

Krzysztof JANERKA, Zbigniew PIĄTKIEWICZ, Henryk SZLUMCZYK

Politechnika Śląska, Gliwice

Damian HOMA

Kooperacja POLKO, Mikołów

KONFIGURACJA STANOWISK DO PNEUMATYCZNEGO NAWĘGLANIA CIEKŁEGO METALU

Streszczenie. W pracy przedstawiono stanowisko do pneumatycznego wdmuchiwania sproszkowanego grafitu do ciekłego metalu. Na podstawie uzyskanych doświadczeń i badań zaproponowano rozwiązania funkcjonalne urządzenia nadawczego, załadunku materiałów sypkich do podajnika komorowego oraz sposobu wprowadzania lanc.

STANDS CONFIGURATION FOR PNEUMATIC RECARBURIZATION OF A LIQUID METAL

Summary. The present research work shows the stand prepared for pneumatic injection of a powdered graphite into a liquid metal. On the ground of carried out tests and experiences a functional resolution of transmitting device were offered for the loose materials charging to the chamber-type feeder and ways of lances insertion.

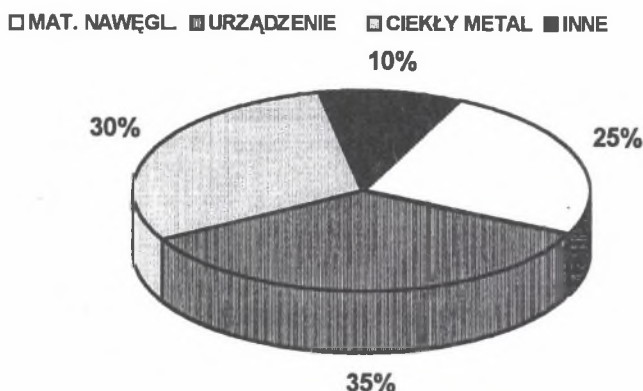
1. Wprowadzenie

Postęp technologiczny i konkurencja na rynku odlewniczym wymusza konieczność oszczędności energetycznych i ogólnego obniżenia kosztów produkcji. Jednocześnie następuje rozwój różnych metod obróbki ciekłego metalu. Wdmuchiwanie sproszkowanych materiałów bezpośrednio do kąpieli metalowej należy do tych metod, które znajdują i będą znajdować coraz szersze zastosowanie w przemyśle. Jedną z takich aplikacji jest nawęglanie ciekłego metalu w piecach metalurgicznych poprzez wprowadzanie rozdrobnionego grafitu w strumieniu powietrza. Dzięki sproszkowaniu wprowadzanych materiałów (wzrost powierzchni styku reagujących faz) i

dobremu wymieszaniu kąpieli metalowej uzyskuje się znaczny wzrost szybkości i efektywności nawęglania. Daje to wymierne efekty w postaci skrócenia czasu wytopu, obniżenia zużycia materiału grafitowego a w efekcie zmniejszenie kosztów produkcji.

2. Urządzenia nadawcze

Na podstawie przeprowadzonych badań i wdrożeń przemysłowych [1, 2, 3, 4] stwierdzono, iż parametry pracy urządzenia dozującego sproszkowany nawęglacz mają istotne znaczenie dla przebiegu procesu nawęglania. Przedstawiono to na rys. 1.



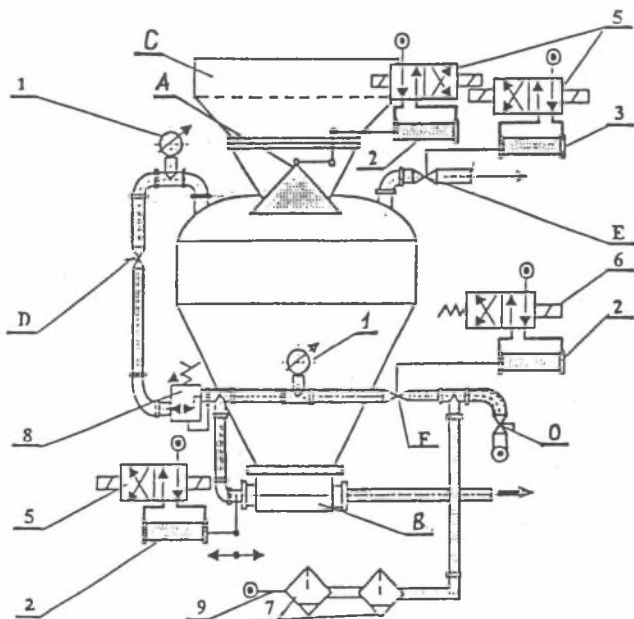
Rys. 1. Wpływ wybranych czynników na efektywność nawęglania kąpieli metalowej
Fig. 1. Influence of selected components on the effectiveness of liquid metal carburizing

Duże znaczenie dla efektywności przebiegu nawęglania ma także materiał nawęglający. Dobór tych dwóch czynników zależy przede wszystkim od użytkownika. O efektywności decyduje również ciekły metal, do którego wprowadzany jest nawęglacz (początkowa i końcowa zawartość węgla, temperatura kąpieli metalowej). W tym przypadku ingerencja zewnętrzna jest nieco mniejsza ze względu na realia technologiczne (konieczność nawęglania stopu o zawartości C_p i zawartość końcowa C_k , wynikająca ze składu chemicznego). Pozostałe czynniki (10%) decydujące o skuteczności procesu to między innymi: odpowiednie przygotowanie, zanurzenie i ustawienie lancy w kąpieli metalowej, wypalanie węgla itp. W przypadku przemysłowego zastosowania tej metody należy dążyć do maksymalizacji wskaźników procesu nawęglania. Jest to możliwe tylko przy znajomości oddziaływania poszczególnych czynników na efektywność nawęglania.

Urządzenia nadawcze do realizacji procesu pneumatycznego nawęglania powinny się charakteryzować:

- stabilnością podawania proszków,
- małym zużyciem gazów transportujących,
- krótkim czasem wdmuchiwania dla ograniczenia strat ciepła,
- łatwością operacji przy obsłudze urządzenia (załadunek proszku, przygotowanie i wymiana lancy),
- hermetycznością układu,
- możliwością zmiany wdmuchiwanego materiału podczas procesu (w przypadku prowadzenia złożonych procesów np. nawęglanie i odsiarczanie).

Najczęściej do prowadzenia procesów metalurgicznych są wykorzystywane urządzenia nadawcze (podajniki komorowe) transportu pneumatycznego wysokociśnieniowego o pracy cyklicznej. Na rys. 2 przedstawiono ciśnieniowy dozownik iniekcyjny opracowany przez Kooperację POLKO z Mikołowa i Katedrę Odlewnictwa Politechniki Śląskiej.

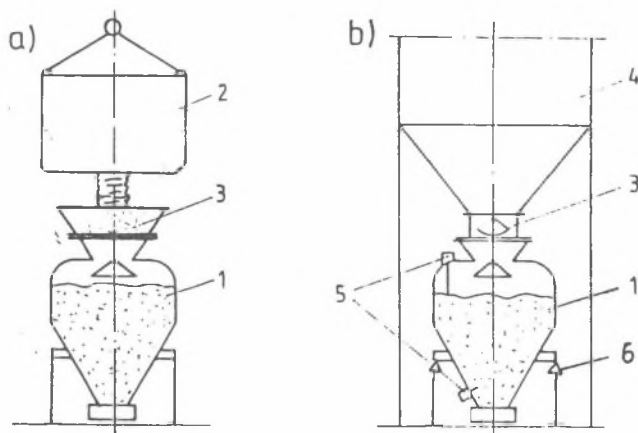


Rys. 2. Konstrukcja podajnika komorowego
Fig. 2. Construction of chamber dispenser

Podstawowym elementem urządzenia jest zbiornik ciśnieniowy. W górnej jego części zamontowany jest zawór dzwonowy A, a w dolnej części komora mieszania B. Komorę mieszania stanowi dysza Laval'a z wymiennymi dyszami regulacyjnymi. Gaz nośny jest doprowadzany równocześnie do komory mieszania i do górnej części zbiornika (nad materiał). Nadciśnienie w zbiorniku jest regulowane za pomocą zaworu redukcyjnego 8. Proces wdmuchiwania sproszkowanego materiału obejmuje szereg operacji związanych z obsługą urządzenia. Po wsypaniu odważonej porcji materiału do zbiornika ciśnieniowego następuje w kolejności zamknięcie zaworu dzwonowego A oraz doprowadzenie sprężonego gazu do górnej części podajnika i dyszy Laval'a komory mieszania B. Materiał z przestrzeni podajnika przepływa do komory mieszania, skąd przewodem transportowym za pomocą lancy jest wprowadzany do kąpielii metalowej. Urządzenie wyposażono ponadto w zawory odcinające dopływ sprężonego powietrza do poszczególnych przestrzeni podajnika O, F, D oraz zawór dekompresyjny F. Zawory te mogą być sterowane rozdzielaczami elektromagnetycznymi 5 i 6 poprzez silowniki 2 i 3. Do kontroli pracy urządzenia służą manometry zamontowane na zasilaniu i podajniku komorowym. Tak skonstruowane urządzenie zapewnia możliwość regulacji natężenia przepływu gazu i materiału w bardzo szerokim zakresie.

2. Załadunek i namiarowanie materiału

Materiał nawęglający może być dostarczany przez producentów w workach, beczkach, kontenerach elastycznych i cysternach. Wybór sposobu załadunku nawęglacza do urządzenia nadawczego wynika między innymi z jego dobowego zużycia. Przy małych jednostkach piecowych można zasypywać podajnik komorowy z worków lub beczek. Jest to metoda dosyć uciążliwa ze względu na wysiłek fizyczny i znaczne zapylenie. Druga możliwość to dostawa nawęglacza w kontenerach elastycznych ($0,5 - 2,0 \text{ m}^3$) i załadunek do podajnika komorowego suwnicą (rys. 3a). Bezpośredni przesyp nawęglacza z kontenera elastycznego 2 do lejki zasypowego podajnika 1 za pomocą rękawa jest związany z koniecznością lokalnego odpylania. Rozwiązanie to jest stosowane przy małej częstotliwości pracy urządzenia i małej ilości wdmuchiwanego nawęglacza.



Rys. 3. Sposoby załadunku materiału do urządzenia nadawczego
 Fig. 3 Methods of material charging into the transmitting device

Znacznie wygodniejszym rozwiązaniem jest załadunek nawęglacza z kontenerów elastycznych do zbiornika przesywowego (dobowego), który jest zabudowany nad urządzeniem nadawczym (rys. 3b). Zbiornik przesypowy (dobowy) 4 jest podłączony do układu odpylania, co zapewnia bezpyłowy rozładunek kontenerów elastycznych, jak również oczyszczanie zapyłonego powietrza przy dekompresji podajnika komorowego. Nawęglacz ze zbiornika przesywowego 4 do podajnika komorowego 1 jest podawany dozownikiem (szczelinowym, śrubowym) 3, co zapewnia żadaną dokładność namiarowania. Rozwiązanie jest stosowane w szerokim zakresie częstotliwości i ilości wprowadzanego nawęglacza.

Istotnym elementem procesu załadunku jest określenie ilości materiału znajdującego się w zbiorniku. Można to osiągnąć stosując czujniki poziomu 5 lub umieścić podajnik na wadze 6. Drugie rozwiązanie jest znacznie korzystniejsze, gdyż daje ciągłą informację o stanie napełnienia zbiornika. Można to wykorzystać zarówno przy załadunku materiału, jak i w procesie wdmuchiwania proszku. Pozwala to na precyzyjne (zależne od dokładności wagi) dozowanie materiału grafitowego.

3. Rozwiązania konstrukcyjne lanc

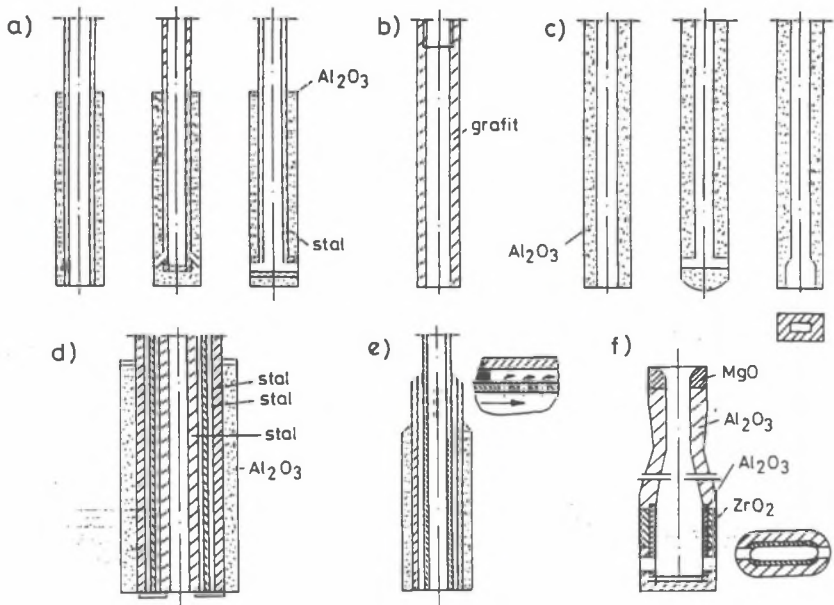
Trwałość lancy decyduje o równomiernym podawaniu materiału w czasie całego procesu. Jest to zagadnienie szczególnie istotne w przypadku głębokiego zanurzenia lancy, gdzie istnieje konieczność kilkukrotnej jej wymiany podczas prowadzenia procesu. Obniża to efektywność i wydłuża czas operacji wdmuchiwania.

Głównymi przyczynami ich zużycia są: erozja na poziomie żużla oraz pękanie mechaniczne lub ciepłe. Obecnie stosuje się następujące odmiany lanc:

- monolityczne
 - z rur ze stali żarowytrzymałych,
- grafitowe,
 - z materiałów ceramicznych osłaniających rury stalowe,
 - z materiałów ceramicznych,
- rury stalowe osłonięte kształtkami ceramicznymi,
- rury stalowe chłodzone powietrzem lub wodą.

W przypadku prowadzenia procesu w kadzi coraz częściej stosuje się dysze kadziowe. Są one znacznie droższe od lanc, ale zwiększają o 35% powtarzalność prowadzonych procesów metalurgicznych. Podstawowe rodzaje lanc do wprowadzania sproszkowanych materiałów przedstawiono na rys. 4. Zużycie lancy w znacznym stopniu zależy od głębokości zanurzenia jej w kąpeli metalowej. W celu zmniejszenia zużycia lancy wdmuchiwanie proszków prowadzi się na granicy faz żuzel-metal przy jednoczesnym przedmuchiwaniu gazem od dołu kadzi. Intensywność procesu zwiększa się przez wzrost prędkości przepływu mieszaniny, przy równoczesnym zmniejszeniu stężenia cząstek stałych. Istotne znaczenie dla przebiegu procesu nawęglania posiada sposób wprowadzania lancy do pieca metalurgicznego. Powinien on zapewniać bezpieczeństwo i małą uciążliwość dla osoby obsługującej. Można to uzyskać stosując ekrany ochronne z prowadnicami lancy. Operator ustawia kąt pochylenia i podtrzymuje tylko lancę (nie musi jej podnosić). Druga możliwość to zastosowanie manipulatora lancy sterowanego przez operatora z tablicy przyciskami.

Sposób wprowadzania lancy posiada również istotny wpływ na powtarzalność prowadzonego procesu (efektywność). Zastosowanie manipulatora zapewnia bardziej korzystne warunki procesu nawęglania.



Rys. 4. Rozwiązania konstrukcyjne lanc
Fig. 4 Structural resolutions of lances

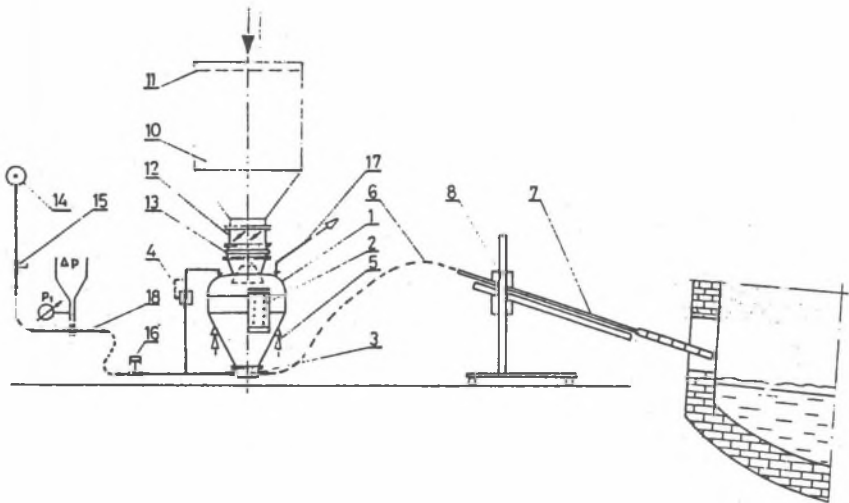
4. Stopień automatyzacji

Rozwiązania konstrukcyjne podajników komorowych i układów załadowniczych pozwalają na stosowanie następujących opcji: sterowanie ręczne, sterowanie ręczne z możliwością automatyzacji i układ zautomatyzowany. W sterowaniu ręcznym wszystkie czynności wymagane przy obsłudze podajnika podczas pracy (otwarcie, zamknięcie zaworu odcinającego dopływ powietrza do urządzenia i zbiornika oraz zaworu odpowietrzającego; otwarcie, zamknięcie zaworu dzwonowego i dyszy) są wykonywane przez operatora, który dźwigniami zaworów odcinających i przyciskami zaworów rozdzielających (sterujących siłownikami) steruje pracą urządzenia (urządzenie wykorzystywane do prób). Przy sterowaniu ręcznym z możliwością automatyzacji wszystkie czynności przy obsłudze są wykonywane przez operatora, który przyciskami zaworów rozdzielających steruje pracą urządzenia. Otwarcie zaworów odcinających i odpowietrzającego następuje poprzez siłownik pneumatyczny zaworami rozdzielającymi. Układ oraz elementy sterujące są przygotowane do podłączenia

automatyki. W układzie całkowicie zautomatyzowanym automatyzacją może być objęty podajnik komorowy jak również układ załadunku materiału do podajnika. Operator określa masę materiału nawęglającego, który ma być wprowadzony do kąpeli metalowej i układ po sprawdzeniu, czy odpowiednia ilość materiału znajduje się w podajniku. Proces wdmuchiwania zostanie rozpoczęty po naciśnięciu przycisku przez operatora i będzie trwał do czasu wprowadzenia zadanej porcji materiału.

5. Stanowisko do nawęglania kąpeli metalowej

Na rys. 5 przedstawiono stanowisko do wdmuchiwania rozdrobnionego nawęglacza do kąpeli metalowej w piecu metalurgicznym. Głównym jego elementem jest podajnik komorowy 1 posadowiony na wadze tensometrycznej 5. Nad podajnikiem znajduje się zbiornik dobowy 10 z sitem 11, połączony z podajnikiem zasuwą szczelinową 12 i kompensatorem gumowym 13. Podajnik jest sterowany z tablicy 5, na której znajduje się również wskaźnik cyfrowy wagi. Stanowisko wyposażono w manipulator lancy 8 sterowany przyciskami. Zapewnia on dokładne wprowadzenie lancy 7 do ciekłego metalu i eliminuje uciążliwość jej obsługi. Ponadto stanowisko wyposażono w aparaturę kontrolno-pomiarową i sterującą.



Rys. 5. Schemat stanowiska do nawęglania kąpeli metalowej
Fig. 5. Scheme of a stand for a liquid metal recarburization

6. Podsumowanie

Zastosowanie metody nawęglania poprzez wdmuchiwanie sproszkowanych materiałów grafitowych pozwoliło na znaczne obniżenie kosztów produkcji. Umożliwiło prowadzenie wytopów żeliwa na bazie złomu stalowego z częściowym lub całkowitym wyeliminowaniem surówki ze wsadu. Zastosowane rozwiązania funkcjonalne stanowisk pozwoliły na bezawaryjną ich pracę i możliwość nawęglania ciekłego metalu w zakresie od 0,1 - 4,0 %. Uzyskano efektywności nawęglania dochodzące do 98%. Zmniejszono również uciążliwość pracy wytapiaczy, gdyż wprowadzenie urządzeń do pneumatycznego nawęglania wyeliminowało jego ręczne wprowadzanie na powierzchnię metalu. Urządzenia tego typu w różnych konfiguracjach zastosowano w: TEKSID - Skoczów, METALODLEW - Kraków, PIOMA - Piotrków Trybunalski, ZAMET - Tarnowskie Góry, ABB ZAMECH - Elbląg. Istota tych stanowisk polega na tym, iż ich działanie się nie zmienia. Zmiennymi elementami są rozwiązania poszczególnych modułów: układu nadawczego (wielkość zbiornika, średnica rurociągu transportowego, stopień automatyzacji), układu załadunku i naważania, układu wprowadzania lancy. Znajomość powyższych czynników pozwala na optymalny dobór stanowiska do istniejących warunków technologicznych i technicznych odlewni.

LITERATURA

1. Janerka K.: Nawęglanie ciekłych stopów żelaza za pomocą urządzeń pneumatycznych, Rozprawa doktorska, Gliwice 1994.
2. Stanowiskowa instrukcja obsługi urządzenia do wdmuchiwania proszków, Kooperacja POLKO, Mikołów 1994.
3. Janerka K, Piątkiewicz Z, Jura S, Szluczyk H.: Wdmuchiwanie nawęglacza do ciekłych stopów żelaza w piecach elektrycznych łukowych, International Conference Modern Foundry Technologies-Environmental Protection, Wyd. Odlewnictwa AGH Kraków, STOP, Kraków 1995.

4. Janerka K., Piątkiewicz Z., Jura S., Szluczyk H.: Wskaźniki nawęglania ciekłych stopów żelaza w funkcji parametrów strumienia dwufazowego. Międzynarodowa Konferencja Krzepnięcie Metali i Stopów, PAN, Katowice 1995, z nr 24.

Recenzent : Dr hab. inż. Józef Dańko
Profesor AGH

Wpłynęło do Redakcji 17.10.1997 r.

Abstract

Foundry Department with Cooperation of POLKO have put into operation a several stands for the liquid metal recarburization in metallurgy furnaces in polish foundries for last years. On the ground of such experiences the stands resolutions were submitted. The criteria of selection of transmitting devices and ways of their operation were described. It was stated that the best resolution in this case is a chamber-type feeder for high-pressure pneumatic transportation for work in cycles. There were offered ways of powdered materials charging into the chamber-type feeder. A complete resolution of the stand for the liquid metal recarburization with applying the pneumatic method was presented.