

*Stanisław Stężala
Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Oddział w Gdańsku
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Szczecinie*

SYMULACYJNE BADANIA I OCENA SKUTECZNOŚCI STOSOWANIA ŚRODKÓW MYJĄCYCH DO USUWANIA Z POWIERZCHNI MASZYN ROLNICZYCH TYPOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ EKSPLOATACYJNYCH

Streszczenie

Opracowano metodę umożliwiającą wymierną ocenę skuteczności mycia roztworami wodnymi, zawierającymi środki myjące, na podstawie badań przeprowadzonych w warunkach symulowanych. Opracowano również symulacyjne zanieczyszczenia, imitujące zanieczyszczenia typowe, osiadające na powierzchni maszyn rolniczych w trakcie ich użytkowania. Jako niezbędne do oceny wyników badań w aspekcie skuteczności mycia, przyjęto i ujęto w formuły matematyczne definicje stopnia zanieczyszczenia powierzchni i stopnia czystości powierzchni. Badania prowadzono w temperaturze 20-80°C, z dwoma roztworami myjącymi, zawierającymi dwa różne biodegradowalne środki myjące o stężeniu 0,5-2% obj.

Słowa kluczowe: maszyny rolnicze, zanieczyszczenia eksploatacyjne, środki myjące, skuteczność mycia

Wprowadzenie

Mycie jest pierwszą, podstawową operacją w procesach obsługowo-konserwacyjnych maszyn rolniczych. Dopiero dokładnie umyta i oczyszczona z typowych zanieczyszczeń eksploatacyjnych maszyna rolnicza może być poddawana następnym operacjom obsługowym lub konserwacyjnym [Ambroziak 2005, Matuszak 2004]. Operację mycia przeprowadza się na odpowiednio do tego celu przeznaczonych stanowiskach [Stężala, Łapiak 2005], uwzględniając wymogi związane z ochroną środowiska, zagrożonego zanieczyszczeniem, a nawet skażeniem roztworami myjącymi, wpływającymi z powierzchni maszyny do instalacji ściekowej. Jakość oczyszczenia powierzchni maszyn i urządzeń rolniczych zależy od rodzaju zanieczyszczeń i zastosowanych do ich usunięcia środków myjących i ich stężenia oraz parametrów mycia, tj. czasu, temperatury i ciśnienia [Stężala, Żak 1971; Stężala 1972; Wojdak 1987]. Przy stosowaniu powszechnie dostępnych, wysoko-

ciśnieniowych urządzeń myjących, np. firmy Kärcher, istotny wpływ na jakość i czas mycia ma dobór odpowiednich środków myjących, których praktyczna przydatność jest tym wyższa, im bardziej umożliwiają osiągnięcie wymaganego stopnia czystości powierzchni przy możliwie najniższym stężeniu i temperaturze. Z uwagi na dużą różnorodność ww. środków, jakie proponuje aktualnie rynek, niezbędny jest ich właściwy wybór, dokonywany na drodze empirycznej. Najkorzystniejszym rozwiązaniem wydaje się w tym przypadku takie, które w laboratoryjnych, symulowanych warunkach, umożliwia przeprowadzenie szybkich, porównawczych badań i dokonanie oceny skuteczności mycia różnych środków.

Celem pracy było opracowanie symulacyjnej metody badań skuteczności mycia, tj. usuwania typowych dla maszyn rolniczych zanieczyszczeń eksploatacyjnych, jakie osadzają się na ich powierzchni w trakcie użytkowania związanego głównie z produkcją roślinną.

Metodyka badań

Głównymi składnikami typowych zanieczyszczeń maszyn rolniczych użytkowanych w pracach polowych są: błoto o konsystencji od suchej do ciastowatej oraz oleje i smary, od luźno przywierających do przyschniętych i silnie przywierających do powierzchni maszyny. W zależności od stopnia wyschnięcia i siły przywierania, skuteczność, a przede wszystkim czas ich usuwania jest zróżnicowany dla różnych naturalnie wytworzonych zanieczyszczeń. Wynika stąd, że praktycznie niemożliwe byłoby porównywanie skuteczności mycia środków dla zawsze zmiennych danych wyjściowych.

Z uwagi na powyższe, jako standardowe, symulacyjne zanieczyszczenie przyjęto mieszaninę o składzie:

- | | |
|--------------------------------|--------|
| - smar grafitowy | - 70%, |
| - pokost lniany | - 15%, |
| - olej silnikowy przepracowany | - 5%, |
| - pył z odkurzacza | - 10%. |

Mieszaninę o ww. składzie sporządzano na gorąco, w temperaturze 60°C i po dokładnym wymieszaniu odstawiano na 24 godziny do schłodzenia w temperaturze pokojowej. Następnie używano do pokrywania powierzchni badanych próbek.

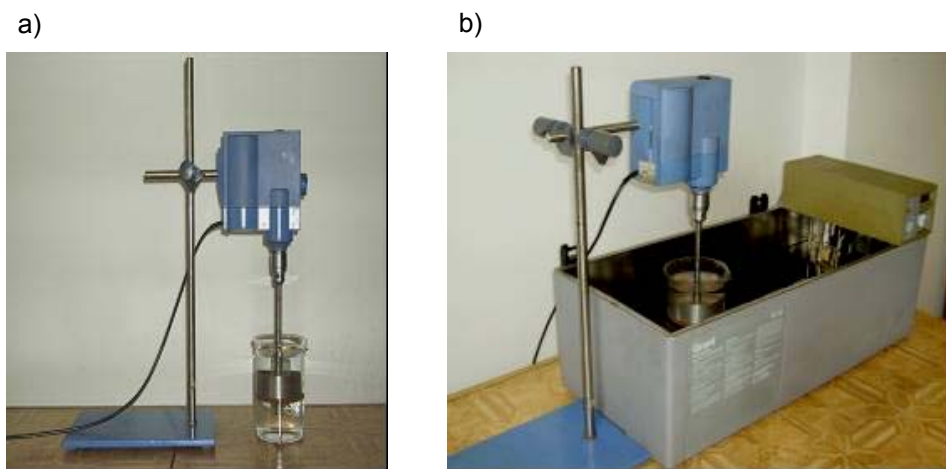
Próbki do badań

Zastosowano próbki stalowe o kształcie cylindrycznym o wymiarach $\phi_z = 70$ mm, wysokości $h_1 = 30$ mm i grubości ścianki $d = 1,5$ mm, o stopniu chropowatości 5. Powierzchnię zewnętrzną cylinderków, po uprzednim zważeniu pokrywano przygotowaną wcześniej mieszaniną smarowo-olejową, wcierając ją pędzlem aż do uzyskania optycznie zbliżonej grubości warstwy. Tak wyko-

nane próbki sezonowano w temperaturze $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ w czasie 3 tygodni, a następnie ważono, wyznaczając masę nałożonej warstwy zanieczyszczeń.

Badania skuteczności mycia

Przeprowadzano przy wykorzystaniu specjalnie wykonanego w tym celu zestawu składającego się z mieszadła laboratoryjnego RW 16 7KA LABOR-TECHNIK, umożliwiającego płynną zmianę jego obrotów i zlewki szklanej o pojemności 2 dm^3 , zawierającej $1,5\text{ dm}^3$ badanego roztworu myjącego. Badaną próbkę zanurzano w roztworze myjącym tak, że jej oś pokrywała się z osią zlewki (rys. 1a). Wymiary zlewki, tj. średnicę i wysokość (ϕ_z i H_z), odległość cylindrycznej próbki od dna zlewki (l_d) oraz powierzchni roztworu (l_p), wynosiły: $\phi_z = 130\text{ mm}$, $H_z = 190\text{ mm}$, $l_d = 50\text{ mm}$, $l_p = 50\text{ mm}$. Poddawany próbom roztwór myjący podgrzewany był i termostatowany dzięki umieszczeniu zlewki w urządzeniu termostatującym W38 (rys. 1b).



Rys. 1. Zestaw do badań skuteczności mycia: a) nietermostatowany, b) termostatowany
Fig. 1. Equipment used to check the washing efficiency: a) non-thermostated, b) thermostated

Badania wykonano przy wcześniej dobranych doświadczalnie obrotach mieszadła $n = 1,4\text{ obr./s}$, co odpowiadało liniowej prędkości obwodowej zewnętrznej powierzchni próbki względem roztworu $v_o = 0,30\text{ m/s}$. Umożliwiało to ocenę głównie aktywności myjącej badanego środka myjącego dla przyjętego jego stężenia i temperatury roztworu, z minimalnym wpływem oddziaływania sił hydrodynamicznych.

Skuteczność mycia oceniano poddając zanieczyszczone próbki oczyszczeniu przy zastosowaniu wybranych środków myjących na podstawie osiągniętego stopnia czystości poddawanej myciu zanieczyszczonej powierzchni próbki, przy określonym stężeniu środka myjącego, czasie i temperaturze mycia. Im niższe jest stężenie środka myjącego oraz temperatura i czas mycia, a wyższy stopień czystości, tym wyższą osiągnęto skuteczność mycia. Sto-

pień czystości (β) zdefiniowano jako różnicę pomiędzy stopniem zanieczyszczenia powierzchni przed myciem (100%), a stopniem zanieczyszczenia (Y) umytej próbki, wyznaczonym jako stosunek zanieczyszczeń pozostałych po jej umyciu do całkowitej masy zanieczyszczeń przed umyciem:

$$\beta = 100 - Y \quad (1)$$

$$Y = \frac{M_u}{M_z} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

- β – stopień czystości, %,
- Y – stopień zanieczyszczenia po myciu, %,
- M_z – masa zanieczyszczeń przed myciem, g,
- M_u – masa zanieczyszczeń pozostałych na próbce po myciu, g.

Skuteczność mycia wyznaczano na przykładzie dwóch wybranych środków myjących, tj.:

- preparat RM57 ASF Kärcher (pH = 7),
- preparat CREMA Szampon Autoland (pH = 7).

Wybierając ww. środki myjące kierowano się wynikami uzyskanymi z wcześniejszych badań własnych [Stężala, Świst 2004] oraz ich charakterystyką, określoną przez producentów. Istotne znaczenie miało pH sporządzanych z nich roztworów wodnych oraz możliwości biodegradacji.

Przyjęto następujące parametry mycia:

- stężenie – C (% obj.): 0,5; 1,0; 1,5; 2,0,
- temperatura – t (°C): 20, 40, 50, 60, 70, 80,
- czas mycia – τ (min): 10.

Umyte próbki po opłukaniu w 5.litrowym naczyniu z czystą, zimną wodą suszono w temperaturze 40°C przez 1 godzinę i poddawano ważeniu na wadze analitycznej. Wyniki wyznaczano na podstawie średniej arytmetycznej z 6 próbek.

Ocena statystyczna wyników

Określano błąd przypadkowy wyników pomiarów, posługując się rozkładem t-Studenta. Błąd przypadkowy wyznaczono z równania:

$$\Delta \bar{x} = \pm t(p, f) \cdot s / n \quad (3)$$

gdzie:

- $\Delta \bar{x}$ – błąd przypadkowy średniej arytmetycznej wyników pomiarów
- $t(p, f)$ – wartości rozkładu t-Studenta przy poziomie istotności p i liczbie stopni swobody f ,
- s – odchylenie standardowe,
- n – liczba pomiarów.

Przyjęto poziom istotności $p = 0,05$.

Wyniki badań i ich omówienie

Badania przeprowadzono zgodnie z przyjętą metodyką a ich wyniki zestawiono w tabeli 1 i zilustrowano na rysunkach 2 i 3.

Tabela 1. Zestawienie wyników badań skuteczności mycia badanych środków, w zależności od parametrów mycia

Table 1. Results of testing the efficiency of used cleaning agents depending on washing parameters

		Stopień czystości po umyciu (%)										
		Preparat Kärcher RM57						Preparat CREMA				
t(°C) C(%)	20	40	50	60	70	80	20	40	50	60	70	80
	0,5	2,18	4,27	6,59	12,51	27,68	60,75	7,68	12,96	14,45	16,06	54,90
1,0	8,20	21,80	25,64	32,61	93,09	98,23	12,60	18,61	19,92	30,49	87,87	98,73
1,5	21,62	35,76	42,12	44,16	97,50	99,28	23,12	34,78	37,21	49,54	97,50	99,56
2,0	28,76	41,25	45,21	93,60	98,94	99,62	30,17	38,86	40,74	90,32	99,58	99,70

Rys. 2. Wpływ stężenia roztworu na stopień czystości mytej w różnych temperaturach powierzchni dla temperatur: 1-20°C, 2-40°C, 3-50°C, 4-60°C, 5-70°C, 6-80°C: a) Kärcher RM57, b) CREMA

Fig. 2. Effect of solution concentration on cleanness of the surface washed at various surface temperatures (for temperatures: 1– 20°, 2– 40°, 3– 50°, 4– 60°, 5– 70°, 6– 80°; (a) Kärcher RM57, (b) CREMA

Na rysunku 3 przedstawiono zależności stopnia czystości β od temperatury t roztworu myjącego tylko dla trzech stężeń, tj. $C = 0,5\%$, $1,0\%$ i $1,5\%$, ponieważ przy 2% stężeniach uzyskiwano wyniki bardzo zbliżone do $1,5\%$ roztworów.

Rys. 3. Wpływ temperatury roztworu na stopień czystości powierzchni mytych roztworami o różnych stężeniach: $C_1 = 0,5\%$, $C_2 = 1,0\%$, $C_3 = 1,5\%$, a) Kärcher RM57, b) CREMA

Fig. 3. The effect of solution temperature on cleanness degree of surface washed with the solutions of different concentrations: $C_1 = 0.5\%$, $C_2 = 1.0\%$, $C_3 = 1.5\%$; (a) Kärcher RM57, (b) CREMA

Stwierdzono, że w przypadku obu preparatów przekroczenie temperatury roztworów ponad 60°C powoduje gwałtowny wzrost aktywności mycia w przypadku wszystkich stosowanych stężeń. W przypadku roztworów $0,5\%$ wzrost temperatury z 60°C do 70°C przyczynia się do wzrostu stopnia czystości β z wartości $\beta = 12,51\%$ do $\beta = 40,0\%$ dla preparatu Kärcher RM57 (rys. 3a) oraz z $\beta = 16,06\%$ do $\beta = 54,9\%$ dla preparatu CREMA (rys. 3b). Stosując roztwory 1% uzyskano wzrost wartości od $\beta = 32,61\%$ do $\beta = 93,09\%$ dla preparatu Kärcher RM57 (rys. 3a) oraz z $\beta = 30,49\%$ do $\beta = 87,87\%$ dla preparatu CREMA (rys. 3b).

Przy roztworach $1,5\%$ osiągnięto wzrost stopnia czystości z $\beta = 44,16\%$ do $\beta = 99,28\%$ dla preparatu Kärcher RM57 i z $\beta = 49,54\%$ do $\beta = 99,56\%$ dla preparatu CREMA. Bardzo zbliżone wyniki uzyskano dla roztworów 2% (tab. 1). Istotny wpływ na stopień czystości β mytej powierzchni, szczególnie w niższych temperaturach ma stężenie roztworu. W temperaturze 20°C $\beta = 2,18\%$ (Kär-

her) i 7,68% (CREMA) dla stężenia 0,5% oraz 28,76% (Kärcher) i 30,17% (CREMA) dla stężenia 2% (rys. 2). Natomiast podniesienie stężenia z 0,5% do 1% przy temperaturze 70°C umożliwia zwiększenie stopnia czystości z $\beta = 27,68\%$ do $\beta = 93,09\%$ (Kärcher) i z $\beta = 54,9\%$ do $\beta = 87,879\%$ (CREMA). W temperaturze 80°C stopień czystości $\beta = 60,75\%$ przy stężeniu roztworu $C_1 = 0,5\%$ i 98,23% przy $C_2 = 1\%$ (Kärcher) oraz $\beta = 81,86\%$ przy stężeniu $C_1 = 0,5\%$ i 98,73% przy stężeniu $C_2 = 1\%$ (CREMA), przy czym stosując preparat CREMA stopień czystości $\beta = 81,86\%$ uzyskuje się jeszcze przy stężeniu $C_1 = 0,5\%$, podczas gdy przy stosowaniu identycznych parametrów w odniesieniu do preparatu Kärcher RM57 osiągnięto zaledwie stopień czystości $\beta = 60,75\%$ (rys. 2).

Uzyskane wyniki wskazują, że aktywność myjąca preparatu CREMA Szampon Autoland jest wyższa niż preparatu RM57 ASF Kärcher.

Przeprowadzona analiza statystyczna błędów przypadkowych pomiarów wykazała, że wynosi on od 0,73% do 32,75% wartości średniej, przy czym najwyższe błędy pomiarowe (powyżej 10%) dotyczą najniższych stopni zanieczyszczenia (9 wyników na 48) i stanowią 18,75% całego zbioru wyników. Powyższa analiza wskazuje, że przyjętą i sprawdzoną empirycznie metodykę badań można uznać za poprawną i możliwą do zastosowania ze statystycznego punktu widzenia.

Przeprowadzone badania i wyżej opisana analiza wskazują, że możliwa jest ocena efektywności oddziaływania różnych środków myjących na zanieczyszczenia olejowo-smarowe zmieszane z drobnymi wtrąceniami ciał stałych, charakterystyczne dla zanieczyszczonych w trakcie użytkowania maszyn rolniczych, a tym samym możliwa jest ocena skuteczności oczyszczania powierzchni maszyn przy zastosowaniu różnych środków myjących.

Stwierdzenia i wnioski

1. Opracowana metoda umożliwia wymierną ocenę skuteczności mycia roztworami wodnymi zawierającymi środki myjące, na podstawie badań prowadzonych w warunkach symulowanych.
2. W trakcie badań, jako elementy niezbędne do oceny skuteczności mycia, przyjęto i ujęto w formuły matematyczne definicje stopni zanieczyszczenia powierzchni i stopni czystości powierzchni.
3. Na podstawie wyników uzyskanych z badań roztworów wodnych dwóch wybranych środków myjących można przyjąć, że wzrost stężenia środków w granicach od 0,5% do 2% przy temperaturze od 20°C do 50°C ma wyższy wpływ na wzrost skuteczności mycia niż wzrost temperatury w granicach od 20°C do 60°C przy stężeniach od 0,5% do 2%. Znaczny wzrost skuteczności mycia obserwuje się przy wzroście temperatury powyżej 60°C, tj. do 70°C i 80°C, przy których skuteczność mycia wynosi dla roztworów o stężeniu 1% od 88-93% dla 70°C i ponad 99% dla 80°C.

Bibliografia

- Ambroziak W. 2005. Wpływ konserwacji na przydatność użytkową maszyn rolniczych. Rozprawa doktorska. IBMER Oddział Gdańsk
- Matuszak K. 2004. Wpływ jakości konserwacji i przechowywania na koszty eksploatacji maszyn rolniczych. Rozprawa doktorska. Instytut Inżynierii Rolniczej AR Szczecin
- Stężala S., Żak S. 1971. Mycie, malowanie renowacyjne i konserwacja maszyn rolniczych. PWRiL, Warszawa
- Stężala S. 1972. Myjka bojlerowa MB-1. *Mechanizacja Rolnictwa*, 10: 13-15
- Stężala S., Świst E. 2004. Biodegradowalne środki myjące do maszyn rolniczych. Sprawozdanie z prac za 2004 r. IBMER Oddział Gdańsk
- Stężala S., Łapiak D. 2005. Ekologiczne aspekty mycia maszyn rolniczych w trakcie i po zakończeniu ich użytkowania. Materiały z XI Międzynarodowej Konferencji Naukowej IBMER. IBMER, Warszawa, ss. 265-268
- Wojdak J. 1987. Ocena wymiernych wskaźników jakości ochrony czasowej. *Eksploatacja Maszyn*, 9: 7-9