

PARAMETRY RUCHU BRYKIETU TWORZONEGO METODĄ ZWIJANIA A JEGO ODCINANIE

Florian Adamczyk

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

Streszczenie. W pracy zawarto analizę wpływu prędkości obrotowej i liniowej wysuwającego się brykietu na działanie opracowanego mechanizmu jego przecinania. Aby brykiet tworzony metodą zwijania z niepociętych roślin można było prawidłowo podzielić trzeba pamiętać, że wychodząc z komory wykonuje on ruch śrubowy. W celu uniknięcia rozwijania się brykietu w czasie jego przecinania narzędziem tnącym o ruchu obrotowym kierunek obrotu brykietu obu elementów powinien być zgodny, a ich prędkości liniowe podobne.

Słowa kluczowe: brykietowanie metodą zwijania, słoma, brykiet, prędkość obrotowa, prędkość liniowa, przecinanie

Wprowadzenie

W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku w USA oraz w latach siedemdziesiątych w krajach Europy Zachodniej, jak również w Polsce, prowadzono prace nad konstrukcją maszyn polowych i stacjonarnych, brykietujących siano i zielonkę na tzw. brykiet paszowy. Istotną korzyścią w procesie brykietowania siana tą metodą było nawet dwudziestokrotne zmniejszenie objętości gotowego produktu - w porównaniu z luźnym sianem. Brykietujące maszyny polowe formowały zagęszczony materiał roślinny masę w wałki, za pomocą mechanizmu składającego się z czterech wałków cylindrycznych lub stożkowych i umożliwiały uzyskanie produktu w postaci wałka zagęszczonego o średnicy około 80-100 mm. Następnie wałek ten dzieliły na odpowiednio długie odcinki przy wykorzystaniu różnych metod i urządzeń [Crane i in. 1964; Karczmarek i in. 1974; Matthies 1990; Mielec i in. 1982; Olejnik 1974].

Nie próbowano wówczas stosować tej metody do słomy zbożowej. Próby takiego zastosowania są prowadzone w PIMR w Poznaniu [Adamczyk i in. 2005, 2006; Adamczyk 2010; Kęska i in. 2005]. W pracy zawarto analizę ruchu brykietu i opracowanego mechanizmu dzielącego brykiet na odcinki.

Cel badań

Celem badań było określenie zależności pomiędzy prędkością obrotową i prędkością wysuwania się z komory brykietującej tworzonego z niepociętej słomy metodą zwijania brykietu a prędkością urządzenia dzielącego go na odcinki o odpowiedniej długości.

Materiał i metodyka badań

Przebieg badań

Do badań wykorzystano słomę pszeniczną ze zbiorów w 2008 roku pochodzącą z gospodarstwa rolnego z okolic Poznania.

Zasadnicze etapy przeprowadzonych badań laboratoryjnych obejmowały:

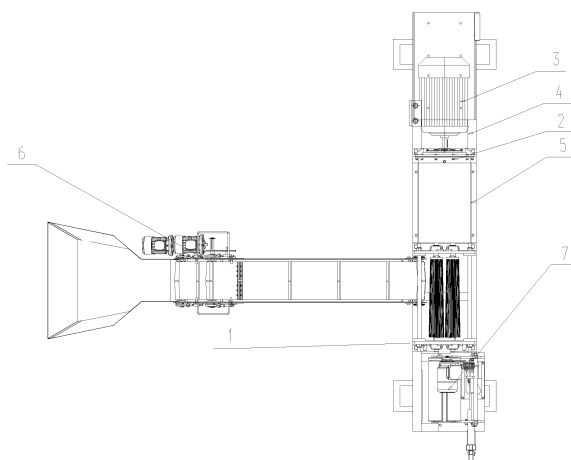
- wyznaczenie prędkości obrotowej brykietu,
- pomiar prędkości wysuwania się brykietu,
- pomiar prędkości przesuwania się ramienia prowadzącego zespołu odcinającego.

Wszystkie badania prowadzono dla kąta skręcenia walców brykietujących $\beta = 5^\circ$, prędkości obrotowej silnika 1500 min^{-1} oraz przełożenia między kołem pasowym silnika a kołem pasowym napędu walców brykietujących $i = 6$.

Badania przeprowadzono w laboratorium Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu.

Wyznaczanie prędkości obrotowej brykietu

Brykietowanie niepociętej słomy pszenicznej metodą zwijania prowadzono na stanowisku badawczym szczegółowo opisanym w pracach [Adamczyk i in. 2005, 2006; Adamczyk 2010] i przedstawionym schematycznie na rys. 1.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego do badania procesu zagęszczania słomy metodą zwijania. 1 - segment rolujący, 2 - przekładnia wielodrożna, 3 - silnik elektryczny, 4 - podstawa, 5 - rama z wałami przegubowo - teleskopowymi, 6 - zespół podający, 7 - zespół odcinający

Fig. 1. The scheme of the test stand for the research of the process of straw compaction by the curling method. 1 - rolling segment, 2 - multipath transmission, 3 - electric motor, 4 - base, 5 - frame with PTO shafts, 6 - feeding unit, 7 - shut off unit

Prędkość obrotową brykietu wyznaczono z zależności (1):

$$n_b = n_w \cdot \mu \quad (1)$$

gdzie:

- n_b – prędkość obrotowa brykietu w [min^{-1}],
- n_w – prędkość obrotowa walców w [min^{-1}],
- μ – współczynnik tarcia słomy o stal.

Pomiar prędkości obrotowej walców brykietujących wykonano zgodnie z metodyką opisaną przez Autora w pracy [Adamczyk 2010]. Brykietowanie było prowadzone dla najwyższej możliwej prędkości obrotowej walców brykietujących – 250 min^{-1} . Jest ona wypadkową zadanej silnikowi prędkości obrotowej i przełożeń na drodze pomiędzy wałem silnika napędowego i walcami brykietującymi.

Pomiar prędkości wysuwania się brykietu

W pracy [Adamczyk 2010] wyznaczono także teoretyczne prędkości wysuwania się brykietu. Nie uwzględniały one jednak wartości tarcia słomy po stali, która znacznie zmniejszała tę prędkość. Dla uzyskania rzeczywistych wartości prędkości wysuwania się brykietu wykonano 5-krotnie pomiary czasu wysuwania się brykietu z komory brykietowania przy jej określonych nastawach na wyznaczonym odcinku - 260 mm, z dokładnością ± 1 mm. Czas mierzono stoperem dokładnością do 0,01 s, natomiast długość odcinka przy miarem wstęgowym. Prędkość obrotowa silnika była zadawana i kontrolowana z dokładnością do 1 min^{-1} przez przetwornicę częstotliwości typu pDRIVE MX.

Pomiar prędkości przesuwania się ramienia prowadzącego zespołu odcinającego

Aby określić prędkość przesuwania się zespołu tnącego mechanizmu odcinającego brykiet wyznaczono przez pomiar długości drogi s przemieszczania się ramienia dźwigni dwuramiennej w prowadnicy, zarówno w ruchu roboczym jak i powrotnym oraz czasu t pokonywania tej drogi przez ramię dźwigni. Czas mierzono stoperem dokładnością do 0,01 s, natomiast długości drogi - suwmiarką MAUb-200, z dokładnością 0.05 mm.

Prędkość przesuwania się zespołu tnącego określano ze zależności (2):

$$v_{zt} = \frac{s}{t} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad (2)$$

gdzie:

- s – długość drogi przemieszczania się ramienia dźwigni [mm],
- t – czas [s].

Wyniki badań i ich dyskusja

Wychodzący z komory brykietowania brykiet ma śrubową trajektorię ruchu. Walce brykietujące nadają mu ruch obrotowy z prędkością n_b , a równocześnie ich wzajemne ustawienie powoduje jego wysuwanie się z komory brykietowania z prędkością liniową v_b

[Adamczyk i in. 2005, 2006; Adamczyk 2010; Karczmarek i in. 1974; Kęska i in. 2005; Olszewski 1973; Osobow i in. 1974].

Rzeczywista prędkość obrotowa brykieta jest mniejsza od prędkości walców brykietujących (patrz tab.1), ponieważ pomiędzy brykietem a walcami działa siła tarcia powodująca poślizg słomy po stali. Przyjmując współczynnik tarcia słomy o wilgotności około 20% po stali wynosi 0,4 [Kanafojski, Karwowski 1972], z zależności (1) wyznaczono prędkość obrotową brykieta dla różnych prędkości obrotowych silnika napędowego. Wyniki pomiarów i obliczeń zestawiono w tab. 1

Tabela 1. Prędkości obrotowe walców brykietujących i brykieta dla różnych prędkości obrotowych silnika napędowego

Table 1. Rotation velocity of briquetting rollers and briquette for different rotation velocity of the driving motor

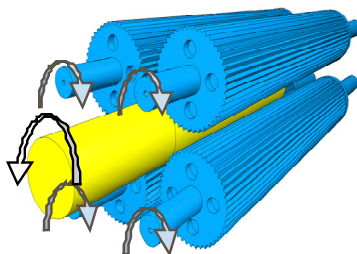
Częstotliwość prądu [Hz]	Prędkość obrotowa silnika [min^{-1}]	Prędkość obrotowa walców [min^{-1}]	Prędkość obrotowa brykieta [min^{-1}]
15	450	75	26,8
20	600	100	36
25	750	125	44,8
30	900	150	54
35	1050	175	62,8
40	1200	200	72
45	1350	225	81,2
50	1500	250	100

Źródło: badania własne

Dla najwyższej prędkości obrotowej silnika zarazem walców brykietujących oraz przy zachowaniu wspomnianych wcześniej parametrów brykietowanej słomy i ustawień urządzenia, uzyskiwano brykiety o największym zagęszczeniu, osiągając zadawalającą wydajność pracy [Adamczyk 2010]. Prędkość obrotowa brykieta tworzonego metodą zwiłania jest ważnym parametrem w kontekście jego przecinania, jednak ważniejszym elementem pracy zespołu brykietującego, istotnie wpływającym na możliwość odcinania tworzonego brykieta jest jego kierunek obrotu względem kierunku obrotu elementu tnącego. Kierunki obrotów walców brykietujących i brykieta przedstawia rys. 2.

Aby zapobiec rozwijaniu się brykieta w czasie jego przecinania elementem tnącym o ruchu obrotowym kierunek obrotu brykieta powinien być zgodny z kierunkiem obrotu elementu tnącego. W przypadku opracowanego zespołu odcinającego ten warunek został spełniony.

Średnia wartość wyznaczanej doświadczalnie prędkości liniowej brykieta wyniosła $0,03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Oznacza to, że minimalna prędkość ruchu postępowego narzędzia tnącego musi być równa tej wartości. Wolniejszy ruch narzędzia powodowałby blokowanie wysuwającego się brykieta, natomiast szybszy – powstawanie szerszego i skośnego rzazu.



Źródło: Adamczyk 2010

Rys 2. Model zespołu brykietującego stanowiska laboratoryjnego wraz z brykietem i kierunkami obrotów
Fig. 2. A model of the briquetting unit of a laboratory stand with a model of the briquette and the direction of rotation

Brykiet tworzony metodą zwijania z niepociętych roślin jest to walec bez końca, który dla jego racjonalnego wykorzystania należy podzielić na odcinki o odpowiedniej długości. [Adamczyk i in. 2005, 2006; Karczmarek i in. 1974; Kęska i in. 2005; Olszewski 1973; Osobow i in. 1974]. Dla skutecznego przecinania takiego brykietu należy wyznaczyć wartości jego prędkości liniowej i obrotowej, a następnie dostosować prędkości ruchów mechanizmu cięcia. Musi ten musi bowiem jednocześnie przecinać obracający się walec brykietu i nadażać za jego liniowym ruchem wysuwającym. W zastosowanym na stanowisku badawczym zespole odcinającym ruch posuwisty narzędzia tnącego jest realizowany przez mechanizm zwrotnicy i dźwignię dwuramienną. Jeden koniec dźwigni jest prowadzony w bieżni mechanizmu zwrotnicy, a na drugim jest zamontowane narzędzie tnące (piła tarczowa, nóż tarczowy rys. 3).



Rys. 3. Zespół odcinający w czasie badań
Fig. 3. Shut-off unit during the tests

Wartości pomiarowe czasu pokonywania drogi roboczej i powrotnej (jałowej) przez ramię prowadzące mechanizmu odcinającego brykiet zestawiono w tab. 2.

Tabela 2. Czas i droga w ruchu roboczym i jałowym zespołu tnącego mechanizmu odcinającego brykiet

Table 2. Time and route in the working and idle motion-of the briquette cutting off mechanism

Lp.	Ruch roboczy		Ruch powrotny (jałowy)	
	Czas [s]	Droga [m]	Czas [s]	Droga [m]
1.	6,52	0,200	5,99	0,185
2.	6,50		5,73	
3.	6,45		5,99	
4.	6,44		5,82	
5.	6,50		5,90	

Źródło: badania własne

Na podstawie tych pomiarów, z zależności (2) wyznaczono prędkości ruchu roboczego i jałowego ramienia prowadzącego narzędzia tnącego. Średnia wartość prędkości ruchu roboczego i ruchu jałowego wynosiła $0,031 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jest to prędkość zgodna z wyznaczoną prędkością wysuwania się brykietu dla wykorzystywanej w czasie badań konfiguracji ustawień zespołu brykietującego. Przeprowadzone próby odcinania tworzonego brykietu potwierdziły prawidłowość wykonania obliczeń teoretycznych. Przecinananie zachodziło prawidłowo, rzaz był prosty i o odpowiedniej szerokości.

Podsumowanie i wnioski

Brykiet tworzony metodą zwijania z niepociętych roślin jest to walec bez końca, który dla dalszego wykorzystania musi zostać podzielony na odcinki o odpowiedniej długości. Operację przecinania należy wykonywać bezpośrednio po wyjściu brykietu z komory brykietowania. Aby można ją było wykonać prawidłowo należy uwzględnić fakt, że wychodzący z komory brykiet wykonuje ruch śrubowy, który wzięto pod uwagę w zaprojektowanym

i zastosowanym na stanowisku badawczym zespole tnącym.

Analiza wyników przeprowadzonych badań eksperymentalnych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Aby zapobiec rozwijaniu się brykietu w czasie jego przecinania narzędziem tnącym o ruchu obrotowym, a taki zastosowano na stanowisku badawczym, kierunek obrotu brykietu obu elementów powinien być zgodny.
2. Średnia wartość prędkości ruchu roboczego i ruchu jałowego ramienia prowadzącego mechanizm tnący wynosiła $0,031 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oraz była spójna z wyznaczoną prędkością wysuwania się brykietu ($0,030 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) dla zastosowanej w czasie badań konfiguracji ustawień zespołu brykietującego, zapewniając działanie mechanizmu odcinającego. Przeprowadzone próby odcinania tworzonego brykietu potwierdziły prawidłowość teoretycznych obliczeń.

Bibliografia

- Adamczyk F., Frąckowiak P., Kośmicki Z., Mielec K.** 2005. Problematyka badawcza w procesie zagęszczania słomy przeznaczonej na opał. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Poznań. vol. 50. nr 4. s. 4-7.
- Adamczyk F., Frąckowiak P., Kośmicki Z., Mielec K., Zielnica M.** 2006. Badania eksperymentalne procesu zagęszczania słomy metodą zwijania. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Poanań. Vol. 51. Nr 3. s. 5-10.
- Adamczyk F.** 2010 Wpływ prędkości walców brykietujących na zagęszczenie tworzonego brykietu. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Poznań. Vol. 55. Nr 3. s. 7-10.
- Crane J., W., Tarbox J., P.** Hay pelleter. Sperry Rand Corporation, New Holland. Philadelphia. USA. US patent No 3,362,142. Filed 17.04.1964, Ser. No. 360,495. Patented 09.01.1968.
- Kaczmarek J., Malużyński M., Liska M.** 1974. Stan techniki w dziedzinie brykieciarek pracujących na zasadzie zwijania. Maszynopis Nr PIMR-3717. PIMR Poznań.
- Kanafojski Cz., Karwowski T.** 1972. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T. 2, Maszyny do zbioru ziemiopłodów. PWRiL Warszawa.
- Kęska W., Kośmicki Z., Mielec K.** 2005. Matematyczne modelowanie brykietowania słomy metodą zwijania. VIII Międzynarodowa konferencja naukowa „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”. Wrocław – Polanica Zdrój 21-24 VI 2005. s. 65-71.
- Matthies H., J.** Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von hochverdichteten zylindrischen Presslingen aus loseem Halmgut. Gebrüder Welger GmbH & Co. Wolfenbüttel. Deutschland. Europäische Patentanmeldung, 0 366 936. Anmeldenummer: 89118023.4. Veröffentlichungstag der Anmeldung 09.05.90.
- Mielec K., Krawiec K., Będzitko H.** Przyrząd do cięcia brykietów paszowych w brykieciarce zwijającej. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych. Poznań. Polska. Odpis patentowy. 107887. Zgłoszenie P.206567 z 03.05.1978. Opublikowane 01.07.1982
- Olejnik A.** 1974. Brykietowanie siana metodą zwijania. Teoria i konstrukcja. Maszynopis Nr PIMR 4231. PIMR Poznań.
- Olszewski T.** 1973. Dobór optymalnych parametrów zespołu brykietującego zielonki metodą zwijania. Praca doktorska. Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- Osobow W. I., Wasiljew G. K., Golianowskij A. W.** 1974. Maszyny i oborudowanie dla uplotnienia sieno-solomistych materiałów. Maszynostrojenie. Moskwa.

MOTION PARAMETERS OF BRIQUETTE FORMED BY THE ROLLING METHOD AND ITS CUTTING OFF

Abstract. The study presents analysis of influence of rotation and linear velocity of an outgoing briquette on performance of its developed cutting mechanism. In order to divide briquette correctly, which was previously formed by the rolling method out of uncut plants, one shall remember that the briquette performs a screw motion while getting out of a chamber. In order to avoid briquette unrolling during cutting by a rotary cutting-knife, the rotary direction of both elements should be consistent and their linear velocities similar.

Key words: briquetting with the curling method, straw, briquettes, rotation velocity, linear velocity, cutting off

Adres do korespondencji:

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