

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **231013**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412912**

(51) Int.Cl.  
**C10B 53/07 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **29.06.2015**

(54)

**Sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**02.01.2017 BUP 01/17**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.01.2019 WUP 01/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**EKOPROD SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Bytom, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MAŁGORZATA WILK, Kraków, PL  
KRZYSZTOF CZAJKOWSKI, Bytom, PL  
ARKADIUSZ DĄBEK, Bukowno, PL  
PAWEŁ GRABOWSKI, Tarnowskie Góry, PL  
SŁAWOMIR JARCZEWSKI, Bytom, PL  
ANDRZEJ KROP, Józefosław, PL  
MAŁGORZATA NIKIEL, Gliwice, PL  
PIOTR NIKIEL, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Anna Zwolińska-Mytko**

**PL 231013 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych.

Znane są sposoby wsadowej i ciągłej pirolizy odpadów gumowych z udziałem lub bez udziału katalizatorów. Prowadzone są one zwłaszcza w reaktorach obrotowych.

Przykładem pirolizy odpadów gumowych z udziałem katalizatora jest polski wynalazek A1 (21)388826, według którego uzyskany, z podgrzanych w reaktorze pirolitycznym strzępek gumowych, olej popirolityczny miesza się z katalizatorem zawierającym węglan wapnia 3% z dodatkiem 10% wawo zeolitu A-4 w postaci proszku, tworząc mieszanę oleju i katalizatora, którą natryskuje się na strzępki, a tak nasycone strzępki wprowadza się do reaktora pirolitycznego, ogrzewanego przeponowo.

Znane wsadowe jednostki pirolizy odpadów gumowych składają się z jednego wsadowego reaktora pirolizy i przypisanej mu linii obróbki gazu olejowego, wytwarzanego w reaktorze w czasie procesu pirolizy.

Znany dotychczas sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych polega na takim zorganizowaniu pracy kilku wsadowych jednostek pirolizy, żeby w danej chwili proces pirolizy zachodził głównie w jednym reaktorze, a bezpośrednio po jego zakończeniu rozpoczynał się w kolejnym reaktorze. Zaletą takiej quasi-ciągłej instalacji pirolizy jest możliwość bardziej racjonalnego wykorzystania załogi, a także znaczne zmniejszenie chwilowych emisji zanieczyszczeń do atmosfery, natomiast jej wadą jest fakt, że linia obróbki gazu olejowego, po każdej kilkugodzinnej, zwykle od 6 do 9 godzin pracy, całkowicie stygnie przez kolejne kilkanaście godzin, co ma nie mały wpływ na szybkie zarastanie powierzchni wymiany ciepła w skraplaczach i potrzebę ich częstego czyszczenia.

Celem wynalazku jest opracowanie bezpiecznego sposobu quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych prowadzonej w obrotowych reaktorach, w których powstała możliwość załadunku do ich wnętrza gazowych lub ciekłych mieszanin przez mały przedni właz, przy zamkniętym dużym przednim wlocie i braku obrotów, a także wyprowadzenia z ich wnętrza, przez mały tylny właz, w trakcie ich obrotów, mieszanin gazowych nie tylko do linii obróbki gazu olejowego, ale alternatywnie do kolektora spalin, a ponadto wyprowadzenia przez ten tylny właz węgla popirolitycznego i zasysania przez niego gazu inertnego.

Sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych, według wynalazku, charakteryzuje się tym, że proces pirolizy odpadów gumowych prowadzi się z zastosowaniem trzech wsadowych, obrotowych reaktorów i jednej linii obróbki gazu olejowego, wytwarzanego w tym procesie jako gazowy produkt, przy czym reaktory pracują w powtarzalnych cyklach pracy, trwających od 14 do 24 godzin, na które składają się kolejne fazy, w których, w fazie pierwszej, załadunku się wsadem odpadów gumowych opróżniony i otwarty w przedniej części reaktor, a równocześnie przedmuchuje się go powietrzem z szybkością co najmniej 0,05 m/s, odprowadzając je przez tylną część reaktora do kolektora spalin, po czym reaktor zamyka się. W fazie drugiej, wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, najpierw rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości co najmniej 30 kg na 1 Mg wsadu, potem gorące spaliny w ilości co najmniej 10 nm<sup>3</sup> na 1 Mg wsadu, a w końcu przegrzaną parę wodną, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora, przez jego tylną część, do kolektora spalin, aż do ograniczenia w nich stężenia tlenu do wartości poniżej 6% molowych. W fazie trzeciej, wprawia się reaktor w obroty i rozgrzewa się go w komorze grzewczej z szybkością przyrostu temperatury nie większą niż 100 K/h, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając z jego wnętrza gazy, przez jego tylną część, najpierw do kolektora spalin, aż do pojawienia się w nich lotnych związków organicznych w ilości nie większej niż 1 g/nm<sup>3</sup>, a następnie do linii obróbki gazu olejowego. W fazie czwartej, nadal ogrzewa się w komorze grzewczej obracający się reaktor i wytwarza się w nim gaz olejowy z procesu pirolizy wsadu, odprowadzając go przez tylną część reaktora do linii obróbki gazu olejowego i utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia, aż do zaniku jego wytwarzania, po czym zatrzymuje się obroty reaktora. W fazie piątej, wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości co najmniej 30 kg na 1 Mg wsadu, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora przez jego tylną część do linii obróbki gazu olejowego. W fazie szóstej, wprawia się reaktor w obroty i studzi się, omywając go z zewnątrz powietrzem, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza, przez jego tylną część, gaz

inertny, zwłaszcza azot, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze co najwyżej 130°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora. W fazie siódmej, wprawia się reaktor w obroty i wyprowadza się z niego, przez jego tylną część, węgiel, stanowiący stały produkt procesu pirolizy wsadu, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza, przez jego tylną część, gaz inertny, zwłaszcza azot, o temperaturze co najwyżej 25°C po czym zatrzymuje się obroty reaktora. W fazie ósmej, wprawia się reaktor w obroty, omywa się go z zewnątrz powietrzem o temperaturze co najwyżej 25°C i równocześnie zasycza się do jego wnętrza, przez jego przednią część, powietrze o temperaturze co najwyżej 25°C i w ilości wywołującej przedmuch reaktora z szybkością co najmniej 0,05 m/s, utrzymując w nim podciśnienie na poziomie co najwyżej 5 kPa i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora, przez jego tylną część, do kolektora spalin, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze niższej od 40°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora. Na koniec, w fazie dziewiątej, otwiera się przednią część reaktora, opróżnia się z niego złom metalowy i resztki węgla, a równocześnie wyprowadza się z jego wnętrza, przez jego tylną część, gazy w ilości wywołującej przedmuch reaktora powietrzem z szybkością co najmniej 0,05 m/s, kierując je do kolektora spalin. Natomiast w czasie, gdy w jednym reaktorze prowadzi się proces pirolizy wsadu, realizując czwartą fazę jego cyklu pracy, to drugi reaktor studzi się i opróżnia się, realizując kolejno piątą, szóstą, siódmą, ósmą i dziewiątą fazę jego cyklu pracy, zaś trzeci reaktor wypełnia się wsadem, ogranicza się w jego gazach stężenie tlenu i rozgrzewa się, realizując kolejno pierwszą, drugą i trzecią fazę jego cyklu pracy.

Korzystnie, w sposobie według wynalazku, spaliny, wprowadzane do reaktora w czasie drugiej fazy jego cyklu pracy, pobiera się z kolektora spalin przed miejscem doprowadzenia gazów z wnętrza tego reaktora.

Korzystnie także, w sposobie według wynalazku, ogrzane powietrze z zewnętrznego studzenia reaktora w czasie szóstej fazy jego cyklu pracy, odprowadza się do komory grzewczej aktualnie ogrzewanego reaktora.

A ponadto korzystnie, w sposobie według wynalazku, ogrzane powietrze z zewnętrznego omywania reaktora w czasie ósmej fazy jego cyklu pracy, odprowadza się do komory grzewczej aktualnie ogrzewanego reaktora.

Sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych, według wynalazku, przedstawiono w przykładzie wykonania

#### P r z y k ł a d.

Proces prowadzi się w powtarzalnych cyklach trwających 16 godzin, w kolejnych fazach, to jest:

- w fazie pierwszej, załadowuje się wsadem odpadów gumowych w ilości 10 Mg opróżniony i otwarty w przedniej części reaktor, a równocześnie przedmuchuje się go powietrzem z szybkością 0,06 m/s, odprowadzając je przez tylną część reaktora do kolektora spalin, po czym reaktor zamyka się,
- w fazie drugiej wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, najpierw rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości 300 kg, potem gorące spaliny w ilości co 120 nm<sup>3</sup>, a w końcu przegrzaną parę wodną, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 3 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora, przez jego tylną część, do kolektora spalin, aż do ograniczenia w nich stężenia tlenu do wartości 5,5% molowych,
- w fazie trzeciej wprawia się reaktor w obroty i rozgrzewa się go w komorze grzewczej z szybkością przyrostu temperatury 90 K/h, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 3 kPa nadciśnienia i odprowadzając z jego wnętrza gazy, przez jego tylną część, najpierw do kolektora spalin, aż do pojawienia się w nich lotnych związków organicznych w ilości 0,9 g/nm<sup>3</sup>, a następnie do linii obróbki gazu olejowego,
- w fazie czwartej nadal ogrzewa się w komorze grzewczej obracający się reaktor i wytwarza się w nim gaz olejowy z procesu pirolizy wsadu, odprowadzając go przez tylną część reaktora do linii obróbki gazu olejowego i utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 3 kPa nadciśnienia, aż do zaniku jego wytwarzania, po czym zatrzymuje się obroty reaktora,
- w fazie piątej wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości co najmniej 300 kg, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 3 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora przez jego tylną część do linii obróbki gazu olejowego,

- w fazie szóstej wprawia się reaktor w obroty i studzi się, omywając go z zewnątrz powietrzem, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza, przez jego tylną część, azot, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze co najwyżej 100°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora,
- w fazie siódmej wprawia się reaktor w obroty i wyprowadza się z niego, przez jego tylną część, węgiel, stanowiący stały produkt procesu pirolizy wsadu, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 2 kPa podciśnienia do co najwyżej 3 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza, przez jego tylną część, azot o temperaturze 22°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora,
- w fazie ósmej wprawia się reaktor w obroty, omywa się go z zewnątrz powietrzem o temperaturze 25°C i równocześnie zasycyca się do jego wnętrza, przez jego przednią część, powietrze o temperaturze 22°C i w ilości wywołującej przedmuch reaktora z szybkością 0,06 m/s, utrzymując w nim podciśnienie na poziomie co najwyżej 2 kPa i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora, przez jego tylną część, do kolektora spalin, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze niższej od 38°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora,
- w fazie dziewiątej otwiera się przednią część reaktora, opróżnia się z niego złom metalowy i resztki węgla, a równocześnie wyprowadza się z jego wnętrza, przez jego tylną część, gazy w ilości wywołującej przedmuch reaktora powietrzem z szybkością 0,06 m/s, kierując je do kolektora spalin.

W czasie, gdy w jednym reaktorze prowadzi się proces pirolizy wsadu, realizując czwartą fazę jego cyklu pracy, to drugi reaktor studzi się i opróżnia się, realizując kolejno piątą, szóstą, siódmą, ósmą i dziewiątą fazę jego cyklu pracy, zaś trzeci reaktor wypełnia się wsadem, ogranicza się w jego gazach stężenie tlenu i rozgrzewa się, realizując kolejno pierwszą, drugą i trzecią fazę jego cyklu pracy.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób quasi-ciągłej pirolizy odpadów gumowych, **znamienny tym**, że proces pirolizy odpadów gumowych prowadzi się z zastosowaniem trzech wsadowych, obrotowych reaktorów i jednej linii obróbki gazu olejowego, wytwarzanego w tym procesie jako gazowy produkt, przy czym reaktory pracują w powtarzalnych cyklach pracy, trwających od 14 do 24 godzin, na które składają się kolejne fazy, w których, w fazie pierwszej, załadunku się wsadem odpadów gumowych opróżniony i otwarty w przedniej części reaktor, a równocześnie przedmuchuje się go powietrzem z szybkością co najmniej 0,05 m/s, odprowadzając je przez tylną część reaktora do kolektora spalin, po czym reaktor zamyka się, w fazie drugiej, wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, najpierw rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości co najmniej 30 kg na 1 Mg wsadu, potem gorące spaliny w ilości co najmniej 10 nm<sup>3</sup> na 1 Mg wsadu, a w końcu przegrzaną parę wodną, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora przez jego tylną część do kolektora spalin, aż do ograniczenia w nich stężenia tlenu do wartości poniżej 6% molowych, w fazie trzeciej, wprawia się reaktor w obroty i rozgrzewa się go w komorze grzewczej z szybkością przyrostu temperatury nie większą niż 100 K/h, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając z jego wnętrza gazy przez jego tylną część, najpierw do kolektora spalin, aż do pojawienia się w nich lotnych związków organicznych w ilości nie większej niż 1 g/nm<sup>3</sup>, a następnie do linii obróbki gazu olejowego, w fazie czwartej, nadal ogrzewa się w komorze grzewczej obracający się reaktor i wytwarza się w nim gaz olejowy z procesu pirolizy wsadu, odprowadzając go przez tylną część reaktora do linii obróbki gazu olejowego i utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia, aż do zaniku jego wytwarzania, po czym zatrzymuje się obroty reaktora, w fazie piątej, wprowadza się do reaktora, przez jego przednią część, rozpyloną wodę lub wodny roztwór substancji alkalicznych w ilości co najmniej 30 kg na 1 Mg wsadu, utrzymując w nim ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora przez jego tylną część do linii obróbki gazu olejowego, w fazie

- szóstej, wprawia się reaktor w obroty i studzi się, omywając go z zewnątrz powietrzem, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza, przez jego tylną część, gaz inertny, zwłaszcza azot, o temperaturze co najwyżej 25°C, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze co najwyżej 130°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora, w fazie siódmej wprawia się reaktor w obroty i wyprowadza się z niego przez jego tylną część, węgiel, stanowiący stały produkt procesu pirolizy wsadu, utrzymując w reaktorze ciśnienie od co najwyżej 5 kPa podciśnienia do co najwyżej 6 kPa nadciśnienia i zasycając do jego wnętrza przez jego tylną część, gaz inertny, zwłaszcza azot, o temperaturze co najwyżej 25°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora, w fazie ósmej wprawia się reaktor w obroty, omywa się go z zewnątrz powietrzem o temperaturze co najwyżej 25°C i równocześnie zasycyca się do jego wnętrza przez jego przednią część, powietrze o temperaturze co najwyżej 25°C i w ilości wywołującej przedmuch reaktora z szybkością co najmniej 0,05 m/s, utrzymując w nim podciśnienie na poziomie co najwyżej 5 kPa i odprowadzając gazy z wnętrza reaktora przez jego tylną część do kolektora spalin, aż do osiągnięcia temperatury w reaktorze niższej od 40°C, po czym zatrzymuje się obroty reaktora i na koniec, w fazie dziewiątej otwiera się przednią część reaktora, opróżnia się z niego złom metalowy i resztki węgla, a równocześnie wyprowadza się z jego wnętrza przez jego tylną część, gazy w ilości wywołującej przedmuch reaktora powietrzem z szybkością co najmniej 0,05 m/s, kierując je do kolektora spalin, natomiast w czasie, gdy w jednym reaktorze prowadzi się proces pirolizy wsadu, realizując czwartą fazę jego cyklu pracy, to drugi reaktor studzi się i opróżnia się, realizując kolejno piątą, szóstą, siódmą, ósmą i dziewiątą fazę jego cyklu pracy, zaś trzeci reaktor wypełnia się wsadem, ogranicza się w jego gazach stężenie tlenu i rozgrzewa się, realizując kolejno pierwszą, drugą i trzecią fazę jego cyklu pracy.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że spaliny, wprowadzane do reaktora w czasie drugiej fazy jego cyklu pracy, pobiera się z kolektora spalin przed miejscem odprowadzenia gazów z wnętrza tego reaktora.
  3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ogrzane powietrze z zewnętrznego studzenia reaktora w czasie szóstej fazy jego cyklu pracy, odprowadza się do komory grzewczej aktualnie ogrzewanego reaktora.
  4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ogrzane powietrze z zewnętrznego omywania reaktora w czasie ósmej fazy jego cyklu pracy, odprowadza się do komory grzewczej aktualnie ogrzewanego reaktora.

