

6-30-2018

THE RESEARCH OF THE SIZES SOLAR AIR HEATER WITH OPTICAL MAGNIFYING GLASS

N M. Safarov

A A. Obidov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Safarov, N M. and Obidov, A A. (2018) "THE RESEARCH OF THE SIZES SOLAR AIR HEATER WITH OPTICAL MAGNIFYING GLASS," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 2 , Article 23.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss2/23>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

UDC 677.21.021.2

16. THE RESEARCH OF THE SIZES SOLAR AIR HEATER WITH OPTICAL MAGNIFYING GLASS

N.M. Safarov¹, A.A. Obidov¹

¹Namangan Engineering and Technology Institute, Namangan, Uzbekistan

ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗМЕРОВ СОЛНЕЧНОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ С ОПТИЧЕСКИМИ ЛУПАМИ

Abstract. *This article presents the theoretical analysis for creating of new technology of middle fibrous raw cotton with using of alterative energy origins.*

Key words: solar energy, air heater, optical magnifying glasses, flat, perforated, efficiency, energy consumption, heat technical, helium technology, fiber quality, construction.

Аннотация. *В данной статье представлены теоретические анализы для создания новой технологии сушки средневолокнистого хлопка-сырца с использованием альтернативных источников энергии.*

Ключевые слова: солнечная энергия, воздухонагреватель, оптические лупы, плоские, перфорированные, эффективность, энергоёмкость, теплотехнический, гелиотехника, качество волокна, конструкция.

Аннотация. *Мазкур мақолада ўрта толали чигитли пахталарни қуритишининг янги технологияси яъни, алтернатив энергия манбаларидан фойдаланишидаги назарий таҳлиллари кўриб чиқилган.*

Таянч сўзлар: қуёш энергияси, ҳавоқиздирғич, оптик лупалар, текис, перфорацияли, самарадорлик, энергияҳажмдор, теплотехникгелиотехника, тола сифати, конструкция.

В настоящее время к числу важных народнохозяйственных проблем, стоящих перед республикой Узбекистан, относятся проблемы, связанные с решением задач, вытекающих из развития топливно-энергетического комплекса и экологической проблемы. Выполнению этих задач, требующих безотлагательного решения, способствует увеличение масштабов использования возобновляемых источников энергии.

Использование солнечной энергии в рациональном сочетании с другими источниками энергии во многих случаях позволяет сэкономить значительное количество топливно-энергетических ресурсов.

Эффект от использования солнечной энергии особенно ощутим при осуществлении наиболее энергоёмких теплотехнологических процессов в гелиоустановках.

К ним относятся процессы, гелио сушильной технологии хлопка-сырца. Реализация гелиотехнологических процессов имеет большое народнохозяйственное значение.

С учетом возрастающих требований к качеству волокна одной из основных задач хлопкоочистительной промышленности в настоящее время является разработка более совершенной и экономичной технологии переработки заготовленного сырца и создание новой техники, обеспечивающей повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

В этом отношении первичная переработка хлопка предъявляет высокие требования к организации операции сушки, от качества которой в значительной степени зависит качество выпускаемого хлопкозаводами волокна.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений в обеспечении сохранности хлопкового волокна, потери которых в отдельных случаях превышают 25 процентов [1], является усовершенствование технологии перерабатывающей промышленности, в том числе и разработки новых технологических установок для сушки и хранения хлопка-сырца.

При изложении результатов натуральных испытаний конструкций воздухонагревателя отмечалось, что теплотехнические показатели с оптическими лупами выше, чем у обычных конструкций (под обычной конструкцией имеется в виду остекленный воздухонагреватель). Там однако, не затрагивались вопросы, связанные с расчетом наиболее приемлемых размеров воздухонагревателей.

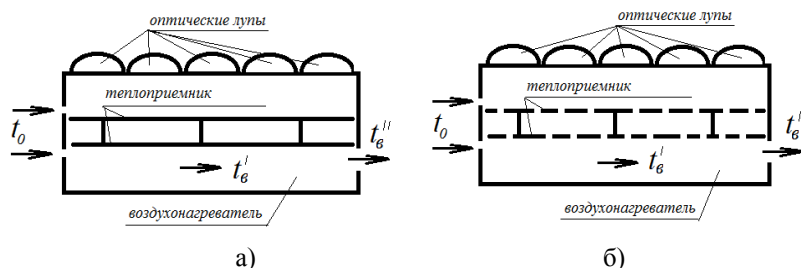


Рис.1 Солнечные воздухонагреватели с оптическими лупами: а) с плоским теплоприемником; б) с перфорированным теплоприемником.

При практическом исполнении солнечного воздухонагревателя с применением оптических луп возникает необходимость заранее определить соотношение площадей его тип и количество луп, при котором температура

воздуха при заданном расходе максимальна.

В данном разделе рассмотрена методика расчета оптимальных размеров таких воздухонагревателей.

С этой целью рассмотрим две наиболее типичные по характеру отсоса нагреваемого воздуха конструкции двухступенчатого воздухонагревателя

Определим температуру воздуха на выходе 1-й- t'_a и во 2-й ступени воздухонагревателя, имеющего единицу длины и ширины, т.е. $1m^2$ площади. При этом можно пренебречь тепловыми потерями с боковых сторон воздухонагревателя не равномерностью скорости движения нагреваемого воздуха (т.е. теплоотдачу теплоприемника по длине считаем не изменной), термическим сопротивлением металлического теплоприемника (из-за малой его толщины и высокой теплопроводности).

В 1-м варианте наружный воздух отсасывается под листовым теплоприемником, а во 2-м - по щели, образованной между пластинками.

Напишем уравнения теплового баланса для элементарного участка dx первой ступени воздухонагревателя длиной x_1 (в данном случае $x_1 = s_1$ и площадь первой ступени). Для воздухонагревателя первого варианта (рис. 1а).

$$J \varepsilon dx = (\alpha_1 + \alpha)(t - t_0)dx + K_1(t_b - t_0)dx + GCdt_b \tag{1}$$

$$\text{Здесь: } GCdt_b = \alpha_2(t - t_b)dx \tag{2}$$

Аналогичные уравнения для воздухонагревателя, изображенного на рис. 1б имеют вид:

$$J \varepsilon K_{np} dx = K_2(t_b - t_0)dx + (\alpha + \frac{\lambda_{uz}}{\delta_{uz}})(t_n - t_0)dx + G_1 C dt_b \tag{3}$$

$$\alpha_n(t_n - t_0)dx = K_2(t_b - t_0)dx + G_1 C dt_b \tag{4}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{21}} + \frac{\delta_{uz}}{\lambda_{uz}}}; \quad K_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}},$$

где J - плотность потока солнечной радиации; Вт/ m^2

ε -поглощательная способность теплоприемника;

K_{np} - пропускная способность луп;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$ - коэффициенты теплоотдачи соответственно от наружной поверхности теплоприемника, внутренней поверхности теплоприемника и от поверхности насадок к нагреваемому воздуху, Вт/ m^2 град.

C - теплоемкость воздуха, кДж/кг · град;

K_1, K_2 - коэффициенты теплопередачи от нагреваемого воздуха к окружающему со стороны дна воздухонагревателя, Вт/м.град;

t_0, t_B, t, t_H - соответственно температуры окружающего воздуха, нагреваемого плоского теплоприемника, град;

$\delta_{из}$ - толщина слоя изоляциам;

$\delta_{ст}$ - толщина стального листа, м;

Правые части уравнений (1) и (3) выражают тепловые потери в окружающую среду конвекцией, излучением и теплопроводностью (со стороны дна воздухонагревателя), а также количество тепла, затраченного для нагрева воздуха.

Подставляя значения t и t_H из уравнений (2) и (4) в уравнения (1) и (3), получим дифференциальные уравнения, позволяющие установить закономерность распределения температуры вдоль длины воздухонагревателя. Решая эти дифференциальные уравнения при граничных условиях:

$$x = 0; \quad t_B = t_0; \quad x = x_1; \quad t_B = t'_B$$

получим выражение для температуры воздуха на выходе из первой ступени.

Это выражение для рассматриваемых конструкций имеет общий вид

$$t'_B = t_0 + AJ \left(1 - e^{\frac{-Bx_1}{G_1C}} \right) \quad (5)$$

При выводе уравнения (5) не учитывалась температурная зависимость α во избежание осложнения математических выражений, здесь и в дальнейшем за α принято его среднетемпературное значение, которое не приводит к большим погрешностям в расчетах.

Если учесть, что t'_B является одновременно и входной температурой для второй ступени, то аналогично формуле (5) можно вывести выражение для температуры воздуха, выходящего из второй ступени:

$$t''_B = t'_B + CJ \left(1 - e^{\frac{-D(1-x_1)}{G_1C}} \right) \quad (6)$$

Подставляя значения t'_B из (5) в (6), получим:

$$t''_B = t_0 + J \left[(A + C) - \left(A e^{\frac{-Bx_1}{G_1C}} + C e^{\frac{-D(1-x_1)}{G_1C}} \right) \right], \quad (7)$$

где A, B, C, D - постоянные величины, которые для первого варианта воздухонагревателя (рис. 1а) равны:

$$A_1 = \frac{\varepsilon}{K_1 + \alpha_1 + \alpha}; \quad B_1 = \frac{(K_1 + \alpha_1 + \alpha)\alpha_2}{K_1 + \alpha_1 + \alpha + \alpha_2};$$

$$C_1 = \frac{\varepsilon K_{пр}}{K_1 + K_3 + \alpha}; \quad D_1 = \frac{(K_1 + K_3 + \alpha)\alpha_2}{K_1 + K_3 + \alpha + \alpha_2};$$

- Для воздухонагревателя 2-го варианта (рис. 1б) эти коэффициенты равны

$$A_2 = \frac{\varepsilon K_{пр} \alpha_H}{K_2 \alpha_H + (K_2 + \alpha_H) \left(\alpha + \frac{\lambda_{из}}{\delta_{из}} \right)}; \quad B_2 \approx \frac{K_2 \alpha_2 + (K_2 + \alpha_H) \left(\alpha + \frac{\lambda_{из}}{\delta_{из}} \right)}{\alpha_H + \alpha + \frac{\lambda_{из}}{\delta_{из}}};$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon K_{\text{пр}}^2 \alpha_n}{K_4 \alpha_n + (K_4 + \alpha_n) \left(\alpha + \frac{\lambda_{\text{уз}}}{\delta_{\text{уз}}} \right)}; \quad D_2 = \frac{K_4 \alpha_n + (K_4 + \alpha_n) \left(\alpha + \frac{\lambda_{\text{уз}}}{\delta_{\text{уз}}} \right)}{\alpha_n + \alpha + \frac{\lambda_{\text{уз}}}{\delta_{\text{уз}}}};$$

Здесь: $\alpha = \frac{4,9\varepsilon}{n+1} 10^{-8} (T^2 + T_0^2)(T + T_0)$ n - количества луп;

K_3, K_4 - коэффициенты теплопередачи второй ступени, Вт/м.град

$$K_3 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{в}}}{\lambda_{\text{экв}}} + \frac{\delta_{\text{см}}}{\lambda_{\text{см}}}}; \quad K_4 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{в}}}{\lambda_{\text{экв}}} + 2 \frac{\delta_{\text{см}}}{\lambda_{\text{см}}}}$$

$A_{\text{экв}}$ - эквивалентный коэффициент теплопроводности Вт/м⁰.град;

$\delta_{\text{в}}$ - расстояние между лупами и телеприемником, м

При расчете коэффициентов A, B, C, D принято:

$\varepsilon = 0,95; K_{\text{пр}} = 0,72; \lambda_{\text{см}} = 0,6$ Вт/м.град; $\delta_{\text{уз}} = 0,05$ м; $\delta_{\text{см}} = 0,002$, м; $\lambda_{\text{уз}} = 0,03$, Вт/м.град.

Используя формулу (7) можно определить конечную температуру воздуха двухступенчатых воздухонагревателей при различных удельных расходах и интенсивности солнечной радиации. При прочих равных условиях конечная температура воздуха на выходе второй ступени зависит от соотношения длин (площадей) ступеней воздухонагревателей.

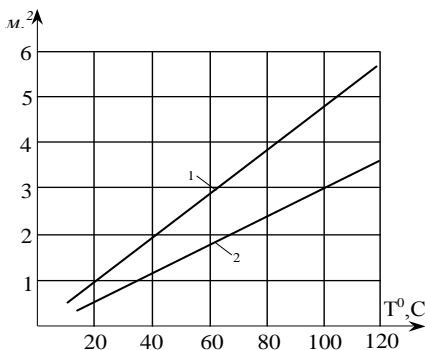


Рис. 2. Зависимость оптимальной площади солнечного воздухонагревателя от удельного расхода воздуха: 1- для воздухонагревателя с плоским теплоприемником; 2- для воздухонагревателя с перфорированным теплоприемником.

Определим длину первой ступени x_1 , при которой выходная температура воздуха максимальна при заданном удельном расходе. Эту длину можно определить, решив дифференциальное уравнение:

$$dt''_в / dx_1 = 0; \quad (8)$$

Для этого подставляем значение $t''_в$ из (7) в уравнение (8) и, решив последнее относительно x_1 , получим:

$$(x_1)_{\text{опт}} = \frac{D + G_1 C \ln \frac{AB}{CD}}{B + D} \quad (9)$$

Так как $x_1 = \frac{S_1}{S}$ и $G_1 = \frac{G}{S}$, то при заданных значениях общей площади воздухонагревателя S и общего расхода воздуха G по формуле (8) можно определить оптимальную площадь первой ступени.

Подставляя оптимальное значение S_1 в формулу (7) и, учитывая $G = G_1 S$, получим выражение для расчета максимальной температуры воздуха на выходе воздухонагревателя:

$$(t_в)_{\text{max}} = t_0 + J \left[(A + C) - \left(A e^{\frac{-BS_1}{GC}} + C e^{\frac{-DS_2}{GC}} \right) \right], \quad (10)$$

где $S_2 = S - S_1$ - площадь второй ступени.

Тогда максимальный к.п.д. воздухонагревателя определится из выражением:

$$\xi = \frac{GC\Delta t_{\max}}{JS} = GC(A+C) - \left(Ae^{\frac{-BS_1}{GC}} + Ce^{\frac{-DS_2}{GC}} \right)$$

Выводы

На рис.2 приводиться зависимость $(S_1)_{\text{опт}} = f\left(\frac{G}{C}\right)$, которая позволяет определить оптимальную площадь воздухонагревателя при заданных удельных расходах воздуха. Так, например, при выполнении воздухонагревателя, имеющим перфорированный теплоприемник при удельном расходе воздуха $G/C = 70$, кг/м² ч, наибольшая температура нагрева воздуха достигается тогда, когда площадь составляет 1/2 части общей площади воздухонагревателя.

References:

- [1] G.I. Miroshnichenko «Osnovi proektirovanie mashin pervichnoy obrabotki xlopka» M. 1972g.
- [2] N.M. Safarov, A.X. Alinazarov «Ispolzovanie alternativnix istochnikov energii» Tashkent izd. «Fan» 2014g.
- [3] Xatamov S.O. «Sravnitelnie issledovaniya teplotexnicheskix karakteristik teplopriemnikov solnechnix vozduxonagrevateley» -Geliotexnika, 1979, №3, -s. 47-51.
- [4] Mixeev M.A., Mixeev M. M. «Osnovi teploperedachi». –M.: Energiya, 1977, -342 s.

Список литературы:

- [1] Г.И. Мирошниченко «Основы проектирование машин первичной обработки хлопка» М. 1972г.
- [2] Н.М. Сафаров, А.Х. Алиазаров «Использование альтернативных источников энергии» Ташкент изд. «Фан» 2014г.
- [3] Хатамов С.О. «Сравнительные исследования теплотехнических характеристик теплоприемников солнечных воздухонагревателей» -Гелиотехника, 1979, №3, -с. 47-51.
- [4] Михеев М.А., Михеев М. М. «Основы теплопередачи». –М.: Энергия, 1977, -342 с.