

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 246906 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440354**

(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 246906 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 przedstawiono pellet opałowy, do produkcji którego zastosowano suszone osady ściekowe.

W polskim opisie patentowym PL214121 opisano sposób na otrzymanie paliwa w formie pelletu z wykorzystaniem zwierzęcej mączki mięsno-kostnej oraz pierza, z dodatkiem otręb, słomy, makuchów i śrut roślin oleistych i z zastosowaniem tłuszczów zwierzęcych i roślinnych jako lepiszczy.

W polskim opisie patentowym PL215280 przedstawiono metodę otrzymywania pelletu opałowego z biomasy, w którym to peliecie jako lepiszcze zastosowano substrat pofermentacyjny powstały w wyniku procesu biogazowego.

Autorzy polskiego zgłoszenia patentowego P.421069 opisują metodę otrzymywania pelletów z trocin z otrębami żytnimi.

W zgłoszeniu patentowym P.427593 ujawniono metodę otrzymywania paliwa w postaci pelletu, w skład którego wchodzi wióry drzewne, osady ściekowe i słoma traw w różnych stosunkach wagowych.

W polskim zgłoszeniu patentowym P.380210 ujawniono sposób na wytworzenie pelletów z otrębów z młynów, słodowni lub gorzelni.

W opisie patentowym JP2019172766 przedstawiono metodę otrzymywania pelletów z biomasy – bambusu, w której to metodzie osady ściekowe wykorzystywane są jako lepiszcze.

Autorzy wynalazku TWI639693 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 opisie patentowym EP2865736 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 wyłoczyn i innych odpadów z produkcji roślinnej i/lub odpadów tytoniowych i/lub odpadów korka.

Opis patentowy KR101539224 ujawnia paliwo stałe, w skład którego wchodzi biomasa oraz organiczny osad z oczyszczalni ścieków. W celu poprawy właściwości mechanicznych paliwa zastoso-

wane 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 US20110197501 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 pelletów składających się z suchych osadów ściekowych oraz odpowiednio makuchów rzepakowych, słomy, otrąb pszennych i siana. Do poprawy wytrzymałości mechanicznej w/w pelletów 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 toryfikat łusek słonecznika w ilości od 0,5 do 2% (m/m), w przeliczeniu na masę pelletu, który to toryfikat otrzymano przeprowadzając proces w temperaturze 230°C, w czasie 80 minut, w przepływie 12 l/h gazu obojętnego.

Okazało się w trakcie badań, że uszlachetnienie pelletu z mieszaniny słomy a i suchych osadów ściekowych toryfikatem łusek słonecznika pozwala na poprawę wytrzymałości mechanicznej pelletu do ponad 30% w stosunku do pelletu z mieszaniny słomy i suchych osadów ściekowych nie zawierającego toryfikatu łusek słonecznika.

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

Przykład 1 ilustruje sposób wytwarzania toryfikatu łusek słonecznika 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 200 g łusek słonecznika o właściwościach z tabeli 1, następnie umieszczono je w jednoszyjnej kolbie okrągłodennej, do której gaz obojętny był doprowadzony barbotką w pobliże dna kolby, natomiast gorące gazy poprocesowe były odprowadzane górą do chłodnicy wodnej, w której następowało wykraplanie fazy ciekłej, a faza gazowa była odprowadzana do atmosfery. Proces toryfikacji prowadzono w temperaturze 230°C, w czasie 80 min, w przepływie 12 l/h gazu obojętnego. Po zakończeniu procesu i wystudzeniu otrzymano 59,34 g toryfikatu.

Tabela 1. Charakterystyka łusek słonecznika zastosowanych do badań.

Parametr	Jednostka	Wartość
Wygląd	—	charakterystyczny
Zawartość wilgoci całkowitej	%	12,6
Wartość opalowa	kJ/kg	16092
Zawartość węgla pierwiastkowego	%	46,0

#### 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	%	15 – 20
Zawartość popiołu	%	3 – 6
Wartość opałowa	MJ/kg	12,4 – 13,8

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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty

i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 toryfikatu otrzymanego w przykładzie 1. Wszystkie komponenty i toryfikat 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 – Oznaczenie wytrzymałości mechanicznej pelletów i brykietów – Część 1: Pelety) w aparacie „PELTEST” wyprodukowanym przez firmę TESTCHEM.

Badanie polegało na umieszczeniu około 500 g, testowanych pelletów 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 pelletów i zważeniu pozostałości na sicie. Do wyliczenia wytrzymałości badanej próbki pelletów wykorzystuje się poniższe równanie.

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

DU – wytrzymałość mechaniczna, %

m<sub>A</sub> – masa próbki po teście, g

m<sub>E</sub> – 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

Badana próbka	Wytrzymałość mechaniczna [%]
Produkt z przykładu 2 (przykład porównawczy)	77,51
Produkt z przykładu 3	86,53
Produkt z przykładu 4	96,40
Produkt z przykładu 5	94,43
Produkt z przykładu 6 (przykład porównawczy)	70,56
Produkt z przykładu 7	80,28
Produkt z przykładu 8	90,13
Produkt z przykładu 9	92,15
Produkt z przykładu 10 (przykład porównawczy)	79,86
Produkt z przykładu 11	93,28
Produkt z przykładu 12	95,65
Produkt z przykładu 13	93,27

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 toryfikatu.

### 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 słomę w stosunku masowym osadów ściekowych do słomy wynoszącym od 1 : 99 do 1 : 4, zawiera dodatek poprawiający wytrzymałość mechaniczną, którym jest toryfikat łusek słonecznika w ilości od 0,5 do 2% (m/m), w przeliczeniu na masę pelletu, który to toryfikat otrzymano przeprowadzając proces w temperaturze 230°C, w czasie 80 minut, w przepływie 12 l/h gazu obojętnego.