

Кенжаев Идирисбек Гуламович, д.т.н., проф.,
Ошский государственный университет,
E-mail:kenjaevig@rambler.ru
Абдырахман уулу Кутманалы, к.т.н., доц.,
Абулова Нургул Лачинбаевна – м.н.с., ИПРЮО
НАН КР, E-mail:abulova79@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «ТЕРМИКА»

Расчетным путем исследованы теплотехнические характеристики солнечной сушильной установки «Термика». Как показали расчеты, наличие дополнительных ребер в качестве источника дополнительных инфракрасных излучений повышает тепловой поток в камере сушки, при этом эффективность сушильной установки возрастает на 1-7 %, что существенно обуславливает повышению скорости сушки продуктов в «Термика».

Ключевые слова: тепловой поток, излучения, температура, установка, коллектор

Кенжаев Идирисбек Гуламович, т.и.д, проф.,
Ош мамлекеттик университети,
Абдырахман уулу Кутманалы, т.и.к, доц.,
Абулова Нургул Лачинбаевна, кичүү
илим.кызм., ТБУИА КР

«ТЕРМИКА» КҮН КУРГАТКЫЧЫНЫН ЖЫЛУУЛУК-ТЕХНИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮН ИЗИЛДӨӨ

Эсептөө жолу менен “Термика” күн кургаткычынын жылуулук-техникалык мүнөздөмөлөрү изилденди. Эсептөөлөрдүн натыйжасында кошумча кырлар инфракызыл нурдануунун кошумча булагы катары кургатуу камерасында жылуулук агымынын жана күн кургаткычтын эффективтүүлүгүн 1-7 % көтөрүлүүсүнө өбөлгө түзөт жана жемиштердин “Термика” күн кургаткычы аркылуу кургатуу мөөнөтүн тездетет.

Негизги сөздөр: жылуулук агымы, нурдануу, температура, коллектор

Kenzhaev Idrisbek Gulamovich, D.T.S., prof.,
Osh State University,
Abdyrakhman uulu Kutmanaly C.T.S.,
accos.prof.,
Abulova Nurgul Lachinbaevna Institute of
natural resourcesSB NAS KR

STUDY OF THERMAL PERFORMANCE OF SOLAR DRYING INSTALLATION "TERMIKA"

By calculation of the investigated thermal performance of a solar drying installation "Termika".As calculations have shown, the presence of additional ribs as a source of additional IR radiation increases the heat flow in the drying chamber, while the efficiency of

the dryer increases by 1-7 % , which significantly causes an increase in the drying rate of products in the SSU "Termika".

Keywords: heat flow, radiation, temperature, installation, collector

Использование энергии солнца в сельском хозяйстве для сушки сельхозпродуктов для таких стран, где основу их экономики определяет аграрный сектор, имеет большое практическое значение.

Основным показателем солнечных установок, в том числе сушилок, являются их теплотехнические характеристики- тепловые потери через ограничивающих их частей и коэффициент полезного действия(КПД), которые в результате могут определить уровень внедрения энергоустановок в производство.

Тепловая модель камеры сушки (КС) ССУ «Термика» представлена на рис.1.

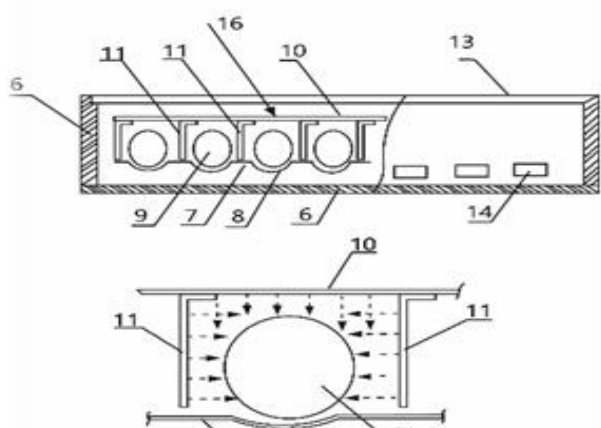


Рис. 1. Тепловая схема КС ССУ «Термика»

Как видно из рисунка 1, высушиваемый продукт нагревается за счет тепловых энергий конвективного потока ($Q_{конв}$), поступавшей из воздухонагревательного коллектора и ИК- излучений ($Q_{ИК}$), исходящие из верхнего металлического листа и перпендикулярных к ним ребер.

На рис.2 представлена тепловая схема КС ССУ «Термика», разработанная на основе тепловой модели. На основе тепловой модели и тепловой схемы КС ССУ создана уравнение теплового баланса,

который имеет следующий вид:

$$Q_{ИК} + Q_{конв} = Q_{нагр} + Q_{т.л.} + Q_{акк} \quad (1)$$

Здесь: $Q_{ИК}$ - суммарная мощность ИК – излучений; $Q_{конв}$ - мощность конвективного потока, поступающего в КС из СВК; $Q_{нагр}$ - часть тепловой энергии расходуемая на нагрев продуктов; $Q_{т.л.}$ - часть тепловой энергии, уходящие в качестве тепловых потерь через ограничивающих частей КС; $Q_{акк}$ - часть тепловой энергии, аккумулированная на частях элементов корпуса КС; $Q_{ИК}$ определяется на основе закона Стефана – Больцмана [2] в зависимости от температуры металлических пластин и их степени черноты следующей формулой:

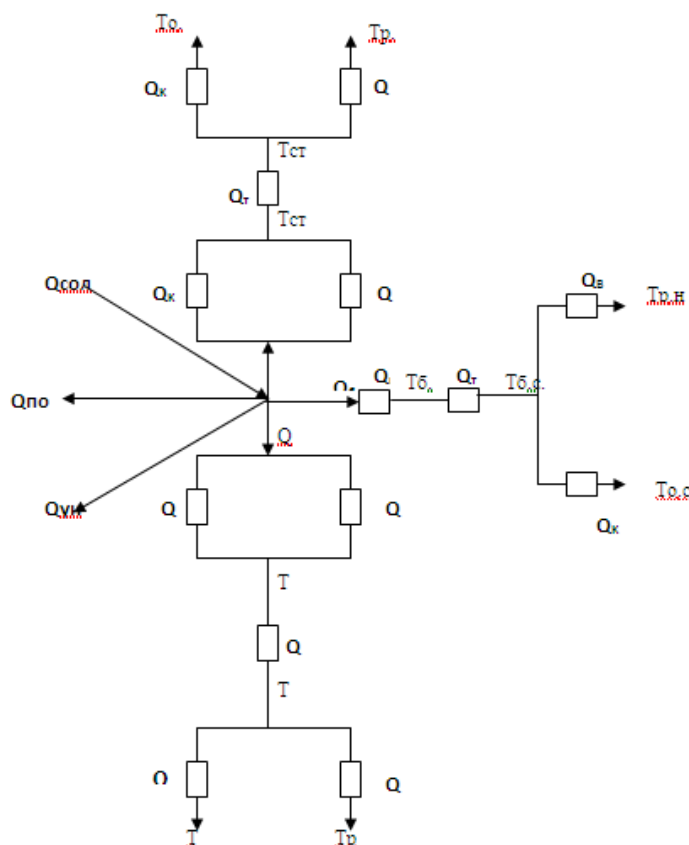


Рис.2. Тепловая схема ССУ «Термика»

$$Q_{ИК} = C \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 + \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (2)$$

В формуле (2): C - теплоемкость воздуха;

T_1 - конечная температура;

T_2 - начальная температура

$Q_{конв}$ определяется по формуле, приведенной в работе [2]

$$Q_{конв} = CG(t_n - t_k)F \quad (3)$$

Здесь: C - теплоемкость воздуха; G – расход теплового воздушного потока; t_n - начальная температура; t_k - конечная температура; F – площадь сечения КС

Тепловая энергия, расходуемая на нагрев высушиваемых продуктов можно определить из выражения: [2]

$$Q_{нагр} = C_{np} m_{np} (t_{к, np} - t_{н, np}) \quad (4)$$

Здесь: C_{np} - теплоемкость продукта; m_{np} - масса продукта; $t_{к, np}$ - конечная температура продукта; $t_{н, np}$ - начальная температура продукта; Тепловые потери через окружающие части КС ССУ определяется уравнением теплопередачи [2]

$$Q_{m.n.} = \sum_{i=1}^n K(t_{1_i} - t_{2_i}) F_i \quad (5)$$

Тепловые потери через окружающих частей в связи с отличиями теплофизических свойств элементов корпуса КС вычисляется отдельно для боковых, донной и верхней частей КС.

$$\text{Для донной части КС } Q_{m.n.d.} = K_d(t_{1d} - t_{o.c.d.})F_d \quad (6)$$

Для данного случая коэффициент теплопередачи определяется из выражения

$$K_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1d}} + \frac{\lambda_{д.л.}}{\delta_{д.л.}} + \frac{\lambda_{возд.д.}}{\delta_{возд.д.}} + \frac{\lambda_{к.д.}}{\delta_{к.д.}} + \frac{1}{\alpha_{2d}}} \quad (7)$$

Тепловые потери для боковых частей КС можно определить из выражения:

$$Q_{m.n.б.} = K_{б.}(t_{1б.} - t_{o.c.})F_{б.} \quad (8)$$

Здесь коэффициент теплопередачи определяется из выражения

$$K_{б.} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1б.}} + \frac{\lambda_{б.л.}}{\delta_{б.л.}} + \frac{\lambda_{возд.б.}}{\delta_{возд.б.}} + \frac{\lambda_{к.б.}}{\delta_{к.б.}} + \frac{1}{\alpha_{2б.}}} \quad (9)$$

Тепловые потери для верхней части КС определяется из выражения:

$$Q_{m.n.в.} = K_{в.}(t_{1в.} - t_{o.c.})F_{в.} \quad (10)$$

Значения коэффициента теплопередачи в данном случае

$$K_{в.} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1в.}} + \frac{\lambda_{в.л.}}{\delta_{в.л.}} + \frac{\lambda_{возд.в.}}{\delta_{возд.в.}} + \frac{\lambda_{к.в.}}{\delta_{к.в.}} + \frac{1}{\alpha_{2в.}}} \quad (11)$$

Тогда $Q_{m.n.}$ определяется как сумма (6), (8), (10) формулы, т.е.

$$Q_{m.n.} = Q_{m.n.д.} + Q_{m.n.б.} + Q_{m.n.в.} \quad (12)$$

Коэффициенты теплопередачи $\alpha_{1д.}$, $\alpha_{2д.}$, $\alpha_{1б.}$, $\alpha_{2б.}$, $\alpha_{1в.}$, $\alpha_{2в.}$ определяется с помощью уравнений для числа Нуссельта с учетом их особенностей. Так, при расчете тепловых потерь через донную часть КС тепловой поток направляется по направлению «сверх – вниз», при этом теплопередающая часть находится вверху. Для такого случая число Нуссельта определяется как [3].

$$Nu_{\alpha_{1д.}} = C(C_k P_k)^m \varepsilon \quad (13)$$

При проведении расчетов для определения тепловых потерь через боковых стен, теплопередающая часть и тепловой поток, практически будут параллельны друг другу, и в данном случае число Nu вычисляется как [3].

$$Nu_{\alpha_{1б.}} = 0,664 Re^{0,5} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_c}\right)^{0,25} \quad (14)$$

Тепловые потери, т.е. направление теплового потока, уходящего через верхней части КС относительно поверхности перпендикулярно. Тогда согласно [3]

$$Nu_{\alpha_{1в.}} = C(CrPr) \quad (15)$$

На основании вышеприведенных и с учетом формулы (1) КПД ССУ можно определить по следующей формуле:

$$\eta = \frac{Q_{нагр}}{Q_{ИК} + Q_{конв}} = 1 - \frac{Q_{m.n.} + Q_{акк}}{Q_{л.к.} + Q_{конв}} \quad (16)$$

На самом деле, можно пренебречь значением $Q_{акк}$, т.к. при передаче тепла от металлического листа к окружающей среде ограничивающие элементы остаются между ними т.е. как включающиеся часть тепловых потерь. Тогда

$$\eta = 1 - \frac{Q_{m.n.}}{Q_{ИК} + Q_{конв}} \quad (17)$$

На основе формул (2), (3), (5) и с учетом формул (6), (8), (10) нами рассчитаны тепловые потери через донной, боковой и верхней частей КС, и их суммарное значение. Используя формулу (17) определена значения КПД установки. Определены также, тепловые потери через ограждающие части КС ССУ, а также ее КПД в зависимости от температурного напора. Результаты расчетов в виде графика представлены на рисинке 3.

Как видно из графика, тепловые потери с ростом температурного напора растет, что характерно общим закономерностям, а ее КПД с увеличением разности температур сближается, что объясняется увеличением тепловых потерь в окружающую среду. Проведенные расчеты показали что, тепловые потери с ограждающих частей составляет от 25-80 % от поступающего суммарного теплового потока, а КПД установки составляет 24-73%. Расчетная разница между тепловыми потерями и эффективно использованной части теплового потока составляет 1-8 %.

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о том, включение в конструкции установки перпендикулярного металлического листа – ребра в качестве дополнительного источника тепла привел к повышению эффективности установки в целом.

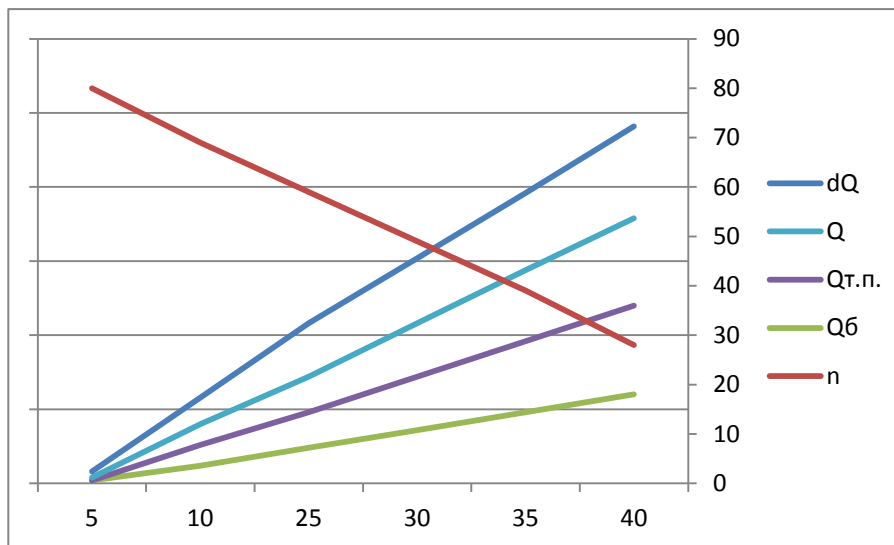


Рис.3. Тепловые потери и КПД ССУ «Термика» в зависимости от температурного напора в КС.

Литература:

1. **Исманжанов А.И.** «Солнечная сушильная установка [Текст] // Абдырахмануулу К., Н.Л. Абулова // «Термика» Патент КР. №120.
2. **Михеев М.А.** «Основы теплопередачи» [Текст] / И.М.Михеева // Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977А.С.Гинзбург, М.А.Громов, Г.И.Красовская Теплофизические характеристики пищевых продуктов М:1980. С.288.
3. **Лыков А.В.** Теория сушки [Текст] // М: 1968. С.472
4. **Лыков А.В.** Теория тепла и массопереноса [Текст] / Ю.А.Михайлов // М:1963
5. **Лыков А.В.** Теория теплопроводности [Текст] // М:1967.С.600.
6. **Воскресенский К.Д.** «Сборник расчетов и задач по теплопередаче» [Текст] // М:Л 1959. С.336.