АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА СУШКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА**Мурадов Исмоилджон**

канд. техн. наук,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: bobur160189@mail.ru

Тошмаматов Бобир Мансурович

ст. преподаватель,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Саматов Джонибек Шавкат угли

магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Чоршанбиев Салохиддин Хусан угли

магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

ANALYSIS STATE OF SUNFLOWER SEED DRYING**Ismoidljon Muradov**

PhD.,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Bobir Toshmamatov

senior lecturer,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Djonibek Samatov

master,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Salohiddin Chorshanbiev

master,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В статье описан процесс с использованием тепла и анализ современного состояния вопросов гидродинамики и теплообмена в установке сушильной камеры в фонтанирующих слоях, а также различные варианты установки.

ABSTRACT

The article shows the process using heat analyzing the current state of the issues of hydrodynamics and heat and mass transfer in the installation of a drying chamber with gushing layers, as well as various installation options.

Ключевые слова: сушка, семена подсолнечника, теплообмен, теплообмен, анализ, фонтанирующие слои.

Keywords: drying, sunflower seeds, heat transfer, heat and mass transfer, analysis, gushing layer.

Процессы с использованием тепла (сушка, обжиг, теплообменные и др. аппараты) относятся к числу наиболее энергоемких, поэтому вопросы экономии энергии при проведении этих процессов необходимо решать уже на стадии выбора и расчета теплотехнических установок для обработки конкретных материалов наряду с рассмотрением комплекса технологических факторов, определяющих эффективность работы этих установок.

Обзор существующих способов сушки семян подсолнечника, способы энергоподвода достаточно глубоко не исследованы во взаимосвязи влаги с материалом, его сорбционно-десорбционных свойств, а также теплофизических свойств.

Физический анализ явления переноса массы в капиллярно-пористом материале показывает, что это сложный процесс, состоящий из ряда механизмов, проявляющихся в той или иной мере в зависимости от вида процесса (сушка, адсорбция, экстрагирование). Применительно к отдельным процессам можно выделить следующие основные механизмы [1–4].

Класс коллоидных капиллярно-пористых материалов – пористые материалы с проницаемыми стенками пор. Собственно, твердая фаза также участвует в массопереносе (молекулярная или осмотическая диффузия через стенки и др.). В этом случае происходит удаление влаги из замкнутых пор при сушке материалов растительного происхождения (семечка).

Влага, находящаяся в дисперсном теле, удерживается в нем силами различной величины и природы, действие которых может изменяться в зависимости от влагосодержания, температуры и пористой структуры. Для термодинамического описания состояния влаги капиллярно-пористого тела в этих условиях нужно располагать комплексом термодинамических функций, таких как изменение энтальпии ΔH , энтропии ΔS , свободной энергии ΔF при определении влагосодержания J и температуры T . Свободная энергия ΔF количественно характеризует потенциальную способность вещества, придерживает химическое или физические превращения.

Для сложных многокомпонентных систем растительного происхождения мы не располагаем данными для расчета, величину свободной энергии ΔS можно определить по константам:

$$\Delta S = -RT \ln P_{об} / P_s, \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная ($R = 8,314 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{К}$);

T – температура, К;

$P_{об}$ – давление водяных паров над поверхностью;

P_s – давление насыщенного пара при температуре T , Па.

Анализ изотерм, полученных экспериментальным путем, позволяет по характерным точкам определить некоторые области влагосодержания, соответствующие определенным формам связи влаги с материалом, соответствующим определенным формам энергии связи:

$$\psi = 1/N * dw/d\tau, \quad (2)$$

где $\tau = 1/N [(w_1 - w_k) + A 2,3 \lg w_k - w_p / w_2 - w_p + \beta(w_k - w_2)]$;

w_1, w_k, w_2 – соответственно влагосодержание продукта начальное, критическое и конечное;

N – максимальная скорость сушки первого периода;

β – коэффициент массообмена.

Обсуждение массообмена в фонтанирующем слое в отличие от теплообмена ограничивает рассмотрение обмена между оживающим агентом (легкой фазой) и твердыми частицами. Массопередача между легкой фазой и отдельными частицами слоя, подобно теплопередаче, может происходить либо во внешней, либо во внутренней диффузионной областях. Последний режим представляет больший практический интерес, особенно с тех пор, как фонтанирующий слой стал применяться для процессов сушки, в которых свойства твердых частиц и диапазон влажности часто таковы, что лимитирующее сопротивление процессу сосредоточено внутри частицы. Тем самым основное внимание в этой главе, которая начинается с краткого анализа внешнелогической диффузии, уделяется диффузионным лимитирующим этапам сушки горячим газом твердых частиц в фонтанирующем слое.

Массопередача паров от твердых частиц к газу лимитируется внешней диффузией, если при сушке твердых частиц пары образуются в периоде постоянной скорости. В то время как механизм массопереноса от индивидуальной частицы при этих условиях совершенно аналогичен теплопередаче, не существует единой теории для описания процесса массопередачи от слоя частиц в целом к взвешиваемому его газу. Это было отмечено для псевдооживления и в равной степени справедливо для фонтанирования. Твердые частицы, играющие роль переносчиков теплоты из горячей части слоя к более холодной, что обсуждалось в предыдущей главе, в процессе массопередачи выполняют иные функции, поскольку частицы остаются всегда при одной и той же температуре, соответствующей адиабатической температуре насыщения входящего газа. Вопрос приближения процесса массопередачи к состоянию равновесия между фонтанирующим газом и слоем твердых частиц все же можно рассматривать по аналогии с теплопередачей. Анализ соответствующей проблемы в теплопередаче был основан на использовании взаимодействия «легкая фаза – частица» в ядре и периферии (кольце слоя) отдельно, а не в аспекте механизма передачи к слою в целом [1–7].

По аналогии с уравнением (1) массопередача при движущей силе, выраженной через концентрацию паров передающей фазы в основном потоке газа, т.е. паров, образующихся из твердых частиц, описывается уравнением:

$$\frac{C^* - C}{C^* - C_0} = \exp \left[\frac{6K_m(1 - \varepsilon)}{wd_u} z \right], \quad (3)$$

где C^* – равновесная концентрация на поверхности частицы;

C_0 и C – начальная и текущая концентрации паров соответственно;

K_m – коэффициент массопередачи, отнесенный к единице поверхности частиц.

Во всем слое частиц при одной и той же температуре, а именно адиабатической температуре насыщения, значение C^* будет оставаться постоянным по всему слою.

В заключение отметим, что для описания внутреннего массопереноса в системах с твердой фазой на современном этапе используются следующие основные методы: физический, занимающийся анализом механизмов массо- и теплопереноса, кинетический, основывающийся на понятиях коэффициентов массопроводности, массопередачи и термодинамических процессов [6]. Наряду с классическими кинетическими и термодинамическими уравнениями массо- и теплопереноса, основанными на представлении о безынерционной реакции системы на соответствующее возмущение, предложены уравнения, учитывающие конечную скорость установления механизма массо- и теплопроводности [2]. Известны также попытки применения теории информации для описания внутреннего массо- и теплопереноса [5; 6].

Резюмируя, можно сделать вывод о том, что процессы транспорта вещества в твердой фазе при сушке, адсорбции, экстрагировании, несмотря на различие в механизмах переноса, обладают большой степенью кинетической общности. Общим для этих процессов является диффузионный (в широком смысле слова) механизм переноса, который в изотермических условиях может быть выражен уравнением массопроводности (3), а в неизотермических – уравнением, учитывающим термодиффузию.

Таким образом, имеются многочисленные работы, где представлены аналитические и экспериментальные данные по межфазному тепло- и массообмену в фонтанирующих слоях. Однако применение полученных зависимостей в практике требует определения эмпирических коэффициентов, зависящих от свойств высушиваемого материала и типа сушилки, поэтому в каждом конкретном случае для описания процесса сушки дисперсных материалов в аппаратах фонтанирующего слоя требуется проведение дополнительных экспериментальных исследований [2].

Анализируя современное состояние вопросов гидродинамики и тепломассообмена в фонтанирующих слоях, а также различные варианты аппаратного оформления процесса сушки в них, можно сделать следующие выводы.

1. Энергетические и технологические показатели существующих сушильных установок не отвечают

требованиям современного состояния развития техники.

2. Достаточно хорошо разработаны теоретические предпосылки для аналитического решения задач гидродинамики и тепломассообмена в аппаратах фонтанирующего слоя. Но применить полученные закономерности гидродинамики и тепломассообмена к термолабильным маслосодержащим материалам очень трудно.

3. Практически отсутствуют сушильные аппараты с фонтанирующим слоем для сушки термолабильных маслосодержащих семян и исследования по ним.

4. Практически отсутствуют теоретические разработки условий тепломассообмена в сушильных аппаратах фонтанирующего слоя, а также законченные инженерные методики их расчета.

Исходя из выше указанного, целью настоящей статьи является комплексное исследование семян подсолнечника как объекта сушки с последующим выбором рационального типа аппарата, предназначенного для одновременной сушки и охлаждения маслосодержащих семян, построение математической модели гидродинамики и протекающих в ней тепломассообменных процессов, а также создание на этой основе методики расчета промышленного образца сушильного аппарата фонтанирующего слоя.

Для достижения этой цели на основании анализа имеющихся данных автором решались следующие задачи.

1. Исследование маслосодержащих семян как объекта тепло-технологической переработки.

2. Моделирование гидродинамической обстановки в сушильном аппарате при сушке семян подсолнечника.

3. Аналитическое описание процесса нагрева и охлаждения семян, а также кинетики сушки.

4. Экспериментальные исследования по изучению гидродинамики, кинетики сушки и процесса охлаждения семян подсолнечника в аппарате.

5. Определение оптимального времени пребывания частиц обрабатываемого материала в фонтанирующем слое.

6. Разработка рациональных конструкций сушильного аппарата фонтанирующего слоя для масличных семян.

Выполненный краткий обзор существующих и возможных методов сушки семян подсолнечника показывает, что у действующих технологий имеются недостатки, которые сильно влияют на качество получаемого продукта и его себестоимость. В связи с этим в первую очередь требуется исследовать семена подсолнечника как объект тепло-технологической переработки, что позволяет научно обосновывать выбор способа и конструкции сушильного аппарата.

Список литературы:

1. Исследование теплофизических характеристик картофеля при длительном хранении в малом хранилище / Г.Н. Узаков, А.Т. Теймурханов, А.Б. Вардияшвили, Р.А. Захидов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 2. – С. 59–63.

2. Мурадов И., Исмоилджонов Ж.Р. Расчет технико-экономических показателей сушильной камеры с фонтанирующим слоем // *Universum: технические науки. Научный журнал.* – 2021. – № 2 (83). Ч. 2. – С. 65–68.
3. Application of Various Computer Tools for the Optimization of the Heat Pump Heating Systems with Extraction of Low-Grade Heat from Surface Watercourses / A. Sychov, V. Kharchenko, P. Vasant, G. Uzakov // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2019. – № 866. – P. 310–319.
4. Development of A Scheme For The Thermal Processing of Solid Household / I. Muradov, B.M. Toshmamatov, N.M. Kurbanova, S.R. Baratova [et al.] // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.* – 2019. – Vol. 6, Issue 9. – P. 10784–10787.
5. Kharchenko V.V., Sychov A.O., Uzakov G.N. Innovative instruments for extraction of low-grade heat from surface watercourses for heating systems with heat pump. EAI // *Springer Innovations in Communication and Computing.* – 2019. – P. 59–68.
6. Khuzhakulov S.M., Uzakov G.N., Vardiyashvili A.B. Effectiveness of solar heating systems for the regeneration of adsorbents in recessed fruit and vegetable storages // *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika).* – 2013. – № 49 (4). – P. 257–260.
7. Uzakov G.N. Technical and economic calculation of combined heating and cooling systems vegetable store-solar greenhouse // *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika).* – 2012. – № 48 (1). – P. 60–61.