

Niskotemperaturowa toryfikacja odpadów organicznych źródłem paliw dla pyłowych kotłów energetycznych. Część I

Low-temperature torrefaction of organic waste as a fuel source for pulverized coal boilers. Part I

HENRYK KAR CZ, MICHAŁ GRABOWICZ

DOI 10.36119/15.2019.10.1

Racjonalna gospodarka paliwami naturalnymi jest podstawowym warunkiem funkcjonowania całej gospodarki, zwłaszcza w Polsce, w której zasoby surowcowe w wielu obszarach są ograniczone. Ze względu na fakt, że wszystkie produkty powstające podczas spalania, powinny być zagospodarowane zgodnie z obowiązującymi normami, badania naukowe i aplikacyjne w obszarze dziedzin przetwarzania wszelkiego rodzaju odpadów, stanowią obszar innowacji dla energetyki. Proponowane rozwiązanie idzie w kierunku określenia takich wskaźników technologicznych i materiałowych, które ograniczają ilości emitowanych do atmosfery substancji szkodliwych, powstających w trakcie termicznego przetwarzania. Niskotemperaturowa karbonizacja odpadów i biomasy jest jedną z metod przygotowania tych substancji do wysokotemperaturowego wykorzystania w procesie termicznej waloryzacji. Toryfikacja jest niskotemperaturowym sposobem przygotowania odpadów do wykorzystania w procesie termicznej utylizacji w kotłach energetycznych.

Słowa kluczowe: spalanie odpadów, toryfikacja odpadów

Rational management of natural fuels is a basic condition for the functioning of the entire economy, especially in Poland, where raw material resources are limited in many areas. Due to the fact that all products generated during combustion should be managed in accordance with applicable standards, scientific and application research in the field of processing all types of waste, constitute an area of innovation for the energy sector. The proposed solution goes towards the definition of such technological and material indicators that limit the amount of harmful substances emitted into the atmosphere that are created during thermal processing. Low-temperature carbonization of waste and biomass is one of the methods for preparing these substances for high-temperature use in the process of thermal valorisation. Torrefaction is a low-temperature way of preparing waste for use in the thermal utilization process in power boilers.

Keywords: waste incineration, waste torrefaction

Racjonalna gospodarka paliwami naturalnymi jest podstawowym warunkiem funkcjonowania całej gospodarki, zwłaszcza w Polsce, w której zasoby surowcowe w wielu obszarach są ograniczone. W tym aspekcie zastąpienie odpowiednich asortymentów węgla kamiennego w kotłach energetycznych, asortymentem przetworzonych substancji odpadowych jest istotnym działaniem na rzecz ochrony środowiska i poprawy wskaźników ekonomicznych wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, zwłaszcza jeśli alternatywnie poszukuje się zasobów będących odpadami nieprzydatnymi w innych dziedzinach gospodarki. Podstawowym warunkiem akceptacji takiego postępowania jest pewność, że użycie paliw odpadowych nie spowoduje obniżenia sprawności termicz-

nej kotłów i nie pogorszy podstawowych wskaźników eksploatacyjnych oraz nie zwiększy emisji substancji szkodliwych do otoczenia. Takie działania wpisują się również w obowiązujący w Unii Europejskiej nurt „circular economy”, w którym paliwa odpadowe jakimi są produkty toryfikacji odpadów organicznych, muły węglowe itd. powinny być wykorzystane termicznie, a nie składowane.

Zgodnie z obowiązującym prawem do elektrowni i elektrociepłowni należy podjąć decyzję, czy będzie traktowała te substancje jako odpady ze wszelkiego rodzaju konsekwencjami prawnymi i finansowymi czy też potraktuje je jako integralną część swojej produkcji podlegającej zarządzaniu i kontroli. W tym drugim przypadku musi istnieć możliwość ustanowienia warunków

dla całkowitego i pełnego wdrożenia i utrzymania organizacji procesu utylizacji odpadów na bezpiecznym ekonomicznie i ekologicznie poziomie.

Ze względu na fakt, że wszystkie produkty powstające podczas spalania dla wytworzenia energii elektrycznej i ciepła powinny być zagospodarowane zgodnie z obowiązującymi normami produkcyjnymi i materiałowymi, badania naukowe i aplikacyjne w obszarze określania zakresu dziedzin wykorzystania uzyskanych produktów spalania, stanowią obszar innowacji dla energetyki. Proponowane rozwiązania idą w kierunku określenia takich wskaźników technologicznych i materiałowych, które mają obowiązek ograniczenia zarówno ilości odpadów, jak i zawartości części palnych w popiele lotnym i w popiele

dr inż. Henryk Karcz, mgr inż. Michał Grabowicz – Combustion Sp. z o.o., Głowno. Adres do korespondencji: karcz.henryk@gmail.com

dennym, w kontekście przekształcania odpadów w formę użytkową.

Wykorzystanie popiołów do produkcji betonów towarowych, wprowadza konieczność reorganizacji technologicznej i funkcjonalnej w zakresie certyfikacji i stosowania receptur wskazujących jakość i pochodzenie wszystkich surowców użytych w wytwórni betonów. Popioły lotne używane do produkcji betonów będą musiały być wytwarzane jako wyrób o określonych parametrach. Dostarczane przez elektrownie, elektrociepłownie i spalarnie popioły, jako certyfikowany surowiec, stanowią gwarancję do produkcji finalnego wyrobu objętego również dalszą certyfikacją.

Niskotemperaturowa karbonizacja odpadów komunalnych, osadów ściekowych oraz biomasy jest jedną z metod przygotowania tych substancji do wysokotemperaturowego wykorzystania w procesie termicznej waloryzacji. Dzięki temu procesowi można otrzymać produkt – niskotemperaturowy karbonizat – o właściwościach fizykochemicznych zbliżonych do półkoksów młodych węgla brunatnych.

Niskotemperaturowa karbonizacja polega na termicznym przetwarzaniu odpadów i biomasy w temperaturze od 300°C do 500°C w czasie od 2 do 5 minut.

Proces prowadzony jest w atmosferze obojętnej (w środowisku spalin) przy ciśnieniu atmosferycznym.

Główną istotą procesu jest redukcja masy i energii [1 – 9]. Spadek masy, spowodowany jest przede wszystkim, odparowaniem wody zawartej w substancji odpadów i biomasy oraz niewielką utratą substancji lotnych w postaci gazów okludowanych na powierzchni pochodzących z rozkładu najmniej trwałych potęczeń węglowodorowych.

Efektym wydzielenia części lotnych jest niewielkie obniżenie stosunku O/C i H/C. Podczas procesu nagrzewu, preparowana substancja zmienia właściwości hydrofilowe na hydrofobowe, co wynika ze zmiany grup hydroksylowych na grupy niepolarne. Dzięki tym zmianom, preparowana termicznie substancja posiada mniejsze skłonności do samozapłonów, z uwagi na zmniejszenie zawartości tlenu wewnętrznego (obniża się stosunek O/C) i zmniejszenie zawartości gazu o najniższej temperaturze zapłonu, jakim jest wodór oraz obniżenie stosunku H/C).

Zarówno stosunek O/C jak i H/C głównie zależy od temperatury procesu. Przetrzywanie nagrzewanych substancji w ustalonej temperaturze w różnym przedziale czasowym, w bardzo niewielkim stopniu zmienia stosunek O/C i H/C.

Przeprowadzone badania nad niskotemperaturową karbonizacją odpadów i biomasy wykazały, że ilość wychodzących gazów pirolitycznych w głównej mierze zależy od temperatury procesu i tylko w niewielkim stopniu zależy od czasu procesu. Właściwy dobór parametrów niskotemperaturowej karbonizacji, wpływa nie tylko na efektywność procesu, lecz również na ekonomiczną opłacalność.

Toryfikacja jest jednym ze sposobów przygotowania odpadów organicznych do wykorzystania ich w procesie termicznej utylizacji w kotłach energetycznych.

Toryfikacja polega na termochemicznym przetworzeniu odpadów lub innej zawilgoconej substancji w temperaturze 270 – 770K w określonym przedziale czasowym, przy ciśnieniu atmosferycznym w atmosferze gazu obojętnej, przy określonej szybkości przyrostu temperatury (< 50 deg/min.). Szybkość przyrostu temperatury ma wpływ na ilość uzyskanego produktu stałego, co w dużej mierze zależy również od rodzaju toryfikowanej substancji.

Podstawową istotą procesu toryfikacji jest większy spadek ubytku masy (ok. 30 %) niż ubytku energii (około 10%). Ten stosunek zależy w dużej mierze od rodzaju

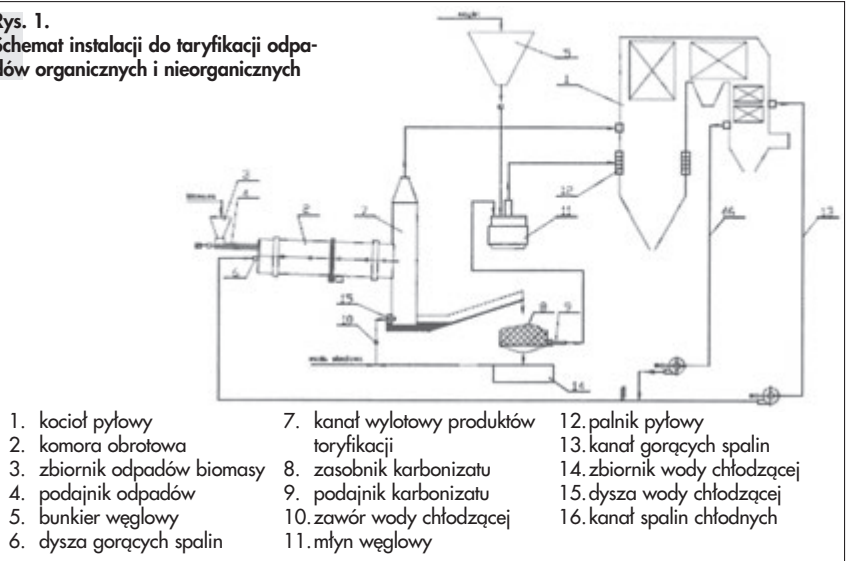
Dzięki temu odpady lub biomasa są mniej podatne na biodegradację i samozapłon [1 – 4].

Przeprowadzone dotychczas badania przy użyciu odpadów potwierdziły wpływ parametrów procesu (τ_p , τ) na właściwości fizykochemiczne produktów toryfikacji. Stwierdzono, że temperatura toryfikacji ma większy wpływ na właściwości fizykochemiczne produktów, niż czas procesu. Wzrost temperatury od 220°C do 320°C (co 50°C) powoduje spadek stałej masy produktu w wyniku odparowania wody. Podczas procesu toryfikacji następuje wzrost Q'_c ze wzrostem temperatury toryfikacji (szczególnie w zakresie temperatur 100 – 320°C).

Warunki wymuszające proces suszenia i niskotemperaturowej toryfikacji odpadów przed procesem spalania

Zmianę struktury fizykochemicznej substancji organicznej można uzyskać na drodze toryfikacji. Instalacja do realizacji procesu przemian zachodzących w trakcie procesu suszenia i odgazowania substancji organicznej przedstawiona jest na schemacie rys. 1.

Rys. 1. Schemat instalacji do toryfikacji odpadów organicznych i nieorganicznych



toryfikowanej substancji. Spadek masy i energii spowodowany jest głównie odparowaniem wilgoci zawartej w toryfikowanej substancji. Znaczny ubytek wilgoci powoduje wzrost energii z jednostki toryfikowanej substancji. Efektym tego jest zmniejszenie stosunku O/C i H/C oraz częściowe pozbycie się balastu w postaci wody i okludowanych gazów [3, 4].

Podczas procesu toryfikacji odpady organiczne, biomasa, osady ściekowe itd. zmieniają swe właściwości hydrofilowe na hydrofobowe, co wynika ze zmiany grup hydroksylowych na grupy niepolarne.

Proces toryfikacji prowadzi się poprzez suszenie i niskotemperaturową pirolizę bez dostępu tlenu. W trakcie niskotemperaturowej karbonizacji następuje proces przegrupowania, zamiany łańcuchów węglowodorowych na struktury węglowych siatek krystalicznych, podczas których następuje wyjście gazów węglowodorowych i zanik struktury ligniny i celulozy. Pozostała po rozpadzie łańcuchów ligniny struktura nie ma żadnej elastyczności, jest krucha i bardzo podatna na przemiat.

Proces suszenia i niskotemperaturowej karbonizacji powoduje diametralną zmianę

własności fizykochemicznych produktów rozkładu. Odpady komunalne i biomasa pochodzenia roślinnego posiadają balast w postaci substancji mineralnej autochtonicznej, allochtonicznej i wilgoci. O ile balast w postaci substancji mineralnej autochtonicznej jest praktycznie nieusuwalny, to balast w postaci wody można usunąć poprzez suszenie. Substancja mineralna w biomacie i w odpadach ma charakter substancji chemicznie związanej i substancji przybyszowej nie związanej z substancją palną. Substancja mineralna pochodząca z odpadów jest w znacznej mierze substancją autochtoniczną, stanowiącą jednak nie więcej niż 2% udziału masowego palnej substancji suchej.

Odprowadzenie wilgoci z odpadów o przypadkowym stopniu rozdrobnienia jest procesem trudnym do rozwiązania technologicznego w skali technicznej. Zawartość tłuszczu i innych zanieczyszczeń, powodujących aglomerację suszonego materiału, jego przyklejanie i zatykanie urządzeń transportujących, stwarza znaczne bariery dla rozwiązania problemu, który w warunkach przemysłowych musi być niezawodny eksploatacyjnie. Taką niezawodność można uzyskać poprzez realizację procesu suszenia i termicznego rozkładu kleistych substancji organicznych w komorze obrotowej, o odpowiednio ukształtowanej powierzchni wewnętrznej, zapewniającej ruch promieniowo-osiowy substancji poddanej procesowi suszenia i karbonizacji [13-16]. Swobodny ruch suszonej substancji musi odbywać się w obecności obojętnych chemicznie, gorących gazów spalinowych w temperaturze zapewniającej niskotemperaturową karbonizację. Maksymalna temperatura spalin nie powinna być wyższa od 500°C. Ukształtowanie wnętrza komory musi eliminować ślizganie się podawanych odpadów po dolnej części obracającej się komory.

Podawana substancja odpadów jest podnoszona na odpowiednią wysokość względem płaszczyzny poziomej przechodzącej przez oś wzdłużną komory, gdzie zostaje strzepnięta i ulega swobodnemu opadaniu na dno komory. W trakcie opadania jest intensywnie suszona, a przy zetknięciu z powierzchnią dna komory wszelkie zbrylenia i aglomeraty zostają rozbite. Dzięki tym procesom zostają wyeliminowane niekorzystne zjawiska prowadzące do powstawania różnego rodzaju spieków i aglomeratów mineralnych, będących niekorzystnymi zjawiskami z punktu widzenia suszenia i odgazowania wsadu. Skuteczność i pewność eksploatacyjna przedstawionej technologii suszenia i toryfikacji odpadów, jest zależna od parametrów termodynamicznych oraz od

rodzaju atmosfery panującej w komorze obrotowej. Powyższe czynniki mają decydujący wpływ na skuteczność procesu suszenia i termicznego rozkładu substancji pochodzącej z wszelkiego rodzaju odpadów zwierzęcych, roślinnych, komunalnych oraz osadów ściekowych.

Dobór parametrów termodynamicznych środowiska, w którym przebiega proces toryfikacji jest kontrolowany przez czujniki temperatury i ciśnienia umieszczone w osi wzdłużnej komory obrotowej. Technologia suszenia i niskotemperaturowej toryfikacji odpadów, realizowana w komorze obrotowej, pozwala uzyskać karbonizat o określonych własnościach przemiatowych.

Technologia suszenia i częściowej karbonizacji biomasy, pochodzącej z różnego rodzaju odpadów organicznych w kontrolowanej atmosferze i w określonej temperaturze jest na wskroś nowoczesną technologią w skali krajowej i światowej. Rozwiązanie procesowe i użyteczność komory obrotowej według zaproponowanej technologii [13 – 16] stawia to rozwiązanie w gronie nowoczesnych i innowacyjnych. Częściowa karbonizacja, jako wstępny etap w procesie przygotowania odpadów organicznych do procesu spalania w kotle energetycznym, ma charakter nowy i innowacyjny, dotychczas nie stosowany zarówno w energetyce krajowej jak i światowej.

W technologii przeróbki i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, a zwłaszcza ściekowych można wyróżnić cztery procesy służące do usuwania wody:

- zagęszczanie,
- odwadnianie,
- suszenie,
- spalanie.

Dzięki tym procesom można uzyskać kilkakrotnie zmniejszenie objętości odpadów. W każdym z tych procesów (poza spalaniem), można usunąć określone formy wody zawartej w osadach. Proces zagęszczania umożliwia usunięcie 40 – 80% wody wolnej, która w procesie odwadniania niskociśnieniowego usuwana jest jako woda częściowo związana fizycznie, oraz niewielkie ilości wody związanej w koloidach. Proces filtracji wysokociśnieniowej umożliwia usunięcie większej ilości wody związanej fizycznie.

Z kolei odwadnianie mechaniczne połączone z odpowiednią obróbką temperaturową, ultradźwiękową lub chemiczną pozwala na usunięcie wody związanej biologicznie lub chemicznie. Całkowite usunięcie tych postaci wody jest możliwe tylko w procesie termicznego suszenia lub spalania. Dotychczas na świecie nie zostały opracowane jednolite metody odwad-

niania tego typu substancji, które pozwoliłyby na uzyskanie zadowalających efektów techniczno-technologicznych. Celem prowadzonych procesów przeróbki osadów jest uzyskanie osadu o takich parametrach fizycznych, które umożliwiłyby jego ostateczne unieszkodliwienie. Stosowane dotychczas metody odwadniania osadów w warunkach naturalnych są zastępowane metodami mechanicznymi. Osady po odwodnieniu posiadają konsystencję stałą, a stężenie suchej masy waha się w granicach od 17 do 38%. Ze względu na zmienny skład chemiczny osadów, nie można przenosić wyników rezultatów z jednej grupy na drugą.

Prognoza KGPO 2014 zakłada, że w roku 2022 masa wytworzonych komunalnych osadów ściekowych wyniesie 746,0 tys. Mg s.m., co będzie stanowiło 3.730 tys. Mg masy o uwodnieniu 80% [5 – 6]. Stanowi to względem 2014 r. wzrost masy wytworzonych osadów ściekowych o około 34,2%. Dlatego tak istotnego znaczenia nabierają procesy odwadniania, suszenia i całkowitej utylizacji.

Powszechnie praktykowane są procesy suszenia w lagunach i na poletkach osadowych oraz wykorzystywane są technologie termicznego suszenia. Metody te są jednak bardzo czasochłonne. Konieczne jest więc wprowadzenie nowych metod, które pozwolą na sprawne przygotowanie osadów do termicznej utylizacji. Dzięki zastosowaniu procesów suszenia można nie tylko uzyskać substancję o istotnie obniżonej zawartości wody i znacznie mniejszej objętości, lecz przede wszystkim zredukować koszty magazynowania i transportu do miejsca ich neutralizacji.

W praktyce ostateczna metoda zagospodarowania osadów ściekowych jest zależna od wielu czynników. Należy rozważać aspekty ekonomiczne, techniczne oraz uwarunkowania społeczne i prawne określające sposoby zagospodarowania odpadów. Konieczne jest również przeprowadzenie badania własności fizykochemicznych w celu określenia toksyczności odpadów w stosunku do ludzi, zwierząt i środowiska [13 – 15].

W instalacjach do suszenia odpadów organicznych niskowymiarowych (sypkich) często stosowany jest system aktywnego napowietrzania, który polega na usunięciu wody w wyniku przepływu gorącego czynnika przez warstwę wsadu substancji.

Regulacja fluidyzacji wsadu umożliwia kontrolę nad temperaturą złoża i umożliwia optymalizację procesu parowania i odbioru wody z wsadu. Woda odparowuje ze złoża, ponieważ przepływający

gaz posiada wysoką temperaturę i określone zdolności suszące, wynikające z szybkości przepływu [3]. Wsad w trakcie procesu suszenia powinien podlegać intensywnemu mieszaniu w wyniku czego, złoża zwiększą swą przepuszczalność gazową, co w konsekwencji powoduje wzrost szybkości procesów suszenia. Obrót powoduje wzrost porowatości złoża oraz podnosi przepuszczalność gazową, warunkującą transport gazu, co umożliwi bardziej intensywnie odprowadzenie wody [4]. Temperatura gazu suszącego jest parametrem warunkującym szybkość procesu suszenia.

W obliczu wzrostu ilości osadów ściekowych, niezbędne jest wprowadzenie nowych rozwiązań bardziej skutecznych niż dotychczas stosowane. Takim rozwiązaniem jest przepływ osadów przez obrotowy reaktor, w którym głównym mechanizmem jest konwekcyjne odparowanie wody, odbieranej przez wymuszony przepływ gazu. Proces taki umożliwia częściowe odparowanie wilgoci i odwodnienie osadu do zawartości 75% suchej masy [15 – 16].

Najważniejszym parametrem suszenia jest początkowe uwodnienie. Dobór odpowiedniej szybkości obrotowej został określony jako jedna z najistotniejszych zmiennych, ponieważ źle dobrana szybkość obrotowa wpływa na obniżenie szybkości suszenia. Szybkość obrotowa wpływa bowiem na szybkość odbioru wody, która kumuluje się w przestrzeniach gazowych. Następnym z najistotniejszych parametrów jest dobór takiej ilości gorących gazów wprowadzanych do reaktora, aby umożliwić sprawny odbiór pary wodnej ze wsadu.

Sprawny proces suszenia będzie odbywał się wówczas, gdy:

- początkowa zawartość wilgoci wsadu nie będzie przekraczać 85 %,
- wypełnienie komory obrotowej wsadem powinno zapewnić jej równomierne zagęszczenie,
- natężenie przepływu gazu przez komorę powinno być ściśle uzależnione od obciążenia masowego,
- wilgotność względna gazu suszącego nie powinna przekraczać 80%,
- parametry gazu suszącego nie powinny przekraczać temperatury 500°C.

Wpływ temperatury i czasu karbonizacji na własności fizykochemiczne produktów termicznego rozkładu

Produkty procesu niskotemperaturowej ($T_t = 373 - 773^\circ\text{C}$) pirolizy substancji organicznej biomasy są zależne od następujących parametrów otoczenia i parametrów toryfikowanej substancji:

- rodzaju substancji,
- rodzaju atmosfery reakcyjnej,
- szybkości nagrzewu toryfikowanych cząstek,
- wielkości cząstek,
- czasu przebywania pierwotnych produktów rozkładu w strefie reakcji,
- szybkości schładzania produktów rozkładu.

Z powyższych uwag wyraźnie widać, jak skomplikowany jest proces niskotemperaturowej toryfikacji substancji organicznej, od jak wielu parametrów jest on zależny, zwłaszcza wówczas, gdy chcemy uzyskać określoną wydajność produktów stałych, ciekłych i gazowych lub w przypadku energetycznego wykorzystania w komorze kotła pyłowego tylko stałych i gazowych produktów rozkładu.

Analiza znaczenia i ważności poszczególnych czynników, które oddziałują w mniejszym lub większym stopniu na proces, jest trudna do oceny zarówno w skali laboratoryjnej jak i technicznej. Wynika to z faktu zmiany szybkości zachodzących zjawisk, szczególnie wówczas, gdy rośnie szybkość nagrzewu, a wzrost temperatury przebiega w okresie milisekund.

Najbardziej interesujące w tych rozważaniach jest wyznaczenie warunków, w których można uzyskać karbonizat o maksymalnej reaktywności i maksymalnej zdolności przemiatowej.

Odgazowanie ziaren substancji organicznej w odpowiednio dobranej temperaturze i w odpowiednim czasie, powoduje powstanie karbonizatu o określonych własnościach fizykochemicznych. Niska temperatura karbonizacji sprzyja powstaniu karbonizatu o bardzo niskiej twardości, wysokiej porowatości i wysokim powinowactwie chemicznym do tlenu.

Krótki czas przebywania substancji organicznej w strefie reakcji osłabia procesy porządkowania i orientacji struktur aromatycznych półkoku biomasowego, co poprawia zdolności chemiczne karbonizatu i powiększa jego reaktywność. Niska temperatura i krótki czas toryfikacji substancji organicznej poprawiają własności energetyczne uzyskanego karbonizatu poprzez poprawę jego własności kinetycznych. Wzrost własności kinetycznych powstaje w wyniku szybkiego wyprowadzenia produktów toryfikacji ze strefy reakcyjnej i uniknięcia przebiegu reakcji wtórnych.

W karbonizacie nie powinny zajść procesy orientacji i upakowania lamel typu grafitowego, których wielkość obniża własności kinetyczne półkoku.

Przy ogrzewaniu substancji organicznej pierwsze widoczne zmiany w substancji

obserwuje się dopiero w temperaturze 200 + 220°C. W temperaturze 270 – 280°C zaczyna tworzyć się prasma, a przy temperaturze 300 – 320°C rozpoczyna się intensywny rozkład substancji organicznej. Ponieważ substancja organiczna odpadów i biomasy nie przechodzi w trakcie nagrzewu przez stan plastyczny, w związku z tym stan ten nie wywiera żadnego wpływu na strukturę uzyskanego karbonizatu, który jest głównym produktem niskotemperaturowego procesu toryfikacji. Ilość oraz jego struktura fizykochemiczna w dużej mierze zależą od warunków termicznych procesu toryfikacji i w bardzo małym stopniu zależą od rodzaju substancji organicznej biomasy. W początkowej temperaturze ogrzewania do 200°C wydzielają się substancje organiczne głównie gazy fizycznie związane. W temperaturze 250 – 270°C następuje gwałtowna zmiana w składzie gazu, świadcząca o rozpoczęciu procesu rozkładu biomasy, połączonego z wydzielaniem wody i gazu zawierającego głównie CO i CO₂ oraz gazowe parafiny pochodzące z rozkładu mostków sieciujących łańcuchy węglowodorowe i fragmentów pękniętych łańcuchów.

Niskotemperaturowy proces toryfikacji substancji odpadów i biomasy nie prowadzi do porządkowania sieci aromatycznych i powstania krystalitów węglowych.

Wymiary krystalitów węglowych są minimalne bez jakiegokolwiek orientacji przestrzennej i uporządkowania pomiędzy płaszczyznami utawienia. Wytrzymałość mechaniczna, jak i twardość powstałego półkoku jest minimalna. Twardość, kruchość i łupliwość półkoku są parametrami rzutującymi na jego własności przemiatowe. Niskotemperaturowy półkok biomasowy charakteryzuje się niską gęstością pozorną $d_a = 0,38 - 0,54 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ wysoką w porowatością $\varepsilon = 42 - 58\%$, zawartością wilgoci $W^r = 7 - 12\%$, niską twardością, wysoką topliwością i kruchością.

Jedną z najważniejszych cech charakteryzujących substancję półkoku dla wykorzystania jej w kotle pyłowym jest podatność przemiatowa. Ta własność substancji karbonizatu decyduje o przydatności produktu toryfikacji do technologicznych procesów przemiatowych, a zwłaszcza do spalania w kotle pyłowym. Ponieważ zastosowanie odpadów do współspalania w kotle pyłowym jest ich najważniejszym zastosowaniem energetycznym, zatem parametr zdolności przemiatowej półkoku otrzymanego w procesie niskotemperaturowej karbonizacji (toryfikacji) odpadów jest jedną z najważniejszych ich własności w procesie współspalania w węglowych kotłach pyłowych.

Proces toryfikacji odpadów prowadzi się poprzez suszenie i częściową karbonizację bez dostępu tlenu. W trakcie częściowej karbonizacji występuje proces przegrupowania i częściowej zmiany łańcuchów węglowodorowych na strukturę węglowych siatek krystalicznych, podczas których następuje wyjście gazów węglowodorowych i zanik struktur ligniny i celulozy. Powstała po rozpadzie łańcuchów ligniny struktura nie ma żadnej elastyczności, jest krucha i bardzo podatna na przemiał. Podczas suszenia i niskotemperaturowej karbonizacji odpadów, powoduje diametralną zmianę jej zdolności przemiałowych.

W trakcie przemiału uzyskuje się w głównej mierze tylko podziarno o bardzo wysokiej reaktywności. Substancja mineralna biomasy pochodzącej z odpadów jest w dużej mierze substancją przybyszową

(allochtoniczną), mogącą stanowić 20 – 35% udziału masowego suchych odpadów. Zawartość wilgoci w odpadach może dochodzić do 60% udziału masowego w stanie roboczym. Zawartość tłuszczu i innych zanieczyszczeń powodujących aglomeracje suszonego materiału, jego przyklejanie i zatykanie urządzeń transportujących, stwarza bariery dla rozwiązania problemu, który w warunkach przemysłowych musi być niezawodny eksploatacyjnie.

Taką niezawodność można uzyskać poprzez realizację procesu suszenia i częściowego termicznego rozkładu kleistych substancji organicznych w cylindrycznej komorze obrotowej, o odpowiednio ukształtowanej powierzchni wewnętrznej, zapewniającej ruch promieniowy i osiowy toryfikowanej substancji odpadów [15,16]. Swobodny ruch suszonych odpa-

dów musi odbywać się w obecności gazów spalinowych o określonej temperaturze, powodującej proces suszenia i niskotemperaturowy termiczny rozkład. Technologia suszenia częściowej karbonizacji biomasy pochodzącej z różnego rodzaju odpadów w kontrolowanej atmosferze i temperaturze jest technologią na wskroś nowoczesną w skali krajowej i światowej.

Rozwiązanie procesowe według zaproponowanej technologii stawia go w gronie nowoczesnych i innowacyjnych.

Częściowa karbonizacja jako wstępny etap w procesie przygotowania odpadów do procesu spalania w kotłach energetycznych, ma charakter nowy i innowacyjny, dotychczas nie stosowany zarówno w energetyce krajowej jak i światowej.

c.d w nr 11/2019 Instal



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Pracownicy Politechniki Lubelskiej (Lider) wraz Zakładem Elektroniki i Automatyki FRISKO s.c. (Konsorcjant) rozpoczęli realizację projektu badawczego pt: *Opracowanie innowacyjnego systemu sterowania dostawą ciepła na potrzeby ogrzewania obiektów istniejących i nowopowstałych* (POIR.04.01.02-00-0012/18-00)

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnego systemu sterowania dostawą ciepła do budynków istniejących i nowopowstałych na potrzeby ogrzewania, który pozwoli na zapewnienie komfortu cieplnego użytkownikom oraz osiągnięcie oszczędności zużycia ciepła. Proponowany system sterowania układów ogrzewczych będzie wykorzystywał odpowiednio opracowane algorytmy prognozowania zużycia ciepła z uwzględnieniem głównych czynników (zewnętrznych i wewnętrznych) wpływających na ilość ciepła kierowaną do instalacji ogrzewczej ze źródła ciepła, co pozwoli na uzyskanie oszczędności zużycia ciepła na poziomie co najmniej 10% w skali sezonu ogrzewczego. Badania nad innowacyjnym systemem sterowania instalacji ogrzewczych będą prowadzone w pierwszej kolejności w skali laboratoryjnej (optymalizacja rodzajów architektury zewnętrznego systemu informatycznego oraz modułu czy też sterownika prognozowego instalowanego w obiektach), a następnie weryfikowane w pełnej skali w istniejących budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej zlokalizowanych w województwie lubelskim. Na każdym etapie badań układ będzie kompleksowo analizowany i optymalizowany, a wybór rozwiązań będzie wykonywany po spełnieniu rygorystycznych kryteriów technologicznych, energetycznych oraz ekonomicznych. Opracowany system sterowania będzie stanowił nowość dedykowaną do obiektów istniejących, jak i nowopowstałych i pozwoli na zmniejszenie zużycia ciepła.

- Oś priorytetowa: **Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego**
- Działanie: **Badania naukowe i prace rozwojowe**
- Poddziałanie: **Regionalne agendy naukowo-badawcze**
- Okres realizacji projektu: **od 01.04.2019 do 31.03.2022**
- Lider: **Politechnika Lubelska**
- Konsorcjant: **Zakład Elektroniki i Automatyki FRISKO s.c. Piotr Friedrich, Kazimierz Skołud**
- Kierownik B+R: **dr inż. Tomasz Cholewa**
- Koszt całkowity projektu: **1 258 991,04 zł**

Więcej informacji na stronie: <http://wis.pollub.pl/pl/projekty/forheat>



Już można zamawiać prenumeratę miesięcznika Instal na 2020 rok.

Druk zamówienia na stronie www.informacjainstal.com.pl