

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МЕХАНИКА  
MUAMMOLARI

O‘ZBEKISTON  
JURNALI

4  

---

2023

УЗБЕКСКИЙ  
ЖУРНАЛ

ПРОБЛЕМЫ  
МЕХАНИКИ

*Журнал под таким названием издается с января 1992 г.*

Ташкент – 2023

**Юлдашев К.К., Тешабоев О.А., Низомов Т.И. Пахтани ташувчи ва тозаловчи самарали винтли конвейер конструкциясини ишлаб чиқиш, винт параметрларини асослаш.**

**Аннотация:** Мақолада пахтани ташувчи ва тозаловчи самарали винтли конвейер конструкциясини ишлаб чиқиш, винт параметрларини асослаш натижалари келтирилган. Конвейер винти ҳаракатида транспортировка қилинаётган пахта бўлаги билан таъсирлашув хусусиятлари, боғланиш графиклари қурилган. Параметрларнинг боғланиш графиклари тахлилларига асосан, етарли даражада тозалаш самараси ва юқори иш унумини таъминлайдиган винтнинг кўтарилиш бурчаги қийматлари аниқланган.

**Калим сўзлар:** Винтли конвейер, кўтарилиш бурчаги, диаметр, бурчак тезлик, тўрли юза, инерция, транспортировка.

**Yuldashev K.K., Teshaboev O.A., Nizomov T.I. Development of the design of an effective screw conveyor for transporting and clearing cotton, justification of screw parameters.**

**Abstract:** In this article, presents the results of the development of the design of an effective screw conveyor for transporting and cleaning cotton, and the justification of the screw parameters are presented. Characteristics of interaction with the transported part of the cotton during the movement of the conveyor screw, communication graphs were built. Based on the analysis of the parameter graphs, the values of the propeller inclination angle were determined, which provide sufficient cleaning efficiency and high productivity.

**Keywords:** Screw conveyer, elevation angle, diameter, radial velocity, mesh surface, inertia, transportation.

УДК 519.63, 631.36

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЛНЕЧНОЙ СУШКИ ВИНОГРАДА В УСТАНОВКАХ КОСВЕННОГО ТИПА С ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИЕЙ ВОЗДУХА

**Мирзаев Ш.М., Жумаев Ж., Ибрагимов С.С.**

Бухарский государственный университет, Бухоро, Узбекистан

E mail: [salim.ibragimov.89@mail.ru](mailto:salim.ibragimov.89@mail.ru)

**Аннотация.** В работе математически моделируется процесс естественной конвекции сушильного аппарата непрямого типа для накопления и абсорбирования тепла, с использованием воды. В качестве исходных данных используется данные из эксперимента, который провели авторы работы. Для математической модели применяются уравнения Рейнольдса и уравнения распределения температуры при учете гипотезы Буссинеска. В работе для разностной аппроксимации исходных уравнений применен метод контрольного объема SIMPLE. Определены изолинии поля температуры и скорости в сушильной камере. Моделированием показано, что распределение температуры по объему камеры почти одинаковое. Выявлено, что при таком режиме скорость в камере сохраняется почти одинаковой, максимальная скорость достигается в точке выхода из сушилки и составляет 0,01-0,02 м/с.

**Ключевые слова:** сушилка; естественная конвекция; нагревани; сушка винограда; воздух; сушильная камера; процесс сушки.

**Введение.** Республика Узбекистан является крупным производителем сельскохозяйственной продукции, и поэтому в стране особое внимание уделяется глубокой её переработке.

Согласно Постановлению Президента Республики Узбекистан за № ПП-4406 от 29 июля 2019 г. «О дополнительных мерах по глубокой переработке сельскохозяйственной продукции и дальнейшему развитию пищевой промышленности» предусмотрено развитие пищевой отрасли, в частности глубокая переработка сырья с привлечением кооперативов, дехканских (крестьянских) хозяйств, фермеров и малых предприятий [1]. При этом важнейшей задачей переработки растительного сырья является увеличение выхода готовой продукции с сохранением полезных веществ.

Одним из методов долгого сохранения продукта с его полезными веществами является сушка. Солнечная сушка считается традиционным методом и уже много лет используется многими хозяйствами в развивающихся и развитых странах в качестве метода сохранения пищевых продуктов. В не прямых солнечных сушилках используют замкнутое пространство, в котором находится пищевой продукт.

Солнечные сушилки непрямого типа подразделяются на сушилки с естественной конвекцией (пассивный тип) и с принудительной конвекцией (активный тип). Солнечные

сушилки с естественной конвекцией просты в изготовлении и отличаются низкой стоимостью. Моделированию солнечных систем различного назначения посвящены многие работы [2,3,4,5].

Исследование авторов [3] сосредоточено на анализе температурного профиля, характеристиках теплообмена и теплового КПД плоского солнечного коллектора (ПСКК) при различных массовых расходах воздуха. Также с помощью многофакторного анализа исследования были установлены связи между другими переменными тепловыми характеристиками.

Эксперименты проводились в разгрузочном режиме и на открытом воздухе в условиях естественной и принудительной конвекции воздуха в коллекторе солнечной сушилки.

Анализ основных параметрических составляющих позволил визуализировать связь между интенсивностью солнечного излучения, температурой в различных элементах водоема, коэффициентами теплопередачи, тепловой эффективностью и временем суток. Результаты показывают, что полезный приток тепла, коэффициент теплоотдачи воздуха и тепловой КПД коллектора не сильно зависят от интенсивности солнечного излучения.

В работе [4] разработана солнечная сушилка с естественной конвекцией непрямого типа. Здесь воздушнонагреватель сконструирован таким образом, чтобы иметь возможность вставлять различные материалы для хранения под абсорбирующую пластину для улучшения процесса сушки. В качестве материала для хранения тепла использован песок. Таким образом накопление и хранение тепла сократило процесс сушки на 12 суток.

В работе [5] разработана солнечная сушилка с непрямой принудительной конвекцией, оснащенная чувствительным теплоаккумулирующим материалом. Пришли к выводу, что сушилка, интегрированная с теплоаккумулирующим материалом, позволяет поддерживать постоянную температуру воздуха внутри сушилки. Оптимальным для сохранения полезных веществ является закрытая форма устройства. Для того, чтобы сушить продукт в закрытом устройстве, надо подвести к нему теплый воздух.

Имеется несколько типов солнечных сушилок, которые применяются в настоящее время. В одних устройствах подвод теплого воздуха осуществляется через солнечные коллекторы [6], где в качестве аккумулятора тепла используются камни. Изучая возможности водонагревательных установок, пришли к выводу, что поток теплого воздуха можно получить и при естественном солнечном водонагревателе.

Солнечная конвекционная сушилка с водонагревателем была изготовлена и установлена нами в научной лаборатории кафедры «Гелиофизика и возобновляемые источники энергии» Бухарского государственного университета, г.Бухара, Республика Узбекистан. При этом размеры данной сушилки подобраны из соображения, чтобы габариты её были небольшими, и её можно было бы легко транспортировать. Для того, чтобы теоретически исследовать процесс внутри сушильного аппарата, была составлена математическая модель.

**Экспериментальная часть.** Общий вид с размерами и точками такого устройства приведен на рис. 1, а его общая схема и вид устройства приведены на рис. 2.

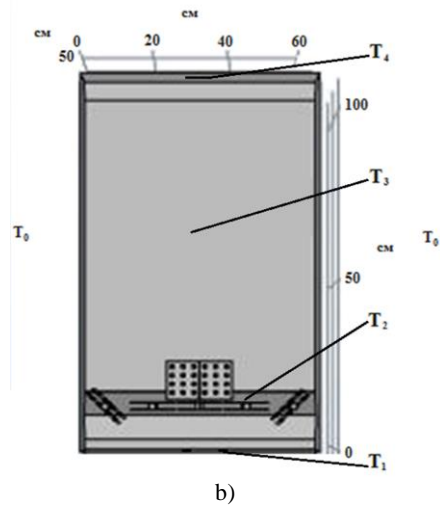
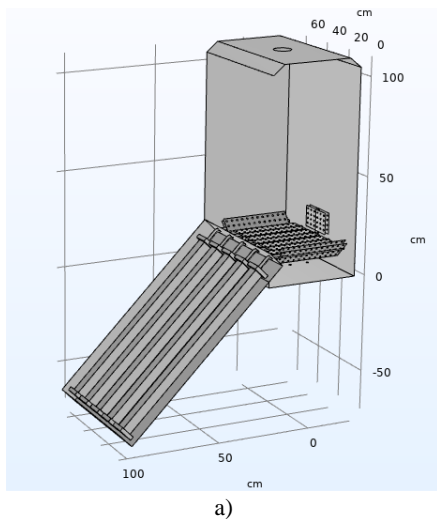


Рис. 1. Общий вид солнечной сушилки: а) внутренний вид, б) точки взятия эксперимента

Представленная тепловая труба (ТТ) представляет собой противоточную герметическую систему, которая состоит из стальной трубы (один конец системы) и плоского металлического теплообменника (второй конец системы). В полости трубы находится вода в объеме 1/3 или 2/3, фитиль изготовлен из трикотажного материала, для укрепления фитиля вдоль внутренней стенки трубы установлена пружина из металлической проволоки. Один конец ТТ системы (нагреватель) окружен плоским солнечным коллектором, в котором тепло изолировано от окружающей среды. Этот конец системы ТТ нагревается солнечной радиацией, т.е. солнечная радиация, проходя через поверхность прозрачной поверхности (крышки) солнечного коллектора, падает на наружную поверхность стальной трубы, нагревает воду внутри ТТ и вызывает испарение воды. Водяной пар, проходя через подрубку, поступает в противоположный конец (второй конец) системы ТТ. Второй конец состоит из металлического плоского теплообменника, который имеет низкую температуру, что вызывает конденсацию водяных паров, сопровождающуюся выделением тепла. Второй конец системы ТТ установлен внутри сушильной камеры. Для того, чтобы нагревание сушильной камеры было равномерным, ставиться перфорированная пластина (рис. 3).

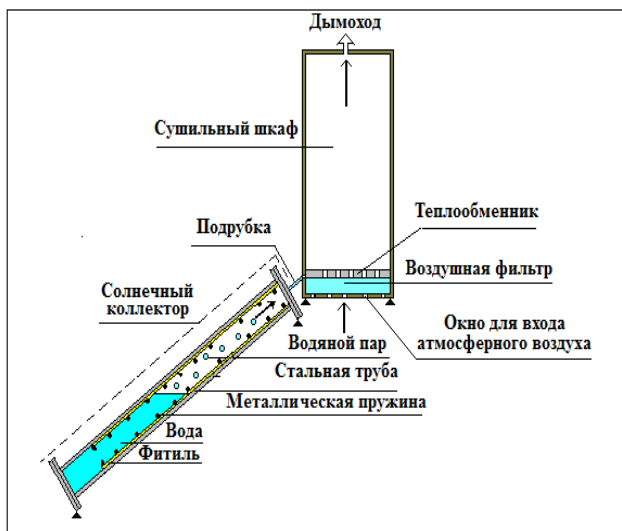


Рис. 2. Схема и вид солнечной сушилки

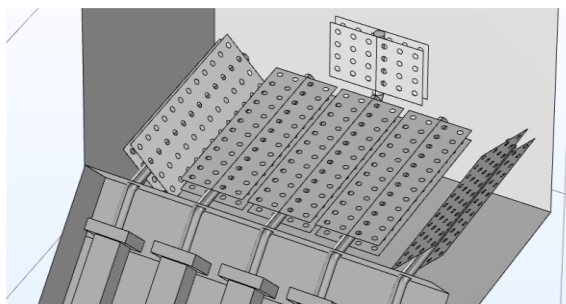


Рис. 3. Пластины для равномерного нагревания

Таким образом из-за разности плотностей внутри сушильной камеры возникает тепловой поток. Был проведен эксперимент процесса нагрева в течение летнего дня в коллекторе, сушильной камере без пищевых продуктов. Для получения экспериментальных данных выбраны определенные точки в устройстве (рис.1, b), численные значения которых приведены в таблице. Имея в виду эти данные, для того, чтобы понять процесс конвекции внутри закрытой области, произведено численное моделирование.

Экспериментально измеренные данные температуры

Время	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T <sub>4</sub> (°C)	T <sub>0</sub> (°C)
10:00	38.81	45.38	41.69	40.81	36.3
11:00	39.13	47.94	43.94	42.19	36.6
12:00	39.44	49.06	44.56	42.56	37.2
13:00	40.31	51.25	46.56	44.06	37.8
14:00	40.63	51.44	48.56	43.19	37.2
15:00	40	52.75	47.81	44.5	37.8
16:00	44	56	52	46.81	41
17:00	45.69	55.19	52.56	47.81	41.12
18:00	40.63	50.06	47.69	42.13	39.98
19:00	38.06	42.63	41.63	37.06	37.11
7:00	22.31	27.5	23.75	22.75	22.12

**Метод решения.** Как видно из рис.1, сушильная камера закрытая, для выхода воздуха в середине верхней крышки прорезана круглая дыра размером 0.1 м<sup>2</sup>. При нагревании снизу в камере возникают вихри, может появиться турбулентный режим течения. Оцениваем режим течения вычислением числа Грасгофа:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot L^3}{\nu^2_m}$$

Вычислим его в следующих исходных данных:

$g$  – ускорение свободного падения на поверхности Земли  $g = 9.8 \frac{M}{c^2}$ ;

$L$  – определяющий характерный линейный размер поверхности теплообмена, 1м;

$T_h$  – температура поверхности теплообмена, 55°С;

$T_0$  – температура окружающей среды, 30°;

$\nu_m$  – коэффициент кинематической вязкости,  $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \frac{M^2}{c}$ ;

$\beta$  – температурный коэффициент объёмного расширения для воздуха, при не слишком большом постоянном давлении,  $4.58 \cdot 10^{-3} K^{-1}$  (при температуре 40 – 60°С);

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot L^3}{\nu_m^2} = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_h - T_o) \cdot L^3}{\nu_m^2} = 3,6 \cdot 10^9 \quad (1)$$

Рассуждения по поводу того, когда конвективное течение переходит в турбулентное, различаются. Например, по данным авторов [7] при  $Gr \cdot Pr > 10^9$  течение газа принимают турбулентным. В нашем случае, если число Прандтля принимать равным  $Pr = 0.7$ , тогда получим  $Pr \cdot Gr = 2.1 \cdot 10^9$ . Таким образом, это число больше критического значения, приведенного в [7], поэтому можно вычислять и турбулентные напряжения. Если судить по числу Рейнольдса, внутри сушилки скорость примерно равна 0.02 м/с, а характерный размер сушилки 1 м, тогда при этих данных число Рейнольдса равно

$$Re = \frac{0,02 \cdot 1}{0,16 \cdot 10^{-6}} = 1250$$

Отсюда тоже можно сделать вывод о том, что в отдельных частях сушильной камеры могут возникать турбулентные напряжения.

Турбулентное течение можно представить, как совокупность вихрей, вращающихся в разных направлениях и в разных плоскостях. Крупные сгустки превращаются в мелкие сгустки, а малые сгустки, т.е. сгустки, размер которых немного превышает длину свободного пробега молекулы, преобразуют свою энергию в вязкостную тепловую энергию. Первоначально этот процесс был разработан А.Н.Колмогоровым и назван энергетическим каскадом.

С учетом упомянутой выше корреляции между ламинарным и турбулентными движениями воздуха была разработана математическая модель прямой зависимости продольного распределения температуры от скорости воздуха в воздуховодах солнечного воздухоборника с заглубленными воздуховодами.

С учетом вышесказанного, уравнения Рейнольдса и уравнения распределения температуры, при учете гипотезы Буссинеска, могут быть записаны следующим образом [7, 8, 9, 10]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{u}_i \bar{u}_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\rho \partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( (\nu + \nu_t) \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right) + g \beta (\bar{T} - \bar{T}_0), \\ \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} + \bar{u}_i \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( (\kappa + \kappa_t) \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} \right) \\ \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_j} = 0, \quad (i, j = 1, 2, 3). \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $\bar{u}_i$  – продольные и поперечные составляющие скорости воздушного потока;  $\bar{p}$  – гидростатическое давление;  $\bar{T}$  – температура;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\beta$  – термический коэффициент объемного расширения;  $\nu$ ,  $\nu_t$  – ламинарное и турбулентное составляющие вязкости;  $\kappa = \frac{\nu}{Pr}$ ,  $\kappa_t = \frac{\nu_t}{Pr_t}$ , где  $Pr, Pr_t$  – числа Прандтля для ламинарного и турбулентного режимов течения.

В приведенном выше уравнении Рейнольдса образуются неизвестные члены, называемые напряжениями Рейнольдса. В настоящее время существует множество различных полуэмпирических моделей для определения напряжений Рейнольдса.

**Модель Спаларта-Аллмараса.** Модель Спаларта-Аллмараса была разработана специально для аэрокосмических приложений, включающих потоки, ограниченные стенками,

и было показано, что она дает хорошие результаты для пограничных слоев, даже подверженных отрицательным градиентам давления [11].

В нашей работе для определения турбулентной вязкости была использована модель Спаларта-Аллмараса, которая имеет вид:

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial t} + u_j \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x_j} = C_{b1} (1 - f_{t2}) \tilde{S} \tilde{v} - \left[ C_{w1} f_w - \frac{C_{b1}}{k^2} f_{t2} \right] \left( \frac{\tilde{v}}{d} \right)^2 + \frac{1}{\sigma} \left[ \frac{\partial}{\partial x_j} \left( (v + \tilde{v}) \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x_j} \right) + C_{b2} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x_i} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x_i} \right]. \quad (3)$$

Здесь коэффициент турбулентного обмена определяется следующим образом:

$$\nu_t = \tilde{v} f_{v1}.$$

Дополнительные функции и константы модели приведены в [11].

Используя средства регрессионного анализа и таблицу, получены функции зависимости для температуры в боковых границах ( $T_0$ ) и в источнике ( $T_1$ ), чтобы использовать их в качестве граничных условий.

Для системы уравнений (2) в качестве начальных условий задаются только значения температуры:  $T(x, y, z, t_0) = T_0(x, y, z)$ . Значения скоростей принимались равными нулю. Задача решалась в параллелепипеде  $0 < x < X, 0 < y < Y, 0 < z < Z$ . В качестве краевых условий на боковых границах для температуры задается функция зависимости для  $T_0$ , а снизу функция зависимости от  $T_1$ . Для скоростей задается условие прилипания на стенках параллелепипеда. А в качестве краевых условий снизу для для скоростей задается условие симметрии.

В работе после безразмеривания основных уравнений для разностной аппроксимации применен метод контрольного объема SIMPLE [12]. Интегрирование велось шагом по времени  $\Delta t < 0.001$ . Моделирование было начато со времени  $t=0$  с и моделировалось до времени, приведенного в эксперименте с использованием фиксированного числа Куранта 1. В работе использовано 1623235 точек, вблизи перфорированных пластин сетка была сгущена.

Для начальных и граничных условий приняты экспериментальные данные из таблицы. Задача рассматривается трехмерной в нестационарном состоянии.

**Полученные результаты и анализ.** На рис. 4,а приведено поле скорости в вертикальной плоскости и по всей сушильной камере. Данные температуры в шкале приведены в кельвинах. Как видно из рисунка, при соответствующем выборе нижних пластинок температура равномерно распределяется по сушильной камере.

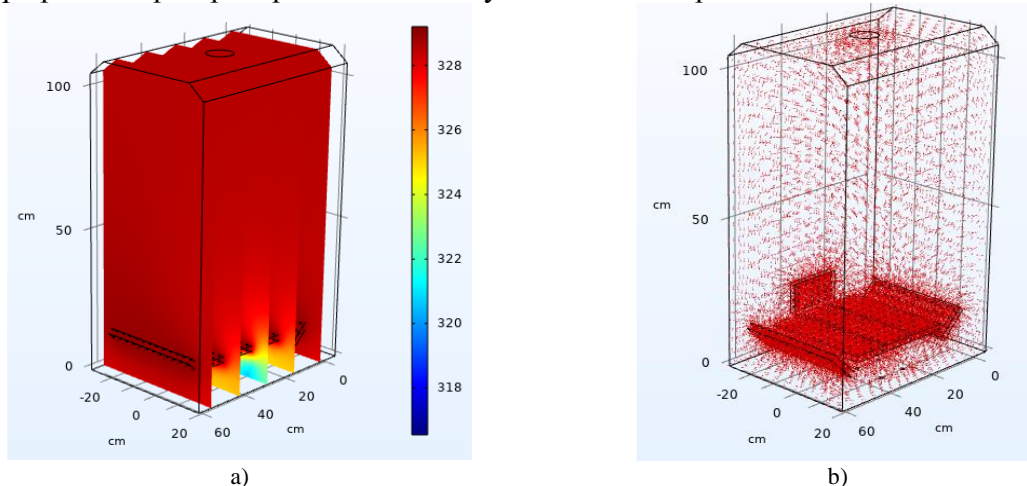


Рис. 4. Распределение температуры (в кельвинах) в вертикальной плоскости (а) и его изолинии по камере (б)



На рис. 4,b приведены изолинии направлений температуры по сушильной камере. Из этого рисунка можно сделать вывод, что поток температуры достигает всей области сушильной камеры.

На рис. 5,a приведены поля скоростей по сушильной камере. Как видно из шкалы, почти по всей области сушильной камеры скорость одинакова и примерно равна 0.004 – 0.006 м/с. Только вблизи верхней дыры вследствие уменьшения области сушильной камеры наблюдается небольшое повышение скорости.

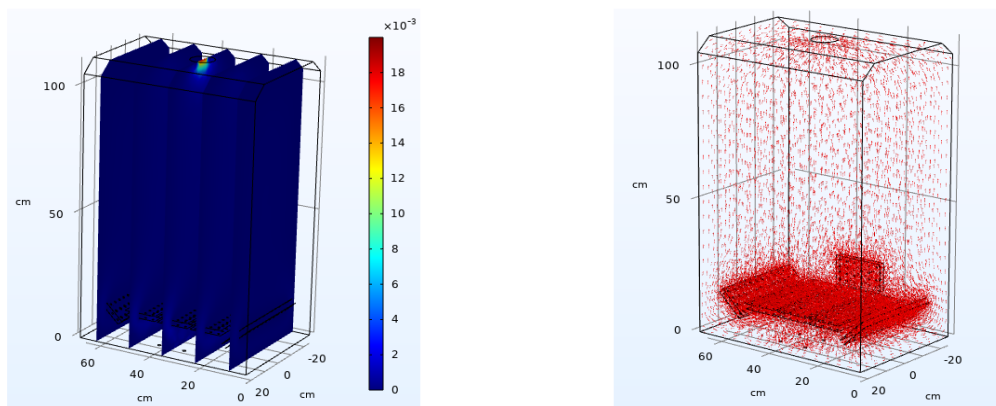
На рис.5,b приведены изолинии скорости по сушильной камере. Как видно из рисунка, поток скоростей достигает всех областей сушильной камеры.

На рис.6 приведены расчетные значения температуры в сопоставлении с экспериментально измеренными значениями в точках сушильной камеры.

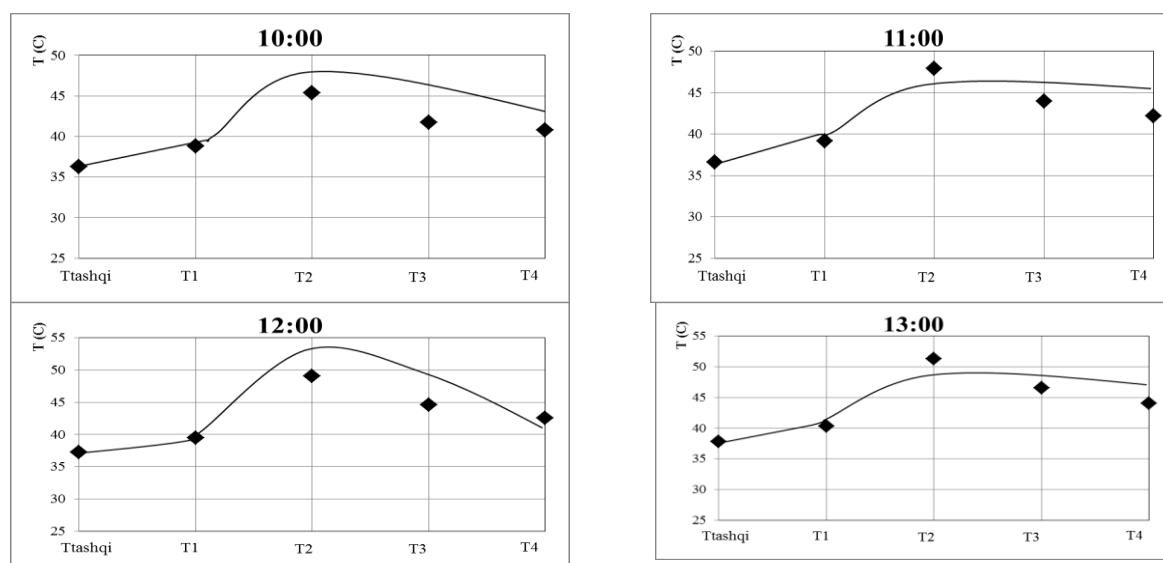
Относительную ошибку между теоретически найденными значениями и экспериментом находим по формуле

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \bar{y}_i|}{y_i} 100\%$$

где  $y_i$  – значения эксперимента,  $\bar{y}_i$  – теоретически найденные значения,  $n$  – число экспериментальных точек.



а) б)  
Рис. 5. Поле (а) и изолинии (б) скорости по сушильной камере





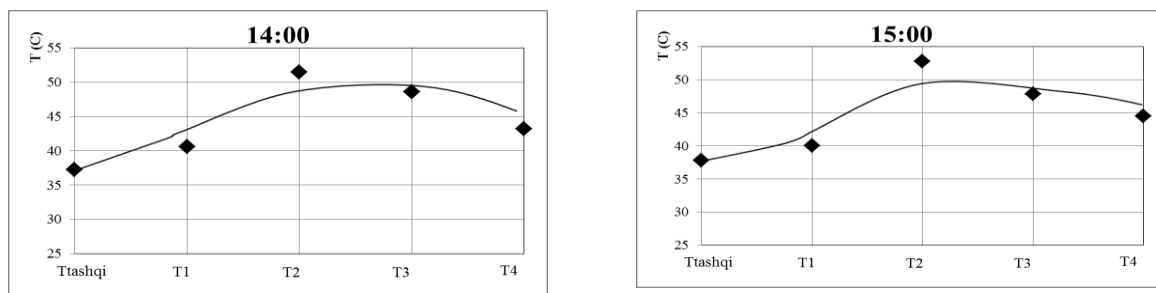


Рис. 6. Сопоставление экспериментальных и теоретических данных в выбранных точках из рисунка 1 в течение дня: а)10:00; б)11:00; в)12:00; д)13:00; е)14:00; ф) 15:00

Согласно вычислениям, для всех опытов относительная ошибка не превышает 6 %. Это говорит о том, что модель хорошо описывает процесс конвекции внутри сушильного аппарата.

### Выводы

В этой работе математически смоделирован процесс свободной конвекции для новой конструкции водяного сушильного аппарата. Начальные данные получены проведением эксперимента в сушильной камере. По начальным данным вычислено число Грасгофа, которое показало, что в этой сушильной камере может возникать турбулентное течение.

Исходя из этого, выбрана система дифференциальных уравнений для нестационарного потока естественной конвекции воздуха с использованием закона сохранения массы, импульса, энергии в приближении Буссинеска, а также модель Спаларта-Аллмараса для определения турбулентных напряжений. Для решения задачи был применен метод контрольного объема SIMPLE [12]. Интегрирование велось шагом по времени  $\Delta t < 0.001$ . Моделирование было начато со времени  $t=0$  с и моделировалось до времени, приведенного в эксперименте.

Установлены зависимость температур воздуха у входа и выхода из сушильной камеры, а также на поверхности источника тепла от времени измерения, сопоставлены экспериментальные и расчетные данные, то есть устанавливалась и сравнивалась четкая картина взаимосвязей между переменными на основе методов многомерного анализа. Для оценки эффективности полученной модели выявлена средняя ошибка аппроксимации 6%. Моделированием показано, что распределение температуры по объему камеры почти одинаковое. Выявлено, что при таком режиме также и скорость по камере сохраняется почти одинаковой, а максимальная скорость достигается в точке выхода из сушилки и составляет 0.01-0.02 м/с.

Цена модели также повышает уровень достоверности в производстве горячего (теплого) воздуха с естественной циркуляцией в таких сушильных камерах.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Постановление Президента Республики Узбекистан от 29 июля 2019 года № ПП-4406 “О дополнительных мерах по глубокой переработке сельскохозяйственной продукции и дальнейшему развитию пищевой промышленности”
- [2] *Duffie J.A., Beckman W.A.* Solar Engineering of Thermal Processes. New Jersey, 2013.
- [3] *Poonam R., Tripathy P.P.* Thermal characteristics of a flat plate solar collector: Influence of air mass flow rate and correlation analysis among process parameters // *Solar Energy*. 2020, Vol.211, pp. 464–477. URL: [www.elsevier.com/locate/solener](http://www.elsevier.com/locate/solener)
- [4] *El-Sebaï A.A., Aboul-Enein S., Ramadan M.R.I., El-Gohary H.G.* Experimental investigation of an indirect type natural convection solar dryer // *Energy Conversion and Management*. 2002, No.43, pp. 2251–2266.
- [5] *Mohanraj M., Chandrasekar P.* Performance of a Forced Convection Solar Drier Integrated with Gravel as Heat Storage Material for Chili Drying // *Journal of Engineering Science and Technology*. 2009, No.4(3), pp. 305–314.
- [6] *Mirzaev Sh., Kodirov J., Khamraev S.I.* Method for determining the sizes of structural elements and semi-empirical formula of thermal characteristics of solar dryers / *APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2022 (2021070). P.012021. IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012021
- [7] *Абрамов А.Г., Иванов В.В.* Течения жидкости в полях объемных сил. Ламинарные режимы и устойчивость свободно конвективных течений: учеб. Пособие. Санкт-Петербург. ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. –114 с.

- [8] Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Москва. Наука, 1974, –712 с.
- [9] Гебхарт Б., Джалурия Й., Махаджан Р.Л., Саммакия Б. Свободно-конвективные течения, тепло и массообмен. Книга 2. Москва. Мир, 1991. –678 с.
- [10] Jumayev J., Shirinov Z., Kuldashv H. Computer simulation of the convection process near a vertically located source / International conference on information Science and Communications Technologies (ICISCT). Conference Proceedings: Tashkent, 2019, 4-6 november. P.635–638. DOI:10.1109 /ICISCT 47635.2019.9012046
- [11] Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flows, AIAA 1992-439. 30<sup>th</sup> Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. January P. 1992-0439.
- [12] Patankar S.V., Spalding D.B. A Calculation Procedure for Heat Mass and Momentum Transfer in Three Dimensional Parabolic Flows // International Journal of Heat Mass Transfer. 1972. No.15, pp. 1787-1806.

Дата поступления  
12.09.2023

**Мирзаев Ш.М., Жумаев Ж., Ибрагимов С.С. Табиий ҳаво конвекцияси яли билвосита қўйи қуритгич қурилмаларида узумни қуритиш жараёнини моделлаштириши.**

**Аннотация:** Ишда билвосита турдаги қуритиш қурилмасида табиий конвекция жараёни математик моделлаштирилган бўлиб, қурилмада иссиқлигини йиғиши ва узатиши учун сув ишлатилган. Моделнинг бошланғич шартли сифатида муаллифлар томонидан олинган тажриба натижалари ишлатилган. Математик модель учун Буссинеск гипотезасини ҳисобга олган ҳолда Ренольдс тенгламалари ва ҳароратни тақсимлаш тенгламалари ишлатилган. Ишда бошланғич тенгламаларнинг фарқли яқинлаштиши учун SIMPLE назорат ҳажмий усули қўлланилган. Қуритиш камерасида ҳарорат ва тезлик майдонининг изолиниялари аниқланган. Симуляциялар шуни кўрсатадики, камера ҳажми бўйича ҳарорат тақсимоти деярли бир хил. Ушбу режимда камерадаги ҳавонинг ҳаракат тезлиги деярли бир хил сақланиб қолиши аниқланган, ҳавонинг максимал тезлиги қуритиш камерасининг чиқиш нуқтасида бўлиб, 0,01-0,02 м/с тезликгача эканлиги аниқланган.

**Калит сўзлар:** қуритгич; табиий конвекция; иситиш; узумни қуритиш; ҳаво; қуритиш камераси; қуритиш жараёни.

**Mirzayev Sh.M., Jumayev J., Ibragimov S.S. Simulation of the process of solar drying of grapes in indirect type installations with natural air convection.**

**Abstract:** The paper mathematically models the process of natural convection of an indirect type dryer, for the accumulation and absorption of heat, which uses water. The data from the experiment conducted by the authors of the work is used as the initial data. The Reynolds equations and the temperature distribution equations are used for the mathematical model, taking into account the Boussinesq hypothesis. In this paper, the SIMPLE control volume method is used for the difference approximation of the initial equations. The isolines of the temperature and velocity fields in the drying chamber are determined. Modeling has shown that the temperature distribution over the chamber volume is almost the same. It was revealed that in this mode, the speed in the chamber remains almost the same, the maximum speed is reached at the exit point from the freezer and will be equal to 0.01-0.02 m/s.

**Keywords:** dryer, natural convection, heating, drying grapes, air, drying chamber, drying process.

УДК 629.112+51-74

## ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИЦЕПА, ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 12 ТОНН

<sup>1</sup>Шермухамедов А.А., <sup>2</sup>Тогаев А.А., <sup>1</sup>Эргашев Н.Т., <sup>1</sup>Рашидов А.А., <sup>3</sup>Астанов Б.Ж.

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Иокогамский национальный университет, [Иокогама](http://www.iu.ac.jp), Япония

<sup>3</sup>Институт механики и сейсмостойкости сооружений, Ташкент, Узбекистан

E mail: [ergashev\\_nurillo@mail.ru](mailto:ergashev_nurillo@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены нормальные напряжения в узлах рамной конструкции прицепа, грузоподъемностью 12 тонн при изгибе. Показано, что значение максимального нормального напряжения меньше допускаемого напряжения, то есть выбранные геометрические параметры рассматриваемого прицепа удовлетворяют условиям прочности при движении по асфальтобетонной дороге.

**Ключевые слова:** трактор; прицеп; напряжения; рама, момент; поперечная сила; изгибающий момент; момент инерции; геометрический параметр.

За последние годы рост грузопотоков на небольшие расстояния и сокращение сроков доставки грузов в нашей стране и за рубежом привели к интенсивному использованию, а вместе с тем и производству различных по назначению автотранспортных средств. Особое внимание в этом вопросе уделено использованию большегрузных прицепов и полуприцепов, агрегатируемых с мощными автомобилями-тягачами. Применение автопоездов позволяет осуществлять перевозки с минимальными затратами, расходуемыми на каждую тонну перевозимого груза, существенно расширить номенклатуру перевозимых грузов, снизить

## СОДЕРЖАНИЕ

К.С. Султанов, С.И. Умархонов. Напряженное состояние грунтовых плотин при кратковременных гармонических нагрузках .	3
Х.С. Сагдиев, А.С. Ювмитов. Динамические характеристики зданий разных конструктивных решений и свойства грунта строительной площадки .....	9
П.В. Логинов, С.С. Хамидов, Н.А. Акбаров. Численное решение распространения плоской волны в линейной вязкоупругой среде .....	26
Ш.П. Алимухамедов, Н.К. Турсунов, О.Т. Тоиров, Т.Т. Уразбаев. Исследование процесса рафинирования стали от фосфора в индукционной тигельной печи .....	35
И.К. Хужаев, З.З. Ширинов. Гидравлический и тепловой расчет многосекционного теплообменника, работающего в однотрубной сети теплоснабжения .....	42
З.М. Маликов, А.Т. Йулдашев, М.Э. Мадалиев, С.И. Хайдаров, М.А. Анализ эффективности гидроциклона на основе пакета программ Comsol Multiphysics .....	53
А.А. Ризаев, М.К. Худжаев. Вынужденная вибрация клиновой пары под воздействием постоянной силы.....	61
Д.М. Мухаммадиев, Ф.Х. Ибрагимов, О.Х. Абзоиров, Л.Ю. Жамолова. Экспериментальное исследование междупилльных прокладок линтерной машины на сжатие.....	65
Ф.Х. Назаров, С.К. Абдухамидов. Численное исследование течения в каналах при наличии значительных препятствий.....	71
М.Э. Мадалиев, Д.П. Наврузов, М.А. Шоев. Использование двухжидкостной модели турбулентности для численного решения задач осесимметричных закрученных струйных течений .....	77
Ю.А. Ахмеджанов. Уравнение движения ускорителя сырьцевого валика зоны пыльного дженирования.....	83
Ф.Н. Тураходжаева, И.И. Тажибаев. Определение качества и деградации цементированной массы на основе метода спектроскопии.....	88
К.К. Юлдашев, О.А. Тешабоев, Т.И. Низомов. Разработка конструкции эффективного винтового конвейера, транспортирующего и очищающего хлопок и обоснование параметров винта.....	91
Ш.М. Мирзаев, Ж. Жумаев, С.С. Ибрагимов. Моделирование процесса солнечной сушки винограда в установках косвенного типа с естественной конвекцией воздуха.....	97
А.А. Шермухамедов, А.А. Тогаев, Н.Т. Эргашев, А.А. Рашидов, Б.Ж. Астанов. Прочностные характеристики рамной конструкции прицепа, грузоподъемностью 12 тонн.....	105
Г.А. Бахадиров, Г.К. Ачилов. Определение сил опорных реакций в механизме давления многооперационной валковой машины.....	113
А.З. Хасанов, З.А. Хасанов. Задачи определения устойчивости откосов и активного давления грунтов на ограждения .....	117
И. Мирзаев, А.С. Ювмитов, М.С. Турдиев. Колебания зданий с комбинированной сейсмоизоляцией на уровне фундамента при реальных сейсмических воздействиях .....	125
М.М. Мирсаидов. Краткое сообщение о монографии Б.Ш.Юлдошева, О.И.Карабаева, У.А.Халматова .....	132

## МУНДАРИЖА

К.С. Султанов, С.И. Умархонов. Қисқа муддатли динамик кучлар таъсирида грунтли тўғонларнинг кучланганлик холати.....	3
Х.С. Сагдиев, А.С. Ювмитов. Турли конструктив ечимли биноларнинг динамик характеристикалари ва уларнинг қурилиш майдонлари грунтларини хоссалари.....	9
П.В. Логинов, С.С. Хамидов, Н.А. Акбаров. Чизикли ёпишқоқ-эластик муҳитда текис тўлқин тарқалишини сонли ечиш.....	26
Ш.П. Алимухамедов, Н.К. Турсунов, О.Т. Тоиров, Т.Т. Уразбаев. Индукцион тигел печида темир йўл қуймалари учун пўлатни дефосфорация жараёни тадқиқоти .....	35
И.К. Хужаев, З.З. Ширинов. Бир қувурли иссиқлик таъминоти тармоқларига уланган қўп секцияли иссиқлик узатгичнинг гидравлик ва иссиқлик ҳисоби.....	42
З.М. Маликов, А.Т. Йулдашев, М.Э. Мадалиев, С.И. Хайдаров, М.А. Comsol multiphysics дастурий пакети асосида гидроциклонларнинг самарадорлигини таҳлили .....	53
А.А. Ризаев, М.К. Худжаев. Доимий куч таъсирида понанинг мажбурий тебраниши.....	61
Д.М. Мухаммадиев, Ф.Х. Ибрагимов, О.Х. Абзоиров, Л.Ю. Жамолова. Линтер машинаси аралараро кистирмаларини сиқилишга таърибавий текшириш.....	65
Ф.Х. Назаров, С.К. Абдухамидов. Мухим тўсиқлар бўлган каналлардаги оқимни сонли тадқиқи.....	71
М.Э. Мадалиев, Д.П. Наврузов, М.А. Шоев. Икки суюқлик турбулент моделининг ўққа нисбатан симметрик айланма оқим масаласини сонли ечишда қўлланилиши.....	77
Ю.А. Ахмеджанов. Аррали джин доирасидаги пахта хомашёси кичик вали тезлатгичининг ҳаракат тенгламаси.....	83
Ф.Н. Тураходжаева, И.И. Тажибаев. Цемент массасининг сифати ва деградациясини спектроскопия усули асосида аниқлаш..	88
К.К. Юлдашев, О.А. Тешабоев, Т.И. Низомов. Пахтани ташувчи ва тозаловчи самарали винтли конвейер конструкциясини ишлаб чиқиш, винт параметрларини асослаш .....	91
Ш.М. Мирзаев, Ж. Жумаев, С.С. Ибрагимов. Табиий ҳаво конвекцияси яли билвосита қуёш қуритгич қурилмаларида узумни қуритиш жараёнини моделлаштириш.....	97
А.А. Шермухамедов, А.А. Тогаев, Н.Т. Эргашев, А.А. Рашидов, Б.Ж. Астанов. Юк қўтарувчанлиги 12 тонна бўлган тиркаманинг рама конструкциясининг мустаҳкамлик хусусиятлари.....	105
Г.А. Бахадиров, Г.К. Ачилов. Қўп операцияли валли машинанинг босим берувчи механизмидаги таянч реакция кучларини аниқлаш.....	113
А.З. Хасанов, З.А. Хасанов. Тўсиқ конструкцияларга грунтларнинг фаол босимини ва қияликларнинг турғунлигини аниқлаш масаласи .....	117
И. Мирзаев, А.С. Ювмитов, М.С. Турдиев. Мавжуд сейсмик таъсирлар остида аралаш усулда сейсмик изоляцияланган биноларнинг тебранишлари .....	125
М.М.Мирсаидов. Б.Ш.Юлдошев, О.И.Карабаев, У.А.Халматоваларнинг монографияси ҳақида қисқача маълумот.....	132