

BADANIE PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ
W WARSTWIE ZIARNA KUKURYDZY

STANISŁAW PABIS, EWA BIŁOWICKA

IMER, Zakład Suszarnictwa

1. WSTĘP

Przewodność cieplna jest jednym z tych termofizycznych parametrów suszonych ciał stałych, których znajomość potrzebna jest dla korzystania z metod matematycznych teorii suszenia dla przeprowadzania niektórych obliczeń procesu suszenia. Przewodność cieplną w procesach suszenia, podobnie jak w innych gałęziach techniki cieplnej, można rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych elementów produktu, jak np. kaczanów kukurydzy (1), lub warstwy utworzonej z elementów ciała stałego. Przedmiotem pracy jest badanie przewodności cieplnej w warstwie nieruchomych ziarn kukurydzy.

Przewodność cieplna jednolitych ciał stałych jest funkcją zawartości wody i temperatury ciała. W miarę wzrostu zawartości wody wzrasta przewodność cieplna. Nie ma jednak jednego wzoru, który określałby prawo przyrostu przewodności cieplnej od zawartości wody danego ciała stałego. Czudnowski (2) podaje zależność w formie:

$$\lambda = \lambda_0 (1 + A \sqrt{u}) \quad (1)$$

gdzie A jest współczynnikiem charakterystycznym dla danego ciała, a Jegorow i Ljuszkin (3) określają wpływ zawartości wody na przewodność cieplną, ziarna kukurydzy równaniem:

$$\lambda = 0,318 + 0,6 u \quad (2)$$

słusznym dla temperatury 20°C i zawartości wody $0,010 \leq u \leq 0,308$ kG/kG.

Jeszcze bardziej złożony jest wpływ temperatury na przewodność cieplną jednolitego ciała stałego. Analizę tej zależności można znaleźć w pracy Kowalczyka (4), Czudnowskiego (1) oraz częściowo w pracy Wasiliewa (5). Wraz ze wzrostem temperatury przewod-

ność cieplna jednolitego ciała stałego najczęściej wzrasta prostoliniowo, ale może również wykazywać tendencję spadku lub mieć przebieg nieregularny — wzrost, spadek itp.

Przewodność cieplna w warstwie nieruchomych elementów (ziaren) jest jeszcze bardziej złożona. Wiadomo (2), że zależy ona od kilku parametrów, co można przedstawić przy pomocy zapisu:

$$\lambda = f(\lambda_o, \lambda_p, u, t, p, \gamma_u) \quad (3)$$

Ze wzrostem zawartości wody rośnie przewodność cieplna w warstwie, lecz odbywa się to w różny sposób dla różnych ciał. Przyrost temperatury wywołuje najczęściej wzrost przewodności cieplnej warstwy ziarna. Przewodność cieplna może jednak maleć w miarę wzrostu temperatury lub ulegać tylko nieznacznym zmianom. Im większa jest porowatość warstwy zbudowanej z tych samych ziarn, tym mniejsza jest jej przewodność cieplna. Maleje ona liniowo, lub do pewnej potęgi, wraz ze wzrostem porowatości warstwy. W miarę wzrostu ciężaru objętościowego warstwy jej przewodność cieplna rośnie liniowo, lub częściej do pewnej potęgi.

2. METODA BADANIA PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ W WARSTWIE NASION KUKURYDZY

2.1. Podstawy teoretyczne

Istnieje wiele metod (1, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i inni) pozwalających na wyznaczenie przewodności cieplnej w warstwie nieruchomych elementów ciał stałych. W odniesieniu do warstwy ziarna produktów rolniczych można jednak stosować tylko takie metody, które pozwolą na wyznaczenie przewodności cieplnej podczas niestacjonarnego nagrzewania warstwy przy małych, najlepiej poniżej 60—70°C, różnicach temperatur w stosunku do początkowej (około 10—20°C) temperatury warstwy.

Warunki takie wybiera się dlatego, aby dzięki krótkiemu czasowi pomiaru i małym różnicom temperatur uniknąć termodyfuzyjnego (11) ruchu wilgoci w warstwie i ograniczyć wpływ temperatury na wzrost współczynnika dyfuzji wilgoci (12). Oba te zjawiska mogą bowiem zmienić rozkład zawartości wody w poszczególnych obszarach warstwy uniemożliwiając tym samym zarówno wyznaczenie zależności przewodności cieplnej od zawartości wody oraz znacznie powiększyć błąd pomiaru.

W badaniach oparto się na rozwiązaniu zagadnienia rozkładu temperatur w półograniczonym pręcie z cieplną izolacją jego powierzchni bocznej zakładając, że temperatura źródła ciepła przyłożonego do początku pręta ustali się w ciągu krótkiego czasu.

Sytuując pręt tak, że jego oś podłużna pokrywa się z osią x układu współrzędnych prostokątnych a jego początek spoczywa w początku układu współrzędnych, mamy równanie przewodnictwa:

$$\frac{\partial t(x, \Theta)}{\partial \Theta} = a \frac{\partial^2 t(x, \Theta)}{\partial x^2} \quad (4)$$

oraz warunki graniczne:

$$t(x, 0) = t_0 \quad (5)$$

$$t(0, \Theta) = t_1 \quad (6)$$

$$t(\infty, \Theta) = t_0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial t(\infty, \Theta)}{\partial \Theta} = 0 \quad (8)$$

Równanie 4, z uwzględnieniem warunków 5—8, można rozwiązać metodą transformacji całkowych sinus Fouriera (6, 7, 13, 14) lub za pomocą metod rachunku operatorowego (6, 7, 15) doprowadzając je do postaci:

$$\frac{t(x, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0} = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{a\Theta}} \quad (9)$$

Ponieważ liczba Fouriera (dla wymiany ciepła):

$$F_0 = \frac{a\Theta}{x^2} \quad (10)$$

więc równanie 9, można przedstawić w wygodniejszej dla obliczeń formie:

$$\frac{t(x, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0} = \operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{F_0}} \quad (11)$$

Mając w wyniku pomiarów wartości temperatury $t(x, \Theta)$ w danych punktach X i czasach Θ oraz wartości t_0 i t_1 można na podstawie równania 11 i wykresu funkcji $\operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{F_0}}$ znaleźć wartość liczby F_0 odpowiadające w danym czasie i miejscu warstwy ziarna jej zredukowanej temperaturze $\frac{t(x, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0}$. Ponieważ między współczynnikiem dyfuzji cieplnej oraz przewodnością cieplną zachodzi związek:

$$a = \frac{c}{c\gamma_u} \quad (12)$$

zatem biorąc pod uwagę równanie 10, otrzymujemy dla wyznaczenia przewodności cieplnej:

$$\lambda = \frac{c\gamma_u x^2 F_0}{\Theta} \quad (13)$$

Występujące w równaniu 13 ciepło właściwe c , odniesione do 1 kG ziarna kukurydzy w warstwie, jest wielkością zależną od zawartości wody w ziarnie (12), co określa równanie:

$$c = c_0 + u \quad (14)$$

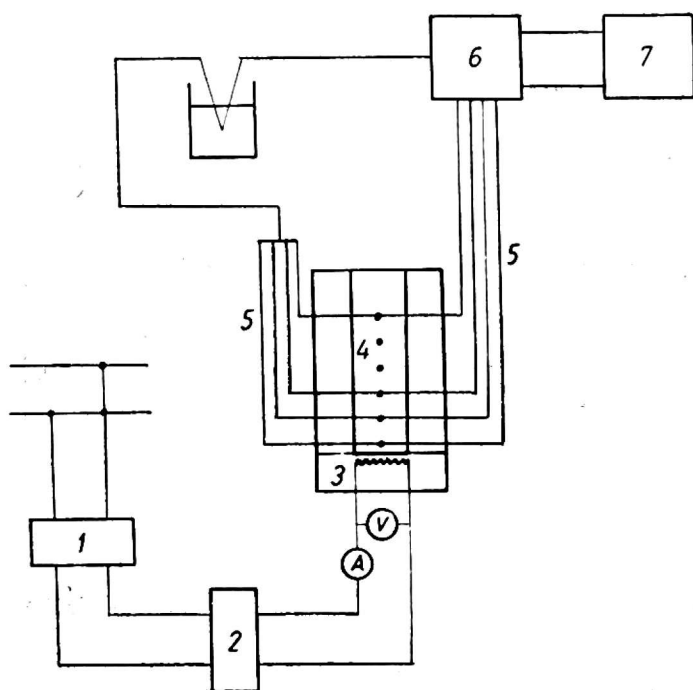
w którym wartość ciepła właściwego absolutnie suchych ziarn można przyjąć (3) za równą:

$$c_0 = 0,267 \text{ kcal/kG C}$$

W równaniu (14) parametr u (zawartość wody) jest faktycznie iloczynem zawartości wody i jej ciepła właściwego równego 1 kcal/kG wody. Jego wymiarem jest więc wymiar ciepła właściwego.

2.2. Stanowisko pomiarowe

Schemat stanowiska pomiarowego służącego do pomiarów temperatury w różnych czasach i miejscach warstwy ziarna pokazano na rys. 1. Za pomocą układu stabilizatora napięcia (1) i autotransformatora (2) otrzy-



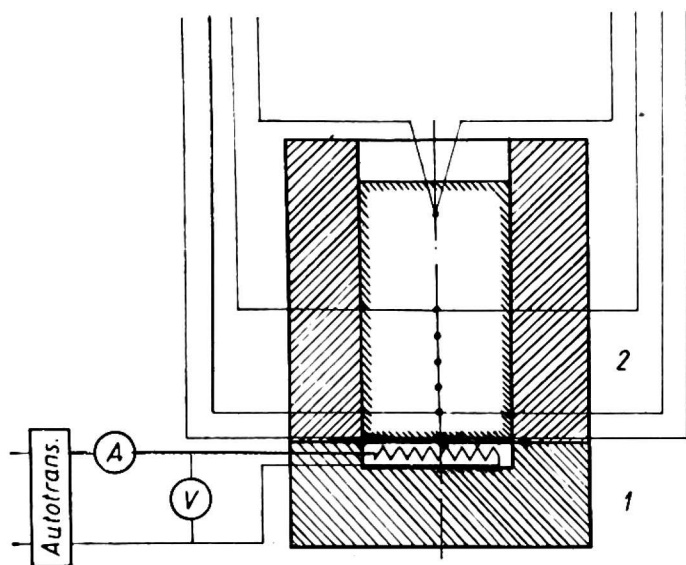
Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 — stabilizator napięcia, 2 — autotransformator, 3 — grzejnik, 4 — komora pomiarowa, 5 — termopary, 6 — przełącznik, 7 — galwanometr

mujemy na grzałce (3) określony spadek napięcia nie ulegającego zmianom wywołanym wahaniami napięcia sieci. Do komory pomiarowej (4), w której znajduje się warstwa ziarna wprowadzone są termopary (5) miedź — konstantan, mierzące temperaturę w wybranych punktach warstwy. Przełącznik (6) pozwala na włączanie dowolnej termopary w obwód galwanometru (7), w celu dokonania odczytu siły termoelektrycznej powstającej pod wpływem temperatury na złączach termopar w miejscu pomiaru.

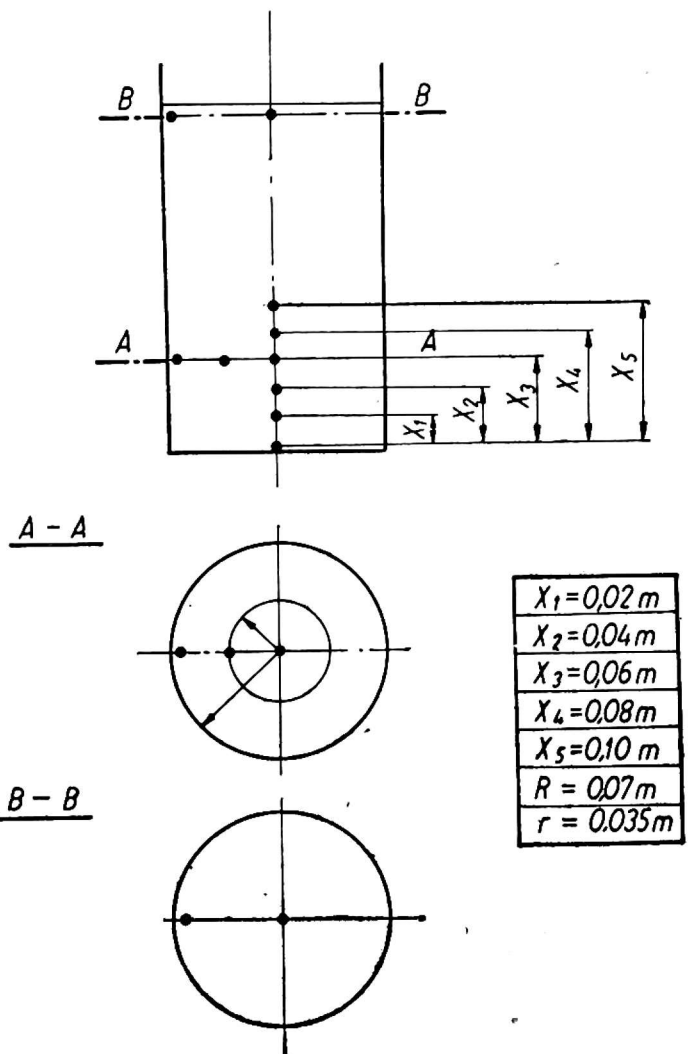
Na rys. 2 pokazano komorę pomiarową. Komora ta jest zbudowana

z dwu części o kształcie cylindrycznym. Każda z nich ma podwójne ściany, między którymi znajduje się izolacja z waty szklanej. Grubość izolacji wynosi 5 cm. W dolnej części (1) jest umieszczona grzałka elektryczna, zasilająca prądem o napięciu regulowanym autotransformatorem. W górnej (2) części komory pomiarowej znajduje się warstwa ziarna z wprowadzonymi do niej termoparami.

Układ termopar w warstwie ziarna ilustruje rys. 3, na którym podano również odległości termopar od powierzchni grzałki stanowiącej dno górnej części komory pomiarowej.



Rys. 2. Komora pomiarowa: 1 — część dolna, 2 — część górna



Rys. 3. Układ punktów pomiarowych w komorze pomiarowej

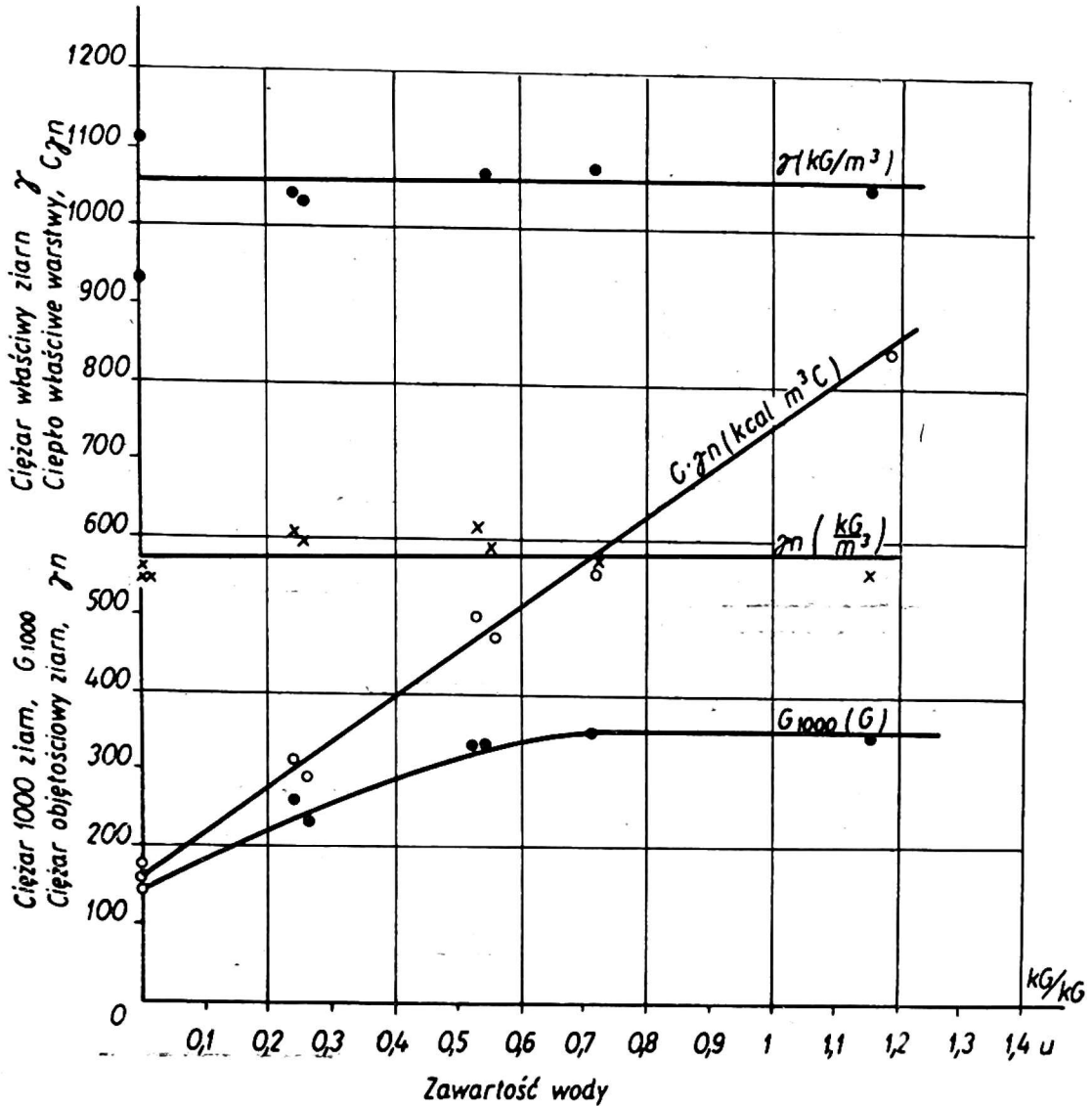
3. PRZEBIEG BADAŃ

3.1. Dane charakteryzujące materiał

Na rys. 4 pokazano zależności:

- ciężar 1000 ziarn, G_{1000}
- ciężaru objętościowego ziarn, γ_u
- ciepła właściwego warstwy, $c\gamma_u$
- ciężaru właściwego ziarn, γ

od zawartości wody ziarna w warstwie. Dane potrzebne do sporządzenia wykresu zostały uzyskane przy pomocy znanych metod. Dane te odnoszące się do odmiany Wielwi charakteryzują pewne cechy badanego produktu, ważne dla procesów wymiany ciepła oraz pozwalają obliczyć niektóre inne parametry warstwy, jak np. porowatość warstwy oraz średnicę zastępczą ziarna.



Rys. 4. Charakterystyka ziarna kukurydzy

Porowatość warstwy ziarna można wyznaczyć (12) według równania:

$$p = \frac{\gamma - \gamma_u}{\gamma} \quad (15)$$

z którego wynika, na podstawie danych z rys. 4, że porowatość warstwy w nieznanym stopniu zależała od zawartości wody w ziarnie i była średnio równą 0,445.

Równoważną średnicę ziarna (12) można obliczyć według równania:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi\gamma n}} \quad (16)$$

w którym

$M = G_{1000}$ — ciężar 1000 ziarn

$n = 1000$ — (tysiąc ziarn)

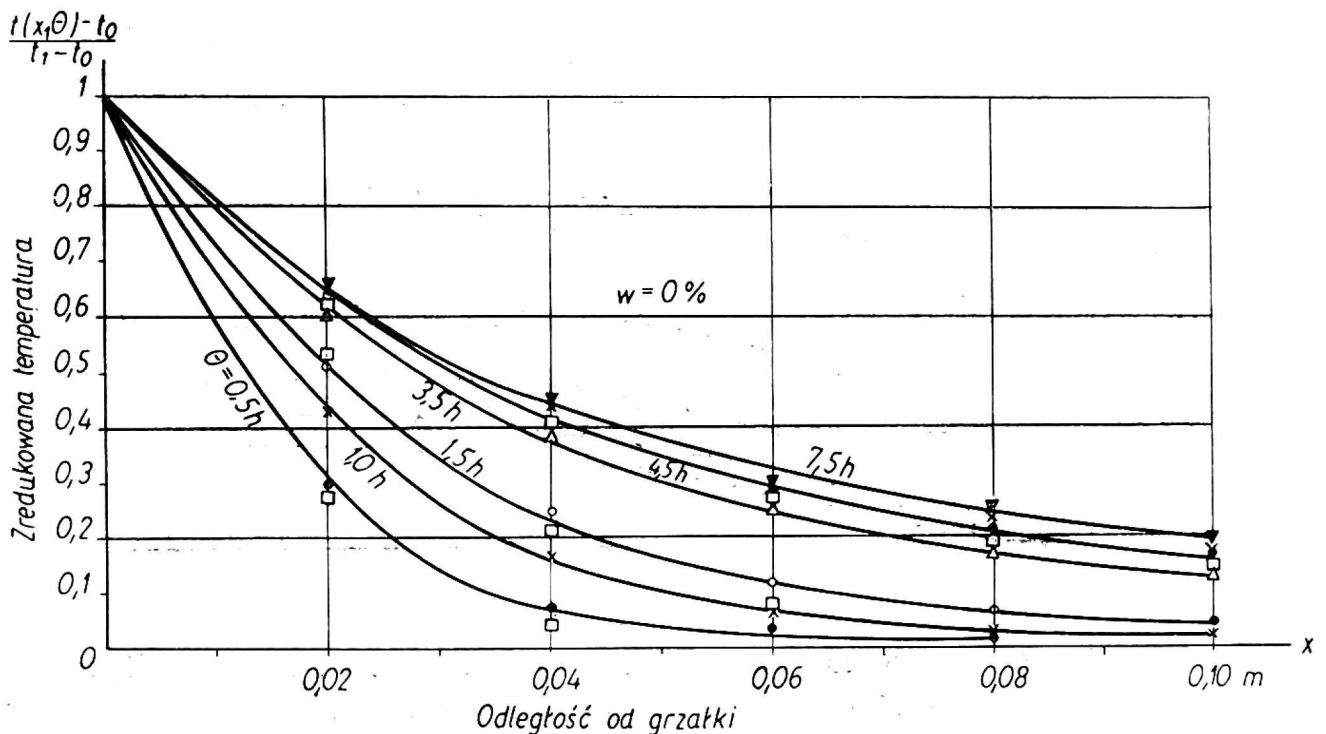
Na podstawie równania 16 oraz rys. 4 wnioskujemy, że równoważna średnica ziarn kukurydzy nie ulega zmianie w zakresie:

$$0,7 \leq u \leq 1,2 \text{ kG/kG}$$

i jest równa około 8,7 mm. Zaczyna się ona zmniejszać począwszy od zawartości wody poniżej 0,7 kG/kG, malejąc do wartości 6,5 mm dla zawartości wody równej zero.

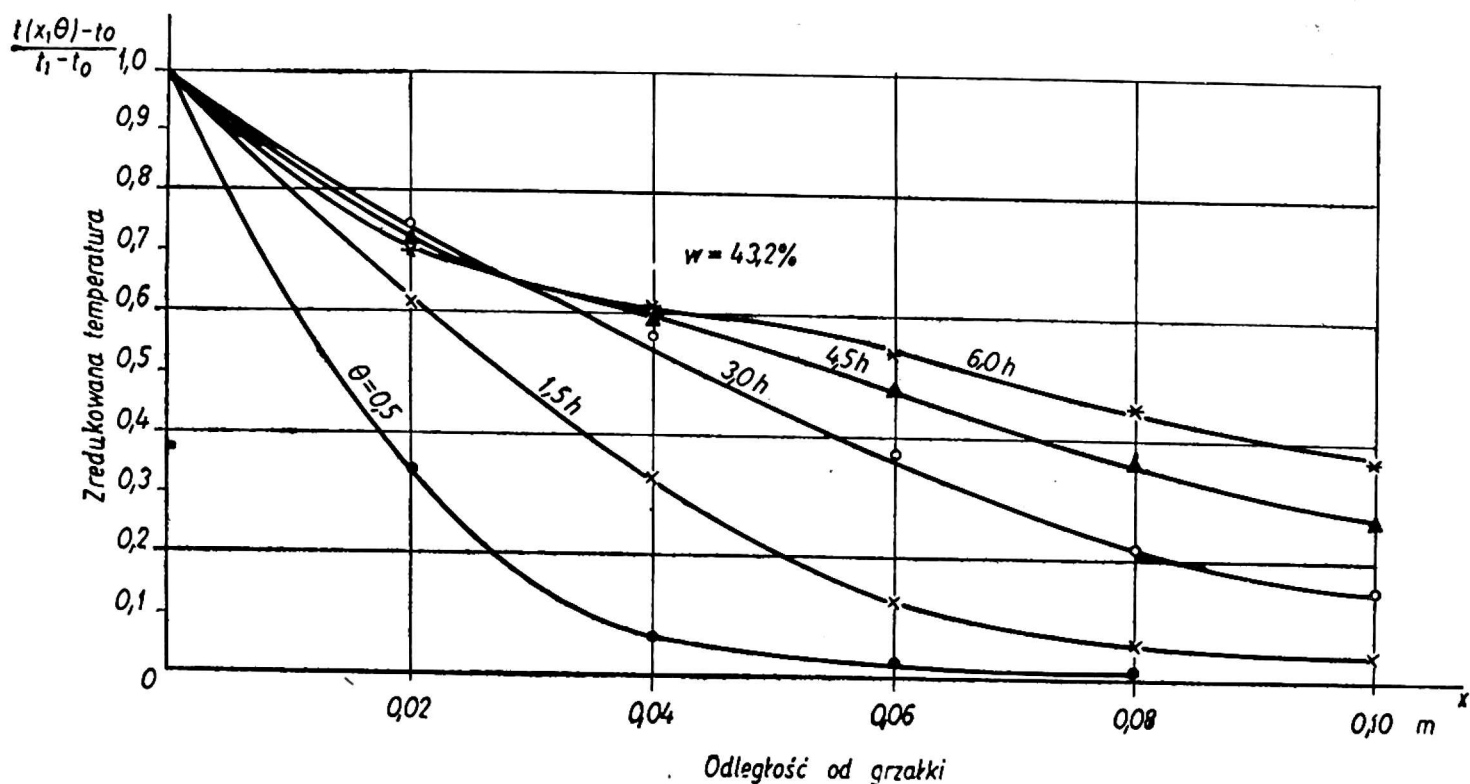
3.2. Wyniki pomiarów rozkładu temperatur w warstwie

Rozkład zredukowanej temperatury $\frac{t(x, \theta) - t_0}{t_1 - t_0}$ w warstwie ziarna pokazano w funkcji odległości punktu pomiarowego od grzałki (dna warstwy) na rys. 5 i rys. 6. Dane na rys. 5 odnoszą się do nagrzewania

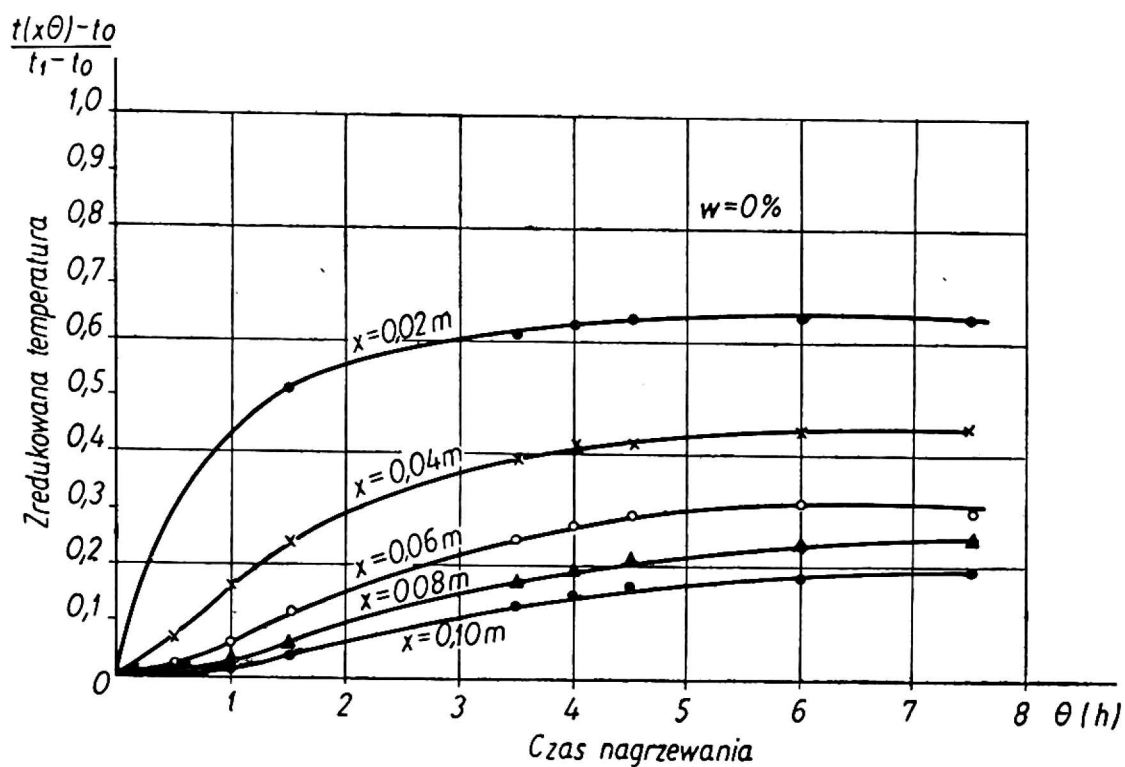


Rys. 5. Zredukowana temperatura w warstwie ziarna o wilgotności 0%

warstwy absolutnie suchych ($w = 0\%$) a na rys. 6 do nagrzewania raczej bardzo wilgotnych ziarn kukurydzy ($w = 43,2\%$). Porównanie dwu tych rysunków wskazuje na różnice wywołane wilgotnością ziarna w warstwie. Jeszcze wyraźniej różnice te są widoczne z porównania rys. 7 i rys. 8, na których pokazano zredukowaną temperaturę w warstwie nasion ku-



Rys. 6. Zredukowana temperatura w warstwie ziarna o wilgotności 43,2%

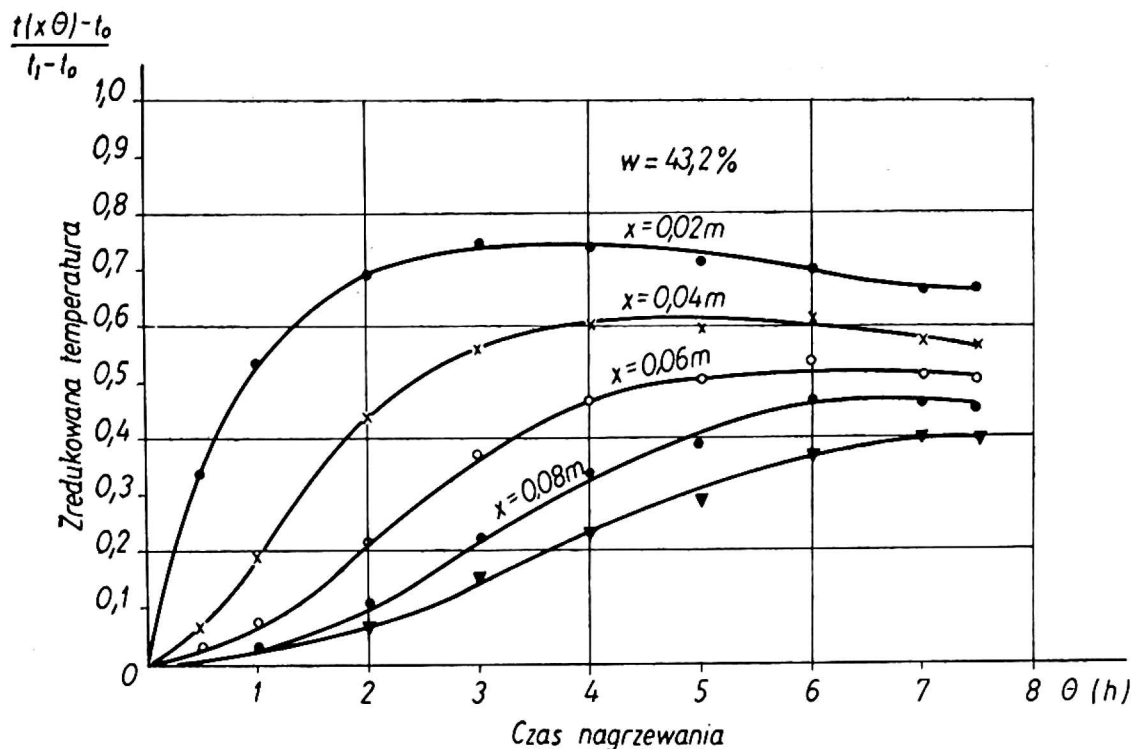


Rys. 7. Zredukowana temperatura w warstwie ziarna o wilgotności 0% w funkcji czasu nagrzewania

kurydzy, o tych samych wilgotnościach co poprzednio, w funkcji czasu nagrzewania. Na rys. 9 widać postępujące w czasie nagrzewania zróżnicowanie się zredukowanych temperatur w warstwie w zależności od zawartości wody ziarna w warstwie.

Zależność przewodności cieplnej w warstwie ziarna kukurydzy wyznaczono dla czterech średnich wilgotności ziarn: $w = 0, 25,5, 35,2$ oraz $43,2\%$. Ponieważ w miarę upływu czasu pomiaru zmieniała się tempera-

tura w punktach pomiarowych warstwy, zatem wyznaczone wartości przewodności cieplnej można było również odnosić i do temperatury. Do przeprowadzenia obliczeń posłużono się równaniem 9, w jego ostatecznej dla wyznaczenia przewodności cieplnej formie 13. Wyniki obliczeń przewodności cieplnej na podstawie przeprowadzonych pomiarów pokazano na rys. 10. Z rysunku tego można wnioskować, że na przewodność cieplną



Rys. 8. Zredukowana temperatura w warstwie ziarna o wilgotności 43,2% w funkcji czasu nagrzewania

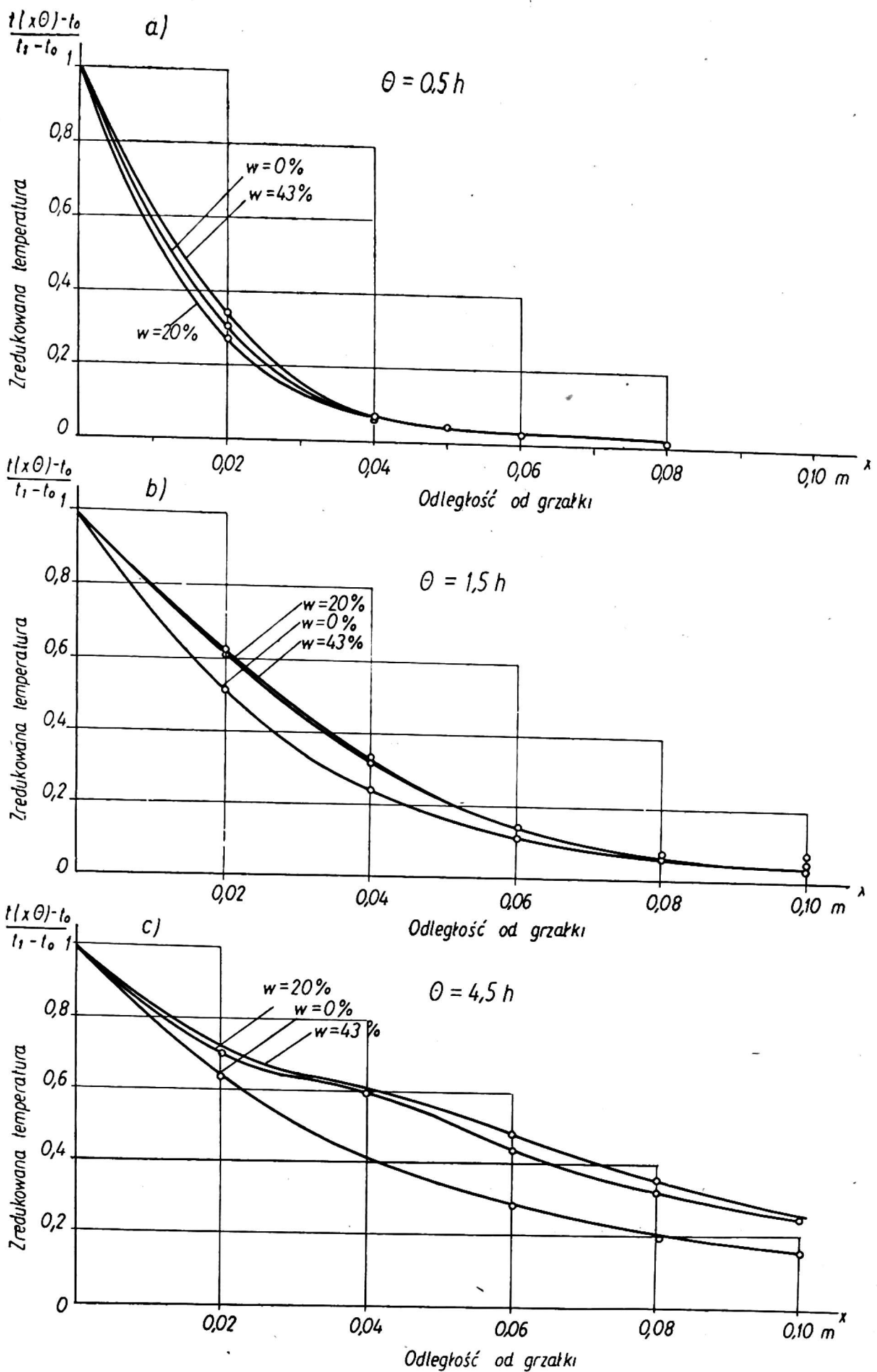
w warstwie ziarna kukurydzy ma wpływ zarówno zawartość wody ziarna jak i jego temperatura. Rachunek błędów nie pozwala, na podstawie przeprowadzonego doświadczenia, uznać wpływ temperatury na przewodność cieplną w warstwie za dostatecznie pewny aby na tej podstawie wyciągnąć odpowiednie wnioski. Nie ulega natomiast wątpliwości wpływ zawartości wody w warstwie na przewodność cieplną ziarna kukurydzy. W związku z powyższym, na rys. 11 pokazano zależność przewodności cieplnej warstwy ziarna kukurydzy tylko od zawartości wody w ziarnie, jako średnia dla zakresu temperatur $20^{\circ}\text{C} \leq t \leq 70^{\circ}\text{C}$. Na rys. 11 zwraca uwagę prostoliniowy wzrost przewodności cieplnej w funkcji zawartości wody ziarna w warstwie, co można wyrazić równaniem:

$$\lambda = 0,43u + 0,09 \quad (17)$$

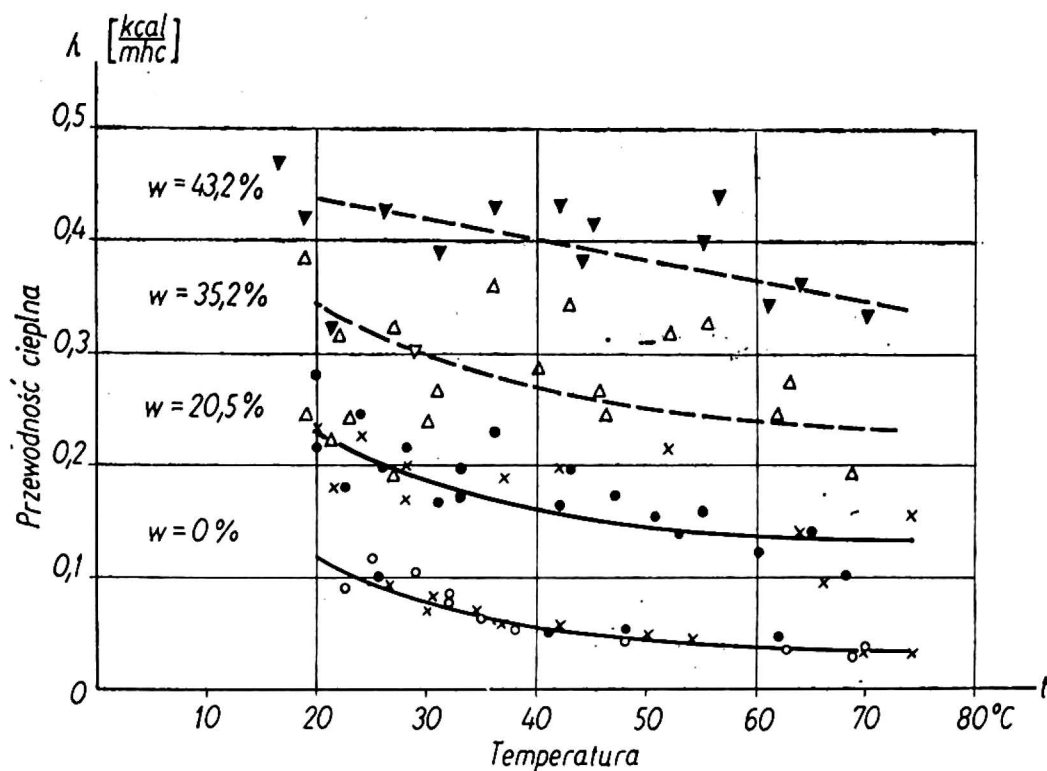
słusznym dla zakresów:

$$20^{\circ}\text{C} \leq t \leq 70^{\circ}\text{C}$$

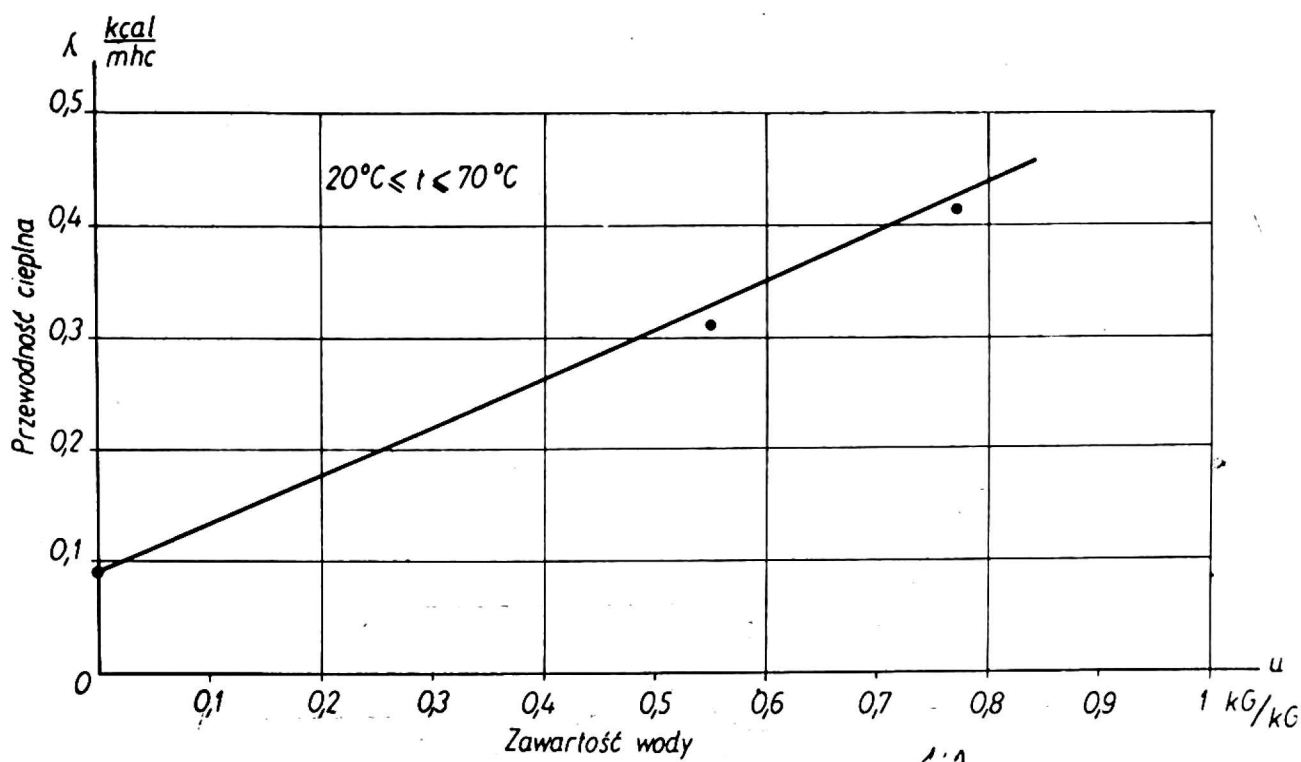
$$0 \leq u \leq 0,8 \text{ kG/kG}$$



Rys. 9. Zredukowana temperatura na różnych poziomach warstwy o różnej wilgotności ziarna i po różnych czasach nagrzewania



Rys. 10. Przewodność cieplna warstwy ziarna o czterech różnych wilgotnościach w różnych temperaturach



Rys. 11. Średnia przewodność cieplna warstwy ziarna kukurydzy w funkcji zawartości wody ziarna

4. ZASTOSOWANIE WYNIKÓW DO OBLICZEŃ PRAKTYCZNYCH

Na podstawie omówionych powyżej zależności można, posługując się równaniem 9, 10, 11, 12, 14 oraz 17, a także tabelą wartości tzw. funkcji błędu:

$$\text{erf } x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-x^2} dx \quad (18)$$

obliczyć zredukowaną temperaturę w dowolnym miejscu i czasie warstwy ziarna kukurydzy o ile przebieg nagrzewania jej odpowiada warunkom określonym równaniami 5, 6, 7, 8. Warunki te odnoszą się do półograniczonego pręta. W pewnym jednak stopniu, zależnie od grubości warstwy ziarna oraz wartości liczby Fo , można je zastosować również do kontaktowego nagrzewania warstwy ziarna.

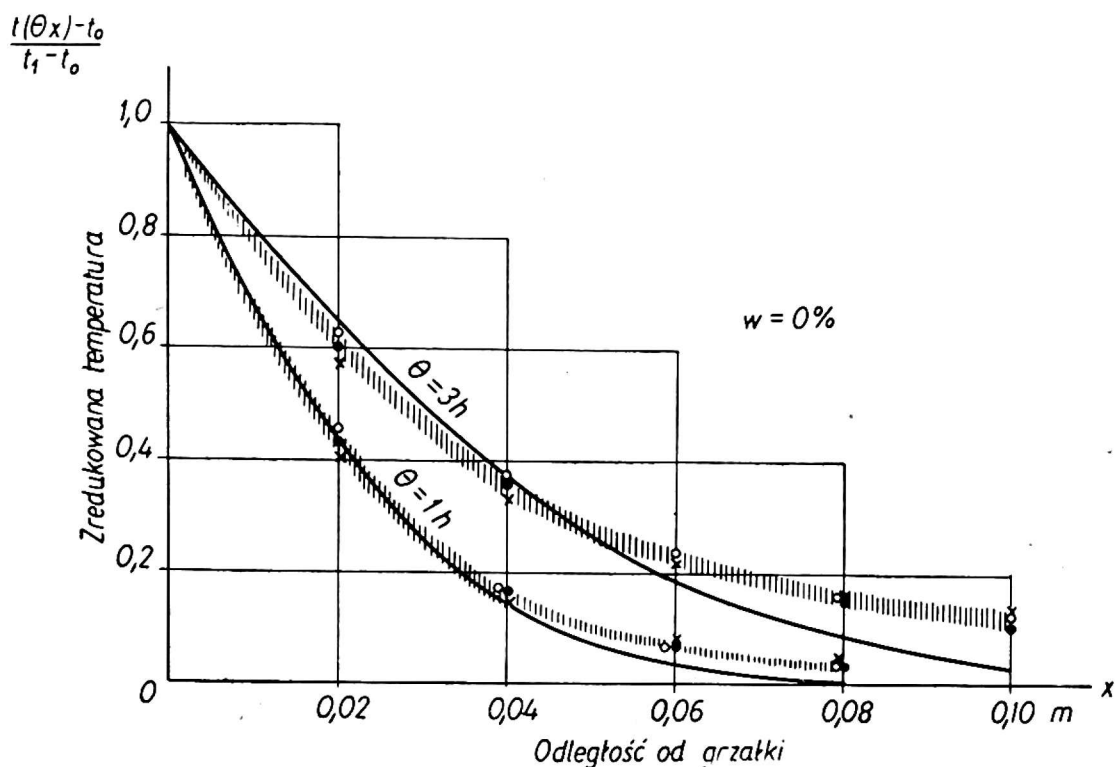
Wartości funkcji:

$$\text{erfc } x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2} dx \quad (19)$$

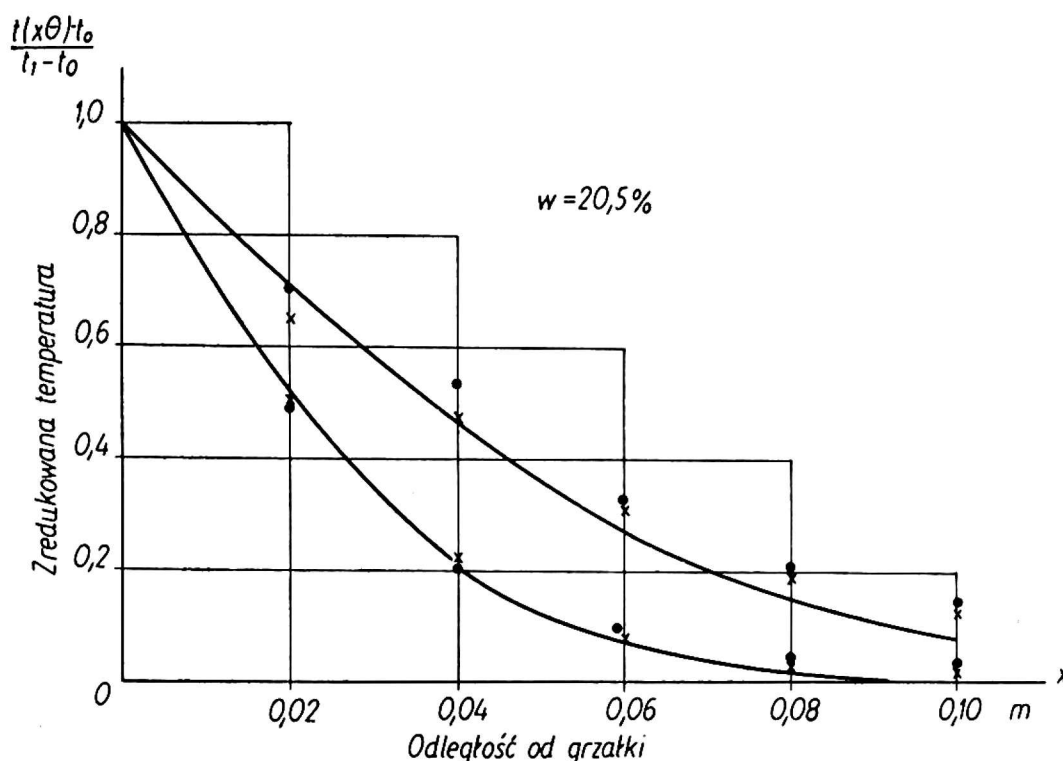
oblicza się z zależności:

$$\text{erfc } x = 1 - \text{erf } x \quad (20)$$

Na rys. 12 i 13 porównano wyniki obliczeń rozkładu zredukowanej temperatury w funkcji odległości od grzałki z wynikami pomiarów, których wartość określają na rysunkach odpowiednie punkty. Przeprowa-



Rys. 12. Obliczone i mierzone wartości zredukowanej temperatury w warstwie ziarna o wilgotności 0%



Rys. 13. Obliczone i mierzone wartości zredukowanej temperatury w warstwie ziarna o wilgotności 20,5%

dzone linie odpowiadają wartościom obliczonym. Porównanie wskazuje na dość dobrą zgodność. Na rys. 12 pokazano ponadto rozrzut wartości mierzonych z trzech powtórzeń wykonanych dla ziarna o wilgotności 0%.

Innym przykładem może być rozwiązanie zagadnienia polegającego na obliczeniu, jak zmienia się temperatura w warstwie ziarna kukurydzy o wilgotności 20% na wysokości 10 cm nad powierzchnią grzałki przez pierwsze 10 godzin kontaktowego nagrzewania warstwy. Początkowa temperatura ziarna $t_0 = 10^\circ\text{C}$. Temperatura grzałki $t_1 = 70^\circ\text{C} = \text{const}$. Zakłada się, że mogą być przyjęte warunki graniczne określone równaniami 5, 6, 7 i 8.

Na podstawie równania 17 znajdujemy wartość przewodności cieplnej dla zawartości wody odpowiadającej wilgotności 20% (12):

$$\lambda \cong 0,20 \frac{\text{kcal}}{\text{mhC}}$$

Z wykresu na rys. 4 znajdujemy wartość ciepła właściwego warstwy ziarna:

$$c\gamma_u = 305 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3\text{C}}$$

Za pomocą równania 12 znajdujemy wartość współczynnika dyfuzji cieplnej:

$$a = 66 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{h}}$$

Ponieważ odległości od grzałki $x = 0,1$ m, zatem równanie 9 można napisać w postaci:

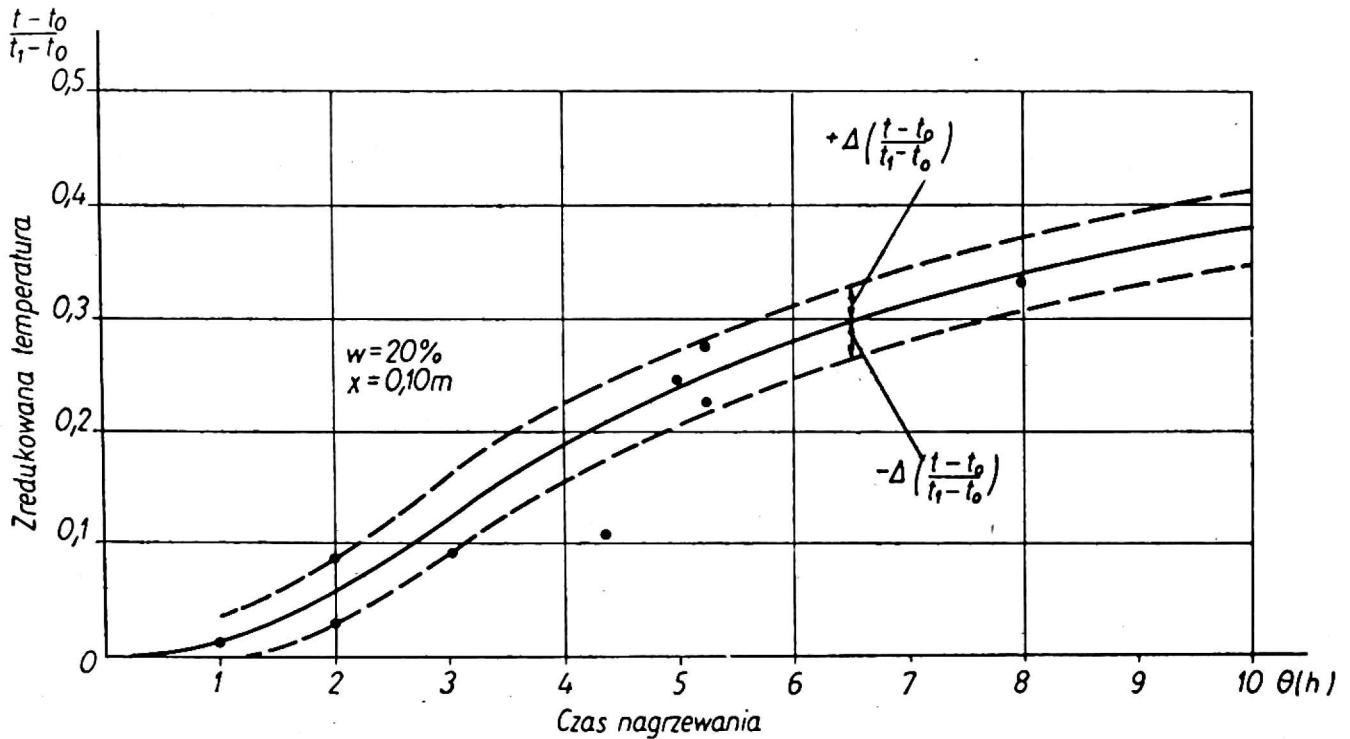
$$\frac{t(x_1, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0} = \operatorname{erfc} \frac{0,1}{\sqrt{66 \cdot 10^{-5} \Theta}}$$

Podstawiając w miejsce Θ kolejno wartości czasu równe 1, 2, 3...10 h otrzymujemy wynik przedstawiony w postaci wykresu na rys. 14. Z rysunku tego widać, że np. po 8,5 godzinach nagrzewania mamy:

$$\frac{t(x, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0} = 0,350$$

czyli, że w odległości $x = 0,1$ m i po czasie $\Theta = 8,5$ h temperatura w warstwie ziarna kukurydzy będzie równa:

$$t(x, \Theta) = 0,350 (70 - 10) + 10 = 31^\circ\text{C}$$



Rys. 14. Zredukowana temperatura w warstwie ziarna kukurydzy o wilgotności 20% w odległości 10 cm od powierzchni grzałki

Na rys. 14 naniesiono również wartości błędów bezwzględnych zredukowanej temperatury. Z rysunku widać, że błąd bezwzględny zredukowanej temperatury po upływie 8,5 h

$$\Delta \left[\frac{t(x_1, \Theta) - t_0}{t_1 - t_0} \right] \cong \pm 0,035$$

W związku z tym temperatura warstwy w miejscu $x = 0,1$ m po 8,6 h nagrzewania będzie równa:

$$t(x, \Theta) = 31^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$$

czyli znajdzie się w przedziale:

$$29^{\circ}\text{C} \leq t(x, \Theta) \leq 33^{\circ}\text{C}$$

Znajomość przewodności cieplnej warstwy ziarna kukurydzy pozwala również i na obliczanie zredukowanej temperatury w warstwie ziarna w różnych innych warunkach. Przykłady innych rozwiązań, jakie można zastosować do obliczeń praktycznych w technice suszarnictwa, podane są w literaturze, np. (6, 7).

SPIS SYMBOLI

- λ — przewodność cieplna, kcal/m h C.
- λ_o — j. w. ciała absolutnie suchego.
- λ_p — j. w. powietrza w przestrzeniach międzyziarnowych warstwy.
- u — zawartość wody, kG wody/kG suchego materiału.
- t — temperatura, °C.
- ρ — porowatość warstwy, %.
- γ_u — ciężar objętościowy warstwy ziarna, kG/m³.
- γ — ciężar właściwy ziarna, kG/m³.
- x — położenie punktu w warstwie, m.
- Θ — czas nagrzania, h.
- α — współczynnik dyfuzji cieplnej, $\frac{\text{m}^2}{\text{h}}$
- Fo — liczba Fouriera, dla wymiany ciepła
- c — ciepło właściwe ziarna w warstwie, kcal/kG C.
- c_o — ciepło właściwe absolutnie suchych nasion kukurydzy, kcal/kG C.
- G_{1000} — ciężar 1000 ziarn, G.
- $c\gamma_u$ — ciepło właściwe warstwy, $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3\text{h}}$

S t r e s z c z e n i e

Przeprowadzono badanie przewodności cieplnej w warstwie ziarna kukurydzy w oparciu o równanie rozkładu temperatur w półograniczonym przecie z cieplną izolacją jego bocznej powierzchni. Przewodność cieplną warstwy ziarna kukurydzy wyznaczono dla czterech różnych wilgotności ziarna i podano jej zależność od zawartości wody w ziarnie.

Podane przykłady ilustrują możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników.

LITERATURA

1. Pabis S., Hall C. W. — Trans. of the A. S. A. E., T. 5, s. 168—171 (1962).
2. Czudnowski A. F. — Tęplotęobmien w dispersnych sredach. Gos. Izdat. Tiejch — Tiejriet. Litier. Moskwa, 1954 r.
3. Jegorow G. A., Ljubuszkin B. T. — Kukuruza, t. 5, nr 3, s. 52—53 (1960).
4. Kowalczyk L. S. — Thermal Conductivity and its Variability with Temperature and Pressure. Paper No. 54 A90 r. 1955. A. S. M. E.
5. Wasiliew L. L. — Inż.-Fiz. Żurnał, t. VII, nr 5, s. 76—84 (1964).
6. Łykwow A. W. — Tiejoria Tiejłoprowodnosti Gos. Izdat. Tiejch.-Tiejriet. Litier. Moskwa, 1952 r.
7. Carslaw M. S., Jaeger J. C. — Conduction of Heat in Solids, Oxford. At the Clarendon Press.
8. Wolkenstein W. S. — Tiejło- i massopierienos, t. I, Mińsk, 1962, Izdat. A. N. B. S. S. R.
9. Gamajunow N. I. — Inż.-Fiz. Żurnał, t. II, nr 11, s. 35—42 (1959).
10. Stiekalin W. I. — Inż.-Fiz. Żurnał, t. V. nr 1, s. 99—101 (1962).
11. Łykwow A. W. — Jawlenija pierienosa w kapilljarno-poristych tiejłach, Gos. Izdat. Tiejch.-Tiejriet. Litier., Moskwa, 1954.
12. Pabis S. — Suszenie płodów rolnych, PWRiL, Warszawa, 1965.
13. Sneddon I. N. — Elements of Parial Differential Equastions, Mc Graw-Hill, New York, 1957.
14. Sneddon I. N. — Fourier Transforms, Mc Graw-Hill, New York, 1951.
15. Mikusiński J. — Rachunek operatorów, PWN Warszawa, 1957.

S. Pabis, E. Biłowicka

INVESTIGATIONS ON THE THERMAL CONDUCTIVITY IN A MAIZE KERNEL LAYER

Summary

On the basis of the linear flow of heat equation in a semi-infinite slab with its surface perfectly insulated the thermal conductivity in a maize kernel layer has been investigated. The values of the thermal conductivity have been calculated for four various moisture contents of the maize kernels in the layer. Also the thermal conductivity — moisture content relationship has been presented. Some examples show the practical applications of the thermal conductivity calculated data.

С. Пабис, Э. Биловица

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В СЛОЕ КУКУРУЗНОГО ЗЕРНА

Резюме

Проводились исследования коэффициента теплопроводности в слое кукурузного зерна на основании уравнения теплопроводности в полуограниченном стержне с тепловой изоляцией боковой поверхности.

Коэффициент теплопроводности в слое кукурузного зерна был вычислен для четырех разных влажностей зерна. Коэффициент теплопроводности определяется в зависимости от влагосодержания зерна. Приведенные примеры показывают возможность практического применения полученных данных.