

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 247460 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **422139**

(22) Data zgłoszenia: **2017.07.06**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2018.06.04 BUP 12/2018**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.07.07 WUP 27/2025**

(51) MKP:

C10L 5/46 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

C10L 5/48 (2006.01)

B09B 3/38 (2022.01)

C02F 11/12 (2006.01)

B65G 3/02 (2006.01)

(30) Pierwszeństwo:

PV 2016-748 2016.11.30 CZ

(73) Uprawniony z patentu:

ESTATE REALITY PRAGUE a.s., Praga, CZ

(72) Twórca(-y) wynalazku:

SILVIA BASTYR, Bratysława, SK

MAROŠ VANČO, Banská Bystrica, SK

PAVOL FITKO, Rovinka, SK

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Gdula, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

**Mieszanina materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego do wytwarzania paliwa
i sposób wytwarzania paliwa z mieszaniny materiałów odpadowych pochodzenia
biologicznego**

PL 247460 B1

Opis wynalazku

Dziedzina wynalazku

Wynalazek dotyczy ulegającej biodegradacji mieszaniny materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego, zawierającej pierwiastki biogenne: węgiel, wodór, tlen, siarkę i azot, przeznaczonej do produkcji paliwa do bezpośredniego spalania, przeznaczonej do inicjowania procesu produkcyjnego w środowisku tlenowym standardowych gazów atmosferycznych. Wynalazek dotyczy również sposobu wytwarzania paliwa z biodegradowalnej mieszaniny materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego.

Dotychczasowy stan techniki

Dotychczas znanych jest kilka sposobów likwidowania lub wykorzystywania materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego. Najbardziej znane jest kompostowanie, którym jest aerobowy proces rozkładu materiału pochodzenia zwykle roślinnego, odbywający się w określonych warunkach z udziałem mikroorganizmów. Otrzymany produkt stosuje się zwykle do nawożenia lub jako część składową podłoża do uprawy roślin. Niekorzystną cechą tego procesu jest, że z mieszaniny początkowej nie usuwa szkodliwych substancji, na przykład produktów naftowych, resztek leków i narkotyków, hormonów, metali ciężkich, substancji zaburzających funkcjonowanie układu hormonalnego, trucizn, barwników itd.

W przyrodzie w długotrwałym procesie także można zaobserwować tzw. karbonizację materiału roślinnego, której wynikiem jest materiał palny, taki jak torf lub węgiel. Praktyczne wykorzystanie bioodpadów, ze względu na bardzo długi proces, jest jednak trudne do zastosowania.

W stanie techniki znane są sposoby wytwarzania paliwa z osadów ściekowych oraz biomasy. Jednak, sposoby te nie pozwalają na rozwiązanie wszystkich problemów związanych z zachodzącymi procesami. Na przykład w zgłoszeniu patentowym PL400977 zastosowano zbyt małe cząstki, które nie pozwalają na zajście w prawidłowy sposób procesu stopniowej biodegradacji. Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że proces często przebiega beztlenowo lub nie ulega rozprzestrzenieniu na całym pożądanym obszarze. Z japońskiego opisu patentowego JP2011189268 również znany jest sposób wytwarzania suchej biomasy obejmujący etap fermentacji tlenowej. W zgłoszeniu tym prowadzi się proces tlenowy dzięki fermentacji stosowanej jako źródło ciepła; napowietrza się biomasę, mieszając ją raz na 5 do 10 dni, korzystnie 7 do 8 dni. Przy czym ze względu na niekontrolowany proces samozagrzewania, prowadzący często do samozapłonu, konieczne jest częste mieszanie masy.

Istnieje wciąż stała potrzeba likwidacji lub wykorzystania odpadów biologicznych, substancji w pierwotnie trudnej do zagospodarowania postaci i wiążącej się z ryzykiem jej stosowania lub z wykorzystaniem substancji niebezpiecznych. Jako wygodny wydaje się proces nagrzewania chemiczno-biologicznego, którego wynikiem powinien być lekko palny materiał o dużej wartości opałowej i dobrych właściwościach paliwowych. Jednakże, rozpoczęcie procesu i jego intensywność są silnie uzależnione od właściwości chemicznych, fizycznych i biologicznych mieszaniny początkowej. Stanowi to istotny problem, ponieważ przy niewłaściwym składzie mieszaniny proces nie przebiega z pożądaną intensywnością lub w odpowiednim zakresie.

Celem wynalazku jest wytworzenie mieszaniny i uzyskanie odpowiednich właściwości mieszaniny początkowej z odpadów pochodzenia biologicznego oraz stworzenie takich warunków, aby proces chemiczno-biologiczny nagrzewania mógł samoistnie rozpocząć się i przebiegać z dostateczną prędkością, a w jego wyniku uzyskany został materiał ze neutralizowanymi lub zlikwidowanymi zanieczyszczeniami i o wysokiej wartości energetycznej wykorzystywany jako paliwo do bezpośredniego spalania.

Istota wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zatem mieszanina materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego, ulegająca biodegradacji, zawierająca pierwiastki biogenne

- węgiel, wodór, tlen, siarkę i azot, do wytwarzania paliwa do bezpośredniego spalania, znajdująca się w środowisku aerobowym w obecności tlenu i innych gazów atmosferycznych z powietrza, zawierająca osady ściekowe oraz rozdrobnione włókna celulozowe, posiadająca początkową wilgotność 40–70% wagowych wody i zawierająca co najmniej 25% wagowych substancji organicznych, przy czym całkowita waga mieszaniny wynosi co najmniej 3 000 kg i jest spiętrzona do wysokości nie większej niż 3 m do formy o pionowym przekroju osiowym w kształcie równoramiennego lub równobocznego trójkąta lub trapezu, lub prostokąta, przy czym mieszanina składa się z dwóch podstawowych grup substancji:

- substancji soczystych o zawartości wody 5–98% wagowych, w ilości nie więcej niż 85% całkowitej wagi mieszaniny, jako źródło inokulum mikroflory i wody, oraz

– substancji niesoczystych w ilości co najmniej 15% całkowitej wagi mieszaniny, jako źródło czynników redukujących i substancji strukturalnych, gdzie substancjami soczystymi jest co najmniej jeden rodzaj materiałów typu osad, który jest złożony z fazy ciekłej i fazy stałej rozproszonej w fazie ciekłej, natomiast substancjami niesoczystymi są materiały zawierające celulozę o frakcji od 15 do 750 mm, przy czym substancjami soczystymi są: osady z oczyszczalni ścieków komunalnych, osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych lub materiały o charakterze mało osadowym wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka, owoce, tłuszcze i oleje roślinne, pozostałości z produkcji agaru i żelatyny, podłoże z produkcji biotechnologicznej, produkty ze stacji biogazowych, rośliny i zwierzęta wodne, odpady i nadwyżki żywności; przy czym substancjami niesoczystymi są: materiały lignocelulozowe, opakowania lub ich części pochodzące z sektora handlowego lub komunalnego lub inne materiały zawierające celulozę wybrane z grupy materiałów obejmującej: banknoty, produkty z masy papierniczej.

Korzystnie, mieszanina materiałów odpadowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że osady z oczyszczalni ścieków komunalnych są wybrane z grupy osadów: osad pierwotny, osad wtórny, osad tercjalny, surowy osad, anaerobowo stabilizowany osad, aerobowo stabilizowany osad, chemicznie stabilizowany osad, fizycznie stabilizowany osad oraz odwodniony osad; osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych wybrane są z grupy osadów: osady z produkcji papieru i celulozy, osady z produkcji sklejk i włókna odpadowe z produkcji płyt pilśniowych, obornika, odchodów lub ściółki; materiały o charakterze mało osadowym są wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka, owoce, tłuszcze i oleje roślinne, pozostałości z produkcji agaru i żelatyny, podłoże z produkcji biotechnologicznej, produkty ze stacji biogazowej, rośliny i zwierzęta wodne, odpady i nadwyżki żywności.

Korzystnie, mieszanina materiałów odpadowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że materiały lignocelulozowe są dendromasą i/lub biomasą roślinną; opakowania i ich części z sektora handlowego i/lub komunalnego są wybrane z grupy materiałów: papier, karton, tektura, opakowania napojów i żywności z materiałów kompozytowych, takie jak TetraPack.

Korzystnie, mieszanina materiałów odpadowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że jest spiętrzona w formie piramidalnej z czubkiem lub wierzchołkiem na wysokości co najmniej 1,5 m i co najwyżej 2,5 m, przy czym waga całkowita mieszaniny wynosi ponad 3000 kg, korzystnie 10000 kg.

Korzystnie, mieszanina materiałów odpadowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera 50–65% wagowych wody.

Korzystnie, mieszanina materiałów odpadowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera dodatkowo substancje pomocnicze będące środkiem zwiększającym pole powierzchni reakcji lub środkiem termoizolacyjnym, przy czym stanowią one pomocniczy materiał lignocelulozowy lub osad wydobywczy lub górniczy lub inne odpady, gdzie pomocniczy materiał lignocelulozowy jest wybrany z grupy materiałów obejmującej: trociny i wióry, słomę, kości, owoce i ich części oraz skorupki, sieczkę i plewy, śrutę, otręby, trawę, biomasę wodną, a pozostały odpad jest wybrany z grupy materiałów obejmującej: osady denne, wyroby gumowe i osady z produkcji garbarskiej.

Kolejnym przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania paliwa z mieszaniny materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego według wynalazku, składającej się z dwóch grup substancji soczystych i niesoczystych, który to sposób charakteryzuje się tym, że składniki mieszaniny układa się warstwami w normalnych warunkach atmosferycznych, przy czym składniki wybiera się i/lub uzupełnia w zależności od zawartości wilgotności, przy czym wilgotność początkowa mieszaniny wynosi 40–70% wagowych mieszaniny, i przy czym wynikowa sypkość mieszaniny pozwala na samodzielne utrzymanie spiętrzonego kształtu; następnie składniki miesza się mechanicznie do uzyskania jednolitego składu i do równomiernego rozłożenia wilgotności i spiętrza się do wysokości nie większej niż 4 m, która po osiadnięciu opada do wysokości 3 m, następnie obserwuje się powierzchniowe wysychanie mieszaniny związane z wytrącaniem, przy czym, jeżeli następuje wytrącanie, mieszaninę miesza się mechanicznie i/lub pneumatycznie i ponownie homogenizuje, jednocześnie monitoruje się odciek z dolnej części mieszaniny,

przy czym, jeżeli następuje odciek, z powodu nadmiernego osiadania lub przesiąknięcia wilgotności do warstwy dolnej, mieszaninę miesza się mechanicznie i/lub pneumatycznie i ponownie homogenizuje, jednocześnie monitoruje się zmiany temperatury, co najmniej 0,8 m powyżej podstawy i co najmniej 0,8 m pod powierzchnią mieszaniny,

przy czym przy przedwczesnym ustabilizowaniu się temperatury, mieszaninę ponownie miesza się, i proces kończy się po zakończeniu wahań temperatury, na temperaturze ustabilizowanej na poziomie nie wyższym niż 40°C.

Szczegółowy opis wynalazku

Wspomniany cel uzyskuje się dzięki wynalazkowi, w którym mieszanina odpadów pochodzenia biologicznego, zawierających pierwiastki biogeniczne: węgiel, wodór, tlen, siarkę i azot, w celu wytworzenia paliwa do bezpośredniego spalania ulega biodegradacji, umieszczona w środowisku aerobowym w obecności tlenu z powietrza i innych gazów atmosferycznych. Istota rozwiązania technicznego polega na tym, że mieszanina posiada wilgotność początkową 40 do 70% wagowych wody i co najmniej 25% wagowych substancji organicznych, przy czym całkowita waga mieszaniny wynosi, co najmniej 3 000 kg, mieszanina jest spiętrzona do wysokości maksymalnie 3 m do formy o pionowym przekroju osiowym w kształcie trójkąta, lub trapezu, lub prostokąta równoramiennego lub równobocznego. Mieszaninę tworzą co najmniej dwie podstawowe grupy substancji, substancje soczyste o zawartości wody 5–98% wagowych, w ilości nie więcej niż 85% całkowitej wagi mieszaniny, jako źródło inokulum mikroflory i wody, jak również substancje niesoczyste, w ilości co najmniej 15% całkowitej masy mieszaniny, jako źródło środków redukujących i substancji strukturalnych. Przez substancje soczyste rozumie się co najmniej jeden rodzaj substancji o charakterze osadowym, które są tworzone w fazie ciekłej i fazie stałej rozproszonej w fazie ciekłej. Przez składniki niesoczyste rozumie się materiały zawierające celulozę o frakcji od 15 do 750 mm. Składnikami soczystymi są osady z oczyszczalni ścieków komunalnych i/lub osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych i/lub materiały o charakterze mało osadowym. Materiały niesoczyste to materiały lignocelulozowe i/lub opakowania i ich elementy pochodzące z sektora handlowego i/lub komunalnego i/lub inne materiały zawierające celulozę.

W wynalazku ważne jest również to, że osady z komunalnych oczyszczalni ścieków są wybrane z grupy osadów: osad pierwotny, osad wtórny, osad tercjalny, surowy osad, beztlenowo stabilizowany osad, tlenowo stabilizowany osad, chemicznie stabilizowany osad, fizycznie stabilizowany osad, odwodniony osad. Osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych wybrane są z osadów: osady z produkcji papieru i celulozy, osady z produkcji skleiki i włókna odpadowe z produkcji płyt pilśniowych, obornik, odchody, ściółka, osady z innej produkcji. Materiały o charakterze mało osadowym są wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka, owoce, tłuszcze i oleje roślinne, pozostałości z produkcji agaru i żelatyny, podłoże z produkcji biotechnologicznej, produkty ze stacji biogazowych, rośliny i zwierzęta wodne, odpady i nadwyżki żywności.

Materiały lignocelulozowe to dendromasa i/lub biomasa roślinna. Opakowania i ich części z sektora handlowego i/lub komunalnego są wybrane z grupy materiałów: papier, tektura, karton, opakowanie z żywności i napojów wykonane z materiałów kombinowanych, takich jak tetrapak. Inne materiały są wybrane z grupy materiałów: banknoty, produkty z masy papierniczej.

W przypadku mieszaniny materiałów odpadowych według wynalazku ważne jest, że do osiągnięcia maksymalnego efektu jest ona spiętrzona zasadniczo w piramidalnej formie o wysokości grzbietu lub wierzchołka co najmniej 1,5 m i co najwyżej 2,5 m, a masa całkowita mieszaniny wynosi ponad 3 000 kg, korzystnie powyżej 10 000 kg.

Korzystne jest, gdy mieszanina zawiera od 50 do 65% wag. wody.

Co najmniej część substancji soczystych może być zastąpiona substancjami pomocniczymi jako środkami do zwiększania pola powierzchni reakcji i/lub środkiem izolującym termicznie. Takie substancje pomocnicze są wytwarzane z pomocniczego materiału lignocelulozowego i/lub górniczego i/lub osadów górniczych i/lub innego odpadu. Pomocniczy materiał lignocelulozowy jest wybrany z grupy materiałów: trociny i wióry, słoma, kości, owoce i ich części oraz skorupki, plewy, śruta, otręby, trawa, biomasa wodna a pozostały odpad jest wybrany z grupy materiałów: osady denne, wyroby gumowe, osady z produkcji garbiarskiej.

Istota sposobu wytwarzania paliwa z odpadów pochodzenia biologicznego polega na tym, że poszczególne składniki po wytworzeniu mieszaniny są układane w normalnych warunkach atmosferycznych warstwami, przy czym poszczególne składniki są wybierane i/lub uzupełnione w zależności od zawartości wilgotności, z tym, że wilgotność początkowa mieszaniny wynosi 40–70% wagowych mieszaniny, i przy czym końcowa sypkość mieszaniny pozwala na to, że spiętrzony kształt utrzymuje

się sam. Następnie, wykonuje się mechanicznie wymieszanie do wytworzenia jednorodnej mieszaniny i do równomiernego rozłożenia wilgotności i mieszanina osiąga maksymalną wysokość 4 m, która po osiadnięciu maleje do pożądanej wysokości 3 m. Następnie monitoruje się powierzchniowe wysychanie mieszaniny, związane z zachodzącymi procesami, w tym czasie mieszaninę ponownie mechanicznie i/lub pneumatycznie miesza się i homogenizuje. Jednocześnie śledzi się odcieki z dolnej części mieszaniny, przy czym przy powstaniu odcieków, z powodu nadmiernego osiadania lub przesiąknięcia wilgotności do warstwy dolnej, ponownie mechanicznie i/lub pneumatycznie miesza się i homogenizuje mieszaninę. Ponadto śledzi się rozwój temperatury na obszarze co najmniej 0,8 m powyżej podstawy i co najmniej 0,8 m pod powierzchnią mieszaniny, przy czym w przypadku przedwczesnego ustabilizowania się temperatury, mieszaninę ponownie miesza się, a proces kończy się po zakończeniu wahania temperatury na temperaturze ustabilizowanej na poziomie maksymalnie 40°C.

Zaletą i korzystnym efektem wynalazku jest nie tylko uzyskanie paliwa o znaczącej wartości opałowej, ale zwłaszcza neutralizacja i/lub rozkład zanieczyszczeń obecnych w mieszaninie początkowej. Podczas samego procesu nagrzewania chemiczno-biologicznego i przemiany substancji początkowych, a następnie podczas kontrolowanego spalania substancji wynikowej – paliwa dochodzi do ostatecznej i całkowitej likwidacji ogromnej większości niepożądanych substancji. Minimalizuje się ich wpływ na środowisko, a ponadto uzyskuje się użyteczne paliwo do bezpośredniego spalania.

Skład mieszaniny według wynalazku i sposób przygotowania jej składników przedstawiono schematycznie na fig. 1. Na fig. 2 przedstawiono schemat spiętrzonej mieszaniny według rozwiązania technicznego na etapie po rozpoczęciu procesu. Na fig. 3 przedstawiono szczegółowo część mieszaniny ze strefami reakcji i mikroorganizmami po rozpoczęciu procesu.

Na fig. 2 i fig. 3 zilustrowano schematycznie naturalny proces w warunkach według wynalazku. Obszar A to strefa pasywna, strzałka B wskazuje przejście powietrza przez mieszaninę, strzałka C wskazuje naturalne wydzielanie energii cieplnej ze strefy ogrzewanego obszaru, a strzałka D przedstawia naturalne wydzielanie energii cieplnej ze strefy intensywnego nagrzewania. Obszary E to poszczególne cząstki mieszaniny, F oznacza wilgotność na powierzchni cząstek, G przedstawia mikroorganizmy aktywne na powierzchni cząstek i H stanowi odległość pomiędzy cząstkami, w których zachodzą najważniejsze reakcje.

Przykłady zastosowania wynalazku

Przed opisaniem kilku przykładów konkretnego składu mieszaniny według rozwiązania technicznego, zostanie przedstawiona podstawowa charakterystyka procesu chemiczno-biologicznego nagrzewania.

Do samoistnego rozpoczęcia procesu musi być wytworzona mieszanina z materiałów z określonymi właściwościami biologicznymi, fizycznymi i chemicznymi. Mieszanina lub jej składniki są pochodzenia biologicznego i ulegają biodegradacji. Mieszanina zawiera pierwiastki biogenne: węgiel, wodór, tlen, siarkę i azot. Materiały nie muszą być dokładnie określone, ale muszą spełniać określone parametry.

Ważne dla samego procesu są zwłaszcza:

- zawartość składników organicznych i nieorganicznych;
- właściwości chemiczne i biologiczne składników;
- udział procentowy poszczególnych składników;
- zawartość związanej i wolnej wilgotności w mieszaninie;
- wielkość poszczególnych cząstek;
- udział procentowy mniejszych i większych cząsteczek;
- całkowita objętość i kształt mieszaniny;
- gęstość nasypowa;
- porowatość;
- termiczne izolacyjne właściwości mieszaniny;
- stężenie gazów;
- czas trwania procesu;
- warunki panujące w otaczającej atmosferze.

Podczas procesu dochodzi do rozszczepienia wiązań termicznych w składnikach i do zmiany ich składu chemicznego podczas powstawania nowych substancji. Zmienia się struktura i budowa konstrukcyjna materiałów zależnie od wielkości porów i kapilar, które wpływają na przenikanie tlenu, ciepła i przenikanie gazów. Na proces mają wpływ również kształty i wielkości cząstek, wymiary, liczby krawędzi i zaokrągleń, różne kąty kształtu cząstek. Szybszej i bardziej intensywnie przebiega proces w materiałach o szorstkiej i porowatej powierzchni niż w przypadku materiałów o gładkich cząstkach. Ważne

są również właściwości termodynamiczne, takie jak wagowa i cieplna pojemność materiałów, przewodność cieplna, współczynnik przenikania ciepła itd.

Do rozwiązania technicznego niezbędne jest uzyskanie odpowiednich warunków do rozpoczęcia i utrzymania powyższego procesu. Osiąga się to za pomocą odpowiedniego składu mieszaniny oraz poprzez zapewnienie jej istotnych parametrów.

Proces rozpoczyna się natychmiast lub po bardzo krótkim czasie od powstania podstawowej mieszaniny, najpierw w poszczególnych obszarach, które stopniowo powiększają się i rozszerzają na całą mieszaninę. Proces odbywa się automatycznie, w poszczególnych etapach, zmieniając się w czasie. Biorąc pod uwagę, że sama natura chemiczno-biologicznego nagrzewania nie może być przedmiotem rozwiązania technicznego, szczegółowe wyjaśnienie tego procesu nie są tutaj konieczne.

Ważne jest jednak zapewnienie, aby proces przebiegał efektywnie, lub jakie kroki podjąć, aby osiągnąć optymalizację procesu. Wymagane jest:

1. Śledzenie składu mieszaniny o całkowitej zawartości związków organicznych minimalnie 25% wagowych, korzystnie powyżej 35% wagowych.

2. Osiągnięcie odpowiednich chemicznych i biologicznych właściwości mieszaniny poprzez to, że jest ona utworzona z dwóch podstawowych grup substancji, substancji soczystych 1 z zawartością wody 5–98% wagowych, jako źródłem inokulum mikroflory i wodą, jak również substancji niesoczystych 2, w ilości co najmniej 15% całkowitych wagowych mieszaniny, ale korzystnie powyżej 25% wagowych, jako źródłem środków redukcyjnych i substancji strukturalnych.

Część substancji niesoczystych 2 może być zastąpiona przez środki pomocnicze 3, jako środki zwiększające powierzchnię reakcyjną i/lub środek termoizolacyjny, to znaczy w celu zoptymalizowania właściwości fizycznych mieszaniny.

3. Osiągnięcie wilgotności początkowej mieszaniny po wymieszaniu przed rozpoczęciem procesu na poziomie od 40 do 70% wagowych wody, korzystnie od 50 do 65% wagowych.

4. Zapewnienie i utrzymanie jak największej ilości wytwarzanej energii cieplnej, która zmienia się w różnych etapach procesu. Jednak, ważną zasadą jest, że schłodzenie pod wpływem otoczenia musi być zawsze niższe, niż jest nagrzewanie pod wpływem trwającego procesu. Idealny przebieg procesu występuje, kiedy temperatura wzrasta do około 50–55°C w ciągu 72 godzin od utworzenia mieszaniny i/lub gdy temperatura wzrasta o 5–7°C przez 24 godziny.

Największa intensywność procesu rozpoczyna się w temperaturze powyżej 60°C. Ważne jest, aby temperatura mieszaniny przekroczyła 60°C przez 96–120 godzin od utworzenia mieszaniny, ponieważ w tych warunkach zachodzi optymalny przebieg poszczególnych procesów. Wraz ze wzrostem temperatury mieszaniny zwiększa się prędkość i intensywność reakcji. Gdy temperatura wzrasta o 10°C, prędkość reakcji rośnie od 2 do 4 razy.

5. Zapewnienie właściwej ilości środków utleniających i redukcyjnych w mieszaninie. W procesie utleniacze wywołują proces i utrzymują go, środki redukcyjne ulegają utlenianiu. W tym rozwiązaniu technicznym charakterystyczne jest, że wykorzystuje się najbardziej dostępny środek utleniający, którym jest tlen atmosferyczny. Ważne jest, aby tworzył w mieszaninie z innymi gazami atmosferycznymi około 21% objętości gazowych składników mieszaniny. W celu utrzymania odpowiedniej ilości tlenu atmosferycznego w mieszaninie należy dostosować porowatość i gęstość nasypową mieszaniny, jej kształt i wysokość, a także rozmiar pojedynczych frakcji, wzajemny stosunek większych i mniejszych cząstek, różnorodność kształtów cząsteczek. Większe ilości drobnych cząstek zwiększają powierzchnię przebiegu reakcji, większe cząstki zapewniają porowatość mieszaniny.

6. Dostosowanie wielkości, tekstury, kształtu i wielkości cząstek przed zmieszaniem początkowej mieszaniny. Podczas procesu ważne jest, aby zapewnić i utrzymać szczególne właściwości fizyczne. Minimalna waga powinna wynosić, co najmniej 3 000 kg, ale korzystnie ponad 10 000 kg. Idealny kształt ułożonej mieszaniny dla maksymalnego efektu jest zasadniczo piramidalny, siodłowy, o wysokości grzbietu lub wierzchołka co najmniej 1,5 m i co najwyżej 2,5 m, o pionowym przekroju osiowym w kształcie trójkąta równoramiennego lub równobocznego, lub mniej korzystnie w kształcie trapezu lub prostokąta. Taki kształt i waga mieszaniny zapewniają dostateczną przepuszczalność dla gazów atmosferycznych, bez nadmiernego osiadania mieszaniny, przy zachowaniu wymaganej gęstości nasypowej i porowatości mieszaniny i jej właściwości termicznych i izolacyjnych. W najlepszym przypadku, gdy wysokość warstwy wynosi od 1,5 do 2,5 m, zazwyczaj bardzo dobrze izoluje się powstające obszary procesu samoogrzewania. Do osiągnięcia maksymalnego efektu warstwa nie powinna być wyższa niż 3 m. Przy wyższych warstwach, powyżej 3 m, ze względu na ciężar własny mieszanina zagęszcza się, co zmniejsza porowatość i zmniejsza zawartość wymaganego tlenu.

W samym przebiegu procesu należy zauważyć, że w wielu przypadkach jest wskazane do zoptymalizowania przebiegu usuwanie powstających gazów, zwłaszcza NH_3 , H_2S , CO_2 i CH_4 lub wspieranie ich utraty, ponieważ mogą mieć negatywny wpływ na procesy przekształcania mieszaniny.

Podczas przegrupowania materiału, w celu poprawy parametrów mogą być dodane inne substancje, ma to pozytywny wpływ na proces, jego przyspieszenie i efektywność.

Zakończenie procesu przejawia się samoistnym obniżeniem temperatury mieszaniny, zmianą jej wilgotności, struktury i wyglądu.

Odnosnie do grup substancji wymienionych powyżej w punkcie 2:

W praktyce wyróżnia się trzy grupy substancji: substancje soczyste 1, substancje niesoczyste 2 i substancje pomocnicze 3.

Substancje soczyste 1 to, co najmniej jeden rodzaj substancji o charakterze osadu, które są tworzone w fazie płynnej oraz fazie stałej, rozproszonej w fazie płynnej. Są to osady z oczyszczalni ścieków komunalnych 1a i/lub osadów z oczyszczalni ścieków przemysłowych 1b i/lub materiały o charakterze mało osadowym 1c.

Osady z oczyszczalni ścieków komunalnych 1a są wybrane z grupy osadów: osady podstawowe 1a1, osady wtórne 1a2, osady tercjalne 1a3, osad surowy 1a4, beztlenowo stabilizowane osady 1a5, tlenowo stabilizowane osady 1a6, chemicznie stabilizowane osady 1a7, fizycznie stabilizowane osady 1a8, odwodnione osady 1a9.

Osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych 1b są wybrane z grupy osadów: osady z produkcji celulozy i papieru 1b1, osady z produkcji sklejki i włókna odpadowe z produkcji płyt pilśniowych 1b2, obornik, odchody, ściółka 1b3, osady produkcyjne 1b4.

Materiały o charakterze mało osadowym 1c są wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka 1c1, owoce 1c2, tłuszcze i oleje roślinne 1c3, pozostałości z produkcji agaru i żelatyny 1c4, podłoże z produkcji biotechnologicznej 1c5, produkty z biogazowni 1c6, rośliny i zwierzęta wodne 1c7, odpady i nadwyżki żywności 1c8.

Substancje niesoczyste 2 to materiały z zawartością celulozy o frakcji 15–750 mm. Są to materiały lignocelulozowe 2a i/lub opakowania i części z działalności handlowej i/ lub sektora komunalnego 2b i/lub inne materiały 2c z zawartością celulozy.

Materiały lignocelulozowe 2a to dendromasa 2a1 i/lub biomasa roślinna 2a2.

Opakowania i części z sektora handlowego i/ lub komunalnego 2b są wybrane z grupy materiałów: papier 2b1, karton 2b2, tektura 2b3, opakowania żywności i napojów 2b4 z kombinowanych materiałów jak TetraPaki.

Inne materiały 2c są wybrane z grupy materiałów: banknoty 2c1, produkty z masy papierniczej 2c2.

Substancjami pomocniczymi 3 jest materiał lignocelulozowy 3a i/lub wydobywczy i/lub osad górniczy 3b i/lub inny odpad 3c.

Pomocniczy materiał lignocelulozowy 3a jest wybrany z grupy materiałów: trociny i wióry 3a1, słoma 3a2, kości, owoce i ich części i skorupki 3a3, plewy, sieczka, śruta, otręby 3a4, trawa 3a5, biomasa wodna 3a6.

Inny odpad 3c jest wybrany z grupy materiałów: osady denne 3c1, wyroby gumowe 3c2, osady z produkcji garbarskiej 3c3.

Wszystkie materiały zaleca się przed wmieszaniem do mieszaniny odpowiednio zmodyfikować. Substancje soczyste 1, jeśli jest to konieczne, zwykle są suszone lub poddawane suszeniu końcowemu, poddawane są sedymentacji lub innemu rodzajowi rozdzielania składników, odwadniania, sterylizacji lub pasteryzacji itp. Substancje niesoczyste 2 zazwyczaj modyfikuje się mechanicznie, rozdrabnia, zrębkuje, tnie, miele i sortuje. Substancje pomocnicze 3 modyfikuje się w zależności od ich charakteru chemicznie i/lub mechanicznie, na przykład przez suszenie i końcowe suszenie, odwadnianie, oddzielanie, higienizację itd.

Poszczególne składniki waży się po modyfikacji, dozuje się i miesza w stosunkowo jednorodną sypką mieszaninę. Jest ona spiętrzona w wyżej wspomniany kształt ostrosłupa lub kształt siodłowy z linią grzbietową. W normalnych warunkach atmosferycznych, proces rozpoczyna się praktycznie w ciągu kilku godzin, jeżeli parametry i skład mieszaniny są według wynalazku.

W czasie procesu jest możliwe kontrolowanie parametrów, takich jak wilgotność i temperatura lub obecność różnych gazów itd. W razie potrzeby albo w celu przyspieszenia procesu, jest korzystnie przegrupować mieszaninę, wymieszać lub uzupełniać w celu regulowania parametrów innymi substancjami. Rezultatem jest materiał palny – paliwo o dobrej wartości opałowej, które może być bezpośrednio

spalane do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej. Cały proces charakteryzuje się efektem synergicznym podczas uzyskania energii z potencjalnej mieszaniny. Wartość opałowa końcowego paliwa jest wyższa niż suma wartości opałowej materiałów początkowych.

Obchodzenie się z mieszaniną i sposób jej otrzymywania jest w praktyce zwykle taki, że składniki początkowe, w których co najmniej 80% wagowych otrzymanej mieszaniny stanowi frakcja wynosząca maksymalnie 750 mm, ułożone są w stos, co najwyżej 4 m wysokości, który po homogenizacji poprzez mieszanie i osiadanie uzyskuje pożądaną wysokość maksymalną 3 m. Zaleta trójkątnego lub trapezowego przekroju pionowego mieszaniny polega na tym, że powietrze z otoczenia jest zasysane do podstawy mieszaniny. Dzięki przepływowi powietrza przez rdzeń mieszaniny, rdzeń jest intensywnie ogrzewany i ogrzane powietrze przenika przez górną warstwę mieszaniny, dzięki czemu uzyskuje się ruch w mieszaninie.

Dzięki utworzeniu stosu, składniki są kombinowane i układają się na sobie warstwami. Należy śledzić całkowitą wilgotność ze względu na to, że otrzymana mieszanina początkowa wynosi 40–70% wagowych mieszaniny. Śledzi się również otrzymaną sypkość mieszaniny, która pozwala na samodzielne utrzymanie uzyskanego kształtu. Składniki miesza się mechanicznie, aż do uzyskania homogenicznej mieszaniny i równomiernego rozłożenia wilgotności i ułożenia mieszaniny. Jeśli struktura po uwarstwieniu składników jest dostatecznie jednorodna i zachowuje swój kształt w związku z odpowiednią sypkością, mieszanie jest zbędne. Samodzielne utrzymanie kształtu jest oznaką prawidłowego ułożenia mechanicznego przy dobrej wilgotności. Następnie śledzi się powierzchniowe wysychanie mieszaniny związane z zachodzącymi w materiale procesami, przy czym mieszaninę miesza się mechanicznie i/lub pneumatycznie i ponownie homogenizuje. Do zbijania się mieszaniny dochodzi wtedy, gdy jest ona zbyt sucha.

Również śledzi się odcieki z dolnej części mieszaniny, gdzie przy powstaniu odcieków, ze względu na nadmierne osiadanie lub przesiąknięcie wilgotności do dolnej warstwy, mieszaninę ponownie mechanicznie i/lub pneumatycznie miesza się, homogenizuje i wilgotność rozprowadza w całej objętości, mieszanina jest również napowietrzana i uzupełniany jest tlen, który jest intensywnie zużywany.

Zbyt osiadła, ewentualnie nasączona w wyniku nadmiaru wilgotności, dolna warstwa spowodowałaby ograniczenie obecności składników gazowych niezbędnych dla procesu. Śledzi się również wzrost temperatury w obszarze, co najmniej 0,8 m powyżej podstawy i co najmniej 0,8 m poniżej powierzchni mieszaniny. Temperatura powinna być mierzona regularnie, najlepiej codziennie, lub w sposób ciągły specjalnymi sondami. Kluczowym monitorowanym parametrem, który jest badany jest to czy istnieje tendencja do stałego wzrostu temperatury. Nie jest tak bardzo ważne, jak szybko wzrasta temperatura, ale musi ona wzrastać. Zwiększanie się temperatury nie jest nieskończone, ale jeśli występuje stabilizacja lub spadek temperatury, konieczne jest ponowne wymieszanie mieszaniny. Mieszanina jest automatycznie schładzana, ale ze względu na przebiegające reakcje ponownie następuje wzrost temperatury. W ten sposób mieszaninę wielokrotnie ogrzewa się i chłodzi, w wyniku czego powstaje typowa zębata krzywa temperatury. Na początku procesu zmiany są bardzo wyraźne, ale z biegiem czasu łagodnieją i wahania się wyplaszczają, co jest typowym objawem stopniowego wyczerpywania dostępnej energii. Podczas procesu normalne jest osiągnięcie temperatury powyżej 55°C, w idealnym przypadku temperatura wzrasta powyżej 70–75 °C, a tym samym dochodzi do higienizacji mieszaniny.

W wyniku powtarzającego się wzrostu temperatury, a następnie schłodzenia, co jest zapewnione poprzez mechaniczne i/lub pneumatyczne mieszanie, osiąga się odpowiednie wartości dla przebiegu procesu:

- zawartość tlenu w składniku gazowym mieszaniny nie spadnie poniżej 12% objętości składników gazowych;
- zawartość CO₂ w gazowym składniku mieszaniny nie wzrośnie powyżej 30% objętości składników gazowych;
- zawartość azotu w składniku gazowym mieszaniny nie przekroczy 25% objętości składników gazowych;
- wilgotność w mieszaninie jest równomierna w całej objętości;
- pod wpływem struktury powstają kieszenie powietrzne, w których przebiegają najbardziej intensywne reakcje.

Jeżeli po ponownym wymieszananiu temperatura podczas pomiaru nie wzrasta powyżej 40°C, jest to oznaką wyczerpania energii dostępnej dla procesów w mieszaninie i proces zostaje zakończony. W tym przypadku, uzyskuje się optymalne efekty i mieszanina może być stosowana jako paliwo. Nie zawsze konieczne jest czekanie na osiągnięcie tego stanu, proces może być zakończony wcześniej, ale właściwości paliwa wtedy będą gorsze.

Paliwo to przed użyciem może być sortowane, rozdrabniane, można dodać do niego inne dodatki w celu poprawy parametrów lub wysuszyć i granulować, wytłaczać itd. W zależności od rodzaju składników początkowych, zwłaszcza w odniesieniu do zawartości substancji szkodliwych w nich zawartych, wykonuje się analizę polegającą na kontroli właściwości chemicznych i fizycznych paliwa i kontroli usunięcia zanieczyszczeń, najlepiej ich całkowitej degradacji do substancji nieszkodliwych.

Konkretny, przykładowy skład mieszaniny:

Przykład 1

Skład mieszaniny o całkowitej wadze 126 000 kg:

43 000 kg beztlenowo stabilizowanych osadów 1a5 z oczyszczalni ścieków,

10 000 kg produktu z biogazowni 1c6 – przefermentowany odpad,

34 000 kg biomasy roślinnej 2a2 – słoma pszenna,

13 000 kg dendromasy 2a1 – zrębki,

Ze względu na zmiany parametrów, po 10 dniach dodano:

6 000 kg trocin i wiórów 3a1 – trociny,

20 000 kg dendromasy 2a1 – zrębki.

Wilgotność początkowa mieszaniny: 62,3% wagowych.

Proces chemiczno-biologiczny samonagrzewania trwał 29 dni.

Wilgotność przed spaleniem materiału, otrzymanego paliwa: 33,6% wagowych.

Wartość opałowa: 9,52 MJ/kg.

Przykład 2

Skład mieszaniny o całkowitej wadze 100 000 kg:

26 000 kg surowego osadu 1a4 z oczyszczalni ścieków,

18 000 kg osadu górniczego 3b,

20 000 kg biomasy roślinnej 2a2 – słoma pszenna,

2 000 kg skoszonej trawy 3a5,

30 000 kg dendromasy 2a1 – zrębki,

4 000 kg otrębów 3a4 – plewy zbóż.

Początkowa wilgotność mieszaniny: 64,2% wagowych.

Proces chemiczno-biologiczny samonagrzewania trwał 19 dni.

Wilgotność przed spaleniem materiału, otrzymanego paliwa: 43,5% wagowych.

Wartość opałowa: 7,34 MJ/kg.

Przykład 3

Skład mieszaniny o całkowitej wadze 110 000 kg:

28 000 kg beztlenowo stabilizowanych osadów 1a5 z oczyszczalni ścieków,

6 000 kg obornika, odchodów lub ściółki 1b3,

27 000 kg dendromasy 2a1 – liście drzew,

21 000 kg słomy 3a2 – na drobno rozdrobniona słoma rzepaku,

26 000 kg dendromasy 2a1 – zrębki,

2 000 kg wyrobów gumowych 3c2 – rozdrobnione opony.

Początkowa wilgotność mieszaniny: 66,1% wagowych.

Proces chemiczno-biologiczny samonagrzewania trwał 18 dni.

Wilgotność przed spaleniem materiału, otrzymanego paliwa: 54,9% wagowych.

Wartość opałowa: 6,78 MJ/kg.

Przykład 4

Skład mieszaniny o całkowitej wadze 102 000 kg:

20 000 kg osadu z produkcji papieru i celulozy 1b1,

15 000 kg podłoża z produkcji biotechnologicznej 1c5 – dezaktywowane, z produkcji farmaceutycznej,

12 000 kg osadów produkcyjnych 1b4 – z przemysłowej oczyszczalni ścieków z produkcji farmaceutycznej,

42 000 kg dendromasy 2a1 – zrębki,

3 000 kg skoszonej trawy 3a5,

4 000 kg opakowań napojów i żywności z materiałów kompozytowych, takich jak TetraPak 2b4 –

kruszone opakowanie typu TetraPak,

6 000 kg kruszonego kartonu 2b2.

Początkowa wilgotność mieszaniny: 61,8% wagowych.

Proces chemiczno-biologiczny samonagrzewania trwa 21 dni.
Wilgotność przed spaleniem materiału, otrzymanego paliwa: 45,5% wagowych.
Wartość opałowa: 7,24 MJ/kg.

Przykład 5

Skład mieszaniny o całkowitej wadze 106 000 kg:

57 000 kg beztlenowo stabilizowanych osadów 1a5 z oczyszczalni ścieków,
2 000 kg osadów z produkcji garbarskiej 3c3 – błona, podskórny tłuszcz i sierść z przetwarzania skór bydłych,
19 000 kg dendromasy 2a1 – kora drzewa,
10 000 kg papieru 2b1 i kruszonego kartonu 2b2 – niesortowana mieszanka łamana,
2 000 kg sianokiszonki 1c1,
8 000 kg nadwyżki żywności 1c8 – stały odpad z produkcji słodkich i słonych wyrobów cukierniczych w formie fragmentów produktów niespełniających parametrów jakościowych, próbki odbierane w trakcie produkcji,
6 000 kg dendromasy 2a1 – biodegradowalny odpad ze wsadu owocowego w formie gałęzi, liści, kawałków drzew,
2 000 kg skoszonej trawy 3a5 i owoców 1c2 – ze wsadu owocowego.
Początkowa wilgotność mieszaniny: 67,2% wagowych.
Proces chemiczno-biologiczny samonagrzewania trwa 42 dni.
Wilgotność przed spaleniem materiału otrzymanego paliwa: 39,4% wagowych.
Wartość opałowa: 8,58 MJ/kg.

Zastosowanie przemysłowe

Skład mieszaniny materiałów odpadowych według rozwiązania technicznego do wytwarzania paliwa do bezpośredniego spalania i sposób wytwarzania tego paliwa są przeznaczone do przemysłowej likwidacji odpadów biologicznych i równocześnie wytwarzania paliwa do bezpośredniego spalania lub do dalszej obróbki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mieszanina materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego, ulegająca biodegradacji, zawierająca pierwiastki biogenne – węgiel, wodór, tlen, siarkę i azot, do wytwarzania paliwa do bezpośredniego spalania, znajdująca się w środowisku aerobowym w obecności tlenu i innych gazów atmosferycznych z powietrza, zawierająca osady ściekowe oraz rozdrobnione włókna celulozowe,
znamienna tym, że
posiada początkową wilgotność 40–70% wagowych wody i zawiera co najmniej 25% wagowych substancji organicznych,
przy czym całkowita waga mieszaniny wynosi co najmniej 3 000 kg i jest spiętrzona do wysokości nie większej niż 3 m do formy o pionowym przekroju osiowym w kształcie równoramiennego lub równobocznego trójkąta lub trapezu, lub prostokąta, przy czym mieszanina składa się z dwóch podstawowych grup substancji:
 - substancji soczystych (1) o zawartości wody 5–98% wagowych, w ilości nie więcej niż 85% całkowitej wagi mieszaniny, jako źródło inokulum mikroflory i wody, oraz
 - substancji niesoczystych (2) w ilości co najmniej 15% całkowitej wagi mieszaniny, jako źródło czynników redukujących i substancji strukturalnych,gdzie substancjami soczystymi (1) jest co najmniej jeden rodzaj materiałów typu osad, który jest złożony z fazy ciekłej i fazy stałej rozproszonej w fazie ciekłej, natomiast substancjami niesoczystymi (2) są materiały zawierające celulozę o frakcji od 15 do 750 mm,
przy czym substancjami soczystymi (1) są: osady z oczyszczalni ścieków komunalnych (1a), osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych (1b) lub materiały o charakterze mało osadowym (1c) wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka (1c1), owoce (1c2), tłuszcze i oleje roślinne (1c3), pozostałości z produkcji agaru i żelatyny (1c4), podłoże z produkcji biotechnologicznej (1c5), produkty ze stacji biogazowych (1c6), rośliny i zwierzęta wodne (1c7), odpady i nadwyżki żywności (1c8); przy czym substancjami niesoczystymi (2)

- są: materiały lignocelulozowe (2a), opakowania lub ich części pochodzące z sektora handlowego lub komunalnego (2b) lub inne materiały (2c) zawierające celulozę wybrane z grupy materiałów obejmującej: banknoty (2c1), produkty z masy papierniczej (2c2).
2. Mieszanina materiałów odpadowych według zastrz. 1, **znamienna tym**, że osady z oczyszczalni ścieków komunalnych (1a) są wybrane z grupy osadów: osad pierwotny (1a1), osad wtórny (1a2), osad tercjalny (1a3), surowy osad (1a4), anaerobowo stabilizowany osad (1a5), aerobowo stabilizowany osad (1a6), chemicznie stabilizowany osad (1a7), fizycznie stabilizowany osad (1a8) oraz odwodniony osad (1a9);
osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych (1b) wybrane są z grupy osadów: osady z produkcji papieru i celulozy (1b1), osady z produkcji sklejk i włókna odpadowe z produkcji płyt pilśniowych (1b2), obornika, odchodów lub ściółki (1b3);
materiały o charakterze mało osadowym (1c) są wybrane z grupy materiałów: padlina, kiszonka, sianokiszonka (1c1), owoce (1c2), tłuszcze i oleje roślinne (1c3), pozostałości z produkcji agaru i żelatyny (1c4), podłoże z produkcji biotechnologicznej (1c5), produkty ze stacji biogazowych (1c6), rośliny i zwierzęta wodne (1c7), odpady i nadwyżki żywności (1c8).
 3. Mieszanina materiałów odpadowych według zastrz. 1, **znamienna tym**, że materiały lignocelulozowe (2a) są dendromasą (2a1) i/lub osadem wtórnym (1a2);
opakowania i ich części z sektora handlowego i/lub komunalnego (2b) są wybrane z grupy materiałów: papier (2b1), karton (2b2), tektura (2b3), opakowania napojów i żywności (2b4) z materiałów kompozytowych, takie jak TetraPack.
 4. Mieszanina materiałów odpadowych według zastrz. 1 do 3, **znamienna tym**, że jest spiętrzona w formie piramidalnej z czubkiem lub wierzchołkiem na wysokości co najmniej 1,5 m i co najwyżej 2,5 m, przy czym waga całkowita mieszaniny wynosi ponad 3000 kg, korzystnie 10000 kg.
 5. Mieszanina materiałów odpadowych według dowolnego z zastrz. 1 do 4, **znamienna tym**, że zawiera 50–65% wagowych wody.
 6. Mieszanina materiałów odpadowych według dowolnego z zastrz. 1 do 4, **znamienna tym**, że zawiera dodatkowo substancje pomocnicze (3) będące środkiem zwiększającym pole powierzchni reakcji lub środkiem termoizolacyjnym,
przy czym stanowią one pomocniczy materiał lignocelulozowy (3a) lub osad górniczy (3b) lub inne odpady (3c),
gdzie pomocniczy materiał lignocelulozowy (3a) jest wybrany z grupy materiałów obejmującej: trociny i wióry (3a1), słomę (3a2), pestki, owoce, skórki, skorupki (3a3), sieczkę i plewy, śrutę, otręby (3a4), trawę (3a5), biomasę wodną (3a6), a
inny odpad (3c) jest wybrany z grupy materiałów obejmującej: osady denne (3c1), wyroby gumowe (3c2) i osad z produkcji garbarskiej (3c3).
 7. Sposób wytwarzania paliwa z mieszaniny materiałów odpadowych pochodzenia biologicznego, składającej się z dwóch podstawowych grup substancji: substancji soczystych (1) i substancji niesoczystych (2), określonej w dowolnym z zastrz. 1 do 6, **znamienny tym**, że składniki mieszaniny układają się warstwami w normalnych warunkach atmosferycznych,
przy czym składniki wybiera się i/lub uzupełnia w zależności od zawartości wilgotności, przy czym wilgotność początkowa mieszaniny wynosi 40–70% wagowych mieszaniny, i przy czym wynikowa sypkość mieszaniny pozwala na samodzielne utrzymanie spiętrzonego kształtu;
następnie składniki miesza się mechanicznie do uzyskania jednolitego składu i do równomiernego rozłożenia wilgotności i spiętrza się do wysokości nie większej niż 4 m, która po osiadnięciu opada do wysokości 3 m,
następnie obserwuje się powierzchniowe wysychanie mieszaniny związane z wytrącaniem, przy czym, jeżeli następuje wytrącanie, mieszaninę miesza się mechanicznie i/lub pneumatycznie i ponownie homogenizuje,
jednocześnie monitoruje się odciek z dolnej części mieszaniny,
przy czym, jeżeli następuje odciek, z powodu nadmiernego osiadania lub przesiąknięcia wilgotności do warstwy dolnej, mieszaninę miesza się mechanicznie i/lub pneumatycznie i ponownie homogenizuje,
jednocześnie monitoruje się zmiany temperatury, co najmniej 0,8 m powyżej podstawy i co najmniej 0,8 m pod powierzchnią mieszaniny,

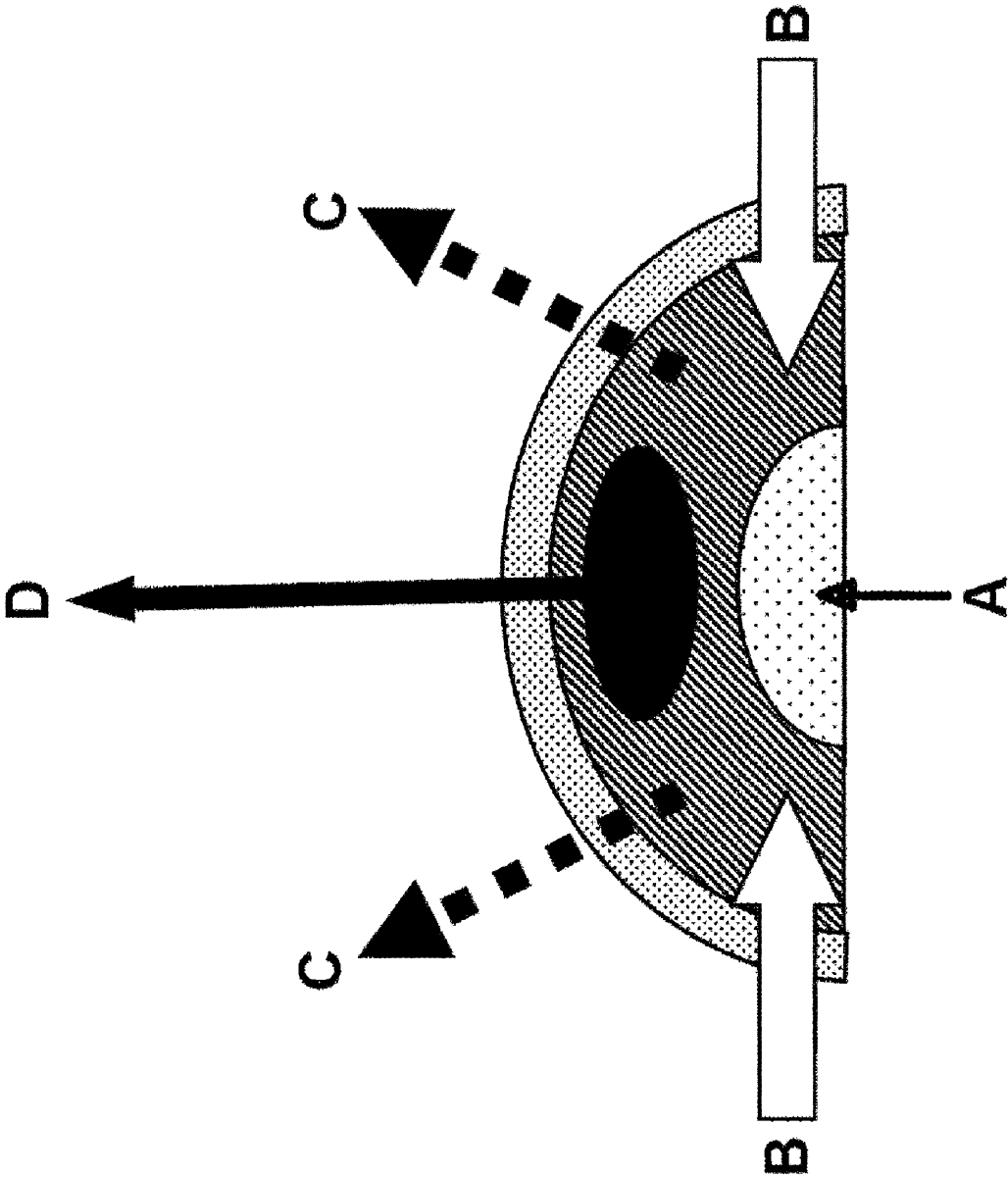


Fig. 2

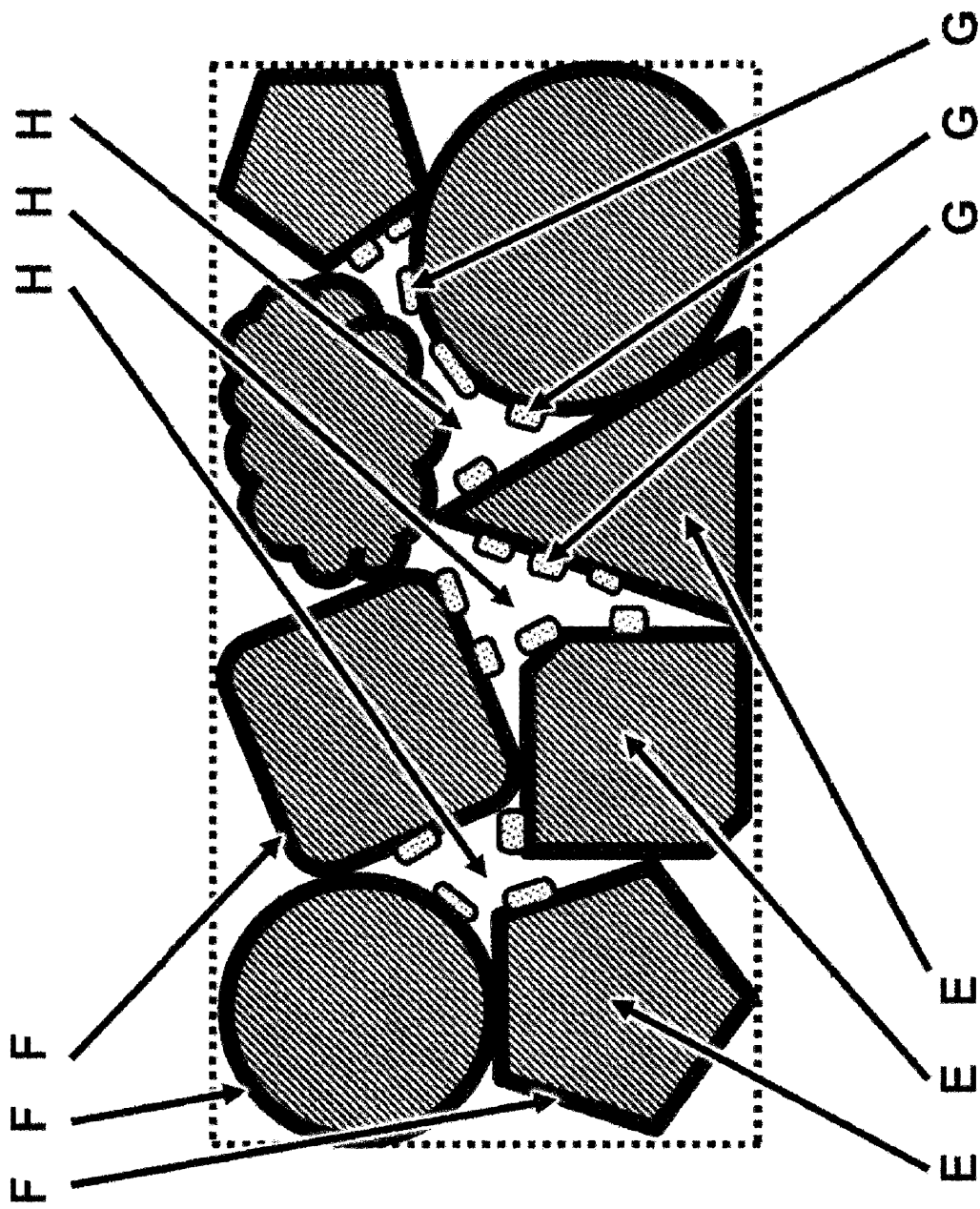


Fig. 3