

Sposób termochemicznej konwersji biomasy

Przedmiotem wynalazku jest sposób termochemicznej konwersji biomasy mający zastosowanie w przetwórstwie biomasy prowadzonej w celu pozyskania paliw ciekłych i gazowych oraz fitoremediacji gruntu.

Biomasa jest ważnym źródłem energii odnawialnej a także cennym substratem do produkcji odczynników chemicznych oraz stałych materiałów węglowych. Termochemiczna konwersja biomasy, polegająca na rozkładzie materii organicznej w atmosferze inertej (proces pirolizy) albo zubożonej w utleniacz (zgazowanie), pozwala na otrzymywanie paliwa ciekłego (piroliza) lub gazowego (zgazowanie) oraz stałego materiału, tj. biowęgla. Oba procesy mogą być prowadzone w dwustopniowych instalacjach składających się z pirolizera, w którym następuje rozkład biomasy, oraz komory reformingu (piroliza) lub komory zgazowania (zgazowanie). Jako przykład technologii opartej o dwustopniową pirolizę można podać opracowany przez Fraunhofer Institute reaktor TCR, w którym produktami jest biowęgiel, znajdujący zastosowanie m.in. w rolnictwie, paliwo ciekłe o właściwościach zbliżonych do oleju opałowego lekkiego oraz niewielka ilość gazu palnego o obniżonej zawartości cięższych frakcji węglowodorów aromatycznych. Z kolei dwustopniową zgazowarkę opracował m.in. zespół z DTU (zgazowarka Viking). Urządzenie takie pozwala na produkcję gazu procesowego oraz biowęgla o dobrze rozwiniętej powierzchni właściwej, stanowiącego materiał o dobrych właściwościach katalitycznych.

Niniejsze zastrzeżenie patentowe obejmuje sposób termochemicznej konwersji biomasy pozwalający na równoczesne prowadzenie obu tych procesów – pirolizy i zgazowania. Po pierwszym etapie rozkładu biomasy, wspólnym dla obu procesów, stałe i lotne produkty reakcji rozkładu są rozdzielane. Stały produkt jest poddawany zgazowaniu w osobnej komorze, bez kontaktu z produktami lotnymi, przy wykorzystaniu osobnego czynnika zgazowującego. W wyniku reakcji zgazowania powstaje gaz procesowy charakteryzujący się bardzo wysoką czystością, z uwagi na brak produktów lotnych w komorze zgazowania, oraz pozostałość węglowa o dobrze rozwiniętej powierzchni właściwej i dobrych właściwościach

katalitycznych. Pozostałość ta kierowana jest następnie z powrotem do ciągu technologicznego procesu pirolizy, do osobnej komory reformingu, gdzie katalizuje ona przemiany lotnych produktów rozkładu biomasy zachodzącego podczas pierwszego etapu. W efekcie reformingu uzyskuje się poprawę jakości produktów pirolizy (oleju i gazu), natomiast stała pozostałość z procesu zgazowania ulega dezaktywacji na skutek pasywacji warstwą karbonizatu powstającego podczas reformingu produktów lotnych. Zdezaktywowana pozostałość po zgazowaniu może zostać zawrócona do komory zgazowania celem utylizacji lub wykorzystana jako użyteczny produkt – biowęgiel o niskiej reaktywności. Niniejszy sposób konwersji pozwala zatem na kogenerację dwóch paliw bardzo wysokiej czystości – gazu procesowego ze zgazowania oraz bio-oleju z procesu pirolizy. Ponadto, pasywowany biowęgiel otrzymany w wyniku kolejno: rozkładu biomasy, zgazowania i ostatecznie reformingu, może znaleźć zastosowanie np. do celów sekwestracji CO₂ lub usuwania zanieczyszczeń ze środowiska.

Oplacalność wykorzystania pasywowanego biowęgla umotywowana jest polityką europejską w zakresie eliminowania emisji CO₂ oraz potencjałem biomasy do fitoremediacji terenów zanieczyszczonych. Znaczenie energetyczne biomasy pierwszej generacji jest ograniczone, z uwagi na konkurencję pomiędzy uprawami energetycznymi a produkcją żywności o ziemię rolną, jak również ze względu na malejący koszt wytwarzania energii z innych źródeł odnawialnych, np. wiatru. Biomasa, jako jedyne odnawialne źródło energii, pozwala jednak na uzyskanie ujemnej emisji CO₂ w całym łańcuchu technologicznym. Podczas wzrostu, materia organiczna pochłania CO₂ do budowy swojej struktury, dlatego też, magazynowanie tej materii, na przykład w zbiornikach podziemnych, skutkuje wyeliminowaniem z obiegu węgla pochłoniętego z atmosfery, dzięki czemu osiągnięta zostaje ujemna emisja CO₂. Z uwagi na założenia europejskiej polityki dążącej do osiągnięcia neutralności klimatycznej, ujemna emisja może posłużyć do kompensacji emisji CO₂, często niemożliwej do uniknięcia, z innych sektorów gospodarki. Szczególnie korzystne może okazać się składowanie biowęgla wyprodukowanego z biomasy sadzonej w celu fitoremediacji terenów skażonych, gdyż umożliwia ono utylizację zanieczyszczeń i regenerację gleby, a także nie wymaga korzystania z ziemi rolnej. Podczas termochemicznej konwersji biomasy zanieczyszczonej metalami ciężkimi, pierwiastki te w przeważającej większości pozostają w stałym produkcie rozkładu, dlatego składowanie biowęgla umożliwi ich usunięcie z biosfery. Dodatkowo, poddanie stałego produktu rozkładu biomasy reakcji zgazowania pozwala na zatężenie metali w biowęglu na skutek konwersji części materii

organicznej w dobrej jakości gaz palny. Metale ciężkie mają właściwości katalityczne w procesach utleniania materiałów węglowych, a ponadto proces zgazowania powoduje rozwój powierzchni właściwej i porowatości biowęgla, dlatego też pozostałość po procesie zgazowania charakteryzować się będzie dużą reaktywnością. Skuteczna sekwestracja węgla oraz metali ciężkich wymaga jednak odpowiedniej stabilności chemicznej biowęgla, tj. odporności na stopniowe utlenianie się w kontakcie z powietrzem. Wykorzystanie porowatej, bogatej w metale pozostałości po zgazowaniu do katalizowania przemian lotnych produktów rozkładu biomasy, celem poprawy ich jakości, wiąże się z nieuniknionym zjawiskiem karbonizowania części tych produktów na powierzchni pozostałości stałej, skutkując jej dezaktywacją. W przypadku produkcji biowęgla przeznaczonego do składowania, zjawisko to okazuje się korzystne z uwagi na zwiększenie stabilności otrzymanego materiału, który na skutek pasywacji staje się odporny na utlenianie i może być bezpiecznie przechowywany.

W chwili obecnej nie ma sposobu, który pozwalałby na wyprodukowanie biowęgla o małej porowatości i małej reakcyjności, który charakteryzowałby się wysoką stabilnością w trakcie przechowywania.

Celem wynalazku jest przetwórstwo biomasy prowadzone w co najmniej jednym z celów: produkcji wysokiej czystości paliw gazowych i ciekłych albo separacji związków metali zakumulowanych w stałej pozostałości, tj. biowęgla.

Cel ten osiągnięto poprzez rozdzielenie produktów lotnych i stałych pirolizy oraz kontakt produktów stałych z czynnikiem zgazowującym, a produktów lotnych z pozostałością stałą po zgazowaniu. Eliminacja produktów lotnych z procesu zgazowania poprawia czystość powstającego gazu, z kolei reaktywna pozostałość po zgazowaniu katalizuje reforming produktów lotnych równocześnie pokrywając się pasywowującą warstwą karbonizatu zwiększającą stabilność końcowego produktu stałego, tj. biowęgla.

Sposób termochemicznej konwersji biomasy polega na tym, że biomasa podgrzewana jest do temperatury przekraczającej temperaturę rozkładu substancji organicznej w zakresie od 200 do 600°C w pirolizerze, gdzie zachodzi jej rozkład na produkt stały oraz produkty lotne w postaci gazu pirolitycznego i lotnych związków organicznych, przy czym produkt stały trafia do reaktora zgazowania, w którym kontaktuje się z czynnikiem zgazowującym, następnie po reakcji zgazowania stała pozostałość poddawana jest kontaktowi z gazem pirolitycznym i lotnymi związkami organicznymi w reaktorze, gdzie na powierzchni stałej pozostałości przebiegają reakcje rozkładu lotnych produktów pirolizy.

Korzystnie w sposobie termochemicznej konwersji według wynalazku jako czynnik zgazowujący stosuje się powietrze lub spaliny.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został przedstawiony na schematycznym rysunku, który przedstawia przepływy substancji pomiędzy pirolizerem, komorą zgazowania oraz komorą reformingu w której zachodzi konwersja lotnych produktów pirolizy.

Biomasa (1) jest podgrzewana w pirolizerze (8), w którym zachodzi jej rozkład na produkt stały (2) oraz produkty lotne – gaz pirolityczny i lotne związki organiczne (3). Produkt stały (2) trafia do komory zgazowania (9), w której ma kontakt z czynnikiem zgazowującym (4), którym może być powietrze lub spaliny. W wyniku zgazowania powstaje wysokiej czystości gaz (5) zawierający składniki palne – wodór (H_2) oraz tlenek węgla (CO), oraz stała pozostałość (6), która zawiera substancję nieorganiczną biomasy oraz część węgla, która nie uległa zgazowaniu. Stała pozostałość (6) poddawana jest kontaktowi z lotnymi produktami pirolizy (3) w komorze reformingu (10), gdzie na powierzchni stałej pozostałości przebiegają reakcje rozkładu lotnych produktów pirolizy. Rezultatem tych reakcji jest pokrywanie się pozostałości stałej warstwą karbonizatu oraz reforming lotnych produktów pirolizy, skutkujący uzyskaniem lepszej jakości gazu i oleju popirolitycznego (7). Stała pozostałość (6) pokryta karbonizatem, tj. pasywowany biowęgiel, może być zawrócony do komory zgazowania (9) celem utylizacji lub, w przypadku wykorzystania zanieczyszczonej biomasy, może być bezpiecznie składowany celem usunięcia metali ciężkich i CO_2 z biosfery.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest oddzielenie stałych i lotnych produktów rozkładu biomasy, zgazowanie stałego produktu rozkładu w osobnym procesie, a następnie skierowanie pozostałości po zgazowaniu z powrotem do ciągu technologicznego procesu rozkładu pirolitycznego, gdzie katalizuje on przemiany lotnych produktów rozkładu biomasy.

