

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243856 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439747**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.06**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.12 BUP 24/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.23 WUP 43/2023**

(51) MKP:

F23G 7/06 (2006.01)

B01D 53/30 (2006.01)

B01D 53/46 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT NAFTY I GAZU – PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY, Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ANDRZEJ JANOCHA, Krosno, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Paweł Lechowicz, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Sposób zagospodarowania odpadu gazowego o niskiej zawartości metanu

PL 243856 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób spalania gazu o zawartości metanu w przedziale od 13–35% powstającego w procesie odpadu podczas wytwarzania paliwa gazowego o jakości akceptowalnej przez odbiorcę końcowego o zawartości metanu powyżej 70%.

Znane jest rozwiązanie z opisu patentowego nr CN101947457. Wynalazek ujawnia katalizator spalania metanu w powietrzu wentylacyjnym i sposób jego wytwarzania. Katalizator składa się z następujących składników w procentach wagowych: od 1 do 50 procent składnika aktywnego, od 1 do 30 procent substancji czynnej i bilansu porowatego nośnika, przy czym składnik aktywny to jeden lub dwa tlenki manganu i kobaltu lub rozpuszczalne sole manganu i kobaltu. Aktywnym środkiem pomocniczym jest dowolny ze związków ceru lub związków lantanu, a porowatym nośnikiem jest jeden lub więcej spośród tlenku glinu, tlenku tytanu, tlenku cyrkonu, tlenku magnezu, tlenku wapnia, dwutlenku krzemu, krzemianu glinu i krzemianu magnezu. Katalizator jest stosowany do spalania metanu w powietrzu i ma zalety prostego sposobu przygotowania, niskiego kosztu, stosunkowo niskiej temperatury zapłonu metanu i temperatury całkowitego spalania.

W innym rozwiązaniu przedstawionym w opisie patentowym nr P.386048 przedstawiono sposób wzbogacania biogazu w metan, z wykorzystaniem oczyszczonych ścieków komunalnych. Sposób polega na tym, że oczyszczone ścieki miesza się pod ciśnieniem i przesyła się do separatora w celu oddzielenia wzbogaconego w metan biogazu od ścieków, zawierających rozpuszczony w nich ditlenek węgla. Urządzenie składa się z ciśnieniowego cylindrycznego poziomego mieszalnika biogazu i oczyszczonych ścieków, który z jednej strony posiada wlot na biogaz i oczyszczone ścieki, a z drugiej strony wylot z przewodem, którym podaje się wymieszaną w mieszalniku mieszaninę ścieków do pionowej kolumny separującej, przy czym wlot do kolumny jest styczny do poziomu ścieków, znajdujących się w kolumnie, zaś kolumna w części górnej posiada przewód z zaworem do odprowadzania wzbogaconego w metan biogazu, a w części dolnej przewód z zaworem do odbioru ścieków z rozpuszczonego w nich ditlenku węgla.

Przykład wykonania wynalazku ukazujący sposób spalania gazu metanowego o niskim ciśnieniu i niskim stężeniu ujawniono w opisie CN101713538. W opisanym sposobie spalania, jako rurę wlotową powietrza przyjmuje się rurę wewnętrzną i rurę zewnętrzną, które są połączone z komorą spalania, przy czym rura wewnętrzna jest kanałem gazu opałowego, a kanał pomiędzy rurą wewnętrzną a rurą zewnętrzną jest kanałem powietrznym. Powietrze wewnątrz kanału powietrza wchodzi do komory spalania z dużą prędkością i tworzy podciśnienie na wylocie kanału gazu opałowego, a metan o niskim ciśnieniu i niskim stężeniu wewnątrz kanału gazu opałowego jest absorbowany do komory spalania i spala się w komorze spalania w trybie mieszania. Natomiast w opisie patentowym JP1194016408 opisano uzyskiwanie dwutlenku węgla o wysokiej czystości poprzez dostarczanie określonego gazu do komory spalania i całkowite spalanie metanu w płomieniu tlenowo-wodorowym przy jednoczesnym utrzymaniu absorpcji ciśnienia przy obniżonym ciśnieniu. Absorbent KOH itp. jest wtryskiwany do pierwszej wieży absorpcyjnej i drugiej wieży absorpcyjnej z wlotów za pomocą pompy próżniowej. Do urządzenia dostarczany jest tlen i wodór oraz zapalany jest palnik. Kurek trójdrożny jest ustawiony tak, że gaz jest dostarczany w odpowiednie miejsce, a spaliny są kierowane do wylotu. Po ustabilizowaniu się spalania mieszanina gazowa o konw. 5–15% wag. CH₄, 20–30% wag. H₂ i 55–75% wag. O₂ jest dostarczana z linii zasilającej do wieży absorpcyjnej o pożądanym ciśnieniu. Mieszanina gazowa jest spalana w komorze spalania, a zawór zostaje zamknięty i rozpoczyna się regeneracja. Kurek jest otwierany w celu wstrzyknięcia kwasu do wieży w celu wytworzenia CO₂, który pod wpływem jego ciśnienia przechodzi przez elementy układu, a CO₂ jest odzyskiwany z wylotu.

Znane jest rozwiązanie z opisu patentowego nr CN103884016. Wynalazek ujawnia urządzenie do katalitycznego spalania metanu o niskim stężeniu. Urządzenie do spalania katalitycznego składa się z komory spalania i podgrzewacza z obiegiem dymu. Warstwa izolacyjna jest umieszczona na zewnętrznej ścianie komory spalania, natomiast płyta odpylająca, wnęka podgrzewania wstępnego, warstwa adsorpcyjna do usuwania siarki i warstwa do spalania katalitycznego są rozmieszczone sekwencyjnie w komorze spalania od dołu do góry. Poniżej komory spalania utworzona jest wnęka wlotu gazu, a nad komorą znajduje się rewersyjny zespół nadmuchu gazu, zaś na bocznej ścianie komory znajduje się rura wlotowa metanu o niskim stężeniu i rura wylotowa gazu nadmuchowego. Wnęka wlotowa gazu, rura wlotowa gazu wnęki podgrzewania i rura wylotowa gazu wnęki podgrzewania są umieszczone na ścianie bocznej, a zespół podgrzewania wstępnego z cyrkulacją dymu zawiera rurę wylotową dymu,

zawór elektromagnetyczny i wymiennik ciepła. Zgodnie z urządzeniem i metodą spalania katalitycznego przyjęto pionowy układ dodatniego spalania katalizatora i redukcji nadmuchu wstecznego.

Z kolei opis patentowy GB727865 przedstawia paliwo węglowodorowe w postaci gazowej, parowej lub rozpylonej, np. metan, który jest mieszany z tlenem lub gazem zawierającym co najmniej 50% tlenu, aby utworzyć mieszkankę spalania zawierającą niewystarczającą ilość tlenu do całkowitego spalania paliwa, która to mieszkanka jest podawana do zbiornika pośredniego, w którym ciśnienie jest utrzymywane na poziomie, przy którym mieszkanka nie jest zapalna, a stamtąd wciągana jest do zbiornika pośredniego silnika, na przykład w czterosuwowym jednocylindrowym silniku pracującym z prędkością 350 obr/min z mieszaniną gazów składającą się z 40% tlen, 58% metanu i 2% azotu utrzymywaną w zbiorniku pośrednim pod ciśnieniem 150 mm. Produkty wydechowe zawierają 36,5% tlenku węgla, 55,9% wodoru i niewielkie ilości dwutlenku węgla, metanu i azotu. Skład mieszkanki w pojemniku pośrednim jest utrzymywany na stałym poziomie z dokładnością do 1% o określonej wartości, a urządzenie uruchamia alarm, jeśli zawartość tlenu w mieszaninie przekroczy o 2% z góry określoną wartość i odcina dopływ tlenu, jeśli proporcja wzrośnie do 4% powyżej ustalonej wartości. Urządzenie wskazujące ciśnienie wybuchu uruchamia alarm, a także uruchamia urządzenie, które wprowadza dwutlenek węgla do mieszkanki palnej bezpośrednio przed jej wejściem do silnika.

Opisane powyżej urządzenia oraz sposoby spalania są mało efektywne i pozostawiają jako produkt uboczny tlenek węgla oraz resztkowe ilości metanu, gdyż nie zachodzi całkowite spalanie. Zastosowane składniki poprawiające spalanie są drogie oraz wymuszają dokładne ich dawkowanie.

Celem wynalazku jest stworzenie sposobu zagospodarowania odpadu gazowego o zawartości metanu poniżej 35%, uzyskanego w procesie przekształcenia surowca biogazowego, zawierającego 53–65% metanu, w paliwo o jakości akceptowalnej przez końcowego odbiorcę, o zawartości powyżej 70% metanu. Wykorzystanie odpadu powinno odbywać się małym kosztem, przy zachowaniu wymogów bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym sposób zagospodarowania odpadu gazowego o niskiej zawartości metanu powstałego po uzyskaniu z surowego biogazu paliwa gazowego o zawartości metanu powyżej 70% charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie wytwarzany odpad zostaje skierowany do buforowego zbiornika, w którym wykonuje się pomiar zawartości metanu, po czym otrzymany wynik zostaje przekazany do układu sterowania strumieniami gazowymi za pomocą dmuchaw, które kierują je do jednostki kogeneracyjnej CHP, do której trafia z buforowego zbiornika magazynowego wcześniej sprawdzony gaz, a jednocześnie na podstawie otrzymanego wyniku pomiaru zawartości metanu, poprzez układ sterowniczy następuje dodanie do jednostki kogeneracyjnej wzbogaconego powietrza, a ilość wprowadzanego strumienia wzbogaconego powietrza w tlen jest uzależniona od zawartości metanu w odpadzie, i z uwzględnieniem około 20% nadmiaru w stosunku reakcji stechiometrycznej wynosi 50% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 10%, poprzez 90% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 20%, i 120% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 25%, oraz 160% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 35%, a powietrze do spalania dostarczone jest do jednostki kogeneracyjnej z generatora wzbogacającego powietrze w tlen, w którym następuje przygotowanie pożądanego składu mieszkanki tlenowo-powietrznej, zaś na wylocie spalin umieszczony jest czujnik tlenku węgla i w przypadku wykrycia stężenia progowego powyżej 100 ppm obecności tlenku węgla, jednostka sterownicza otrzymuje sygnał, który to zwiększa ilość powietrza wzbogaconego w tlen wdmuchiwanego do jednostki kogeneracyjnej.

Zaletą takiego rozwiązania jest stworzenie sposobu zagospodarowania odpadu gazowego o zawartości metanu poniżej 35%, uzyskanego w procesie przekształcenia surowca biogazowego, dzięki któremu następuje całkowite spalanie metanu będącego odpadem w produkcji paliwa gazowego. W procesie tym nie zostaje wytworzony tlenek węgla i nie pozostają resztki niespalonego metanu powyżej śladowych ilości, który jest ponad 25-krotnie silniejszym czynnikiem efektu cieplarnianego niż CO₂, a ograniczenie ilości azotu w mieszkance do spalania powoduje także tylko śladową emisję tlenków azotu NO_x, który jest prawie 300-krotnie silniejszym czynnikiem efektu cieplarnianego niż CO₂. Wykorzystanie wysoko zaawansowanych technologicznie jednostek kogeneracyjnych, w których działają inteligentne systemy zapłonu i regulacji temperatury spalin dodatkowo pozwala na pełne spalanie metanu oraz wysoką wydajność uzyskania energii w zaplanowanej formie. W układach trikogeneracyjnych istnieje możliwość uzyskiwania obok energii elektrycznej i ciepła także chłodu, co elastycznie można wykorzystywać o każdej porze roku.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania opisano poniżej.

Strumień odpadu biogazowego o wydajności 100 dm³/min o zawartości 25% metanu i 75% CO₂ w temperaturze 23°C i ciśnieniu atmosferycznym, po oznaczeniu (sprawdzeniu) składu za pomocą czujnika metanowego, został ogrzany w wymienniku ciepła do temperatury 50°C i wprowadzony do wlotu paliwowego układu kogeneracyjnego.

Jednocześnie do jednostki kogeneracyjnej z generatora opartego na membranie poliimidowej firmy UB Industries, wprowadzono ogrzane powietrze wzbogacone w tlen, w ilości 120 dm³/min, czyli o 20 dm³/min więcej niż to wynika z reakcji stechiometrycznej spalania wynikającej z zasady dodawania nadmiaru utleniacza w stosunku ilości stechiometrycznej reakcji spalania, w celu uzyskania całkowitego spalania. W sumarycznym składzie mieszanki gazu i wzbogaconego powietrza zawartość metanu w komorze spalania wynosi 11,36% co oznacza, że zawiera się w granicach palności podawanej w literaturze. Po przeprowadzonym procesie spalania, powstałe w tym procesie spaliny zostały skierowane rurą odprowadzającą do wylotu, gdzie zamontowany czujnik flamegard plus firmy crowncom tlenku węgla CO nie odnotował jego obecności powyżej dopuszczalnej śladowej ilości.

Przedmiot według wynalazku może być użyty tam, gdzie wytwarzane są strumienie gazowe o niskiej kaloryczności, w szczególności podczas uzdatniania i korekty składu surowego biogazu, np. przy użyciu jednostopniowej instalacji membranowej.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób zagospodarowania odpadu gazowego o niskiej zawartości metanu powstałego po uzyskaniu z surowego biogazu paliwa gazowego o zawartości metanu powyżej 70%, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie wytwarzany odpad zostaje skierowany do buforowego zbiornika, w którym wykonuje się pomiar zawartości metanu, po czym otrzymany wynik zostaje przekazany do układu sterowania strumieniami gazowymi za pomocą dmuchaw, które kierują je do jednostki kogeneracyjnej CHP, do której trafia z buforowego zbiornika magazynowego wcześniej sprawdzony gaz, a jednocześnie na podstawie otrzymanego wyniku pomiaru zawartości metanu, poprzez układ sterowniczy następuje dodanie do jednostki kogeneracyjnej wzbogaconego powietrza, a ilość wprowadzanego strumienia wzbogaconego powietrza w tlen jest uzależniona od zawartości metanu w odpadzie, i z uwzględnieniem około 20% nadmiaru w stosunku reakcji stechiometrycznej wynosi 50% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 10%, poprzez 90% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 20%, i 120% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 25%, oraz 160% +/-5% objętościowych w stosunku do wielkości strumienia odpadu o zawartości metanu 35%, a powietrze do spalania dostarczone jest do jednostki kogeneracyjnej z generatora wzbogacającego powietrze w tlen, w którym następuje przygotowanie pożądanego składu mieszanki tlenowo-powietrznej, zaś na wylocie spalin umieszczony jest czujnik tlenku węgla i w przypadku wykrycia stężenia progowego powyżej 100 ppm obecności tlenku węgla, jednostka sterownicza otrzymuje sygnał, który to zwiększa ilość powietrza wzbogaconego w tlen wdmuchwanego do jednostki kogeneracyjnej.