

Metoda wpływu na jednorodność składu chemicznego spieku cynkowo-ołowiowego w układzie rzeczywistym

Data wpłynięcia do Redakcji: 05/2023
Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 05/2023

2023, volume 12, issue 2, pp. 43-49

Robert Szudy, Marek Sołtysik
Huta Cynku Miasteczko Śl. Poland

Bożena Gajdzik
Politechnika Śląska, Poland



Streszczenie: Celem prowadzonych badań było określenie zależności występujących pomiędzy pracą zbiornika namiarowni wydziału spiekalni, a jednorodnością składu chemicznego produkowanego spieku. Rozpatrywany fragment linii technologicznej jest częścią procesu Imperial Smelting Process, z wykorzystaniem którego produkowany jest w głównej mierze cynk i ołów. Skład chemiczny spieku jest istotny w kolejnym etapie produkcyjnym jakim jest proces redukcji w piecu szybowym. Zdefiniowany problem technologiczny polegał na nierównomiernym dozowaniu materiału na taśmę zbiorczą. Nierównomierność w dozowaniu materiałów nie jest kompensowana w kolejnych etapach przygotowywania mieszanki przed procesem spiekania to jest aglomeracji w mieszalnikach bębnowych. Przekłada się to na niestabilne analizy chemiczne półproduktu jakim jest spiek. Głównym założeniem wprowadzonej modyfikacji było zastosowanie jak najprostszyc rozwiązań pozwalających uniknąć kosztownych urządzeń i skomplikowanych systemów sterowania. Po modyfikacji sposobu dozowania materiału określono zmianę w jednorodności otrzymywanych analiz chemicznych. W realizacji badań skupiono się na pierwiastkach takich jak wapń, magnez i krzem. Badania zostały wykonane w ramach realizowanego doktoratu wdrożeniowego w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”.

Słowa kluczowe: skład chemiczny, spiek, proces ISP, modyfikacja procesu

WPROWADZENIE

Przedsiębiorstwa produkcyjne kładą duży nacisk zarówno na najwyższą jakość swoich wyrobów gotowych jak i półproduktów. Półprodukty wykorzystywane w procesie produkcyjnym bez względu na to, czy są wykonywane w danym zakładzie czy dostarczane

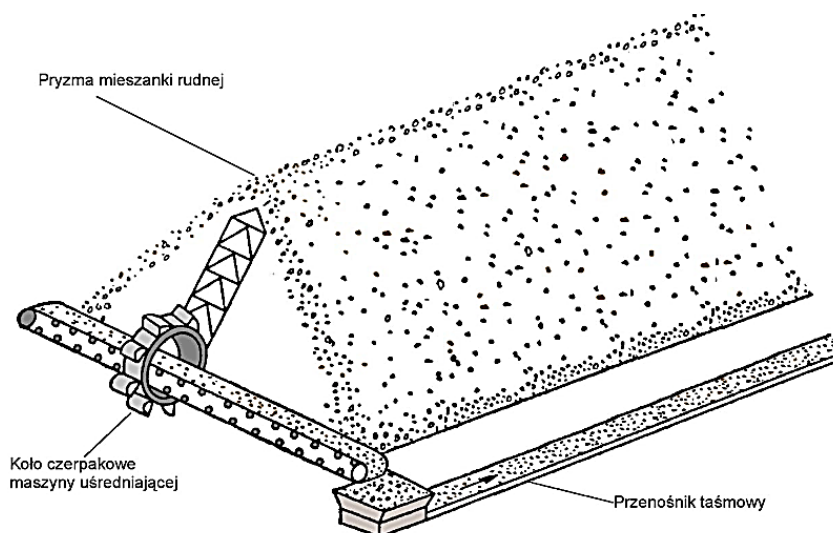
z zewnątrz, muszą spełniać określone normy. Wadliwe półprodukty mogą stanowić przyczynę wykonania wadliwego produktu finalnego. Aby uniknąć niezgodności i wad, w zakładach produkcyjnych funkcjonują rozbudowane działy kontroli jakości. Badają one zarówno materiały dostarczane do wykorzystania w procesach produkcyjnych jak i wyroby produkowane przez przedsiębiorstwo na różnych etapach linii produkcyjnej. Zewnętrzną oznaką dążenia do zapewnienia najlepszej jakości produktów i usług jest legitymowanie się firm zgodnością z wytycznymi norm ISO. Ponadto, istotnym elementem, na który swoją uwagę zwracają klienci jest zgodność produktu z normami polskimi lub europejskimi (PN,

EN). W zakładach produkcyjnych, szczególnie tych długo istniejących na rynku, funkcjonują także wewnętrzne wytyczne dotyczące sposobu przeprowadzania kontroli. Zasady takie pozwalają w sposób optymalny określić właściwości jakimi powinny charakteryzować się produkty i półprodukty w określonych punktach linii produkcyjnej.

OPIS PROBLEMU BADAWCZEGO

Skład chemiczny stanowi zakres szerokich badań materiałów. Dzieje się tak ponieważ w zależności od składu chemicznego zmieniają się właściwości produkowanych wyrobów [1]. Mają one wpływ na właściwości użytkowe produktów, a także decydują o możliwości obróbki półproduktów [2]. Odpowiedni skład chemiczny jest także istotny w procesach związanych z zabezpieczaniem antykorozyjnym gotowych wyrobów [3].

Zapewnienie odpowiedniego składu chemicznego w produkowanych wyrobach jest ważnym aspektem projektowania wyrobów [4]. W celu uzyskania jednorodnego rozkładu pierwiastków w materiale i uniknięcia ich koncentracji prowadzone są dodatkowe procesy, np. wyżarzanie ujednorodniające [5]. Jednak działania mające na celu uzyskanie jednorodnego składu chemicznego są realizowane nie tylko w przypadku gotowych wyrobów, ale także już na etapie produkcji poszczególnych półproduktów. Jednym z przykładów jest proces uśredniania rud wykorzystywanych do produkcji żelaza. Proces ten polega na naprzemiennym usypywaniu cienkimi warstwami materiałów wykorzystywanych do produkcji spieku żelazonośnego. Pobierany następnie od czoła przemy materiał (rys. 1) charakteryzuje się odpowiednią stabilnością składu chemicznego [6].

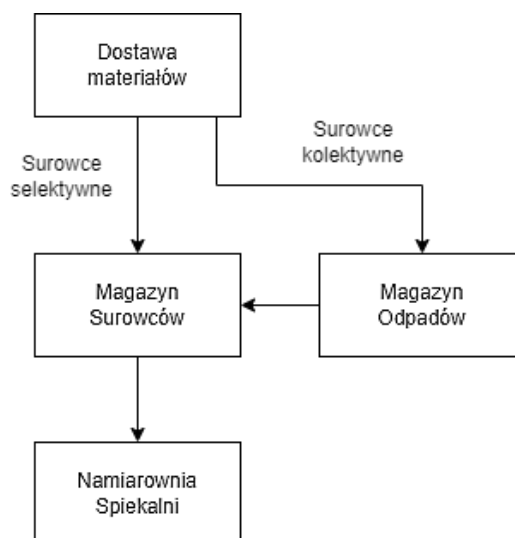


Rys. 1 Pobieranie materiału z przemy

Procesy mające na celu ujednorodnienie składu, homogenizację materiałów mają także znaczenie podczas recyklingu, ponieważ wpływają na efekt końcowy i bilans ekonomiczny przedsiębiorstwa [7, 8].

OPIS UKŁADU RZECZYWISTEGO – LINIA TECHNOLOGICZNA

Czynności mające na celu ujednorodnienie składu chemicznego wykonuje się także w przypadku technologii ISP prowadzonej w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”. Materiały wykorzystywane do produkcji dzielą się na selektywne i kolektywne. Selektywne są kierowane bezpośrednio do magazynu surowców, a kolektywne najpierw trafiają do magazynu odpadów (rys. 2). W magazynie odpadów materiały są między sobą mieszane za pomocą suwnicy czerpakowej, a następnie jako gotowa mieszanka są przewożone do magazynu surowców.



Rys. 2 Schemat zagospodarowania materiałów

Source: [9]

Mieszanie oraz zwałowanie wykonywane w magazynie odpadów jest pierwszym z czterech etapów wpływających na ujednorodnienie składu chemicznego produkowanego spieku w ramach procesu ISP. Materiały składowane w zasiekach magazynu surowców są następnie transportowane do namiarowni wydziału spiekalni. Transport ten jest realizowany z wykorzystaniem ciągu przenośników taśmowych oraz wózka rewersyjnego ustawianego tak, aby transportowany materiał znalazł się w odpowiednim zbiorniku. Transport pomiędzy zasiekami, a początkiem ciągu taśm odbywa się z wykorzystaniem ładowarki czołowej. Niejednokrotnie w jednym zbiorniku namiarowni znajduje się mieszanka materiałów z dwóch zasieków w proporcjach 1:1 lub 2:1. Za odpowiednie przemieszanie materiałów między sobą odpowiedzialny jest operator ładowarki, co stanowi drugi etap wpływający na ujednorodnienie. Materiał dozowany ze zbiorników namiarowni trafia na taśmę zbiorczą. Ze względu na ustawienie wag w szeregu wzdłuż taśmy zbiorczej, oraz jej ciągłą pracę, materiał dozowany ze zbiorników namiarowni układa się na taśmie zbiorczej warstwami. Praca zbiorników namiarowni jest trzecim etapem wpływającym na jednorodność składu chemicznego całej mieszanki. Ostatnim etapem jest dwustopniowe mieszanie i granulowanie w mieszalnikach bębnowych. Aby materiał został

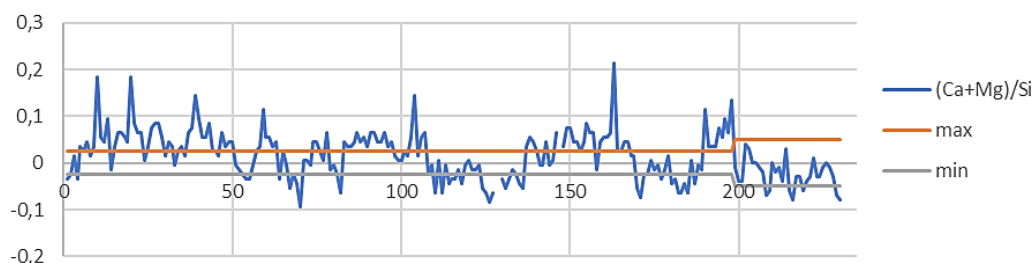
odpowiednio wymieszany mieszalniki zostały wyposażone w dodatkowe pierścienie, co powoduje wydłużenie czasu mieszania i granulacji.

CEL BADANIA

Podczas analizy pracy ciągu technologicznego w ramach doktoratu wdrożeniowego pt. „Analiza i optymalizacja ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej na maszynę spiekalniczą Dwighta Lloyda w procesie spiekania materiałów cynkonośnych”¹ zaobserwowano nieprawidłowości w pracy zbiorników namiarowni. Polegają one na nierównomiernym dozowaniu materiałów na taśmę zbiorczą. Przeprowadzone badanie miało na celu scharakteryzować wpływ pracy zbiornika dozującego na analizy chemiczne produkowanego spieku.

ZAKRES I WYNIKI BADAŃ

Jednym z parametrów składu chemicznego produkowanego spieku jest stosunek $(Ca+Mg)/Si$. Poziom tego stosunku pierwiastków i skład ma znaczący wpływ na charakter fizyko-chemiczny żużla powstającego w procesie pieca szybowego. Jest on też uzależniony i ma wpływ na poziom pozostałych pierwiastków wchodzących w skład żużla i tworzących się międzymetalicznych trójkątów faz Gibbsa [10]. Podczas procesu spiekania nie da się liniowo utrzymać stosunku $(Ca+Mg)/Si$ na stałym poziomie, dlatego jego poziom ustalany jest jako zakres wartości, np. w przedziale od 0,75 do 0,8 (rys. 3). Analizy chemiczne spieku wykonywane są co dwie godziny.



Rys. 3 Przykładowy rozkład stosunku $(Ca+Mg)/Si$ z uwzględnieniem obowiązującego zakresu

Głównym regulatorem wykorzystywanym do utrzymania odpowiednich wartości jest piasek oraz kamień wapienny dozowany ze zbiorników namiarowni. Ze względu na selektywność materiału oraz jego jasno zdefiniowany wpływ na skład chemiczny wybrano zbiornik dozujący piasek do analizy i optymalizacji jego pracy. Zaobserwowana nieprawidłowość polegała na znacznych przerwach pomiędzy kolejnymi partiami materiału spadającymi z taśmy wagowej na taśmę zbiorczą sięgających 40 sekund. Mając na uwadze ciągłą pracę taśmy zbiorczej i całego ciągu

¹ Doktorat realizowany we Wspólnej Szkole Doktorskiej, prowadzony przez Politechnikę Śląską w Gliwicach, doktorat: mgr inż. R. Szudy, promotor: dr hab. inż. B. Gajdzik, Profesor Politechniki Śląskiej.

technologicznego powodowało to koncentrację porcji piasku w kilkunastometrowych odstępach. Niewątpliwy wpływ na zaobserwowaną sytuację miała niska nastawa piasku na poziomie 0,3 Mg/h (rys. 4), co w odniesieniu do całkowitego przepływu materiałów na poziomie 200 Mg/h powodowało niską prędkość posuwu taśmy wagowej.



Rys. 4 Wysyp zbiornika z zamontowaną przesłoną

Analizę wpływu sposobu dozowania piasku wykonano w oparciu o analizy chemiczne gotowego spieku. Aby zaobserwować różnice określono procentowy udział analiz poza określonym zakresem przed i po zainstalowaniu przesłony (tab. 1). Wymagany do utrzymania przedział stosunku (Ca+Mg)/Si mieścił się w zakresie 0,75-0,8.

Tabela 1 Analizy spieku

	Przed zabudową przesłony	Po zabudowie przesłony
Liczba analiz	102	97
(Ca+Mg)/Si poniżej 0,75	28	26
(Ca+Mg)/Si powyżej 0,8	39	19
Suma elementów poza normą	67 (69,1%)	45 (46,4%)
Mediana (Ca+Mg)/Si	0,79	0,77

Otrzymane wyniki wskazują, że sposób dozowania ma wpływ na jednorodność produkowanego spieku. Znaczne obniżenie liczby analiz wykraczających poza zakres zadeklarowanego przedziału wskazuje, że cel dozowania piasku jest osiągnięty z lepszym skutkiem (im więcej piasku tym niższy stosunek (Ca+Mg)/Si).

PODSUMOWANIE

Otrzymane wyniki pozwalają wskazać kierunek, w którym powinno się dążyć w celu polepszenia jakości produkowanego półproduktu jakim jest spiek cynkowo ołowiowy. Zastosowana modyfikacja poddana badaniu wpływu na jednorodność składu chemicznego cechuje się prostotą wykonania. Jest to istotne w szczególności w przypadkach w których warunki pracy, takie jak zapylenie czy wahania temperatur, nie sprzyjają skomplikowanym urządzeniom. Jednocześnie

istnieje możliwość rozwoju zaproponowanej modyfikacji. Kolejnym krokiem, może być regulacja przekroju wysypu ze zbiornika w zależności od nastawy danego surowca. W połączeniu z odpowiednimi układami automatyki można zbliżyć się do maksymalnego zawężenia odchyleń składu chemicznego. Nie można jednak zapominać o pojawiających się zagrożeniach wynikających ze zmiennego przekroju wysypu. Podstawowym parametrem mogącym negatywnie wpłynąć na pracę układu jest granulacja dozowanego materiału. W przypadku niskiej nastawy, w wyniku której zmniejszy się przekrój wysypu w celu zapewnienia jednostajnego dozowania, konieczne jest wyeliminowanie wtrąceń których rozmiar może zablokować wysyp ze zbiornika. Dalsze badania i zmiany wprowadzane w linii produkcyjnej pozwolą osiągnąć zamierzone rezultaty przy eliminowaniu występujących zagrożeń. Działania takie wpisują się w cele określone przez systemy zarządzania jakością pokazujące potrzebę ciągłego doskonalenia procesów produkcyjnych.

LITERATURA

- [1] T. Hejwowski, „Wpływ mikrostruktury i składu chemicznego stopów na osnowie żelaza na ich odporność na zużycie ścierne oraz erozyjne”, *Inżynieria Materiałowa*, Vol. 31, nr 2, 2010
- [2] M. Kondracki, J. Gawroński, J. Szajnar, „Wpływ składu chemicznego na skrawalność bezołowiowych mosiądzów odlewniczych”, *Archiwum Odlewnictwa*, rok 2006, rocznik 6, nr 18 (1/2).
- [3] J. Zasada, P. Liberski, „Ogólne zasady racjonalnego doboru składu chemicznego stopów do ocynkowania zanurzeniowego”, *Ochrona przed Korozją*, nr 5, rok 2020.
- [4] W. Sitek, „Metodologia projektowania stali szybkołnących z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji”, Monografie Prace Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Gliwice 2010.
- [5] A. Jarco, „Właściwości mechaniczne stopów EN AC-45000 (AlSi6Cu4) i AlSi17CuNiMg po obróbce cieplnej”, *Inżynieria Maszyn*, R. 22, z. 1, 58-64, 2017
- [6] Najlepsze dostępne techniki (BAT) wytyczne dla produkcji żelaza i stali huty zintegrowane, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, luty 2005r.
- [7] J. Korol, D. Burchart-Korol, „Energooszczędny sposób przygotowania materiałów odpadowych do recyklingu”, *Prace naukowe GIG Górnictwo i Środowisko*, 1/2010, str. 17-27
- [8] J. Mróz, „Recykling i utylizacja materiałów odpadowych w agregatach metalurgicznych”, Częstochowa 2006, Politechnika Częstochowska.
- [9] R. Szudy, M. Sołtysik; B. Gajdzik, „Gospodarka materiałami na przykładzie produkcji spieku w przedsiębiorstwie hutniczym”, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, t. LXXIV, nr 4/2022.
- [10] Materiały wewnętrzne – instrukcja technologiczna

The method of influencing the homogeneity of the chemical composition of the zinc-lead sinter in the real system

Abstract: The purpose of the conducted research was to determine the relationship occurring between the operation of the sintering department's holding tank and the homogeneity of the chemical composition of the produced sinter. The considered part of the process line is part of the Imperial Smelting Process, using which zinc and lead are mainly produced. The chemical composition of the sinter is important in the next production stage, which is the reduction process in the shaft furnace. The defined technological problem was the uneven dispensing of material onto the collecting belt. The unevenness in material dosing is not compensated for in the subsequent stages of mixture preparation before the sintering process, that is, agglomeration in drum mixers. This translates into unstable chemical analyses of the intermediate product, which is sinter. The main objective of the modification introduced was to use the simplest possible solutions to avoid costly equipment and complex control systems. After modification of the material dosage method, a change in the homogeneity of the obtained chemical analyses was determined. The implementation of the study focused on elements such as calcium, magnesium and silicon. The research was carried out as part of an ongoing implementation doctorate at the Zinc Smelter "Miasteczko Śląskie".

Keywords: chemical compositions, sinter, ISP proces, proces modification

Robert Szudy

Politechnika Śląska, Poland

e-mail: robert.szudy@polsl.pl

Marek Sołtysik

Huta Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A., Poland

Bożena Gajdzik

ORCID ID: 0000-0002-0408-1691

Politechnika Śląska, Poland