

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ТЕПЛО И МАССООБМЕННЫХ УСТАНОВКАХ.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7743581>



ELSEVIER



А.А. Холиков

Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан
E-mail: alijonxoliqov755@gmail.com



Abstract: В статье изложена определение влияющих факторов на работоспособность тепловых труб (ТТ) как пористость, диаметр проволоки, теплопроводность в массообменных установках которые можно использовать в процессе сушки при переработке плодов и овощей. При эксперименте работоспособности ТТ использовано рабочие агенты различные жидкости, материал фитиля как стальная сетка и медная сетка с различными числом меш.

Keywords: дистиллированная вода, этиловый спирт, диаметр, проволока, температура, пористость, теплоноситель, тепловая труба, фитиль, теплопроводность, энергия, меш.

About: FARS Publishers has been established with the aim of spreading quality scientific information to the research community throughout the universe. Open Access process eliminates the barriers associated with the older publication models, thus matching up with the rapidity of the twenty-first century.

Received: 16-03-2023

Accepted: 17-03-2023

Published: 22-03-2023

Введение

Производство консервов и сушеных сельскохозяйственных продуктов - одна из ведущих отраслей пищевой промышленности в мире. При сушке сельскохозяйственных продуктов используются сложная конструкция, энергозатратные техники и технологии. Проблемы энерго-ресурсосберегающие процессы, а также разработка и внедрение высокоэффективной техники и технологии для развития малого и среднего предпринимательство является актуальной проблемой. [2; Ps.116., 3; Ps.112., 4; с.248.]

Для решения энергетических затрат на осуществление тепло-массообменных процессов в первичной обработке сырья и в производстве пищевых продуктов составляют до 70% от общей затрачиваемой энергии. Недостаточно эффективно используется солнечная энергия и сбросное тепло в тепло-массообменных процессах, а в производстве отсутствует применение высокоэффективных теплопередающих устройств (ТТ). Для создания таких массообменных установок потребуется много капитальных затрат, и их конструкция сложна. При этом стараются искать экономичные энергосберегающие технологии, которые представлены в работах [1; с.63-67., 5; с.80., 6; с.202., 7; с.348., 8; Ps.151-166., 9; с.348., 16; с.452-467., 17; с.105-113., 18; с.333-336., 19; с. 243-244., 20;].

В работах [14; с.272., 15; с.207., 10; Ps.63-67., 11; с.43-50., 12; Ps.36-46., 13; Ps. 848.] были изучены и проведены исследования различных конструкции ТТ с влияющими факторами на работоспособности ТТ, различными материалами фитиля, корпуса, рабочих агентов, были определены математические модели и приведены примеры расчетов ТТ.

2. Цель исследования.

Целью настоящего исследования является определение влияющих факторы на работоспособности ТТ как пористость, диаметр проволоки, число меш, теплопроводность, определить взаимосвязи между с ними которые возможно используются на теплообменных процессах и различных техниках производства для энергосбережение в технологических процессах.

3. Методы и материалы

Один из таких является технологии, основанные на возобновляемых источниках энергии, к которому относится и так называемые ТТ. ТТ теплопередающее устройство, способное передавать большие тепловые мощности при малых градиентах температуры. [14; с.272., 15; с.207.]

Для достижения высшее указанных целях определение влияющих факторы на работоспособности ТТ как пористость, диаметр проволоки, число меш, теплопроводность, определить взаимосвязи между с ними чтобы устранить недостаток массообменных установок необходимо исследование с научно обоснованным подходом разработки конструкции и применения рабочих агентов на ТТ. [6; с.202., 7; с.348., 8; Ps.151-166., 9; с.348., 10; Ps.63-67.]

Анализ полученных результатов в работах [2; Ps.116., 3; Ps.112., 4; с.248., 8; Ps.151-166. 10; Ps.63-67., 11; с.43-50., 12; Ps.36-46., 13; Ps. 848.] позволяет заключить, что с повышением температуры рабочих агентов от 30 до 70 °C капиллярное давление уменьшается в 1,19 раза. С увеличением числа меш от 75 до 225 наблюдается увеличение капиллярного давления в системе рабочего агента воды в 2,5 раза, а для этилового спирта в 5 раз. Это можно объяснить тем, что при увеличении температуры жидкостей уменьшается поверхностное натяжение в капиллярах, а при увеличении числа меш поверхностное натяжение в порах фитилей увеличивается, что приводит к увеличению поверхностного натяжения в целом.

В связи с влиянием пористости сетчатого фитиля на коэффициент теплопроводности необходимо учесть её влияние в расчетах ТТ

Расчеты показали, что с увеличением числа меш уменьшается пористость фитиля.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\pi \cdot S \cdot N \cdot d}{4}, \quad (1)$$

где ε - пористость сетки; S - изгиб проволоки от 1 до 1,5; N - число меш; d - диаметр проволоки.

Для анализа влияния материала и пористости сетчатого фитиля, а также рабочего агента на коэффициент теплопроводности нами разработан алгоритм расчета.

Расчеты значения коэффициента теплопроводности фитиля в зависимости от материала и пористости сетчатого фитиля, а также рабочего агента выполнены по следующим формуле:

$$\lambda_{\phi} = \frac{\lambda_{ж}[(\lambda_{ж} + \lambda_{сет}) - (1 - \varepsilon)(\lambda_{ж} + \lambda_{сет})]}{[(\lambda_{ж} + \lambda_{сет}) + (1 - \varepsilon)(\lambda_{ж} - \lambda_{сет})]} \quad (2)$$

где $\lambda_{ж}$ - теплопроводность рабочего агента; $\lambda_{сет}$ - теплопроводность сетки; ε - пористость сетки.

4. Результаты и обсуждение

На основании результатов расчетов по формуле (1) были получены графики влияния диаметра проволоки сетчатого материала на пористость фитиля, которая приведена в таблице.1.

Таблица.1.

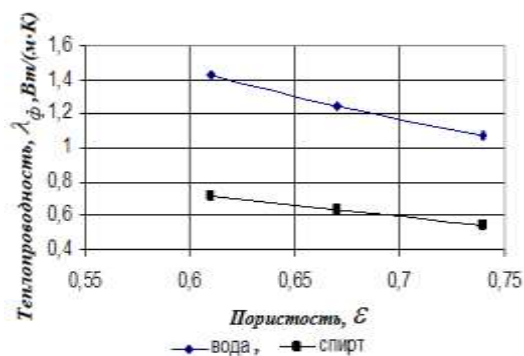
Зависимость пористости фитиля от диаметра проволоки

№	Диаметр олоки, D, м.	Пористость,	Диаметр олоки, D, м.	Пористость,	Диаметр олоки, D, м.	Пористость,
	При число меш, N=3000		При число меш, N=4800		При число меш, N=7870	
1	2·10 ⁻⁵	95	2·10 ⁻⁵	93	2·10 ⁻⁵	87
2	3·10 ⁻⁵	92	3·10 ⁻⁵	88	3·10 ⁻⁵	80
3	4·10 ⁻⁵	90	4·10 ⁻⁵	84	4·10 ⁻⁵	74
4	5·10 ⁻⁵	87	5·10 ⁻⁵	80	5·10 ⁻⁵	67
5	6·10 ⁻⁵	85	6·10 ⁻⁵	76	6·10 ⁻⁵	61

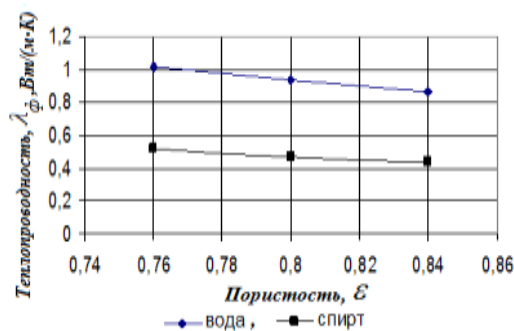
Как видно из таблицы.1. при увеличении диаметра проволоки сетки фитиля увеличивается его общий объем, что приводит к уменьшению его пористости. При число меш N=3000 диаметре проволоки $D= 2 \cdot 10^{-5}$ м пористость достигло 95%, при увеличении диаметра проволоки до $D= 6 \cdot 10^{-5}$ м пористость уменьшалось до 85%, при число меш N=4800 диаметре проволоки $D= 2 \cdot 10^{-5}$ м пористость достигло 93%, при увеличении диаметра проволоки до $D= 6 \cdot 10^{-5}$ м пористость уменьшалось до 76% а при число меш N=7870 диаметре проволоки $D= 2 \cdot 10^{-5}$ м пористость достигло 87%, при увеличении диаметра проволоки до $D= 6 \cdot 10^{-5}$ м пористость уменьшалось до 61%.

После того проведены научные эксперименты для определения взаимосвязи и влияния пористости на теплопроводность.

Результаты зависимости коэффициента теплопроводности от пористости сетчатого фитиля при рабочих агентах дистиллированной воды и этилового спирта приведены на рис.1. и рис.2.



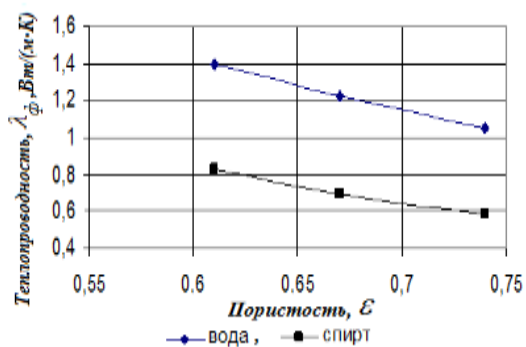
а)



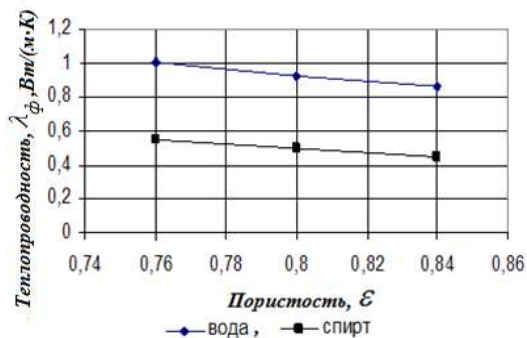
б)

Рис.1. Зависимость коэффициента теплопроводности фитиля от коэффициента пористости при различных рабочих агентах: а) фитиль медный, число меш N=7870; б) фитиль медный, число меш N=4800

По проведенным теоритическим и экспериментальном исследованием получены следующие результаты. Из рис. 1. а) видно, что при материале медь, число меш 7870, пористости от 61% до 74% при рабочего агента воды, теплопроводность фитиля снижается от 1,5 до 1,1 Вт/м·К а при рабочего агента этилового спирта теплопроводность фитиля снижается от 0,75 до 0,57 Вт/м·К. Из рис. 1. б) видно, что при материале медь, число меш 4800, пористости от 76% до 84% при рабочего агента воды, теплопроводность фитиля снижается от 1,05 до 0,82 Вт/м·К а при рабочего агента этилового спирта теплопроводность фитиля снижается от 0,53 до 0,47 Вт/м·К.



а)



б)

Рис.2. Зависимость коэффициента теплопроводности фитиля от коэффициента пористости при различных рабочих агентах: а) фитиль стальной, число меш N=7870; б) фитиль стальной, число меш N=4800

Из рис. 2. а) видно, что при материале сталь, число меш 7870, пористости от 61% до 74% при рабочего агента воды, теплопроводность фитиля снижается от 1,4 до 1,1 Вт/м·К а при рабочего агента этилового спирта теплопроводность фитиля снижается от 0,81 до 0,58 Вт/м·К. Из рис. 2. б) видно, что при материале сталь, число меш 4800, пористости от 76% до 84%

при рабочего агента воды, теплопроводность фитиля снижается от 1 до 0,82 Вт/м·К а при рабочего агента этилового спирта теплопроводность фитиля снижается от 0,53 до 0,46 Вт/м·К.

5. Выводы.

На основе теоретических и экспериментальных исследований определены основные влияющие факторы, при увеличении диаметра проволоки сетки фитиля увеличивается его общий объем, что приводит к уменьшению его пористости. Анализ кривых показал, что коэффициент теплопроводности в ТТ при утилизации тепла в средних температурах при использовании рабочего агента дистиллированной воды увеличивается по сравнению с рабочим агентом спирта в 1,7 - 2 раза, а при увеличении пористости сетчатого фитиля от 0,6 до 0,84 (в долях) коэффициент теплопроводности уменьшается в пределах 1,2 - 1,3 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Холиков А.А., Мирзаева Ш.У., Рахматов У.Р. Расчет конвективной сушильной установки с применением тепловых труб. "UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ" Электронный научный журнал №10 (67), Москва 2019, с.63-67.

2. Gafurov K., Hikmatov D., Kholiqov A.A., Safarov O. Energy resource-saving technologies in processing of fruits and vegetables. Monograph. Publishing house "Durdona" Bukhara. Protocol №3 dated 29.11.2019. "Шарк -Бухоро" МЧЖ босмахоноаси 2019й. Ps.116.

3. Gafurov K.Kh., Hikmatov D.N., Kholikov A.A., Safarov O.F. Application of heat pumps and heat pipes in the food industry. Monograph. Publishing house "Durdona" Bukhara. Protocol №3 dated 01.07.2020. "Шарк -Бухоро" МЧЖ босмахоноаси 2020 й. Ps.112.

4. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х., Хикматов Д.Н., Холиков А.А. Энергосберегающие технологии при переработке плодов и овощей. Бухара. Издательство: Дурдона, 2013. – с. 248.

5. Холиков А.А., Мирзаева Ш.У. Расчет конденсирующей части высокоэффективного теплопередающего устройства. Международная научно- практическая конференция "Интеграция современных научных исследований в развитие общества" 28-29 декабря Россия, г.Кемерево-2016 г. Том1, с.80.

6. Холиков А.А., Гафуров К.Х. Исследование теплопроводности тепловых труб. «Инновации в индустрии питания и сервисе» электронный сборник материалов III Международной научно-практической конференции,

посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» Краснодар, 25 октября 2018 г. с.202.

7. Холиков А.А., Мирзаева Ш.У., Фатуллаев Ш. Подсистемы аккумулирования тепла. “Новые решения в области упрочняющих технологии: взгляд молодых специалистов” сборник научных статей международной научно- практической конференции 22 - 23 декабря Курск-2016 г. Том 2, с.348.

8. Kholikov A.A., Quldosheva F.S. Testing And Determining The Temperature Characteristics Of Heat Pipes (HP). The American Journal of Applied Sciences, 2020. 2 (11), Ps.151-166.

9. Ибрагимов Р.Р., Холиков А.А., Абдурахмонов О.Р., Кобиллов Х.Х. Пути решения энергетических затрат технологических процессов. Москва. /Вестник развития науки и образования. №3 2003, с.43-50.

10. Alijon Abdiraupovich Kholikov, Namrokul Kuvandikovich Sayidov, Murodjon Hamidjonovich Beshimov. Analysis of Mathematical Models and Influence of Constructions of High Efficient Heat Transfer Devices. / Mathematical Modelling and Applications.Science Publishing Group Ps. 63-67. Published Online: Dec. 13, 2017.

11. Холиков А.А., Кулдошева Ф.С. Определения и испытания температурных характеристик высокоэффективной теплопередающих устройств(тепловых труб)// Eurasian journal of academic research, 2021.Volume 1.May. с.98-109.

12. Kholikov A.A., Jumaev J. Planning and conducting experiments of the drying process using heat pipes.// European Scholar Journal (ESJ), Vol.2 №3, March 2021. Ps.36-46.

13. Alijon Kholikov, Jura Jumaev, Doniyor Hikmatov, Khamid Kuvvatov. Optimization of onion drying process parameters using the full factorial experiment method// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 848 (2021) 012010 doi:10.1088/1755-1315/848/1/012010

14. Дан.П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. Пер.с англ.Ю.А.Зейгарника:-М.: Энергия, 1979. с.272.

15. Чи.С. Тепловые трубы: Теория и практика/ Пер.с англ. В.Я. Сидорова - М.: Машиностроение, 1981. с.207.

16. А.А. Холиков, Д.Н. Хикматов, Ф.С. Кулдошева. Применение метода полного факторного эксперимента для оптимизации параметров процесса сушки лука с использованием тепловых труб// Academic research in educational sciences 3 (3),2022 с.452-467.

17. А.А. Холиков. Использование тепловых труб в массообменных установках при переработке плодов и овощей// European Journal of Interdisciplinary Research and Development 3, 2022. с.105-113.

18. А.А. Халиков, Х.Ф. Джураев, М.Х. Бешимов. [Расчёт продолжительности сушки при нестационарном режиме](#)// Новые решения в области упрочняющих технологий: Взгляд молодых специалистов, 2016. с.333-336.

19. А.А. Халиков, Н.З. Шарипов. Анализ сушки плодовошней// Современные материалы, техника и технология, 2013. с. 243-244.

20. A Kholikov, D Khikmatov. [The use of heat pipes in drying plants in the processing of fruits and vegetables](#)//Journal of Physics: Conference Series 2388 (1), 012170