

WPLYW POLA ELEKTROSTATYCZNEGO NA REZYSTYWNOŚĆ PYŁU DIELEKTRYCZNEGO POWSTAŁEGO Z PRZEMIAŁU ZIARNIAKÓW PSZENICY

M. Horyński

Wydział Elektryczny, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38A, 20-618 Lublin
e-mail: mhor@elektron.pol.lublin.pl

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki pomiaru rezystywności wybranych frakcji pyłu powstałego z przemiału ziarniaków pszenicy odmiany Torka. Pomiar odbywał się według specjalnie opracowanej metodyki. Po przemiale i selekcji pyłu na sitach frakcyjnych był on poddawany oddziaływaniu pola elektrostatycznego o natężeniu $E = 0, 400, 500, 600 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$ w kondensatorze płaskim. Następnie umieszczano go w komorze z walcowym układem elektrod, w którym dokonywano pomiaru rezystywności metodą pośrednią. Maksymalną wartość rezystywności zaobserwowano przy natężeniu pola $E = 400 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$.

Słowa kluczowe: pył, dielektryk, pszenica, rezystywność, pole elektrostatyczne.

WSTĘP

Pyły różnego pochodzenia stanowią istotne zanieczyszczenia powietrza, definiowane poprzez jego zmiany chemiczne lub fizyczne, powodowane naturalnymi procesami zachodzącymi w przyrodzie lub działalnością człowieka i prowadzącymi do jakościowej degradacji powietrza. Pyły mogą być zanieczyszczeniami pierwotnymi takimi, jak:

- substancje chemiczne modyfikowane w postać szkodliwą po wprowadzeniu do powietrza atmosferycznego,
- wynik reakcji,
- składniki mieszaniny z powietrzem,
- emisja ulotu tj. substancje, które przedostają się do powietrza nie biorąc udziału w procesie spalania,
- pyły z naturalnej erozji gleby czy procesów przemysłowych.

Pyły generowane w procesach przemysłowych mogą pochodzić z kruszenia skał, z procesów zachodzących w cementowniach lub w produkcji żywności, np. w młynach zbożowych. Opad pyłu jest zawsze niepożądany w aspekcie regionalnej jak i globalnej ochrony środowiska, jak również w ochronie otoczenia na poszczególnych stanowiskach pracy.

Stężenia dopuszczalne należy rozumieć jako maksymalne wartości stężeń substancji, które nie powodują jeszcze zagrożenia zdrowia osób narażonych na przebywanie w atmosferze zanieczyszczonej tymi substancjami. Wartości tych stężeń ustalane są na podstawie badań toksykologicznych i przyjęto je nazywać najwyższymi dopuszczalnymi stężeniami, w skrócie NDS. W Tabeli 1 podano wykaz NDS dla pyłów, które uwzględnia się przy kontroli stanu zanieczyszczenia atmosfery wg rozporządzenia MOŚZNiL z 28 kwietnia 1998 r., Dz. U. Nr 55, poz. 355.

Tabela 1. Dopuszczalne wartości stężeń dla pyłów [4]

Table 1. Dust concentration limits [4]

Nazwa pyłu	Dopuszczalne wartości stężeń w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) w odniesieniu do okresu		
	30 min ^{a)}	24 godz. ^{b)}	roku ^{c)}
Kadm ^{a)}	0,52 ^{d)}	0,22	0,01 (0,005 od 2010r.)
Nikiel ^{a)}	230 ^{d)}	100	25
Ołów ^{a)}	5 ^{d)}	2	0,5
Pył zawieszony ogółem ^{b)}	350 ^{d)}	150	75
Pył zawieszony PM10 ^{c)}	280 ^{d)}	125 (50 od 2005r.)	50 (30 od 2005r.) (20 od 2010r.)

Objaśnienia: ^{a)} jako suma metalu i jego związków w pyłe zawieszonym (PM10)

^{b)} stężenie pyłu mierzone metodą wagową bez separacji frakcji

^{c)} stężenie pyłu o średnicy aerodynamicznej ziaren do 10 μm (PM10)

^{d)} wielkości normowane tylko do celów obliczeniowych

Jednym z kryteriów podziału pyłów jest sposób ich oddziaływania na organizm ludzki. Z tego punktu widzenia pyły organiczne zaliczają się do grupy pyłów biernych (obojętnych), a w tym:

- miękkich i giętkich (np. bawełna, wełna, pierze),
- twardych, raniących (np. węgiel, drewno), lub o działaniu alergizującym.

Elektryczne właściwości pyłów, takie jak: rezystywność i przenikalność elektryczna mają szczególne znaczenie dla sprawności odpylania w filtrach elektrostatycznych.

Jednym z najważniejszych pomiarów w technice odpylania elektrostatycznego jest określenie rezystywności pyłu [1,2,3,5,6]. Aby prawidłowo dobrać warunki pracy elektrofiltru, konieczna jest znajomość przebiegu charakterystyki rezystywności pyłu, który ma być strącany. Rezystywność pyłu jest cechą charakterystyczną danego pyłu. Zależy od:

- temperatury,
- wilgotności,
- ośrodka gazowego, wypełniającego przestrzeń między cząstkami.

MATERIAŁY I METODY

Przygotowanie materiału badawczego

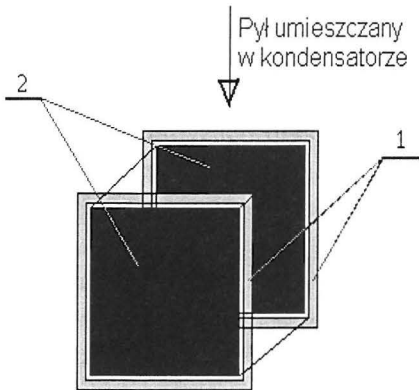
Przedmiotem badań był pył pochodzący z przemiału pszenicy odmiany Torka. W celu uzyskania założonych frakcji materiału badawczego ziarniaki były mielone i przesiewane przez sита selekcyjne w młynie typu SZ-1. Uzyskano następujące frakcje:

- mąkę klas wymiarowych: 150÷230 μm , 230÷500 μm ,
- otręby klas wymiarowych: 150÷230 μm , 230÷500 μm .

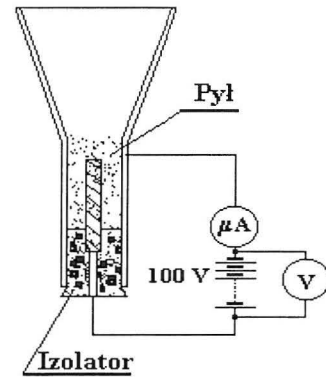
Przed pomiarami pył dielektryczny, otrzymany z ziarniaków pszenicy, był wysezonowany w temperaturze otoczenia (przez okres 1 godziny).

Stanowisko badawcze

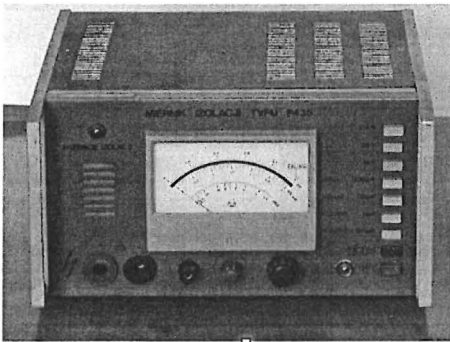
Stanowisko laboratoryjne do badania rezystywności pyłu dielektrycznego składało się z kondensatora płaskiego (komory) (Rys. 1), w którym pył dielektryczny był poddawany oddziaływaniu pola elektrostatycznego, komory pomiarowej (Rys. 2) [5], służącej do pomiaru rezystywności pyłu, zasilacza wysokiego napięcia (Rys. 3) oraz analizatora impedancji Fluke PM 6306 (Rys. 4).



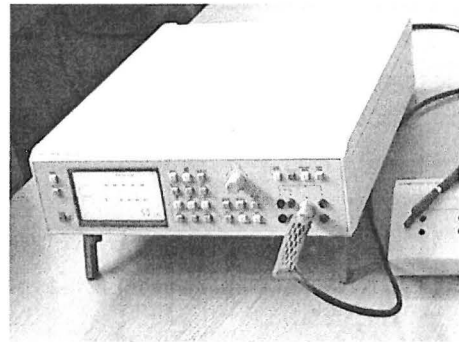
Rys. 1. 1 – ekran, 2 – okładki kondensatora.
Fig. 1. 1 – sieve, 2 – capacitor plates.



Rys. 2. Układ z walcowym układem elektrod do pomiaru rezystywności pyłu [5].
Fig. 2. The system employing cylindrical electrodes to measure dust resistivity [5].



Rys. 3. Zasilacz wysokiego napięcia.
Fig. 3. HV supplier.



Rys. 4. Analizator impedancji PM 6306.
Fig. 4. Impedance analyzer.

POMIAR REZYSTYWNOCI PYŁU

Pył dielektryczny umieszczany był w płaskim kondensatorze. Gęstość pyłu wynosiła $743,7 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. Kondensator następnie zasilano napięciem stałym o wartości $U = 0, 8, 10, 12 \text{ kV}$ (odległość okładek kondensatora $d = 0,02 \text{ m}$). Po odłączeniu zasilania pył przesypywano do komory walcowej, w której odbywał się pośredni pomiar rezystywności. Rezystywność tak przygotowanego pyłu była określana za pomocą analizatora impedancji Fluke PM 6306 i obliczana według zależności (1).

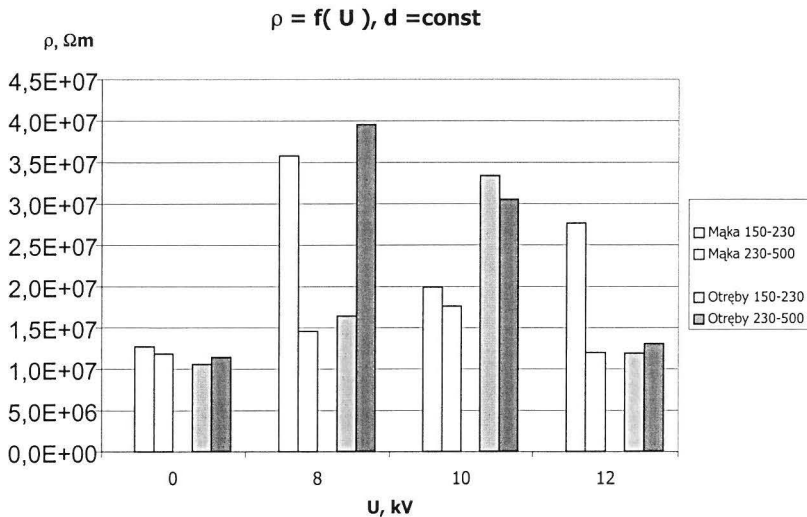
Za pomocą tego układu można określić rezystywność pyłu z wyrażenia [5]:

$$\rho = R \cdot \frac{2\pi L}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \Omega \cdot \text{m}. \quad (1)$$

gdzie: R – rezystancja komory walcowej wypełnionej pyłem, Ω ,
 L – długość elektrod, m,
 r_1, r_2 – promienie walcowych elektrod, m,
 $r_1 < r_2$, gdzie r_1 – elektroda wewnętrzna, r_2 – elektroda zewnętrzna.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki przeprowadzonych pomiarów przedstawiono na wykresie rezystywności badanych frakcji mąki w funkcji napięcia (Rys. 5).



Rys. 5. Wykres rezystywności badanych frakcji mąki w funkcji napięcia przy $d = \text{const}$.

Fig. 5. The dependence of dust resistivity on capacitor voltage.

Na podstawie analizy wyników badań rezystywności pyłów stwierdzono, że:

- Największa wartość rezystywności występuje dla otrębów klasy wymiarowej 230-500 μm $\rho = 39,6 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ przy natężeniu $E = 400 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$,
- Najmniejsza wartość rezystywności występuje dla otrębów klasy wymiarowej 150-230 μm $\rho = 10,6 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$, przy natężeniu $E = 0 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$,

- W przypadku mąki maksymalną wartość rezystywności stwierdzono dla mąki klasy wymiarowej 150-230 μm $\rho = 35,8 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ przy natężeniu $E = 400 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$,
- Minimalną dla mąki wartość rezystywności $\rho = 11,9 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ stwierdzono dla klasy wymiarowej 230-500 μm .

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów rezystywności mąki można stwierdzić, że z uwagi na występowanie różnych maksymalnych wartości rezystywności pyłu, dla innych napięć, dla poszczególnych frakcji badanego pyłu możliwe jest skonstruowanie bezpiecznego filtra elektrostatycznego, pracującego poniżej napięcia ulotu, służącego do selektywnego wychwytywania cząstek pyłu. Taki filtr może być częścią inteligentnego systemu odpylania, w którym można połączyć monitoring rozmiarów cząstek ze sterowaniem zasilania filtra, np. zmiana napięcia zasilającego uzwojenia.

W warunkach przemysłowych należałoby zastosować do tego celu sterownik mikroprocesorowy, którego zadaniem byłoby: kształtowanie wartości i kształtu napięcia zasilającego, kontrola stanu zabezpieczeń zespołu zasilającego, wykrywanie ewentualnych wyładowań w komorze elektrofiltru, modyfikowanie parametrów zasilania przy oczyszczaniu elektrod oraz prezentacja zadeklarowanych wartości nastaw filtra oraz bieżących parametrów pracy. Taki system sterowania pracą filtra pozwoli również na zoptymalizowanie zużycia energii w procesie odpylania.

PIŚMIENNICTWO

1. **Horyński M.:** Wpływ granulacji dielektryka pylistego pochodzenia organicznego na jego właściwości dielektryczne. VI Konferencja Naukowo-Techniczna pod patronatem Komitetu Elektrotechniki PAN "Zastosowania komputerów w elektrotechnice", Materiały Tom I, Poznań/Kiekrz, 191-194, 23-25 kwietnia 2001.
2. **Horyński M., Pietrzyk W., Sumorek A., Ścibisz M., Walusiak S., Grundas S.:** Uzwojenia bifilarne do odpylania w przemyśle rolno-spożywczym. Acta Agrophysica, 43, 2001.
3. **Horyński M., Wójcicka-Migasiuk D.:** Electric characteristics of dust applied to particulate control. 3rd International Conference „Electromagnetic devices and processes in environment protection.”, Book of Abstracts, 60, Elmeco 2000.
4. **Kozak D., Chmiel B., Niećko J.:** Ochrona środowiska. Wydawnictwo UMCS, 1999.
5. **Lutyński J.:** Elektrostatyczne odpylanie gazów. WNT, Warszawa, 1965.
6. **Pietrzyk W., Sumorek A., Horyński M., Ścibisz M., Walusiak S., Boguta A.:** Testowanie uzwojenia bifilarnego w procesie filtracji pyłów organicznych. Jubileuszowa Międzynarodowa Konferencja Naukowa XXX lat Wydziału Techniki Rolniczej AR w Lublinie „Aktualne problemy inżynierii rolniczej w aspekcie integracji Polski z Unią Europejską”, 288-289, 13-14.09.2000.

INFLUENCE OF ELECTROSTATIC FIELD ON DIELECTRIC DUST RESISTIVITY AFTER WHEAT GRAIN MILLING

M. Horyński

Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Lublin

ul. Nadbystrzycka 38A, 20-618 Lublin

e-mail: mhor@elektron.pol.lublin.pl

Abstract. The paper presents some selected results of resistivity measurements for dielectric dust fractions resulting from Torka wheat grain milling. Tests were carried out according to an especially designed measurement method. After the milling, there was the selection on fraction sieves. Then the dust was subjected to electrostatic field of $E = 0, 400, 500, 600 \text{ kV m}^{-1}$ in a flat capacitor. Then the dust was placed in a cylindrical capacitor for resistivity measurements by the intermediary method. The maximal resistivity has been found at $E = 400 \text{ kV m}^{-1}$.

Keywords: dust, wheat, resistivity, electrostatic field.