

WPLYW MECHATRONICZNEGO UKŁADU URUCHAMIANIA APARATÓW WIĄŻĄCYCH NA PARAMETRY I JAKOŚĆ PRACY MASZyny DO ZBIORU WIKLINY PLECIONKARSKIEJ*

*Paweł Frąckowiak, Grzegorz Wąchalski, Florian Adamczyk
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu*

Streszczenie. W ramach realizacji przez Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu jednego z projektów celowych opracowano maszynę do zbioru wikliny plecionkarskiej, która miała mechaniczny układ uruchamiania aparatów wiążących. W efekcie dalszych prac badawczych opracowano i zastosowano w maszynie mechatroniczny układ uruchamiania aparatów wiążących. Celem badań przedstawionych w pracy było porównanie parametrów pracy maszyny z mechanicznym i mechatronicznym układem uruchamiania aparatów wiążących. W badaniach eksploatacyjnych maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej wyznaczono strukturę czasu pracy agregatu przez sporządzenie chronometrażu czasu usuwania usterek. W wyniku badań ustalono, że zastosowanie mechatronicznego układu uruchamiania aparatów wiążących zwiększyło wydajność pracy maszyny w czasie roboczym W_{04} z $0,46 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ do $0,53 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$.

Słowa kluczowe: wiklina plecionkarska, aparat wiążący, układ uruchamiający, wydajność, maszyna do zbioru wikliny, mechatronika

Wprowadzenie

W efekcie współrealizacji przez PIMR projektu celowego nr ROW -II- 293/2007 powstała maszyna do zbioru wikliny plecionkarskiej. Pierwotnie maszynę wyposażono w mechaniczny system (wykorzystujący rogaatkę oporową i układ krzywkowy) włączania aparatów wiążących (Frąckowiak i Adamczyk, 2009). Przeprowadzone w ramach realizacji

* Układ zgłoszony do ochrony patentowej w ramach projektu PATENT PLUS pn. „Opracowanie zgłoszenia do ochrony patentowej w kraju i za granicą wynalazku dotyczącego wieloczynnościowej maszyny do zbioru i wiązkiowania wikliny plecionkarskiej wyposażonej w nowoczesny układ włączania aparatów wiążących oraz przygotowanie promocji i komercjalizacji tego wynalazku”, nr umowy 22/PMPP/W/22-09.11/2012, dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

projektu celowego badania eksploatacyjne dowiodły, iż system ten nie do końca sprawdza się w czasie normalnej pracy maszyny. Wykryto także inne drobne mankamenty pracy maszyny oraz wnikliwie analizowano uwagi zgłaszane przez plantatorów – użytkowników tej maszyny. GUS podaje, że w Polsce obecnie powierzchnia upraw wikliny plecionkarskiej to około 4 tys. ha (www.stat.gov.pl). W związku z tym postanowiono prowadzić dalsze badania nad opracowaną konstrukcją maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej. Na potrzeby prac badawczych prowadzonych po zakończeniu projektu celowego, dla dalszych, własnych działań, został wykonany w PIMR zmodernizowany egzemplarz maszyny (rys.1).

Jednym z efektów tych prac było opracowanie nowego mechatronicznego układu uruchamiania aparatów wiążących i regulacji wielkości snopa. Układ ten został zgłoszony do ochrony patentowej w kraju, otrzymując z Urzędu Patentowego RP nr zgłoszenia: P.400978 (Frąckowiak i in., 2012), oraz do ochrony międzynarodowej, otrzymując z Europejskiego Urzędu Patentowego nr zgłoszenia: PCT/PL2012/00119 (Frąckowiak i in., 2012).



*Rysunek 1. Maszyna do zbioru wikliny plecionkarskiej
Figure 1. The wicker harvesting machine*

Fot. P. Frąckowiak

Cel pracy

Przeprowadzone badania miały na celu weryfikację wpływu zastosowania nowego, mechatronicznego sposobu uruchamiania zespołów wiążących na osiąganą wydajność i niezawodność pracy maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej.

Metodyka badań

Badania porównawcze maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej przeprowadzono na plantacji o powierzchni płaskiej położonej w miejscowości Golinka, gmina Bojanowo, położonej w powiecie rawickim, w województwie wielkopolskim. Podczas koszenia warunki meteorologiczne nie odbiegały od średniej wieloletniej. W czasie badań koszone wiklinę jednoroczną przy gęstości nasadzeń 20 000 szt. na 1 ha i wysokości do 3,5 m w okresie jej spoczynku – po opadnięciu liści, co jest oznaką zakończenia okresu wegetacyjnego.

Badania eksploatacyjne maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej przeprowadzono zgodnie z wieloletnią metodyką przyjętą w badaniach eksploatacyjnych maszyn, przedstawioną w literaturze (Kuczewski, 1974; Banasiak, 2008; Molendowski, 2001; Molendowski i in., 2006). Średnie wartości struktury czasu zmiany, wskaźników wydajności i współczynników eksploatacyjnych wyznaczono na podstawie chronometrażu dnia pracy z trzech prób.

Skuteczność wykonawczą maszyn opisywać będą wskaźniki wydajności chronometrycznej. Początkowy (teoretyczny) potencjał wykonawczy maszyny określa wskaźnik wydajności technicznej W_{tech} (Kuczewski, 1974; Banasiak, 2008):

$$W_{tech} = 0,1 \cdot b_r \cdot v_r \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

gdzie:

- b_r – szerokość robocza maszyny, narzędzia (m),
- v_r – konstrukcyjnie przyjęta dopuszczalna prędkość robocza agregatu ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$),

Podczas badań zostały określone najważniejsze parametry pracy maszyny do zbioru wikliny:

- wydajność efektywna W_1^* ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$),
- czas usuwania usterek technologicznych T_{41} (min),
- współczynnik pewności technologicznej K_{41} (wg BN-76/91195-01) $K_{41} = \frac{60}{60 + W_1 \cdot T_{41}}$
- wydajność w czasie roboczym W_{04} ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$),
- ilość osób obsługi n ,
- szerokość cięcia b (m),
- prędkość jazdy v ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$).

Charakterystyka układu mechanicznego

Zastosowany pierwotnie w maszynie do zbioru wikliny plecionkarskiej mechanizm włączający pracujące w płaszczyźnie poziomej aparaty wiążące to układ mechaniczny, składający się z ramienia oporowego, zwanego rogaatką oporową, umieszczonego na stałe na wałku osadzonym obrotowo w elementach konstrukcyjnych maszyny (rys. 2). Na dru-

* dla zastosowanej metody B chronometrażu według BN-76/91195-01, wielkość wydajności efektywnej przyjmuje się na podstawie wcześniejszych badań.

gim końcu tego wałka jest zamontowana krzywka uruchamiająca mechanizm włączający aparaty wiążące (rys. 3). Uruchamianie aparatów wiążących odbywa się w efekcie odchylenia rogatki oporowej wraz z wałkiem i krzywką, co jest spowodowane naciskaniem na nią odpowiednio dużej ilości wiążanego materiału. Odchylenie rogatki powoduje ruch krzywki, która obracając się, pociąga za hak zatrasku, uruchamiając mechanizm włączający aparaty wiążące (Adamczyk, 2009; Spychała i Adamczyk, 2010).



Rysunek 2. Dolny aparat wiążący i rogatka oporowa maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej
Figure 2. The lower binding device and the resisting toll-bar of the sheaf-binder wicker harvesting machine

Fot. P. Frąckowiak



Rysunek 3. Krzywka uruchamiająca mechanizm włączający aparaty wiążące
Figure 3. The cam starting the knotters actuating mechanism

Fot. P. Frąckowiak

Charakterystyka układu mechatronicznego

Zasada działania opracowanego i opatentowanego mechatronicznego układu uruchamiającego aparaty wiążące polega na tym, że serwomechanizm wraz ze współpracującym z nim układem zasilającym, sterującym i załączającym zastąpił mechaniczne zespoły składające się z rogatki oporowej wałka, krzywki bądź układy zapadkowo-dźwigniowe połączone z mechanizmem korbowym, uruchamiające mechanizm włączający aparaty wiążące. Jedną częścią układu jest umieszczony na elementach konstrukcyjnych maszyny układ sterujący, otrzymujący impulsy z układu regulacji wielkości snopa zbudowanego w postaci stałych i uchylnych, umieszczonych w środkowej wysokości komory wiązania, ramion prowadzących pędy wikliny i czujnika regulacji wielkości snopa (rys. 4).

Drugą część mechanizmu stanowi układ załączający, zawierający elektrozawór, siłownik w zależności od wykonania: pneumatyczny, hydrauliczny lub elektryczny, zatrask oraz współpracujący z kołem napędowym aparatów wiążących zabierak. W badanej maszynie zastosowano siłownik pneumatyczny (rys. 5).



Rysunek 4. Ramiona prowadzące pędy wikliny wraz z czujnikiem regulacji wielkości snopa

Figure 4. Wicker shoots leading arms with the sensor of sheaf size control

Fot. P. Frąckowiak



Rysunek 5. Mechatroniczny (pneumatyczny) układ uruchamiający mechanizm włączający aparaty wiążące

Figure 5. Mechatronic (pneumatic) system starting the knotter's actuation mechanism

Fot. P. Frąckowiak

Dyskusja wyników badań

Wyznaczona z zależności (1), dla założonych stałych parametrów pracy, teoretyczna wydajność maszyny W_{tech} wyniosła $0,6 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, ale rzeczywista wydajność połowa maszyny była mniejsza i wynikała z warunków eksploatacyjnych agregatu ciągnik-maszyna. Nie-wielki wpływ na spadek wydajności miała praca maszyny z szerokością roboczą $1,18 \text{ m}$, a więc mniejszą niż teoretyczna – $1,2 \text{ m}$. Różnica ta wyniosła 2%. Wydajność efektywna pracy maszyny W_1 wyniosła $0,56 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ (tab. 1).

Dla zbioru wykonywanego maszyną wyposażoną w mechaniczny układ uruchamiania aparatów wiążących wydajność w czasie roboczym W_{04} wyniosła $0,46 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ (tab. 1). Naj-większy wpływ na obniżenie wydajności pracy maszyny miało częste zapychanie się materiału roślinnego, w szczególności spowodowane zaczepianiem się pędów wikliny o rogatkę oporową w fazie wypychania materiału na przenośnik układający snop oraz wzajemne zaczepianie się snopów po ich związaniu. Taka sytuacja powodowała, że czas T_{41} , usuwania usterek technologicznych, w skład którego wchodzi czas przeznaczony na usuwanie zapchania maszyny, wynosił średnio 90 min w ciągu zmiany. Aby ograniczyć wpływ zapchań na ciągłość pracy i możliwie szybko je usuwać, na maszynie (nie było na niej odpowiednio przystosowanego i zabezpieczonego miejsca) ciągle przebywał „operator”. Pracownik ten przez brak przystosowania maszyny do jej obsługi był narażony na różne niebezpieczeństwa, głównie uderzenia ruchomymi elementami, które mogły być bardzo niebezpieczne dla jego zdrowia i życia. Poza tym zatrudnianie dodatkowych pracowników podnosi całkowity koszt zbioru wikliny plecionkarskiej.

Tabela 1.

Zasadnicze parametry pracy maszyny dla obydwu układów uruchamiających aparaty wiążące

Table 1.

The main parameters of the machines actuating both knotters systems

Lp.	Parametr	Wartość dla układu	
		mechanicznego	mechatronicznego
1.	Prędkość robocza v	5 km·h ⁻¹	
2.	Średnia szerokość cięcia b	1,18 m	
3.	Czas usuwania usterek technologicznych T_{41}	90 min	15 min
4.	Współczynnik pewności technologicznej K_{41}	0,543	0,877
5.	Efektywna wydajność pracy W_1	0,56 ha·h ⁻¹	
6.	Wydajność w czasie roboczym W_{04}	0,46 ha·h ⁻¹	0,53 ha·h ⁻¹
7.	Przyrost wydajności	–	11,4 %
8.	Ilość osób obsługi n	2	1

Opracowanie i wprowadzenie do konstrukcji maszyny mechatronicznego układu włączania aparatów wiążących, w którym nie ma roгатki oporowej, spowodowało praktycznie wyeliminowanie problemu jej zapchań, które wystąpiły w maszynie wyposażonej w mechaniczny układ uruchamiania aparatów wiążących. Jedyne zapchania, jakie występowały w czasie badań, to zapchania listwy tnącej. Średni czas trwania usuwania tych zapchań wyniósł 15 min na zmianę. W konsekwencji wpłynęło to na wzrost o 11,4% wydajności pracy w czasie roboczym W_{04} , której wartość dla tego systemu wyniosła 0,53 h·ha⁻¹ (tab. 1). Brak zapchań maszyny w rejonie zespołu wiążącego pozwolił na osiągnięcie także drugiej, istotnej korzyści – wyeliminowanie bezpośredniego „operatora” maszyny. Wpływa to także na zmniejszenie całkowitych kosztów zbioru wikliny plecionkarskiej oraz bezpieczeństwo pracy.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań upoważniają do wyprowadzenia następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Wyznaczona wydajność efektywna w czasie roboczym W_{04} dla maszyny do zbioru wikliny plecionkarskiej, wyposażonej w nowy mechatroniczny układ uruchamiania zespołów wiążących, była o ponad 11% większa niż dla układu mechanicznego, a jej efekt osiągnięto przez usunięcie elementu maszyny (rogatki oporowej) powodującego zapychanie materiału roślinnego, co doprowadziło do skrócenia czasu potrzebnego na usuwanie usterek technologicznych maszyny T_{41} .
2. Zastosowanie w praktyce mechatronicznego układu uruchamiania aparatów wiążących pozwoliło również wyeliminować pracownika przebywającego na maszynie i nadzorującego prawidłowość jej pracy.

Literatura

- Adamczyk, F. (2009). Analiza procesu przepływu wikliny plecionkarskiej w maszynie do jej zbioru. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 54(3), 6-9.
- Banasiak, J. (2008). Wydajnościowa analiza w procesach eksploatacji maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 63-68.
- Frąckowiak, P.; Adamczyk, F. (2009). Wiązka do wikliny. *Agrotechnika. Poradnik rolnika*, 7, 48-49.
- Kuczewski, J. (1974). *Podstawy eksploatacji maszyn rolniczych*. Warszawa, PWRiL.
- Molendowski, F.; Bieniek, J.; Górnik, Ł.; Worobiec, G. (2011). Ocena wybranych kosiarek i wykaszarek ogrodniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 9(134), 131-136.
- Molendowski F. (2006). Badania porównawcze kombajnu BOURGOIN JDL 410D Z BOURGOIN GX 406. *Inżynieria Rolnicza*, 3(78), 327-334.
- Spychała, W.; Adamczyk, F. (2010). Analiza współpracy igły z aparatem wiążącym w maszynie do zbioru i wiązkania wikliny plecionkarskiej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55(1), 90-92.
- Frąckowiak, P.; Wąchalowski, G.; Adamczyk, F. *Maszyna do zbioru, wiązkania i układania snopów wikliny plecionkarskiej*. Zgłosz. P.400978 z 28.09.2012.
- Frąckowiak, P.; Wąchalowski, G.; Adamczyk, F. *Machine for Harvesting, Binding and Stacking Sheaves of Braid Wicker*. Międzynarodowe zgłoszenie patentowe PCT/PL2012/00119 z 25.10.2012.
- BN-76/9195-01. *Maszyny rolnicze. Podział czasu pracy. Symbole i określenia*.
www.stat.gov.pl., Dane pozyskane z Departamentu Informacji GUS, email z dnia 11.03.2013 r.

THE INFLUENCE OF MECHATRONIC STARTING KNOTTERS ACTUATING MECHANISM ON PARAMETERS AND QUALITY OF WORK OF THE WICKER HARVESTING MACHINE

Abstract. As a part of realisation of the target project by the Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznan, a wicker harvesting machine, equipped with a mechanical starting knotters actuating mechanism, was developed. Then, as a result of further research a mechatronic starting knotters actuating mechanism was developed and applied in the machine. The aim of the research work, included in this paper, was to compare the performance of the machine with a mechanical and mechatronic starting knotters actuating mechanism. Field tests of willow harvesting machine were setting the time by carrying out the timings of time troubleshooting. The research found that the use of the mechatronic starting knotters actuating mechanism increased the capacity from 0.5 ha·h⁻¹ to 0.56 ha·h⁻¹ and allowed its maintenance-free operation.

Key words: wicker, binding device, knotters actuating mechanism, capacity, wicker harvesting machine, mechatronics

Adres do korespondencji:

Florian Adamczyk; e-mail: adamczyk@pimr.poznan.pl
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
ul. Starołęcka 31
60-963 Poznań