

**URZĄDZENIA DO NAWĘGLANIA KĄPIELI METALOWEJ
W PIECACH ŁUKOWYCH**

JANERKA Krzysztof, JURA Stanisław, SZLUMCZYK Henryk, JEZIERSKI Jan
Katedra Odlewnictwa, Politechnika Śląska
44 – 100 Gliwice, ul. Towarowa 7
HOMA Damian
Kooperacja POLKO, Mikołów

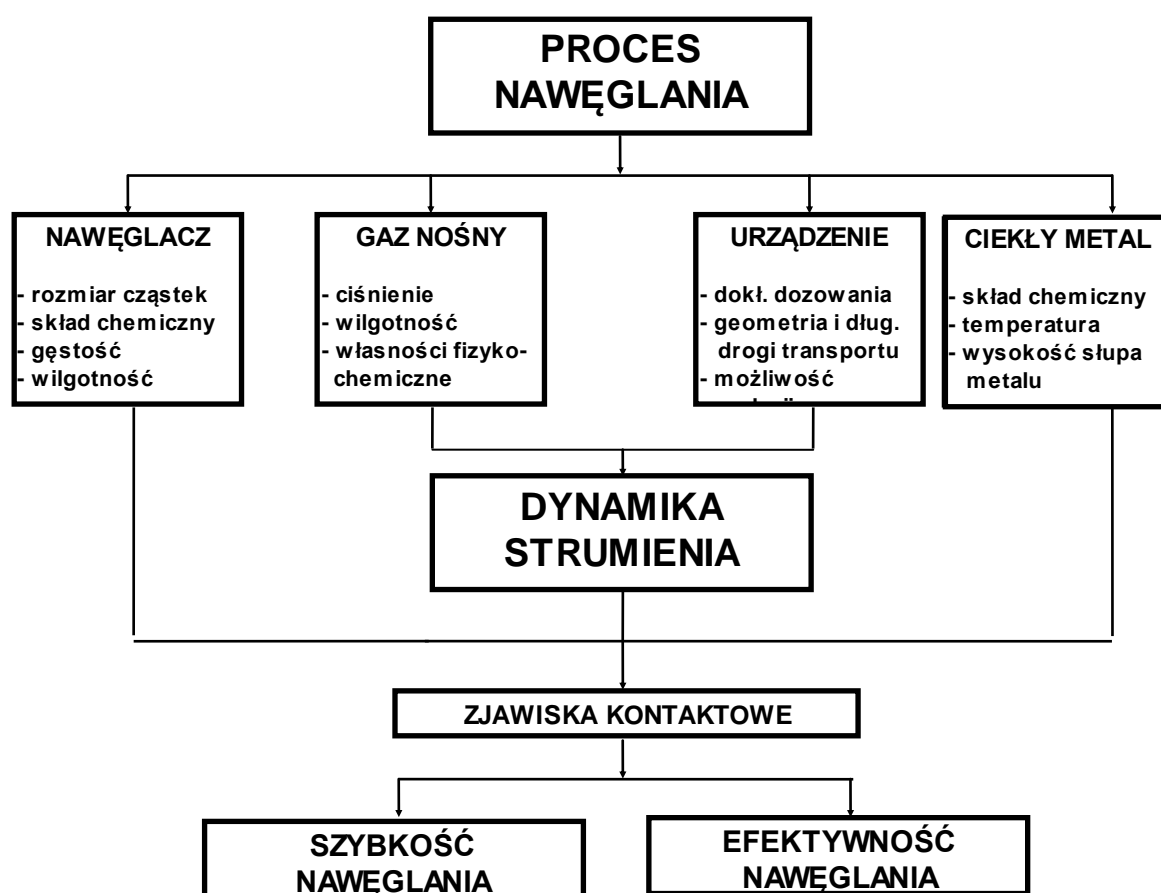
STRESZCZENIE:

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.

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 kąpeli 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 kąpeli 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.

Analizując proces wprowadzania sproszkowanych materiałów w strudze gazu nośnego można w nim wyróżnić kilka podstawowych elementów. Należą do nich: sproszkowany reagent, gaz nośny, układ dozowania i sterowania, układ transportu, konstrukcja i sposób wprowadzania lancy, właściwości ciekłego metalu, zjawiska zachodzące przy wprowadzaniu mieszanki gazowo – proszkowej do kąpieli metalowej. Każdy z nich posiada kilka cech lub własności charakterystycznych. Na rys. 1. dokonano zestawienia podstawowych czynników charakteryzujących proces wdmuchiwania proszków



Rys. 1. Przebieg procesu wdmuchiwania proszków.

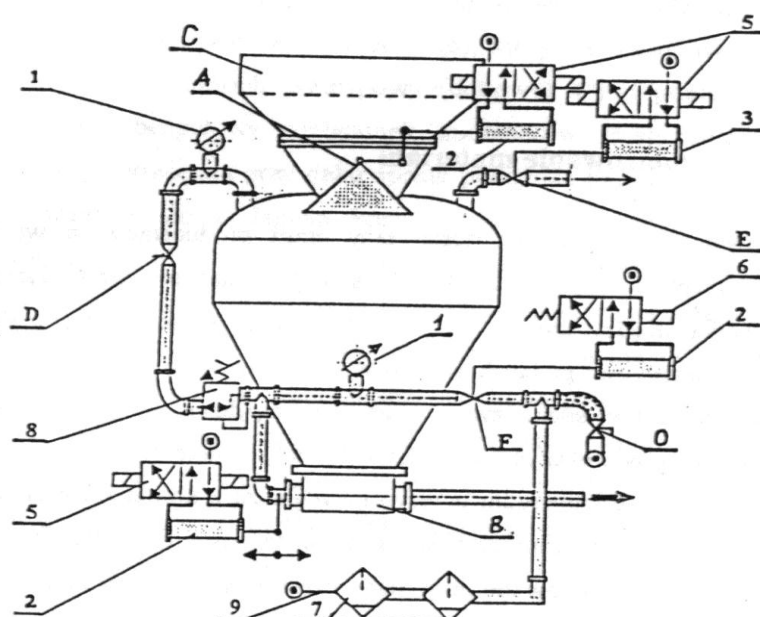
Fig. 1. Powders injection process

Proces ten oprócz wymiaru technologicznego i ekonomicznego posiada mało uwzględniany czynnik ludzki. Pozwala on na zmniejszenie uciążliwości pracy wytapiaczy. Wprowadzanie dużych ilości sproszkowanych materiałów w strudze gazu nośnego eliminuje ciężką pracę fizyczną a zastosowanie automatyzacji urządzeń i manipulatorów lanc ogranicza obsługę urządzenia do jednej osoby.

2. URZĄDZENIA NADAWCZE

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.



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). Naciskiwanie 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 kąpieli metalowej. Urządzenie wyposażono ponadto w zawory odcinające dopływ sprężonego powietrza do poszczególnych przestrzeni podajnika O, F, D, zawór dekompresyjny F. Zawory te mogą być sterowane rozdzielaczami elektromagnetycznymi 5 i 6 poprzez siłowniki 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.

3. 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 min. 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. Drugą możliwością jest dostawa nawęglacza w kontenerach elastycznych (0,5 - 2,0 m³) i załadowanie do podajnika komorowego suwnicą. Bezpośredni przesyp nawęglacza z kontenera elastycznego do lejki zasypowego podajnika za pomocą rękawa jest związany z koniecznością lokalnego odpylania. Rozwiązanie to jest stosowane przy małej częstotliwości pracy urządzenia i małej ilości wdmuchiwanego nawęglacza. Znacznie wygodniejszym rozwiązaniem jest załadunek nawęglacza z kontenerów elastycznych do zbiornika przesypowego (dobowego), który jest zabudowany nad urządzeniem nadawczym. Zbiornik przesypowy (dobowy) jest podłączony do układu odpylania, co zapewnia bezpyłowy rozładunek kontenerów elastycznych, jak również oczyszczanie zapyłonego powietrza przy dekompresji podajnika komorowego. Nawęglacz ze zbiornika przesypowego do podajnika komorowego jest podawany dozownikiem (szczelinowym, śrubowym), 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 lub umieścić podajnik na wadze. 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.

4. STOPIEŃ AUTOMATYZACJI

Rozwiązania konstrukcyjne podajników komorowych i układów załadunkowych 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 kąpieli metalowej i układ po sprawdzeniu czy odpowiednia ilość materiału znajduje się w podajniku jest przygotowany do pracy. Proces wdmuchiwanie zostanie rozpoczęty po naciśnięciu przycisku przez operatora i będzie trwał do czasu wprowadzenia zadanej porcji materiału.

5. STANOWISKO DO NAWĘGLANIA KĄPIELI METALOWEJ

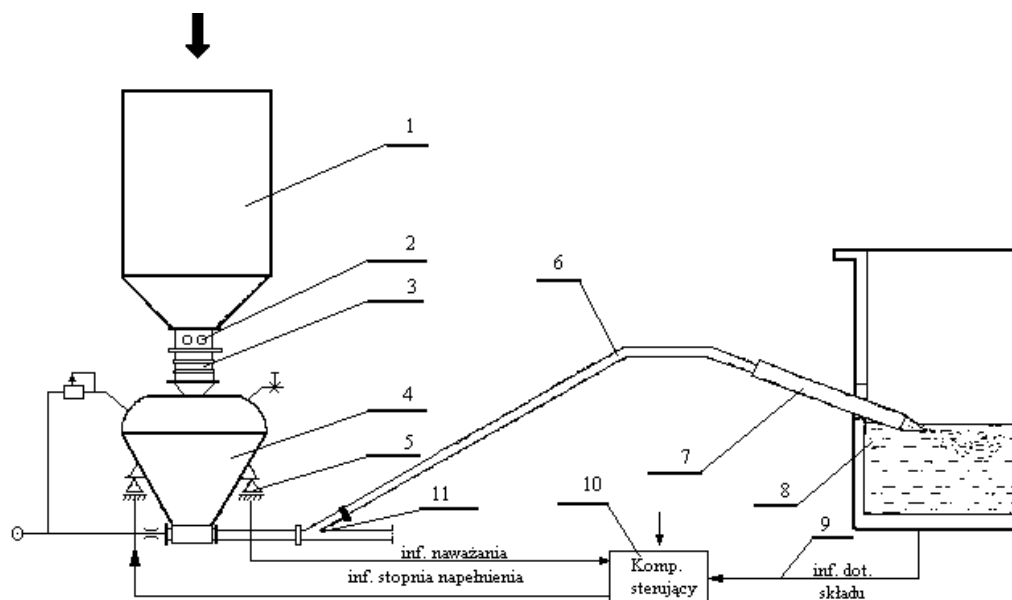
Na rys. 3 przedstawiono stanowisko do wdmuchiwanie rozdrobnionego nawęglacza do kąpieli metalowej w piecu metalurgicznym. Jest to w pełni zautomatyzowane urządzenie uruchamiane z pulpitu znajdującego się w sterowni pieca. Posiada aparaturę kontrolno pomiarową do cyfrowego pomiaru ilości materiału nawęglającego z dokładnością do 0,001 Mg, cyfrowego pomiaru czasu pracy układu oraz rejestracji danych dotyczących procesu wdmuchiwanie. Podstawowym elementem układu jest podajnik komorowy transportu pneumatycznego wysokociśnieniowego. Armatura podajnika wyposażona jest w zawory sterowane pneumatycznie umożliwiające ich współpracę z układem automatyki. Poszczególne zawory posiadają zamontowane indukcyjne czujniki dostarczające informacji o ich stanach. W dolnej części podajnika zastosowano zawór pozwalający na zamykanie połączenia wnętrza zbiornika z rurociągiem transportowym oraz regulację natężenia przepływu gazu nośnego i nawęglacza. W górnej części znajduje się zamknięcie dzwonowe

umożliwiający napełnianie zbiornika. Rurociąg transportowy wykonany może być z gumy, którego końcową część stanowi rura stalowa (lanca) zanurzana w ciekłym metalu podczas procesu wdmuchiwania. Podajnik posadowiono na wadze tensometrycznej, wskazującej ilość materiału znajdującego się w zbiorniku, jak również masę porcji wprowadzanej do ciekłego metalu. Sygnał z wagi jest doprowadzany do pulpitu umieszczonego w sterowni pieca. Na ramie podajnika umieszczono zespoły sterowania pneumatyki i automatyki. W układzie pneumatyki znajdują się zawory rozdzielające sterujące pracą poszczególnych elementów wykonawczych (zawór dolny podajnika, zamknięcie dzwonowe, odpowietrzenie, zasilanie sprężonym powietrzem). Zawory te są sterowane sygnałami elektrycznymi z układu automatyki. Elektrozawory posiadające możliwość ręcznego sterowania pozwalają kierować pracą całego układu przy odłączonej automatyce. W zespole automatyki znajduje się sterownik, który po odpowiednim zaprogramowaniu nadzoruje pracę całego urządzenia. Układ sterowania wyposażony w pulpit sterowniczy, umieszczony bezpośrednio przy piecu umożliwia automatyczne sterowanie pracą podajnika wraz z układem naważania. Posiada on elementy przełączające i sygnalizujące stany poszczególnych części stanowiska do wdmuchiwania

Przewód transportowy wychodzący z podajnika może być podłączony do rozdzielacza dwudrogowego typu POLKO sterowanego pneumatycznie, umożliwiającego skierowanie strumienia materiału nawęglającego do wybranego pieca (obsługa więcej niż jednego pieca).

Przed przystąpieniem do pracy należy napełnić podajnik materiałem nawęglającym. Po załadunku zbiornika uruchomienie układu realizowane jest odpowiednim przyciskiem na pulpicie. W konsekwencji zamyka się samoczynnie dzwon podajnika oraz zawór odpowietrzający, a na pulpicie sterującym wskaźniki sygnalizują gotowość podajnika do realizacji procesu wdmuchiwania. Po załączeniu wagi na pulpicie sterowniczym sygnalizacja informuje o gotowości układu naważania. W tym czasie z klawiatury komputera znajdującego się obok pulpitu zadawana jest masa proszku jaka ma być wprowadzona do metalu. Układ ważący po sprawdzeniu czy w zbiorniku znajduje się odpowiednia ilość nawęglacza wyświetla sygnał „zezwolenie wagi”. Układ jest gotowy do pracy i oczekuje na uruchomienie procesu wdmuchiwania. Następnie na pulpicie należy dokonać wyboru pieca, w którym ciekły metal będzie nawęglany. Po wprowadzeniu lancy do kąpielii metalowej, uruchamiany jest proces. Trwa on do momentu wprowadzenia zadanej ilości materiału, po czym układ samoczynnie się wyłącza. W czasie pracy na pulpicie pojawia się pulsujący sygnał świetlny „wdmuchiwanie proszku”, a na ekranie monitora ilość wprowadzonego w danej chwili nawęglacza i czas przebiegu procesu.

Wynikłe w procesie wdmuchiwania zakłócenia pracy instalacji sygnalizowane są wskaźnikami na pulpicie sterowniczym co daje możliwość przerwania procesu nawęglania przez obsługę urządzenia.



Rys. 3. Schemat stanowiska do nawęglania kąpielii metalowej.

Fig. 3. 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 wytapiacza, gdyż wprowadzenie urządzeń do pneumatycznego nawęglania wyeliminowało jego ręczne wprowadzanie na powierzchnię metalu. Urządzenia tego typu w różnych konfiguracjach zastosowano w TEKSID w Skoczowie, METALODLEW Kraków, PIOMA Piotrków Trybunalski, ZAMET Tarnowskie Góry, ABB ZAMECH w Elblągu. 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 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, z nr 24, 1995,
- [5] Janerka K, Piątkiewicz Z, Szluczyk H, Homa D,: Konfiguracja stanowisk do pneumatycznego nawęglania ciekłego metalu, ZN Mechanika, Z. 128, Gliwice 1997

STANDS FOR RECARBURIZATION OF LIQUID METAL IN ELECTRIC ARC FURNACES

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. Foundry Department with Co-operation 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.