

Sposób pozyskiwania węgla amorficznego z gazów węglowodorowych

Przedmiotem wynalazku jest sposób pozyskiwania węgla amorficznego z gazów węglowodorowych, który może być wykorzystywany w wielu dziedzinach, między innymi w przemyśle przy produkcji opon samochodowych, smarów, pigmentów do wyrobu farb oraz do barwienia i fotostabilizacji tworzyw sztucznych, tuszów drukarskich oraz jako składnik materiałów ogniotrwałych i materiałów wybuchowych.

Obecnie węgiel amorficzny pozyskiwany jest jako sadza techniczna i składa się głównie z węgla pierwiastkowego, a otrzymywany jest w wyniku częściowego spalania lub kontrolowanego rozpadu termicznego węglowodorów w procesie częściowego spalania bądź rozkładu termicznego gazowych albo płynnych węglowodorów. W procesie produkcji sadza przepływa z reaktora poprzez wymienniki ciepła, po czym następuje jej schłodzenie oraz zbieranie w filtrach workowych w ramach procesu realizowanego w trybie ciągłym. Następnie podlega ona procesom czyszczenia w celu usunięcia zanieczyszczeń. Po usunięciu zanieczyszczeń sadza zostaje wstępnie zgranulowana, wysuszona i przygotowana do transportu.

Znane z istniejącego stanu techniki sposoby pozyskiwania węgla amorficznego opisane są między innymi w publikacji pod linkiem <https://sustainability.birlacarbon.com/our-product/how-carbon-black-ismade.html>, gdzie opisano sposób wieloetapowego wytwarzania sadzy technicznej z niskowartościowych pozostałości ropy naftowej z dodatkiem gazu ziemnego w temperaturze do 1800°C oraz w publikacji pod linkiem <https://pentacarbon.de/en/wiki/>, gdzie opisano termiczną metodę wytwarzania sadzy w cyklicznym procesie polegającym na wprowadzaniu gazu ziemnego lub olejów węglowodorowych do obojętnej atmosfery pieca, gdzie w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem surowiec rozkłada się na sadzę i wodór.

Z hiszpańskiego dokumentu patentowego nr ES2356231T3 znana jest wieloetapowa metoda produkcji sadzy piecowej, w reaktorze zawierającym strefy spalania, reakcji i schładzania, gdzie surowy gaz węglowodorowy ulega częściowemu spalaniu w mieszance z tlenem, a po gwałtownym przerwaniu spalania jest schładzany za pomocą strumienia wody i w postaci płynnej zawiesiny wyprowadzany poza reaktor do dalszej obróbki, w tym suszenia.

Z europejskiego dokumentu patentowego EP1489145B1 znana jest metoda wieloetapowego procesu produkcji sadzy piecowej polegająca na wprowadzaniu do strefy rozkładu termicznego w reaktorze emulsji olejowo-wodnej z domieszką związków potasu lub sodu, a nośnikiem strugi emulsji są gorące gazy, np. powietrze, azot, gaz ziemny lub inne gazy odlotowe. Po przerwaniu procesu rozkładu wydzielająca się sadza osadza się na chłodzonych elementach i zbierana jest w postaci mokrej, do dalszej obróbki poza reaktorem.

Z japońskiego dokumentu patentowego JP2006188572A znana jest metoda wieloetapowego procesu produkcji sadzy z ciekłych substancji węglowodorowych, polegającego na wytworzeniu strumienia gazów spalinowych o wysokiej temperaturze, a następnie wytwarzaniu sadzy przez pirolizę lub niepełne spalanie wprowadzanego pod ciśnieniem, rozpylanego surowca do strumienia gazów spalinowych. W kolejnej strefie następuje przerwanie procesu i schładzanie. Cały proces odbywa się w warunkach podwyższonego ciśnienia.

Znane metody pozyskiwania znacznych ilości węgla amorficznego, przydatnego do wykorzystania na skalę przemysłową są procesami wieloetapowymi, z zastosowaniem dodatkowych operacji technologicznych mających na celu usunięcie znacznej niekiedy ilości zanieczyszczeń i ich utylizacji, gdyż są to najczęściej substancje szkodliwe dla organizmów żywych.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie sposobu pozyskiwania węgla amorficznego z gazów węglowodorowych, który nie wymaga stosowania dodatkowych katalizatorów, ani korzystania z wysokich ciśnień czy materiałów absorbujących inne substancje szkodliwe dla produktu końcowego, jakim jest węgiel amorficzny w postaci sadzy i innych form węgla bezpostaciowych.

Przedmiotem wynalazku jest sposób pozyskiwania węgla amorficznego z gazów węglowodorowych, charakteryzujący się tym, że odbywa się on poprzez trwałą separację metodami mechanicznymi składowych wyprowadzanej poza reaktor zawiesiny wodorowo-węglowej powstałej w wyniku termicznego rozkładu gazu reakcyjnego wprowadzanego do ciekłego roztworu żelaza z węglem przesyconego węglem powyżej wartości 6,67% m/m.

Cechą charakterystyczną rozwiązania jest to, że gaz węglowodorowy wprowadzony do ciekłego roztworu żelaza z węglem w reaktorze ulega rozpadowi na węgiel i wodór, węgiel rozpuszcza się w roztworze podnosząc stopień jego nasycenia, aż do osiągnięcia granicznej wartości 6,67% m/m. Równocześnie temperatura roztworu obniża się. Aby zapobiec obniżaniu temperatury roztworu zastosowano zasilany z zewnętrznego źródła układ dogrzewania wsadu i utrzymywania parametrów cieplnych oraz wywołujących pozytywne zjawisko mieszania ciekłego roztworu żelazo-węgiel. Dalsze wprowadzanie gazu węglowodorowego do roztworu – po przekroczeniu granicznej wartości rozpuszczalności węgla w żelazie – powoduje przesylenie roztworu węglem i następuje samoistne wydzielanie z roztworu ponad jego powierzchnię węgla amorficznego w stałym stanie skupienia. Wraz z gazowym wodorem wydzielonym w tym procesie tworzy on zawiesinę pyłową, która wyprowadzana jest na zewnątrz reaktora i kierowana do urządzenia służącego do separacji frakcji gazowej od frakcji stałej, wykorzystującego ruch wirowy strugi zawiesiny lub materiały filtracyjne innego rodzaju. Frakcja gazowa, w tym przypadku wodór gazowy H_2 , wyprowadzana jest do dalszego wykorzystania.

Zebrany w urządzeniu separacyjnym węgiel amorficzny pozyskany tą metodą nie wymaga poddawania go dodatkowym procesom czyszczenia celem usunięcia zanieczyszczeń.

Zaletą rozwiązania jest ciągłość procesu wytwarzania amorficznego węgla przy wykorzystaniu tej samej masy ciekłego roztworu żelaza. Proces może przebiegać bez potrzeby stosowania innych substancji wspomagających, a także bez ograniczeń w zakresie wielkości, kształtu i pojemności reaktora oraz ilości

reaktorów mogących stanowić urządzenie produkcyjne do pozyskiwania węgla amorficznego z gazów węglowodorowych.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania 1 jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig.1 przedstawia układ do pozyskiwania węgla amorficznego z metanu.

Przykład 1

Sposób pozyskiwania węgla amorficznego z metanu CH_4 polega na wprowadzeniu metanu kanałem dolnym 1 do reaktora 2 wyposażonego w instalację grzewczą 3 do utrzymywania temperatury powyżej 1250°C i mieszania ciekłego roztworu żelazo-węgiel 4. Metan CH_4 ulega, w wysokiej temperaturze, jaką zapewnia ciekły roztwór żelazo-węgiel, rozpadowi i węgiel C ulega rozpuszczaniu w roztworze podnosząc stopień jego nasycenia, aż do osiągnięcia granicznej wartości 6,67%/m/m. Równocześnie temperatura roztworu obniża się. Aby temu zapobiec zastosowano indukcyjny układ dogrzewania wsadu 3 i utrzymywania odpowiedniej dla procesu temperatury, zasilany z zewnętrznego źródła, który dodatkowo wywołuje mieszanie roztworu. Dalsze wprowadzanie metanu CH_4 do roztworu powoduje jego przesylenie węglem i następuje samoistnie wydzielanie z roztworu ponad jego powierzchnię węgla amorficznego w stałym stanie skupienia. Wraz z gazowym wodorem H_2 powstałym w procesie rozpadu gazu reakcyjnego tworzy on zawieszinę pyłową, która kanałem górnym 5 wyprowadzana jest na zewnątrz reaktora i kierowana do urządzenia 6 służącego do separacji frakcji gazowej od frakcji stałej, wykorzystującego ruch wirowy strugi. Frakcja gazowa, tj. wodór gazowy H_2 , wyprowadzana jest z odpylacza kanałem 7, a odrzucony i gromadzący się na wewnętrznych ściankach odpylacza węgiel amorficzny usuwany jest kanałem dolnym 8 urządzenia. Obniżanie temperatury i odbiór ciepła z zawiesziny przed jej skierowaniem do układu separacyjnego odbywa się w urządzeniu pełniącym rolę wymiennika ciepła 9. Z każdego $1000 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ poddanego rozkładowi w ciekłym roztworze Fe - C można otrzymać ponad 535 kg węgla amorficznego w postaci sadzy oraz ponad 178 kg czyli $2000 \text{ m}^3 \text{ H}_2$ gazowego wodoru.

RZECZNIK/PATENTOWY

mgr inż. Ewa Kurkowska
nr wpisu 1481

Sieć Badawcza Łukasiewicz -
Instytut Metalurgii Żelaza
im. S. Staszica

ul. K. Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
NIP: 631 269 18 91, KRS: 0000846236
Tel.: 48 32 234 52 05

Dyrektor
Sieć Badawcza Łukasiewicz -
Instytut Metalurgii Żelaza

dr hab. inż. Adam Zieliński