

Ekologiczne stanowisko do regeneracji termicznej zużytych mas formierskich

M. Łucarz

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Inżynierii Procesów Odlewniczych,
ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków

Kontakt korespondencyjny: e-mail: eumar@agh.edu.pl

Otrzymano 16.04.2012; zaakceptowano do druku 02.07.2012

Streszczenie

W publikacji przedstawiono podstawowe założenia właściwego realizowania procesu regeneracji termicznej zużytych mas formierskich i rdzeniowych, w aspekcie ochrony środowiska. Stosując zasady podobieństwa do procesu spalania odpadów zwrócono uwagę na istotne kryteria, które muszą być spełnione przy tworzeniu ekologicznych instalacji do regeneracji termicznej. W artykule przedstawiono zagadnienia związane z neutralizacją szkodliwych substancji. Omówiono przykładowe techniczne rozwiązania urządzeń służących do spalania odpadów i dopalania gazów odlotowych. Zwrócono uwagę na niezbędne zadania, które muszą być realizowane podczas zabiegu utylizacji odpadów, również istotne dla procesu regeneracji termicznej zużytych mas formierskich i rdzeniowych, w tym: właściwy zakres temperatur spalania w głównej komorze, na odpowiedni czas i temperaturę dopalania spalin w termoreaktorze, właściwe schładzanie spalin oraz dodatkowe ich oczyszczanie w kolumnach filtracyjnych. Na podstawie przeprowadzonej analizy parametryczno-konstrukcyjnej zaproponowano własną koncepcję stanowiska do regeneracji termicznej. Przedstawiono podstawowe założenia konstrukcyjne poszczególnych elementów instalacji i zadania przez nie realizowane. Tworzone stanowisko zostanie zastosowane do badań regeneracji termicznej różnych zużytych mas formierskich i rdzeniowych, w celu określenia optymalnych warunków realizacji procesu odzyskiwania osnowy kwarcowej.

Słowa kluczowe: utylizacja odpadów, regeneracja termiczna, urządzenia do regeneracji,

1. Wprowadzenie

Regeneracja termiczna, z punktu widzenia realizowanego zabiegu spalania zbędnych, zużytych substancji organicznych np. spoiw żywicznych, jest najbardziej zbliżona do procesu spalania odpadów. Dlatego posiłkując się szeroko omawianym zagadnieniem utylizacji zużytych, niepotrzebnych materiałów, stworzono założenia budowy własnego stanowiska odzysku osnowy kwarcowej z mas formierskich i rdzeniowych.

W trakcie spalania odpadów, jak również termicznej regeneracji mas formierskich generowane są substancje szkodliwe dla człowieka i środowiska. W przypadku mas formierskich należą do nich węglowodory aromatyczne: benzen, toluen, etylobenzen i ksylen (BTEX) [1], a w procesie spalania odpadów mogą się również tworzyć dioksyny. Dioksyny nigdy nie były pożądanym produktem – nie mają zastosowania w przemyśle –

toteż przez wiele lat w ogóle nie wiedziano o ich istnieniu i tworzeniu się. Fenomen dioksyn polega na ich bardzo toksycznym działaniu przy bardzo małym stężeniu. Dodatkowo mają zdolność bioakumulacji i biomagnifikacji [2]. Ze względu na powyższe właściwości dioksyny i furany zaliczane są do tzw. trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) [3].

Głównym źródłem powstawania dioksyn (90%) są procesy termiczne związane: z niekontrolowanym procesem spalania, ze spalaniem odpadów oraz produkcją żelaza, stali i metali nieżelaznych. Pozostałe uwalnianie dioksyn wynika ze składowania odpadów i produkcji chemikaliów i produktów konsumpcyjnych [3].

Najwięcej substancji szkodliwych uwalnia się z niekontrolowanego procesu spalania. Ponieważ regeneracja termiczna zużytych mas formierskich i rdzeniowych, związana jest ze spalaniem związków organicznych (żywic), wymaga szczególnej

uwagi, aby w trakcie odzysku osnowy kwarcowej nie emitować niekorzystnych związków, negatywnie wpływających na środowisko naturalne.

Przeoglądając publikacje z zakresu regeneracji termicznej nie stwierdzono informacji o występowaniu dioksyn w gazach odlotowych regenerowanych cieplnie zużytych mas formierskich i rdzeniowych. Podejmując jednak problem opracowania ekologicznego stanowiska regeneracji termicznej zużytych mas formierskich postanowiono uwzględnić najbardziej niekorzystną sytuację jaka występuje podczas spalania odpadów komunalnych, a mianowicie gdy mogą występować dioksyny.

Regeneracja cieplna zużytych mas formierskich i rdzeniowych, w zależności od temperatury rozkładu i spalania materiałów wiążących wchodzących w ich skład, może być realizowana jako: niskotemperaturowa w zakresie temperatur od 250 °C do 500 °C, średniotemperaturowa w zakresie temperatur od 500 °C do 850 °C i wysokotemperaturowa powyżej 850 °C [4]. A ponieważ synteza dioksyn zachodzi w typowych temperaturach spalania tj 300 - 800 °C, w związku z tym można się spodziewać generowania szkodliwych substancji szczególnie w nisko i średnio temperaturowej regeneracji termicznej. Dlatego należy uwzględnić w instalacjach regeneratorów termicznych (podobnie jak to ma miejsce w spalarniach odpadów) dodatkowych systemów neutralizacji szkodliwych substancji.

2. Metody redukcji dioksyn

Metody redukcji emisji PCDD/PCDF do wymaganego poziomu dla badanej instalacji zostały podzielone na pierwotne oraz wtórne [3].

Metody pierwotne należy rozumieć jako techniki zapobiegające powstawaniu zanieczyszczeń, które obejmują redukcję lub eliminację generowania PCDD/PCDF z instalacji. Do sposobów tych można zaliczyć:

- zmiany w materiałach wsadowych,
- efektywną kontrolę przebiegu procesu technologicznego,
- zastosowanie dopalania oraz wodnego zraszania gazów odlotowych.

Metody wtórne obejmują techniki ograniczania emisji zanieczyszczeń. Nie są to metody zapobiegające powstawaniu PCDD/PCDF u źródła, lecz są to sposoby ograniczania ich emisji do powietrza. Do metod tych można zaliczyć:

- wysokowydajne urządzenia do usuwania pyłów,
- adsorpcję na węglu aktywnym w połączeniu z zastosowaniem filtrów tkaninowych,
- utlenianie katalityczne.

Dla przejrzystości prawie wszystkie metody obejmujące oddziaływanie na gazy odlotowe zostały zaliczone do metod wtórnych, jakkolwiek niektóre z tych metod (np. zraszanie wodą), znacząco ograniczają tworzenie się PCDD/PCDF.

3. Skuteczna neutralizacja szkodliwych substancji w procesach termicznych

Podejmując działania utylizacji odpadów metodami termicznymi należy pamiętać o takim realizowaniu procesu, który gwarantuje redukcję dioksyn. O stężeniu substancji szkodliwych na wyjściu z instalacji spalania odpadów decyduje [5]:

- dynamika pierwszej fazy spalania, konieczność pozostawiania spalin przez pewien czas w temperaturze 850 do 900 °C,
- przebieg dopalania w wysokiej temperaturze (1200 °C),
- warunki schładzania gazów spalinowych w zakresie temperatur od 240 do 300 °C – ma to istotny wpływ na stopień rekombinacji dioksyn,
- stworzenie odpowiednich systemów adsorpcji i absorpcji związków wydzielających się w trakcie procesów spalania.

W publikacji [6] stwierdzono, że uzupełnienie podstawowych komór spalania, komorami dopalania gazów (termoreaktorami) wytwarzającymi temperaturę rzędu 1200 °C i gwarantujących obróbkę termiczną spalin przez 3 sekundy, można zneutralizować około 1/3 najsłabszych dioksyn i furanów.

Ważnym działaniem procesu ograniczania szkodliwych substancji jest także stosowanie w niektórych instalacjach tzw. systemu bardzo szybkiego schładzania spalin (quench - system) – z kilkuset, a nawet więcej stopni, do przykładowo poniżej 200 °C, co ma utrudniać rekombinację dioksyn i furanów - gdyż one właśnie najlepiej tworzą się w temperaturze pomiędzy około 350 °C a 400 °C. Schłodzenie spalin jest też istotne z punktu widzenia stosowania kolumn sorpcyjnych z odpowiednio dobranym węglem aktywnym. Stosując taką kolumnę należy pamiętać, iż może ona dobrze pracować w stosunkowo niskich temperaturach, najlepiej poniżej 100 °C – zbyt duże temperatury powodują samozapłon węgla aktywnego.

Jeżeli więc przyjmemy, że w komorze dopalania przy, jak na dzisiejszy stan techniki, super korzystnych warunkach (1200 C, 3 s) zlikwidujemy około jednej trzeciej izomerów dioksyn i furanów a na sorbencie węglowym kolejne 30-40%, łatwo oszacować, że w tak skonstruowanym systemie spalania odpadów może zniszczyć w przedziale około 60 do 70% niezwykle toksycznych dioksyn i furanów. Reszta dioksyn i furanów będąca w spalinach przechodzi do atmosfery.

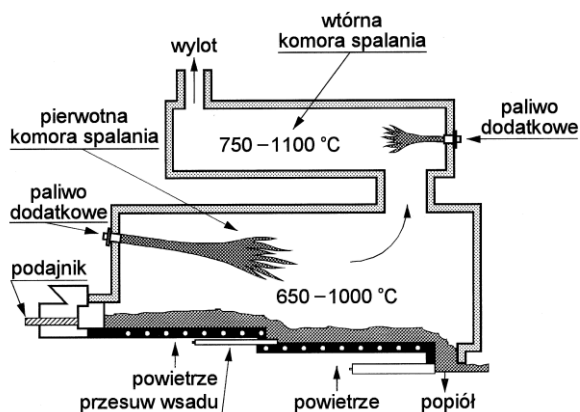
4. Urządzenia stosowane w metodach pierwotnych

Proces unieszkodliwiania substancji szkodliwych podczas procesu spalania odpadów może być realizowany kilkoma sposobami. Jak wcześniej omówiono podstawowym warunkiem ograniczenia emisji dioksyn do atmosfery jest wytworzenie bardzo wysokiej temperatury spalania i zapewnienie dostatecznie długiego okresu przebywania powstających gazów w komorze spalania. Metody pierwotne unieszkodliwiania dioksyn realizowane są w następujących urządzeniach, w których wykorzystuje się energię:

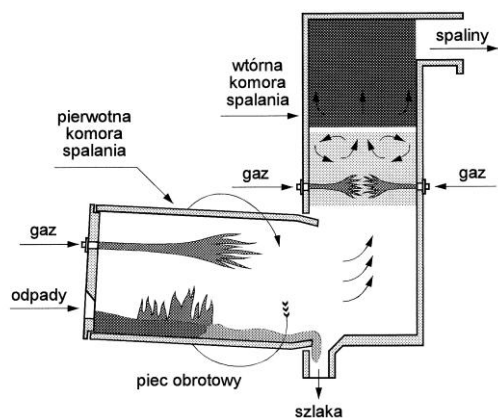
- spalania gazu,
- wytworzenia plazmy,
- mikrofal.

Najbardziej rozpowszechnionym, ogólnie dostępnym i najbardziej popularnym sposobem utylizacji odpadów jest ich spalanie za pomocą gazu. Większość instalacji spalania odpadów wykorzystuje podobną budowę. Ciąg technologiczny składa się z:

- komory spalania pracującej w zakresie temperatur od 750 °C do 1050 °C (piece komorowe przepychowe – rys. 1, piece obrotowe – rys. 2, piece fluidalne – rys. 3, piece rusztowe rys. 4),



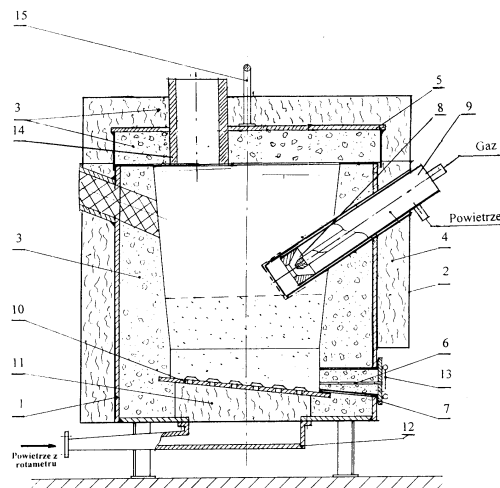
Rys. 1. Schemat paleniska komorowego typu przepychowego [7].



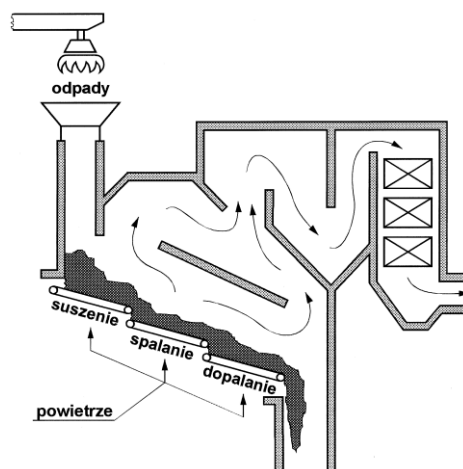
Rys. 2. Schemat instalacji do spalania odpadów z piecem obrotowym [8].

- komory dopalania spalin (termoreaktor), w którym wytwarzane są temperatury od 900 °C do 1150 °C i spaliny przebywają w przedziale czasowym od 2 do 4 sekund,
- systemu schładzania spalin do temperatury rzędu 200 °C, poniżej progu rekombinacji dioksyn, (schładzanie natryskowe, kotły odzysknicowe – parowe, wymienniki ciepła),
- systemu oczyszczania spalin, składającego się z różnego rodzaju filtrów - od zwykłych workowych, po systemy wykorzystujące sorbent (produkt na bazie wapna, prze-

znaczony do oczyszczania spalin odlotowych – neutralizacji kwaśnych gazów, usuwania metali ciężkich, wychwytywania furanów i dioksyn) oraz kolumn filtracyjnych absorpcyjnych do neutralizacji składników kwaśnych, a także kolumn adsorpcyjnych na bazie węgla aktywnego do wiązania związków organicznych.



Rys. 3. Przykładowy piec fluidalny do regeneracji termicznej zużytych mas formierskich: 1 – stalowa obudowa, 2 – płaszcz, 3 – beton ogniotwały, 4 – izolacja z włókien ceramicznych, 5 – pokrywa, 6 – otwór dla termopary, 7 – uszczelnienie azbestowe, 8 – palnik, 9 – obudowa palnika, 10 – dno fluidalne, 11 – wełna ceramiczna, 12 – skrzynia powietrzna, 13 – zamknięcie wysypu, 14 – króciec wylotowy, 15 – zawieszka [9].



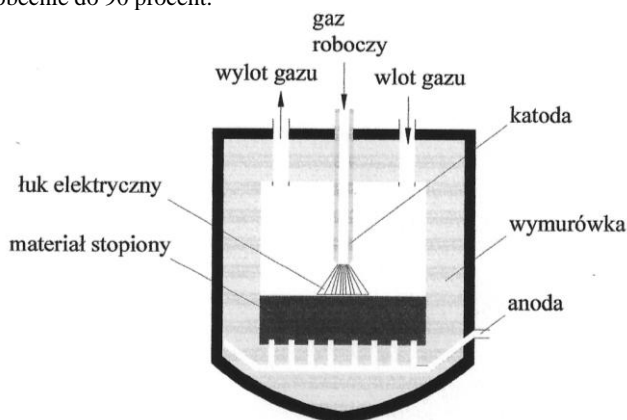
Rys. 4. Palenisko rusztowe z mieszanym przepływem spalin [10].

Inną metodą neutralizacji odpadów jest stosowanie plazmy. Możliwość uzyskiwania wysokiej temperatury w strumieniu plazmowym stwarza nową jakość procesu destrukcji odpadów w porównaniu do tradycyjnego spalania, ponieważ w temperaturze rzędu 10000 K mogą przebiegać takie reakcje chemiczne, jakie nie zachodzą w niższej temperaturze. Istotą termo-

chemicznej neutralizacji i likwidacji aktywnych substancji chemicznych jest wykorzystanie strefy plazmy do atomizacji, utleniania i przekształcania produktów procesu w związki mało aktywne, ze złożonych związków chemicznych do związków prostych np. tlenki, woda oraz pierwiastków metali i gazów, bezpiecznych składników.

Plazmę wytwarza się albo w łuku elektrycznym lub w plazmotronach (elektryczne generatory). Wprowadzenie technologii plazmowej do utylizacji odpadów przynosi następujące korzyści: generacja ciepła jest niezależna od chemii procesu; zużycie gazów roboczych (tworzących plazmę np. argon, azot) jest stosunkowo niskie; wysoka temperatura procesu decyduje o znacznej zawartości wodoru, tlenku węgla oraz niższych węglowodorów. Ze względu na to, że pierwszym odkrytym źródłem plazmy termicznej był łuk węglowy, reaktory łukowe z elektrodami grafitowymi znalazły powszechne zastosowanie w metalurgii (rys. 5).

Reaktory te wyposażone w elektrody grafitowe charakteryzują się względną prostotą konstrukcji, a zatem niższym kosztem (brak układu chłodzenia elektrod, możliwość zasilania prądem przemiennym 3-fazowym). Wadą ich jest mała stabilność palenia się łuku elektrycznego w środowisku o zmiennych w czasie parametrach fizykochemicznych wsadu oraz konieczność ciągłej regulacji położenia elektrod w miarę ich zużywania się. Wad tych nie mają plazmotrony. W zależności od konstrukcji moc pojedynczego plazmotronu może zmieniać się od 2 kW do 20 MW, co zapewnia szerokie zastosowanie tego źródła ciepła w technice. Temperatura strumienia plazmy zależy jednakże od rodzaju użytego gazu np. stosując kolejno gazy takie, jak: He, Ar, Na, H₂ otrzymuje się coraz to wyższą temperaturę strumienia plazmy, co związane jest z różną energią jonizacji i dysocjacji tych gazów. Współczesne plazmotrony charakteryzują się dużą trwałością – wymagają obsługi co 1000 godzin pracy i inspekcji co 100 godzin. Sprawność cieplna plazmotronów dochodzi obecnie do 90 procent.



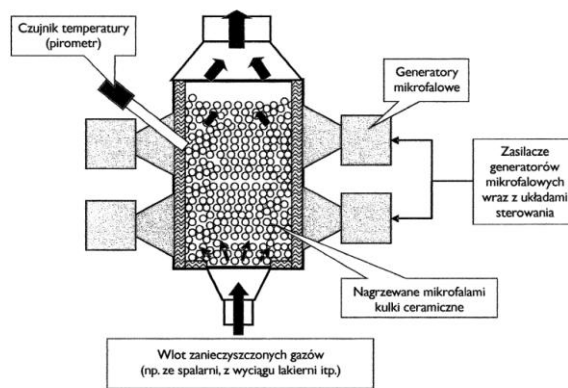
Rys. 5. Przykładowy piec plazmowy [11].

Dzięki wysokiej temperaturze i dużej gęstości energii w plazmie, szybkość procesu destrukcji jest wysoka, co decyduje o dużej wydajności incineracji (spopielenia) odpadów. Istnieje możliwość uzyskania końcowych produktów przetwarzania odpadów w formie spieku, żużla lub szkła – wityfikacja (temperatura rzędu 1700 °C, nie osiągalna w klasycznych spalarniach) [12]. W tym celu do reaktora łukowego dodatkowo

wprowadza się stabilizujące dodatki, które ulegają przetopieniu i wiążą pozostałości po incineracji. Odpady wtórne powstają w minimalnych ilościach, zwykle poniżej 1% masy wsadu. Plazmowa utylizacja odpadów organicznych może być prowadzona także w warunkach pirolizy termicznej realizowanej w dwóch etapach. Najpierw odpady poddawane są rozkładowi termicznemu bez dostępu powietrza, a następnie są utleniane. Kiedy substancje chemiczne poddane są temperaturze rzędu temperatury plazmy, redukowane są do atomów lub cząstek zawierających tylko kilka atomów, co nazywa się pirolizą. Jeżeli odpady przechodzą przez łuk plazmowy, zostają automatycznie odparowywane i tracą całkowicie pamięć poprzedniej struktury. Wobec powyższego metoda plazmowa wykorzystująca proces pirolizy, stanowi atrakcyjną alternatywę w stosunku do procesu spalania ze względu na nieobecność tlenu w procesie (niemożliwe jest tworzenie się dioksyn i furanów).

Inną koncepcją neutralizacji spalin jest metoda wykorzystująca energię mikrofal oraz specjalnych rodzajów ceramiki do nagrzewania gazów i usprawnieniu utleniania zanieczyszczeń organicznych w tych gazach (rys. 6).

Wydzielane podczas procesu spalania gazy są wprowadzane do metalowej komory wypełnionej ceramicznymi kulkami, które nagrzewane są mikrofalami do temperatury około 1000 – 1300 °C. Dzięki zastosowaniu specjalnego rodzaju materiału ceramicznego charakteryzującego się odpornością na wysokie temperatury i jednocześnie bardzo dobrze pochłaniającego mikrofały, dopalane gazy przechodząc wolno pomiędzy ceramicznymi kształtkami nagrzany do wysokich temperatur, w obecności dodatkowo wprowadzonego powietrza lub czystego tlenu, ulegają bardzo szybko utlenieniu.



Rys. 6. Schemat reaktora MOS [13].

5. Autorskie ekologiczne stanowisko do regeneracji termicznej

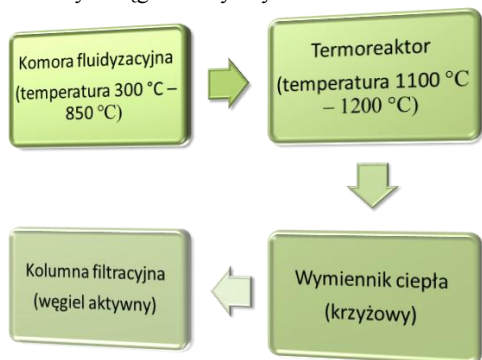
Na wybór określonego typu komory spalania i rozwiązania całej instalacji termicznego przekształcania odpadów wpływają takie czynniki, jak: stan skupienia odpadów, (stałe, ciekłe, półpłynne), ich wartość opałowa, zawartość szkodliwych składników (chlor, fluor, siarka i inne) oraz możliwość wykorzystania ciepła odpadowego [14]. Zużyte masy formierskie i rdzeniowe jako materiały sypkie (po wstępnym kruszeniu)

pokryte otoczkami spoiw organicznych predysponowane są do procesu wypalania w piecach fluidalnych. Dostarczane powietrze do komory regeneracyjnej realizuje mieszanie złoża, z przemieszczaniem poszczególnych cząstek zużytej masy w obszar oddziaływania palnika gazowego. W publikacji [15] stwierdzono, że mimo stosunkowo niskiej temperatury spalania (ok. 850 °C), zadanie termicznej neutralizacji odpadów dobrze spełniają paleniska fluidalne. Poprzez wyrównany profil temperatury oraz dobre mieszanie w złożu fluidalnym uzyskuje się duży stopień neutralizacji (np. dla dioksyn 99,9999%). Dlatego do budowanej instalacji regeneracji zużytych mas formierskich i rdzeniowych zastosowano piec fluidalny.

Realizowane stanowisko badawcze składa się z kilku elementów realizujących opisane powyżej wymagania stawiane ekologicznym systemom utylizacji odpadów, a w tym szczególnym przypadku regeneracji mas zużytych.

Instalacja składa się z następujących elementów (rys. 6):

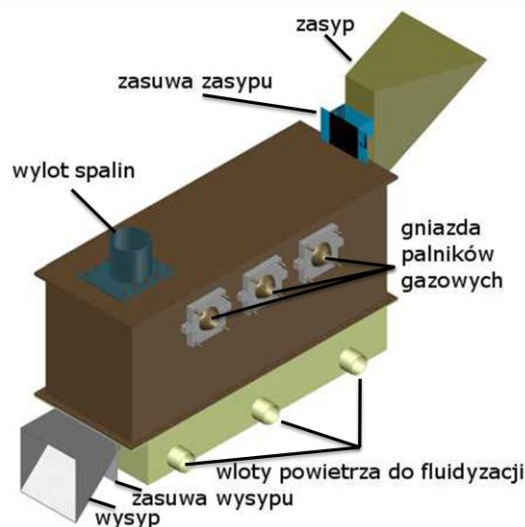
- pieca fluidalnego,
- termoreaktora,
- wymiennika ciepła,
- kolumny z węglem aktywnym.



Rys. 6. Schemat blokowy stanowiska do regeneracji termicznej

Komora fluidyzacyjna (rys. 7) wyposażona jest w trzy palniki gazowe osadzone na przegubach umożliwiających kierowanie płomienia w różne strefy przestrzeni roboczej urządzenia, z równoczesną regulacją odległości płomienia od złoża. W prostokątnym piecu ma to zapewnić skuteczne oddziaływanie płomienia na całą przestrzeń pracy regeneratora i gwarantować równomierne wypalanie żywicy. W odróżnieniu od typowych komór spalania odpadów, w trakcie regeneracji termicznej spalaniu ulega niewielka ilość masy (ilość spoiwa ok. 3%). Stosowanie kosztownych metod plazmowych wydaje się być w tym przypadku bezzasadne. Perforacyjne dno komory fluidyzacyjnej podzielone jest na trzy niezależne sekcje, co pozwala na sekwencyjne mieszanie złoża. Podczas dostarczania zimnego powietrza (z otoczenia) do fluidyzacji złoża (mieszania) następuje dość znaczne obniżenie temperatury w piecu, a to może wywołać intensyfikację procesu tworzenia się niepożądanych substancji. Zastosowanie sekwencyjnej dystrybucji powietrza przy działających trzech palnikach w obrębie komory, powinno ograniczyć nadmierny spadek temperatury w regeneratorze termicznym.

W budowanej instalacji bezpośrednio za podstawową komorą wypalania zużytych mas formierskich, jako niezależny element umieszczono termoreaktor, czyli komorę dopalania spalin.



Rys. 7. Komora fluidyzacyjna – główny człon stanowiska do regeneracji termicznej [16].

Przyjęto, że ten element będzie miał kształt cyklonu. Realizowane są w tym przypadku dwie funkcje. Po pierwsze ma być realizowana funkcja cyklonu, czyli wytrącania cząstek unoszonych wraz ze spalinami. Gromadzony materiał będzie okresowo kierowany ponownie do głównej komory spalania. Drugim zadaniem tego elementu jest zmniejszenie prędkości przemieszczających się spalin. Przy odpowiednim ustawieniu palnika w termoreaktorze będzie realizowana funkcja dopalania gazów odlotowych w wysokiej temperaturze i przez określony czas.

Trzecim elementem tworzonej instalacji jest wymiennik ciepła. W większości instalacji do spalania odpadów dąży się do szybkiego schłodzenia spalin, aby przeciwdziałać zjawisku rekombinacji szkodliwych substancji. Najczęściej stosuje się systemy zraszania wodnego, a pozyskaną w ten sposób parę wodną wykorzystuje się w innych procesach. W przypadku omawianej instalacji zastosowano powietrzny wymiennik ciepła, aby podgrzane powietrze wykorzystać do fluidyzacji wypalanego złoża zużytej masy formierskiej. Zabieg ten powinien przyspieszyć proces regeneracji termicznej i ograniczyć poziom wahań temperatur w piecu.

Ostatnim elementem instalacji jest zbiornik z węglem aktywnym. Położenie kolumny adsorpcyjnej w instalacji kominowej uzależnione będzie od temperatury spalin. Jak wspomniano wcześniej, do złoża z węglem aktywnym nie powinno się dostarczać gazów powyżej 100 °C, ze względu na niebezpieczeństwo samozapłonu.

6. Podsumowanie

Ważnym zagadnieniem jest właściwy i przemyślany wybór sposobu regeneracji zużytych mas formierskich umożliwiającą uzyskanie zamierzonego celu, przy zachowaniu odpowiednich warunków ochrony środowiska i zadawalającej efektywności ekonomicznej realizacji zabiegu. Poszukuje się nowoczesnych

rozwiązań, które przedstawionym powyżej wyzwaniom są w stanie sprostać. Należy jednak pamiętać, że nie wszystkie innowacyjne technologie mogą być wykorzystane ze względów ekonomicznych. Po regeneracji zużytych mas metodą termiczną dopalanie gazów z zastosowaniem technologii plazmy, która jest techniką skuteczną w unieszkodliwianiu odpadów, bezpieczną w aspekcie ochrony środowiska, ze względu na wysoki koszt stosowania i wielkość emisji szkodliwych substancji po procesie regeneracji termicznej wydaje się nie mieć zastosowania. Plazma ma ograniczony zakres stosowania do unieszkodliwiania jedynie odpadów trudnych do zagospodarowania innymi metodami i jedynie przez bogate instytucje, czy też kraje. Bardziej predysponowanym sposobem dopalania gazów odlotowych, możliwym do zastosowania w instalacji regeneracji termicznej jako drugi element, są mikrofały. Biorąc jednak pod uwagę względy konstrukcyjne, wydaje się bardziej uzasadnione ograniczenie tworzonej instalacji do jednego medium realizującego procesy utylizacji, zarówno spalania zużytego spoiwa w masach formierskich, jak również dopalenia ewentualne powstających gazów odlotowych.

Wyposażając instalację w jedno źródło energii, bardziej istotne wydaje się określenie optymalnych warunków realizacji prowadzonych zabiegów. Temu celowi ma służyć tworzone stanowisko regeneracji zużytych mas formierskich i rdzeniowych.

Publikacja finansowana przez MNiSW w ramach projektu badawczego N N507 513139 realizowanego w latach 2010-2013.

Literatura

- [1] Dańko, R. (2012). Model wytrzymałości samoutwardzalnych mas formierskich z żywicami syntetycznymi w aspekcie zintegrowanego procesu recyklingu osnowy. Monografia. *Archives of Foundry Engineering*. Katowice-Gliwice.
- [2] Mokrosz, W. (2010). Ekologiczne aspekty oczyszczania spalin ze spalarni odpadów komunalnych i przemysłowych. Materiały z X konferencji „POL-EMIS 2010”, Polanica-Zdrój 16–19 czerwca 2010 r.
- [3] www.dioksyny.pl - Możliwości ograniczenia emisji dioksyn w sektorze metalurgicznym w Polsce.
- [4] Dańko, J., Dańko, R. & Łucarz, M. (2007). Procesy i urządzenia do regeneracji osnowy zużytych mas formierskich. Kraków, Wydawnictwo Naukowe „Akapit”.
- [5] Pająk, T. (1998). Termiczna utylizacja odpadów komunalnych. *Przegląd Komunalny* nr 3 (78).
- [6] Piecuch, T. (1998). Termiczna utylizacja odpadów. Politechnika Koszalińska, Koszalin.
- [7] Sekuła, R. (1994). Termiczna utylizacja odpadów toksycznych. *Ochrona Powietrza*, nr 4.
- [8] Termiczna utylizacja odpadów przemysłowych, materiały firmy Stenmüller, Gummersbach 1996.
- [9] Łucarz, M. (2010). Study of thermal reclamation of used hot-box sand. *Archives of Foundry Engineering*. Polish Academy of Sciences. Commission of Foundry Engineering. Volume 10, Special Issue 2, str. 99-102.
- [10] Skowron, H. (1999). Instalacje termiczne utylizacji odpadów komunalnych. RAFAKO S.A., Racibórz.
- [11] Piecuch, T. (1998). Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin. Politechnika Koszalińska.
- [12] Kołaciński, Z. & Szymański, Ł. (2010). Plazmowa technologia przetwarzania odpadów w produkty użytkowe. Biuletyn Techniczno-Informacyjny Zarządu Głównego Oddziału Łódzkiego SEP Nr 1, str. 2-6
- [13] www.athon.com.pl
- [14] Krogulec, N.J. (1994). Spalanie odpadów przemysłowych, *Ochrona Powietrza*, nr 1.
- [15] Niessen, W.R. (1995). Combustion and Incineration Processes. Marcel Dekker, New York.
- [16] Projekt Badawczy MNiSW nr N N507 513139 pt.: Efektywne odzyskiwanie osnowy kwarcowej z zużytych mas formierskich i rdzeniowych metodą termiczną w urządzeniu nowej konstrukcji. Okres realizacji 2010-2013 r., Wydział Odlewnictwa AGH.

Ecological installation of the thermal reclamation of used foundry sands

Abstract

The paper presents some basic assumptions of thermal reclamation of moulding and core sands carried out in an appropriate, environmentally friendly way. It is important for the system, which is very similar to waste combustion, to meet the environmental requirements in order to avoid the harmful impact on the environment. Thus, the paper raises the important issue of the neutralization of hazardous substances produced during the process by providing examples of some technical devices used for waste combustion and the burning out of exhaust fumes gases. It also focuses on other aspects of the process of waste utilization which are crucial for thermal reclamation of used moulding and core sands, such as an appropriate range of combustion temperatures in the main chamber, the amount of time and temperature needed for the burning out of the fumes in the thermoreactor, appropriate cooling of the fumes and their additional purifying in the filter module. The author suggests his own idea of a station for thermal reclamation created on the basis of the analysis that was carried out. The paper gives basic construction assumptions of particular components of the system and the tasks that they carry out. The station will be used for carrying out the research on thermal reclamation of various moulding and core sands in order to obtain optimal conditions for the process of the reclamation of sand grains.