

Andrzej BOCHAT

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Zakład Konstrukcji Maszyn Rolniczych i Ziarnych
85-796 Bydgoszcz, ul. Prof. S. Kaliskiego 7
e-mail: bochat@utp.edu.pl

USAGE OF MACHINES EQUIPPED WITH SCISSOR CUTTER BAR IN ECOLOGICAL AGRICULTURE

Summary

The paper identified the existing constructions of cutter bars applied in agricultural machines and presented their assessment in aspect of application possibility in ecological agriculture. The criterion of assessment in the paper was: practical sense to relate to quality of cutting and energy consuming in reference to width of cutting line. That analysis showed that the machines equipped with cutter bar are the most useful for ecological agriculture.

WYKORZYSTANIE MASZYN WYPOSAŻONYCH W NOŻYCOWY ZESPÓŁ TNĄCY W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

Streszczenie

W pracy zidentyfikowano istniejące konstrukcje zespołów tnących, stosowane w maszynach rolniczych. Następnie dokonano ich oceny w aspekcie możliwości zastosowania w rolnictwie ekologicznym. Jako kryteria oceny dla potrzeb realizacji pracy przyjęto funkcjonalność odniesioną do jakości cięcia oraz jednostkowy pobór mocy w odniesieniu do szerokości roboczej cięcia. Przeprowadzona analiza kryterialna wykazała, że dla potrzeb rolnictwa ekologicznego najbardziej przydatne będą maszyny wyposażone w nożycowe zespoły tnące.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach odsetek powierzchni przeznaczonej na rolniczą produkcję ekologiczną sukcesywnie wzrasta. W okresie od 1998 do 2005 roku powierzchnia przeznaczona pod produkcję ekologiczną wzrosła z 1,8 do 4,1% w Unii Europejskiej (UE-15) i obejmowała obszar 6,1 mln ha. Obecnie spośród krajów, Włochy przeznaczają najwięcej powierzchni pod produkcję ekologiczną – 1,1 mln ha, co stanowi około 17% z całej Unii Europejskiej (UE-27). Następnie są Niemcy i Hiszpania – po 807 tys. ha, czyli po 13%. Średnia powierzchnia gospodarstwa ekologicznego w Unii Europejskiej (UE-27) wynosi 38,7 ha, ale ponad połowa ma 16 ha. Największe gospodarstwa ekologiczne znajdują się na Słowacji o powierzchni 463 ha, w Czechach o powierzchni 305 ha, w Portugalii o powierzchni 148 ha i w Wielkiej Brytanii o powierzchni 142 ha [7].

Wobec przedstawionych danych, trudno wyobrazić sobie współczesne rolnictwo ekologiczne bez maszyn rolniczych. Ich zastosowanie może być związane z uprawą roli, nawożeniem, siewem i sadzeniem roślin po ich pielęgnację oraz zbior.

Proces technologiczny cięcia-ścinania materiału roślinnego (roślin żdźbłowych i łodygowych), należy do jednego z najważniejszych w ramach zbioru zbóż, czy też innych roślin na cele paszowe.

Wśród maszyn służących do cięcia materiału roślinnego na plan pierwszy, wysuwają się kosiarki, sieczkarnie oraz kombajny zbożowe.

Na rys. 1, 2 i 3 przedstawiono wybrane przykłady tego typu maszyn rolniczych.

Jednym z podstawowych zespołów roboczych tego typu maszyn jest zespół tnący. Różnorodność jego konstrukcji sprawia, że o możliwości praktycznego zastosowania danego rozwiązania, powinna decydować ściśle określona

analiza kryterialna, uwzględniająca przede wszystkim jego funkcjonalność, ze szczególnym uwzględnieniem jakości cięcia oraz jednostkowy pobór mocy na proces cięcia.



Rys. 1. Kosiarka ciągnikowa przyczepiana H. CEGIELSKI
Fig. 1. Tractor mower H. CEGIELSKI



Rys. 2. Sieczkarnia samobieźna CLAAS
Fig. 2. Self-propelled schaff-cutter CLAAS



Rys. 3. Kombajn zbożowy NEW HOLLAND
Fig. 3. Combine-harvester NEW HOLLAND

Zatem jako cel pracy przyjęto, zidentyfikowanie istniejących konstrukcji zespołów tnących stosowanych w maszynach rolniczych oraz dokonanie ich oceny w aspekcie możliwości zastosowania w rolnictwie ekologicznym.

2. Klasyfikacja zespołów tnących stosowanych w maszynach rolniczych

Kosiarki są to maszyny przeznaczone do koszenia traw i zielonek niskołodygowych.

Ze względu na rodzaj zastosowanego zespołu tnącego w kosiarkach, dzielimy je na trzy zasadnicze grupy:

- kosiarki zawieszane z nożycowymi zespołami tnącymi:
 - nożycowo-palcowe,
 - bezpalcowe (dwulistkowe),
 - obiegowe;
- kosiarki zawieszane z rotacyjnymi zespołami tnącymi:
 - bębnowe,
 - dyskowe;
- kosiarki samobieżne z rotacyjnymi i nożycowymi zespołami tnącymi:
 - bębnowe,
 - nożycowo-palcowe.

Sieczkarnie są to maszyny przeznaczone do koszenia i jednoczesnego cięcia na sieczkę traw, zielonek oraz kukurydzy.

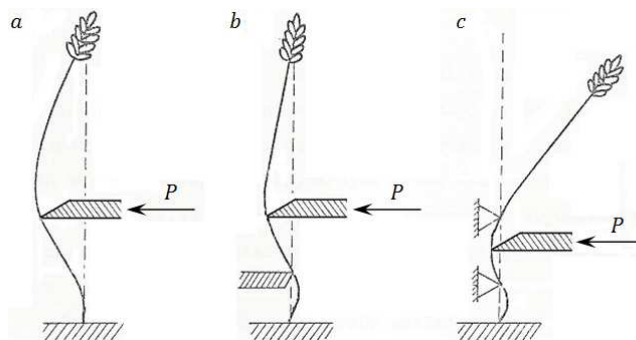
Ze względu na rodzaj zespołu tnącego do koszenia, zastosowanego w sieczkarniach dzielimy je na dwie zasadnicze grupy:

- sieczkarnie samobieżne z zespołami tnącymi:
 - nożycowo-palcowymi;
- sieczkarnie przyczepiane z zespołami tnącymi:
 - nożycowo-palcowymi,
 - bijakowymi.

Kombajny zbożowe są to maszyny, których głównym zadaniem jest zbiór roślin i pozyskanie plonu, jakim jest ziarno lub nasiona. Kombajn zbożowy podczas pracy wykonuje czynności związane z koszeniem roślin oraz omłotem i czyszczeniem ziarna, które następnie jest gromadzone w zbiorniku. Zastosowanie kombajnów zbożowych, pozwala znakomicie uprościć technologię zbioru oraz ograniczyć nakłady robocizny i straty na polu.

W tym miejscu należy stwierdzić, że znane konstrukcje kombajnów zbożowych wyposażone są jedynie w zespoły tnące typu nożycowo-palcowego.

Sklasyfikowane wcześniej zespoły tnące realizują proces cięcia materiału roślinnego według jednego ze schematów, przedstawionych na rys. 4.



Rys. 4. Schematy możliwości realizacji procesu cięcia roślin za pomocą [2, 5]:

- bezpodporowego zespołu tnącego,
- zespołu tnącego z jedną krawędzią przeciwną,
- zespołu tnącego z dwiema krawędziami przeciwnymi.

Fig.4. Scheme of possibilities for realization plants cutting process:

- cutting bar without anti-cutting edge,
- cutting bar with one anti-cutting edge,
- cutting bar with two anti-cutting edges.

Z cięciem bezpodporowym mamy do czynienia w przypadku konstrukcji rotacyjnych zespołów tnących, stosowanych w kosiarkach oraz konstrukcji bijakowych zespołów tnących stosowanych w sieczkarniach przyczepianych. Cięcie z jedną krawędzią przeciwną jest realizowane przez zespoły tnące bezpalcowe (dwulistkowe) i obiegowe stosowane w kosiarkach. Natomiast z cięciem przy występowaniu dwóch krawędzi przeciwnych mamy do czynienia w przypadku konstrukcji nożycowo-palcowych zespołów tnących stosowanych w kosiarkach, sieczkarniach oraz kombajnach zbożowych.

3. Ocena zespołów tnących stosowanych w maszynach rolniczych ze względu na możliwości ich zastosowania w rolnictwie ekologicznym

Z dokonanego przeglądu różnych rozwiązań zespołów tnących stosowanych w maszynach rolniczych wynika, że wszystkie konstrukcje wykazują wady ograniczające możliwość ich stosowania do każdego warunków pracy.

Biorąc pod uwagę możliwość ich zastosowania w rolnictwie ekologicznym, należy w ocenie autora kierować się przede wszystkim dwoma kryteriami, tj.:

- funkcjonalnością (jakość cięcia),
- jednostkowym poborem mocy na cięcie materiału.

Odnosząc się do pierwszego kryterium w świetle badań własnych i obcych można stwierdzić, że zespoły tnące typu nożycowego stosowane w kosiarkach, sieczkarniach, czy też kombajnach zbożowych w stosunku do innych konstrukcji zapewniają najlepszą jakość cięcia [1, 2, 4, 5, 6].

Wynika to z faktu, że zachodzący w nich proces cięcia jest najbardziej zbliżony do „czystego cięcia technologicznego”. Rośliny są przecinane jednokrotnie a powierzchnia przecięcia jest w miarę równomierna i czysta (nie występuje przysypywanie ścierniska darnią). W tym przypadku jest ułatwiony szybki odrost roślin.

Jeżeli chodzi zaś o rotacyjne zespoły tnące typu bębnowego, czy też dyskowego, to nie zaleca się ich używać do koszenia roślin motylkowych, ponieważ

wirujące ich elementy uszkadzają i obrywają listki i kwiatostany roślin powodując straty zbioru zielonki.

Do wad rotacyjnych zespołów tnących należy, również zaliczyć, nierównomiernie ścinanie roślin, nieraz wielokrotne oraz uszkadzanie darni przy tępych nożykach lub przy zbyt niskim koszeniu. Niskie koszenie wpływa na opóźnienie odrostów oraz zmniejszenie plonowania w następnych pokosach [4].

Natomiast w czasie zbioru zielonki maszynami wyposażonymi w rotacyjne zespoły tnące typu bijakowego, uzyskuje się nierównomiernie pocięty materiał na sieczkę. W efekcie pracy tego typu zespołów tnących otrzymujemy bardzo nierówne ściernisko, przy czym rośliny są bardzo rzadko cięte zgodnie z zasadami „czystego cięcia technologicznego”, lecz przede wszystkim rozrywane. Ponadto bardzo często, w tym przypadku mamy do czynienia z niszczeniem systemu korzeniowego roślin, ponieważ zespół ścinający pełni jednocześnie rolę dmuchawy. Wobec tego wraz z roślinami unoszone są cząstki gleby (zwłaszcza lekkiej w czasie suszy), które zanieczyszczają paszę oraz obniżają jej wartość smakową i pokarmową [4].

Do oceny jednostkowego poboru mocy na cięcie-ścinanie materiału roślinnego, przyjęto wskaźnik N/S (kW/m). Wskaźnik ten określa stosunek zapotrzebowania mocy podawanej przez producenta do napędu maszyny, do szerokości roboczej cięcia jej zespołu roboczego.

Za pomocą przyjętego wskaźnika istnieje możliwość:

- porównania tych samych parametrów zespołów tnących dla wyrobów różnych producentów,
- przeprowadzenia analizy konstrukcji na przestrzeni lat i określenie kierunków ich dalszego rozwoju,
- określenia standardów obowiązujących przy budowie maszyn rolniczych, wyposażonych w zespoły tnące.

Analizie poddano 47 konstrukcji zespołów tnących, stosowanych w kosiarkach, sieczkarniach i kombajnach zbożowych, produkowanych przez różnych producentów w kraju i na świecie, na przestrzeni ostatnich 20 lat.

W tab. 1-3 podano obliczone wartości wskaźnika N/S, odpowiednio dla: kosiarek z nożycowym zespołem tnącym, kosiarek rotacyjnych typu dyskowego oraz kosiarek rotacyjnych typu bębnowego.

Tab. 1. Kosiarki z nożycowym zespołem tnącym
Table 1. Cutter bar mowers

Typ kosiarki	Szerokość robocza [m]	Polska	Świat
		Wskaźnik N/S [kW/m]	
Briggs and Stratton Classic 35	0,85		4,02
BCS 603 WS	1,30		4,61
Ziegler – Moertl BM 1205	1,65		6,66
Busatis – Bidul	1,80		3,30
Agrometr: Z034 OSA2	1,80	5,00	
H. Cegielski Z103	1,82	2,50	

Agrometr OSA1	1,85	5,94	
Ziegler – Moertl	1,90		5,78

Z przedstawionych danych w tab. 1 wynika, że wskaźnik N/S dla kosiarek wyposażonych w nożycowy zespół tnący przyjmuje wartości w przedziale 2,50-6,66 kW/m, przy średniej wartości 4,73 kW/m.

Analiza wyników zamieszczonych w tab.2 wskazuje, że wartości wskaźnika N/S dla kosiarek rotacyjnych typu dyskowego mieszczą się w przedziale 11,60-14,70 kW/m, przy średniej wartości 13,32 kW/m. Natomiast dla kosiarek rotacyjnych typu bębnowego, zgodnie z tab. 3 wskaźnik N/S przyjmuje wartości w przedziale 13,30-16,20 kW/m, przy średniej wartości 14,51 kW/m.

Przeprowadzona przez autora, na podstawie dostępnej literatury, analiza sieczkarni wyposażonej tylko w bijakowy zespół tnący (sieczkarnia bijakowa produkcji Famarol), wykazała, że wskaźnik N/S (kW/m) przyjmuje wartość równą 32,96 kW/m.

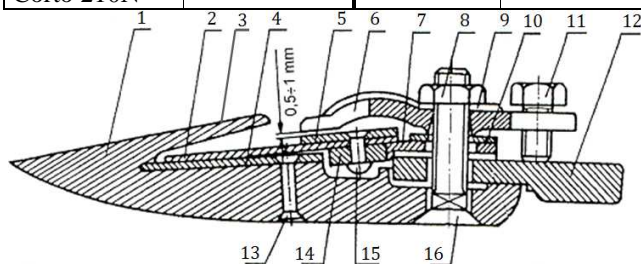
Tab. 2. Kosiarki rotacyjne typu dyskowego
Table 2. Rotary disc mowers

Typ kosiarki	Szerokość robocza [m]	Polska	Świat
		Wskaźnik N/S [kW/m]	
Krone M203S	2,00		13,60
Kverneland TA2020	2,00		14,70
SaMasz Z108/2	2,10	14,00	
Pöttinger Novadisc	2,20		13,60
Sipma Z-184	2,40	11,60	
Claas Disco 250	2,45		13,50
Pöttinger Novadisc 265	2,62		14,10
Farmarol 2137	2,80	11,80	
Claas Disco 290	2,85		13,00

Tab. 3. Kosiarki rotacyjne typu bębnowego
Table 3. Rotary drum mowers

Typ kosiarki	Szerokość robocza [m]	Polska	Świat
		Wskaźnik N/S [kW/m]	
Famarol Z070	1,35	13,30	
Mesko Z133	1,35	13,30	
Famarol 105	1,65	13,40	
Pöttinger EuroCat 170	1,65		13,30
Claas Corto 185N	1,85		15,70
Niemeyer RO-E	1,85		16,20
Pöttinger Cat 190	1,85		15,70

SaMasz ZO 10/3	1,85	14,00	
Claas Corto 210N	2,10		15,70



Rys. 5. Przekrój poprzeczny nożycowo-palcowego zespołu tnącego [5]:

1 - palec, 2 - nożyk, 3 - górne ramię palca, 4 - krawędź przeciwnąca, 5 - nakładka nożyka, 6 - przycisk listwy nożowej, 7 - prowadnica, 8 - nakrętka, 9, 10 - podkładki, 11 - śruba regulacyjna, 12 - belka palcowa, 13, 15 - nity, 14 - listwa nożowa, 16 - śruba

Fig. 5. Cross-section of scissor-fingers cutting tool [5]:

1 - finger, 2 - knife, 3 - top part of the finger, 4 - blunt edge, 5 - plate of the knife, 6 - clamp of the knife back, 7 - guide of the knife back, 8 - screw cap, 9, 10 - washers, 11 - fasten screw, 12 - finger bar, 13, 15 - fasten rivet, 14 - knife back, 16 - screw

W ramach pracy analizowano ponadto sieczkarnie samobieżne i przyczepiane: Claas Jaguar 820, 840 i 860; John Deere 6650, 6750 i 6810; Kverneland Taarup TA622; Mengele Mamut 6800; New Holland FX28 i FX375; Pottinger MEXGT i MEX6; Sipma Z-374.

Dla wymienionych sieczkarni trudno jest ustalić w sposób jednoznaczny wskaźnik N/S, gdyż napęd od silnika maszyny lub ciągnika rolniczego przekazywany jest nie tylko na zespół tnący (najczęściej nożycowo-palcowy), lecz również na bębnowy zespół tnący, rozdrabniający materiał roślinny na sieczkę, czy też dodatkowo na zespół pneumatyczny (rzutnik lub dmuchawa) do transportu sieczki na przyczepę.

Nie mniej producenci tego typu maszyn podają, że do napędu tylko nożycowo-palcowego zespołu tnącego potrzebna jest moc rzędu 2-3 kW na 1 metr długości listwy tnącej [6].

Z podobnym faktem mamy do czynienia, także w przypadku kombajnów zbożowych, gdzie napęd od silnika jest przekazywany nie tylko na nożycowo-palcowy zespół tnący, lecz również na zespół młócający, zespoły czyszczące, zespoły transportujące oraz układ jezdny kombajnu.

Analizie poddano kombajny zbożowe: New Holland TC54 i TC56; Claas DO88SL; Deutz Fahr 4040; John Deere 1450CWS i 1550WTS; Sampo Bizon2020.

Z przedstawionych wyników, dotyczących wartości wskaźnika N/S dla różnego typu maszyn produkowanych w kraju i na świecie, można stwierdzić, że:

- wartości wskaźnika dla maszyn produkowanych w kraju nie odbiegają od maszyn producentów zagranicznych,
- korzystniejsze wartości wskaźnika otrzymano dla kosiarek nożycowych i kosiarek rotacyjnych typu dyskowego produkowanych w kraju niż zagranicą,

- najmniejsze wartości wskaźnika uzyskano dla maszyn wyposażonych w nożycowo-palcowy zespół tnący.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowy przekrój nożycowo-palcowego zespołu tnącego.

Zasada działania nożycowo-palcowego zespołu tnącego polega na tym, że palce wchodzą między ścinane rośliny i rozdzielają je na porcje. Następnie poszczególne nożyki przygniatają źdźbła, czy też łodygi roślin do bocznych krawędzi palców (krawędzi przeciwnących) i powodują ich ścinanie.

4. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza kryterialna znanych konstrukcji zespołów tnących, stosowanych w maszynach rolniczych wykazała jednoznacznie, że rolnictwo ekologiczne powinno użytkować w razie potrzeby kosiarki, sieczkarnie, czy też kombajny zbożowe, wyposażone przede wszystkim w nożycowe zespoły tnące (nożycowo-palcowe, bezpalcowe). Wynika to z faktu, że tego typu zespoły tnące zapewniają w stosunku do innych rozwiązań konstrukcyjnych znacznie wyższą jakość cięcia – zbliżoną do „czystego cięcia technologicznego”, przy jednocześnie najmniejszej wartości wskaźnika N/S, określającego stosunek zapotrzebowania mocy podawanej przez producenta do napędu maszyny, do szerokości roboczej cięcia jej zespołu roboczego.

5. Literatura

- [1] Bochat A., Błaszczak M., Zastempowski M.: Problematyka badawcza procesu cięcia pojedynczych źdźbeł i łodyg. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 1/2007.
- [2] Chattopahyay P.S., Pandey K.P.: Mechanical properties of sorghum in relation to quasi-static deformation. Journal of Agricultural Engineering Research, vol.73, 1999.
- [3] Gabrylewicz I., Janik S.: Możliwości zmniejszenia energochłonności produktów. Natura9, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi Oddział Lubuski, Zielona Góra 2003.
- [4] Józefowicz J., Pintara Cz.: Kosiarki zawieszane i przyczepiane. Top Agrar Polska 4/2002.
- [5] Zastempowski M.: Badania energochłonności cięcia nożycowo-palcowym zespołem tnącym. Rozprawa doktorska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz 2008.
- [6] Materiały reklamowe, katalogi i strony internetowe firm: Agromet, BCS, Briggs and Stratton, Busatis-Bidul, Claas, Famarol, H. Cegielski, Deutz Fahr, John Deere, Krone, Kverneland Taarup, Mengele, New Holland, Niemeyer, Pottinger, SaMasz, Sipma, Ziegler-Moertl.
- [7] www.farmer.pl/biznes/rolnictwo-ekologiczne/rolnictwo_ekologiczne_w_ue,aea.