

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

***В. А. Дидур, доктор технических наук
А. В. Ткаченко, кандидат технических наук
Таврический государственный агротехнологический
университет
e-mail: didurva@mail.ru***

Аннотация. *Определены экспериментальные единые потенциалы массопереноса и удельной изотермической массоёмкости оболочки и ядра семянки подсолнечника. Для этого применён метод основанный на определении влагосодержания непосредственно контактирующих исследуемого и эталонного тел, находящихся в состоянии динамического равновесия.*

На основании полученных авторами и другими исследователями экспериментальных данных выведено 14 уравнений регрессии, что вполне достаточно для численных исследований математических моделей процессов сушки семян подсолнечника.

Доработана методика определения экспериментального единого потенциала массопереноса и удельной изотермической массоёмкости применительно к оболочке и ядру семян подсолнечника, в частности установлено время выдержки образцов до наступления термодинамического равновесия исследуемых материалов и фильтровальной бумаги.

Полученные результаты дают возможность определить оптимальные условия реализации процессов, что в конечном итоге приводит к повышению эффективности производства и качества продукции.

Ключевые слова: *термодинамические характеристики, единый потенциал влагопереноса, влагосодержание, удельная изотермическая массоёмкость, эталонное тело, массообменный градус*

Постановка проблемы. Основой теории сушки являются закономерности переноса тепла и влаги во влажных материалах при взаимодействии их с нагретыми газами, с горячими поверхностями. Интенсивность процессов во многом зависит от массообменных свойств обрабатываемого материала,

количественной мерой которых являются соответствующие массовлагодобменные характеристики. Знание этих характеристик необходимо для научного обоснования выбора рациональных методов обработки и оптимальных режимов процессов, инженерного расчёта процессов и аппаратов.

Таким образом, проблемой для внедрения теории сушки семян подсолнечника является, прежде всего, знание термодинамических характеристик элементов семян подсолнечника.

Анализ последних исследований. А. В. Лыков применил к переносу вещества методы и систему понятий, которые применяются в явлениях переноса тепла, и тем самым заложил основы общей термодинамики переноса, которая рассматривает эти явления в их неразрывной связи, т.е. так как они протекают в действительности. Так как рассматриваемые нами процессы находятся в области влажного состояния тела, появляется необходимость использовать единый потенциал переноса влаги θ_m для любого влагосодержания тела.

Вопросу введения единого потенциала посвящены работы ряда исследователей (А. В. Лыкова, В. О. Эстровича, В. Н. Богословского, А. М. Микшера и др.), которые предложили экспериментальные методы определения потенциала переноса. Из ряда методов построения единой экспериментальной шкалы потенциала массопереноса $\theta_{m\text{эксп}}$ наиболее простым является метод, основанный на определении влагосодержания непосредственно контактирующих исследуемых тел, находящихся в состоянии термодинамического равновесия [1].

Целью исследований является подготовка исходных данных для разработки математических моделей сушки семян подсолнечника, влаготепловой обработки мятки перед извлечением масла из мезги и обоснование режимов хранения семян.

Результаты исследований. При разработке математической модели сушки семян подсолнечника все его термодинамические характеристики должны быть описаны в виде уравнений регрессии. Для этого все имеющиеся характеристики, полученные нами и другими авторами и представленные в виде графиков, были обработаны с применением законов математической статистики и представлены в виде уравнений регрессии [2].

Из ряда методов построения единой экспериментальной шкалы потенциала массопереноса $\theta_{m\text{эксп}}$ наиболее простым является метод, основанный на определении влагосодержания непосредственно контактирующих исследуемого и эталонного тел, находящихся в состоянии термодинамического равновесия.

В качестве эталонного тела служит целлюлоза (фильтровальная бумага), так как она имеет большую гигроскопичность $(u_{c.max})_T = 0,277$ кг/кг (максимальное сорбционное влагосодержание при постоянной температуре $T = 298\text{ K}$ $u_{c.max} = 0,277$ кг/кг) и обладает хорошим намоканием. Влага всех видов связи – адсорбционная, капиллярная и осмотически удержанная представлена в целлюлозе. Анализ изотерм сорбции фильтровальной бумаги показывает, что относительное равновесное содержание $u_p / u_{c.max}$ при температуре до 80°C практически не зависит от температуры и является однозначной функцией влажности воздуха ϕ . Зависимость потенциала $\Theta_{m_{эксп}}$ от ϕ из изотерм сорбции фильтрованной бумаги получена Н. В. Арциховским [3].

В качестве примера рассмотрен результат определения единого потенциала торфа. На рис. 1 [3] показан график распределения влагосодержания при опыте с торфом и эталоном. Потенциал переноса влаги в состоянии равновесия для обоих тел одинаков. Влага распределена равномерно в каждом теле, а в месте их контакта имеется скачок влагосодержания (от 0,5 кг/кг для фильтровальной бумаги до 2,1 кг/кг торфа).

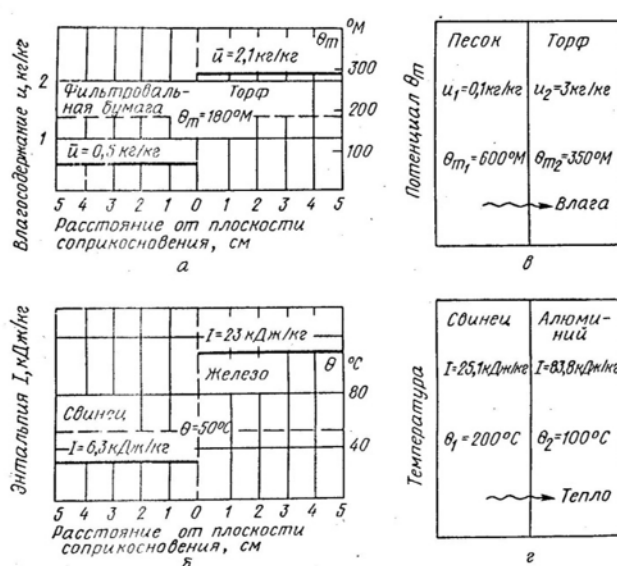


Рис. 1. Распределение влаги, энтальпии и потенциалов переноса в системе тел.: (а) эталонное тело и торф; (б) свинец и железо; (в, г) перенос влаги и тепла при наличии потенциалов.

Характерна аналогия между переносом вещества и тепла. На том же рис. 1 показана схема распределения потенциала переноса тепла, т.е. температуры и энтальпии свинца и железа. В состоянии равновесия температура обоих тел одинакова (50°C) и на границе

контакта имеет место скачок энтальпии (от $I = ct = 0,127 \cdot 50 = 6,3$ кДж/кг для свинца до $I = 0,46 \cdot 50 = 23,0$ кДж/кг для железа. Ясно, что этот скачок обусловлен разными удельными теплоёмкостями обоих тел. Поэтому для анализа явления переноса вещества целесообразно, аналогично удельной теплоёмкости калориметрической жидкости (воды), ввести понятие удельной изотермической массоёмкости c_m , которая для эталонного тела (фильтрованной бумаги) принимается равной $1/100 u_{c.\max}$, т.е.:

$$c_{mэ} = \frac{1}{100} u_{c/\max} \text{ кг}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{М}),$$

где максимальное сорбционное влагосодержание фильтровальной бумаги $u_{c.\max} = 0,277$ кг/кг.

Таким образом, аналогично потенциалу переноса тепла – температуре, максимальному удельному влагосодержанию эталонного тела соответствует потенциал переноса Θ_m в 100 массообменных градусов ($^\circ \text{М}$). Значит, массообменный градус равен одной сотой максимального удельного влагосодержания фильтровальной бумаги: $1^\circ \text{М} = 0,277/100$.

Экспериментальный потенциал переноса $\theta_{m\text{эксп}}$ определяется по формуле:

$$\theta_{m\text{эксп}} = u_э / (c_m)_T,$$

где: $u_э$ – влагосодержание эталона; при $u_э = u_{c.\max}$ $\theta_{m\text{эксп}} = 100^\circ \text{М}$.

В рассматриваемом примере контакта торфа и фильтровой бумаги, влагосодержанием которой в состоянии термодинамического равновесия $u_э = 0,5$ кг/кг, потенциал массопереноса при $(u_{c.\max})_T = 0,277$ кг/кг:

$$\theta_{m\text{эксп}} = \frac{0,5}{0,277} \cdot 100 = 180^\circ \text{М}.$$

Для переноса вещества (влаги) и тепла от одного тела к другому должны быть созданы разности соответствующих потенциалов (рис. 1, в, г). Характерно, что при наличии разности потенциалов влага и тепло переходят от тела с меньшим содержанием к телу с большим содержанием.

Для определения экспериментального единого потенциала массопереноса и удельной изотермической массоёмкости оболочки и ядра семянки подсолнечника в области влажного состояния использовался метод термодинамического равновесия А. В. Лыкова [1].

Для проведения эксперимента использовались специальные контейнеры (рис. 2). Контейнер состоит из полого цилиндра с нарезанной с двух сторон внутренней резьбой для уплотняющих

болтов. Навеску увлажнённой листовой фильтровальной бумаги 4,5 г и исследуемого материала массой по 4,5 г взвешивали с точностью до 3-го знака после запятой. Помещали обе навески в контейнер и спрессовывали с двух сторон винтами. Резьбовые соединения контейнера уплотняли сантехнической лентой. Контейнеры с исследуемыми образцами помещали в термостат при температуре 25°C и проводили отлежку. После отлежки контейнеры вскрывали и определяли массы и влажности исследуемого и эталонного образцов.



Рис. 2. Контейнер для определения потенциала влагопереноса.

В первых опытах определялось необходимое время отлежки образцов в контейнере. Проверялись варианты выдержки образцов в контейнере 48, 72 и 96 часов.

В результате было установлено, что с достаточной степенью точности можно считать наступление термодинамического равновесия исследуемых материалов в течение не более 72 часов. В дальнейших опытах отлежку проводили в течение 72 часов. При термодинамическом равновесии потенциалы переноса влаги равны. Потенциал переноса исследуемого тела определяется по потенциалу переноса фильтровальной бумаги:

$$q_{\text{тэксп}} = u_{\text{э}} / (c_{\text{тэ}})_T,$$

где: $u_{\text{э}}$ – влагосодержание эталона.

Произведя опыты при различных начальных влагосодержаниях оболочки и ядра семянки, получили зависимость между влагосодержанием исследуемого тела и потенциалом массопереноса при постоянной температуре в области влажного состояния (рис. 3).

Зависимости влагосодержания оболочки $u_{\text{об}}$ и ядра $u_{\text{я}}$ семянки от потенциалов переноса во влажной области графически выражаются прямыми линиями соответственно выражениями (1) и (2), с квадратом коэффициента корреляции 0,9971 и 0,998. Удельные влагоёмкости при постоянной температуре графически выражаются тангенсом угла наклона этих прямых:

$$u_{\text{об}} = 0,002\theta + 0,0017. \quad (1)$$

$$u_{\text{я}} = 0,0009\theta + 0,006. \quad (2)$$

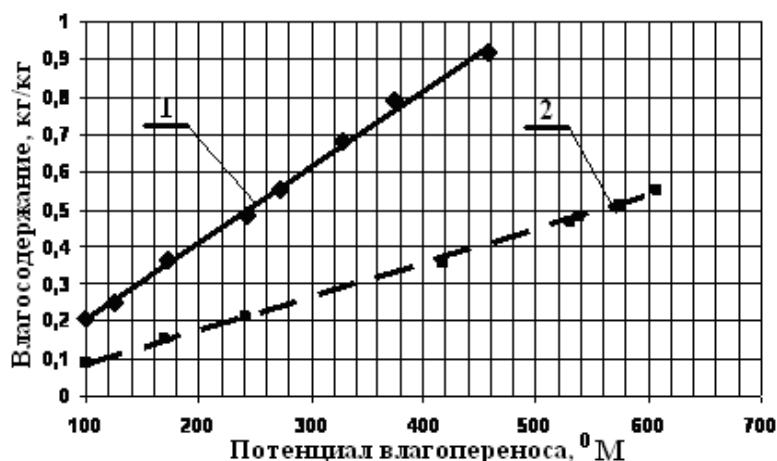


Рис. 3. Зависимости влажосодержания от потенциалов влажопереноса: оболочки – 1, ядра – 2 семян подсолнечника в области влажосостояния.

Удельные влажоемкости оболочки и ядра семянки равны коэффициентам при потенциалах влажопереноса в уравнениях (1) и (2). В области влажосостояния удельная влажоемкость оболочки семянки $c_{m_{об}} = 0,002 \text{ кг}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{М})$, ядра семянки – $c_{m_{я}} = 0,0009 \text{ кг}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{М})$. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами исследований других капиллярно-пористых тел. Установлено, что кривые исследуемых процессов имеют различный вид в зависимости от форм связи влаги [4]. Для капиллярно-пористых тел (торфа, древесины) удельная массоемкость во влажосостоянии при $\theta > 100 \text{ М}$ также постоянна. Используя табл. 1 [5] строим изотермы десорбции оболочки и ядра семянки высокомасличного подсолнечника (рис. 4) и получаем соответственно уравнения регрессии (3) и (4):

$$u_{об} = 0.002\varphi^3 - 0.061\varphi^2 + 0.2479\varphi + 0.0068; \quad (3)$$

$$u_{я} = 0.0807\varphi^3 - 0.1461\varphi^2 + 0.1485\varphi - 0.0051. \quad (4)$$

По данным табл. 1 строим график зависимостей потенциала массопереноса от равновесного влажосодержания оболочки $u_{об}$ и ядра $u_{я}$ семян подсолнечника (рис. 5). Определяем уравнения регрессии:

$$\theta_{об} = 79749u_{об}^3 - 15718u_{об}^2 + 985.01u_{об} - 2.89; \quad (5)$$

$$\theta_{я} = 371592u_{я}^3 - 33985u_{я}^2 + 1227.7u_{я} - 1.23. \quad (6)$$

На рис. 6 по данным табл. 1 построены зависимости влажосодержания от потенциалов влажопереноса оболочки $u_{об}$ и ядра $u_{я}$ семянки подсолнечника в гигроскопической области. Соответствующие уравнения регрессии влажосодержания от

потенциалов влагопереноса оболочки и ядра представлены выражениями (7) и (8).

$$u_{об} = 0.2 \cdot 10^{-6} \theta_{об}^3 - 0.6 \cdot 10^{-4} \theta_{об}^2 - 0.058 \theta_{об} - 0.009; \quad (7)$$

$$u_{я} = 0.1 \cdot 10^{-6} \theta_{я}^3 - 0.3 \cdot 10^{-4} \theta_{я}^2 - 0.028 \theta_{я} - 0.0021. \quad (8)$$

1. Зависимости потенциала влагопереноса фильтровальной бумаги и влагосодержания оболочки и ядра семянки подсолнечника от относительной влажности воздуха

| Относительная влажность воздуха, | Потенциал влагопереноса фильтровальной бумаги, °М. | Влагосодержание оболочки семянки, $u_{об}$ | Влагосодержание ядра семянки, $u_{я}$ |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.1 | 9.27 | 0.030 | 0.019 |
| 0.2 | 14.1 | 0.053 | 0.029 |
| 0.3 | 17.8 | 0.072 | 0.039 |
| 0.4 | 21.7 | 0.090 | 0.047 |
| 0.5 | 26.2 | 0.108 | 0.053 |
| 0.6 | 30.9 | 0.123 | 0.059 |
| 0.7 | 36.8 | 0.136 | 0.065 |
| 0.8 | 45.9 | 0.147 | 0.072 |
| 0.9 | 63.7 | 0.156 | 0.079 |
| 1.0 | 100 | 0.164 | 0.088 |

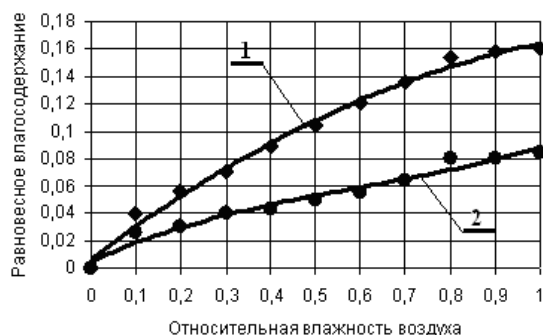


Рис. 4. Изотермы десорбции оболочки (1) и ядра (2) семянки подсолнечника.

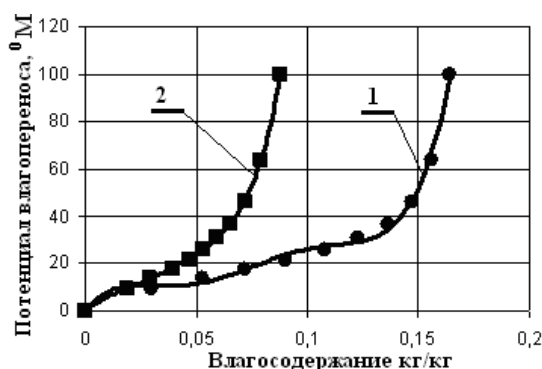


Рис. 5. Зависимости потенциалов влагопереноса от равновесного влагосодержания оболочки (1) и ядра (2) семянки подсолнечника.

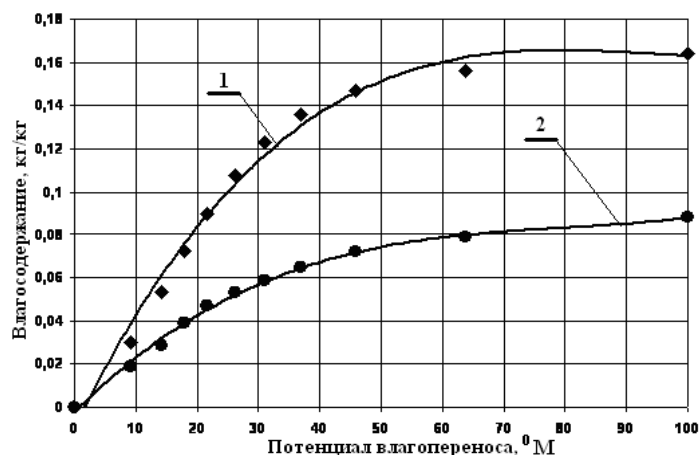


Рис. 6. Зависимости влагосодержания от потенциалов влагопереноса оболочки (1) и ядра (2) семян подсолнечника в гигроскопической области.

Средняя удельная массоёмкость \bar{c}_m характеризует изменение массосодержания тела Δu , соответствующее изменению потенциала переноса массы, на единицу изменения потенциала, т. е. $\bar{c}_m = \Delta u / \Delta q$. Истинная (локальная) удельная изотермическая влагоёмкость $\bar{c}_m = f(u)$ определяется графическим дифференцированием кривых $\theta_m = f(u)$ при температуре тела $\theta = \text{const}$. Зависимости удельных влагоёмкостей от влагосодержания оболочки и ядра семечки высокомасличного подсолнечника в гигроскопической области представлена на рис. 7.

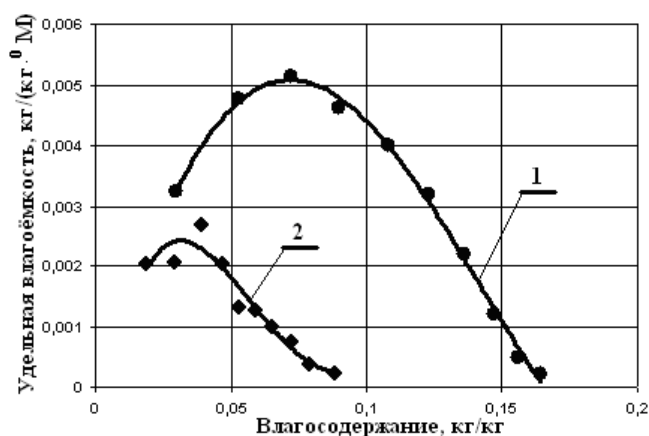


Рис. 7. Зависимости удельных влагоёмкостей от влагосодержания оболочки (1) и ядра (2) семечки высокомасличного подсолнечника в гигроскопической области.

Уравнения регрессии зависимостей удельных изотермических влагоёмкостей оболочки $c_{m_{об}}$ и ядра $c_{m_{я}}$ семечки от влагосодержания соответственно имеют вид (9) и (10) [2]:

$$c_{m_{об}} = 12.454u_{об}^4 - 0.7988u_{об}^3 - 1.1612u_{об}^2 + 0.1608u_{об} - 0.0005; \quad (9)$$

$$c_{m_{я}} = -153.484u_{я}^4 + 58.679u_{я}^3 - 7.0259u_{я}^2 + 0.2865u_{я} - 0.0013. \quad (10)$$

Зависимости влагосодержания от потенциалов массопереноса оболочки и ядра семян подсолнечника в диапазоне гигроскопической и влажной областей представлены на рис.8. Каждая из этих зависимостей описывается двумя уравнениями регрессии для гигроскопической и влажной областей: для оболочки уравнения (7) и (1), для ядра – (8) и (2).

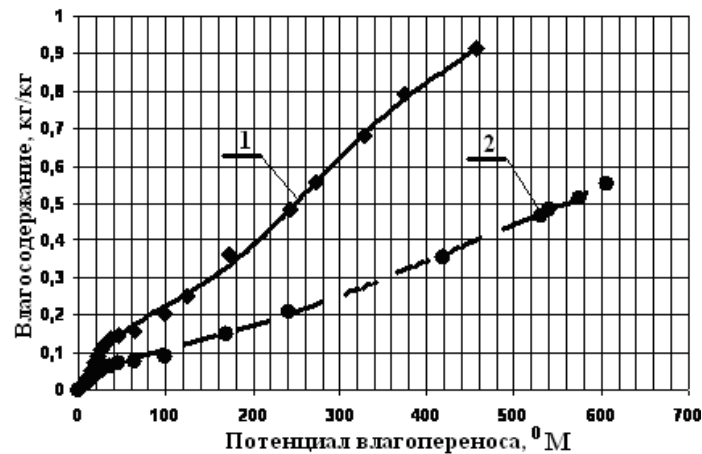


Рис. 8. Зависимости влагосодержания от потенциалов массопереноса оболочки – 1 и ядра – 2 семян подсолнечника в диапазонах гигроскопической и влажной областей.

Зависимость удельных влагоёмкостей от влагосодержания оболочки и ядра семянки высокомасличного подсолнечника в гигроскопической и влажной областях представлены на рис. 9.

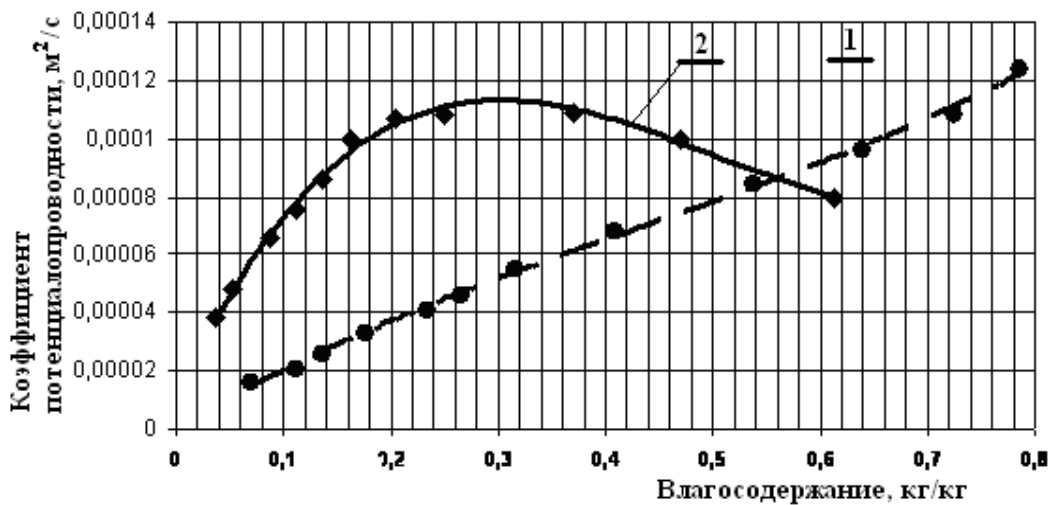


Рис. 9. Зависимость удельных влагоёмкостей от влагосодержания оболочки (1) и ядра (2) семянки подсолнечника в гигроскопической и влажной областях.

Наиболее важным коэффициентом влагопереноса является коэффициент потенциалопроводности переноса влаги a_m , он измеряется в $\text{м}^2/\text{с}$. Этот коэффициент аналогичен коэффициенту температуропроводности, только характеризует не скорость распространения тепла, а скорость распространения влаги в материале. Обычно он зависит от физических свойств, влажности и температуры продукта.

Зависимости коэффициентов потенциалопроводности лузги и ядра от влажности морфологических частей высокомасличных семян подсолнечника по данным В. К. Предтеченского [6] графически представлены на рис. 10.

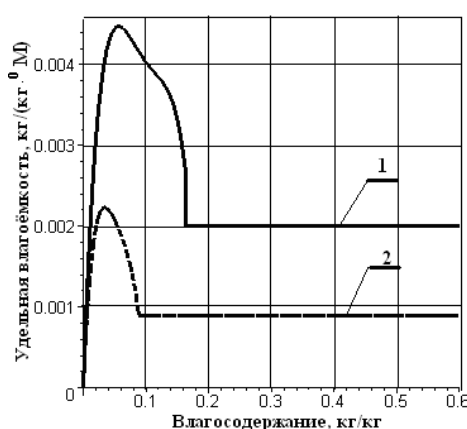


Рис. 10. Зависимости коэффициентов потенциалопроводности от влагосодержания оболочки (1) и ядра (2) подсолнечника.

Анализ графических зависимостей показывает, что для ядра и оболочки семян подсолнечника существуют различные виды переноса влаги. Например, в гигроскопической области при снижении влажности до 20 % из ядра удаляется преимущественно осмотически связанная влага, поскольку a_m в интервале влажности от 25 до 20 % несколько увеличивается. При дальнейшем уменьшении влажности ядра происходит одновременно испарение и перемещение капиллярной влаги внутри его, что вызывает углубление поверхности испарения. В результате этого увеличивается сопротивление перемещению влаги в ядре, а, следовательно, уменьшается коэффициент a_m .

По данным В. К. Предтеченского [7, 8] получены уравнения регрессии коэффициента потенциалопроводности в виде полиномов третьей степени. Зависимости коэффициентов потенциалопроводности ($\text{м}^2/\text{ч}$) оболочки $a_{m_{об}}$ и ядра $a_{m_{я}}$ семечки от влагосодержания представлены соответственно уравнениями (11) и (12):

$$a_{m_{об}} = 0.0002u_{об}^3 - 0.0002u_{об}^2 + 0.0002u_{об} - 0.4 \cdot 10^{-6}. \quad (11)$$

$$a_{m_{я}} = 0.0013u_{я}^3 - 0.0019u_{я}^2 + 0.0008u_{я} + 10^{-5}. \quad (12)$$

Значения термоградиентных коэффициентов δ В. К. Предтеченским определялись методом стационарного потока тепла как более простым и дающим более надёжные результаты. По результатам этих экспериментов (рис. 11) получены уравнения регрессии для термоградиентных коэффициентов оболочки $\delta_{m_{об}}$ (13) и ядра $\delta_{m_{я}}$ (14) семян подсолнечника:

$$\delta_{m_{об}} = 31.939u_{об}^4 - 64.374u_{об}^3 + 24.003u_{об}^2 + 6.6245u_{об} + 0.5836. \quad (13)$$

$$\delta_{m_{я}} = 2.1949u_{я}^4 - 3.9867u_{я}^3 + 1.718u_{я}^2 + 0.0137u_{я} + 0.063. \quad (14)$$

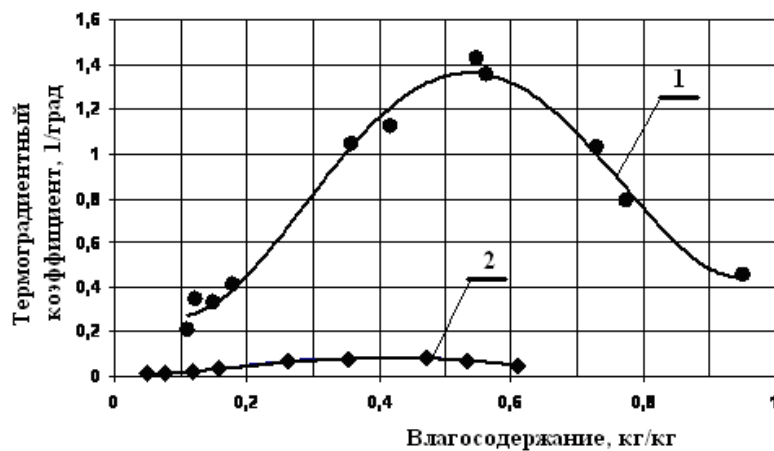


Рис. 11. Зависимости термоградиентных коэффициентов плодовой оболочки (1) и ядра (2) семянки от их влагосодержания.

Выводы

1. На основании теории единого потенциала влагопереноса определены основные зависимости термодинамических характеристик оболочки и ядра семян подсолнечника в количестве 14 уравнений регрессии, что вполне достаточно для численных исследований математических моделей процессов сушки семян подсолнечника.

2. Доработана методика определения экспериментального единого потенциала массопереноса и удельной изотермической массоемкости применительно к оболочке и ядру семян подсолнечника, в частности установлено время выдержки образцов до наступления термодинамического равновесия исследуемых материалов и фильтровальной бумаги.

3. Полученные результаты дают возможность определить оптимальные условия реализации процессов, что в конечном итоге приводит к повышению эффективности производства и качества продукции.

Список литературы

1. Лыков А. В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. – Минск: Издательство Академии наук БССР, 1961. – 519 с.
2. Ткаченко А. В. Оборудование и технология сушки семян подсолнечника высших репродукций / А. В. Ткаченко, В. А. Дидур // Lambert Academic Publishing. – 2014. – 160 с.
3. Лыков А. В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. – Минск: Издательство Академии наук БССР, 1961. – 519 с.
3. Гинзбург А. С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, И. М. Савина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.
4. Техническая термодинамика / [Е. В. Дрыжаков, Н. П. Козлов, Н. К. Корнейчук и др. ; под ред. В. И. Крутова]. – М.: Высшая школа, 1971. – 472 с.
5. Игольченко М. И. Равновесная влажность ядра, оболочки и семян высокомасличного подсолнечника / М. И. Игольченко, М. И. Костенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1960. – №5. – С. 20–23.
6. Предтеченский В. К. Термовлагопроводность лузги и ядра семян подсолнечника / В. К. Предтеченский // Известия вузов. Пищевая технология. – 1965. – № 2. – С. 142–146.
7. Белобородов В. В. Подготовительные процессы переработки масличных семян / В. В. Белобородов, Ю. П. Мацук, Б. Н. Кириевский, А. Т. Кузнецов. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 336 с.

Анотація. *Визначено експериментальні єдині потенціали масопереносу і питомої ізотермічної масоємкості оболонки і ядра сім'янки соняшника. Для цього застосовано метод заснований на визначенні вмісту вологи безпосередньо контактують досліджуваного і еталонного тіл, що знаходяться в стані динамічної рівноваги.*

На підставі отриманих авторами і іншими дослідниками експериментальних даних виведено 14 рівнянь регресії, що цілком достатньо для чисельних досліджень математичних моделей процесів сушіння насіння соняшнику.

Доопрацьована методика експериментального визначення єдиного потенціалу масопереносу і питомої ізотермічної масоємкості стосовно до оболонки і ядра насіння соняшнику, зокрема встановлено час витримки зразків до настання термодинамічної рівноваги досліджуваних матеріалів і фільтрувального паперу. Отримані результати дають можливість визначити оптимальні умови реалізації процесів, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Ключові слова: *термодинамічні характеристики, єдиний потенціал вологопереносу, вологовміст, питома ізотермічна масоємкість, еталонне тіло, масообменний градус*

Annotation. *Experimental uniform potentials weight carrying over and specific isothermal weight capacity covers and kernels seed sunflower are defined. The method based on definition moisture content directly contacting investigated and reference bodies which are in a condition of dynamic balance is for this purpose applied.*

On the basis of received authors and other researchers of experimental data deduce 14 equations of regress that is quite enough for numerical researches of mathematical models of processes of drying of seeds of sunflower.

The technique of definition of experimental uniform potential weight carrying over and specific isothermal weight capacity with reference to a cover is finished and to a kernel of seeds of sunflower, time of endurance of samples before thermodynamic balance of investigated materials and a filtering paper in particular is established. The received results give the chance to define optimum conditions of realisation of processes, that finally leads to increase of production efficiency and quality of production.

Key words: *thermodynamic characteristics, potential of moisture transport, moisture content, specific isothermal massenkoff, reference body, mass-transfer degree*

УДК 631.315:629.783

СТРУКТУРА НАВІГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ БЕЗПІЛотної ПОЛЬОВОЇ МАШИНИ

Л. В. Аніскевич, доктор технічних наук

Ю. О. Росамаха, здобувач*

e-mail: rosamaha.vchenyij@ukr.net

Анотація. *Проведено аналітичний опис системи автоматичного управління режимом руху безпілотної польової машини шляхом використання розімкненого інваріантного способу комплексної обробки навігаційної інформації, який може бути застосований для інтегрованих комплексів на базі супутникової та курсо-швидкісної навігаційних підсистем. Перевірка ефективності функціонування розробленої математичної моделі навігаційно-управляючого комплексу безпілотної польової машини відбувається шляхом проведення імітаційного моделювання. Таке моделювання дозволяє оцінити правильність формування рівняння спостережень, екстраполяції оцінки вектора похибок навігаційних*

***Науковий керівник – доктор технічних наук Л. В. Аніскевич**

© Л. В. Аніскевич, Ю. О. Росамаха, 2016