RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241301**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433888**

(22) Data zgłoszenia: **11.05.2020**

(51) Int.Cl.
C10L 5/44 (2006.01)
C10L 5/48 (2006.01)

(54) **Formulacja biopaliwa oraz jej zastosowanie**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
15.11.2021 BUP 33/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
05.09.2022 WUP 36/22

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA, Koszalin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JERZY CHOJNACKI, Włocławek, PL
AGNIESZKA ZDANOWICZ, Brzeżno, PL

PL 241301 B1

Opis wynalazku

Wynalazek dotyczy formulacji biopaliwa oraz jej zastosowania do spalania w piecach, kotłach i innych urządzeniach grzewczych.

Biopaliwa to paliwa uzyskane z przetwórstwa biomasy, czyli stałych lub ciekłych substancji pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji i pochodzą z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej. Biopaliwa ogólnie dzielą się na stałe, na przykład drewno, zrębki drzewne, wióry i trociny, słoma, brykiet, pellet, ziarno zbóż, itp., oraz płynne, i gazowe. Biomasa odpadowa z produkcji roślinnej jest istotnym surowcem w produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Możliwości oraz technologie jej przetwarzania ciągle są udoskonalane i modernizowane w celu osiągnięcia jak najkorzystniejszych parametrów energetycznych i użytkowych.

Obecnie znane i powszechnie stosowane są biopaliwa wytwarzane ze słomy, w tym słomy pożniwnej. Słoma jest niejadalną pozostałością po produkcji roślinnej zbóż i roślin strączkowych. Słoma pożniwna pochodzi bezpośrednio z omłotu zbóż i nie jest poddawana żadnym procesom obróbki. Spalaniu może być poddana słoma ze wszystkich rodzajów zbóż, a także słoma rzepakowa, gryczana, roślin strączkowych, itp. Słoma jest szeroko stosowana jako wyłączny składnik obecnie produkowanych biopaliw. Słoma ma stosunkowo dużą wartość opałową, a porównując słomę z węglem można przyjąć, że 1,5 tony słomy odpowiada 1 tonie węgla średnioenergetycznego. Przy spalaniu słomy nie wytwarza się więcej CO_2 aniżeli pobiera go zboże z atmosfery w okresie swej wegetacji. Słoma jest więc w dużym stopniu paliwem ekologicznym, służącym środowisku naturalnemu. Popiół pochodzący ze spalania słomy zawiera duże ilości tlenków wapnia i potasu i może być z powodzeniem wykorzystywany jako roślinny nawóz mineralny. Te wszystkie zalety sprawiają, że słoma jest szeroko wykorzystywana jako biopaliwo.

Jednakże, obecnie produkowany granulat ze słomy pożniwnej, przeznaczony głównie do spalania w kotłach grzewczych, jest niskiej twardości. Granulat o niskiej twardości jest podatny na kruszenie podczas transportu i przechowywania. Kruszący się granulat opałowy stanowi poważny problem gdyż duża ilość drobnych okruchów i pyłu z granulatu opałowego może spowodować wybuch w kotle.

Istnieje zatem potrzeba zwiększenia twardości granulatu wykonanego ze słomy pożniwnej.

Biomasa odpadowa pochodząca z innych gatunków roślin uprawnych, w tym na przykład gatunków roślin sadowniczych, takich jak jabłoń, nie jest powszechnie wykorzystywana do produkcji biopaliw i pozostaje niezagospodarowana, lub wykorzystuje się ją w innych celach, na przykład do produkcji nawozów organicznych lub paszy dla zwierząt. Dotychczasowe kompozycje biomasy zawierające w swoim składzie słomę oraz biomasę odpadową z jabłoni dotyczą, na przykład, nawozu organicznego, zawierającego między innymi zgniłe jabłka i słomę, jak ujawniono w dokumencie CN 104878650 A. Innym przykładem takiej kompozycji jest pasza dla kóz zawierająca skórkę z jabłek oraz kukurydzę, pulpę z fasoli, orzeszki ziemne, mączkę z kości i z igliwia sosnowego oraz słomę, jak ujawniono w dokumencie CN 103431216 A. Dokument CN 104351586 A opisuje mieszankę paszową dla bydła zawierającą kukurydzę, otręby pszenne, mączkę rzepakową, słomę pszeniczną, pozostałości tofu, ziarna gorzelnicze, mączkę z piór, fasolę, mocznik, soję, wodorowęglan wapnia, węglan wapnia, sól, kapustę chińską, trawę sudańską, placki sezamowe, chlorek potasu, przeciwutleniacz, dodatki witaminowe, dodatki pierwiastków śladowych i dodatki aminokwasowe oraz mączkę jabłkową. Podobne kompozycje pasz dla zwierząt zawierające w składzie jabłka i słomę opisano, na przykład, w dokumentach CN 104757263 A, US 2007172540 A1, CN 109198246 A. Z dokumentu CN 106244282 A znane jest również brykietowane paliwo z biomasy odpadowej zawierające pyły węglowe i drewniane, a poza tym słomę rzepakową, gałęzie jabłoni, kaolin i wosk.

Przy powszechnym wykorzystaniu słomy jako wyłącznego składnika do produkcji biopaliw, biomasa odpadowa pochodząca z innych gatunków roślin uprawnych, w tym gatunków roślin sadowniczych, takich jak jabłoń, nie jest wykorzystywana do produkcji biopaliw i pozostaje niezagospodarowana.

Formulacja biopaliwa według wynalazku rozwiązuje problem małej twardości i wytrzymałości granulatu wykonanego ze słomy pożniwnej. Dzięki zwiększonej twardości granulat biopaliwa według wynalazku jest mniej podatny na kruszenie się podczas transportu i przechowywania, a tym samym ogranicza ilość drobnych okruchów i pyłu z granulatu opałowego, zmniejszając ryzyko wybuchu w kotle, Dodatkowo, wynalazek umożliwia zagospodarowanie biomasy odpadowej otrzymanej w przetwórstwie roślin sadowniczych, w szczególności wytłoków z owoców jabłoni pozostałych po produkcji soku jabłko-

wego. Dodatek wytłoków jabłkowych stanowiących odpad z produkcji soku jabłkowego podnosi twardość granulatu biopaliwa mierzoną wytrzymałością produktu na zgniatanie. Przewagą rozwiązania według wynalazku nad obecnymi rozwiązaniami jest mniejsza podatność na kruszenie się granulatu produkowanego ze słomy pożniwnej.

Ponadto, dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku możliwe jest zachowanie lub nawet podwyższenie wartości opałowej granulatu biopaliwa gdyż ciepło spalania granulowanego biopaliwa według wynalazku może być nie mniejsze, a nawet wyższe od ciepła spalania tradycyjnego granulatu biopaliwa ze słomy pożniwnej.

Przedmiotem wynalazku jest formulacją biopaliwa zawierającą słomę pożniwną jęczmienną, która to formulacja charakteryzuje się tym, że zawiera dodatek wytłoków z owoców jabłoni, przy czym zawartość słomy pożniwnej jęczmiennej liczona w częściach wagowych wynosi od 70 do 90 części wagowych, a zawartość wytłoków z owoców jabłoni wynosi od 10 do 30 części wagowych, w przeliczeniu na suchą masę każdego składnika formulacji.

Pierwszy składnik formulacji, słoma pożniwna pochodzi z bezpośredniego omłotu zboża – jęczmienia, ewentualnie, słoma może być zwinięta w baloty lub zgnieciona na pakiety by obniżyć jej objętość, lecz nie jest poddawana żadnym dalszym procesom obróbki. Drugi składnik formulacji stanowią wytłoki jabłkowe, które są odpadem z produkcji soku jabłkowego.

Wilgotność poszczególnych składników formulacji przed zmieszaniem powinna być na poziomie zbliżonym, umożliwiającym dobre wymieszanie składników. Dobór ilości poszczególnych składników formulacji leży w zakresie zwykłej biegłości inżynierskiej specjalisty w dziedzinie.

W przypadku trudności w uzyskaniu wymaganych proporcji spowodowanych nadmierną zawartością wody w którymś ze składników może on zostać wstępnie podsuszony. Dosuszane mogą być również obydwa składniki formulacji. Proces suszenia składników formulacji może przebiegać w warunkach naturalnych, na przykład przy wykorzystaniu suszarni słonecznych czy wiat, bądź z wykorzystaniem urządzeń i instalacji do tego przeznaczonych.

Składniki formulacji są rozdrabniane za pomocą rutynowych sposobów i urządzeń do tego przeznaczonych, takich jak na przykład rozdrabniacze, sieczkarnia czy młynki, tak aby umożliwić wymieszanie składników.

Po rozdrobnieniu i zmieszaniu składników należy uzyskać odpowiednią wilgotność sumaryczną mieszaniny składników. Wilgotność względną formulacji doprowadza się rutynowymi sposobami do wartości odpowiedniej dla danego typu brykieciarki lub granulatora. Wilgotność względna formulacji według wynalazku korzystnie mieści się w przedziale 15–20%,a najkorzystniej wynosi 17%.

Formulacja według wynalazku poddawana jest następnie procesowi granulowania, brykietowania lub pelletyzacji w odpowiednich urządzeniach, stosowanych rutynowo w dziedzinie, w celu przystosowania paliwa do spalania w piecach, kotłach i innych urządzeniach grzewczych.

Korzystnie, formulacja biopaliwa według wynalazku ma postać granulatu lub brykietu, a najkorzystniej granulat stanowi pellet. Twardość granulatu lub brykietu formulacji biopaliwa według wynalazku wykonanego ze słomy pożniwnej jęczmiennej z dodatkiem wytłoków z owoców jabłoni jest zwiększona w porównaniu z twardością granulatu i brykietu wykonanych wyłącznie ze słomy pożniwnej. Powyższa właściwość sprawia, że granulat formulacji według wynalazku jest mniej podatny na zgniatanie i kruszenie podczas transportu i przechowywania, w porównaniu do standardowego granulatu wykonanego wyłącznie ze słomy. Twardość granulatu wykonanego ze słomy pożniwnej jęczmiennej z dodatkiem wytłoków z owoców jabłoni, mierzona jego wytrzymałością na zgniatanie, wynosi od 191,5 do 344,1 niutonów.

Przedmiotem wynalazku jest również zastosowanie formulacji według wynalazku jako biopaliwa do spalania w piecach, kotłach i innych urządzeniach grzewczych.

P r z y k ł a d 1: Przygotowanie formulacji według wynalazku

Do przygotowania formulacji według wynalazku wykorzystano słomę pożniwną jęczmienną oraz wytłoki z owoców jabłoni pozostałe po produkcji soku jabłkowego.

Dokonano pomiaru wilgotności względnej składników: słomy pożniwnej i wytłoków jabłkowych, za pomocą metody wagowo-suszarkowej zgodnie z normą EN ISO 18134-1:2015-11, Wilgotność względna poszczególnych składników formulacji wynosiła, odpowiednio 10,7% dla słomy pożniwnej i 73,9% dla wytłoków jabłkowych. Następnie po dosuszeniu wytłoków jabłkowych, obniżono ich wilgotność do wilgotności względnej 11,89%, zbliżonej do wilgotności słomy. Następnie rozdrobniono składniki formulacji. Wytłoki jabłkowe rozdrobniono w młynkach, a słomę w rozdrabniaczu uniwersalnym.

Obliczono, że ilość poszczególnych składników potrzebna do przygotowania próby formulacji, w której udział poszczególnych składników w częściach wagowych wynosi 90 części wagowych (słoma

pożniwna jęczmienna) i 10 części wagowych (wytłoki jabłkowe), w przeliczeniu na suchą masę, wynosi, odpowiednio: 500 g słomy pożniwnej i 56,3 g wytłoków jabłkowych. Dla uzyskania próby formulacji, w której udział poszczególnych składników w częściach wagowych wynosi 80 części wagowych (słoma pożniwna jęczmienna) i 20 części wagowych (wytłoki jabłkowe), w przeliczeniu na suchą masę, ilość poszczególnych składników wynosi odpowiednio: 500 g słomy pożniwnej i 126,7 g wytłoków jabłkowych. Dla uzyskania próby formulacji, w której udział poszczególnych składników w częściach wagowych wynosi 70 części wagowych (słoma pożniwna jęczmienna) i 30 części wagowych (wytłoki jabłkowe), w przeliczeniu na suchą masę, ilość poszczególnych składników wynosi odpowiednio: 500 g słomy pożniwnej i 217,2 g wytłoków jabłkowych.

Rozdrobnione składniki zmieszano w podanych wyżej ilościach przy pomocy mieszalnika elektrycznego wyposażonego w mieszadło ślimakowe i rozpylacz tarczowy, który umożliwiał drobne rozpylanie wody w komorze mieszania. Podczas mieszania doprowadzano wilgotność sumaryczną mieszaniny z udziałem 90 części wagowych s.m. słomy pożniwnej i 10 części wagowych s.m. wytłoków jabłkowych do wilgotności względnej równej 17%, wymaganej dla wybranego granulatora, dodając do mieszaniny 41,4 ml wody, w przypadku mieszaniny z udziałem 80 części wagowych s.m, słomy pożniwnej i 20 części wagowych s.m. wytłoków jabłkowych, dodając do mieszaniny 45,8 ml wody, a w przypadku mieszaniny z udziałem 70 części wagowych s.m. słomy pożniwnej i 30 części wagowych s.m, wytłoków jabłkowych, dodając do mieszaniny 51,3 ml wody, W celach porównawczych przygotowano materiał wyłącznie z udziałem słomy pożniwnej jęczmiennej, bez dodatku wytłoków jabłkowych, używając 500 g słomy o wilgotności względnej 10,7%, którą w mieszalniku zwilżono do wilgotności względnej 17% dodając podczas jej mieszania 38 ml drobno rozpylanej wody.

Po dokładnym wymieszaniu rozdrobnionych składników i doprowadzeniu wilgotności względnej formulacji do poziomu 17%, przeprowadzono proces granulowania. Do granulacji zastosowano granulator z matrycą talerzową o mocy silnika równej 4 kW, z obrotową matrycą, w której średnica otworów była równa 6 mm. Granulat ze wszystkich czterech rodzajów biomasy wyprodukowano w takich samych warunkach (temperatura zewnętrzna komory, w której granulowano biomasę równa była 65°C, podobna prędkość podawania materiału). Wszystkie próbki granulatu przechowywano, w próżniowych workach, w temperaturze około 7°C w chłodziarce przez około 48 godzin, od czasu ich wyprodukowania, w celu uzyskania stabilnego stanu przed zbadaniem ich właściwości.

Następnie próbki granulatu przeznaczone do badań twardości zostały wysuszone w suszarce, w temperaturze 105°C, do osiągnięcia zerowej ich wilgotności. Otrzymany granulat poddano badaniu twardości, mierzonej na podstawie wytrzymałości granulatu na zgniatanie, za pomocą miernika Kahla. Porównanie wytrzymałości na zgniatanie wykonano porównując wyniki twardości otrzymane podczas zgniatania granulatu zrobionego wyłącznie ze słomy pożniwnej jęczmiennej z wynikami twardości otrzymanymi podczas zgniatania granulatu zawierającego słomę pożniwną jęczmienną z dodatkiem wytłoków z owoców jabłoni. Wyniki przedstawiono na Fig. 1.

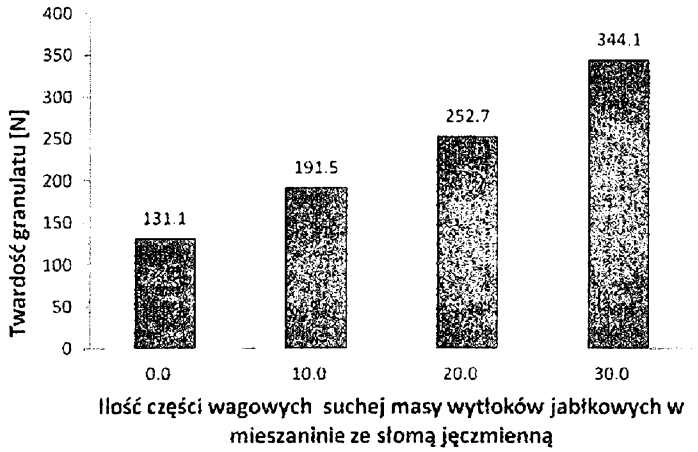


Fig. 1. Wpływ ilości części wagowych suchej masy wytłoków z owoców jabłoni w mieszaninie ze słomą pożniwną jęczmienną na twardość granulatu wykonanego z tej mieszaniny.

Jak pokazano na Fig. 1, twardość granulatu wykonanego z mieszaniny słomy pożniwnej jęczmiennej i wytłoków jabłkowych zwiększa się wraz ze wzrostem ilości części wagowych wytłoków jabłkowych w mieszaninie ze słomą pożniwną jęczmienną.

W przypadku otrzymanego granulatu, już zawartość 10 części wagowych suchej masy wytłoków z owoców jabłoni w mieszaninie z 90 częściami wagowymi słomy jęczmiennej podnosi twardość granulatu wykonanego z tej mieszaniny w stosunku do twardości granulatu wykonanego wyłącznie ze słomy jęczmiennej

20 części wagowych suchej masy wytłoków z owoców jabłoni zmieszanych z 80 częściami wagowymi słomy jęczmiennej powoduje prawie 2-krotny wzrost twardości granulatu, jako wytrzymałości granulatu na zgniatanie, w porównaniu z twardością granulatu wykonanego wyłącznie ze słomy jęczmiennej.

30 części wagowych suchej masy wytłoków z owoców jabłoni zmieszanych z 70 częściami wagowymi słomy jęczmiennej daje rezultat 2,5-krotnego wzrostu twardości granulatu jako wytrzymałości granulatu na zgniatanie, w porównaniu z twardością granulatu wykonanego wyłącznie ze słomy jęczmiennej.

Otrzymany granulat o ulepszonej twardości jest mniej podatny na zgniatanie i kruszenie podczas transportu i przechowywania, w porównaniu do standardowego granulatu wykonanego wyłącznie ze słomy jęczmiennej. Otrzymany granulat z formulacji według wynalazku można z powodzeniem wykorzystać jako biopaliwo do spalania w piecach, kotłach i innych urządzeniach grzewczych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Formulacja biopaliwa zawierająca słomę pożniwną jęczmienną, **znamienna tym**, że zawiera dodatek wytłoków z owoców jabłoni, przy czym zawartość słomy pożniwnej jęczmiennej liczona w częściach wagowych wynosi od 70 części wagowych do 90 części wagowych, a zawartość wytłoków z owoców jabłoni wynosi od 30 części wagowych do 10 części wagowych, w przeliczeniu na suchą masę każdego składnika formulacji.
2. Formulacja według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ma postać granulatu lub brykietu.
3. Formulacja według zastrz. 2, **znamienna tym**, że granulat obejmuje pellet.
4. Formulacja według zastrz. 2–3, **znamienna tym**, że twardość granulatu, mierzona jego wytrzymałością na zgniatanie, wynosi od 191,5 do 344,1 niutonów.
5. Zastosowanie formulacji określonej w zastrzeżeniach 1–4 jako biopaliwa do spalania w piecach, kotłach i innych urządzeniach grzewczych.