

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF SOLAR COLLECTOR EFFICIENCY

Shakhnoza Sultanova

Ajargul Mambetsheripova

Jasur Safarov

Follow this and additional works at: <https://ijctcm.researchcommons.org/journal>



Part of the [Industrial Technology Commons](#)



UDC 66

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF SOLAR COLLECTOR EFFICIENCY (РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА)

Sh.A.Sultanova¹, A.A.Mambetsheripova², J.E.Safarov³

¹Doctor of Technical Sciences, Prof., Belarusian-Uzbek Intersectoral Institute of Applied Technical Qualifications in Tashkent, Republic of Uzbekistan

²Candidate of technical sciences, associate professor, Karakalpak State University named after Berdakh, Republic of Karakalpakstan

^{1,3}Doctor of Technical Sciences, Prof., Tashkent State Technical University, Republic of Uzbekistan

Abstract: The article considers the influence of ambient temperature on the drying efficiency depending on the incident solar radiation, changes in the average temperature of the absorber plate depending on the absorbed power, as well as the thermal efficiency of the collector at significant values of coolant flow.

Keywords: collector, efficiency, absorber, diffusion, radiation, wind speed.

Annotatsiya: Maqolada tushayotgan quyosh nurlariga ko'ra atrof-muhit haroratining quritish samaradorligiga ta'siri, ishlatilgan quvvatga qarab yutuvchi modda plitasining o'rtacha haroratining o'zgarishi, shuningdek, issiqlik tashuvchining sarfining yuqori qiymatlarida kollektorning issiqlik FIK o'zgarishi ko'rib chiqilgan.

Tayanch so'zlar: kollektor, samaradorlik, absorber, diffuziya, nurlanish, shamol tezligi.

Аннотация: В статье рассматривается влияние температуры окружающей среды на эффективность сушки в зависимости от падающего солнечного излучения, изменения средней температуры пластины поглотителя в зависимости от поглощаемой мощности, а также теплового КПД коллектора при значительных значениях расхода теплоносителя.

Ключевые слова: коллектор, эффективность, поглотитель, диффузия, излучение, скорость ветра.

Введение

Технологии теплового преобразования солнечной энергии, различные типы и составляющие изолятора, и др. параметры могут влиять на энергетическое поведение рассматриваемых систем. Солнечный коллектор предназначен для преобразования падающего излучения в тепловую энергию при низких и средних температурах и при передаче ее теплоносителю [1-12].

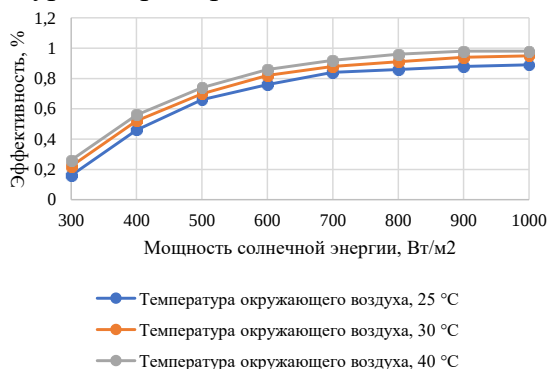


Рис. 1. Эффективность коллектора в зависимости от температуры окружающей среды.

На рис. 1 показано влияние на эффективность системы падающего солнечного излучения от температуры окружающей среды. Рассмотрены температурные значения окружающей среды от 25 °С до 45 °С. Заметим, что при малых значениях излучения эффективность увеличивается с ростом температуры окружающей среды. Это увеличение заметно меньше при больших значениях падающего излучения [13-25]. Эффективность системы увеличивается с повышением температуры окружающей среды. Это связано с тем, что при большой температуре окружающей среды разница между последней и температурой системы меньше, следовательно, меньше тепловые потери.

Изменение работоспособности коллектора в зависимости от времени в течение суток от восхода до захода солнца представлено на рис. 2. Следует отметить существование трех фаз: с 7 часов утра до 10:30 утра, для которых эффективность увеличивается в зависимости от солнечной радиации, затем она практически постоянна во время второй фазы, продолжающейся до 15:00 и с этого момента эффективность начинает снижаться до захода солнца, когда солнечная радиация равна нулю.

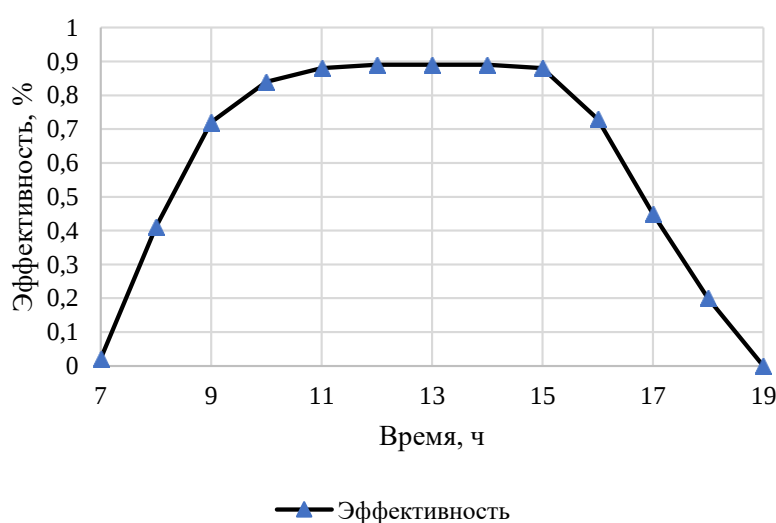


Рис. 2. Эффективность коллектора по времени.

Таким образом, эффективность солнечного коллектора увеличивается в зависимости от общего падающего солнечного потока, который состоит из прямой составляющей и на диффузной составляющей, процентное соотношение которой является переменной величиной. Оптическая эффективность коллектора (τ , α), чувствительного к углу падения, снижается с увеличением процента диффузного излучения.

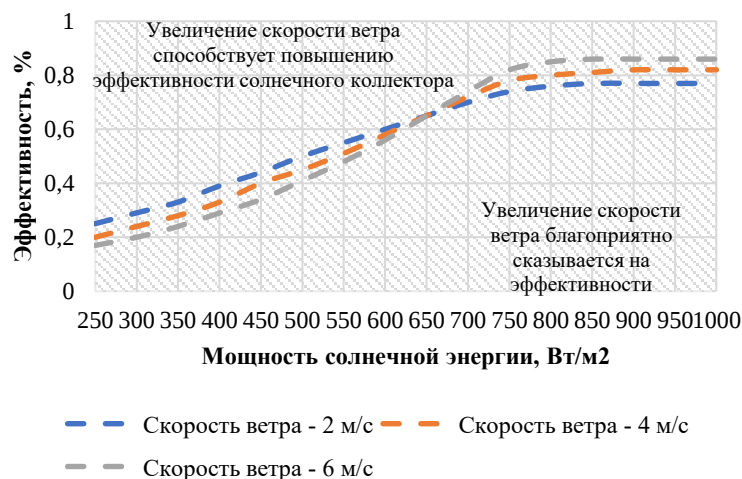


Рис. 3. Эффективность солнечного коллектора в зависимости от скорости ветра.

Влияние скорости ветра. Система солнечной энергии (коллектор) напрямую подвергается воздействию реальных климатических условий окружающей среды. Ветер является фактором, влияющим на работу этой системы. Рис. 3 отражает это влияние. Было отмечено, что в начале эксплуатации системы, то – есть при низких значениях солнечной радиации, низкие значения скорости ветра благоприятствуют эффективности, а при более высоких значениях скорость ветра оказывает отрицательное воздействие на эффективность. Во многом это связано с понижением температуры остекления, что приводит к более или менее значительной разнице между его температурой и температурой поглотителя.

Влияние поглотителя на эффективность коллектора. Материал, используемый в термопреобразователях солнечной энергии, оказывает большое влияние на их эффективность. На рис. 4 отражен КПД коллектора в зависимости от изменения солнечной энергии для трех различных типов материалов, используемых в качестве поглотителей. Видно, что эффективность коллектора выше в случае стального поглотителя.

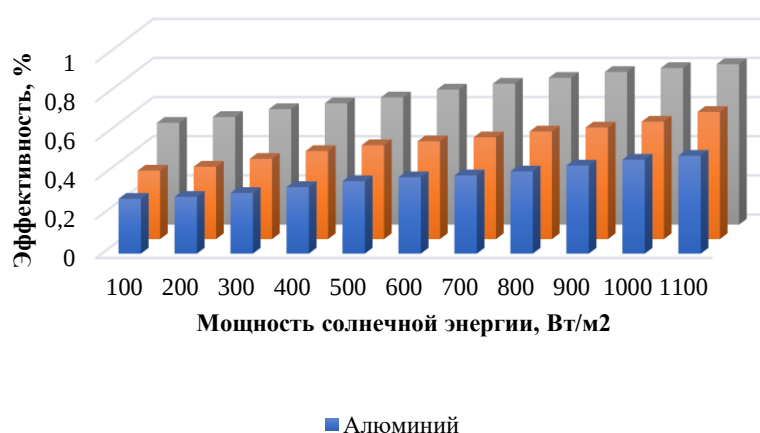


Рис. 4. Изменение КПД коллектора в зависимости от материала поглотителя.

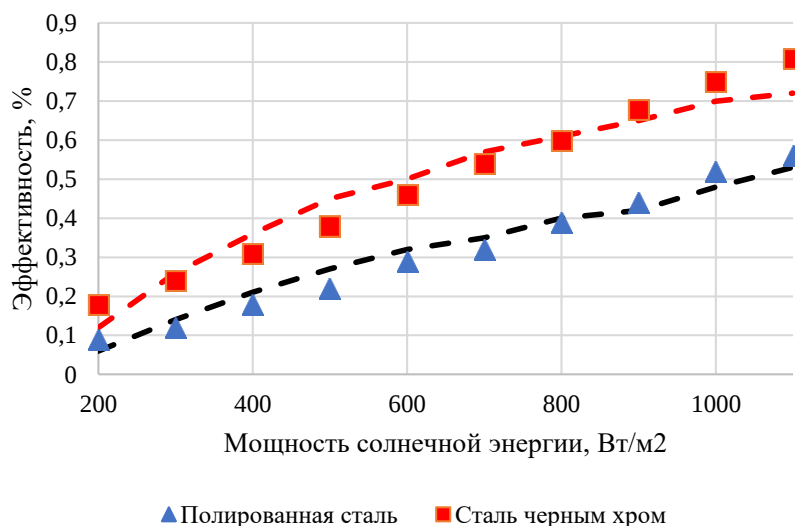


Рис. 5. Изменение КПД коллектора в зависимости покрытия поглотителя.

Изменение КПД коллектора в зависимости поглотителя. Для двух типов поглотителей, первый из которых изготовлен из стали с черной хромированной поверхностью с коэффициентом поглощения ($\alpha_{\text{пог.}}=0,25$) и коэффициентом эффективности ($\varepsilon=0,97$), а второй поглотитель изготовлен из полированной стали ($\alpha_{\text{пог.}}=0,09$) и имеет коэффициент излучения ($\varepsilon=0,90$), (рис. 5) можно проследить эффективность в зависимости от степени солнечной радиации. Отмечено, что для одного

и того же материала поглотителя эффективность больше в случае поглотителя с покрытой поверхностью. Эта разница обусловлена наличием покрытого слоя, который увеличивает поглощение материала, что обуславливает поглощение большого количества тепла и передачу его теплоносителю. Также эта поверхность меньше излучает в инфракрасном диапазоне, что позволяет снизить потери излучения.

Влияние средней температуры поглотителя. Иногда очень интересно знать влияние температуры поглотителя на эффективность солнечного коллектора. На рис. 6 показано изменение КПД коллектора в зависимости от температуры пластины поглотителя. Следует отметить, что повышение температуры поглотителя позволяет повысить эффективность системы. Однако после определенного значения зависимость становится нечувствительной к этому увеличению. Выше 85 °C эффективность становится постоянной, следовательно, необходимо подумать об охлаждении поглотителя например, путем добавления ребер на его поверхность, контактирующую с теплоносителем.

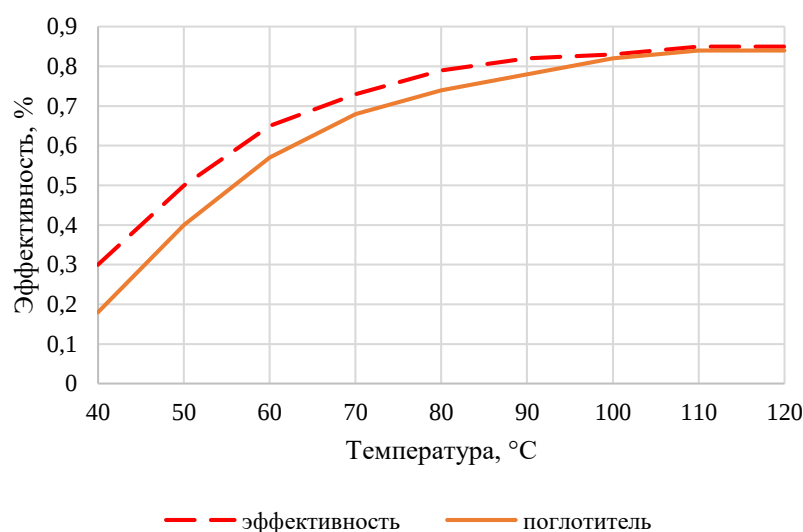


Рис. 6. Влияние температуры поглотителя на эффективность коллектора.

Влияние разницы температур между поглотителем и остеклением (прозрачностью) на эффективность. На рис. 7 показано изменение эффективности в зависимости от этого разрыва: что чем больше эта разница температур ($T_{\text{пог.}} - T_{\text{ст.}}$), тем больше КПД.

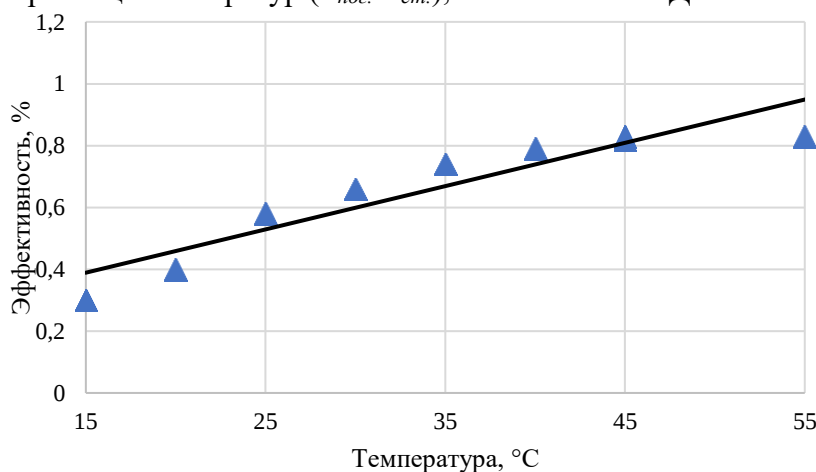


Рис. 7. Влияние средней разницы температур между поглотителем и остеклением (прозрачностью) на эффективность солнечного коллектора.

Влияние теплового воздушного потока на эффективность коллектора. Эффективность солнечного коллектора увеличивается с увеличением скорости потока (рис. 8) поскольку увеличение последней означает увеличение скорости воздуха.

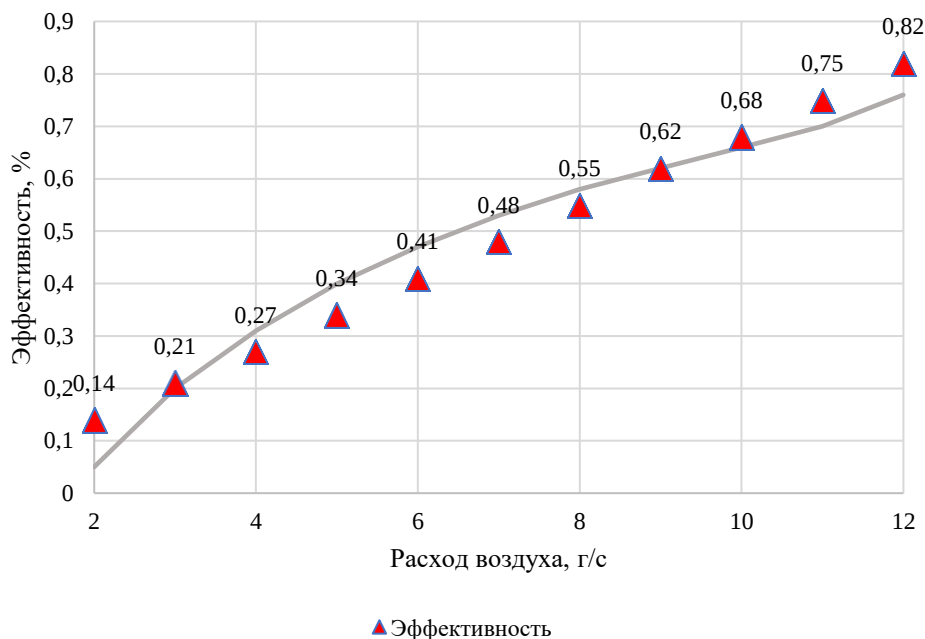


Рис. 8. Изменение КПД солнечного коллектора в зависимости от расхода воздуха.

Влияние температуры теплоносителя. Влияние температуры воздуха на входе в коллектор на его КПД показано на рис. 9. Заметим, что увеличение температуры теплоносителя на входе приводит к снижению КПД коллектора. Желательно, чтобы температура воздуха на входе коллектора была как можно ниже, чтобы снизить среднюю температуру, и чтобы полезная энергия, возвращаемая теплоносителем, была функцией разницы температур между выходом и входом воздуха.

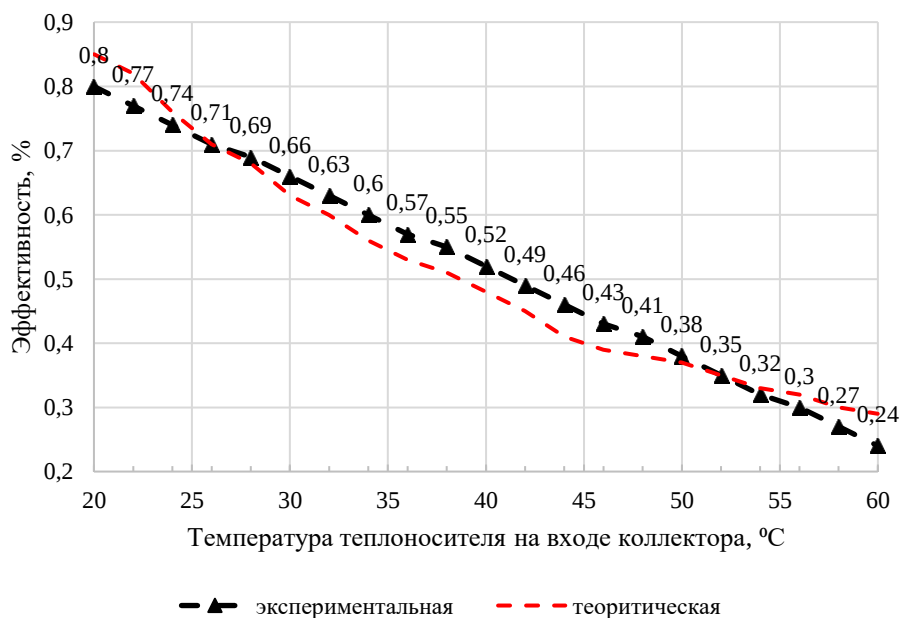


Рис. 9. Изменение КПД коллектора в зависимости от температуры теплоносителя на входе.

Относительная влажность воздуха. Экспериментальные значения влажности, зафиксированные в течение суток (рис. 10), показывают, что первоначальное значение 28% в 6 часов утра затем возросло до 30% в 8 часов утра, после чего уменьшилось до значения 11% в

15:00 (минимальное значение), а затем влажность снова увеличилась и достигла значения 13% в 19:00.

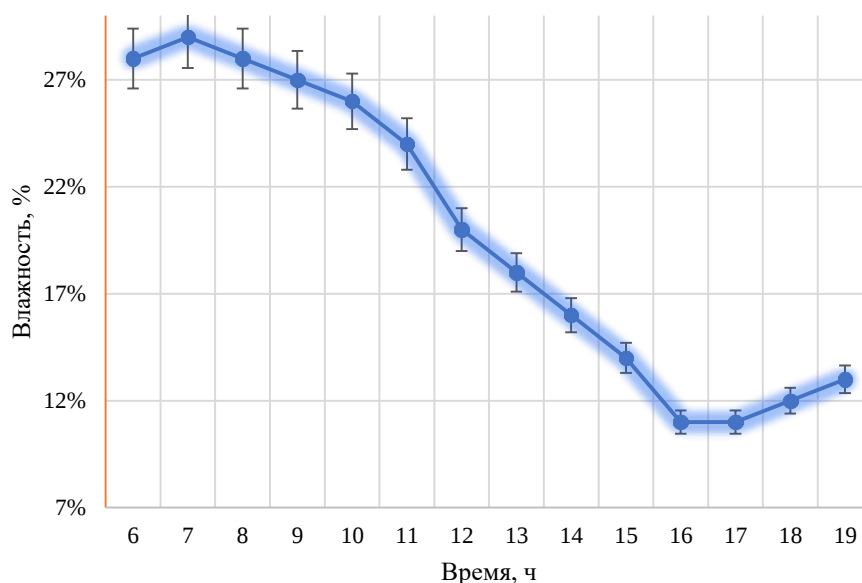


Рис. 10. Изменение относительной влажности.

Изменение температуры теплового воздуха в сушильной камере. На рис. 11 показано изменение температуры на выходе из коллектора и средней температуры сушильной камеры. Отметим, что разница между этими двумя температурами увеличивается между 6:00 и 15:00, а затем уменьшается после 15:00. Это, безусловно, связано с тем, что интенсивность солнечной радиации вначале была сильной, а затем постепенно ослабевала до захода солнца. Также после 15 часов это может быть связано и с уменьшением количества образующейся влаги, что непосредственно приводит к снижению потребления тепловой энергии воздуха.

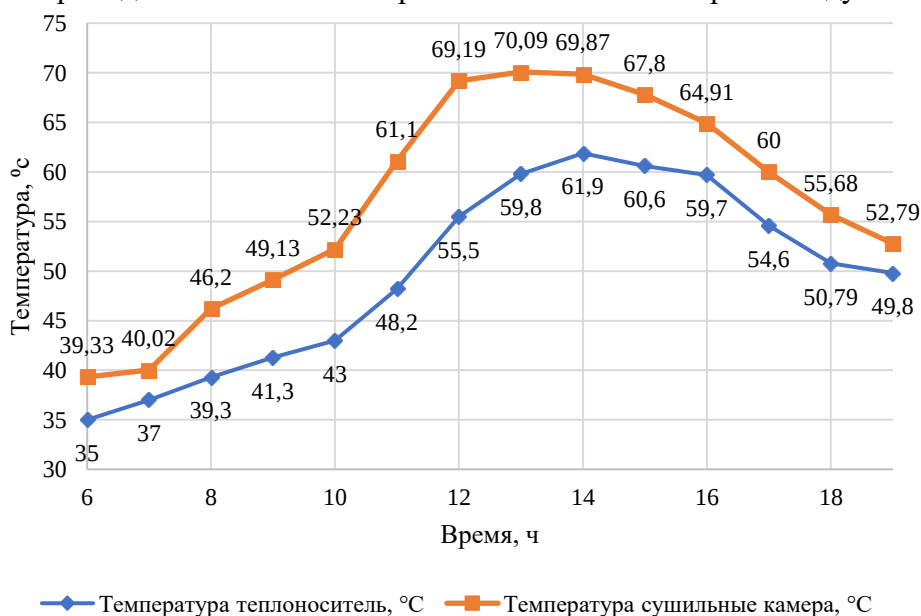


Рис. 11. Изменение температуры сушильной камеры и выходного сигнала коллектора в зависимости от времени суток.

Выводы

Установлено, что температура окружающей среды влияет на эффективность, зависящую от падающего солнечного излучения. Изменение средней температуры поглощающей пластины

представляет собой линейную функцию в зависимости от поглощенной мощности. Эта температура увеличивается в зависимости от количества поглощенной мощности. В нашем случае это значение выше, чем у коллектора без перегородок. Выяснилось, что температура поглотителя с перегородками выше, чем в случае без перегородок. Согласно полученным данным, тепловая эффективность коллектора имеет значение при значительных расходах теплоносителя. Таким образом, выход, полученный с помощью моделирования, и выход, полученный экспериментально, очень близки между собой.

References

1. Yusupbekov, N.R., Matyakubova, Sh.A., Maksudova, Sh.A. (2007). Matematicheskoe modelirovanie i eksperimentalnoe issledovanie prosessa sushki dispersnix materialov s visokim vnutridiffuzionnim soprotivleniem [Mathematical modeling and experimental study of the drying process of dispersed materials with high intra-diffusion resistance]. *Ximiya i ximicheskaya texnologiya*. 4, 62-66. (in Russian).
2. Yusupbekov, N.R., Gulyamov, Sh.M., Yakubov, A.X., Nuritdinov, Sh., Duskabilov, B.X. (1991). Metod osenivaniya parametrov modeley pri approksimatsii ravnovesnix zavisimostey [Method for estimating model parameters when approximating equilibrium dependencies]. *Izvestiya vuzov. Pishევayateknologiya*. 1-3, 216-218. (in Russian).
3. Yusupbekov, N., Mukhitdinov, J., Nuritdinov, Sh., Shaumarov, B. (2010). Calculation of interphase balance on the basis of models with errors in variables. *Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, WCIS-2010*. B-QuadratVerlag, 145-148.
4. Nurmuxamedov, X.S. (1993). *Nauchnie osnovi sozdaniya prosessov i apparatov dlya sushki i granulirovaniya zernistivoloknistix materialov* [Scientific basis for creating processes and apparatus for drying and granulating granular fibrous materials]. Diss. dokt. tex. nauk. Tashkent: TXTI. 440 p. (in Russian).
5. Iskandarov, Z.S. (2001). *Povishenie effektivnosti kombinirovannix solnechno-toplivnix sushilnix ustanovok dlya selskoxozyaystvennix produktov* [Improving the efficiency of combined solar-fuel drying plants for agricultural products]. Avtoref. diss. dokt. texn. nauk. Tashkent: TXTI, 32 p. (in Russian).
6. Sultanova, Sh.A. (2018). *Sovershenstvovanie vodonagrevatelnoy konvektivnoy ustanovki dlya sushki lekarstvennix rasteniy* [Improving a water-heating convective installation for drying medicinal plants]. Diss. dokt. fil. PhD. Tashkent, 156 p. (in Russian).
7. Mamatov, Sh., Choriev, A., Dodaev, Q., Babayarov, F. (2012). Mathematical modeling and optimization the drying process of agricultural products. *International Conference on European Science and Technology*. 256-261.
8. Dadaev, G.T. (2019). *Sovershenstvovanie energosberegayushey geliosushilnoy ustanovki dlya sushki dieticheskix pishევix trav* [Improving an energy-saving solar drying unit for drying dietary herbs]. Diss. dokt. fil. PhD. Tashkent, 151 p. (in Russian).
9. Djuraev, X.F., Artikov, A.A., Dodaev, K.A. (2003). Intensifikatsiya prosessa teplo- i massoobmena pri kompleksnoy pererabotke selxozsiryia [Intensification of the process of heat and mass transfer during complex processing of agricultural raw materials]. *Xranenie i pererabotka selxozsiryia*, 11, 47-49. (in Russian).
10. Shabane, F., Mummi, N., Benramache, S. (2014). Eksperimentalnoe issledovanie teploperedachi i teplovix xarakteristik s pomoshhyu prodolnix reber solnechnogo vozduxonagrevatelya [Experimental Study of Heat Transfer and Thermal Performance Using Longitudinal Fins of a Solar Air Heater]. *Jurnal perspektivnix issledovaniy*. 5(2), 183-192. (in Russian).
11. Shabane, F., Mummi, N., Benramache, S. (2012). Eksperimentalnoe issledovanie teploperedachi dlya solnechnogo vozduxonagrevatelya i vklada reber v povishenie teplovoy effektivnosti [Experimental Study on Heat Transfer for a Solar Air Heater and the Contribution of Fins to Improve Thermal Efficiency]. *Mejdunarodniy jurnal peredovix issledovaniy v oblasti vozobnovlyaemix istochnikov energii*. 1(9), 487-494. (in Russian).
12. Likov, A.V. (1968). *Teoriya sushki* [Drying theory]. M.: Energiya, 471 p. (in Russian).
13. Lebedev, P.D. (1963). *Raschet i proektirovanie sushilnix ustanovok* [Calculation and design of drying installations]. M.: Gosudarstvennoe energeticheskoe izdatelstvo, 320 p. (in Russian).
14. Sajin, B.S. (1985). *Osnovi texniki sushki* [Drying Technique Basics]. M.: Ximiya, 320 p. (in Russian).
15. Likov, A.V., Vasilev, L.L. (1970). *Teplo – i massoobmen pri nizkix temperaturax* [Heat and mass transfer at low temperatures]. Minsk: Nauka i texnika, 175 p. (in Russian).
16. Ponasenko, A.S., Sultanova, Sh.A., Safarov, J.E. (2023). Issledovanie balansa massi v teplovom potoke vozduxa [Study of mass balance in thermal air flow]. *Problemi energo- i resursosberejeniya*. 84, 439-446. (in Russian).
17. Safarov, J.E., Sultanova, Sh.A., Ponasenko, A.S., Dadaev, G.T. (2024). Chislennoe issledovanie sushki pishევix produktov razlichnoy geometricheskoy formi metodom prinuditelnoy konveksii [Numerical study of drying food products of various geometric shapes using the forced convection method]. *Central Asian Food Engineering and Technology*. 1, 86-96. (in Russian).
18. Ponasenko, A.S., Sultanova, Sh.A., Samandarov, D.I., Safarov, J.E. (2024). Rezultati eksperimentalnogo issledovaniya teplovogo vozdušnogo potoka v prosesse sushki [Results of an experimental study of thermal air flow during the drying process]. *Universum: texnicheskie nauki*. 1(118), 5-9. (in Russian).

19. Mambetsheripova, A.A., Sultanova, Sh.A., Safarov, J.E., Gurbuz Gunesh (2023). Issledovanie teplofizicheskix xarakteristik lekarstvennogo rastitelnogo sirya [Study of thermophysical characteristics of medicinal plant raw materials]. *Vestnik KGU im. Berdaxa*. 3(61), 46-50. (in Russian).
20. Ponasenko, A.S., Safarov, J.E., Sultanova, Sh.A. (2023). Improvement of convective drying equipment. *Technical science and innovation*. 4, 65-69.
21. Dadayev, G., Safarov, J., Sultanova, Sh., Muxiddinov, Q. (2023). Mathematical modeling of fruit drying and system analysis of the process (on the example of persimmon). *Technical science and innovation*. 4, 60-65.
22. Dadaev, G.T., Sultanova, Sh.A., Safarov, J.E. (2023). Matematicheskoe modelirovanie sushki lekarstvennix trav v geliosushilnoy ustanovke [Mathematical modeling of drying medicinal herbs in a solar drying unit]. *Problemi energo- i resursoberejeniya*. 84, 242-250. (in Russian).
23. Sultanova, Sh.A., Mambetsheripova, A.A., Safarov, J.E. (2023). Issledovanie teploobmena prosessa sushki [Heat Transfer Study of the Drying Process]. *Universum: texnicheskie nauki*. 12(117), 28-31. (in Russian).
24. Sultanova, Sh., Safarov, J., Raxmanova, T.T., Guven, E.C. (2020). Investigation of the moisture binding forms in plant raw materials and therm als and thermal characteristics teristics determination. *Chemical technology control and management*. 4, 199-205.
25. Safarov, J.E., Sultanova, Sh.A., Ponasenko, A.S., Dadaev, G.T. (2023). Results of the study of the pumpkin drying process. *Chemical technology control and management*. 4 (112), 9-14.