

PARAMETRY DYFUZYJNE WARSTWY MODELOWO USZKODZONEGO
ZIARNA PSZENICY

Bogusława Aramowicz, Barbara Kornas-Czuczwar, Bogdan Adamczyk

Instytut Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin

WSTĘP

Autorzy niniejszej pracy prowadzą od kilku lat badania parametrów dyfuzyjnych ziarna zbóż. Cechy dyfuzyjne ziarna należą do tych jego właściwości fizycznych, które wpływają na efektywność procesów związanych z przechowywaniem [3, 5]. Intensywność wietrzenia i suszenia masy ziarna zależy od jej oporu dyfuzyjnego, opisanego efektywnym współczynnikiem dyfuzji gazów D_{ef} , a bezpośrednio - od porowatości ϵ i współczynnika krętości q porów międzyziarnowych [2, 4]:

$$D_{ef} = D_0 \epsilon / q \quad /1/$$

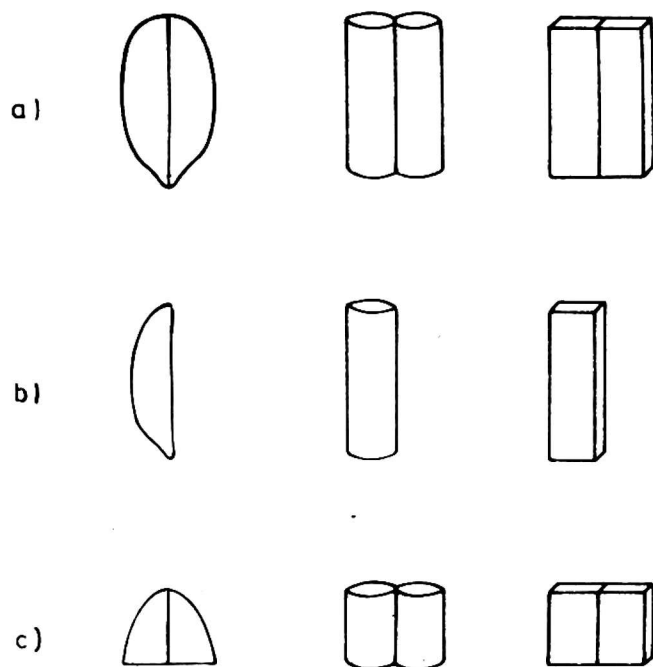
gdzie D_0 jest współczynnikiem dyfuzji gazów w przestrzeni swobodnej.

Wyznaczając eksperymentalnie wartość efektywnego współczynnika dyfuzji dowolnego gazu testowego przez warstwę ziarna o porowatości ϵ , określić można wielkość współczynnika krętości porów międzyziarnowych.

Celem pracy było zbadanie wpływu makrouszkodzeń ziarniaków na parametry dyfuzyjne warstwy ziarna. Przeprowadzono pomiary dla dwóch próbek ziarna uszkodzonego modelowo. Próbkę pierwszą stanowiły ziarniaki pszenicy przecięte wzdłuż bruzdki, drugą zaś - przepołowione poprzecznie. Uzyskane wyniki porównano z wynikami dla ziarna nieuszkodzonego.

WARSTWA ZIARNA JAKO POROWATA SIEĆ PRZESTRZENNA - ROZWAŻANIA MODELOWE

Warstwę ziarna pszenicy potraktować można w przybliżeniu jako regularną sieć przestrzenną, utworzoną z pojedynczych ziarniaków. Ze względu na skomplikowany kształt ziarniaka pszenicy zmodelowano go za pomocą dwóch walców połączonych ze sobą wzdłuż tworzącej osi - za pomocą równoległych, przyległych do siebie prostopadłościanów /rys. 1a/.



Rys. 1. Zmodelowanie ziarniaka pszenicy za pomocą prostych brył geometrycznych: a - cały ziarniak, b - ziarniak przecięty wzdłuż bruzdki, c - ziarniak przecięty poprzecznie

Przecięcie ziarniaka wzdłuż bruzdki powoduje rozłączenie modelowych walców lub prostopadłościanów /rys. 1b/, a przecięcie poprzeczne daje bryły o kształtach i wymiarach przedstawionych na rysunku 1c.

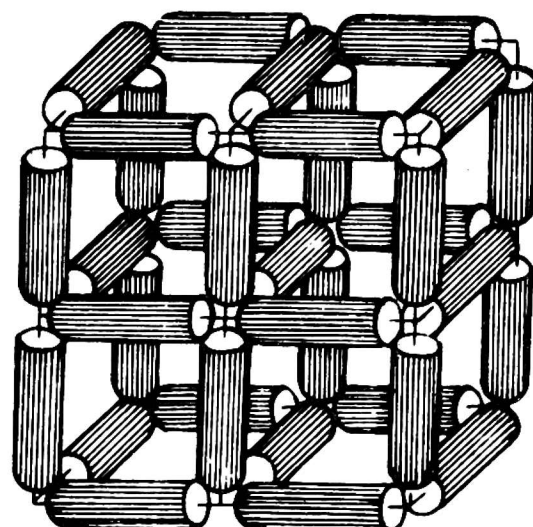
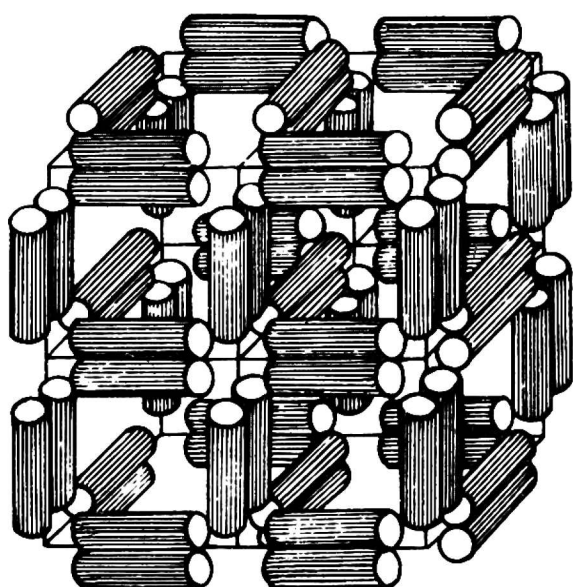
Rozpatrzmy idealny przypadek sześciennej sieci o pustych narożach, utworzonej z całych ziarniaków /rys. 2a/ oraz ziarniaków przeciętych wzdłuż bruzdki /rys. 2b/, a następnie - idealne sieci prostopadłościenne /o wypełnionych narożach/, utworzone z całych /rys. 3a/ i przeciętych ziarniaków /rys. 3b/.

Obliczenia matematyczne, dotyczące geometrii wielu różnych sieci /m.in. utworzonych z prostopadłościennych ziarniaków/, prowadzą

do wniosku, że wartość porowatości tych idealnych sieci zależy od stosunku jednego ziarniaka tworzącego sieć do jego szerokości d . Teoretyczny przebieg krzywej $\varepsilon = f^1/d$ przedstawiony jest na rysunku 4.

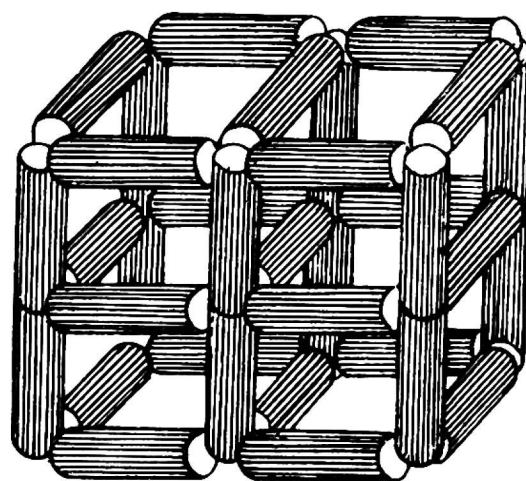
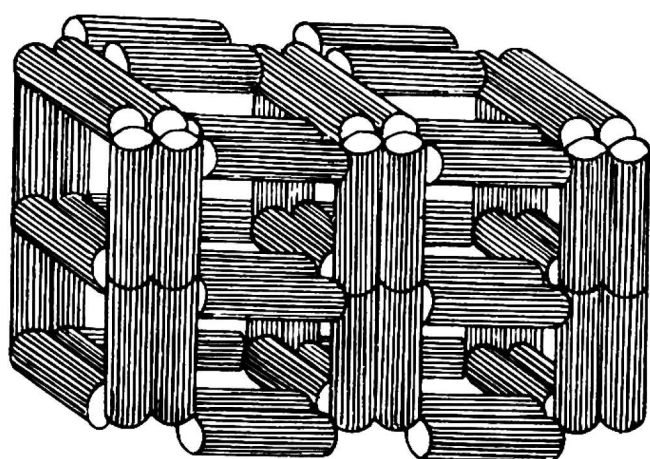
Ze wzrostem stosunku długości ziarniaka do jego szerokości rośnie również porowatość warstwy ziarna. Wynika stąd, że warstwa utworzona z ziarniaków przeciętych wzdłuż bruzdki powinna mieć większą porowatość niż warstwa ziaren całych. Porowatość warstwy ziarniaków przeciętych poprzecznie zależy będzie od stosunku największego wymiaru uszkodzonego ziarniaka do jego drugiego wymiaru. Powyższe rozważania modelowe pozwalają uszeregować porowatość warstw ziarna pszenicy w zależności od charakteru makrouszkodzenia.

Ocena drugiego parametru dyfuzyjnego warstwy - współczynnika krętości porów oraz wpływu makrouszkodzenia na tę wielkość możliwa jest tylko na drodze eksperymentalnej.



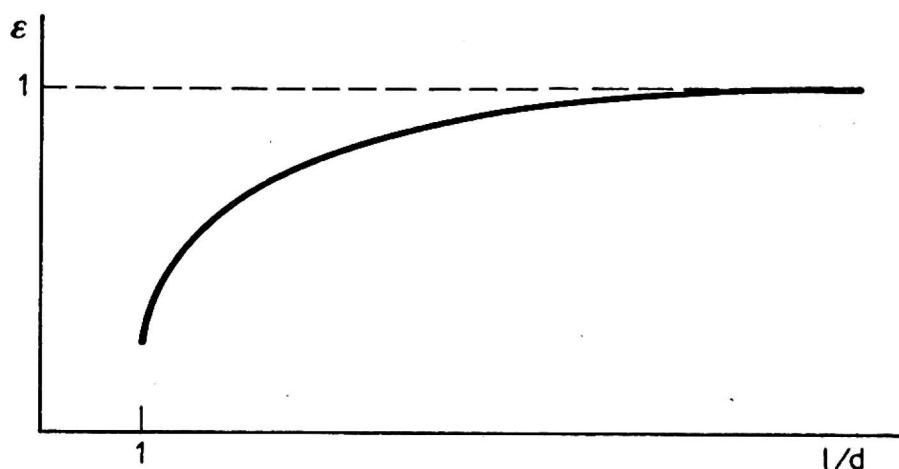
Rys. 2a. Sieć sześcienna o pustych narożach, utworzona z całych ziarniaków pszenicy

Rys. 2b. Sieć sześcienna o pustych narożach, utworzona z ziarniaków pszenicy przeciętych wzdłuż bruzdki



Rys. 3a. Sieć prostokątna o wypełnionych narożach, utworzona z całych ziarniaków pszenicy

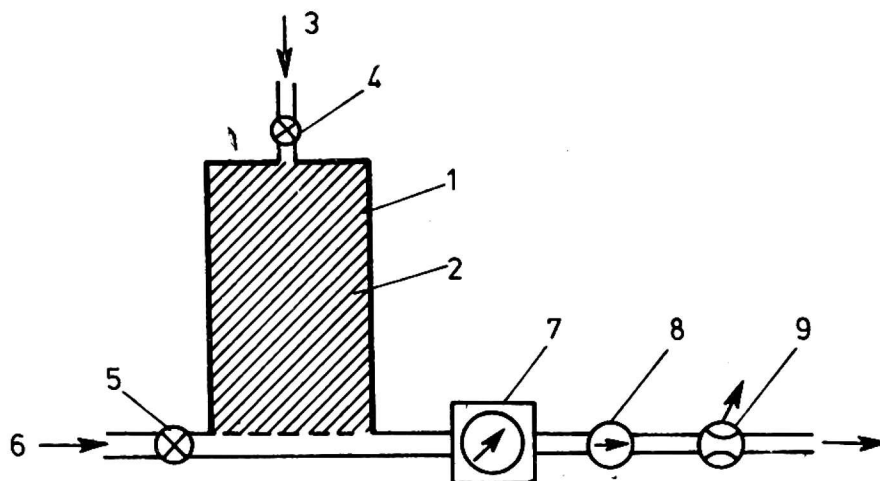
Rys. 3b. Sieć prostokątna o wypełnionych narożach, utworzona z ziarniaków pszenicy przeciętych wzdłuż bruzdki



Rys. 4. Zależność przewodności warstwy ziarna pszenicy od stosunku długości do szerokości ziarniaków

METODA I WYNIKI

Badania wykonano w temperaturze 20°C pod ciśnieniem normalnym, posługując się aparaturą przedstawioną na rysunku 5 [1].



Rys. 5. Schemat układu pomiarowego: 1 - komora dyfuzyjna, 2 - próbka ziarna pszenicy, 3 - wlot gazu, 4,5 - zawory, 6 - wlot powietrza, 7 - interferometr, 8 - pompka, 9 - przepływomierz

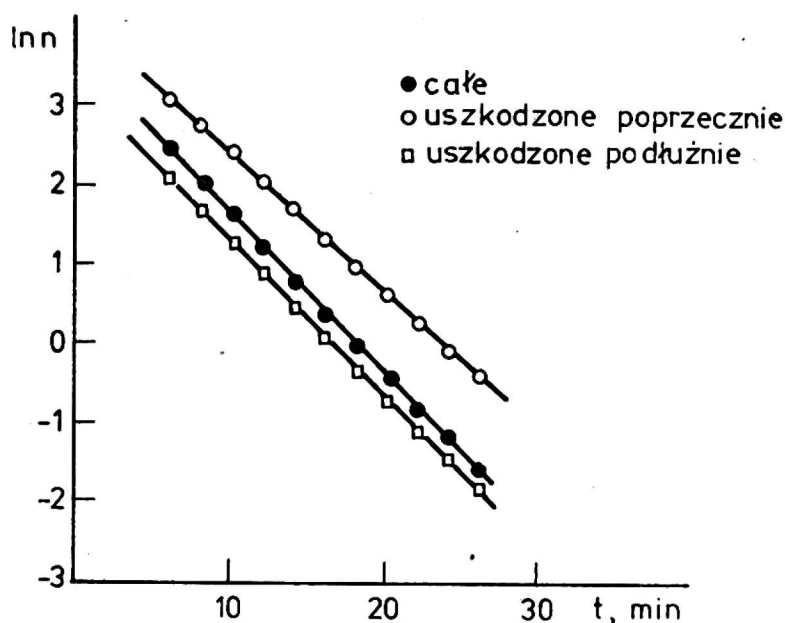
Szklana komora dyfuzyjna (1) zawierała próbkę (2) suchego ziarna pszenicy Kaukaz, w ilości ok. 0,5 kg. Do komory tej wprowadzono wlotem (3) za pomocą pompki (8) testowy gaz /He/, aż do uzyskania równomiernego stężenia w porach międzyziarnowych.

Następnie, po zamknięciu zaworu (4) i otwarciu zaworu (5) dolną granicę warstwy obmywała wprowadzane wlotem (6) powietrze, które wzbogacane w He dyfundujący z warstwy, analizowane było w interferometrze (7). Przepływomierz (9) wskazywał prędkość przepływu powietrza stałą przez cały czas trwania pomiaru.

Przeprowadzono badania dla trzech próbek ziarna: a - nieuszkodzonego, b - ziarniaków przeciętych wzdłuż bruzdki, c - ziarniaków przeciętych poprzecznie /rys. 1/. Na rysunku 6 przedstawiono zmiany koncentracji He /w skali logarytmicznej/, dyfundującego do powietrza przez wymienione wyżej próbki ziarna pszenicy w funkcji czasu.

Nachylenia prostych logarytmicznych są proporcjonalne do prędkości dyfuzji He przez warstwę ziarna wypełnioną powietrzem. Na podstawie nachylenia prostych logarytmicznych oraz geometrii komory dyfuzyjnej wyznaczono wartości efektywnych współczynników dyfuzji He do powietrza przez poszczególne próbki ziarna.

Niezależnie wyznaczono /na porometrze gazowym/ porowatości próbek, a następnie /ze wzoru 1/ - współczynniki krętości porów międzyziarnowych.



Rys. 6. Prędkość dyfuzji He przez różne próbki ziarna pszenicy do powietrza

Zgodnie z rozważaniami modelowymi, opisanymi w poprzednim punkcie, porowatość próbki złożonej z całych ziarniaków była najmniejsza, pośrednią wartość porowatości miała masa ziarniaków przepołowionych poprzecznie, a największą - próbka utworzona z ziarniaków przeciętych wzdłuż bruzdki /tab. 1/.

Tabela 1

Parametry dyfuzyjne warstw ziarniaków pszenicy nieuszkodzonych i uszkodzonych modelowo

Rodzaj uszkodzeń ziarniaków w warstwie	D_{ef} $cm^2 s^{-1}$	Procent	$q = \frac{D_o \cdot \epsilon}{D_{ef}}$
Nieuszkodzone	0,33	48,5	$0,87 \pm 0,07$
Przecięte podłużnie	0,32	56,0	$1,05 \pm 0,08$
Przecięte poprzecznie	0,28	51,5	$1,10 \pm 0,09$

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 1, współczynnik krętości porów warstwy ziarniaków uszkodzonych jest większy od współczynnika krętości porów warstwy ziarniaków nieuszkodzonych o około 17% dla ziarniaków przeciętych podłużnie i o 20% dla ziarniaków przeciętych poprzecznie.

W praktyce badane typy makrouszkodzeń ziarniaków występują w niewielkim procencie. Przeprowadzone badania pozwalają wnioskować, że makrouszkodzenia w postaci rozkruszek wpływają na wartość parametrów dyfuzyjnych warstwy ziarna w niewielkim stopniu i należy brać je pod uwagę jedynie tam, gdzie występuje zjawisko samosortowania masy ziarna.

LITERATURA

1. Adamczyk B., Aramowicz B., Gołaszewska K., Pałczyński P., Stański T., Styk B.: Pomiarы parametrów dyfuzyjnych warstw ziarna zbóż. Roczn. Nauk Rol., ser. C /w druku/.
2. Evans III R.B., Watson G.M., Mason E.A.: Gaseous Diffusion in Porous Media at Uniform Pressure. J. Chem. Phys., 1961, vol. 35, 2076-2083.
3. Jakubczyk T.; Surowce i materiały pomocnicze w przetwórstwie zbożowym, PWSz, Warszawa 1971.
4. Mason E.A., Evans III R.B., Watson G.M.; Gaseous Diffusion in Porous Media. J. Chem. Phys., 1963, vol. 38, 1808-1826.
5. Tomczyk S.: Magazyny ziarna i innych nasion. PWRiL Warszawa 1970.

Б. Арамович, Б. Корнас-Чучвар, Б. Адамчик

ДИФФУЗИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЛОЯ МОДЕЛЬНО ПОВРЕЖДЕННОГО
ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Р е з ю м е

В статье рассматриваются методика и результаты измерений диффузионных параметров слоя модельно поврежденного зерна пшеницы.

На основании модельных обсуждений была определена зависимость порозности идеальных пространственных сетей от соотношения длины и ширины образующих их зерновок.

Определяли эффективные коэффициенты диффузии тестового газа в воздух через слой зерновок: неповрежденных, разрезанных вдоль бороздки и поперек, а затем исчисляли коэффициенты извилистости межзерновых пор в образцах.

Степень влияния макроповреждений зерновок на коэффициент извилистости пор достигает 20%.

B. Aramowicz, B. Kornas-Czuczwar, B. Adamczyk

DIFFUSION PARAMETERS OF A LAYER OF WHEAT GRAIN INJURED IN
ACCORDANCE WITH THE MODEL

Summary

The methods and results of measurements of diffusion parameters of a layer of wheat grain injured in accordance with the model are presented in the paper.

Model considerations enabled to determine dependences of relationships of porosity of an ideal spatial networks on the ratio between length and width of kernels forming these networks.

Effective coefficients of diffusion of the test gase into air through layers of kernels uninjured, cut along the vallecule and/or across were determined and then the coefficients of tortuosity of intergrain pores of the samples were calculated.

The value of the effect of macroinjuries of kernels on the tortuosity coefficient of pores of the layer reaches 20%.