarakterli kunida o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari va ularni tahlili keltirilgan.

**Usul va materiallar.** Quyosh havo kollektorining harorat rejimi va issiqlik samaradorligini hisoblash quyidagi usul yordamida amalga oshirildi. quyosh havo kollektori yuzasiga tushgan umumiy radiatsiya, quyosh havo kollektoridagi havo tomonidan olingan foydali issiqlik va quyosh havo kollektoridan umumiy issiqlik yo'qotilishi bilan.

**Natijalar.** Quyosh havo kollektorli va issiqlik nasosli qurilmalari asosida ishlaydigan kombinatsiyalashgan sovutish quritish kamerasi qurildi va ishga tushirildi, tajribani o'tkazish metodikasi ishlab chiqildi

**Xulosa.** Kombinatsiyalashgan sovutish quritish kamerasi uchun absorberida to'siqlari mavjud bo'lgan quyosh havo kollektorining tajriba qurilmasi tayyorlandi va tajriba sinovlari o'tkazildi. quyosh havo kollektorida havo haroratini o'zgarishini aniqlash bo'yicha 2023 yilning may-sentabr oylarining xarakterli kunlarida o'tkazilgan tajriba tadqiqotlarida tashqi havo harorati 19...40°C bo'lganda, quyosh havo kollektori yordamida o'rtacha harorati 50...77°C bo'lgan issiq havo olish, shuningdek, quyosh radiatsiyasi intensivligi 5,8...7,86 kVt/m<sup>2</sup> bo'lganda, foydali maydoni 2,52 m<sup>2</sup> bo'lgan quyosh havo kollektori yordamida 14,1...17,9 kVt-soat miqdorida foydali energiya olish mumkinligi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** quyosh quritgichi, quyosh havo kollektori, havo, harorat, quyosh radiatsiyasi, issiqlik miqdori, issiqlik berish.

Дата поступления: 01.02.2024. После обработки: 29.02.2024. Принято печать: 14.03.2024

УДК 662 997. 631.344

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В СОЛНЕЧНОМ ВОЗДУШНОМ КОЛЛЕКТОРЕ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ

**Рузикулов Гулям Юсупович** - докторант (PhD),  
ORCID: 0000-0001-8606-7297 E-mail: [gulom.roziqulov@bk.ru](mailto:gulom.roziqulov@bk.ru)

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Для контактов:** Рузикулов Гулям Юсупович-докторант (PhD),  
E-mail: [gulom.roziqulov@bk.ru](mailto:gulom.roziqulov@bk.ru)





**Аннотация. Введение.** В настоящее время солнечный воздушный коллектор сушильной камеры широко применяется для сушки сельскохозяйственной продукции. Солнечный воздушный коллектор является одним из основных устройств солнечных сушилок и служит для нагрева подаваемого в сушилку воздуха до необходимой температуры. В данной научной работе представлены результаты экспериментального исследования изменения температуры воздуха в солнечном воздухонагревателе, предназначенном для солнечной сушилки. Также представлены результаты исследований, проведенных в типичный день мая-октября года, и их анализ.

**Методы и материалы.** Расчет температурного режима и тепловой эффективности солнечного воздушного коллектора проводился по следующей методике. по суммарному излучению, падающему на поверхность солнечного воздушного коллектора, полезному теплу, получаемому воздухом в солнечном воздушном коллекторе и общим потерям тепла от солнечного воздушного коллектора..

**Результаты.** Построена и введена в эксплуатацию комбинированная охлаждающе-сушильная камера, работающая на базе солнечного воздушного коллектора и теплонасосных устройств, разработана методика проведения эксперимента.

**Заключение.** Подготовлено экспериментальное устройство солнечного воздушного коллектора с препятствиями в абсорбере для комбинированной охлаждающе-сушильной камеры и проведены экспериментальные испытания. в экспериментальных исследованиях, проведенных в типичные дни мая-сентября 2023 года по определению изменения температуры воздуха в солнечном воздухооборнике, при температуре наружного воздуха 19...40°C средняя температура при использовании солнечного воздухооборника составила 50. ..14.1...17 с использованием солнечного воздушного коллектора полезной площадью 2,52 м<sup>2</sup> при получении горячего воздуха температурой 77°C и интенсивностью солнечного излучения 5,8...7,86 кВт/м<sup>2</sup> Установлено, что можно получить полезную энергию в размере 9 кВт·ч.

**Ключевые слова:** солнечный осушитель, солнечный воздушный коллектор, воздух, температура, солнечная радиация, количество тепла, теплоснабжение.

UDC 662 997. 631.344

## RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF AIR TEMPERATURE CHANGES IN THE SOLAR AIR COLLECTOR OF THE DRYING CHAMBER

Ruzikulov Gulyam Yusupovich - Doctoral student (PhD),  
ORCID: 0000-0001-8606-7297 E-mail: [gulom.roziqulov@bk.ru](mailto:gulom.roziqulov@bk.ru)

Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

**Abstract. Introduction.** Nowadays, solar air collector drying chamber is widely used for drying agricultural products. The solar air collector is one of the main devices of solar dryers and serves to heat the air supplied to the dryer to the required temperature. This scientific work presents the results of an experimental study of air temperature changes in a solar air collector intended for a solar dryer. The results of studies conducted on a typical day in May-October of the year and their analysis are also presented

**Methods and materials.** Calculation of the temperature regime and thermal efficiency of the solar air collector was carried out using the following method. by the total radiation incident on the surface of the solar air collector, the useful heat received by the air in the solar air collector and the total heat loss from the solar air collector..

**Results.** A combined cooling-drying chamber operating on the basis of a solar air collector and heat pump devices was built and put into operation, and an experimental methodology was developed





**Conclusion.** An experimental device for a solar air collector with obstacles in the absorber for a combined cooling-drying chamber was prepared and experimental tests were carried out. In experimental studies carried out on typical days in May-September 2023 to determine the change in air temperature in the solar air collector, when the outside air temperature was 19...40°C, the average temperature when using the solar air collector was 50...14.1...17 using solar air collector with a useful area of 2.52 m<sup>2</sup> when receiving hot air with a temperature of 77°C and a solar radiation intensity of 5.8...7.86 kW/m<sup>2</sup>. It has been established that it is possible to obtain useful energy in the amount of 9 kWh.

**Keywords:** solar dryer, solar air collector, air, temperature, solar radiation, amount of heat, heat supply.

**Iqtiboslik uchun:** Ro'ziqulov G'. Yu. Quritish kamerasing quyosh havo kollektoridagi havo haroratining o'zgarishini tajribaviy tadqiqoti natijalari. Muqobil energetika. 2024. №1 (12). 37-42 b.

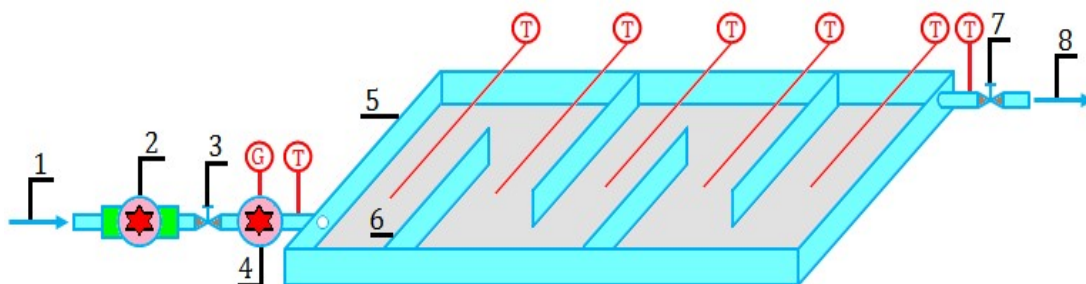
### Kirish.

QXMLarini quritish va sovitish jarayonlari mahsulotlarni uzoq muddat sifatli saqlanishida muhim o'rin tutadi. QXMLarni quritish va sovitish jarayonlari energiya sig'imi yuqori bo'lgan jarayonlar qatoriga kiritiladi [1; 333-345-b]. Ayniqsa quritish jarayonlarida tabiiy gaz, ko'mir va elektr energiyasi kabi an'anaviy energiya resurslari iste'mol qilinadi. Masalan, bunday an'anaviy quritgichlarda 1 kg quritilgan mahsulot olish uchun energiyaning solishtirma sarfi 2,7...7,4 kVt-soat ni tashkil etadi, bu qiymat qishloq xo'jalik sektoridagi yoqilg'i balansining 20% qismini egallaydi. Shuningdek, an'anaviy quritgichlarning narxi va energiya sig'imi yuqori hamda energetik samaradorligi ancha past [2].

### Usullar va materiallar

An'anaviy energiya manbalarining zahirasini kamayib borishi va ular bilan bog'liq ekologik muammolar QXMLarni quritish jarayonlarida ham qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni taqozo etmoqda [3; 235-250-b].

KSQKning QHKda harorat rejimini tajribaviy tadqiqotlari 1-rasmda keltirilgan sxema bo'yicha olib borilgan.



**1-rasm. Quyosh havo kollektorining o'lchov sxemasi:**

1-tashqi havoni kirishi; 2-ventilyator; 3, 7-ventillar; 4-sarf o'lchagich; 5-QHK korpusi; 6-to'siqlar; 8-issiq havoni QKga uzatilishi.

Figure 1. Measurement scheme of the solar air collector:

1-external air intake; 2-fan; 3, 7-valves; 4-consumption meter; 5-SAC corps; 6-obstacles; 8-Transfer of hot air to SC.

Tashqi havo ventilyator yordamida so'rib olinadi, keyin havo ventil va sarf o'lchagich orqali QHK ishchi zonasiga kiritiladi. Havoning harakat yo'nalishini o'zgartirish, havoni QHKda turish vaqtini va QHKning issiqlik samaradorligini oshirish uchun QHKning absorberi ustida metal to'siqlar o'rnatilgan bo'lib, ushbu to'siqlar havoni aylanma harakatini ta'minlaydi. QHK orqali o'tayotgan havoning harorati 55-70°C gacha ortadi. Havoning QHKga kirish va chiqishdagi hamda to'siqlar orasidagi haroratlari raqamli termometrlar yordamida o'lchanadi.

QHKning harorat rejimini va issiqlik samaradorligini hisoblash quyidagi metodika bo'yicha amalga oshirilgan. QHK yuzasiga tushayotgan umumiy radiatsiya [4; 33-39-b]:

$$Q_u = IF_k\tau\alpha \quad (1)$$

bu yerda  $I$ -qiyosh nurlanish oqimi zichligi,  $Vt/m^2$ ;  $F_k$ -QHK yuzasi maydoni,  $F_k = 2,52 m^2$ ;  $\tau$ -QHK shaffof qoplamasining o'tkazuvchanlik qobiliyati,  $\tau = 0,9$ ;  $\alpha$ -QHK absorberi yuzasining yutuvchanlik qobiliyati,  $\alpha = 0,9$ .

QHK quyosh havo kollektorida havo qabul qilgan foydali issiqlik [5; 353-359-b, 6; 51-57-b]:

$$Q_f = G_h c_{ph} \rho_h (t_2 - t_1) \quad (2)$$

bu yerda  $G_h$ -havoning massaviy sarfi,  $m^3/sek$ ;  $c_{ph}$ -havoning solishtirma issiqlik sig'imi,  $c_{ph} = 1,07 kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ;  $\rho_h$ -havoning zichligi,  $\rho_h = 1,2 kg/m^3$ ;  $t_1, t_2$ -havoning kirish va chiqishdagi haroratlari,  $^\circ C$ .

QHKdan umumiy issiqlik yo'qotilishi:

$$Q_{yu} = kF_u(t_{o,h} - t_{t,h}) \quad (3)$$

bu yerda  $k$ -issiqlik uzatish koeffitsiyenti,  $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;  $F_u$ -tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvchi umumiy yuza,  $m^2$ ;  $t_{o,h}$ -havoning QHK ichidagi o'rtacha harorati,  $^\circ C$ ;  $t_{t,h}$ -tashqi havo harorati,  $^\circ C$ . QHKda umumiy issiqlik yo'qotilishi odatda haroratlari farqi  $40-50^\circ C$  bo'lganda o'rtacha  $30-40\%$  ni tashkil etadi. Agar umumiy issiqlik yo'qotilishini minimal  $30\%$  qabul qilsak, u holda yuqorida keltirilgan (3.9)-(3.11) tenglamalardan havoning QHKdan chiqishdagi haroratini aniqlash imkonini beradigan ifodaga ega bo'lamiz:

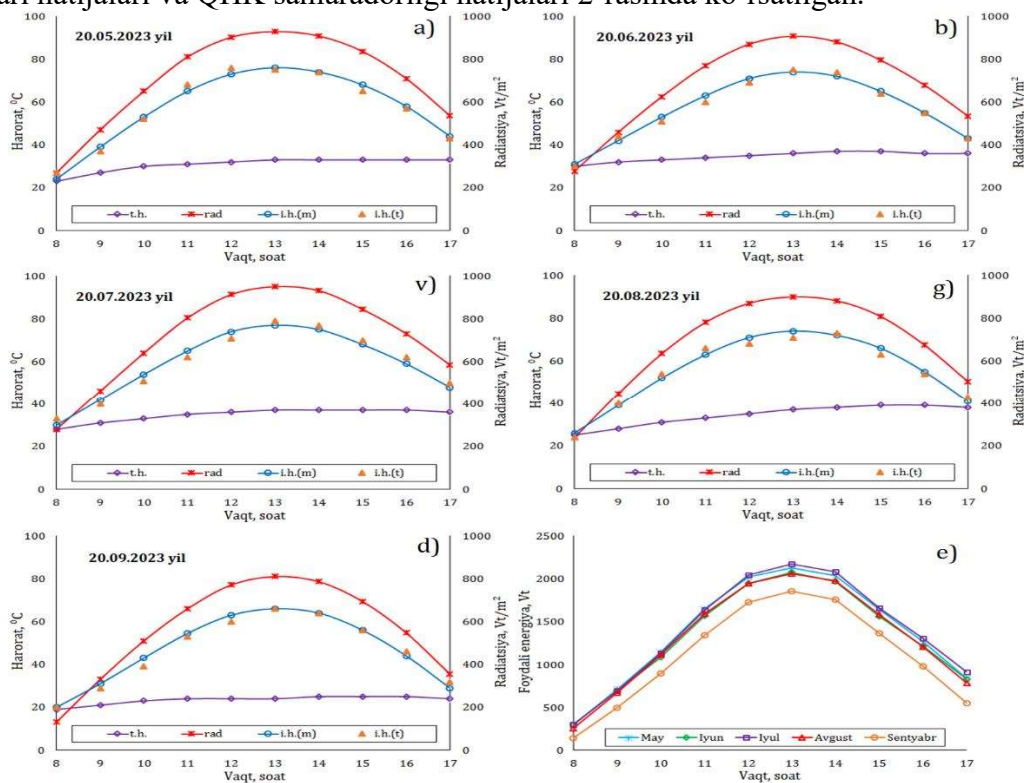
$$0,7IF_k\tau\alpha = G_h c_{ph} \rho_h (t_2 - t_1) \quad (4)$$

$$t_2 = t_1 + \frac{0,7IF_k\tau\alpha}{G_h c_{ph} \rho_h}$$

QHKning FIK quyidagicha aniqlanadi [7; 58-63-b]:

$$\eta = \frac{Q_f}{Q_u} \quad (5)$$

KSQKning QHKda havo harorati o'zgarishining tajribaviy tadqiqotlari 2023 yil may-sentabr oylarida, har oyning 20 sanasida o'tkazildi. Ushbu oylarning 20 sanasida o'tkazilgan tajriba tadqiqotlari natijalari va QHK samaradorligi natijalari 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. QHKda o'tkazilgan tajriba tadqiqotlari natijalari:

t.h-tashqi havo harorati; rad-radiatsiya miqdori; i.h. (m)-model natijalari; i.h. (t)-tajriba natijalari

Figure 2. The results of pilot studies conducted at SAC:



t.h - outdoor air temperature; amount of radiation; i.h. (m)-model results; i.h. (t)-experiment results

20.05.2023 yil kunida o'tkazilgan tajriba natijalari 2, a-rasmda ko'rsatilgan. Natijalarga ko'ra, QHK yuzasiga jami 7,56 kVt·soat/m<sup>2</sup> quyosh energiyasi tushgan. Tashqi havo harorati 23...33°C oraliqda o'zgargan, havoning QHKdan chiqishdagi harorati model bo'yicha 24...76°C gacha, tajriba jarayonida 27...76°C oraliqda o'zgargan. Hisoblash va tajriba natijalarining validatsiyasi yaqinlashish ishonchliligi ( $R^2$ ) kattaligi bilan tekshirilganda  $R^2 = 0,973$  ni tashkil etgan, bunda tajriba natijalarini model natijalaridan og'ishi 3,8% bo'lib, model adekvat hisoblanadi.

### Natijalar

20.06.2023 yil kunida o'tkazilgan tajriba natijalari 2, b-rasmda ko'rsatilgan. Natijalarga ko'ra, QHK yuzasiga jami 7,55 kVt·soat/m<sup>2</sup> quyosh energiyasi tushgan. Tashqi havo harorati 30...37°C oraliqda o'zgargan, havoning QHKdan chiqishdagi harorati model bo'yicha 31...74°C gacha, tajriba jarayonida 31...75°C oraliqda o'zgargan. Hisoblash va tajriba natijalarining validatsiyasi yaqinlashish ishonchliligi ( $R^2$ ) kattaligi bilan tekshirilganda  $R^2 = 0,978$  ni tashkil etgan, bunda tajriba natijalarini model natijalaridan og'ishi 2,5% bo'lib, model adekvat hisoblanadi.

20.07.2023 yil kunida o'tkazilgan tajriba natijalari 2, v-rasmda ko'rsatilgan. Natijalarga ko'ra, QHK yuzasiga jami 7,86 kVt·soat/m<sup>2</sup> quyosh energiyasi tushgan. Tashqi havo harorati 28...37°C oraliqda o'zgargan, havoning QHKdan chiqishdagi harorati model bo'yicha 30...77°C gacha, tajriba jarayonida 33...79°C oraliqda o'zgargan. Hisoblash va tajriba natijalarining validatsiyasi yaqinlashish ishonchliligi ( $R^2$ ) kattaligi bilan tekshirilganda  $R^2 = 0,965$  ni tashkil etgan, bunda tajriba natijalarini model natijalaridan og'ishi 4,6% bo'lib, model adekvat hisoblanadi.

20.08.2023 yil kunida o'tkazilgan tajriba natijalari 2, g-rasmda ko'rsatilgan. Natijalarga ko'ra, QHK yuzasiga jami 7,21 kVt·soat/m<sup>2</sup> quyosh energiyasi tushgan. Tashqi havo harorati 25...39°C oraliqda o'zgargan, havoning QHKdan chiqishdagi harorati model bo'yicha 26...73°C gacha, tajriba jarayonida 24...73°C oraliqda o'zgargan. Hisoblash va tajriba natijalarining validatsiyasi yaqinlashish ishonchliligi ( $R^2$ ) kattaligi bilan tekshirilganda  $R^2 = 0,982$  ni tashkil etgan, bunda tajriba natijalarini model natijalaridan og'ishi 2,9% bo'lib, model adekvat hisoblanadi.

20.09.2023 yil kunida o'tkazilgan tajriba natijalari 2, d-rasmda ko'rsatilgan. Natijalarga ko'ra, QHK yuzasiga jami 5,8 kVt·soat/m<sup>2</sup> quyosh energiyasi tushgan. Tashqi havo harorati 19...25°C oraliqda o'zgargan, havoning QHKdan chiqishdagi harorati model bo'yicha 20...66°C gacha, tajriba jarayonida 20...66°C oraliqda o'zgargan. Hisoblash va tajriba natijalarining validatsiyasi yaqinlashish ishonchliligi ( $R^2$ ) kattaligi bilan tekshirilganda  $R^2 = 0,975$  ni tashkil etgan, bunda tajriba natijalarini model natijalaridan og'ishi 3,2% bo'lib, model adekvat hisoblanadi. Tajriba tadqiqotlarida yuzaga kelgan xatoliklar asosan issiqlikni atrof-muhitga yo'qotilishi va nazorat-o'lchov asbooblarining nisbiy xatoliklari bilan bog'liq.

2023 yil may-sentabr oylarining xarakterli kunlarida QHK bo'yicha o'tkazilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalari asosida QHKda olingan foydali energiyaning o'zgarishi 3.5, e-rasmda ko'rsatilgan. Hisoblash natijalariga ko'ra, may-sentabr oylarida foydali energiya miqdori soat 13<sup>00</sup> gacha ortib borib, maksimal qiymat mos ravishda 213, 208, 218, 206 va 186 Vt ni tashkil etgan. QHKda olingan foydali energiyaning va issiq havoning kunlar kesimida umumiy qiymati quyidagicha: 20 mayda 1374 Vt, 20 iyunda 1327 Vt, 20 iyulda 1396, 20 avgustda 1322 Vt, 20 sentabrda 1113 Vt. Ushbu qiymatlardan ko'rinib turibdiki, QHKning taklif etilgan konstruksiyasidan QKda may-sentabr oylarida to'liq foydalanish mumkin. Yuqorida keltirilgan natijalarning tahlili bo'yicha quyidagi xulosalar qilindi:

### Xulosa.

Quyosh havo kollektorli va issiqlik nasosli qurilmalari asosida ishlaydigan kombinatsiyalashgan sovutish quritish kamerasi qurildi va ishga tushirildi, tajribani o'tkazish metodikasi ishlab chiqildi.

Kombinatsiyalashgan sovutish quritish kamerasi uchun absorberida to'siqlari mavjud bo'lgan quyosh havo kollektorining tajriba qurilmasi tayyorlandi va tajriba sinovlari o'tkazildi. quyosh havo



kollektorida havo haroratini o'zgarishini aniqlash bo'yicha 2023 yilning may-sentabr oylarining xarakterli kunlarida o'tkazilgan tajriba tadqiqotlarida tashqi havo harorati 19...40°C bo'lganda, quyosh havo kollektori yordamida o'rtacha harorati 50...77°C bo'lgan issiq havo olish, shuningdek, quyosh radiatsiyasi intensivligi 5,8...7,86 kVt/m<sup>2</sup> bo'lganda, foydali maydoni 2,52 m<sup>2</sup> bo'lgan quyosh havo kollektori yordamida 14,1...17,9 kVt·soat miqdorida foydali energiya olish mumkinligi aniqlandi.

Yilning xarakterli kunlarida QHKning ishlash vaqtida tashqi havo harorati o'rtacha 19...40°C bo'lganda, soat 10<sup>00</sup> dan 16<sup>00</sup> gacha vaqt oralig'ida havoni QHKda o'rtacha 50...77°C harorat oralig'ida isitish imkoniyati mavjud ekanligi aniqlandi

### Foydalanilgan adabiyotlar

- [1]. Prasertsan S., Saen-saby P., Heat pump drying of agricultural materials, Dry. Technol. 16 (1998) 235-250.
- [2]. Colak N., Hepbasli A., A review of heat-pump drying (HPD): Part 2 - applications and performance assessments, Energy Convers. Manag. 50 (2009) 2187-2199.
- [3]. Jangamand S.V., Mujumdar A.S. "Heat pump assisted drying technology-overview with focus on energy, environment and product quality in Modern Drying Technology": Energy Savings, Volume [4]: Energy Savings, chapter 4, pp. 121-162, Wiley-VCH, 2011.
- [5]. Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Харченко В.В. «Нестационарность КПД и температур нагрева воды в плоских солнечных коллекторах». // Гелиотехника. 2018. - №3. – с. 51-57.
- [6]. Плешка М.С., Вырлан П.М. Разработка и исследование солнечного воздушного коллектора. // СОК, 2013. - №6. - с. 58-63.
- [7]. Oueslati H., Ben Mabrouk S., Mami A. Evaluation of the Performance Study of Solar Air Collector by Using Bond Graph Approach. International Review on Modelling and Simulations (I.R.E.MO.S.), Vol. 4, N. 5 October 2011. – p. 2634- 2643.
- [8]. Sacilik K., Elicin A.K. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. J. Food Eng., 2006, 73. – p. 281-289.

### References

- [1]. Prasertsan S., Saen-saby P., Heat pump drying of agricultural materials, Dry. Technol. 16 (1998) 235-250.
- [2]. Colak N., Hepbasli A., A review of heat-pump drying (HPD): Part 2 - applications and performance assessments, Energy Convers. Manag. 50 (2009) 2187-2199.
- [3]. Jangamand S.V., Mujumdar A.S. "Heat pump assisted drying technology-overview with focus on energy, environment and product quality in Modern Drying Technology": Energy Savings, Volume [4]: Energy Savings, chapter 4, pp. 121-162, Wiley-VCH, 2011.
- [5]. Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Харченко В.В. "Нестационарность КПД и температур нагрева воды в плоских солнечных коллекторах". // Гелиотехника. 2018. - №3. – с. 51-57. (In Rus.)
- [6]. Плешка М.С., Вырлан П.М. Разработка и исследование солнечного воздушного коллектора. // СОК, 2013. - №6. - с. 58-63. (In Rus.)
- [7]. Oueslati H., Ben Mabrouk S., Mami A. Evaluation of the Performance Study of Solar Air Collector by Using Bond Graph Approach. International Review on Modelling and Simulations (I.R.E.MO.S.), Vol. 4, N. 5 October 2011. – p. 2634- 2643.
- [8]. Sacilik K., Elicin A.K. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. J. Food Eng., 2006, 73. – p. 281-289.

**For citation:** Ruzikulov G.Yu. Results of experimental study of air temperature changes in the solar air collector of the drying chamber. *Alternative Energy*. 2024. 1(12). pp. 37-42. (In Uzb.)

**Correspondence:** Ruzikulov Gulyam Yusupovich - Doctoral student (PhD),

E-mail: [gulom.roziqulov@bk.ru](mailto:gulom.roziqulov@bk.ru)

