

WYKORZYSTANIE ELEKTROSTATYCZNEJ METODY POMIARU WIELKOŚCI KROPLI DO OCENY JAKOŚCI PRACY ROZPYLACZY OPRYSKIWACZY ROLNICZYCH

Dariusz Plichta

Katedra Podstaw Techniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy dokonano analizy jakości pracy rozpylaczy. Do tego celu wykorzystano elektrostatyczną metodę pomiaru wielkości kropli. Badania rozpylaczy polegały na pomiarze liczby i wielkości padających kropeł na skanowaną płaszczyznę. Zastosowana metoda pozwoliła na określenie wpływu ciśnienia cieczy oraz rodzaju rozpylacza na właściwości rozpylanej strugi. Zastosowanie technologii informatycznej pozwoliło na zautomatyzowanie pomiaru oraz śledzenie wyników w trakcie pomiaru

Słowa kluczowe: rozpylanie, pomiar kropli

Wstęp

Proces rozpylania cieczy ma szerokie zastosowanie. Bardzo ważną rolę odgrywa w rolnictwie w przypadku ochrony roślin czy nawożenia.

Jednym z podstawowych warunków prawidłowego procesu technologicznego jest uzyskiwanie podczas rozpylania kropli o wielkościach ściśle zdefiniowanych wymogami technologicznymi. Formowanie kropli podczas rozprysku jest bardzo złożone i uzależnione od wielu warunków [Orzechowski in. 1994] Główny wpływ na wielkość i liczbę uzyskanych kropeł ma rodzaj i stan dysz rozpylających.

Dlatego też duże znaczenie ma kontrola pracy rozpylaczy w opryskiwaczach rolniczych. Proces pomiaru wielkości oraz rozkładu kropeł wydobywających się z dysz rozpylających jest bardzo trudny, zwłaszcza, gdy chcemy dokonać pomiaru bezpośrednio na urządzeniu produkcyjnym.

Cel pracy

Celem pracy była adaptacja elektrostatycznej metody pomiaru wielkości kropli do względnej oceny pracy rozpylaczy opryskiwaczy rolniczych. Dokonano również wstępnych pomiarów dla różnych rozpylaczy na opracowanym wcześniej automatycznym stanowisku pomiarowym.

Metoda

W pracy adoptowano elektrostatyczną metodę pomiaru wielkości kropli do względnej oceny pracy rozpylaczy rolniczych. W metodzie tej wykorzystuje się przenoszenie ładunku na odległość przez naelektryzowane krople. Wielkość tego ładunku jest proporcjonalna do masy kropli [Geist i in. 1951; Kuna-Broniowski 1999]. Pomiaru wielkości kropli dokonuje się poprzez pomiar ładunku unoszonego przez krople. Krople pobierają ładunek wskutek kontaktu z elektrodą ładującą zasilaną wysokim napięciem o stałej wartości. Do pomiaru ładunku wykorzystano sondę pomiarową [Jaworek i in. 1992], która posiada pewną rezystancję wewnętrzną R_{we} i pojemność wewnętrzną C_{we} . Przekazanie ładunku przez opadające krople sondzie pomiarowej powodowało ładowanie kondensatora, który następnie rozładowywany był poprzez rezystancję R_{we} . Napięcie na wyjściu wzmacniacza pomiarowego zależne było od ładunku, który wynosił:

$$q = \frac{1}{A \cdot R_{we}} \int_0^T u_1(t) dt$$

gdzie:

- A – wzmacnienie wzmacniacza,
- u_1 – napięcie na wyjściu wzmacniacza,
- T – czas rozładowania pojemności wejściowej wzmacniacza,
- R_{we} – rezystancja wejściowa wzmacniacza.

Ta właściwość potwierdzona doświadczalnie [Kuna-Broniowski i in. 1994; Kuna-Broniowski i in. 1995; Kuna-Broniowski i in. 2000] umożliwia skonstruowanie urządzenia, które może szybko mierzyć wielkość i ilość kropli przechodzących przez obszar pomiarowy obejmowany przez sondę.

W pracy dokonano sprzężenia sondy pomiarowej z komputerowym systemem pomiarowym, co pozwoliło na bieżąco uzyskiwać informacje o rozkładzie spektrum kropli w czasie pomiaru. Dzięki temu można w sposób ciągły kontrolować jakość rozpylania oraz podejmować zabiegi do uzyskania wymaganych parametrów procesu rozprysku.

Przeprowadzono szereg badań rozpylaczy opryskiwaczy rolniczych. Badania rozpylaczy polegały na pomiarze wielkości i liczby krotek w płaszczyźnie padania rozpylonej strugi.

Pomiar spektrum wielkości krotek dla poszczególnych rozpylaczy polegał na skanowaniu pola powierzchni padania krotek sondą pomiarową. Przemieszczanie sondy pomiarowej odbywało się na płaszczyźnie prostopadłej do osi rozpylacza w obu kierunkach, ze skokiem 15 mm. Sygnały z sondy wzmacnione przez różnicowy wzmacniacz pomiarowy były klasyfikowane przez moduł analizujący zawierający dwanaście urządzeń komparatycznych, wydzielających z sygnału analogowego pochodzącego z sondy pomiarowej 12 klas wielkości krotek. Procedura ta polegała w istocie na wstępnym przygotowaniu sygnału analogowego do przetwarzania cyfrowego. Pozwalało to na szybki transfer danych do

komputera

i uniknięcie zakłóceń sygnału w czasie transferu, spowodowanych silnym polem elektrycznym, generowanym przez układ ładowania kropli ładunkiem elektrycznym.

Przed pomiarem wykonano skalowanie urządzenia komparatorowego. Wyszukano zależność czułości badanego stanowiska w zależności od wielkości kropli. Przy zastosowaniu przysłony i mikroskopu pomiarowego wyznaczono zależność wielkości sygnału napięciowego od wielkości kropli (tab. 1). W tym celu przepuszczano przez przesłonę w krótkim czasie rozpyloną strugę. Następnie rejestrowano przebieg napięcia oraz dokonywano pomiaru średnicy kropli pod mikroskopem. Otrzymano w ten sposób charakterystykę zależności wielkości napięcia od wielkości obserwowanej kropli.

Do badań użyto rozpylaczy ATR firmy ALBUZ o średnicach otworu wylotowego 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm i 2,5 mm.

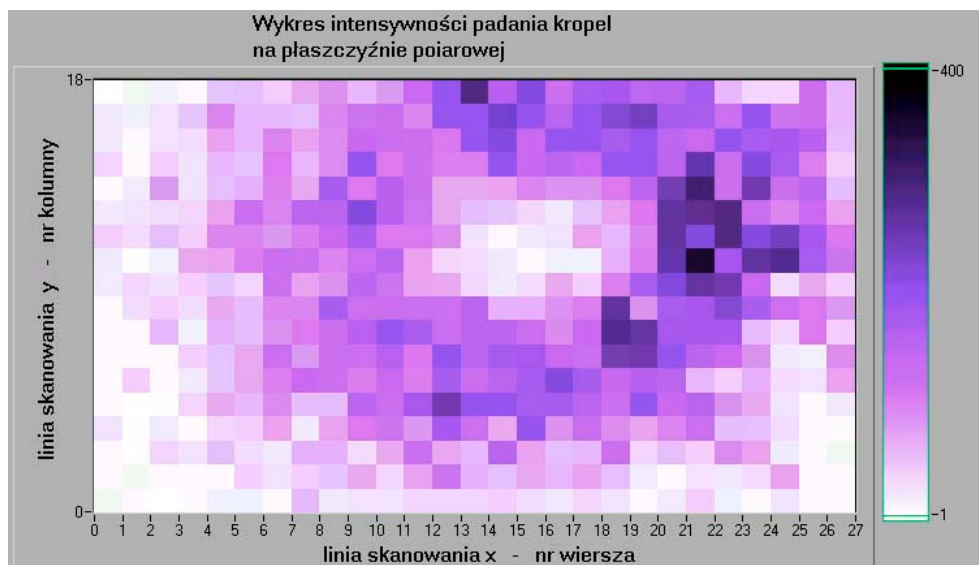
Pomiary rozkładu kropli wykonano dla różnych ciśnień: 0,06 MPa, 0,10 MPa, 0,20 MPa, 0,30 MPa. Dla każdego z tych ciśnień wykonano po trzy powtórzenia.

Tabela 1. Wielkość sygnału napięciowego w zależności od wielkości padającej kropli
Table 1. Voltage signal value depending on falling drop size

Nr klasy	Przedział napięcia zadziałania [V]	Przedział średnic kropeł [μm]
I	0,40-0,79	poniżej 155
II	0,80-1,19	155-179
III	1,20-1,59	180-204
IV	1,60-1,99	205-224
V	2,00-2,39	225-249
VI	2,40-2,79	250-274
VII	2,80-3,19	275-294
VIII	3,20-3,59	320-339
IX	3,60-3,99	340-364
X	4,00-4,39	365-389
XI	4,40-4,79	390-409
XII	powyżej 4,80	powyżej 409

Otrzymane wyniki były bezpośrednio analizowane przez zaprojektowaną aplikację komputerową oraz wizualizowane na monitorze (rys. 1).

Intensywności koloru na wykresie jest odpowiednia do intensywności padania kropeł w poszczególnych punktach pomiarowych na powierzchni skanowania. Istnieje możliwość przedstawienia na wykresie zarówno całkowitej liczby zarejestrowanych kropeł jak również oddzielnie dla poszczególnych klas wielkości.



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 1. Rozkład padania kropeł na powierzchnię skanowania (rozpylacz wirowy średnicy 2,5 mm, ciśnienie robocze 0,10 MPa)

Fig. 1. Distribution of drops falling onto the scanned surface (centrifugal atomizer, diameter 2.5 mm, working pressure 0.10 MPa)

Wyniki

Analiza rozkładu wielkości możliwa jest w przypadku, gdy mamy dokładny pomiar ilości kropli z uwzględnieniem ich wielkości w całym obszarze rozpylania. Umożliwił to zaprojektowany system, który mierzył ilość kropli w dwunastu klasach wielkości.

Przeprowadzono przykładową analizę wielkości kropli dla rozpylacza 1,0 mm w zakresie ciśnień od 0,06 MPa do 0,30 MPa. Podyktowane było to tym, iż w całym zakresie ciśnień strumień rozpylonej cieczy nie przekraczał zakresu obszaru skanowania, to też nie dochodziło do sytuacji, gdzie wytworzone krople nie byłyby zarejestrowane.

Najbardziej liczna klasa wielkości kropli to klasa I, gdzie dla rozpylacza wirowego o średnicy 1,0 mm liczba kropli wynosiła 1361, 1570, 2308 i 2934 odpowiednio dla ciśnień cieczy roboczej 0,06 MPa, 0,10 MPa, 0,20 MPa i 0,30 MPa. Liczba kropli grubych (klasa XII) była dużo mniejsza i wynosiła odpowiednio dla podanych ciśnień 443, 498, 646 i 618. Należy zwrócić uwagę, iż w miarę wzrostu ciśnienia wzrost liczby drobnych kropli był większy, niż wzrost grubych kropli (tab. 2). Stosunki liczby kropli klasy XII do kropli klasy I dla badanych ciśnień zmieniały się i wynosiły odpowiednio: 0,33, 0,32, 0,28, 0,21.

Tabela 2. Rozkład ilościowy kropeł w poszczególnych klasach ich wielkości dla całej płaszczyzny skanowania – rozpylacz wirowy średnicy 1,0 mm
 Table 2. Quantitative distribution of drops in individual size categories for the whole scanned surface – centrifugal atomizer, diameter 1.0 mm

Ciśnienie cieczy [Mpa]	Przedział wielkości kropli												Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0,06	1361	480	252	165	125	117	66	68	58	60	124	443	3319
0,10	1570	501	332	201	157	145	115	108	92	91	143	498	3953
0,20	2308	883	540	354	284	210	216	144	116	139	208	646	6048
0,30	2934	1052	630	341	305	255	184	166	136	128	188	618	6937

Źródło: obliczenia własne autora

Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika, że użycie elektrostatycznej metody pomiaru wielkości kropli posiada wiele zalet. W porównaniu z tradycyjnymi metodami polegającymi na wychwytywaniu kropli na różnego rodzaju podłoża stanowiące ekran pomiarowy, zastosowana metoda umożliwia pomiar znacznie większej liczby kropeł. Stosowanie metod dających podobne wyniki jak metoda wykorzystana w pracy jest bardzo złożone i kosztowne. Klasyfikacja wielkości kropli bezpośrednio przez instrument pomiarowy umożliwia przedstawianie rozmieszczenia kropeł w sposób intuicyjny na ekranie komputera bezpośrednio po pomiarze, ponadto pozwala rozpatrywać tylko interesujące wielkości kropeł i obszarów skanowania, celem przeprowadzenia dokładniejszej analizy. Należy jednak wziąć pod uwagę, że podany sposób pomiaru jest na obecnym etapie rozwoju pomiarem względnym, dającym możliwość porównania pracy różnych rozpylaczy.

Metoda elektrostatyczna połączona z klasyfikującym modulem elektronicznym i systemem komputerowym pozwala na szybką i szczegółową ocenę pracy rozpylaczy rolniczych.

Przedstawiona metoda umożliwia dokonanie statystycznej analizy rozkładu wielkości kropli na płaszczyźnie padania. Analiza rozkładu poprzecznego z wykorzystaniem pomiaru wielkości kropli na płaszczyźnie jest możliwa dla każdej klasy wielkości oddzielnie.

Bibliografia

- Geist J. M., York J. L., Brown G. G.** 1951. Electronic spray analyzer for electrically conducting particles. *Industrial and Engineering Chemistry*. Vol. 43, No. 6.
- Jaworek A., Krupa A.** 1992. Sonda kulowa do pomiaru ładunku naelektryzowanych kropli lub cząstek pyłu. *Pomiary Autoatyka Kontrola*. Nr 9.
- Kuna-Broniowski M., Ścibisz M.** 1994. Measuring the currents of the drops to record the kinetic energy of rain splash. *International Conference on Agricultural Engineering*. Milano, 29.08-01.09. s. 83.

- Kuna-Broniowski M., Ścibisz M., Zdzioch J.** 1995. High voltage application to measure the mass of water drop., Ninth International Symposium on High Voltage Engineering. Graz, 29.08-01.09, s. 7893-1-2-3.
- Kuna-Broniowski M.** 1999. Nowe metody prognozowania i wczesnego wykrywania chorób roślin. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Lublin.
- Kuna-Broniowski M., Plichta D.** 2000. Pomiar wielkości kropli cieczy metodą elektrostatyczną – porównanie całkowitego ładunku i amplitudy sygnału. Inżynieria Rolnicza 7(18). Warszawa.
- Orzechowski Z., Prywer J.** 1994. Rozpylanie cieczy w urządzeniach energetycznych. WNT. Warszawa.

USING THE ELECTROSTATIC DROP SIZE METHOD TO EVALUATE FARM SPRAYING MACHINE SPRAYERS QUALITY OF WORK

Abstract. The paper presents an analysis of quality of work for farm spraying machines. The electrostatic drop size measurement method was used for this purpose. Testing of spraying machines involved measurement of the number and side of drops falling onto the scanned flat surface. The employed method allowed to determine the impact of liquid pressure and spraying machine type on sprayed stream properties. Applying of informatics technology allowed to automatize the measurement process and to follow results during the measurement.

Key words: spraying, drop measurement

Adres do korespondencji:

Dariusz Plichta; e-mail: dplichta@poczta.onet.pl
Katedra Podstaw Techniki
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Doświadczalna 50 A
20-280 Lublin