

## Принцип Работы И Основные Типы Солнечных Воздухонагревателей

*Жахонгир Тождалиевич Орзиматов, Азизбек Усмонали ўгли Тўхташев,  
Шавкат Шамсиддинович Онорбоев  
Ферганский политехнический институт Улица Фергана, Ўзбекистон*

**Аннотация:** В статье рассмотрен мировой опыт применения солнечных воздушных коллекторов в системах теплоснабжения. Учитывая, что плотность воздуха составляет 0,001 от плотности воды, теплопроводность воздуха меньше почти в 26 раз, а теплоемкость в 4 раза по сравнению с водой, проанализированы пути повышения тепловой эффективности солнечных воздухонагревателей.

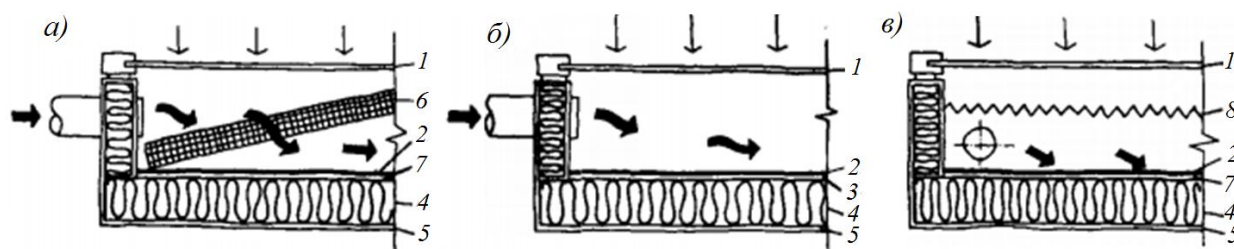
**Ключевые слова:** Солнечный воздухонагреватель, Воздушные коллекторы, матричным абсорбером, интенсивности процесса, воздухопроницаемый матричный абсорбер.

Солнечный воздухонагреватель является одним из основных компонентов солнечной тепловой установки. В этом компоненте происходит поглощение солнечной радиации, превращение её в тепловую энергию, и передача тепловой энергии теплоносителю.

Воздушные коллекторы изготавливают плоскими. Они состоят из корпуса, прозрачного верхнего покрытия, абсорбера и теплоизоляции нижней и боковых стенок корпуса. Относительно выбора материала для различных компонентов, корпуса и обеспечения стойкости к атмосферному воздействию обычно соблюдают те же основные правила, что и для жидкостных коллекторов. По конструкции абсорбера различают два класса солнечных воздушных коллекторов. [7, с.49;14, с.49; 16, с.117]:

- с воздухопроницаемыми *матричными* абсорберами (рисунок 1, а);
- с воздухонепроницаемыми плоскими абсорберами, *обтекаемыми* с передней (рисунок 1, б) или чаще всего с его тыльной (рисунок 1, в) стороны.

Воздушный коллектор с воздухопроницаемым матричным абсорбером состоит из поглотителей из пористого материала с открытыми порами. К примеру, это могут быть слои черных пористых текстильных материалов или пенопластовые пластины, которые размещают на пути воздуха как воздушные фильтры. Излучение солнца поглощается не только в поверхностном слое абсорбера, но и в его объеме. Между прозрачным покрытием и абсорбером оставляют щель переменной ширины для подачи воздуха к абсорберу. Когда воздух фильтруется через абсорбер, тот отдает свое тепло воздуху.



а – коллектор с воздухопроницаемым матричным абсорбером; б – коллектор с

воздухонепроницаемым абсорбером, обтекаемый с передней стороны абсорбера; *в* – коллектор с воздухонепроницаемым абсорбером, обтекаемый с тыльной стороны абсорбера; 1 – стекло; 2 – слой чёрной краски; 3 – тепловоспринимающая пластина; 4 – теплоизоляционный материал; 5 – корпус; 6 – сетка, окрашенная в чёрный цвет; 7 – пластина; 8 – тепловоспринимающая гофрированная пластина

**Рис. 1. Конструкции солнечных воздушных коллекторов [7]**

Противоположность матричным представляют коллекторы с обтекаемым плоским абсорбером из герметичного материала, как правило, листового металла. Как показано на рисунке 1, *б* и *в*, воздух в таких коллекторах устремляется параллельно обтекаемому абсорберу либо вдоль передней поверхности абсорбера (рисунок 1, *б*), либо только вдоль его тыльной поверхности (рисунок 1, *в*).

Удельная полезная энергия, передаваемая воздуху от поглощающей поверхности абсорбера  $q_u$  в единицу времени равна:

$$q_u = c_{pж} \rho_{ж} Q_{в} (t_{жк} - t_{жо}) = c_{pж} g (t_{жк} - t_{жо}), \quad (1)$$

где  $c_{pж}$  - теплоёмкость воздуха (охлаждающей жидкости), Дж/(кг•°С);

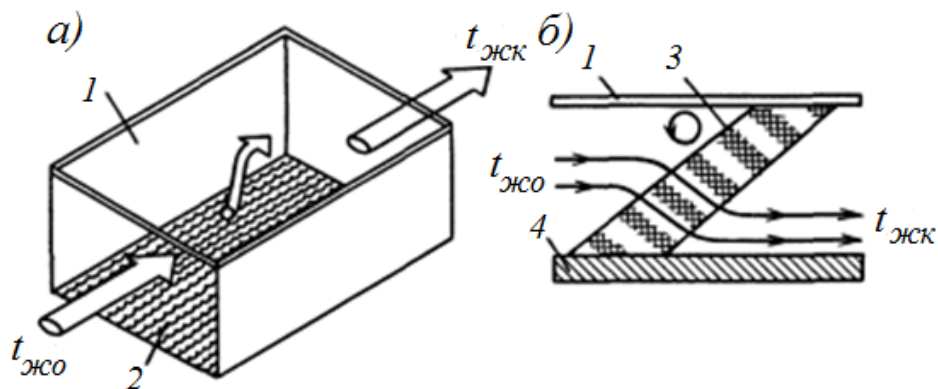
$Q_{в}$  - удельный объёмный расход воздуха, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с);

$\rho_{ж}$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - удельный массовый расход воздуха, кг/(м<sup>2</sup>·с);

$t_{жк}$  и  $t_{жо}$  - температура воздуха на выходе и входе абсорбера, °С.

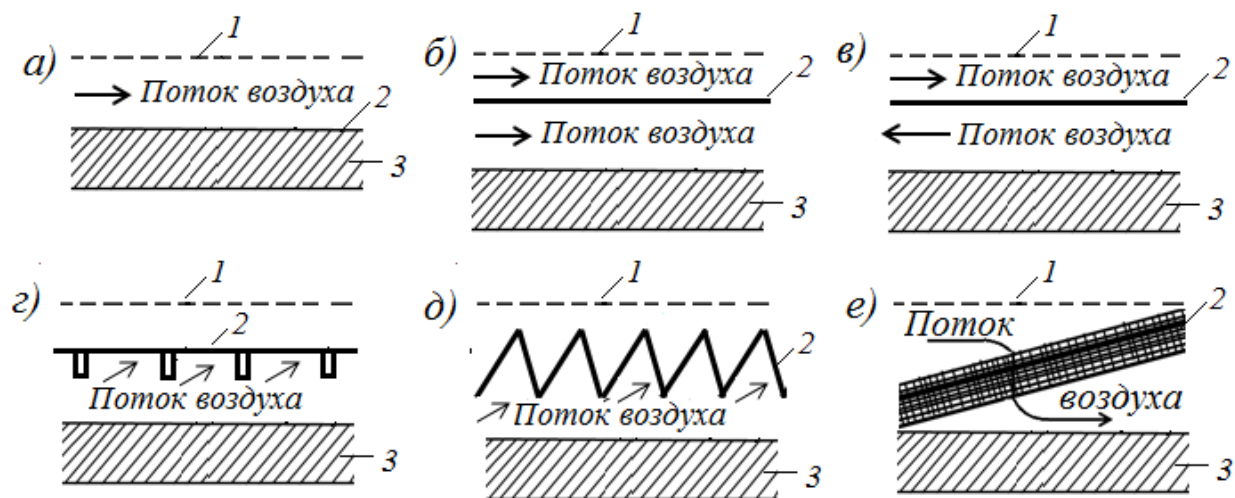
Плотность воздуха составляет 0,001 плотности воды, поэтому при том же энергетическом вкладе удельный объёмный (массовый) расход воздуха должен быть гораздо выше. Однако, поскольку теплопроводность воздуха намного ниже, чем у воды, для сходных условий передача энергии от приёмной поверхности к теплоносителю происходит намного слабее. Поэтому нагреватели такого типа, как показано на рисунок 2, *а*, чаще всего изготавливают шероховатыми приёмными поверхностями, на которых нарезаны канавки для увеличения площади и усиления турбулентности, необходимой для теплопереноса в воздухе [16, с.117].. Альтернативный вариант состоит в увеличении контактной поверхности при использовании пористых или сетчатых абсорберов (рисунок 2, *б*).



*а* – с шероховатыми приёмными поверхностями; *б* - с пористым или сетчатым абсорбером; 1 – стеклянное покрытие; 2 – шероховатая чёрная поглощающая поверхность; 3 – пористая поглощающая пластина; 4 - изоляция

Рис. 2. Два способа повышения интенсивности теплообмена абсорбера СВК

Для увеличения контактной поверхности абсорбера СВК существуют различные принципиальные схемы организации направления движения воздушного потока, некоторые из которых изображены на рисунке 3.



*a* – с потоком воздуха над абсорбером; *б* – с потоками воздуха над и под абсорбером с двух сторон в одном направлении; *в* – с потоками воздуха над и под абсорбером с двух сторон в противоположных направлениях; *г* – с потоком воздуха под абсорбером, имеющим ребра; *д* – с потоком воздуха под абсорбером, выполненного в виде V-образного волнистого металлического листа; *е* – с поток воздуха через воздухопроницаемый матричный абсорбер; 1- прозрачное покрытие; 2 – абсорбер; 3 – теплоизолированное днище

Рис. 3 Принципиальные схемы солнечных воздушных коллекторов с различной организацией направления движения потока воздуха относительно абсорбера

Следует заметить, что основной целью организацией направления движения потока воздуха относительно абсорбера является максимальное увеличение контактной поверхности между абсорбером и воздухом для интенсификации процесса теплообмена. С этой точки зрения, принципиальные схемы, изображённые на рисунке 3, расположены в порядке возрастания контактной поверхности и интенсивности процесса теплообмена.

Так например, схема «а» имеет наименьшую контактную поверхность и интенсивность теплообмена, так как гладкий абсорбер обтекается воздухом только с одной стороны. В схемах «б» и «в» контактная поверхность и интенсивность теплообмена увеличена как минимум в два раза из-за двухстороннего обтекания абсорбера потоком воздуха сверху и снизу. В схемах «г» и «д» осуществляется дальнейшее увеличение контактной поверхности и интенсивности теплообмена путём применения ребристой и V-образной поверхностей. В рассмотренных схемах абсорбер является воздухо непроницаемым и поток воздуха вынужден его обтекать. Поэтому с увеличением поверхности абсорбера за счёт применения ребристой и V-образной поверхностей происходит существенное увеличение его аэродинамического сопротивления.

Схема «е» с поток воздуха через воздухопроницаемый матричный абсорбер, принципиально отличается от рассмотренных схем с обтекаемым абсорбером своими более высокими возможностями по интенсификации процессов поглощения солнечной радиации и теплообмена. Во-первых, она позволяет существенно увеличить

контактную теплообменную поверхность за счёт многочисленных мелких воздухопроницаемых поровых каналов. Во-вторых, существенно увеличивается интенсивность поглощения солнечной радиации всем объёмом абсорбера, а не только поверхностью абсорбера, как это было в рассмотренных выше обтекаемых абсорберах.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, СВК с воздухопроницаемым матричным абсорбером являются наиболее перспективными для дальнейших исследований по совершенствованию их теплотехнических показателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Танака С., Суда Р. Жилые дома с автономным солнечным тепло-хладоснабжением/ Пер. с яп.- М.: Стройиздат, 1989.- 49 с.
2. Основы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. Я. Федянин, С. О. Хомутов, В. М. Иванов, И. А. Бахтина, Т. Ю. Иванова; под ред. В. Я. Федянина. – Барнаул: ООО «МЦ ЭОР», 2018. – 49 стр.
3. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат. 1990.- 117 с.
4. Main reserves for increasing the efficiency of solar thermal energy in heat supply systems/ YK Rashidov, KY Rashidov, II Mukhin, KT Suratov, JT Orzimatov, Applied Solar Energy 55 (2), 91-100
5. The Method of Hydraulic Calculation of a Heat Exchange Panel of a Solar Water-Heating Collector of a Tube–Tube Type with a Given Nonuniform Distribution of Fluid Flow Along / YK Rashidov, JT Orzimatov, KY Rashidov, ZX Fayziev, Applied Solar Energy 56 (1), 30-34
6. Метод гидравлического расчёта теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа с заданной неравномерностью распределения потока жидкости в / ЮК Рашидов, ЖТ Орзиматов, КЮ Рашидов, ЗФ Файзиев, Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019, 1391-1395
7. Abdulkarimov, B. A., & Kuchkarov, A. A. (2022). Research of the Hydraulic Resistance Coefficient of Sunny Air Heaters with Bent Pipes During Turbulent Air Flow. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 15(1), 14-23.
8. Abdulkarimov, B. A. (2021). Improve Performance Efficiency As A Result Of Heat Loss Reduction In Solar Air Heater. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 29(1), 505-511.
9. Malikov, Z. M., & Madaliev, M. E. (2020). Numerical simulation of two-phase flow in a centrifugal separator. *Fluid Dynamics*, 55(8), 1012-1028.
10. Маликов, З. М., & Мадалиев, М. Э. (2021). Численное моделирование течения в плоском внезапно расширяющемся канале на основе новой двухжидкостной модели турбулентности. *Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Естественные науки»*, (4 (97)), 24-39.
11. Madraximov, M. M., Abdulkhaev, Z. E., & ugli Inomjonov, I. I. (2022). Factors Influencing Changes In The Groundwater Level In Fergana. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 30(2), 523-526.

12. Arifjanov, A., Otaxonov, M., & Abdulkhaev, Z. (2021). Model of groundwater level control using horizontal drainage. *Irrigation and Melioration*, 2021(4), 21-26.
13. Худайкулов, С. И., & Муминов, О. А. У. (2022). МОДЕЛИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПОТОКА ВЫЗЫВАЮЩЕЙ КАВИТАЦИЮ И РЕЗКОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ПОТОКА. *Universum: технические науки*, (2-2 (95)), 59-64.
14. АБДУЛҲАЕВ, З., & МАДРАХИМОВ, М. (2020). Гидротурбиналар ва Насосларда Кавитация Ҳодисаси, Оқибатлари ва Уларни Баргараф Этиш Усуллари. *Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журнали*, 4(8), 19-20.
15. ugli Mo'minov, O. A., Maqsudov, R. I., & qizi Abdukhalilova, S. B. (2021). Analysis of Convective Fins to Increase the Efficiency of Radiators used in Heating Systems. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 84-89.
16. Усмонова, Н. А., Негматуллоев, З. Т., Нишонов, Ф. Х., & Усмонов, А. А. (2019). Модели закрученных потоков в строительстве Каркидонского водохранилища. *Достижения науки и образования*, (12 (53)), 5-9.
17. Абдукаримов, Б. А., Аббасов, Ё. С., & Усмонова, Н. У. (2019). Исследование рабочих параметров солнечных воздухонагревателей способы повышения их эффективности. *Матрица научного познания*, (2), 37-42.
18. Мадрахимов, М. М., & Абдулхаев, З. Э. (2019). Насос агрегатини ишга туширишда босимли сув узатгичлардаги ўтиш жараёнларини ҳисоблаш усуллари. *Фарғона Политехника Институту Илмий–Техника Журнали*, 23(3), 56-60.
19. Mamadalievich, M. M., & Erkinjonovich, A. Z. Principles of Operation and Account of Hydraulic Taran. *JournalNX*, 1-4.
20. Сатторов, А. Х. (2016). СУЩЕСТВОВАНИЕ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОГРАНИЧЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДНОГО КВАЗИЛИНЕЙНОГОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ. In *Вузовская наука-региону* (pp. 126-132).
21. Мадхадимов, М. М., Абдулхаев, З. Э., & Сатторов, А. Х. (2018). Регулирования работы центробежных насосов с изменением частота вращения. *Актуальные научные исследования в современном мире*, (12-1), 83-88.
22. Abdikarimov, R., Usarov, D., Khamidov, S., Koraboshev, O., Nasirov, I., & Nosirov, A. (2020, July). Free oscillations of three-layered plates. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 883, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
23. Nosirov, A. A., & Nasirov, I. A. (2021). Natural and Forced Vibrations of Axisymmetric Structure Taking into Account the Viscoelastic Properties of the Base. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 303-311.
24. qizi Abdukhalilova, S. B. (2021). Simplified Calculation of the Number of Bimetallic Radiator Sections. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES*, 2(12), 232-237.
25. Maqsudov, R. I., & qizi Abdukhalilova, S. B. (2021). Improving Support for the Process of the Thermal Convection Process by Installing. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 56-59.
26. Мадрахимов, М. М., Абдулхаев, З. Э., & Ташпулатов, Н. Э. (2019). Фарғона Шаҳар Ер Ости Сизот Сувлари Сатҳини Пасайтириш. *Фарғона Политехника Институту Илмий–Техника Журнали*, 23(1), 54-58.

27. Hamdamov, M., Mirzoyev, A., Buriev, E., & Tashpulatov, N. (2021). Simulation of non-isothermal free turbulent gas jets in the process of energy exchange. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 01017). EDP Sciences.
28. Рашидов, Ю. К., Орзиматов, Ж. Т., & Исмоилов, М. М. (2019). Воздушные солнечные коллекторы: перспективы применения в условиях Узбекистана. In *Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019* (pp. 1388-1390)
29. Рашидов, Ю. К., Исмоилов, М. М., Орзиматов, Ж. Т., Рашидов, К. Ю., & Каршиев, Ш. Ш. (2019). Повышение эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров. In *Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019* (pp. 1366-1371).
30. Madraximov, M. M., Abdulkhaev, Z. E., & Orzimatov, J. T. (2021). GIDRAVLIK TARAN QURILMASINING GIDRAVLIK HISOBI. *Scientific progress*, 2(7), 377-383.
31. Rashidov, Y. K., & Orzimatov, J. T. (2022). SOLAR AIR HEATER WITH BREATHABLE MATRIX ABSORBER MADE OF METAL WIRE TANGLE. *Scientific-technical journal*, 5(1), 7-13.
32. Усаров, М. К., & Маматисаев, Г. И. (2019). КОЛЕБАНИЯ КОРОВЧАТОЙ КОНСТРУКЦИИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ. In *Научный форум: технические и физико-математические науки* (pp. 53-62).
33. Abdukarimov, B., O'tbosarov, S., & Abdurazakov, A. (2021). Investigation of the use of new solar air heaters for drying agricultural products. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 01031). EDP Sciences.
34. Усаров, М. К., & Маматисаев, Г. И. (2014). К динамическому расчету коробчатой конструкции здания. *ME' MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI*, 86.
35. Bekzod, A. (2020). Relevance of use of solar energy and optimization of operating parameters of new solar heaters for effective use of solar energy. *IJAR*, 6(6), 16-20.
36. Madraximov, M. M., Nurmuxammad, X., & Abdulkhaev, Z. E. (2021, November). Hydraulic Calculation Of Jet Pump Performance Improvement. In *International Conference On Multidisciplinary Research And Innovative Technologies* (Vol. 2, pp. 20-24).
37. Hamdamalievich, S. A., & Nurmuxammad, H. (2021). Analysis of Heat Transfer of Solar Water Collectors. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 60-65.
38. Madaliev, M. E. U., Maksudov, R. I., Mullaev, I. I., Abdullaev, B. K., & Haidarov, A. R. (2021). Investigation of the Influence of the Computational Grid for Turbulent Flow. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 111-118.
39. Madraximov, M., Yunusaliev, E., Abdulhayev, Z., & Akramov, A. (2021). *Suyuqlik va gaz mexanikasi fanidan masalalar to'plami*. GlobeEdit.
40. Абдукаримов, Б. А., Акрамов, А. А. У., & Абдухалилова, Ш. Б. К. (2019). Исследование повышения коэффициента полезного действия солнечных воздухонагревателей. *Достижения науки и образования*, (2 (43)).
41. Умурзакова, М. А., Усмонов, М. А., & Рахимов, М. Н. (2021). АНАЛОГИЯ РЕЙНОЛЬДСА ПРИ ТЕЧЕНИЯХ В ДИФФУЗОРНО-КОНФУЗОРНЫХ КАНАЛАХ. *Экономика и социум*, (3-2), 479-486