

УДК 621.47:536.24

EDN
[ESPVDR](#)

Исследование теплоотдачи в солнечном воздухонагревателе с насадочным абсорбером

Е.С. Аббасов*, М.А. Умурзакова

Ферганский политехнический институт, ул. Ферганская, 86, Фергана, 150107, Узбекистан

*E-mail: erkinabbasov@yandex.ru

Аннотация. В статье изучена конвективная теплоотдача плоского солнечного воздухонагревателя, в котором в качестве абсорбера солнечной радиации использована насадка состоящая из металлической стружки. Для расчета конвективной теплоотдачи насадки использовано понятие теплоотдачи отнесенной к объему насадки. Такое представление результатов обработки экспериментальных результатов позволяет непосредственно вычислить в итоге объем требуемой насадки для данного конкретного вида стружки и спроектировать более высокий по эффективности передачи тепла солнечный коллектор. Исследования также показывают, что насадочный коллектор является более устойчивым к перемене солнечной радиации т.е. имеет высокую тепловую инерционность.

Ключевые слова: плоский солнечный коллектор, насадка, металлическая стружка, уравнение теплового баланса, конвективный коэффициент теплоотдачи.

Analysis of the economic effect of increasing the reliability of information systems of digital agricultural enterprises

E.S. Abbasov*, M.A. Umurzakova

Fergana Polytechnic Institute, st. Fergana, 86, Fergana, 150107, Uzbekistan

*E-mail: erkinabbasov@yandex.ru

Abstract. The article studies the convective heat transfer of a flat solar air heater, in which a nozzle consisting of metal shavings is used as a solar radiation absorber. To calculate the convective heat transfer of the nozzle, the concept of heat transfer related to the volume of the nozzle is used. This presentation of the results of processing the experimental results makes it possible to directly calculate the final volume of the required nozzle for a given specific type of chip and design a solar collector with a higher efficiency of heat transfer. Research also shows that a packed collector is more resistant to changes in solar radiation, i.e., has high thermal inertia.

Keywords: flat solar collector, nozzle, metal shavings, heat balance equation, convective heat transfer coefficient.

1. Введение

Вопросы повышения эффективности плоских солнечных воздухонагревателей, которые могут быть использованы для сушки плодоовощной продукции, выращиваемой в Республике Узбекистан, является важной с точки зрения занимаемой ими площади и расхода материалов (корпуса, абсорбера и прозрачного покрытия). Проводимые в последние годы исследования таких нагревателей на базе Ферганского политехнического института показали, что нагрев воздуха в плоском нагревателе является более эффективным, если абсорбер коллектора выполнить в виде насадок различной конфигурации. В этом случае происходит передача тепла в всем объеме, за счет многократного контактирования нагретой насадки с воздушным потоком.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

В статье [1], опубликованной в 2024 году в трудах III Всероссийской национальной научной конференции (РОСНИО–III–2024) авторами впервые были представлены результаты научных экспериментов по измерению температуры нагретого воздуха и поверхности плоского и стружечного абсорбера для двух вариантов плоского солнечного воздухонагревателя (рисунок 1), первого – плоского с гладким абсорбером и второго с насадкой в виде стружки (рисунок 2). Размеры коллектора как в первом варианте, так и во втором варианте были одинаковы и составляли: длина коллекторов $l = 1,5$ м ширина коллекторов, $a = 0,5$ м, высота канала коллектора $h = 0,05$ м.



Рисунок 1. Общий вид коллектора.



Рисунок 2. Общий вид стружки.

Скорость воздуха создавалась вентилятором небольшой мощности и составляла в обоих коллекторах 1,4 м/с. Результаты измерений температур воздуха на выходе из коллекторов и температур абсорберов (плоского и стружечного) показали, что температура нагретого воздуха и коллектора с стружечным абсорбером выше, чем в коллекторе с плоским абсорбером, практически в 1,4 раза. Кроме того, было обнаружено, что температура поверхности стружечного абсорбера является более устойчивой, по сравнению с плоским, во времени при постоянной скорости их охлаждения.

В настоящей статье, на основании полученных экспериментальных данных в работе [1] проведены расчеты конвективной теплоотдачи в солнечном воздухонагревателе со стружечным абсорбером.

3. Методы и материалы исследования

Как известно, для теплообменных устройств [2-4], состоящих из поверхностей типа насадок более удобным, является использование в инженерных расчетах коэффициента конвективной теплоотдачи, отнесенного к объему насадки α_V .

Расчетная формула для определения коэффициента α_V может быть получена из уравнения теплового баланса, составленного для солнечного коллектора (для мгновенных значений показателей) (уравнение 1):

$$GC_p(t'' - t') = \alpha_V V \Delta t \quad (1)$$

Откуда

$$\alpha_V = GC_p(t'' - t') / V \Delta t \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

где:

- $\Delta t = t_{ст} - (t'' + t')/2$ – средний температурный напор, $^\circ\text{C}$.
- t'', t' - температуры воздуха на выходе и входе в солнечный нагреватель, $^\circ\text{C}$.

Для определения указанного коэффициента теплоотдачи авторы использовали следующие экспериментальные данные для стружечного коллектора (таблица 1).

Таблица 1. Экспериментальные данные для стружечного коллектора.

№	τ время	$t_{ст}$ $^\circ\text{C}$	t'' $^\circ\text{C}$	t' $^\circ\text{C}$
1	12 ¹⁰	100	84	25
2	12 ⁵⁵	107	81	25
3	13 ¹⁰	107	70	25
4	13 ³⁰	93	70	25

Таблица 2. Данные измерений для плоского коллектора.

№	τ время	$t_{ст}$ °C	t'' °C	t' °C
1	12 ¹⁰	83	61	25
2	12 ⁵⁵	81	57	25
3	13 ¹⁰	65	57	25
4	13 ³⁰	64	53	25

Как видно из таблиц 1, 2 стружечный коллектор намного превосходит по своим показателям обычный коллектор.

Расчет расхода воздуха через коллектор (уравнение 3):

$$G = \rho\omega S = 1,29 \cdot 1,4 \cdot 0,025 = 0,045 \text{ кг/с} \quad (3)$$

Объем насадки (уравнение 4):

$$V = L \cdot S = 1,5 \cdot 0,045 = 0,0375 \text{ м}^3 \quad (4)$$

Для первого режима (уравнение 5):

$$\alpha_V = \frac{G C_p (t'' - t')}{V \Delta t} = 0,045 \cdot \frac{1000(84-25)}{[0,0375(100 - \frac{84+25}{2})]} = 1556 \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5)$$

Для второго режима (уравнение 6):

$$\alpha_V = \frac{G C_p (t'' - t')}{V \Delta t} = 0,045 \cdot \frac{1000(81-25)}{[0,0375(107 - \frac{81+25}{2})]} = 1244 \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

Для третьего режима (уравнение 7):

$$\alpha_V = \frac{G C_p (t'' - t')}{V \Delta t} = 0,045 \cdot \frac{1000(70-25)}{[0,0375(107 - \frac{70+25}{2})]} = 907 \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

Для четвертого режима (уравнение 8):

$$\alpha_V = \frac{G C_p (t'' - t')}{V \Delta t} = 0,045 \cdot \frac{1000(70-25)}{[0,0375(93 - \frac{70+25}{2})]} = 1187 \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8)$$

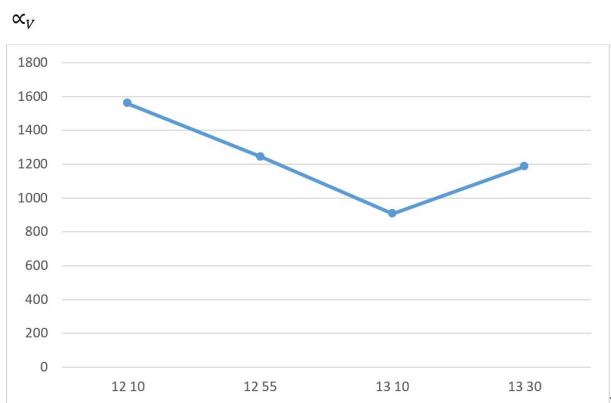


Рисунок 3. График изменения объемного коэффициента теплоотдачи во времени.

4. Полученные результаты

По результатам экспериментальных данных, приведенных в статье, можно сделать вывод о том, что в целом эксперименты показывают высокую эффективность солнечного воздухонагревателя с насадочным абсорбером. В работе для плоского солнечного воздухонагревателя с насадкой получены результаты расчета конвективного коэффициента теплоотдачи, отнесенного к объему насадки. Также в статье показано, что значения коэффициента теплоотдачи зависят от интенсивности солнечной радиации.

Список литературы

1. Аббасов, Е.С. Солнечный воздухонагреватель с насадочным абсорбером / Е.С. Аббасов, М.А. Умурзакова, О. Кохоров // Российская наука, инновации, образование (РОСНИО-III-2024): сборник научных трудов III Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием (г. Красноярск, 30-31 мая 2024 г.). – Красноярск: ОУ «ККДНиТ», 2024. – С. 11-16.
2. Бакластов, А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / А.М. Бакластов. – М.: Энергия, 1970. – 557 с.
3. Шашкин, В.Ю. Оценка эффективности насадок регенеративных теплообменных аппаратов / В.Ю. Шашкин, Е.В. Торопов // Вестник ЮУрГУ. – 2007.– № 12. – С. 5-6.
4. Лехнер, М.В. Способ определения объемного коэффициента теплоотдачи пористых материалов в теплообменных каналах / М.В. Лехнер // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2023. – № 1(140). – С. 53-59.