

Paliwo alternatywne na bazie sortowanych odpadów komunalnych dla przemysłu cementowego

1. Wprowadzenie

Zwiększająca się ilość odpadów należy do najważniejszych problemów cywilizacyjnych. Jednym z bezpiecznych ekologicznie sposobów zagospodarowania odpadów jest wykorzystanie palnych frakcji, jako paliw w procesach wysokotemperaturowego spalania, w tym także w piecach cementowych.

Ze względu na warunki spalania w piecu cementowym jest to metoda bezpieczna ekologicznie. Warunki procesu odzysku energetycznego odpadów w piecu cementowym z dużą nadwyżką spełniają wymogi dotyczące prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów zawarte w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów, biorąc pod uwagę wysoką temperaturę płomienia, dochodzącą do 2000°C, nadmiar tlenu w gazach powstających w wyniku spalania oraz znacznie dłuższy niż wynika to z wymagań powyższego rozporządzenia czas przebywania gazów odlotowych w temperaturze powyżej 1100°C.

Ponadto, piec cementowy jest urządzeniem stabilnym termicznie ze względu na dużą pojemność cieplną, która uniemożliwia zmianę temperatury w krótkim czasie. Nawet w przypadku awaryjnego przerwania spalania paliwa temperatura powierzchni wymurówki i materiału w piecu nie ulega obniżeniu przez długi czas, gwarantując zupełny rozkład substancji organicznej zawartej w paliwie. Ze względu na dominujący w zestawie surowcowym tlenek wapnia wypalany materiał ma charakter alkaliczny, co pozwala na neutralizowanie i wychwytywanie kwaśnych składników gazowych powstających w wyniku spalania paliw, przed uwolnieniem gazów spalinowych do atmosfery.

Popiół powstały w wyniku współspalania paliw alternatywnych w całości wchodzi w skład klinkieru, nie występuje więc problem z zagospodarowaniem odpadów stałych (popiołów) z procesu spalania, który występuje w przypadku spalarni odpadów.

Stosowanie paliw z odpadów w zakładach cementowych przynosi korzyści, wśród których należy wymienić: zmniejszenie ilości odpadów, ochronę powietrza, ochronę wody i gleby, zmniejszenie emisji CO₂ oraz oszczędność pierwotnych nośników energii.

Z wykorzystania paliw z odpadów w cementowniach wynikają również korzyści społeczno-ekonomiczne, wśród których należy wymienić:

- zmniejszenie ilości odpadów wymagających zagospodarowania; Dzięki temu koszty społeczeństwa ponoszone na unieszkodliwianie odpadów (termiczne unieszkodliwianie w spalarniach, deponowanie na składowiskach) ulegają redukcji;
- redukcja zapotrzebowania na tereny przeznaczone na składowiska odpadów; dzięki włączeniu przemysłu cementowego do krajowego i regionalnych planów gospodarki, jako jednej z możliwości zagospodarowania odpadów, do unieszkodliwiania poprzez deponowanie będzie kierowana mniejsza ilość odpadów, a tym samym zmniejszy się zapotrzebowanie na tereny przeznaczone na składowiska;
- inwestycje w „czyste technologie”; zastępowanie paliw pierwotnych paliwami pozyskanymi z odpadów redukuje koszty produkcji w cementowniach. Powoduje to zwiększenie możliwości finansowych na inwestowanie w „czyste technologie”, a przez to zmniejszanie emisji.

Warto zauważyć, że współspalanie odpadów w cementowni wymaga wybudowania odrębnej infrastruktury, co pociąga za sobą określone nakłady inwestycyjne. Te dodatkowe koszty cementowni są związane z koniecznością spełnienia wymogów bezpieczeństwa magazynowania, dozowania, jakości wytwarzanego produktu i norm ochrony środowiska.

W roku 2007 przemysł cementowy zużył 488,7 tys.ton różnego rodzaju odpadów palnych, uzyskując 18,4% ciepła na wypalanie klinkieru. Chociaż od kilku lat ilość ciepła uzyskiwanego z odpadów systematycznie wzrasta, to jest to nadal niski poziom w porównaniu do innych krajów europejskich. Poziom zastąpienia paliw konwencjonalnych odpadami polski przemysł cementowy może zwiększyć, jest to jednak związane z ujednoczeniem parametrów paliwowych odpadów. Potencjał przemysłu cementowego w Polsce w zakresie zwiększenia ilości ciepła z odpadów można oszacować, przyjmując określone założenia. Technicznie jest możliwe zastąpienie nawet połowy ilości ciepła potrzebnego na produkcję klinkieru energią uzyskaną z odpadów. Do szacunków można przyjąć, że przy rocznej produkcji klinkieru na poziomie 13 mln ton, 50% ciepła potrzebnego na produkcję pochodziłoby z różnego rodzaju odpadów o średniej kaloryczności 20 GJ/tonę. Jeżeli średnie zużycie ciepła na wyprodukowanie tony klinkieru wynosi około 3,5 GJ, to na roczną produkcję jest potrzebne 45.500.000 GJ ciepła. Zgodnie z założeniami 50% z tej całkowitej ilości ciepła, tj. 22.750.000 GJ jest uzyskane z odpadów, a więc przy takich założeniach przemysł cementowy może współspalić znacznie ponad 1 mln ton (z obliczeń 1137,5 tys. ton) różnych odpadów palnych. Trzeba pamiętać, że założony poziom odzysku odpadów jest uzależniony m.in. od wielkości produkcji, a więc od koniunktury na rynku cementu i jego poziomu zużycia.

Odpady stosowane jako paliwo alternatywne muszą spełniać pewne kryteria jakościowe. Wytwarzający paliwo z odpadów powinien do zakładu dostarczyć produkt spełniający wymagania stawiane paliwom alternatywnym przez zakłady cementowe.

2. Paliwo alternatywne z posortowanych odpadów komunalnych zwane dalej „paliwem alternatywnym”

Odpady stosowane jako paliwo nazywane były do tej pory paliwami zastępczymi, alternatywnymi, wtórnymi czy paliwami z odpadów. W 2003 r. Komisja Europejska przyjęła dokument pt. „*Refuse Derived Fuel, current practice and perspectives*”, w którym zdefiniowano *Refuse Derived Fuel* (RDF) jako odpady, które zostały przetworzone w celu spełnienia wymagań przemysłu głównie w zakresie wysokiej wartości opałowej. Pojęcie RDF zawiera m.in.: wybrane frakcje odpadów komunalnych, odpady przemysłowe i handlowe, osady ściekowe, przemysłowe odpady niebezpieczne i biomasę.

Paliwo alternatywne o kodzie 191210 z posortowanych odpadów komunalnych zwane dalej „paliwem alternatywnym” powinno spełniać wymagania niniejszego dokumentu.

Do produkcji paliwa alternatywnego stosowanego w procesie odzysku energetycznego (R1) w instalacji pieca cementowego mogą być wykorzystywane odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie – grupa 20 (odpady o następujących kodach: 20 01 01; 20 01 10; 20 01 11; 20 01 25; 20 01 28; 20 01 38; 20 01 39). Istnieje możliwość dodawania odpadów z pozostałych grup odpadów (z wyłączeniem odpadów niebezpiecznych) zgodnie z Katalogiem Odpadów, w celu uzyskania oczekiwanych przez cementownię parametrów, o których mowa w pkt. 4 tego opracowania.

3. Limity emisyjne dla cementowni współpalających paliwo z odpadów

Zakład cementowy stosujący odpady jako paliwo musi spełniać limity emisyjne zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181 oraz z 2006 r., Nr 17, poz. 140).

Tabela 1. Standardy emisyjne dla pieców cementowych, współpalających paliwa z odpadów

Nazwa substancji	Standardy emisyjne w mg/m ³ _u (dla dioksyn i furanów w ng/ m ³ _u) przy zawartości 10% tlenu w gazach odlotowych
Pył całkowity	30
Chlorowodór (HCl)	10
Fluorowodór (HF)	1
Tlenki azotu (NO _x) dla istniejących instalacji	800
Tlenki azotu (NO _x) dla nowych instalacji	500 ¹⁾

Dwutlenek siarki (SO ₂)	50 ²⁾
Substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel organiczny	10 ³⁾
Tlenek węgla (CO)	2000
Kadm + tal (Cd + Tl)	0,05
Rtęć (Hg)	0,05
Antymon + arsen + ołów + chrom + kobalt + miedź + mangan + nikiel + wanad (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V)	0,5
Dioksyne i furany	0,1 ⁴⁾

Objaśnienia:

¹⁾ standard emisyjny NO_x z eksploatowanych pieców do produkcji klinkieru cementowego, w których współspalanie odpadów zostanie rozpoczęte po dniu 28 grudnia 2004 r., wynosi 800 mg/m³_u, przy zawartości 10% tlenu w gazach odlotowych;

²⁾ standardów emisyjnych SO₂ można nie stosować w przypadkach gdy substancja ta nie powstaje w wyniku spalania odpadów;

³⁾ standardów emisyjnych substancji organicznych w postaci gazów i par wyrażonych jako całkowity węgiel organiczny można nie stosować w przypadkach gdy substancje te nie powstają w wyniku spalania odpadów;

⁴⁾ jako suma iloczynów stężeń dioksyn i furanów w gazach odlotowych oraz ich współczynników równoważności toksycznej, wymienionych w załączniku nr 5 do rozporządzenia.

W celu dotrzymania w/w standardów emisyjnych zakłady cementowe muszą używać paliw o odpowiedniej jakości, dotyczy to zarówno paliw konwencjonalnych, jak i współspalanych paliw alternatywnych.

4. Preferowane parametry paliwa alternatywnego

Z punktu widzenia procesu produkcji cementu, stabilności pracy instalacji pieca cementowego oraz jakości wytwarzanego produktu ważne jest odpowiednie przygotowanie odpadów, przede wszystkim pod kątem kaloryczności, jednorodności parametrów i składu chemicznego. Parametry paliwa alternatywnego muszą spełniać kryteria jakościowe określone przez cementownię, zawarte w tabeli 2.

Tabela 2. Preferowane parametry paliwa alternatywnego

Parametr	Wartość preferowana dla paliw alternatywnych w stanie dostawy
Zawartość wilgoci, %	<20
Wartość opałowa, MJ/kg	>15
Zawartość popiołu, %	Niedefiniowana ze względu na charakter odpadów
Zawartość siarki, %	<1

Wyżej wymienione parametry wymagają indywidualnych uzgodnień z prowadzącym instalację cementową, w celu dopracowania szczegółów uwzględniających specyfikę instalacji. W ramach uzgodnień istnieje możliwość ustalenia odstępstw od wymienionych parametrów.

Oprócz wymienionych w tabeli 2 parametrów, paliwo alternatywne z odpadów dla cementowni musi również spełniać inne wymagania wynikające ze specyfiki instalacji cementowej i obowiązujących standardów emisyjnych. Skład chemiczny odpadów współspalanych w piecu cementowym może mieć istotny wpływ nie tylko na jakość wypalanego klinkieru, ale także na stabilność pracy instalacji piecowej. Z tego względu ograniczenia dotyczą zawartości w odpadach alkaliów, chloru, fluoru, metali ciężkich, np. rtęci (lotność) oraz zawartości toksycznych wielkocząsteczkowych cząstek aromatycznych. Chlor jest składnikiem, który w sposób negatywny wpływa na proces wypalania i dlatego jego ilość powinna być jak najniższa. W praktyce zawartość chloru stanowi najczęściej kompromis pomiędzy możliwościami przygotowania przez dostawcę paliwa z odpadów o wymaganej specyfikacji a warunkami jego akceptacji przez poszczególne instalacje piecowe. W związku z tym konieczne jest indywidualne uzgadnianie z odbiorcami granicznych parametrów, takich jak: granulacja, zawartość chloru, zawartość metali ciężkich oraz innych substancji. Ograniczenia co do składu chemicznego paliwa z odpadów są sprawą indywidualną dla każdej instalacji piecowej, uwzględniając zawartość składników śladowych w surowcach do produkcji klinkieru, w paliwie podstawowym i odpadowym, a także biorąc pod uwagę sposób i miejsce podawania paliwa z odpadów do instalacji.

Parametry paliwa alternatywnego z odpadów powinny być stabilne w każdej dostawie i w dłuższym przedziale czasowym. Powinny mieć konsystencję sypką umożliwiającą łatwe i stabilne dozowanie. Paliwa produkowane z kilku rodzajów odpadów powinny się charakteryzować dobrą homogenicznością. Paliwo alternatywne z odpadów powinno charakteryzować się jednorodnością w całej masie, nie mogą występować zanieczyszczenia przekraczające wymaganą granulację.

Najkorzystniej jest, jeżeli dostawy paliwa z odpadów są wystarczająco duże dla prowadzenia w sposób ciągły jego współspalania. Biorąc pod uwagę, że ilość paliwa z odpadów podawanego do pieca to zwykle kilka ton na godzinę, to chcąc zapewnić ciągłe jego podawanie do pieca przez okres co najmniej kilku dni, wielkość partii paliwa z odpadów powinna być nie mniejsza niż kilkaset ton.

Ze względu na wymogi prawa, wymogi technologiczne, wymogi emisyjne lub inne ograniczenia zakłady cementowe zastrzegają sobie prawo do zmiany wartości wymaganych parametrów lub rozszerzenia zakresu substancji chemicznych i metali ciężkich, które powinny być analizowane w celu określenia jakości paliwa alternatywnego.

Realizacja odzysku energetycznego odpadów w piecu cementowym bez zagrożeń dla środowiska oraz zagwarantowanie jakości produkowanego cementu wymaga odpowiedniego przetworzenia odpadu przez zakład przerabiający odpady na paliwo alternatywne. Instalacja do przeróbki odpadów powinna być wyposażona w następujące urządzenia:

a) Zadaszone pomieszczenie na przyjmowanie odpadów, w celu uniknięcia nadmiernego zawilgocenia.

b) Kruszarki wstępnej odpadów do frakcji 15 cm, by umożliwić negatywną selekcję odpadów, czyli pozbycie się odpadów wysoko-chlorowych, odpadów żelaznych i nieżelaznych, szkła oraz kamieni. Taka selekcja nie jest możliwa bez wstępnego rozdrobnienia, a podanie odpadu bezpośrednio na kruszarkę końcową, o mniejszej granulacji prowadzi do uszkodzenia maszyn.

c) Po kruszarce wstępnej odpad musi zostać pozbawiony metali żelaznych (elektromagnes) oraz nieżelaznych (separatory balistyczne, poduszki powietrzne, sita . itd)

d) Tak przetworzony odpad musi następnie zostać pozbawiony tworzyw sztucznych o wysokiej zawartości chloru, co można wykonać ręczne przy pomocy doświadczonego personelu lub w sposób zautomatyzowany.

e) Dopiero tak przygotowany odpad należy poddawać obróbce końcowej, doprowadzając do granulacji odpowiedniej dla konkretnej cementowni. Dopuszczalna granulacja zależy od wielu czynników i jest inna dla każdej cementowni, jednak tak posortowany odpad jesteśmy w stanie pociąć do dowolnej granulacji.

f) Końcowy odpad musi być magazynowany pod zadaszeniem, by ochronić go przed zawilgoceniem, co pogarsza jego wartość opałową, powoduje zwiększenie kosztów transportu oraz rozliczne problemy procesowe dla cementowni: od korozji, poprzez samoogrzewanie się odpadu podczas magazynowania, co może doprowadzić do samozapłonu.

5. Wytyczne dla kontroli paliwa alternatywnego

Producent/dostawca paliwa alternatywnego powinien spełnić wymagania określone w tym opracowaniu.

W zależności od wielkości strumienia, jego homogeniczności strony uzgadniają zakres i częstotliwość kontroli paliwa alternatywnego.

Producent/dostawca paliwa alternatywnego w karcie charakterystyki odpadu w oparciu o przeprowadzone badania deklaruje właściwości fizykochemiczne. Dostawca zobowiązuje się do dostarczania odpadu zgodnego z kartą charakterystyki. W przeciwnym przypadku cementownia ma prawo odmówić przyjęcia odpadu.