

УДК 664.724

**СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ
СЕМЕННОГО ФОНДА ЭЛИТНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**В.М. Дмитриев, Е.А. Сергеева, В.Ф. Егоров,
В.Н. Макарова, Л.А. Харкевич**

*Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
ГОУ ВПО «ТГТУ»; bgd@mail.nnn.tstu.ru*

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: адсорбенты 1-го и 2-го типов; изотермы сорбции; стабилизация влажности среды; технология хранения.

Аннотация: Предложен способ хранения зернового материала в двухслойном чехле, стабилизирующем влажосодержание на протяжении всего срока хранения.

Особенности хранения зерновых культур обусловлены необходимостью поддержания определенного влажосодержания в течение всего срока хранения. Стабилизация влажосодержания позволяет сохранить кондиционные свойства семян при предотвращении преждевременного развития растения.

При традиционных способах герметичной упаковки с наличием сорбента внутри влагозащитного чехла хранимый материал первоначально пересушивается, что сказывается на всхожести и темпах роста растений. В дальнейшем в течение срока хранения влажосодержание хранимой продукции постоянно увеличивается и может превысить предельно допустимое (рис. 1, кривая 1).

Разработанный способ упаковки, в отличие от традиционного, позволяет задавать и поддерживать влажосодержание внутренней среды в достаточно узких пределах ($\Delta\varphi = 0,07 \dots 0,1$) в течение всего срока хранения.

Сущность предлагаемого способа герметичной упаковки (рис. 2) заключается в использовании упакованных в дополнительный полимерный чехол адсорбентов с крутыми и емкими участками изотерм адсорбции–десорбции. Дополнительный полимерный чехол вводит новое значительное диффузионное сопротивление в процесс паропроницаемости, что при определенном соотношении диффузионных сопротивлений основного и дополнительного чехлов позволяет получить необходимую влажность среды хранения при ее незначительном изменении на протяжении всего срока хранения.

Следует отметить, что поддержание влажности среды внутри упаковки требуется в условиях как влажного, так и сухого климатов.

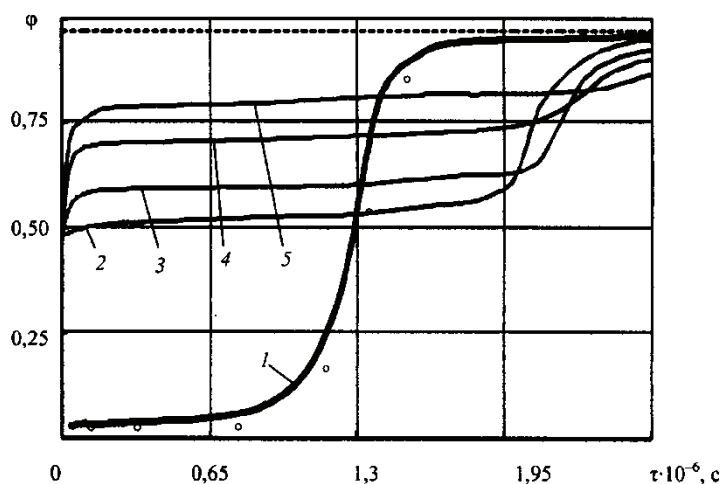


Рис. 1. Изменение относительной влажности газовой среды в упаковках в зависимости от времени хранения: $\varphi_{\text{ср}} = 0,97$; $T = 303 \text{ K}$; 1 – упаковка по традиционному способу в один внешний чехол; 2–5 – упаковка с размещением адсорбента в дополнительный внутренний чехол (2 – $\varphi = 0,5$; $F_{\text{доп}} = 0,14 \text{ м}^2$; 3 – $\varphi = 0,6$; $F_{\text{доп}} = 0,082 \text{ м}^2$; 4 – $\varphi = 0,7$; $F_{\text{доп}} = 0,049 \text{ м}^2$; 5 – $\varphi = 0,8$; $F_{\text{доп}} = 0,018 \text{ м}^2$; площадь поверхности основного чехла $F_{\text{осн}} = 0,5 \text{ м}^2$)

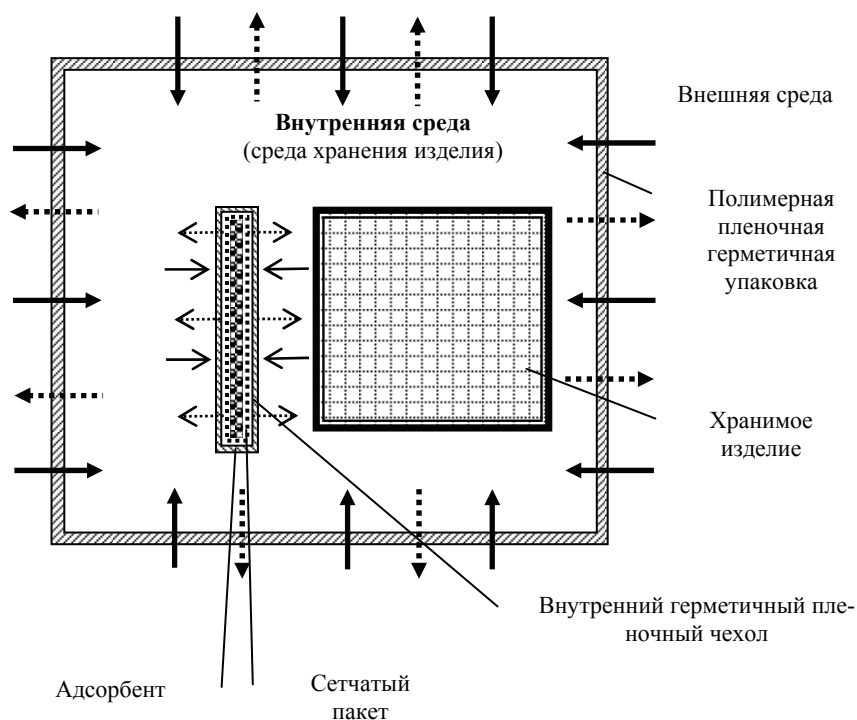


Рис. 2. Способ хранения продукции в герметичной полимерной упаковке в условиях влажного и сухого климата при жестких ограничениях влагосодержания внутренней среды [3]: \longrightarrow \longrightarrow – направление потока водяного пара при высокой влажности внешней среды; $\cdots\cdots\cdots\longrightarrow$ $\cdots\cdots\cdots\longrightarrow$ – направление потока водяного пара при низкой влажности внешней среды.

В первом случае (хранение в условиях влажного климата) высушенный адсорбент предназначен для поглощения водяного пара внутри упаковки, снижая тем самым влагосодержание внутренней газовой фазы.

Во втором случае (хранение в условиях сухого климата) увлажненный адсорбент отдает влагу во внутреннюю среду, компенсируя потери влаги через пленочную упаковку в окружающую среду.

Для первого случая необходимо использовать адсорбенты 1-го типа по классификации Брунауэра [2] с крутым и емким начальным участком (в области $\varphi = 0,05 \dots 0,1$) изотермы сорбции, для второго – адсорбенты 2-го типа с крутым и емким конечным участком (в области $\varphi = 0,95 \dots 0,98$) изотермы десорбции.

Общее сопротивление массопереносу как при влажных, так и при сухих условиях хранения складывается из диффузионных сопротивлений: газовых фаз, полимерных пленок обоих чехлов, слоя адсорбента и внутридиффузионного сопротивления гранул адсорбента.

Значительная величина диффузионного сопротивления полимерных пленок основного и дополнительного чехлов, как установлено экспериментально, позволяет без ущерба для точности не учитывать диффузионное сопротивление внешних газовых фаз. Кроме того, располагая адсорбент в виде тонкого, хорошо проницаемого слоя (3–4 гранулы) и учитывая, что внутридиффузионное сопротивление гранул адсорбента на 3–4 порядка меньше, чем полимерных пленок [1], и скорость паропроницания чрезвычайно мала, можно обоснованно допустить близкое к равномерному распределение влагосодержания в зерне адсорбента.

В условиях влажного климата водяной пар проникает через внешний полимерный чехол во внутреннюю среду упаковки, где находятся хранимые изделия или материалы. Затем через внутренний полимерный чехол пар попадает в герметичный объем, где находится сухой адсорбент 1-го типа по классификации [2].

Следует подчеркнуть, что для реализации предлагаемого способа хранения в условиях влажного климата необходимо использовать адсорбенты 1-го типа по классификации [2] с очень крутым и емким начальным участком изотермы сорбции, чем достигается длительное поддержание почти постоянной малой влажности газовой среды внутри дополнительного чехла.

При хранении в условиях сухого климата насыщенный адсорбент 2-го типа по классификации [2] отдает влагу, которая последовательно диффундирует через материал дополнительного и основного чехлов во внешнюю среду. В этом случае необходимо применять адсорбент 2-го типа по классификации [2] с крутым и емким конечным участком изотермы десорбции, что позволит поддерживать длительное время почти постоянную высокую влажность газовой среды внутри дополнительного чехла.

Таким требованиям соответствуют промышленные адсорбенты, изотермы сорбции и десорбции водяного пара которых приведены на рис. 3.

Адсорбент «Linde 4Å» (активированная окись алюминия) имеет характерный крутой и емкий начальный участок *A* изотермы сорбции. При изменении относительной влажности в пределах $\varphi_c = 0,01 \dots 0,07$ емкость «Linde 4Å» значительна и достигает 0,18 кг влаги на кг сухого материала.

Силикагель КСК имеет крутой и значительной емкости (до 0,5 кг влаги на кг сухого материала) участок *B* изотермы десорбции в интервале $\varphi_c = 0,99 \dots 0,95$.

Массопереносные свойства указанных адсорбентов характеризуются эффективным коэффициентом диффузии, имеющим величину для паров воды $D_{эф} = (1,2 \dots 2,5) \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ [1].

Для практического применения предложенного способа хранения в герметичных пленочных упаковках [3] следует учитывать, что:

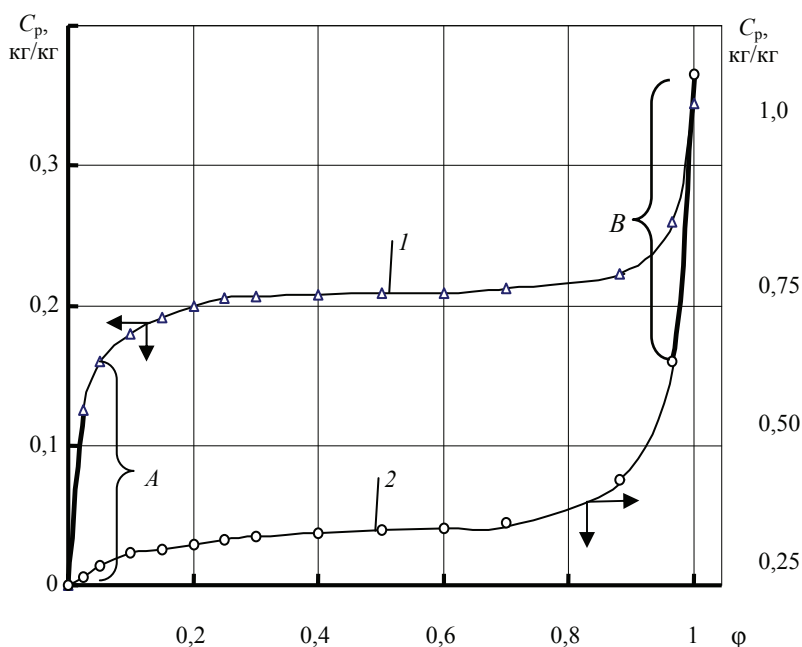


Рис. 3. Изотермы сорбции и десорбции водяного пара адсорбентами при температуре среды $T_c = 303$ К:
 1 – молекулярное сито «Linde 4Å»; 2 – силикагель КСК

- при наличии внутреннего источника влаги количество адсорбента необходимо соответственно увеличить;
- в больших упаковках внутренний чехол желательно разделить на 3–6 небольших с эквивалентной суммарной расчетной площадью и разнесенных по объему внешнего чехла;
- внешний чехол необходимо выполнять из толстых пленок, внутренний – из тонких;
- во избежание больших отклонений ϕ желательно упаковывать изделия выдержанными при расчетной относительной влажности среды для уменьшения вносимой внутренней влаги и увеличения срока хранения.

Список литературы

1. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой / С.П. Рудобашта. – М. : Химия, 1980. – 248 с.
2. Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. – М. : Химия, 1976. – 511 с.
3. Пат. 1411219 СССР, В 65 В 29/00. Способ упаковывания изделий в герметичный пленочный чехол / В.М. Дмитриев, А.А. Уколов, Г.С. Кормильцын ; заявитель и патентообладатель ТИХМ. – № 1411219 ; заявл. 03.05.86 ; опубл. 23.07.1988, Бюл. № 27. – 5 с.
4. Рудобашта, С.П. Кинетика массопередачи в системах с твердой фазой / С.П. Рудобашта. – М. : МИХМ, 1976. – 93 с.

Ways and Technology of Storing Elite Industrial Crops Seed Fund

V.M. Dmitriev, E.A. Sergeeva, V.F. Egorov, V.N. Makarova, L.A. Kharkevich

Department "Life Safety" TSTU; bgd@mail.nnn.tstu.ru

Key words and phrases: adsorption isotherms; environment humidity stabilization; first and second type adsorbents; storage technology.

Abstract: The paper presents the technique for storing crops in two-layer cover which stabilizes the humidity content over the whole period of storage.

Verfahren und Technologie der Aufbewahrung des Saatgutfonds des Elitengetreides

Zusammenfassung: Es ist das Verfahren der Aufbewahrung des Getreidematerials im Doppelüberzug, der das Feuchtegehalt im Laufe der ganzen Aufbewahrungsdauer stabilisiert, vorgeschlagen.

Moyens et technologie de la conservation des fonds des semences des cultures céréales élitaires

Résumé: Est proposé le moyen de la conservation du matériel céréale dans un étui à deux couches stabilisant la teneur en eau lors de toute la période de la conservation.

Авторы: *Дмитриев Вячеслав Михайлович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»; *Сергеева Елена Анатольевна* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»; *Егоров Василий Федорович* – кандидат военных наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»; *Макарова Валентина Николаевна* – ассистент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»; *Харкевич Лев Антонович* – кандидат политических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», ГОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Гатапова Наталья Цибиковна* – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Химическая инженерия», ГОУ ВПО «ТГТУ».
