

## ВЛАГОПЕРЕНОС В СТРУКТУРАХ ЗЕРНА

Дударев И.И., канд. техн. наук, Яковлева В.В., инженер,  
Стойкий П. И., инженер

Одесский государственный аграрный университет

*Учет распределения влаги в зернах злаковых культур дает возможность выбирать рациональные режимы увлажнения.*

### ВВЕДЕНИЕ

Применение способа масштабного физического моделирования сыпучего агрегата зерна пшеницы свободной укладки при избранном критерии линейного подобия позволило решить сложную задачу достоверного установления опытной величины числа межзерновых контактов, что весьма важно при оценке условий обработки поверхности зерен и определении эффективности процесса шелушения.

Исследование распределения влаги в анатомических структурах оболочек зерна пшеницы с учетом кинетики диффузионной влагопроводности направлено на установление количественных закономерностей изменения влажности двух верхних слоев плодовой оболочки, подлежащих отделению в процессе шелушения, и определение продолжительности влагопереноса, при которой достигается их равновесная влажность.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе экспериментальной оценки геометрических размеров и физико-механических свойств зерновок пшеницы различных сортов с учетом радиуса наружного участка зерновки принятого равным четверти ее ширины  $R = 0,76$  мм, а коэффициент диффузии влаги в оболочках  $D = 0,03$  мм<sup>2</sup> /с; толщина двух верхних продольных слоев плодовой оболочки 0,05 мм, величина их пористости  $C_0 = 0,8$ ; равновесная начальная влажность воздушно-сухого зерна  $W = 14$  % и влажность влагонасыщения оболочек  $W_R = 55$ %.

Для определения величины  $W_R$  подготовленные образцы оболочек пшениц с различной стекловидностью  $S$  помещали в эксикатор между слоями фильтровальной бумаги, концы которой были опущены в воду ( $t_B = 18$  °С), налитую в поддон. Создаваемая в эксикаторе паровоздушная среда полного влагонасыщения и свободный доступ влаги к оболочкам обеспечивали их максимальное насыщение. По истечении 48 часов определяли влажность образцов по стандартной методике (табл. 1).

Как следует из приведенных данных, величина экспериментально определенной влажности влагонасыщения продольных слоев плодовой оболочки находится в пределах 46 %. Однако, учитывая, что при изготовлении образцов происходит нарушение целостности структуры слоев оболочек (разрыв стенок пор и пустот), величина  $W_R$  является несколько заниженной. Это косвенно подтверждается экспериментальными данными по влажности оболочек, отделенных в процессе шелушения, величина которой при увлажнении зерна на 8... 11 % достигала 60 % при незначительном наличии непоглощенной поверхностной влаги. В связи с этим была принята величина  $W_R = 55 \%$ .

Таблица 1

Влажность влагонасыщения оболочек зерна пшеницы

| Сорт зерна пшеницы<br>Оболочки                 | Украинка<br>(C=40%) | Одесская<br>16<br>(C=70%) | Одесская<br>26<br>(C=96%) | Новоми-<br>чурилка<br>(C=98%) | Среднее<br>значение |
|--|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Совокупность всех оболочек с алейроновым слоем | 53,5                | 54,5                      | 55,1                      | 54,2                          | 54,4                |
| Совокупность плодовой и семенной               | 49,4                | 50,6                      | 48,7                      | 51,3                          | 50,0                |
| Семенная с поперечными клетками                | 49,5                | 45,5                      | 49,1                      | 48,4                          | 48,5                |
| Плодовая без поперечных клеток                 | 46,4                | 46,0                      | 45,7                      | 45,9                          | 46,0                |

Используя данные о кинетике диффузионной влагопроводности структурами зерновки пшеницы, были разработаны и построены графические зависимости изменения влажности двух верхних слоев плодовой оболочки от продолжительности влагопереноса при различных интервалах ее варьирования.

Для анализа общих закономерностей процесса влагопроводности на первом этапе выполнялся расчет для интервала времени  $t = 0... 70$  с. Как следует из рис. 1. наружный слой оболочек характеризуется высокой интенсивностью влагопоглощения, которая с увеличением глубины слоя понижается [3].

Учитывая высокую динамичность процесса "захвата" влаги плодовыми оболочками, были проведены расчеты для уменьшенных интервалов времени и построены графические зависимости при  $t = 0,1... 1,0$  с с  $\Delta t = 0,15$  с и с  $t = 0,001... 0,1$  с с  $\Delta t = 0,0165$  с (рис.2).

Из зависимостей следует, что через 0,05 с наружный слой оболочек ( $\rho = 0,76$  мм) достигает влажности, близкой к предельной, а во внутреннем ( $\rho = 0,71$  мм) процесс увлажнения находится в начальной стадии. Интенсивность влагопоглощения наружных слоев в интервале до 0,1 с понижается

а внутренних повышается, и только по истечении этого периода она начинает понижаться для всех слоев. Наружный слой через 15 с достигает влагонасыщения, а внутренний имеет влажность на 4 % меньше, однако через 55... 70 с влажность всех слоев достигает предельного равновесного состояния.

Из анализа графических зависимостей (рис. 3) следует, что при  $t > 0,55$  с влажность оболочек изменяется прямо пропорционально величине их радиуса, а при  $t < 0,55$  с зависимость характеризуется кривыми второго порядка и для каждого слоя с увеличением  $t$  интенсивность поглощения влаги снижается [2].

Лабораторными экспериментальными исследованиями установлено,

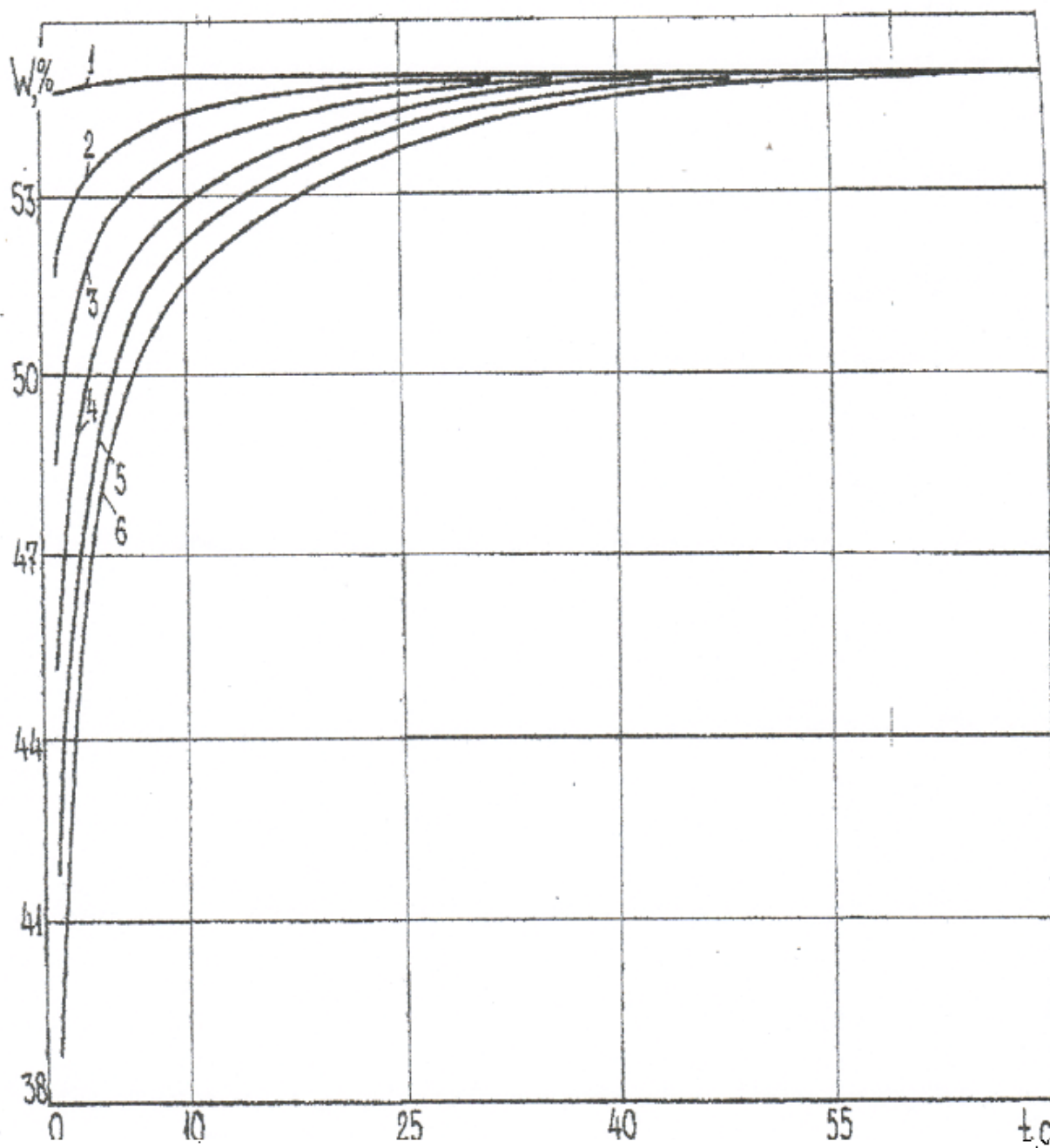


Рис. 1. Зависимость влажности слоев плодовой оболочки от продолжительности влагопереноса  $t = 0...70$  с:

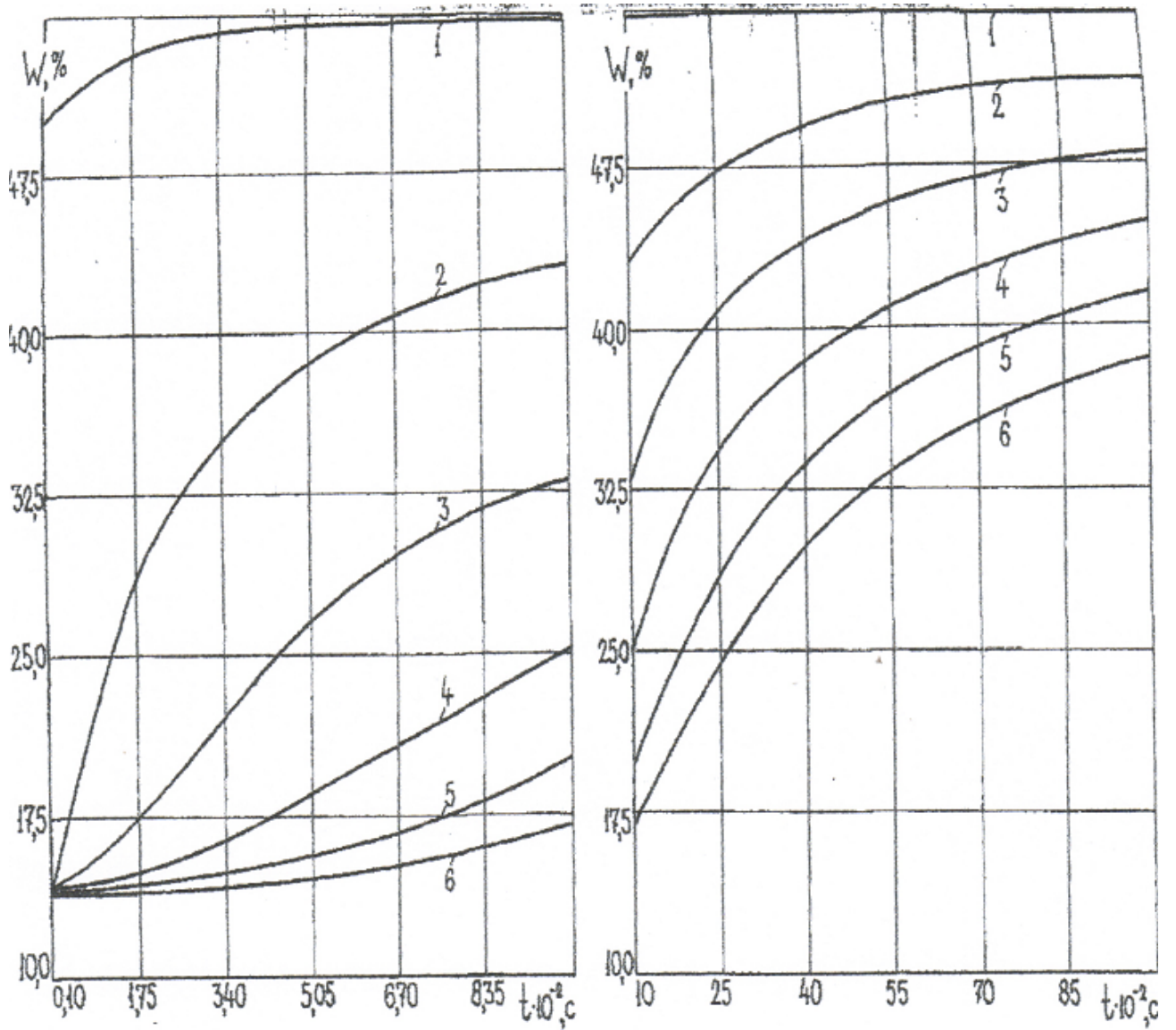


Рис. 2. Зависимость влажности слоев плодовой оболочки от продолжительности влагопереноса  $t = 0,001 \dots 1,0$  с: 1 -  $\rho = 0,76$ ; 2 - 0,75; 3 - 0,74 мм; 4 - 0,73 мм; 5 - 0,72 мм; 6 - 0,71 мм

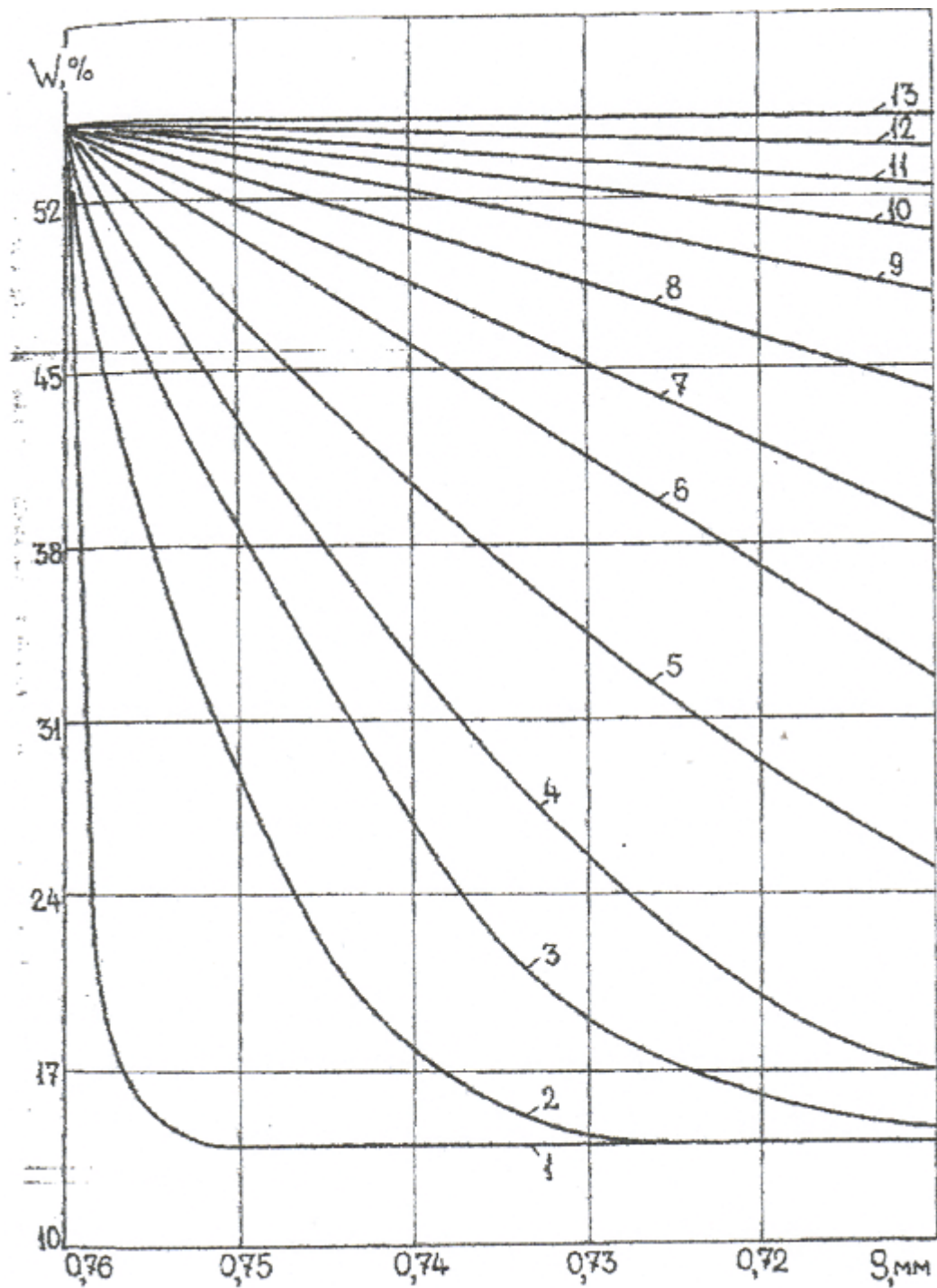


Рис. 3. Изменение влажности оболочек по их толщине при различной продолжительности влагопереноса:  $t = 0,001$  с; 2  $0,018$  с; 3 -  $0,051$  с; 4 -  $0,1$  с; 5 -  $0,25$  с; 6  $0,55$  с; 7 -  $1$  с; 8- $2$  с; 9- $4$  с; 10- $7$  с; 11 -  $10$  с; 12-  $25$  с; 13- $100$  с.

что влажность оделенных оболочек в результате шелушения предварительно увлажненного на 8 % и отволоженного в течение 5 мин зерна пшеницы составляла 54,4...57,2 %, что согласуется с расчетными данными. В связи с этим можно утверждать, что полученное уравнение кинетики диффузионной влагопроводности адекватно описывает исследуемый процесс.

Следует иметь ввиду, что рассчитанная продолжительность влагопереноса в продольных слоях плодовой оболочки характеризует минимальное время отволаживания зерна, по истечении которого происходит ослабление адгезионной прочности их связи с остальной частью зерновки. При этом влага на границе раздела продольных и поперечных слоев с семенной оболочкой начинает производить расклинивающее действие, а не проникает дальше вследствие высокой гидрофильности семенной оболочки.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Рациональное значение продолжительности отволаживания зерна перед шелушением следует устанавливать по результатам обработки его в машине при варьируемых параметрах подготовки с оценкой эффективности процесса по комплексу технологических и энергетических параметров.

## **ВЫВОДЫ**

Используя представленные зависимости, возможно при других исходных данных рассчитать влажность не только плодовой оболочки, но и остальных структурных составляющих зерновки различных культур, что необходимо для выбора рациональных режимов их увлажнения.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гинзбург М.С. Технология крупяного производства. - М: Колос, 1981.
2. Дударев И.Р. Кинетика влагопроводности оболочки зерна. -Тр./Одесский сельскохозяйственный ин-т, Одесса, 1988.
3. Дударев И.Р. Диффузия влаги оболочек зерен в начальной фазе увлажнения . - Тез.докл. (англ.) VIII Международный конгресс по зерну и хлебу. -Лозанна, Швейцария, 1988.

## **ВОЛОГОПЕРЕНОС В СТРУКТУРАХ ЗЕРНА**

Дударев И.И., Яковлева В.В., Стойкий П. И

### **Резюме**

Облік розподілу вологи в зернах злакових культур дає можливість вибрати раціональні режими зволоження.

## **CARRY of the MOISTURE STRUCTURES of the GRAIN**

Dudarev I.I., Yakovleva V.V., Stotskij P.I.

### **Summary**

Dependences are given be agrees which can humidity structural making grains is determined.