

«М.А.Гендельманнның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана». - 2023. - Т.1, Ч.1.- С. 323-326.

**УДК 10167**

## **РАСЧЁТ ПРОЦЕССА СУШКИ ТРАВЯНИСТЫХ ДИЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ГЕЛИОСУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

*Дадаев Г. PhD.,  
Сафаров Ж. DSc.,  
Султанова Ш. DSc.*

*Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова  
г.Ташкент*

В мире обеспечение населения качественными пищевыми продуктами считается одной из важных задач. Особое внимание уделяется совершенствованию энергосберегающей техники и технологий переработки пищевых диетических трав с сохранением их биологически активных компонентов.

Проблемы энергоснабжения населения Земли до настоящего времени полностью не решены. Около 1 млрд человек по всему миру, или 13% населения Земли, до сих пор не имеют доступа к электричеству, [4] а 2,4 миллиарда человек по-прежнему традиционно используют биомассу для приготовления пищи. [5] По оценке Международного валютного фонда, ежегодный рост мирового энергопотребления составляет около 1,7%. [2]

Учитывая такие темпы энергопотребления, можно предположить, что в ближайшие десятилетия углеводородное сырье уже не в состоянии будет обеспечить основные потребности мировой экономики в электроэнергии.

В отраслях промышленности используются гелиотехнические установки, проблемами которых являются сокращение времени переработки сырья, уменьшение расходов электроэнергии и труда, повышение качества конечной продукции, усовершенствование технологических процессов сушки.

Количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов, в т. ч. возобновляемых. Использование всего лишь 0,0125% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5% – полностью покрыть потребности в будущем. Потенциал солнечной энергии настолько велик, что, по существующим оценкам, солнечной энергии, поступающей на Землю каждую минуту, достаточно для того, чтобы удовлетворить текущие глобальные потребности человечества в энергии в течение года [2].

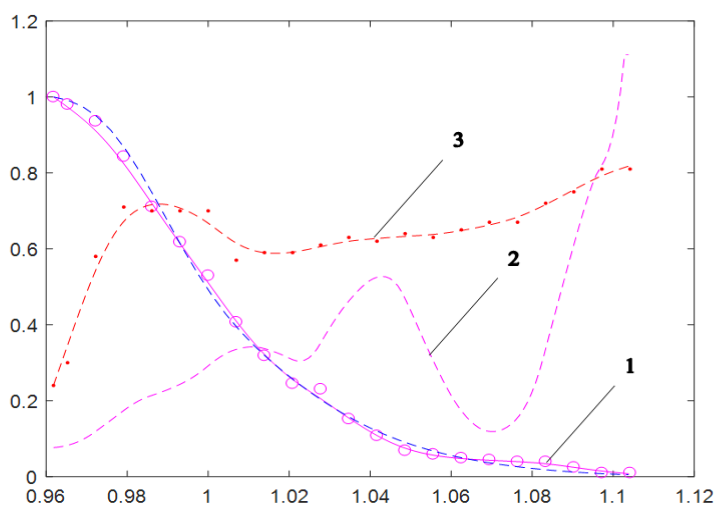
В мире ведутся научные исследования в приоритетных направлениях развития технологии и оборудования сушки. Эффективное использование альтернативной энергии, сохранение составных биоактивных веществ продукции, сушка продуктов посредством инфракрасных лучей, усовершенствование способов сушки (конвективный, кондуктивный, инфракрасный, сверхвысокочастотный) и разработка способов движения сушильного агента. [3]

Расчёт показателей процесса сушки в аппаратах с применением разработанного метода проиллюстрируемые примере сушки диетических трав в сушильном шкафу. Данные, полученные в экспериментах и при обработке данных в предположении  $w_{ro}=0$ , приведены на рис. 1 и в табл. 1.

Таблица 1. Расчёт показателей процесса сушки в аппаратах

Параметры	$K_{u1}$	$k_{u2}$	$k_{w1}$	$K_{w2}$
Значения параметров	0.0448	1.8493	0.8961	-0.5014

Среднее отклонение расчетных и опытных данных 0,0037, а среднее абсолютное отклонение 0,0125.



1-кривая сушки; 2-эмпирические значения константы скорости сушки  $k_{ss} \cdot 10^{-2}$  в сутки<sup>-1</sup>; 3-температура в шкафу  $T_a \cdot 10^{-2}$  в °C.

Рис.1. Кривые диетических трав в сушильном шкафу

Результаты экспериментов по сушке в высокоэффективной энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты экспериментов по сушке в энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке

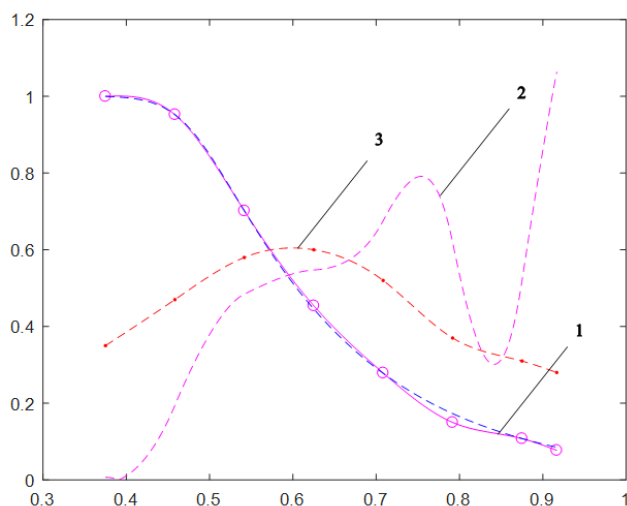
Время, $t$	8 <sup>00</sup>	11 <sup>00</sup>	13 <sup>00</sup>	15 <sup>00</sup>	17 <sup>00</sup>	19 <sup>00</sup>	21 <sup>00</sup>	22 <sup>00</sup>
Температура	23°C	31°C	36°C	37°C	34°C	28°C	25°C	20°C

воздуха, $T_a$								
Температура в установке, $T_v$	35°C	47°C	58°C	60°C	52°C	37°C	31°C	28°C
Температура парафина, $T_p$	26°C	37°C	45°C	57°C	56°C	44°C	38°C	31°C
Вес материала, $P, \text{г}$	2000.0	1910.0	1435.2	966.5	634.6	390.2	310.2	252.3

Обработка дает результаты, представленные на рис. 2-4. Матрица коэффициентов корреляции показана в табл. 3. Эмпирические коэффициенты:  $K_{u1} = 5.3956$  1/сутки;  $k_{u2} = 0.0148$  1/сутки;  $k_{w1} = 0.9858$ ;  $K_{w2} = -7.2359$ .

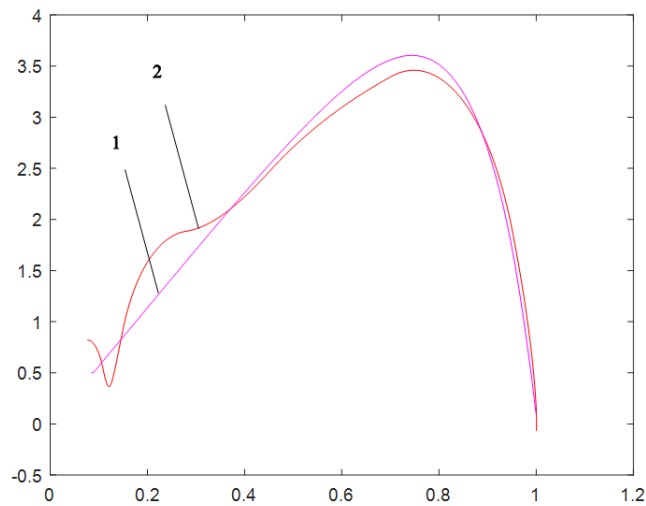
Таблица 3. Корреляционная матрица коэффициентов взаимосвязи между константой скорости сушки и параметрами процесса

	$k_{ss}$	$T_a$	$T_v$	$T_p$	$t$	$w_{so}$
$k_{ss}$	1.0000	0.0886	0.1592	0.5660	0.7029	-0.7496
$T_a$	0.0886	1.0000	0.9769	0.6920	-0.4747	0.3519
$T_v$	0.1592	0.9769	1.0000	0.7815	-0.3386	0.2095
$T_p$	0.5660	0.6920	0.7815	1.0000	0.2261	-0.3838
$T$	0.7029	-0.4747	-0.3386	0.2261	1.0000	-0.9794
$w_{so}$	-0.7496	0.3519	0.2095	-0.3838	-0.9794	1.0000



1-кривая сушки; 2-эмпирические значения константы скорости сушки  $k_{ss} \cdot 10^{-1}$  в сутки<sup>-1</sup>; 3-температура в установке  $T_a \cdot 10^{-2}$  в °C.

Рис.2. Кривые сушки диетической травы в энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке



1-расчетная; 2-эмпирическая.  
Рис.3. Кривая скорости сушки

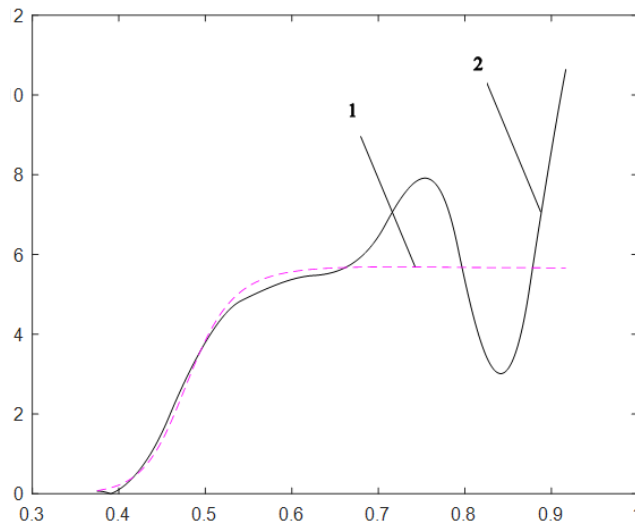


Рис. 4. Расчетные (1) и эмпирические (2) значения констант скорости сушки  
Сравнение результатов представления константы как функции температуры внутри аппарата и в окружающей среде показывает, что существует точность одного и того же порядка. Это позволяет проводить расчеты режимов в установке по внешним параметрам источника энергии (внешняя температура, относительная влажность воздуха, условия и продолжительность инсоляции).

Матрицы коэффициентов корреляции, показывающие взаимосвязей между константой скорости сушки и основными факторами внешней среды, свидетельствуют о том, что связь константы скорости сушки с температурой носит нелинейный характер. [1]

Осуществлена аппроксимация кинетических кривых на основе динамического уравнения массопередачи и предложенных эмпирических зависимостей констант скорости сушки от температуры, уравнения изотермы десорбции в виде формулы Поснова с добавлением линейной зависимости параметра равновесия от температуры. Сделан вывод о возможности получения единой формулы учета константы скорости от температуры в

условиях затенения и инсоляции, когда при инсолировании расчеты ведутся по «эффективной температуре на солнце».

#### Список использованной литературы

1. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т. Разработка солнечного аккумулирующего сушильного оборудования на основе теоретических исследований аккумулирования солнечной энергии. Энергетика. Труды вузов и ассоциаций энергетики стран СНГ Открытый доступ Том 63, Выпуск 2, 2020, страницы 174-191.

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084370343&origin=resultslist>

2.К.С. Дегтярев Динамика мирового энергопотребления в XX –XXI вв. и прогноз до 2100 года Журнал «Окружающая среда и энергосбережение» (ОСЭ) №2(2020) ст. 35-49.

3.Ж. Э. Сафаров, Ш. А. Султанова, Г. Т. Дадаев Разработка гелиоаккумуляционной сушильной установки на основе теоретических исследований аккумуляции солнечной энергии//Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2020. Т. 63, № 2. С. 174–192.

4.<https://kazpravda.kz/n>

5.<https://news.un.org/ru/story/2022/06>