



(54) **Sposób przetwarzania drobnoziarnistych odpadów z procesów hutniczych,
zwłaszcza pyłu konwertorowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

10.01.2005 BUP 01/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.02.2008 WUP 02/08

(73) Uprawniony z patentu:

**Akademia Górniczo-Hutnicza
im.Stanisława Staszica,Kraków,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Zdzisław Woźniacki,Kraków,PL
Marian Nabozny,Kraków,PL
Jerzy Nocoń,Kraków,PL
Jan Pasierb,Kraków,PL
Zygmunt Wcisło,Kraków,PL
Beata Brzychczyk,Kraków,PL**

(74) Pełnomocnik:

**Postołek Elżbieta, Akademia
Górniczo-Hutnicza im.Stanisława Staszica**

(57) 1. Sposób przetwarzania drobnoziarnistych odpadów z procesów hutniczych, zwłaszcza pyłu konwertorowego, polegający na wykonaniu kolejnych operacji: przygotowania mieszanki z drobnoziarnistych hutniczych odpadów żelazonośnych, odpadów węglowych i lepiszcza, granulowania mieszanki na grudki o średnicy 8 - 15 mm, suszenia granulatu do wilgotności około 5%, spiekania w temperaturze 1000 - 1250°C oraz redukcji tlenków żelaza i cynku, **znamienny tym**, że przygotowuje się dwie mieszanki: wewnętrzną i zewnętrzną, z których mieszanka wewnętrzna, zestawiona z odpadu żelazonośnego i lepiszcza zawiera, węgiel C w ilości większej niż wartość wyznaczona z równań stechiometrycznych redukcji tlenków żelaza Fe_2O_3 i cynku ZnO , natomiast w mieszance zewnętrznej, zestawionej z odpadu węglowego, zwłaszcza z procesu wzbogacania węgla kamiennego, i z lepiszcza, ilość węgla jest większa od ilości, której ciepło spalania zapewnia podgrzanie całej masy granułu do temperatury spiekania, ponadto granulowanie prowadzi się w dwóch stopniach, po pierwszym stopniu granulowania mieszanki wewnętrznej w stopniu drugim granule te pokrywa się warstwą mieszanki zewnętrznej o grubości 0,5 - 1,0 mm, przy czym operacje spiekania i redukcji prowadzi się procesem szybowym, z przeciwwądnym przepływem spalin i wsadu.

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób przetwarzania drobnoziarnistych odpadów z procesów hutniczych, zwłaszcza pyłu konwertorowego, odpadów utylizowanych na wsad żelazodajny, zawracany do procesu wytapiania stali, oraz stanowiących źródło wartościowych metali nieżelaznych.

Procesom metalurgicznym, takim jak przygotowanie wsadu, topienie w piecach stalowniczych, nagrzewanie wsadu w piecach grzewczych i innych, towarzyszy uwalnianie się dużych ilości drobnoziarnistych odpadów, zawierających głównie tlenki żelaza oraz tlenki Si, Ca, Zn, Mn, Al, Pb. W przeważającej ilości odpady te gromadzone są na otwartych składowiskach zlokalizowanych na terenie hut, zajmują duże powierzchnie oraz degradują środowisko naturalne.

Znane sposoby przetwarzania odpadów z procesów hutniczych na wsad do pieców stalowniczych polegają na przygotowaniu mieszanki z drobnoziarnistych odpadów żelazonośnych, lepiszcza i wody, granulowaniu mieszanki, suszeniu granulatu i spiekaniu go w temperaturach 1000 - 1250°C. Jeden z takich sposobów, przedstawiony w polskim opisie zgłoszenia wynalazku P-326707, polega na kolejnym wykonaniu operacji: przygotowania mieszanki złożonej z pyłu konwertorowego, lepiszcza i wody, grudkowania mieszanki w granulatorze talerzowym na granule o średnicy 10 - 15 mm, suszenia granul w temperaturze 300 - 400°C z wykorzystaniem ciepła procesu, spiekania w piecu rurowym w temperaturze 1050 - 1200°C w atmosferze utleniającej, redukcji granulatu węglem podczas obróbki w piecu rurowym. Operację redukcji wykonuje się na wsadzie pozbawionym drobnoziarnistego pyłu konwertorowego, co eliminuje możliwość tworzenia się brył powstałych przez stapianie granul. Stopień redukcji tlenków żelaza i cynku wewnątrz granul jest niewystarczający. Uzyskane z procesu granule, zawierające gąbczaste żelazo, Mn, SiO₂, Ca, MnO, stanowią korzystny surowiec żelazonośny. Tlenek cynku podczas spiekania pozostaje w granulach, po zredukowaniu do postaci metalicznej odparowuje i ponownie utlenia się. Unoszony z gazami procesowymi zostaje oddzielony w filtrach stanowiąc surowiec dla procesu wytwarzania cynku.

Istota sposobu według niniejszego wynalazku polega na tym, że przygotowuje się dwie mieszanki: wewnętrzną i zewnętrzną, z których mieszanka wewnętrzna, zestawiona z odpadu żelazonośnego, i lepiszcza, zawiera węgiel C w ilości większej niż wartość wyznaczona z równań stechiometrycznych redukcji tlenków żelaza Fe₂O₃ i cynku ZnO. Mieszanka zewnętrzna, zestawiona z odpadu węglowego, zwłaszcza z procesu wzbogacania węgla kamiennego, i z lepiszcza, zawiera węgiel w ilości większej od ilości, której spalanie zapewnia podgrzanie całej masy granul do temperatury spiekania. Operacje granulowania prowadzi się w dwóch stopniach, po pierwszym stopniu granulowania mieszanki wewnętrznej w stopniu drugim granule te pokrywa się warstwą mieszanki zewnętrznej o grubości 0,5 - 1,0 mm. Operacje spiekania i redukcji prowadzi się w piecu szybowym, z przeciwnym przepływem spalin i wsadu.

Podczas procesu spiekania granul dwuwarstwowych, prowadzonego w temperaturze niższej od temperatury topnienia mieszanki zewnętrznej, z powłoki wypala się węgiel. W wyniku wywiązywania się ciepła, utrzymuje się założona temperatura spiekania zależna od zawartości węgla i następuje wyrównanie temperatury we wsadzie. Ze składników mineralnych mieszanki zewnętrznej tworzy się spieczona powłoka, natomiast w nagrzanym wnętrzu mieszanki wewnętrznej następuje redukcja tlenków w stanie stałym z udziałem węgla zawartego w mieszanke. Spieczona powłoka nadaje granulom wymagane własności mechaniczne, niezbędne dla warunków procesu stalowniczego, a przede wszystkim odporność na miażdżenie i ścieranie.

Korzystnym jest gdy granulowanie pierwszego stopnia wykonuje się na granulatorze talerzowym, dodając podczas granulowania mieszanki wewnętrznej wodę w ilości około 5% wagowych. Granulowanie drugiego stopnia można wykonywać na innym granulatorze, ale technologicznie celowym jest by prowadzone było bezpośrednio po pierwszym stopniu, na tym samym granulatorze talerzowym, doprowadzając mieszanekę zewnętrzną i wodę w ilości około 5%. Mieszanka zewnętrzna może być również doprowadzana do granulatora w postaci wodnej emulsji.

Granulat uzyskany sposobem według wynalazku jest bardzo dobrym wsadem żelazonośnym, ma dobre własności wytrzymałościowe, które są korzystne dla procesu w piecu stalowniczym, a dzięki usunięciu cynku również w wielkim piecu.

Sposób według wynalazku wyjaśniony jest opisem przykładowego procesu przetwarzania pyłu konwertorowego oraz odpadu ze wzbogacania węgla na granulat, wykorzystywany jako wsad żelazodajny do pieca stalowniczego.

Przygotowanie mieszanek wymaga uprzedniego wyznaczenia :

a) dla mieszanki wewnętrznej:

- minimalnego zapotrzebowania węgla na zredukowanie Fe_2O_3 do FeO , która to wartość wynosi 0,0003757 kg C/1% Fe_2O_3 w mieszance wewnętrznej,

- minimalnego zapotrzebowania węgla na zredukowanie ZnO do Zn . Wartość ta wynosi 0,00147 kg C/1% ZnO w mieszance wewnętrznej.

b) dla mieszanki zewnętrznej:

- zawartości węgla w mieszance zewnętrznej, niezbędnej do podgrzania granulatu do temperatury spiekania 1200°C.

Przyjmując że średnica granuli wykonanej z mieszanki wewnętrznej wynosi 13 mm, a warstwa powłoki z mieszanki zewnętrznej wynosi 1mm, to przy $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$:

masa wewnętrzna $m_w = 0,00138 \text{ kg/granulę} \Rightarrow \mu_w = 65,1\%$, a

masa zewnętrzna $m_z = 0,00074 \text{ kg/granulę} \Rightarrow \mu_z = 34,9\%$,

zawartość węgla w mieszance zewnętrznej musi wynosić:

$$C = \frac{(m_w + m_z) \times c_z \times t_z}{Q \times m_z} = \frac{0,00212 \times 1 \times 1200}{33000 \times 0,00074} = 0,1014 \text{ kg C/kg miesz. zewn.}$$

Według przedstawionego sposobu skład mieszanki wewnętrznej wynosi:

pył konwertorowy 79%

odpad ze wzbogacania węgla kamiennego 21%,

lub w innym przypadku:

pył konwertorowy 49%

odpad ze wzbogacania węgla kamiennego 51%.

W rozważanym przykładzie mieszanką zewnętrzną będzie wyłącznie odpad ze wzbogacania węgla kamiennego, który zawiera węgiel w ilości 10,2% oraz dostateczną ilość ilowców i mułowców, stanowiących lepiszcze.

Składniki mieszanki wewnętrznej, zestawione według obliczonych ilości, dozowane są do mieszarki, w której dokonuje się wymieszania pyłu konwertorowego z odpadem ze wzbogacania węgla. Utworzona mieszanka wprowadzana jest do granulatora talerzowego, gdzie po uzyskaniu granul o średnicy 12 do 14 mm na talerz granulatora dozowany jest wyłącznie odpad ze wzbogacania węgla oraz woda, w celu wytworzenia powłoki o grubości ok.1 mm. Surowe granule transportowane są do suszarki zasilanej gazami odlotowymi z pieca szybowego, gdzie podsuszone zostają do wilgotności około 5%. Po zadozowaniu granul do pieca szybowego, na wstępie odparowuje resztkowa wilgoć, następuje odgazowanie części lotnych i ich spalenie. Proces szybowy prowadzony jest w temperaturze około 1200°C, regulowanej wydatkiem dysz nadmuchu powietrza a odpowiadającej temperaturze bliskiej temperatury topnienia mieszanki zewnętrznej. Powietrze - podawane przez usytuowane w strefie dolnej dysze nadmuchu - przepływając przez spieczony granulat nagrzewa się do temperatur około 1200°C. W nagrzewanym wnętrzu granul, odizolowanym od dostępu tlenu przez spieczoną powłokę, zachodzi redukcja tlenków w stanie stałym, przy pomocy zawartego w mieszance wewnętrznej węgla. Odparowujący z granulatu cynk utlenia się ponownie w komorze pieca i w postaci pyłu tlenku cynku odprowadzany jest z gazami procesowymi do instalacji, z której separowany jest jednym ze znanych sposobów. Urządzenie odbierające granulat, zabudowane na dolnym końcu pieca szybowego, pracuje z wydajnością, przy której wsad przebywa w piecu przez wymagany okres czasu.

W związku z występującym wahaniem składu pyłu konwertorowego, okresowo pobiera się próbkę granulatu do kontroli

Sposób umożliwia uzyskanie granulatu jednorodnego pod względem właściwości fizyczno-mechanicznych oraz geometrycznych, bez zbryleń, nadający się do bezpośredniego wykorzystania jako żelazonośny wsad do pieca stalowniczego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób przetwarzania drobnoziarnistych odpadów z procesów hutniczych, zwłaszcza pyłu konwertorowego, polegający na wykonaniu kolejnych operacji: przygotowania mieszanki z drobnoziarnistych hutniczych odpadów żelazonośnych, odpadów węglowych i lepiszcza, granulowania mie-

szanki na grudki o średnicy 8 - 15 mm, suszenia granulatu do wilgotności około 5%, spiekania w temperaturze 1000 - 1250°C oraz redukcji tlenków żelaza i cynku, **znamienny tym**, że przygotowuje się dwie mieszanki: wewnętrzną i zewnętrzną, z których mieszanka wewnętrzna, zestawiona z odpadu żelazonośnego i lepiszcza, zawiera węgiel C w ilości większej niż wartość wyznaczona z równań stechiometrycznych redukcji tlenków żelaza Fe_2O_3 i cynku ZnO, natomiast w mieszance zewnętrznej, zestawionej z odpadu węglowego, zwłaszcza z procesu wzbogacania węgla kamiennego, i z lepiszcza, ilość węgla jest większa od ilości, której ciepło spalania zapewnia podgrzanie całej masy granul do temperatury spiekania, ponadto granulowanie prowadzi się w dwóch stopniach, po pierwszym stopniu granulowania mieszanki wewnętrznej w stopniu drugim granule te pokrywa się warstwą mieszanki zewnętrznej o grubości 0,5 - 1,0 mm, przy czym operacje spiekania i redukcji prowadzi się procesem szybowym, z przeciwprądowym przepływem spalin i wsadu.

2. Sposób według zastrz.1 **znamienny tym**, że granulowanie pierwszego stopnia wykonuje się na granulatorze talerzowym, dodając podczas granulowania mieszanki wewnętrznej wodę w ilości około 5% wagowych.

3. Sposób według zastrz.2 **znamienny tym**, że granulowanie drugiego stopnia wykonuje się bezpośrednio po pierwszym stopniu, na tym samym granulatorze talerzowym, doprowadzając mieszankę zewnętrzną i wodę w ilości około 5%.

4. Sposób według zastrz.2 **znamienny tym**, że granulowanie drugiego stopnia wykonuje się bezpośrednio po pierwszym stopniu, na tym samym granulatorze talerzowym, doprowadzając wodną emulsję mieszanki zewnętrznej.