

THE ANALYSIS OF THE PROCESS OF THE FLOW OF THE WICKER SHOOTS IN THE HARVESTING MACHINE FOR WICKER

Summary

In the Poland the greater number of works at the tillage and the harvest of the o wicker is carried out in the way partly mechanized or by hand as yet. PIMR in Poznań worked out the machine to it harvest and the sheaf-binder. This machine during the single ride on the plantation of the wicker cuts off the one -year -old shoots, delivers it by the transporter set to the binding set. After binding the ready wicker sheaves are arranged by floor conveyor on the field, some distance off making possible the following technological ride. In this paper the analysis of the flow of the wicker shoots in this machine is presented.

ANALIZA PROCESU PRZEPEŁYWU WIKLINY PLECIONKARSKIEJ W MASZYNIE DO JEJ ZBIORU

Streszczenie

Dotychczas w kraju przeważającą liczbę prac przy uprawie i zbiorze wikliny plecionkarskiej wykonuje się w sposób częściowo zmechanizowany lub ręcznie. W Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu opracowano maszynę do jej zbioru i wiązkania. Maszyna ta w czasie jednokrotnego przejazdu po plantacji wikliny odcina roczne pędy, przekazuje przez zespół podający do zespołu wiążącego. Po związaniu gotowe wiązki są układane przez przenośnik podłogowy na polu w odległości umożliwiającej kolejny przejazd technologiczny. W pracy przedstawiono analizę przepływu wikliny w tej maszynie.

1. Wprowadzenie

Lansowana jest obecnie w kraju i na świecie idea na używanie surowców ekologicznych – naturalnych i zdrowych. Jednym z takich produktów jest wiklina wykorzystywana jako surowiec do produkcji plecionkarskiej. Zwiększony popyt na ten surowiec powoduje, że konieczne staje się reaktywowanie upraw tej rośliny. Z uprawą, zbiorem i przetwarzaniem każdej rośliny nierozzerwalnie związana jest określona technologia, a z nią mechanizacja i coraz częściej automatyzacja poszczególnych jej etapów. Dotychczas w kraju przeważającą liczbę prac przy uprawie i zbiorze wikliny plecionkarskiej wykonuje się w sposób częściowo zmechanizowany lub ręcznie.

Przewidywany wzrost areалу upraw może mieć miejsce pod warunkiem większego niż obecnie stopnia zmechanizowania prac na każdym ich etapie. Jest to zadanie dla inżynierii rolniczej. Wychodząc naprzeciw tym potrzebom w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu opracowano konstrukcję maszyny do zbioru i wiązkania wikliny plecionkarskiej.

Maszyna ta w czasie jednokrotnego przejazdu po plantacji wikliny odcina roczne pędy-odrosty od karpiny, które chwywane są poprzez ukośnie ustawione, pofałdowane pasy nagarniające i zostają wyrównane do pozycji pionowej

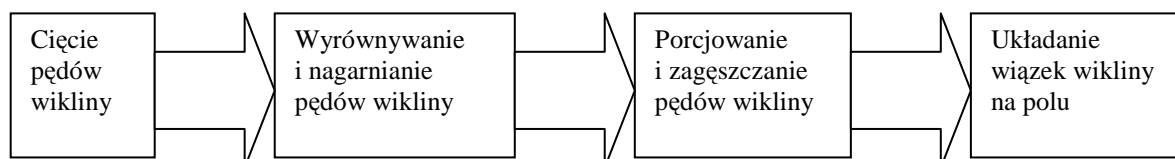
a następnie przekazywane do komory wiązania zespołu wiążącego. Po związaniu gotowe wiązki są układane przez przenośnik podłogowy na polu w odległości umożliwiającej kolejny przejazd technologiczny.

Schemat blokowy przebiegu procesu technologicznego wykonywanego przez wieloczynnościową maszynę do koszenia i automatycznego wiązkania wikliny plecionkarskiej przedstawia rys. 1 [6].

W pracy przedstawiono analizę przepływu wikliny we wspomnianej maszynie.

2. Model fizyczny procesu przepływu wikliny

Przepływ ściętej masy wikliny do wiązania w projektowanej wieloczynnościowej maszynie będzie miał miejsce na odcinku od listwy tnącej, przez zespół wiążący, do przenośnika podłogowego. Ścinane przez listwę tnącą pędy wikliny zostaną pochwycone przez pasy nagarniające zespołu podającego. Zespół podający będzie składał się z czterech dwupoziomowych zespołów. Każdy dwupoziomowy zespół będzie się składał z dwóch pasów nagarniających: dolnego i górnego. Prędkości przemieszczania pasów dolnego i górnego powinny być zróżnicowane. Pędy w momencie ich ścinania będą już chwywane przez górne pasy nagarniające, a dopiero po chwili przez pasy dolne.



Rys. 1. Schemat blokowy przebiegu procesu technologicznego wykonywanego przez wieloczynnościową maszynę do koszenia i automatycznego jej wiązkania

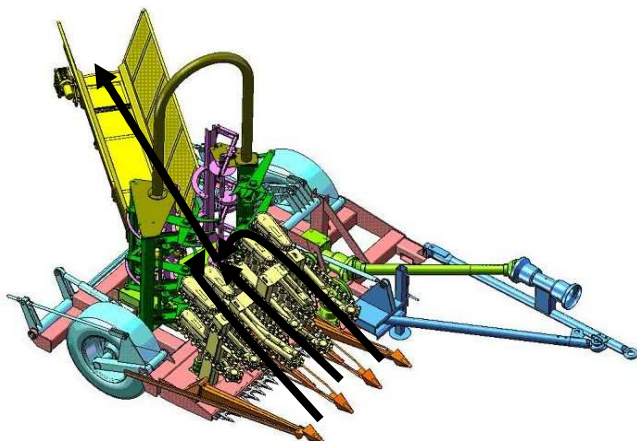
Fig. 1. The schema of the processing executed by the sheaf-binder harvesting machine for wicker

Taka sytuacja przy jednakowej prędkości obu pasów (dolnego i górnego) prowadzić będzie do ukośnego podawania pędów do zespołu wiążącego, co z kolei będzie powodować problemy w tworzeniu i oddzielaniu snopów od siebie. Aby zapobiec temu niekorzystnemu przebiegowi procesu przepływu wikliny proponuje się zróżnicowanie prędkości pasów dolnego i górnego. Przemieszczający się szybciej pas dolny spowoduje, że w czasie drogi przepływu masy wikliny przez zespół nagarniający jej pędy zostaną wyrównane w pozycji pionowej i w takiej też pozycji podane do zespołu wiążącego

Aby uzyskać odpowiednie zagęszczenie i ustawienie pędów wikliny w tworzonych wiązki/snopach przed zespołem wiążącym znajdują się jeszcze nagarniacze widłowe.

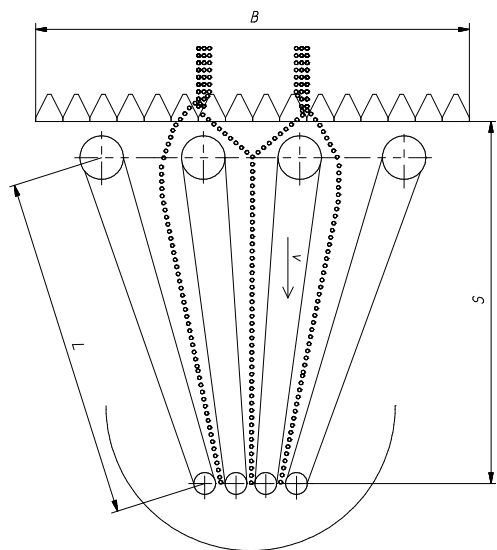
Po związaniu przez dwa, pracujące w płaszczyźnie poziomej aparaty wiążące typu Deeringa gotowe wiązki/snop są przejmowane przez przenośnik podłogowy i układane na polu w odległości umożliwiającej kolejny przejazd technologiczny agregatu maszyna-ciągnik [1].

Schemat przepływu masy wikliny przez model maszyny przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat przepływu wikliny przez maszynę do jej zbioru

Fig. 2. The schema of the flow of the wicker shoots in the machine for wicker harvesting



Rys. 3. Model przepływu ściętej masy wikliny do wiązania w wieloczynnościowej maszynie do jej zbioru

Fig. 3. The model of the flow of the wicker shoots for bonding in the harvesting machine

3. Materiał i metody

Model fizycznego przepływu wikliny w projektowanej wieloczynnościowej maszynie zostanie przedstawiony za pomocą podstawowych wielkości fizycznych czasu, prędkości, siły i pracy.

3.1. Obliczenia parametrów pracy zespołu pasów podających

Proces przepływu ściętej wikliny od listwy tnącej przez pasy podające do zespołu wiążącego w projektowanej wieloczynnościowej maszynie do jej zbioru przedstawia model na rys. 3 [6].

Do obliczeń przyjęto:

- prędkość roboczą maszyny v_m z założeń projektowych jako $v_m = (0,83 \div 1,39) \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}\text{]}$,
- średnie prędkości liniowe pasów nagarniających:
 - dolnych $v_{pd} = 0,89 \text{ m}\cdot\text{[min}^{-1}\text{]} = 0,01 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}\text{]}$,
 - górnych $v_{pg} = 0,71 \text{ m}\cdot\text{[min}^{-1}\text{]} = 0,01 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}\text{]}$,
- średnią średnicę pędu $d = 5 \text{ mm}$,
- średnią masę jednego pędu $m_p = 75 \text{ g}$,
- długość drogi przepływu $S = 0,75 \text{ m}$,
- średnią liczbę pędów n_p będących na drodze przepływu $n = 100 \text{ szt.}$

Znając prędkość pasów nagarniających oraz długość drogi przepływu wikliny przez pasy nagarniające wyznaczono czas przepływu pędu wikliny z zależności (1) [2, 4]:

$$t = \frac{S}{v_p} \text{ [min].} \quad (1)$$

Dla pasa dolnego otrzymano:

$$t_d = \frac{S}{v_{pd}} = \frac{0,75}{0,89} = 0,84 \text{ [min]} = 50,6 \text{ [s]},$$

dla pasa górnego otrzymano:

$$t_g = \frac{S}{v_{pg}} = \frac{0,75}{0,71} = 1,1 \text{ [min]} = 63,4 \text{ [s]}.$$

Dla przyjętej masy jednego pędu 75 g liczbie pędów na 1 m² plantacji wynoszącej średnio 100 szt. wyznaczono masę pędów wikliny jednorazowo znajdujących na drodze jej przepływu (przez pasy podające) do wiązania z zależności (2) [2, 4]:

$$G_w = m_p \cdot n_p = 75 \cdot 100 = 7500 \text{ [g]} = 7,5 \text{ [kg]}. \quad (2)$$

Masa 7,5 kg odpowiada ciężarowi 75 N.

Znając ciężar wikliny i czas jej przepływu przez pasy nagarniające wyznaczono energię przepływu z następującej zależności (3) [2, 4]:

$$W = F \cdot S = 75 \cdot 0,75 = 56,25 \text{ [J]}. \quad (3)$$

Znając energię konieczną do przemieszczenia pędów wikliny z zależności (4) wyznaczono zapotrzebowanie mocy (pracę) zespołu pasów nagarniających:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{56,25}{0,01} = 5925 \text{ [W]} = 5,62 \text{ [kW]}. \quad (4)$$

Ponieważ cały zespół pasów nagarniających składa się z czterech zespołów, na jeden zespół pasów nagarniających (pas górny i dolny) przypadnie:

$$P_z = \frac{P}{4} = \frac{5,62}{4} = 1,4 \text{ [kW]}. \quad (5)$$

3.2. Obliczenia ewenementów zespołu wiążącego

Obciążenie aparatu wiążącego wyznaczono z następującej zależności [5]:

$$k = B \cdot v_m \cdot k_0 = 1,2 \cdot (0,83 - 1,39) \cdot 100 = 99,6 - 166,8 \text{ [szt} \cdot \text{s}^{-1}], \quad (6)$$

gdzie:

k – obciążenie aparatu wiążącego [szt·s⁻¹],

B – szerokość robocza [m],

v_m – prędkość robocza maszyny [m·s⁻¹],

k_0 – ilość łądyg na 1 m² - 100 szt.

Liczbę łądyg w snopie wyznaczono z zależności [6]:

$$k_1 = \frac{D^2 \cdot \beta}{d^2} = \frac{(250 \div 350)^2 \cdot 0,8}{5^2} = 2000 \div 3920 \text{ [szt.]}, \quad (7)$$

gdzie:

D – średnica snopa [mm],

d – średnica łądygi, pędu, źdźbła [mm],

β – współczynnik wypełnienia snopa, (0,75 – 0,90).

Znając obciążenie aparatu wiążącego i ilość pędów w snopie obliczono przewidywaną szybkość wiązania snopa n_{sw} (ilość związanych snopów w sekundzie) z zależności (8) [6]:

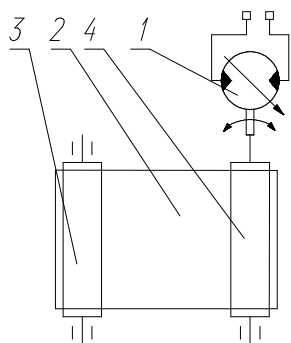
$$n_{sw} = \frac{k}{k_0} = \frac{(99,6 \div 166,8)}{(2000 \div 3920)} = 0,05 \div 0,04 \text{ [s}^{-1}]. \quad (8)$$

Czas potrzebny do napełnienia komory wiązania i zagęszczenia snopa zabiera około 50% z czasu, koniecznego dla jego związania; dlatego liczbę obrotów wału wiązacza w czasie 1 minuty wyznaczono z następującej zależności [5]:

$$n_w = 60 \cdot n_{sw} \cdot 1,5 = 60 \cdot (0,05 \div 0,04) \cdot 1,5 = 4,5 \div 3,6 \text{ [min}^{-1}]. \quad (9)$$

3.3. Obliczanie parametrów napędu przenośnika podłogowego

W projektowanej maszynie zastosowano jako przenośnik układający snopy – przenośnik taśmowy (rys. 4) [6].



Rys. 4. Schemat napędu przenośnika podłogowego: 1 - silnik hydrauliczny, 2 - taśma przenośnika, 3 - wałek przedni, 4 - wałek tylny

Fig. 4. The schema of the floor conveyor drive

Do przenośnika jako źródło napędu zastosowano silnik hydrauliczny OMR 200 firmy Danfoss.

Podstawowym parametrem charakteryzującym pracę przenośnika jest jego wydajność. W rozpatrywanym przypadku mamy do czynienia z przenośnikiem taśmowym przemieszczającym materiały kawałkowe. Wzór na wydajność w takim przypadku przyjmie postać [3] (10):

$$W = 3600 \cdot v \cdot \frac{g_1}{a} \text{ [t} \cdot \text{h}^{-1}], \quad (10)$$

gdzie:

v – prędkość przemieszczania [m·s⁻¹],

g_1 – masa jednostkowa ładunku [t],

a – odstęp między ładunkami [m],

Do obliczeń przyjęto:

- prędkość przemieszczania przenośnika równą minimalnej prędkości roboczej maszyny – 0,8 [m·s⁻¹],

- masę jednostkową ładunku, czyli jednej wiązki – 0,005 [t],

- odstęp między ładunkami – 2 [m],

Podstawiając powyższe dane do wzoru (10)

wyznaczono wydajność przenośnika podłogowego:

$$W = 3600 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,005}{2} = 7,2 \text{ [t} \cdot \text{h}^{-1}].$$

4. Dyskusja wyników

Przeptyw wikliny plecionkarskiej przez zespoły maszyny do jej zbioru i wiązkania nie jest procesem skomplikowanym. Na drodze wikliny od ścięcia do ułożenia wiązki/snopa na polu znajdują się trzy zasadnicze zespoły: pasów podających, wiążący i przenośnik podający [1]. Wiązanie następuje w płaszczyźnie poziomej na dwóch równoległych poziomach, więc aby nie było wzajemnego zahaczenia się kolejnych pędów, co w konsekwencji prowadzi do wzajemnego zahaczenia się kolejnych następujących po sobie wiązek, pędy muszą być dostarczane do komory wiązania w pozycji pionowej. Ścinany pęd jest chwytywany przez parę przenośników z górnego poziomu. Dopiero po ścięciu pędu następuje jego uchwycenie przez parę przenośników dolnego rzędu. Powoduje to ukośne ustawienie pędu w przenośniku, które należy wyrównać do pionu. W tym celu zostały zróżnicowane prędkości pracy przenośników podających. Prędkość pasów dolnych wynosi 0,89 m·min⁻¹, a górnych 0,71 m·min⁻¹. Praca wykonywana przez zespół podający wyliczona na podstawie przyjętych założeń wyniosła 5,62 kW, co średnio daje na jeden zespół 1,4 kW.

Rolą zespołu wiążącego jest przyjęcie podawanych przez zespół przenośników pędów wikliny, odpowiednie ich zagęszczenie a następnie związanie i wypchniecie na przenośnik podłogowy. Z przyjętych założeń wynika, że obciążenie aparatu wiążącego będzie wynosić 99,6-166,8 szt·s⁻¹. Dla takiego obciążenia, aby zapewnić prawidłową i ciągłą pracę zespołu wiążącego szybkość wiązania snopa wnosi 0,04-0,05 s⁻¹. Jest to wielkość mieszcząca się w zakresie pracy zastosowanego aparatu wiążącego.

Zadaniem przenośnika podłogowego jest przyjęcie gotowych wiązek/snopów wikliny i ułożenie ich na polu w odległości umożliwiającej kolejny przejazd roboczy. Głównym parametrem opisującym pracę przenośnika w tym przypadku jest jego wydajność. Otrzymana wydajność przenośnika 7,2 t·h⁻¹ jest wystarczająca do zapewnienia właściwej pracy maszyny. Przy założonej wydajności pracy maszyny, liczbie pędów na 1 m² i masie jednej

wiązki/snopa minimalna wydajność przenośnika wynosi ok. $5 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Jest ona mniejsza od wyliczonej o ponad $2 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, co zapewnia prawidłową pracę maszyny.

5. Podsumowanie i wnioski

Proces przepływu wikliny plecionkarskiej w maszynie do jej zbioru i wiązkania przebiega na drodze od listwy tnącej do przenośnika podłogowego. Ścięte pędy wikliny plecionkarskiej przechodzą kolejno przez zespół pasów podających, aparaty wiążące i przenośnik podłogowy.

Analizując kolejne etapy przepływu wikliny plecionkarskiej przez maszynę do jej zbioru można wysnuć następujące wnioski:

1. Do przemieszczenia masy wikliny do wiązania dla założonych prędkości pasów nagarniających potrzeba $5,62 \text{ kW}$ mocy. Średnie zapotrzebowanie mocy każdego z czterech zespołów pasów nagarniających będzie wynosiło $1,4 \text{ kW}$.
2. Obciążenie aparatu wiążącego będzie wynosić $99,6\text{--}166,8 \text{ szt}\cdot\text{s}^{-1}$. Dla takiego obciążenia, aby zapewnić prawidłową i ciągłą pracę zespołu wiążącego szybkość wiązania snopa wnosi $0,04\text{--}0,05 \text{ s}^{-1}$. Jest to wartość mieszcząca się w zakresie pracy zastosowanego aparatu wiążącego.
3. Wydajność przenośnika $7,2 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ jest wystarczająca do zapewnienia właściwej pracy maszyny. Przy założonej

wydajności pracy maszyny, liczbie pędów na 1 m^2 i masie jednej wiązki/snopa minimalna wydajność przenośnika powinna wynosić ok. $5 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$.

6. Literatura

- [1] P. Frąckowiak, Nowa maszyna do koszenia i automatycznego wiązkania wikliny plecionkarskiej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia t.5. PIMR Poznań, 2008.
- [2] Cz. Kanafojski, Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T. 2, cz. 1. Maszyny do zbioru roślin żdźbłowych i łądogowych. Warszawa: PWRiL, 1980.
- [3] S. Kokoszka, Transport w rolnictwie. Przewodnik do ćwiczeń. Skrypt. Wyd. AR w Krakowie, Kraków 1996.
- [4] M. Letoszniew, Maszyny Rolnicze, Warszawa: PWRiL, 1953.
- [5] P. Minim, red., Sielskochozajstwiennyje maszyny. Gosudarstwiennieje Naucino-tiechniceskoje Izdatielstwo Maszinoctroitelnoj Literatury, Maszgiz, Moskwa, 1949.
- [6] G. Wójcik, Wieloczynnościowa maszyna do koszenia i automatycznego wiązkania wikliny plecionkarskiej. Opracowanie schematu blokowego i kinematycznego maszyny do zbioru wikliny. Wariantowe obliczenia parametrów pracy zasadniczych mechanizmów roboczych maszyny do zbioru wikliny. Zbąszyń, 2008.