

WPŁYW WILGOTNOŚCI SŁOMY ZBOŻOWEJ NA STOPIEŃ ZAGĘSZCZENIA UZYSKIWANYCH BRYKIETÓW

Florian Adamczyk

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

Streszczenie. Jedną z dróg zagospodarowania nadwyżek słomy jest wykorzystanie jej w energetyce. Dla ujednoczenia i polepszenia przydatności słomy do celów energetycznych należy zwiększyć jej gęstość, co można uzyskać przez zagęszczenie jej jako masy luźnej. Jeden ze sposobów brykietowania słomy i materiałów słomiastych polega na zwijaniu warstwy nie pociętego materiału przez obracające się w jednym kierunku walce. Aby wykonane brykiety miały odpowiednie zagęszczenie i trwałość, brykietowany materiał powinien się charakteryzować także odpowiednimi parametrami. W pracy zawarto analizę wpływu wilgotności słomy pszennej na stopień zagęszczenia brykietów uzyskanych tą metodą.

Słowa kluczowe: słoma, wilgotność, brykietowanie metodą zwijana, stopień zagęszczenia brykietów

Wprowadzenie

Jedną z możliwości zagospodarowania nadwyżek słomy jest wykorzystanie jej w energetyce [Hejft 2002; Łabiak i in. 2005; Prawo energetyczne; Wójcik 2005]. W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii, słoma w postaci nieprzetworzonej jest dość uciążliwym materiałem energetycznym. Wynika to stąd, iż jest to materiał niejednorodny, o niewielkiej wartości energetycznej, szczególnie odniesionej do jednostki objętości, w porównaniu do konwencjonalnych nośników energii. Dla ujednoczenia i polepszenia przydatności słomy do celów energetycznych należy luźną masę słomy poddać procesowi zagęszczenia. Taką formę można uzyskać np. przez brykietowanie. W celu dalszego ułatwienia obrotu słomą formuje się z niej stosunkowo niewielkie elementy (brykiety) w postaci trwałych kostek, krótkich walców lub innych form. W praktyce brykiety ze słomy są wytwarzane w urządzeniach z układami roboczymi „zamknięta komora – tłok zagęszczający” lub przy zastosowaniu zwięzającego się ślimaka dwuzwojowego. Do wad tych urządzeń należy zaliczyć energochłonność procesu oraz konieczność wcześniejszego pocięcia słomy na sieżkę [Hejft 2002; Łabiak i in. 2005; Lewandowski 2007].

Inny sposób brykietowania słomy i materiałów słomiastych polega na zwijaniu warstwy nie pociętego materiału dostarczanego do wnętrza komory utworzonej pomiędzy obracającymi się w jednym kierunku walcami. Osie ich są skrócone o pewien kąt w stosunku do osi komory brykietownia, będącej zarazem osią tworzonego brykietu, co decyduje o stopniu zagęszczenia tworzonego brykietu [Adamczyk i in. 2005; Adamczyk i in. 2006].

Aby wykonane tą metoda brykiety miały odpowiednie zagęszczenie i trwałość poddany temu procesowi materiał powinien się charakteryzować także odpowiednimi parametrami. Najważniejsze z nich to wilgotność słomy i długość jej źdźbeł. W pracy zostanie omówiony wpływ wilgotności słomy pszennej na stopień zagęszczenia uzyskanych z niej brykietów.

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było wyznaczenie zakresu wilgotności nie pociętej słomy zbożowej przeznaczonej do brykietowania, dla której brykiety tworzone metodą zwijania wykazywałyby się największym stopniem zagęszczenia.

Przebieg badań

Badania przeprowadzono w laboratorium Zespołu Badań i Rozwoju Urządzeń do Pozyskiwania Energii Odnawialnej, Prac Gospodarskich i Magazynowych Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu.

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

Zasadnicze etapy przeprowadzonych badań laboratoryjnych obejmowały:

- przygotowanie porcji słomy przeznaczonej do brykietowania poprzez ich wcześniejsze nawilżanie wodą,
- pomiar wilgotności słomy metodą suszarkowo-wagową dla losowo wybranych próbek z przygotowanych porcji,
- brykietownie przygotowanej słomy metodą zwijania,
- dzielenie uzyskanego brykietu na odcinki,
- pomiary geometryczne i masowe wybranych brykietów (odcinków) w celu wyznaczenia ich stopnia zagęszczenia.

Przygotowanie słomy do badań

Z posiadanej, w postaci beli zwijanej, słomy wydzielono jednakowe wagowo porcje przeznaczone do brykietowania. Z tych porcji pobierano próbki do pomiaru wilgotności, resztę słomy poddawano brykietowaniu w ustalonych warunkach pracy stanowiska laboratoryjnego. Po zbrykietowaniu słomy o wilgotności początkowej ok. 10%, kolejne dwie przygotowane porcje słomy skropiono wodą i pozostawiono na 24 godziny, aby słoma wchłonęła wodę. Po tym czasie z tych porcji pobrano próbki do zbadania wilgotności, a resztę słomy zbrykietowano. Przygotowanie kolejnych próbek odbywało się według tej samej procedury – różniła się tylko ilość wody jaką zraszano słomę. Każdorazowo zwiększano ją o ok. 20% uzyskując w ten sposób zróżnicowaną wilgotność słomy poddawanej brykietowaniu metodą zwijania.

Pomiar wilgotności słomy

Wilgotność słomy w procentach wagowych oznaczano metodą suszarkowo-wagową. Słoma do oznaczania wilgotności była wybierana losowo z porcji aktualnie przeznaczonej do brykietowania, ważona na wadze laboratoryjnej WS-21, a następnie przez 3 godziny suszona w temperaturze 130°C w suszarce laboratoryjnej (rys 1). Po upływie tego czasu słomę wyjmowano z suszarki i ponownie ważono.

Wilgotność w określano ze znanej zależności (1):

$$w = \frac{(E - m) \cdot 100}{E} [\%] \quad (1)$$

gdzie:

- E – początkowa masa badanej próbki [g],
- m – masa próbki po wysuszeniu [g].



Rys. 1. Wiązki słomy w suszarce laboratoryjnej przed rozpoczęciem suszenia
Fig. 1. Straw bundles in laboratory drier before commencement of drying

Pomiar stopnia zagęszczenia materiału Δ

Stopień zagęszczenia materiału Δ wyznaczono z następującej zależności (2) [Olszewski 1973]:

$$\Delta = \frac{\gamma}{\gamma_0} \quad (2)$$

gdzie:

- γ_0 – zagęszczenie słomy w podawanej warstwie [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
- γ – zagęszczenie słomy w brykiecie [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$].

Zagęszczenie słomy γ_o , używanej do brykietowania określono poprzez wyznaczenie masy słomy i zajmowanej przez nią objętości.

Z brykietu (rys. 2) uzyskanego po każdej przeprowadzonej na stanowisku laboratoryjnym (rys. 3) właściwej próbie brykietowania odcinano fragmenty o długości ok. 150 mm, ważono brykiety na wadze laboratoryjnej WS-21. Następnie mierzono ich wymiary geometryczne - średnicę (w 3-4 miejscach) oraz długość. Z uzyskanych danych wyliczano objętość zajmowaną przez brykiet i wyznaczano zagęszczenie brykietu γ .



Rys. 2. Przekrój poprzeczny przez wykonany brykiet
Fig. 2. Cross-section of a completed briquette



Rys. 3. Stanowisko laboratoryjne do badania procesu brykietowania słomy metodą zwijania
Fig. 3. Laboratory setup for examining straw briquetting process using rolling method

Dyskusja wyników badań

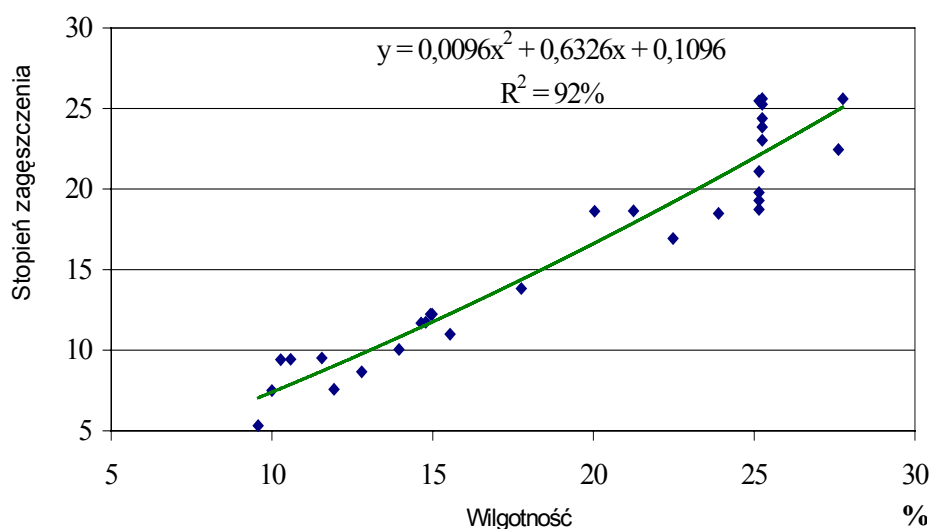
Słoma wykorzystywana do celów energetycznych musi spełniać określone wymagania technologiczne. Jednak w Polsce jak dotychczas parametry charakteryzujące słomę, jako materiał energetyczny nie zostały znormalizowane. Najczęściej oceny jakości dokonuje się na podstawie: wartości opałowej, wilgotności i stopnia zwiędnięcia [Grzybek i in. 2001; Juliszewski 2009].

Wilgotność słomy świeżej zawiera się najczęściej między 12 a 22% i głównie zależy od rodzaju rośliny i warunków atmosferycznych w jakich odbywa się zbiór. Słoma o dużej wilgotności wprawdzie zagęszcza się bardzo dobrze, ale w czasie składowania będzie miała tendencję do butwienia i gnicia, jeżeli nie zostanie poddana wcześniejszemu dosuszeniu. Zbyt wysoka wilgotność słomy także negatywnie wpływa na wartość uzyskanej energii z jej spalania. W takim przypadku znaczna jej część musi zostać spożytkowana na suszenie słomy a nie na cele użyteczne.

Słoma o mniejszej wilgotności wykazuje się znaczną łamliwość i kruchością, co utrudnia jej zwijanie i zagęszczanie. Maksymalna dopuszczalna wilgotność dla słomy przeznaczonej do spalania jest różna dla różnych instalacji spalających, na ogół zawiera się w granicach 18–25% [Grzybek i in. 2001; Juliszewski 2009].

Badania przeprowadzono przy wilgotności słomy przeznaczonej do zagęszczania zawierającej się pomiędzy 10–30%. Najwięcej prób wykonano dla słomy o wilgotności z przedziału 15–25%.

Odpowiada ona wilgotności słomy pozostającej na polu po zbiorze, będącej docelowym materiałem dla przyszłej maszyny brykietującej.



Rys. 4. Stopień zagęszczenia brykietów w funkcji wilgotności słomy
 Fig. 4. Briquette compaction degree in function of straw humidity

Stopień zagęszczenia brykietów uzyskanych w czasie badań zawierał się pomiędzy 5,3 a 31,9 i był uzależniony od wilgotności słomy (rys. 4). Ze wzrostem wilgotności słomy rósł stopień jej zagęszczenia. Największe zagęszczenie ok. $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (stopień zagęszczenia 25,6) uzyskano dla brykietu wykonanego ze słomy o wilgotności ok. 27%, a najmniejsze zagęszczenie miały brykiety wykonane ze słomy o wilgotności ok. 10%.

Podsumowanie i wnioski

Aby w pełni wykorzystać energetyczne właściwości słomy do celów energetycznych musi ona spełniać określone wymagania technologiczne. Jednym z najważniejszych parametrów wpływających na właściwe energetyczne wykorzystanie słomy jest jej wilgotność. Zbyt wysoka wilgotność słomy negatywnie wpływa na wartość uzyskanej energii z jej spalania, ponieważ znaczna część tej energii musi zostać spożytkowana na suszenie słomy a nie na cele użyteczne. Z kolei słoma o niskiej wilgotności, choć ma bardzo wysoki współczynnik wykorzystania energii, to wykazuje się znaczną łamliwością i kruchością, co utrudnia jej zwijanie i zagęszczanie przy użyciu przedstawianej technologii.

Badania przeprowadzono przy wilgotność słomy przeznaczonej do zagęszczania zawierającej się pomiędzy 10–30%.

Analiza wyników przeprowadzonych badań eksperymentalnych pozwala na wysnucie następujących wniosków:

1. Ze wzrostem wilgotności słomy rósł stopień jej zagęszczenia. Najmniejszy (5,3) uzyskano dla brykietu wykonanego ze słomy o wilgotności ok. 10%, a największy (25,6) ze słomy o wilgotności ok. 27%.
2. Najlepsza wilgotność słomy przeznaczonej do zagęszczania metodą zwijania ze względu na trwałość otrzymywanych brykietów zawiera się pomiędzy 15–25%. Jest to zakres odpowiadający wilgotności słomy pozostającej na polu po zbiorze zboża.

Bibliografia

- Adamczyk F., Frąckowiak P., Kośmicki Z., Mielec K.** 2005. Koncepcja zagęszczania słomy przeznaczonej na opał poprzez jej zwijanie. *Journal of Research and Application 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 metoda zwijania. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering*. Poznań, Vol. 51, Nr 3. s. 5-11.
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.** 2001. *Słoma. Energetyczne paliwo*. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa. ISBN 838-83-68-192.
- Hejft R.** 2002. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Biblioteka problemów eksploatacji, Politechnika Białostocka, Białystok 2002. ISBN 837-20-42-519.
- Juliszewski T.** 2009. *Ogrzewanie biomasą*. PWRiL Warszawa. ISBN 978-83-09-01041-8.
- Lewandowski W.M.** 2007. *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. WNT Warszawa ISBN 978-83-204-3339-5.
- Labiak M., Fiszer A., Świgoń J.** 2005. Brykietowanie słomy – ocena wybranych parametrów fizykochemicznych. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia. t.2. Praca zbiorowa pod red. Z. Zbytka. PIMR-Poznań. s. 51-55.

- Olszewski T.** 1973. Dobór optymalnych parametrów zespołu brykietującego zielonki metodą zwiżania. Praca doktorska. Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- Nowe kierunki wytwarzania i wykorzystania energii. Zrównoważone systemy energetyczne, pod red. W. Wójcika. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 2005r. s. 83-124.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne Dz. U. 1997 nr 54 poz. 348 z późn. zm.

THE IMPACT OF CEREAL STRAW HUMIDITY ON THE COMPACTION DEGREE OF OBTAINED BRIQUETTES

Abstract. One of the ways to dispose of surplus straw is to use it in power industry. To standardise and improve straw suitability for energy production purposes it is required to increase density of the straw, which is possible to achieve by compacting the straw as a loose mass. One of the methods used for briquetting straw and straw materials involves rolling uncut material layer with cylinders rotating in one direction. To ensure that the completed briquettes are sufficiently compacted and durable, briquetted material should also have proper parameters. This paper contains the analysis of the impact of wheat straw humidity on the compaction of briquettes obtained using this method.

Key words: straw, humidity, briquetting by rolling, compaction degree

Adres do korespondencji:

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