

MOBILNE MASZYNY DO PELETOWANIA SŁOMY

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd rozwiązań technicznych instalacji przewoźnych i maszyn samobieźnych do wytwarzania peletu ze słomy i siana. Zaprezentowano nowatorskie rozwiązanie granuladora zębatego. Opisano konstrukcję mobilnego kombajnu do zbioru i peletowania słomy, w którym zastosowano granulador zębaty.

Słowa kluczowe: słoma, siano, peletowanie, granulador zębaty, urządzenia mobilne

Wprowadzenie

W klasycznych technologiach zbioru, transportu i magazynowania materiałów objętościowych, takich jak słoma lub siano zaangażowanych jest wiele specjalistycznych maszyn. Są to między innymi: przyczepy samozbierające, prasy zwijające lub kostkujące, podnośniki i specjalistyczne platformy do załadunku i transportu. Przechowywanie zebranej biomasy odbywa się najczęściej na wolnym powietrzu w stertach ze sprasowywanych bali lub kostek, a także w stodołach lub pod wiatami. Poprzez sprasowanie słomy w maszynach zbierających można uzyskać jej gęstość w granicach $50-130 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ [1]. Jest to małe zagęszczenie biomasy, więc koszty transportu i magazynowania są znaczne, a przechowywanie słomy w pomieszczeniach zamkniętych może być nieoptymalne. Zwiększenie gęstości słomy lub siana podczas zbioru poprzez doprowadzenie do postaci peletu (masa usypowa: $550-750 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) może poprawić tę sytuację, gdyż umożliwi zastosowanie tradycyjnych środków transportu używanych w rolnictwie (przyczepa i ciągnik) oraz obniży koszty przechowywania [4].

Granulat ze słomy lub siana ma kilka zastosowań, może być użyty jako pasza i jako ściółka w chowie zwierząt, jest również bardzo dobrym materiałem energetycznym [9]. Dotychczas do produkcji peletu z materiałów roślinnych powszechnie są wykorzystane stacjonarne zestawy maszyn. Projektowane są również linie częściowo mobilne oraz konstrukcje maszyn peletujących w pełni mobilnych, które granulują słomę i siano podczas zbioru na polu.

Częściowo mobilne linie do wytwarzania peletu

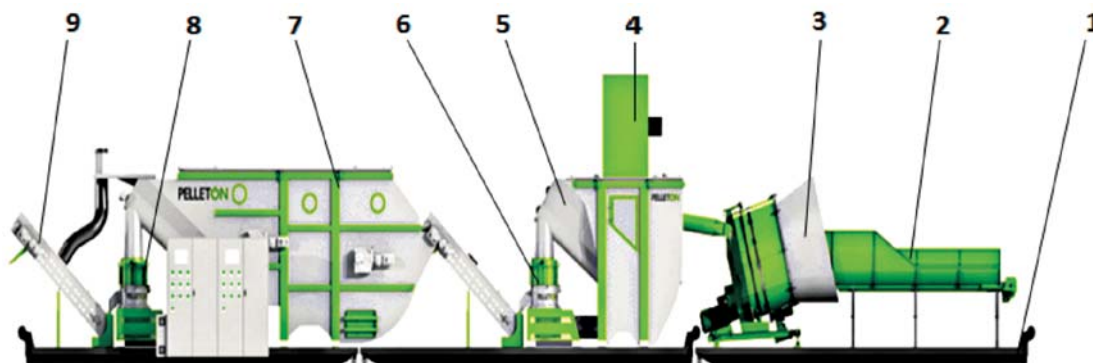
Instalacje częściowo mobilne to instalacje podobne do stacjonarnych, składające się z zestawu maszyn i urządzeń,

przygotowującego biomase do procesu zgranulowania i granulującego ją [2, 7, 10]. Częściowa mobilność tych linii wynika głównie z tego, że są one montowane na kontenerowych platformach pozwalających na szybkie przemieszczanie. Przykładem linii częściowo mobilnej jest zestaw maszyn firmy Pelleton, który został przedstawiony na rys. 1 [10]. Linia może być zestawiona u rolnika, a po skończonej granulacji można ją załadować na typowe naczepy lub samochody wyposażone w system HDS i przewieźć w następne miejsce.

Wydajność zestawu z dwoma granulatorami zależy w dużej mierze od rodzaju i parametrów surowca (wilgotności i stopnia rozdrobnienia) [3]. Linia częściowo mobilna charakteryzuje się łatwą obsługą oraz prostą i stabilną konstrukcją. Surowcem może być słoma zbóż, rzepaku, kukurydzy, siano oraz biomasa pochodząca z koszenia nieużytków, a także rośliny uprawiane specjalnie na cele energetyczne, np. miskant. Przy produkcji istnieje możliwość własnego zestawienia zawartości granulatu, a także możliwość mieszania ze sobą takich surowców, jak zboże i siano w ilościach gwarantujących zapotrzebowanie w minerały i witaminy.

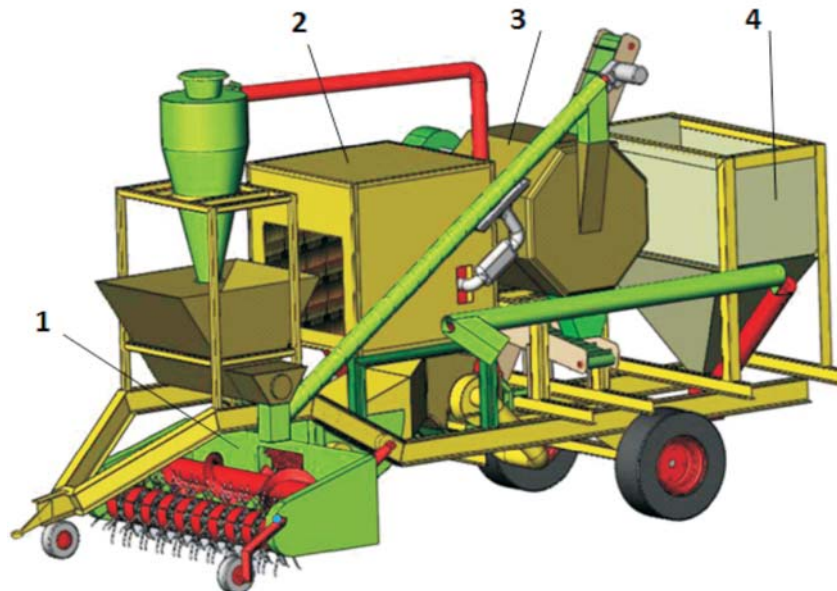
Mobilne maszyny do wytwarzania peletu

Naukowcy z Wydziału Mechanicznego i Instytutu Badawczego Rolnictwa i Rybołówstwa w Belgii opracowali koncepcję maszyny w pełni mobilnej do granulacji słomy (rys. 2) [2]. Maszyna może pozyskiwać słomę lub siano bezpośrednio z pola za pomocą adaptera podbierającego. Adapter może być demontowany i zastąpiony przez układ z przenośnikiem służącym do dostarczania słomy do maszyny również z bel. Słoma, zanim trafi do granuladora, przechodzi etap częściowego rozdrobnienia w systemie rozdrabniająco-czyszczącym. Następnie transportowana jest za pomocą przenośnika ślimaka



Rys. 1. Schemat przenośnej linii do produkcji peletu firmy Pelleton [10]: 1 - platforma kontenerowa, 2 - stół podawczy, 3 - rozdrabniacz, 4 - układ filtracji, 5 - bufor dozujący, 6 - granulador wstępny, 7 - mieszalnik, 8 - granulador końcowy, 9 - chłodnica peletów

Fig. 1. Scheme of Pelleton transportable line for pellet production [10]: 1 - container platform, 2 - feed table, 3 - shredder, 4 - filtration system, 5 - dosing buffer, 6 - preliminary granulator, 7 - mixer, 8 - final granulator, 9 - pellet cooler



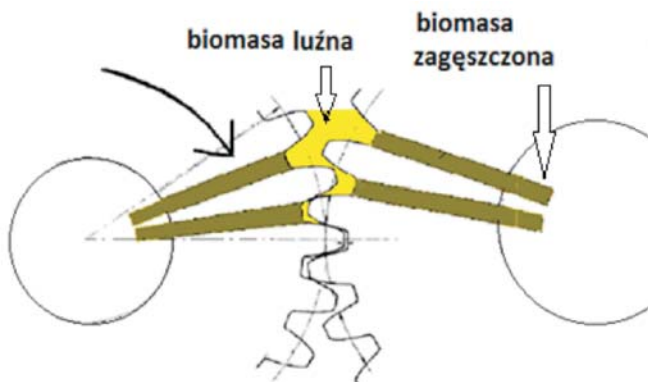
Rys. 2. Koncepcja mobilnego urządzenia do granulacji słomy [2]: 1 - adapter, 2 - zespół rozdrabniająco-czyszczący, 3 - granulator, 4 - zbiornik

Fig. 2. Concept of the mobile straw pelletizing machine [2]: 1 - adapter, 2 - crushing and cleaning unit, 3 - granulator, 4 - hopper

kowego do granulatora. Gotowy wyrób w postaci peletu wrzucany jest do zbiornika. Maszyna może być zasilana silnikiem wysokoprężnym, z którego spaliny mogą zostać wykorzystane do ogrzania biomasy.

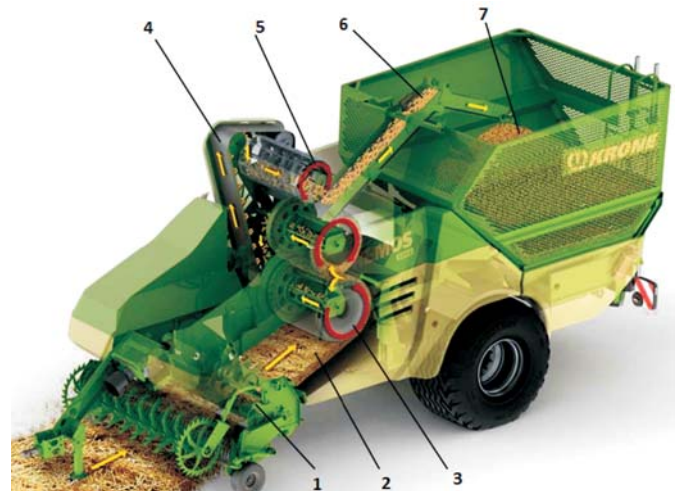
Słomę można poddać granulacji tylko wtedy, gdy zawartość wilgoci wynosi 10-15%. Biorąc pod uwagę zmienne warunki klimatyczne wpływające na utrzymanie odpowiedniej wilgotności biomasy, leżącej w pokosie, przypuszczalnie tylko przez część pogodnego dnia biomasa będzie mogła być przetwarzana na pelet bezpośrednio na polu. Przy szczególnie niekorzystnych warunkach pogodowych w okresie zbiorów może to stanowić olbrzymi problem [2]. W koncepcji mobilnej maszyny do pelletowania słomy uwzględniono granulator zębaty, składający się z dwóch metalowych cylindrów z zębami. Model granulatora przedstawiony został na rys. 3. Są to dwa obracające się cylindry zazębiane ze sobą, podobnie jak koła w przekładni zębatej, wewnątrz których, poprzecznie do osi obrotu, wykonane zostały otwory służące do zagęszczania biomasy. Luźna biomasa wprowadzana jest pomiędzy cylindry, a następnie zębami wgniatana w otwory w cylindrach, w których jest granulowana. Pelet wypada z otworów do wnętrza cylindrów. Zaletą tego typu urządzenia jest duża wydajność i prosty sposób wytwarzania granulatu.

Firma Krone wykorzystala granulator zębaty i zbudowała pierwszy na świecie mobilny kombajn do produkcji peletu Krone Premos 5000 (rys. 4) [5, 8, 9].



Rys. 3. Model granulatora zębatego [2]

Fig. 3. Model of twin gear granulator [2]



Rys. 4. Kombajn do pelletowania Krone Premos 5000 [9]: 1 - zespół podbierający, 2 - przenośnik taśmowy, 3 - granulator zębaty, 4 - przenośnik czerpakowy, 5 - przesiewacz bębnowy, 6 - przenośnik, 7 - zbiornik

Fig. 4. Pelletizing Combine - Krone Premos 5000 [9]: 1 - pick up, 2 - conveyor belt, 3 - twin gear granulator, 4 - scoop conveyor, 5 - screening drum, 6 - conveyor; 7 - hopper

Produkcja peletu odbywa się bezpośrednio z pokosu. Materiał jest zbierany przez zespół podbierający o szer. 2,35 m, z walcem zębatym, i przetrzutnikiem obrotowym, którym dalej transportowany jest na przenośnik taśmowy - 2. Przenośnik taśmowy wrzuca biomasę do granulatora zębatego - 3, w którym zastosowano cylindry o szerokości 800 mm i średnicach równych 800 mm, z otworami do zagęszczania biomasy o średnicy 16 mm. Przenośnik czerpakowy - 4 zbiera pelet pod dolnym cylindrem granulatora i transportuje na przesiewacz bębnowy - 5, gdzie następuje oddzielenie pyłu i odsianie drobnych zanieczyszczeń. Podczas granulowania materiał nagrzewa się do temperatury 80°C. W celu schłodzenia peletu, do zbiornika - 7, w którym jest gromadzony produkt, od dołu wtłaczane jest powietrze. Kombajn Premos 5000 ma pojemność zasobnika do 9 m³ o dopuszczalnej masie załadowniczej do 5000 kg [5, 8]. Może pracować on z prędkością

Tabela. Zestawienie danych techniczno-eksploatacyjnych mobilnych i przewoźnych maszyn do peletowania słomy i siana
Table. Specification of technical and operational data of mobile machines for straw and hay pelleting

| Parametr | Przewoźna linia do peletowania [10] | Mobilna maszyna do granulacji słomy [2] | Kombajn Krone Premos 5000 [5, 8, 9] |
|-------------------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Wydajność, [kg·h ⁻¹] | ok. 1000 | 1000 | 5000 |
| Wilgotność materiału wsadowego, [%] | ok. 18-20 | 10-15 | 12-15 |
| Moc zasilania, [kW] | Prąd elektryczny z sieci lub agregat prądowłczy 18,5 | 35 | Ciągnik o mocy 300 |
| Masa urządzenia, [t] | ok. 27,5 | - | ok. 13 |

3-4 km·h⁻¹. Maszyna zużywa jedynie połowę energii zwykle używanej do produkcji peletu w instalacjach stacjonarnych. Eliminuje w ten sposób całą logistykę i złożony łańcuch typowych czynności podczas zbioru i granulowania, obejmujący prasowanie słomy, gromadzenie balotów, przewóz, przeładunek, składowanie, a następnie peletowanie. Zaletą Premos 5000 jest fakt, że może być również stosowany poza okresem żniw jako stacjonarna maszyna do granulowania, pod warunkiem, że zainstalowany w nim będzie rozwijacz bel. Kombajn Krone Premos 5000 będzie dostępny w sprzedaży od 2017 r.

Podsumowanie

Rosnący popyt na maszyny do wytwarzania peletu sprzyja ich rozwojowi. Zaprezentowane przewoźne i mobilne maszyny do granulowania słomy i siana różnią się od siebie zasadą działania, wydajnością oraz sposobem przygotowania i podawania biomasy. W tabeli zestawiono ich podstawowe parametry techniczne.

Jednym z istotnych parametrów pozwalających na ocenę zestawu granulującego jest jego wydajność. Najwyższą wydajnością wyróżnia się kombajn do peletowania Krone Premos 5000. Inną cechą charakterystyczną jest całkowita masa maszyny. Linia przewoźna, zawierająca wiele urządzeń wspomagających proces peletowania, jest najcięższa. Konieczność przemieszczania mobilnych peletarek za ciągnikiem zmusiła konstruktorów do ograniczenia masy maszyn, a zarazem do uproszczenia ich konstrukcji. W kombajnie Krone Premos 5000 zastosowano mało skomplikowany układ oczyszczający biomasę przed granulowaniem. Usuwanie zanieczyszczeń mineralnych odbywa się w zasadzie tylko w zespole podbierającym i w przenośniku transportującym biomasę do granulatora. Do rozdrabniania surowca i przygotowania go do procesu granulacji służy jedynie sam granulator zębaty.

Wymagania co do wilgotności surowca, mającej duży wpływ na jakość uzyskiwanego peletu, mogą być utrudnieniem w wykorzystaniu mobilnych maszyn do peletowania biomasy [6]. Firma Krone przewiduje dodawanie wody do zbyt suchej biomasy podczas granulowania w modelu Premos, ale poważnym ograniczeniem może być nadmierna wilgotność zbieranego surowca.

Bibliografia

- [1] Denisiuk, W.: Słoma jako paliwo. Inżynieria Rolnicza, 2009, 1(110), 83-89.
- [2] Deprez K., Haems P., Riviere L.V., Van Overbeke P., Vangeyte J.: Development of a mobile straw pelletizing machine https://www.researchgate.net/publication/268352300_Development_of_a_mobile_straw_pelletizing_machine.
- [3] Hejft R.: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Politechnika Białostocka, Katedra Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, 2002.
- [4] Karcz H., Kantorek M., Grabowicz M., Wierzbicki K.: Możliwość wykorzystania słomy jako źródła paliwowego w kotłach energetycznych. Piece Przemysłowe 7 kotły 11-12, 2013. www.ppik.pl.
- [5] Przybył J.: Krone Premos 5000 - mobilna peletarka. Złoto targów Agritechnica 2015. <http://www.agropolska.pl/technika-rolnicza/maszyny-i-urzadzenia-inne/krone-premos-5000-mobilna-peletarka-zloto-targow-agritechnica-2015,80,2.html>.
- [6] Serrano C., Monedero E., Lauperta M., Portero H.: Effect of moisture content, particle size and pine addition on quality parameters of barley straw pellets. Fuel Processing Technology, 2011, 92 (3), 699-706.
- [7] http://www.est.net.pl/i_mobilne_linie.html.
- [8] <http://landmaschinen.krone.de/english/news/agritechnica-news/krone-presents-the-worlds-first-pellet-harvester/>.
- [9] <https://www.agritechnica.com/en/innovations/innovations-2015/innovations-detail/article/premos-5000-0000746/>.
- [10] <http://pelleton.pl/>.

MOBILE MACHINES FOR STRAW PELLETING

Summary

In the article there is presented an overview of technical solutions for transportable installations and self-propelled machines to pelleting straw and hay. The paper presents also an innovative solution of twin gear granulator. Construction of mobile machine with twin gear granulator for harvesting and pelleting straw was described.

Key words: straw, hay, pelleting, twin gear granulator, mobile pelleting machine



A DICTIONARY OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SIX LANGUAGES

Jest pierwszym tego typu słownikiem wydany w Polsce.

Zawiera on ponad 13.350 wiodących angielskich terminów podanych w układzie alfabetycznym z odpowiednikami w języku polskim, niemieckim, francuskim, włoskim i rosyjskim.

Wydawca: PIMR Poznań.