

УДК 633.1

ББК 42.112+35,113

3-13

**Подгорный Сергей Александрович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2;

**Кошевой Евгений Пантелеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического оборудования и систем жизнеобеспечения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: 8(861)2752279;

**Косачев Вячеслав Степанович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: 8(861)2752279;

**Схалыхов Анзаур Адамович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологий, машин и оборудования пищевых производств, декан технологического факультета ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, тел.: 8(8772)570412.

## ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ МАССОПЕРЕНОСА В ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛАХ

(рецензирована)

*В работе проведено обобщение определений потенциалов массопереноса в зерновых материалах. Предложена единая зависимость для определения потенциалов переноса зерновых материалов от содержания крахмала.*

*Ключевые слова: крахмал, массоперенос, потенциал переноса.*

**Podgorny Sergey Alexandrovich**, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Automation of manufacturing processes of FSBEI HPE “Kuban State Technological University”, 350072, Krasnodar, 2 Moscow Str.;

**Koshevoy Eugeny Panteleyevich**, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department of Technological Equipment and Life-support Systems of FSBEI HPE “Kuban State Technological University”, 350072, Krasnodar, 2 Moscow Str., tel.: 8 (861) 2752279;

**Kosachev Vyacheslav Stepanovich**, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Technological Equipment and Life-support Systems of FSBEI HPE “Kuban State Technological University”, 350072, Krasnodar, 2 Moscow Str., tel.: 8 (861) 2752279;

**Skhalyakhov Anzaur Adamovich**, Doctor of Technical Sciences, associate professor, professor of the Department of Technologies, Machinery and Equipment of Food Production, dean of the Technological Faculty of FSBEI HPE “Maikop State Technological University”, 385000, the Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomayskaya Str., tel.: 8 (8772) 570412.

## CORRELATIONS FOR DETERMINATION THE POTENTIALS OF MASS TRANSFER IN GRAIN MATERIALS

(reviewed)

*The article generalizes the definitions of potentials of mass transfer in grain materials. The uniform dependence for determining the potentials of transfer of grain materials from starch content has been proposed.*

*Keywords: starch, mass transfer, the potential transfer.*

Равновесные данные в системе «влага – зерно» могут служить основой для определения потенциалов массопереноса [1, 2], что необходимо при обосновании процесса сушки [3]. Для описания равновесных данных и связанных с ними термодинамическими параметрами по зерновым материалам проведено ряд работ [4-6]. Использовались для описания некоторые математические модели, среди которых были теоретически обоснованные [7]. Однако, никакое единственное уравнение не дает точные результаты по всему диапазону относительной влажности для всех типов материалов [8].

В данной работе предпринята попытка обобщить определения потенциалов массопереноса в зерновых материалах. Во-первых, для пшеницы, ячменя, кукурузы, риса и крахмала используя результаты работ [9-12] описания потенциалов массопереноса унифицированы экспоненциальным уравнением:

$$\Theta(u) = A \cdot \exp(-B \cdot u), \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (1)$$

где  $\Theta$  – потенциал массопереноса, кДж/кг;  $u$  – влагосодержание, кг/кг;  $A$  и  $B$  – постоянные.

На рисунках 1, 2 и таблице 1 представлены данные по потенциалам переноса рассматриваемых зерновых материалов.

В работе [13] показано, что в злаковых материалах (крахмал, клейковина, мука, зерно, хлеб) связи влаги с материалом определяет основной компонент – крахмал. Приведена для данных материалов единая зависимость энергии связи от активности влаги.

В данной работе предпринята попытка получить единую зависимость потенциалов переноса влаги для зерновых материалов на основе связи с содержанием крахмала. Исходя из имеющихся данных [Интернет, «Big farmer»], которые показывают диапазон содержания крахмала в зерновых материалах, с учетом высокой степени корреляции зависимости между параметрами  $A$  и  $B$  определили базовые значения концентрации крахмала и определили параметры зависимости потенциалов переноса от содержания крахмала.

$$B(A) = 0,0071 \cdot A + 12,569 \dots R^2 = 0.97 \quad (2)$$

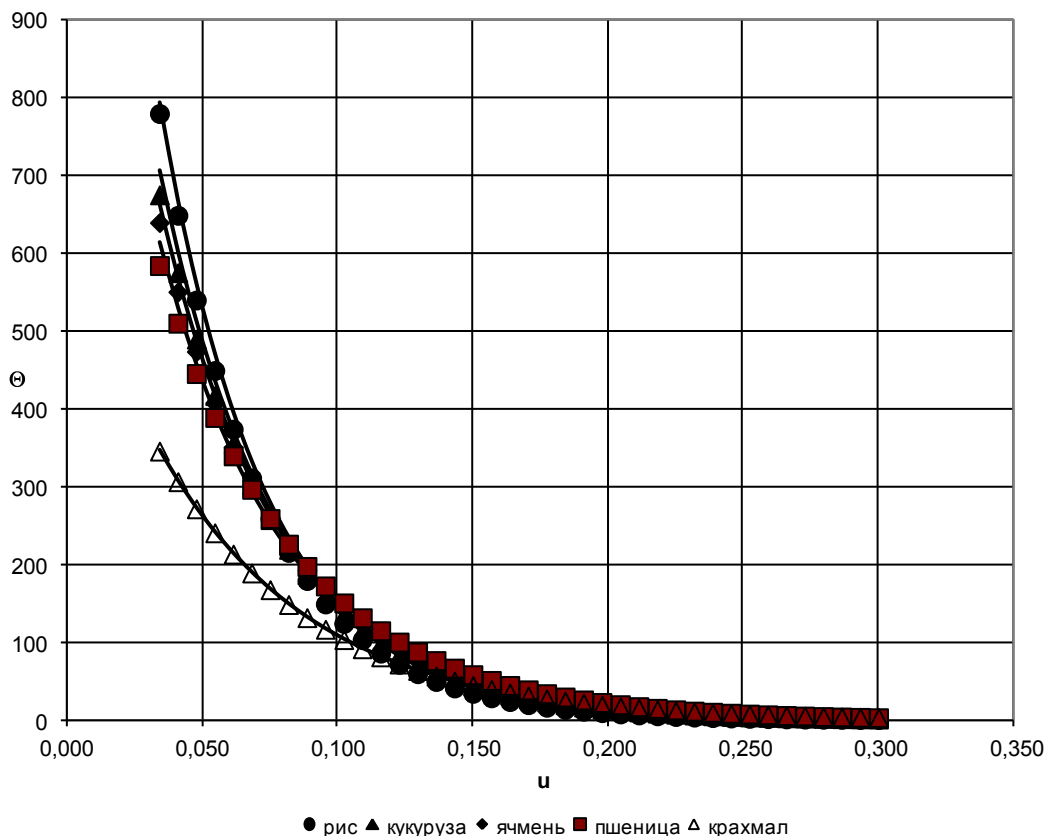


Рис. 1. Зависимости потенциалов переноса рассматриваемых зерновых материалов

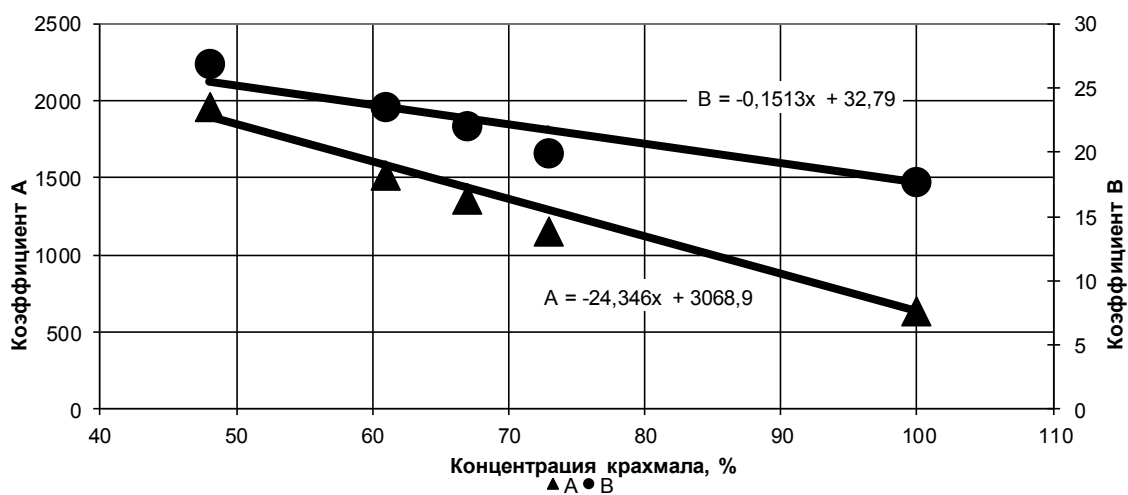


Рис. 2. Зависимости потенциалов переноса рассматриваемых зерновых материалов от содержания крахмала

Таблица 1 - Значения постоянных в зависимостях

Вид	$c_{кр}, \%$	A	$A^R$	B	$B^R$
Рис	48	1963	1900	26,956	25,5254
Кукуруза	61	1513	1584	23,558	23,5579
Ячмень	67	1359	1438	22,0026	22,6498
Пшеница	73	1155	1292	19,897	21,7417
Крахмал	100	634	634	17,71	17,6553

\*A и B постоянные в зависимостях рисунка 1,  $A^R$  и  $B^R$  – рисунка 2.

Общая зависимость равновесного потенциала от содержания крахмала:

$$\Theta_{\text{равн}}(c_{\text{кр}}) = e^{-0.15134669 \cdot c_{\text{кр}} + 32.79} \cdot (-24.346c_{\text{кр}} + 3068.886) \quad (3)$$

#### ВЫВОД:

Предложена единая зависимость для определения потенциалов переноса зерновых материалов от содержания крахмала.

#### Литература:

1. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. - 472 с.
2. Никитина Л.М. Таблицы равновесного удельного влагосодержания и энергии связи влаги с материалами. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. - 176 с.
3. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.
4. Никитина Л.М. Термодинамические характеристики переноса вещества некоторых зерновых культур // Доклады АН БССР. 1959. Т. 3. №4.
5. Красников В.В. Термодинамические характеристики массопереноса некоторых зерновых культур // Известия вузов. Пищевая технология. 1964, №3. - С. 127-131.
6. Гинзбург А.С., Савина И.М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 280 с.
7. Статистическая оценка кластерной модели гигроскопичности зерна / Подгорный С.А. [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011, №6. - С. 11-14.
8. Подгорный С.А., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Определение параметров математической модели равновесных свойств зерна в гигроскопической области нелинейной оптимизацией // Известия вузов. Пищевая технология. 2010, №5-6. - С. 84-86.
9. Миронов Н.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С. Определение потенциала переноса влаги в зерне пшеницы // Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности (приоритеты развития): материалы III междунар. научн.-технической конференции. В 3 т. Т. 2 / ВГТА. Воронеж, 2009. - С. 282-286.
10. Определение потенциала переноса влаги в зерне риса / С.А. Подгорный [и др.] // Хранение и переработка зерна. 2011, №6(144). - С. 45-48.
11. Миронов Н.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С. Определение потенциала переноса влаги в зерне ячменя // Наука, техника и технология XXI века (НТТ-2009): материалы VI междунар. научн.-технической конференции. Нальчик: КБУ, 2009. - С. 178-182.
12. Оценка зависимостей потенциала переноса влаги для кукурузного крахмала / С.А. Подгорный [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011, №7. - С. 11-13.
13. Егоров Г.А., Щеголева А.И. Водоудерживающая способность крахмала и клейковины пшеничной муки // Известия вузов. Пищевая технология. 1980, №5. - С. 46-48.

#### References:

1. Lykov A.V. *Theory of drying*. M.: Energy, 1968. 472 p.
2. Nikitina L.M. *Tables of equilibrium moisture content and energy of binding moisture with materials*. M.; L.: Gosenergoizdat, 1963. 176 p.
3. Ginsburg A.S. *Calculation and design of dryers for food industry*. M.: Agropromizdat, 1985. 336 p.
4. Nikitina L.M. *Thermodynamic characteristics of matter transfer of some crops // Reports of AS of BSSR*. 1959. V. 3. № 4.
5. Krasnikov V.V. *Thermodynamic characteristics of mass transfer of some crops // Proceedings*

of universities. *Food Technology*. 1964. № 3. P. 127 -131.

6. Ginsburg A.S., Savina I.M. *Mass and moisture exchange characteristics of food products*. M.: *Light and food industry*, 1982. 280 p.

7. *Statistical evaluation of the cluster model of grain hygroscopicity* / Podgorny S.A. [and oth.] // *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2011. № 6. P. 11- 14.

8. Podgorny S.A., Kosachev V.S., Koshevoy E.P. *Determination of parameters of mathematical model of equilibrium properties of grain in the hygroscopic field of nonlinear optimization* // *Proceedings of universities. Food Technology*. 2010. № 5-6. P. 84- 86.

9. Mironov N.A., Koshevoy E.P., Kosachev V.S. *Determining the capacity of moisture transfer in wheat* // *Innovative technologies and equipment for the food industry (development priorities): materials of III International Scientific and Technical Conference*. In 3 vols. V. 2/VSTA. Voronezh, 2009. P. 282-286.

10. *Determination of the potential of moisture transfer in the grain of rice* / Podgorny S.A. [and oth.] // *Grain storage and processing*. 2011. № 6 (144). P. 45- 48.

11. Mironov N.A., Koshevoy E.P., Kosachev V.S. *Determination of the capacity of moisture transfer in barley grain* // *Science, engineering and technology of the XXI century ( SET -2009): proceedings of the VI International Scientific and Technical Conference*. Nalchik: CBU, 2009. P. 178 - 182.

12. *Assessment of potential dependencies for moisture transfer for cornstarch* / Podgorny S.A. [and oth.] // *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2011. № 7. P. 11- 13.

13. Egorov G.A., Shchegoleva A.I. *Water-holding capacity of starch and gluten of flour* // *Proceedings of universities. Food Technology*. 1980. № 5. P. 46- 48.