

THE GRAIN LEVEL DAMAGES MATHEMATICAL MODELLING DURING COMBINES HARVESTING

Summary

The publication present research results grain damages level during cereals combines harvester in relationship from technical parameters threshing - cereals team, the agro-physical profile of cereal mass and regime of technological threshing - cereals team. Creation mathematical and graphic models of grain damages level and functional chart of grain level damages in threshing - cereals team at combines harvester use. The mathematical model verified by many years' investigations during wheat's harvest.

MATEMATYCZNE MODELOWANIE POZIOMU USZKODZEŃ ZIARNA PODCZAS ZBIORU KOMBAJNOWEGO

Streszczenie

W publikacji przedstawiono wyniki badań poziomu uszkodzeń ziarna podczas zbioru zbóż kombajnem w zależności od parametrów technicznych zespołu młócaço-wydzielającego, charakterystyki agrofizycznej masy zbożowej i reżimu technologicznego zespołu młócaço-wydzielającego. Opracowano model matematyczny poziomu uszkodzeń ziarna oraz schemat funkcjonalny poziomu uszkodzeń ziarna w zespole młócaço-wydzielającym kombajnu. Model matematyczny weryfikowany był na podstawie wieloletnich badań w czasie zbioru pszenicy.

1. Wstęp

Kombajnowy zbiór zbóż oprócz niewątpliwych korzyści ekonomicznych i organizacyjnych, szczególnie ważnych w czasie żniw, obarczony jest również wadami. Do największych należy zaliczyć mechaniczne uszkodzenia ziarna powodowane przez zespoły robocze kombajnu. Jest to szczególnie ważne podczas zbioru zbóż na cele nasienne, ponieważ uszkodzenia obniżają jego wartość biologiczną i handlową.

Bez wątplenia o ilości uszkodzeń decydują właściwości fizyczne i mechaniczne ziarna oraz stopień oddziaływania elementów roboczych kombajnu na masę zbożową. Nieustannie prowadzone badania w kraju i za granicą wykazały, że ziarna z większą ilością uszkodzeń mechanicznych mają mniejszą zdolność kiełkowania. Konsekwencją spadku zdolności kiełkowania jest obniżenie plonów przy tej samej wielkości (normie) wysiewu.

Ponadto w wyniku postępu technicznego do eksploatacji wprowadzone zostały nowoczesne kombajny zbożowe wyposażone w automatyczną regulację zespołów roboczych.

Dotychczas prowadzone badania dotyczą głównie rozwiązań konstrukcyjnych i systemu działania wielobębnowych zespołów młócaço-wydzielających. Ze względu na złożoność procesu omłotu i separacji ziarna niewiele jest w literaturze prac formułujących modele matematyczne tych procesów [1, 4].

2. Metodyka badań

Materiałem źródłowym do stworzenia modelu były wyniki trzyletnich badań prowadzonych w czasie rzeczywistego zbioru zbóż z plantacji nasiennych SHR w Ulhówku i Palikijach (woj. lubelskie) kombajnem John Deere 2264. Badania realizowane były w oparciu o kolejne etapy:

- stworzenie funkcjonalnego schematu procesu uszkodzeń ziarna (rys. 1),

- określenie planu eksperymentu z uwzględnieniem schematu funkcjonalnego,
- przeprowadzenie badań eksperymentalnych (w warunkach polowych) poziomu uszkodzeń ziarna w zależności od intensywności omłotu i przepustowości masy zbożowej,
- zbudowanie modeli matematycznych i graficznych wskaźnika ε (poziom uszkodzeń ziarna %).

3. Wyniki badań

Zgodnie z celem badań skonkretyzowano następującą zależność poziomu uszkodzeń od parametrów omłotu:

$$\varepsilon = f(q; S_0; n; S_1), \quad (1)$$

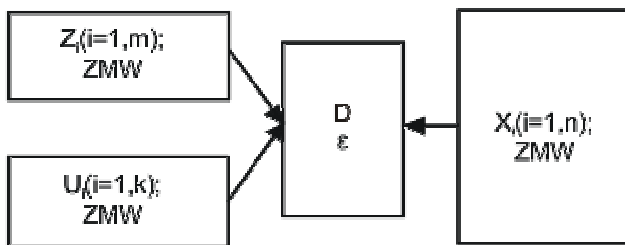
gdzie:

S_0 i S_1 – szczeliny robocze (wlotowa i wylotowa mm);
 n – prędkość obrotowa bębna młócaço obr/min; q – przepustowość kg/s.

Podczas badań przyjęto następujące przedziały zmienności parametrów:

- bęben omłotowy $D = 0,66$ m;
 $\varepsilon = 0,26 \dots 4,13\%$;
 $q = 1,7 \dots 14,6$ kg/s
 $S_0 = 16 \dots 22$ mm;
 $S_1 = 5 \dots 9$ mm;
 $n = 800 \dots 1000$ obr/min.
- wytrząsacz klawiszowy,
- plon ziarna $P = 40$ q/ha,
- stosunek masy ziarna do słomy 1:1,3,
- wilgotność $W = 16\%$.

Przeprowadzone badania dały możliwość opracowania schematu funkcjonalnego powstawania uszkodzeń ziarna w zespole młócaço-wydzielającym kombajnu rys. 1.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny poziomu uszkodzeń ziarna w zespole młócająco-wydzielającym kombajnu
 Fig. 1. The functional chart of grain level damages in threshing - cereals team at combines harvester use

Powyższy schemat złożony jest z następujących bloków funkcyjnych:

ε – poziom uszkodzeń ziarna %,
 $X_i(i=1,n)$ – parametry techniczne zespołu młócająco-wydzielającego,
 $Z_i(i=1,m)$ – charakterystyka agrofizyczna masy zbożowej,
 $U_i(i=1,k)$ – reżim technologiczny zespołu młócająco-wydzielającego.

Plan i wyniki eksperymentu przedstawiono w tabeli 1. Średnie kwadratowe odchylenie σ dla poziomu uszkodzeń nie przekraczało 4%.

Tab. 1. Plan eksperymentu i wyniki badań poziomu uszkodzeń ziarna
 Table 1. Experiment plan and results of investigations grain level damages

Nr doświadczenia	Reżim technologiczny ZMW				Jakość ziarna	
	q [kg/s]	n [obr/min]	S ₀ [mm]	S ₁ [mm]	ε [%]	
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁ [*]	y ₂ ^{**}
1	5,6	800	19	9	1,54	1,56
-	-	-	-	-	-	-
4	6,4	800	19	9	1,3	1,35
-	-	-	-	-	-	-
10	11,7	800	19	9	0,6	0,69
11	4,3	820	19	5	0,87	0,95
-	-	-	-	-	-	-
18	9,6	820	19	5	0,24	0,26
19	2,9	850	17	9	4,3	4,63
-	-	-	-	-	-	-
26	9,1	850	17	9	1,9	2,04
27	3,6	860	17	7	3,2	3,23
-	-	-	-	-	-	-
36	10,4	860	17	7	1,46	1,47
-	-	-	-	-	-	-
52	3,63	900	16	6	2,2	2,15
-	-	-	-	-	-	-
60	7,34	900	16	6	0,76	0,81

* - uszkodzenia w eksperymencie / study damages

** - uszkodzenia na podstawie matematycznego modelowania / mathematical model damages

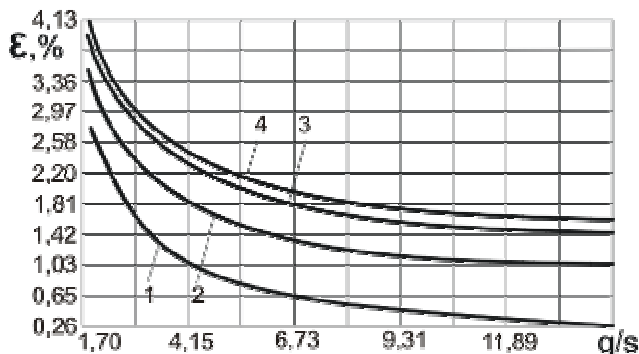
Z pomocą programu SOM (Syntezy optymalnych modeli) otrzymano następujący model matematyczny opisujący zależności poziomu uszkodzeń ε od parametrów q, S₀, n, S₁.

$$\varepsilon = 267,82/(qS_0) - 49,29 \cdot 10^6 / n^2 + 82,56 \cdot 10^4 / (nS_0) - 8,98 / S_1 + 38828,80 / n + 0,03 \cdot n - 42,43 / (qS_1) - 1,19 \cdot n / S_0 \quad (2)$$

Ocenę jednorodności dyspersji przeprowadzono testem Fishera (F).

$F_0 \leq F_{0,05}$ (przy $F_0 = 1,11$ i $F_{0,05} = 1,38$), $F_0 < F_t$.

Model jest adekwatny wynikiem eksperymentu z prawdopodobieństwem 0,95. Na podstawie modelu 2 otrzymano zależności graficzne $\varepsilon=f(q;n)$ przedstawione na rys. 2.



Rys. 2. Zależność poziomu uszkodzeń ziarna od przepustowości q, prędkości obrotowej bębna n przy W=16%, S₀=18mm, S₁=8mm i n obr/min: 1 – 800; 2 – 830; 3 – 890; 4 – 920

Fig. 2. The dependence of grain damages level from reliability q, drum speed n for W=16%, S₀=18mm, S₁=8mm i n obr/min: 1 – 800; 2 – 830; 3 – 890; 4 – 920

4. Wnioski

Analizując powyższe wyniki badań można stwierdzić, że:

- poziom uszkodzeń ziarna jest najniższy przy niskiej przepustowości, która występuje na początku pracy kombajnu (podczas wjeżdżania w łan),
- najniższy poziom uszkodzeń obserwuje się przy $n=800$ obr/min,
- dopuszczalny poziom uszkodzeń ziarna 2% obserwuje się w przedziale 860-920 obr/min. powyższy zakres obrotów bębna jest charakterystyczny dla przepustowości $q=5-14$ kg/s,
- zwiększenie przepustowości od 1,7 do 14,5 kg/s we wszystkich reżimach roboczych prowadzi do polepszenia jakości ziarna: poziom uszkodzeń spada od (4,3–2,97)% do (1,6–0,27)%,
- zwiększanie prędkości obrotowej bębna prowadzi do wzrostu poziomu uszkodzeń ziarna, lecz jego intensywność maleje przy zwiększeniu prędkości obrotowej od 800 do 920 obr/min.

5. Bibliografia

- [1] Czyżynaśkas D., Iłgakonis P., Szpokas Ł.: Ruch ziarna w zagęszczonych masie omlotowej. *Probl. Inż. Roln.* 1995, 3, 27-34. 13.
- [2] Dreszer K., Pawłowski T., Zagajski P.: The process of grain relocation with screw conveyors. *Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rol.* 2007, t. VII, s. 86-96.
- [3] Dreszer K., Gieroba J., Roszkowski A.: *Kombajnowy zbiór zbóż.* IBMER, Warszawa, 1998.
- [4] Lipkowitz E.I.: Analityczeskije osnovy isledowanija processa obmołota i separacji ziarna mołotilnym aparatom ziernouborocznowo kombajna. *Ziemedelcz. Mech.*, 1971, 13, 225-236. Moskwa. 41.
- [5] Łapińska-Sobczak N.: *Modele Optymalizacyjne.* Uniwersytet Łódzki, 1993.
- [6] Tanaś W., Dreszer K. A., Zagajski P.: Wpływ wilgotności na straty i uszkodzenia ziarna podczas zbioru kombajnowego zbóż. *Inżynieria Rolnicza.* 2008, Nr 9(107), s. 299-303.
- [7] Zagajski P., Dreszer K.: Stan badań teoretycznych nad omlotem i wydzieleniem ziarna z masy zbożowej. *Journal of research and applications in agricultural engineering*, 2006, Vol. 51(4), s. 4-9.
- [8] Złobecki A., Bożek B.: Model procesu powstawania *Acta Agrophysica*, 2005, 6(2), 569-577.