

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246914 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440363**

(22) Data zgłoszenia: **2022.02.10**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.08.14 BUP 33/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.03.31 WUP 13/2025**

(51) MKP:

C10L 5/44 (2006.01)

C10L 5/46 (2006.01)

C10L 9/10 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**INSTYTUT NAFTY I GAZU – PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY, Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
**JAROSŁAW MARKOWSKI, Kraków, PL
MICHAŁ WOJTASIK, Kraków, PL
GRAŻYNA ŻAK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:
**rzecz. pat. Anna Doskoczyńska-Groyecka,
Kraków, PL**

(54) Tytuł:

Pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, o poprawionej wytrzymałości mechanicznej

PL 246914 B1

Opis wynalazku

DZIEDZINA TECHNIKI

Przedmiotem wynalazku jest pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, o poprawionej wytrzymałości mechanicznej.

STAN TECHNIKI

Biomasa roślinna w stanie nieprzetworzonym charakteryzuje się stosunkowo małą gęstością nasypową utrudniającą jej transport, magazynowanie i wykorzystanie w praktyce. Stąd zachodzi konieczność jej zagęszczenia np. w postaci pelletów lub brykietów. Wytwarza się je z suchej rozdrobnionej biomasy pod dużym ciśnieniem i w podwyższonej temperaturze, najczęściej bez dodatku lepiszcza. Podczas aglomeracji występujące siły oraz temperatura powodują zagęszczenie w małej objętości znacznej ilości surowca. Dzięki temu uzyskuje się spadek zawartości wody, zwiększenie koncentracji masy i energii oraz znacznie podnosi się komfort dystrybucji i użytkowania tego biopaliwa.

Jakość pelletów, określana na podstawie kilku właściwości fizycznych, takich jak: gęstość nasypowa, wartość opałowa, wytrzymałość mechaniczna, zawartość wilgoci i kaloryczność, zależy od jakości surowca i parametrów ich produkcji. Jednym z najważniejszych parametrów dotyczących pelletów jest wytrzymałość mechaniczna.

Wytrzymałość mechaniczna oznacza zdolność zagęszczonego biopaliwa do utrzymania się w stanie nienaruszonym podczas przeprowadzania operacji technologicznych i transportu, dlatego jest jednym z najważniejszych parametrów jakościowych, zarówno dla producenta, jak i klienta.

W celu uzyskania odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej może występować konieczność zastosowania w procesie produkcji pelletów substancji wiążących – tzw. lepiszczy. Zazwyczaj jako lepiszcza stosowane są substancje pochodzenia organicznego – roślinnego bądź zwierzęcego, aby ich dodatek nie obniżał w paliwie zawartości biomasy. Lepiszczka są dodawane do biomasy w zakresie od 0,5% do 5,0% masowych.

W polskim zgłoszeniu patentowym P.395378 „Sposób wytwarzania pelletu opałowego oraz pellet opałowy” przedstawiono pellet opałowy, do produkcji którego zastosowano suszone osady ściekowe.

Natomiast w opisie polskim patentowym PL 214121 „Sposób wytwarzania peletu opałowego i pelet opałowy” opisano sposób na otrzymanie paliwa w formie pelletu z wykorzystaniem zwierzęcej mączki mięsno-kostnej oraz pierza, z dodatkiem otrąb, słomy, makuchów i śrut roślin oleistych i z zastosowaniem tłuszczów zwierzęcych i roślinnych jako lepiszczy.

W polskim opisie patentowym PL 215280 „Sposób wytwarzania granulatu z biomasy z wykorzystaniem naturalnego lepiszcza oraz instalacja do wytwarzania granulatu z biomasy z wykorzystaniem naturalnego lepiszcza” przedstawiono metodę otrzymywania pelletu opałowego z biomasy, w którym to pellecie jako lepiszcze zastosowano substrat pofermentacyjny powstały w wyniku procesu biogazowego.

Autorzy polskiego zgłoszenia patentowego P.421069 „Granulat (pellet) jako paliwo stałe z mieszanki trocin sosnowo-świerkowych i innych składników” opisują metodę otrzymywania pelletów z trocin z otrębami żytnimi.

W polskim zgłoszeniu patentowym P.427593 „Pellet na bazie osadów ściekowych oraz sposób jego wytwarzania” ujawniono metodę otrzymywania paliwa w postaci pelletu, w skład którego wchodzi wióry drzewne, osady ściekowe i słoma traw w różnym stosunku wagowym.

W polskim zgłoszeniu patentowym P. 380210 „Paliwo i/lub pasza na bazie materiałów roślinnych” ujawniono sposób na wytworzenie pelletów z otrębów z młynów, słodowni lub gorzelnii.

W zgłoszeniu patentowym JP 2019172766 „Producing method for fuel pellet” przedstawiono metodę otrzymywania pelletów z biomasy – bambusu, w której to metodzie osady ściekowe wykorzystywane są jako lepiszcze.

Autorzy wynalazku TWI639693 „Production method of densified refuse derived fuel from organic sludge and densified refuse derived fuel” opisali sposób otrzymywania zagęszczonego paliwa z resztek jedzenia i osadów organicznych połączonych lepiszczem, które może być wybrane spośród jednej lub kombinacji następujących substancji: odpady kuchenne, mąka ze słodkich ziemniaków, skrobia kukurydziana, ryż, owsianka.

W zgłoszeniu patentowym EP 2865736 “Solid fuel, particularly for the power industry, and method of manufacture thereof” opisano paliwo stałe otrzymywane z mieszaniny biodegradowalnych odpadów komunalnych i/lub przemysłowych materiałów włóknistych z naturalnych tekstyliów i włókien, i/lub odpadów przemysłowych produktów celulozowych, fitomasy z hodowli, korzystnie słomy, odpadów

z uprawy hydroponicznej, pyłu ze zmielenia wszystkich rodzajów zbóż i/lub suszonych owoców i/lub suszonych kwiatów i/lub suszonych warzyw po upływie terminu ważności i/lub wycłoczyn i innych odpadów z produkcji roślinnej i/lub odpadów tytoniowych i/lub odpadów korka.

Opis patentowy KR 101539224 „Method for preparing biomass solid refuse fuel” ujawnia paliwo stałe, w skład którego wchodzi biomasa oraz organiczny osad z oczyszczalni ścieków. W celu poprawy właściwości mechanicznych paliwa zastosowane zostało spoiwo, które może być: scukrzonym roztworem odpadów, koncentratem ekstraktu z wodorostów morskich, roztworem chitozanu, skrobią kukurydzianą i ich mieszaniną i jest stosowane w ilości od 0,1 do 2,0% wagowych w przeliczeniu na całkowitą masę mieszanki paliwowej.

W zgłoszeniu patentowym US 20110197501 „Method for producing fuel briquettes from high moisture fine coal or blends of high moisture fine coal and biomass” ujawniono skład paliwa stałego składającego się z pyłu węglowego i biomasy, do produkcji którego stosowano lepiszcze, będące substancją wybraną spośród: ligniny, emulsji ligniny i asfaltu, skrobi pszennej, lignosulfonianu, oleju talowego, smoły węglowej, poli(alkoholu winylowego), żywicy fenolowej, szlamu papierowego, melasy, wapna, gumy guar, materiału polimerowego i ich mieszaniny.

W polskich opisach patentowych PL244102, PL244104, PL244103 oraz PL244101 ujawniono składy peletów składających się z suchych osadów ściekowych oraz odpowiednio makuchów rzepakowych, słomy, otrąb pszennych i siana. Do poprawy wytrzymałości mechanicznej w/w peletów stosowano kompozycję dodatków, która zawierała wapno palone oraz lignosulfonian wapnia.

Celem niniejszego wynalazku jest uzyskanie pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, o poprawionej wytrzymałości mechanicznej, który będzie charakteryzował się wyższą wytrzymałością mechaniczną niż pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, którego wytrzymałość mechaniczna nie została poprawiona.

Nieoczekiwanie stwierdzono, że takie właściwości posiada zgodny z niniejszym wynalazkiem pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, który charakteryzuje się wyższą wytrzymałością mechaniczną niż pellet, którego wytrzymałości mechanicznej nie poprawiano.

ISTOTA WYNALAZKU

Pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, o poprawionej wytrzymałości mechanicznej, charakteryzuje się tym, że mieszanina słomy i suchych osadów ściekowych zawierająca suche osady ściekowe oraz słomę w stosunku masowym suchych osadów ściekowych do słomy wynoszącym od 1:99 do 1:4, zawiera dodatek poprawiający wytrzymałość mechaniczną którym jest biowęgiel otrzymany z trocin z drewna drzew iglastych w ilości od 0,5 do 2% (m/m), w przeliczeniu na masę pelletu, który to biowęgiel otrzymano przeprowadzając proces pirolizy w reaktorze mikrofalowym w temperaturze 600°C, w czasie 10 minut, w przepływie 16 l/h gazu obojętnego.

Okazało się w trakcie badań, że uszlachetnienie pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych biowęgłem otrzymanym z trocin z drewna drzew iglastych pozwala na poprawę wytrzymałości mechanicznej pelletu od ponad 18% do ponad 36% w stosunku do pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych nie zawierającej biowęgla otrzymanego z trocin z drewna drzew iglastych.

Niniejszy wynalazek przedstawiono w przykładach wykonania od 1 do 14, ilustrujących skład, sposób wytwarzania oraz wyniki prób testowych oceny wytrzymałości mechanicznej pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych uszlachetnionego biowęgłem otrzymanym z trocin z drewna drzew iglastych, nie można ich zatem traktować za ograniczenie istoty wynalazku, ponieważ mają one jedynie ilustracyjny charakter.

Przykład 1 ilustruje sposób wytwarzania biowęgla stosowanego w niniejszym wynalazku. Przykłady 2, 6 i 10 to przykłady porównawcze, a przykłady 3–5, 7–9 i 11–14 to przykłady ilustrujące wynalazek.

PRZYKŁADY

Przykład 1

Odważono 250 g trocin z drewna drzew iglastych o właściwościach z tabeli 1, następnie umieszczono je w naczyniu kwarcowym znajdującym się w reaktorze mikrofalowym, do którego gaz obojętny był doprowadzony w pobliżu dna naczynia, natomiast gorące gazy poprocesowe były odprowadzane do chłodnicy wodnej, w której następowało wykraplanie fazy ciekłej, a faza gazowa była odprowadzana do atmosfery. Proces pirolizy prowadzono w temperaturze 600°C, w czasie 10 min, w przepływie 16 l/h gazu obojętnego. Po zakończeniu procesu i wystudzeniu otrzymano 62,05 g biowęgla.

Tabela 1. Charakterystyka trocin z drewna drzew iglastych zastosowanych do badań.

Parametr	Jednostka	Wartość
Wygląd	—	charakterystyczny
Zawartość wilgoci całkowitej	%	11,2
Wartość opałowa	kJ/kg	16560
Zawartość węgla pierwiastkowego	%	46,7

Przykład 2 – przykład porównawczy

Odważono 1485 g słomy o właściwościach z tabeli 2 oraz 15 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3. Słomę i suche osady ściekowe wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Tabela 2. Charakterystyka słomy zastosowanej do badań

Parametr	Jednostka	Wartość
Wygląd	—	charakterystyczny
Zawartość wilgoci	%	11,9
Zawartość popiołu	%	1,2
Wartość opałowa	kJ/kg	15731

Tabela 3. Charakterystyka suchych osadów ściekowych zastosowanych do badań.

Parametr	Jednostka	Wartość
Wygląd	—	ciemnoszary proszek
Zawartość wilgoci	%	11,0
Zawartość popiołu	%	35,1
Wartość opałowa	MJ/kg	12,1

Przykład 3

Odważono 1477,575 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 14,925 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 7,500 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 4

Odważono 1470,15 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 14,85 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 15,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 5

Odważono 1462,65 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 7,35 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 30,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty

i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 6 – przykład porównawczy

Odważono 1350 g słomy o właściwościach z tabeli 2 oraz 150 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3. Słomę i suche osady ściekowe wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 7

Odważono 1343,25 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 149,25 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 7,50 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 8

Odważono 1336,50 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 148,50 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 15,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 9

Odważono 1323,00 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 147,00 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 30,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 10 – przykład porównawczy

Odważono 1200 g słomy o właściwościach z tabeli 2 oraz 350 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3. Słomę i suche osady ściekowe wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 11

Odważono 1194,00 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 298,50 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 7,50 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 12

Odważono 1188,00 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 297,00 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 15,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 13

Odważono 1176,00 g słomy o właściwościach z tabeli 2, 294,00 g suchych osadów ściekowych o właściwościach z tabeli 3, 30,00 g biowęgla otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i biowęgiel wymieszano, a następnie poddano je granulacji w urządzeniu pelletującym ZLSP-150B firmy Haven Polska Sp. z o.o. z zastosowaniem matrycy o średnicy oczek równej 6 mm.

Przykład 14

Wykonano badania wytrzymałości mechanicznej produktów z przykładów od 2 do 13. Badania wykonano wg PN-EN ISO 17831-1:2016-02 (Biopaliwa stałe – Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej peletów i brykietów – Część 1: Pelety) w aparacie „PELTEST” wyprodukowanym przez firmę TESTCHEM. Badanie polegało na umieszczeniu około 500 g, testowanych peletów przesianych na sicie o oczku 3,15 mm w obracającym się z prędkością 50 rpm stalowym prostopadłościanie, po 10 minutach ponownym oddzieleniu na tym samym sicie pokruszonych peletów i zważeniu pozostałości na sicie. Do wyliczenia wytrzymałości badanej próbki peletów wykorzystuje się poniższe równanie.

$$DU=(m_A/m_E) \cdot 100$$

gdzie:

DU – wytrzymałość mechaniczna, %

m_A – masa próbki po teście, g

m_E – masa próbki przed testem, g

Uzyskane wyniki badań wytrzymałości mechanicznej zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Wytrzymałość mechaniczna wg PN-EN ISO 17831-1:2016-02

Badana próbka	Wytrzymałość mechaniczna [%]
Produkt z przykładu 2 (przykład porównawczy)	80,27
Produkt z przykładu 3	96,07
Produkt z przykładu 4	98,01
Produkt z przykładu 5	97,84

W powyższych przykładach zaprezentowano skład pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych o poprawionej wytrzymałości według wynalazku i wykazano skuteczność poprawy jego wytrzymałości mechanicznej w próbach testowych udowadniając jego przemysłową stosowalność.

Wyniki testów wytrzymałości mechanicznej pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych o poprawionej wytrzymałości według wynalazku porównano z wynikami testów pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych nie zawierającego biowęgla otrzymanego z trocin z drewna drzew iglastych.

Zastrzeżenie patentowe

1. Pellet z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych, o poprawionej wytrzymałości mechanicznej, **znamienny tym**, że mieszanina słomy i suchych osadów ściekowych zawierająca suche osady ściekowe oraz słoma w stosunku masowym osadów ściekowych do słomy wynoszącym od 1:99 do 1:4, zawiera dodatek poprawiający wytrzymałość mechaniczną którym jest biowęgiel otrzymany z trocin z drewna drzew iglastych w ilości od 0,5 do 2% (m/m), w przeliczeniu na masę pelletu, który to biowęgiel otrzymano przeprowadzając proces pirolizy w reaktorze mikrofalowym w temperaturze 600°C, w czasie 10 minut, w przepływie 16 l/h gazu obojętnego.