

Franciszek Fikus  
Jerzy Barglik  
Instytut Metalurgii

Piotr Gdura  
Huta 1-Maja

#### AUTOMATYCZNE STEROWANIE WIELKOŚCI DAWKI W DOZOWNIKU ELEKTRODYNAMICZNYM DO CIEKŁYCH METALI

Streszczenie. W artykule na tle przeglądu nowoczesnych urządzeń dozujących i układów automatycznej regulacji wielkości dawki przedstawiono oryginalny dozownik elektrodynamiczny wyposażony w układ automatycznego sterowania wielkości dawki z elektronicznym przełącznikiem czasowym.

#### 1. Wstęp

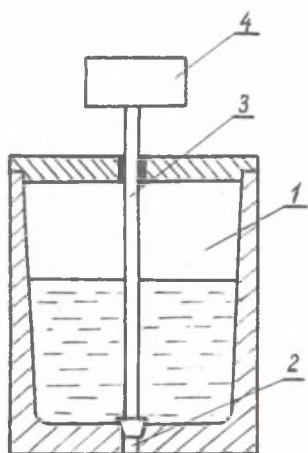
Warunkiem automatyzacji pracy odlewni jest wprowadzenie nowoczesnych metod odlewania. Wiąże się to między innymi z zastosowaniem urządzeń dozujących, zapewniających szybki transport ciekłego metalu na stanowiska odlewnicze i dawkujących określone porcje tego metalu. W artykule omawia się pewne zagadnienia związane z wprowadzeniem do odlewni elektromagnetycznych urządzeń dozujących. W Zespole Elektrotermii Instytutu Metalurgii Politechniki Śląskiej od lat prowadzone są badania nad tego rodzaju urządzeniami, a w szczególności nad oryginalnym dozownikiem elektrodynamicznym. Próby półtechniczne przeprowadzone na prototypie przemysłowym tego dozownika w jednym z zakładów przemysłowych przyniosły pozytywne wyniki.

#### 2. Elektromagnetyczne urządzenia dozujące

W odlewniach wciąż jeszcze szeroko stosowane jest odlewanie ręczne przy użyciu chochli lub małych kadzi. W przypadku większych form wykorzystuje się kładz przechylną, transportowaną suwnicą. Rozwiązania te nie mogą spełnić takich wymogów, jak: stałość temperatury metalu w czasie odlewania, dokładność dawkowania, pełne bezpieczeństwo pracy.

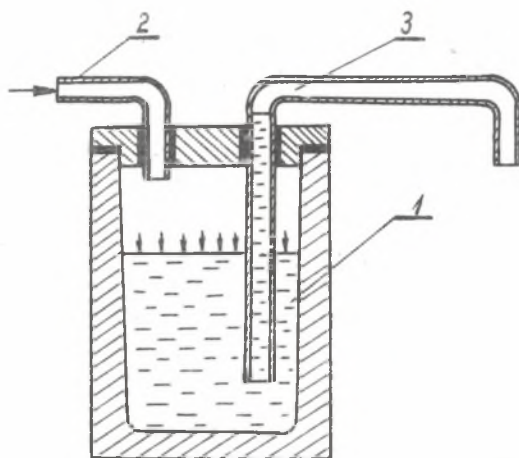
W okresie powojennym pojawiło się na rynkach kilku wysoko rozwiniętych pod względem technicznym krajów szereg nowoczesnych urządzeń dozujących. Jednymi z pierwszych były dozowniki mechaniczne. Przykładem takiego urządzenia jest dozownik grawitacyjny z zaworem mechanicznym firmy Brown-Boveri. Zbiornik 1 posiada otwór wylewowy 2 umieszczony w dnie. Podnoszenie zatyczki 3 odbywa się za pomocą mechanizmu wykonawczego 4. Otwarcie otwo-

ru 2 następuje na impuls z czujnika sygnalizującego przygotowanie formy do zalewania, natomiast jego zamknięcie na sygnał informujący o napełnieniu formy. Zaletą tego urządzenia jest prosta konstrukcja, wadą natomiast konieczność stosunkowo częstej wymiany zaworu, co powoduje nieuniknione przerwy w produkcji.



Rys. 1. Schemat dozownika grawitacyjnego firmy Brown-Boveri

1 - zbiornik z ciekłym metalem, 2 - otwór wylgowy  
3 - zatyczka, 4 - mechanizm wykonawczy

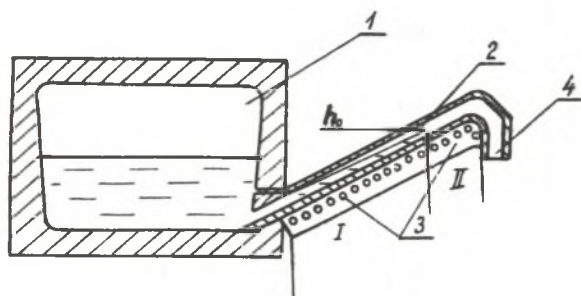


Rys. 2. Schemat dozownika pneumatycznego  
1 - zbiornik z ciekłym metalem, 2 - przewód doprowadzający sprężone powietrze, 3 - przewód wylgowy

Rys. 2 przedstawia szkic ideowy dozownika pneumatycznego. Przez otwór w pokrywie zbiornika 1 przewodem 2 wprowadza się sprężone powietrze, które powoduje wypływ ciekłego metalu przez przewód wylgowy 3. Dużą dokładność dawkowania uzyskuje się poprzez zastosowanie skomplikowanej automatyki pneumatycznej.

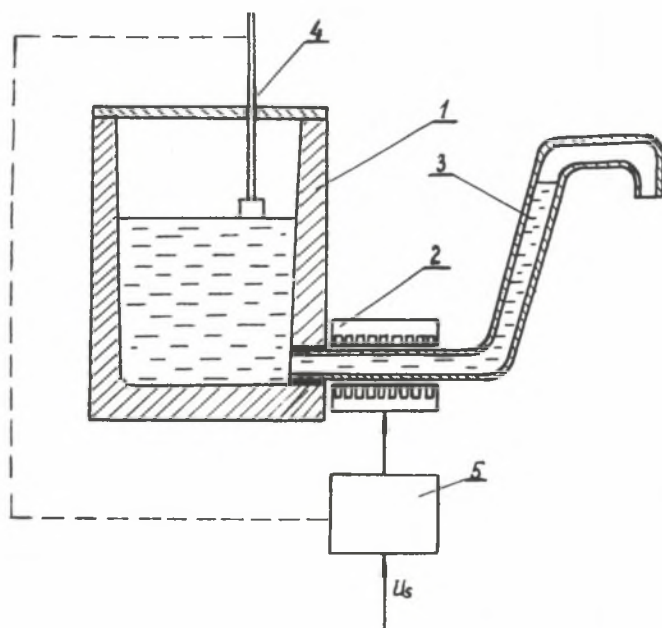
Do wad urządzenia trzeba zaliczyć między innymi trudności z utrzymaniem szczelności i niekorzystne oddziaływanie sprężonego powietrza na metal.

W ostatnich latach w szeregu krajach podjęto prace mające na celu budowę i doskonalenie elektromagnetycznych urządzeń dozujących. Spośród rozwiązań europejskich do eksploatacji wszedł już dozownik "Eldomet" firmy AEG. Do zbiornika z ciekłym metalem 1 dołączono ukośnie ustawioną rynnę elektromagnetyczną 2, posiadającą dwa wzbudniki płaskie I i II 3. Wytwarzają one tzw. biegnące pole elektromagnetyczne, które oddziaływując na ciekły metal, powoduje jego wpłynięcie do rynny, a następnie grawitacyjny wypływ przez lej wylgowy 4. Włączenie tylko wzbudnika dolnego (I) powoduje ustawienie się ciekłego metalu w rynnie na stałym poziomie początkowym



Rys. 3. Schemat dozownika z rynną elektromagnetyczną

1 - zbiornik z ciekłym metalem, 2 - rynna elektromagnetyczna, 3 - wzбудniki płaskie I i II, 4 - lej wylewowy,  $h_0$  - poziom początkowy metalu w rynnie po załączeniu wzбудnika I



Rys. 4. Schemat dozownika z pompą elektromagnetyczną

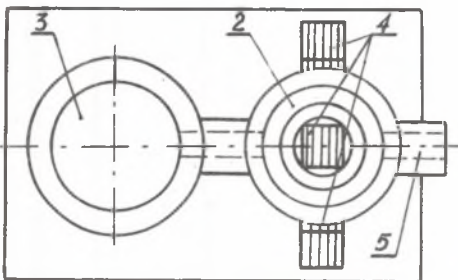
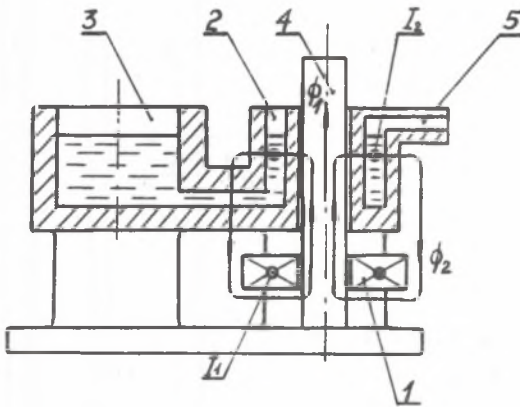
1 - zbiornik z ciekłym metalem, 2 - pompa elektromagnetyczna, 3 - przewód wylewowy, 4 - pływak, 5 - blok zasilania pompy,  $U_s$  - napięcie sieci

(rys. 3). Dozowanie rozpoczyna się w chwili załączenia wzбудnika górnego (II). Wysokość podnoszenia ciekłego metalu podczas dawkowania jest stała i niezależna od poziomu medium w zbiorniku 1. Tym samym wielkość dawki zależy wyłącznie od czasu dozowania. Dzięki temu dozownik "Eldomet" nie wymaga zastosowania regulatora dawki, co stanowi jego zasadniczą zaletę. Wa-

dą zaś jest stosunkowo duże utlenianie się metalu wirującego ciągle nad wzbudnikiem I. Materiały ceramiczne na wymurówkę rynny muszą się charakteryzować dobrymi właściwościami termoizolacyjnymi, gdyż ścianka między wzbudnikami a ciekłym metalem powinna być możliwie cienka (25-40 mm). Stwarza to konieczność zastosowania unikalnych materiałów.

Firma Ajax Magnetothermic wykorzystwała do dozowania ciekłego metalu pompę elektromagnetyczną. Do zbiornika 1 dobudowano pompę 2. W okresie między kolejnymi dawkowaniami wtłacza ona ciekły metal z powrotem do zbiornika 1, zapobiegając jego zakrzepnięciu w przewodzie wylewowym 3. Automatyczną regulację dawki uzyskuje się w układzie opartym o pomiar poziomu ciekłego metalu w zbiorniku 1 przy użyciu pływaka 4, który oddziałuje na układ zasilania pompy 5. Pompy elektromagnetyczne zdolne są do wytworzenia stosunkowo dużych ciśnień, co zezwala na opróżnianie względnie wysokich zbiorników. Wadą przedstawionego rozwiązania jest skomplikowana budowa pompy i podobnie

jak w dozowniku "Eldomet" konieczność użycia rzadkich i drogich materiałów ceramicznych.



Rys. 5. Schemat dozownika elektrodynamicznego

1 - wzbudnik, 2 - kanał roboczy dozownika, 3 - zbiornik z ciekłym metalem, 4 - rdzeń ferromagnetyczny, 5 - lej wylewowy,  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  - strumień magnetyczny,  $I_1$ ,  $I_2$  - prąd elektryczny

### 3. Budowa i zasada działania dozownika elektrodynamicznego

W Zespole Elektrotermii Instytutu Metalurgii zbudowano elektromagnetyczne urządzenie dozujące do ciekłego metalu, opatentowane pod nazwą dozownik elektrodynamiczny.

Przez wzbudnik 1 płynie pod wpływem przyłożonego napięcia przemiennego prąd  $I_1$ , wytwarzając strumień magnetyczny  $\phi$  o składowych  $\phi_1$  i  $\phi_2$ . Strumień główny  $\phi_1$  zamyka się przez rdzeń ferromagnetyczny 4, natomiast strumień rozproszenia  $\phi_2$  zamyka się częściowo przez powietrze. Kanał dozownika 2 stanowi naczynie połączone ze zbiornikiem 3. Ciekły metal w kanale 2 tworzy zwój zwarty, w którym indukuje się prąd  $I_2$ . Oddziaływanie pola magnetycznego wytworzonego przez stru-

mień magnetyczny  $\Phi_2$  na prąd  $I_2$  wywołuje siłę elektrodynamiczną  $F$ . Składowa osiowa tej siły powoduje podnoszenie ciekłego metalu w kanale dozownika 2 i jego grawitacyjny wypływ przez lej wylewowy 5.

W odróżnieniu od omówionych uprzednio elektromagnetycznych urządzeń dozwijających, w dozowniku elektrodynamicznym, dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu obwodu magnetycznego, kanał roboczy może posiadać znacznie grubsze ścianki, co zezwala na wykonanie go z materiałów żaroodpornych powszechnie stosowanych w hutnictwie. Na fotografii widać dozownik elektrodynamiczny podczas prób laboratoryjnych.



Rys. 6. Widok dozownika elektrodynamicznego w warunkach laboratoryjnych

#### 4. Przeгляд sposobów regulacji wielkości dawki w dozowniku elektromagnetycznym

##### 4.1. Warunki stałości dawki

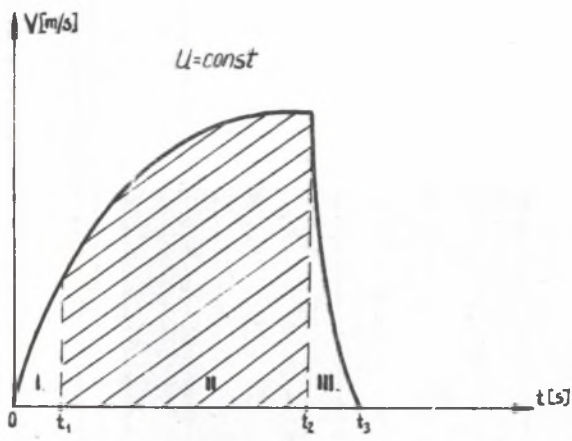
Dozownik powinien dostarczać ściśle określonych dawek ciekłego metalu o stałej temperaturze  $\tau$ . Spełnienie warunku  $\tau = \text{const}$  umożliwia wzbudnik podgrzewający ciekły metal w zbiorniku, włączony w układ automatycznej stabilizacji temperatury.

Warunki, które należy spełnić, aby uzyskać stałość wielkości dawki można określić na podstawie rys. 7 i wzoru (1).

$$m = \rho s_0 \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \quad (1)$$



- $\rho$  - gęstość ciekłego metalu,  
 $s_0$  - przekrój strugi metalu,  
 $v$  - prędkość ciekłego metalu,  
 $m$  - masa dawki  
 $t$  - czas.



Rys. 7. Zależność prędkości ciekłego metalu w dozowniku elektromagnetycznym podczas cyklu dozowania w funkcji czasu  $V = f(t)$

$t_1$  - czas martwy, w którym napełnia się kanał dozownika powyżej poziomu początkowego,  $t_2$  - czas dozowania,  $t_3$  - czas zakończenia wylewania się metalu przez lej wylewowy dozownika na skutek inercji.

Łączenie dozownika do momentu wypływu metalu przez lej wylewowy  $t_1 = \text{const}$ . Stałość czasu martwego  $t_1$  przy podanych wyżej założeniach można uzyskać, jeżeli poziom początkowy w kanale dozownika  $h_0 = \text{const}$  dla każdego, kolejnego cyklu dozowania.

Jeżeli w czasie dawkowania  $s_0 = \text{var}$ , wtedy warunek stałości wielkości dawki przyjmuje postać (3).

$$\int_{t_1}^{t_2} s_0(t) v(t) dt = \text{const} \quad (3)$$

Spełnienie (3) uzyskuje się przez odpowiedni dobór czasu dozowania  $t_2$  dla każdej dawki.

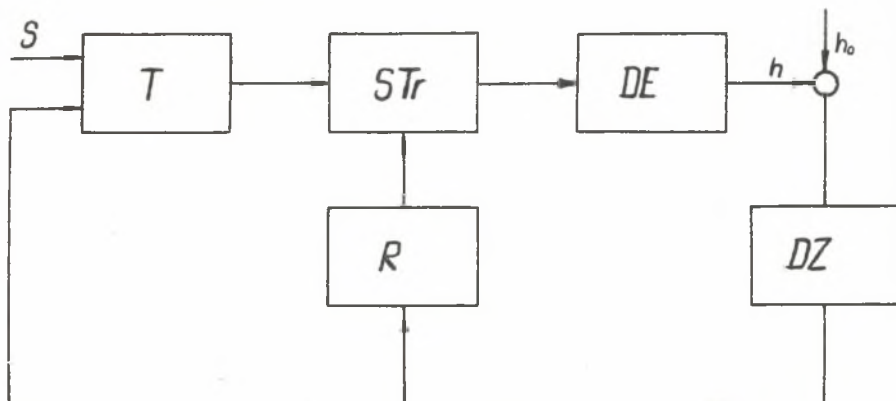
#### 4.2. Układy automatycznej regulacji wielkości dawki

Zostaną rozpatrzone dwa przypadki układów automatycznej regulacji wielkości dawki.

Zakładając stałość masy metalu wylanego wskutek inercji przez lej wylewowy po wyłączeniu dozownika (obszar III na rys. 7) oraz przyjmując  $\rho = \text{const}$  i  $s_0 = \text{const}$ , niezmiennosc wielkości dawki można uzyskać, spełniając dla każdego kolejnego cyklu dozownika warunek (2)

$$\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt = \text{const} \quad (2)$$

Zakładając z kolei stałość parametrów elektrycznych dozownika oraz ustalony czas dozowania  $t_2 = \text{const}$ , spełnienie warunku (2) jest możliwe, gdy czas martwy od chwili załączenia dozownika do momentu wypływu metalu przez lej wylewowy  $t_1 = \text{const}$ .



Rys. 8. Schemat blokowy układu automatycznej stabilizacji dawki w oparciu o stałość początkowego poziomu ciekłego metalu w kanale dozownika

S - sygnał ze stanowiska odlewniczego, T - element czasowy, STr - sterownik tyrystorowy, DE - dozownik elektrodynamiczny, DZ - detektor zera, R - regulator, h - poziom ciekłego metalu w kanale dozownika,  $h_0$  - poziom początkowy (wartość zadana)

Układ automatycznej stabilizacji wielkości dawki (rys. 8), pracujący w oparciu o stałość poziomu początkowego w kanale dozownika, zbudowano w Zespole Elektrotermii I.M., wypróbowano na modelu laboratoryjnym i opatentowano [1]. Działanie układu rozpatrzy się w dwóch etapach:

- I - przygotowanie do właściwego dozowania
- II - dozowanie.

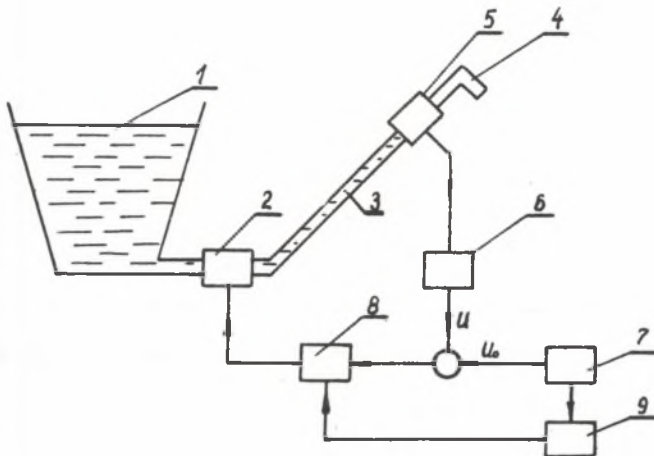
Uruchomienie układu następuje sygnałem S podanym ze stanowiska odlewniczego na wejście elementu czasowego T. Impulsy z wyjścia elementu T podane na bramki tyrystorów powodują zadziałanie sterownika tyrystorowego STr. W rezultacie na wzbudnik dozownika elektrodynamicznego podane zostaje napięcie zasilające U.

Poziom ciekłego metalu h w kanale dozownika podnosi się i w chwili osiągnięcia wartości zadanej  $h_0$  następuje zadziałanie detektora zera DZ. W tym momencie rozpoczyna się II etap pracy układu. Impuls z detektora DZ poprzez regulator R, element czasowy T i sterownik tyrystorowy STr uruchamia dozownik DE na stały czas dozowania.

Porównanie wartości h i  $h_0$  w węźle porównawczym realizuje elektroda kontaktowa zamocowana sztywno nad kanałem dozownika. W chwili, gdy  $h = h_0$  zamyka się obwód elektroda - ciekły metal - detektor DZ i pojawia się sygnał na wejściu regulatora R i elementu czasowego T, powodujący rozpoczęcie dozowania.

Powtórne uruchomienie układu może nastąpić po zakończeniu poprzedniego cyklu dawkowania przez ponowne pojawienie się sygnału S. Warto dodać, że sygnał ten może być podany przez obsługę stanowiska przyciskiem sterowniczym.

czyli lub automatycznie, na przykład z fotokomórki sygnalizującej ustawienie formy odlewniczej pod lejem wylewowym dozownika.



Rys. 9. Schemat układu automatycznej regulacji dawki w oparciu o pomiar przepływu ciekłego metalu

1 - zbiornik z ciekłym metalem, 2 - pompa elektromagnetyczna, 3 - przewód wylewowy, 4 - lej wylewowy, 5 - czujnik przepływomierza, 6 - układ pomiarowy przepływomierza, 7 - nastawnik dawki, 8 - blok sterowania pompy, 9 - blok załączający,  
 $U$  - napięcie proporcjonalne do mierzonego przepływu,  
 $U_0$  - napięcie proporcjonalne do wielkości dawki

Schemat blokowy drugiego układu automatycznej regulacji wielkości dawki, opartego na pomiarze przepływu ciekłego metalu, przedstawiono na rys. 9 [4]. Ciekły metal ze zbiornika 1 wskutek działania pompy elektromagnetycznej 2 przedostaje się przewodem 3 do leja wylewowego 4. Na przewodzie 3 zamontowany jest czujnik przepływomierza 5, reagujący na wartość chwilową prędkości ciekłego metalu  $v$ . Sygnał z czujnika 5, odpowiednio przekształcony w układzie pomiarowym 6, dostaje się na węzeł porównawczy, w którym następuje porównanie napięcia  $U$  z wartością zadaną  $U_0$ , podaną z nastawnika dawki 7, gdzie

$$U = k \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \quad (4)$$

$k$  - współczynnik proporcjonalności.

W chwili, gdy  $U = U_0$ , blok sterowania pompy 8 spowoduje jej wyłączenie. Powtórne uruchomienie urządzenia następuje za pośrednictwem bloku załączającego 9.

Reasumując przedstawione wyżej układy automatycznej regulacji wielkości dawki, obok zalet, do których należy przede wszystkim zaliczyć dużą



dokładność dawkowania przy zachowaniu bezpieczeństwa pracy, posiadają szereg wad. Do nich przede wszystkim trzeba zaliczyć trudności techniczne w uzyskaniu dużej dokładności pomiaru poziomu ciekłego metalu lub przepływu. Niekiedy w tej sytuacji występuje konieczność stosowania unikalnych materiałów i skomplikowanej aparatury pomocniczej, co powoduje duży wzrost kosztów regulatora. W niektórych zakładach przemysłowych, szczególnie w kraju, celowym wydaje się zastosowanie prostszych i tym samym tańszych układów automatycznego sterowania.

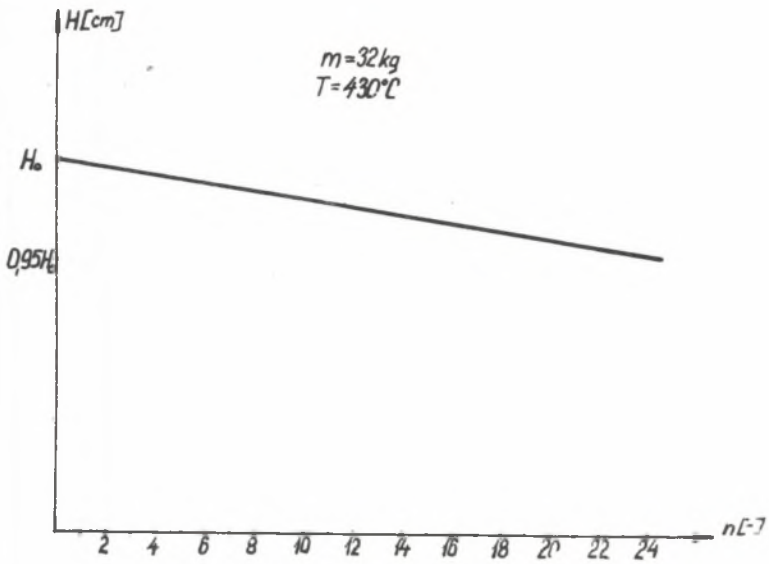
##### 5. Próby dawkowania cynku przy użyciu dozownika elektrodynamicznego

W jednym z zakładów przemysłowych występuje problem odlewania wlewków cynkowych jako wsadu do walcowania blach na zimno. W chwili obecnej operację odlewania przeprowadza się ręcznie przy użyciu chochli kalibrowanych. Porcje cynku o masie ok. 32 kg roztopionego w 60-tonowym nieprzechylnym piecu rafinacyjnym przenosi się do form umieszczonych na karuzeli obrotowej. W ramach przeprowadzonych badań do pieca podłączono prototyp przemysłowy dozownika elektrodynamicznego. Wykonane próby półtechniczne wykazały przydatność dozownika do odlewania wlewków w konkretnych warunkach przemysłowych.

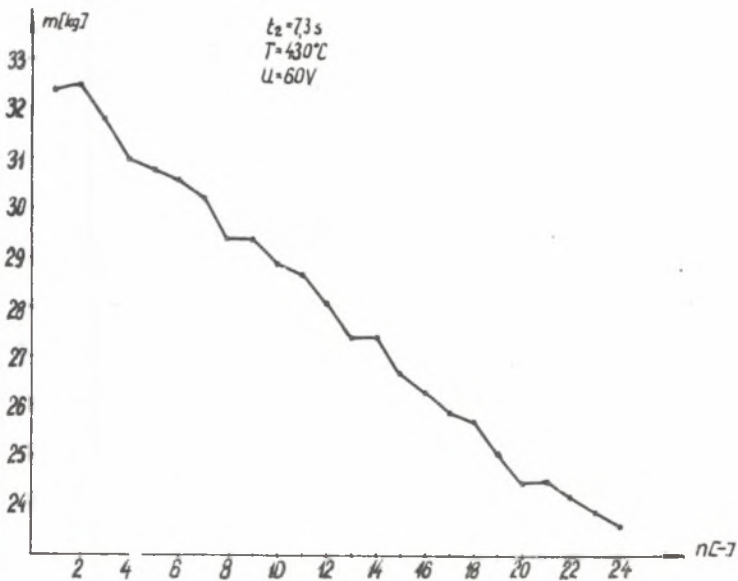
W celu opracowania układu sterowania wielkości dawki, przeprowadzono szczegółowe pomiary układu piec-dozownik. W szczególności pomierzono masę każdego odlanego wlewka i odpowiadające mu parametry: czas odlewania i poziom metalu w piecu. Podczas trwania pomiarów utrzymywano stałe wartości - napięcia zasilającego wzbudnik ( $U = \text{const}$ ), - temperatury ciekłego metalu w piecu ( $T = \text{const}$ ).

Na początku każdej serii złożonej z 24 pomiarów (ilość form na karuzeli obrotowej) poziom ciekłego metalu w piecu był stały i wynosił  $H_0$ . W miarę odlewania kolejnych wlewków poziom ciekłego metalu w piecu obniżał się liniowo (rys. 10). Odpowiada temu powiększanie się czasu martwego  $t_1$ , (rys. 7), a ponieważ czas dozowania  $t_2 = \text{const}$ , następuje systematyczny spadek masy kolejnych wlewków. Ilustrację praktyczną stanowi rys. 11.

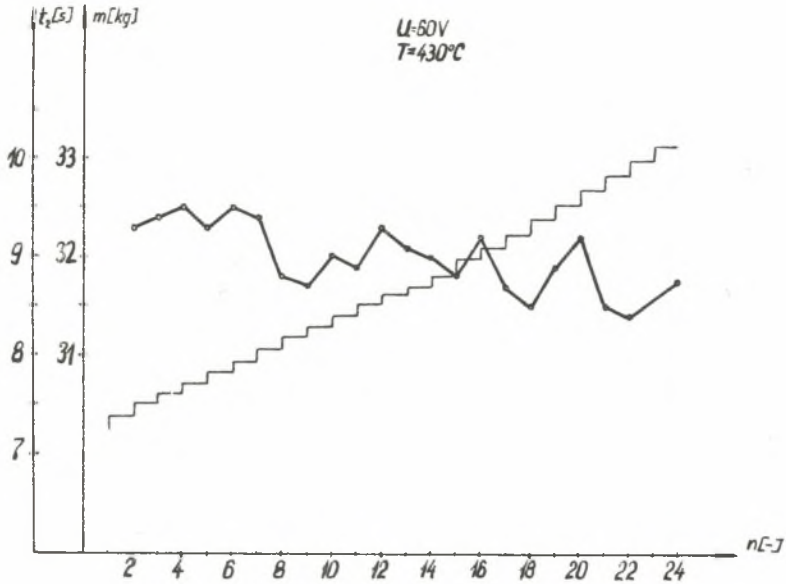
Aby skompensować spadek masy kolejnych dawek należy każdorazowo wydłużyć czas dozowania. Wykonano kilkanaście serii pomiarowych, na podstawie których określono konieczną dla utrzymania stałej dawki poprawkę czasową  $\Delta t$  dla każdego z 24 wlewków. Na rys. 12 przedstawiono wykres zależności masy dawki od jej numeru przy narastającym, zgodnie z krzywą schodkową, czasie dozowania. Pomiary przeprowadzono wielokrotnie, stwierdzając całkowitą powtarzalność wyników. Dokładność dawkowania wahała się w granicach 2-3%, co w pełni odpowiada wymogom technologicznym.



Rys. 10. Poziom ciekłego metalu w piecu w funkcji numeru dawki  $H = f(n)$  przy stałej masie dawek i temperaturze metalu  $m = \text{const}$  i  $T = \text{const}$



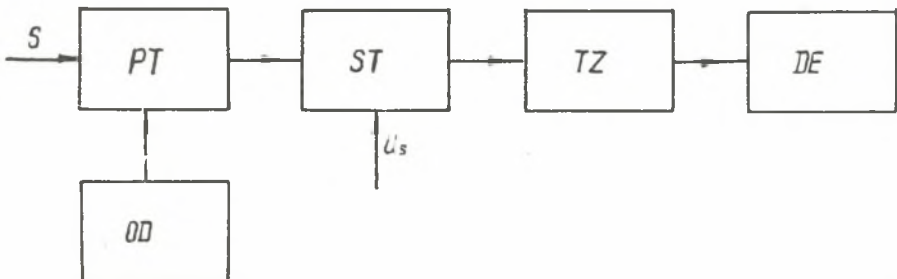
Rys. 11. Zależność masy dawki od jej numeru  $m = f(n)$  przy stałym czasie dozowania  $t_2 = \text{const}$



Rys. 12. Zależność masy dawki od jej numeru  $m = f(n)$  przy narastającym czasie dozowania  $t_2 = f(n)$

#### 6. Elektroniczny przełącznik czasowy w układzie automatycznego sterowania wielkości dawki

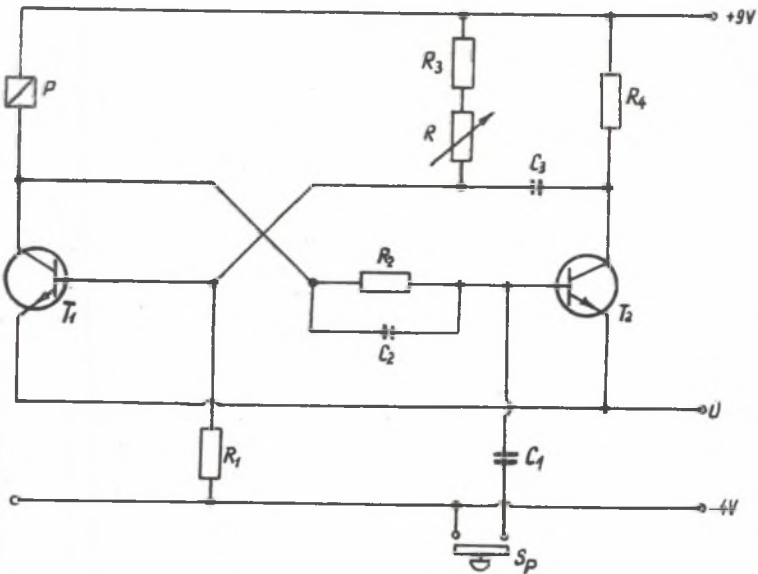
Jak wynika z przeprowadzonych dotychczas pomiarów, urządzenie sterujące powinno zapewniać możliwość nastawienia czasu pracy dozownika w granicach 5...12s z dokładnością 10 ms. Zadanie to spełnia elektroniczny przełącznik czasowy w układzie automatycznego sterowania wielkości dawki (rys. 13). Uruchomienie układu następuje poprzez podanie sygnału  $S$  na wejście



Rys. 13. Schemat blokowy układu automatycznego sterowania dawki z elektronicznym przełącznikiem czasowym

$S$  - sygnał ze stanowiska odlewniczego,  $PT$  - elektroniczny przełącznik czasowy,  $ST$  - stycznik,  $OD$  - precyzyjny opornik dekadowy,  $TZ$  - transformator zasilający,  $DE$  - dozownik elektrodynamiczny,  $U_s$  - napięcie sieci

przełącznika czasowego PT. W rezultacie stycznik ST zostaje załączony i napięcie z transformatora zasilającego TZ podane na wzbudnik dozownika elektrodynamicznego DE powoduje rozpoczęcie dozowania. Po czasie  $t_2$ , nastawionym precyzyjnym opornikiem dekadowym OD, następuje wyłączenie stycznika ST i cykl powtarza się po ponownym podaniu sygnału S. Schemat ideowy elektronicznego przełącznika czasowego PT przedstawiono na rys. 14.



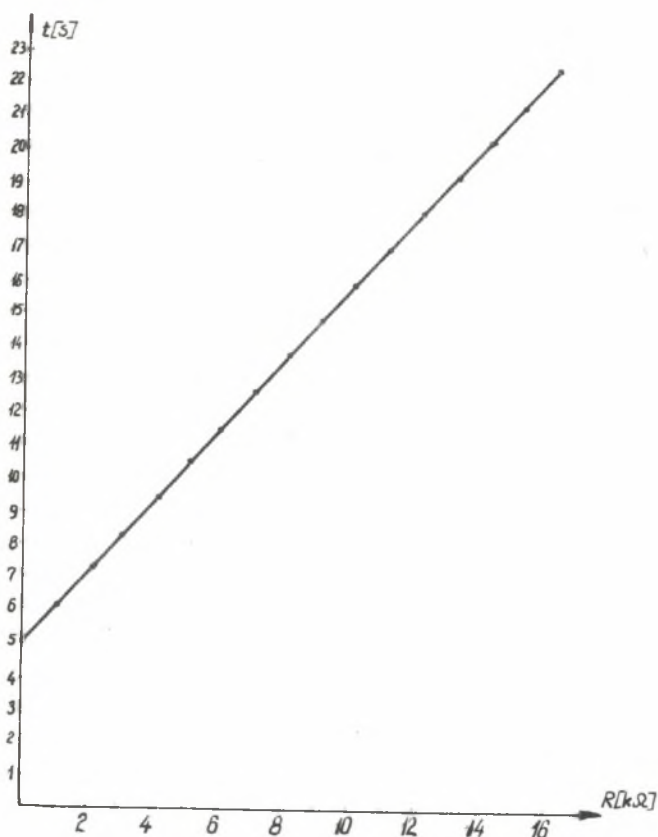
Rys. 14. Schemat ideowy tranzystorowego przełącznika czasowego

Jest to typowy układ uniwibratora, posiadającego jeden stabilny stan pracy, w którym tranzystor  $T_1$  jest zatkany (nie przewodzi prądu), natomiast tranzystor  $T_2$  znajduje się w stanie nasycenia (prąd kolektora tranzystora  $T_2$  jest duży). Naciśnięcie przycisku  $S_p$  spowoduje powstanie stanu niestabilnego, w którym tranzystor  $T_1$  jest nasycony, a  $T_2$  zatkany. Teraz działa przełącznik P, powodując załączenie stycznika ST. Czas trwania stanu niestabilnego (jest to równocześnie czas dozowania) zależy w przybliżeniu wprost proporcjonalnie od wartości rezystancji R opornika dekadowego OD. Zależność tę przedstawiono na rys. 15.

W przebadanym zakresie charakterystyka ta jest liniowa (5)

$$t(s) = 5 + 1,1R \text{ [k}\Omega\text{]}. \quad (5)$$

Stwierdzono dużą stabilność pracy elektronicznego przełącznika czasowego, gwarantującą niezawodność działania układu automatycznego sterowania dozownikiem. Przeprowadzone pomiary (rys. 16) wykazały przydatność przedstawionego wyżej rozwiązania do seryjnego odlewania wlewków.



Rys. 15. Charakterystyka czasu działania w funkcji rezystancji  $t = f(R)$  elektronicznego przekaźnika czasowego

Do zalet tego rozwiązania należy zaliczyć:

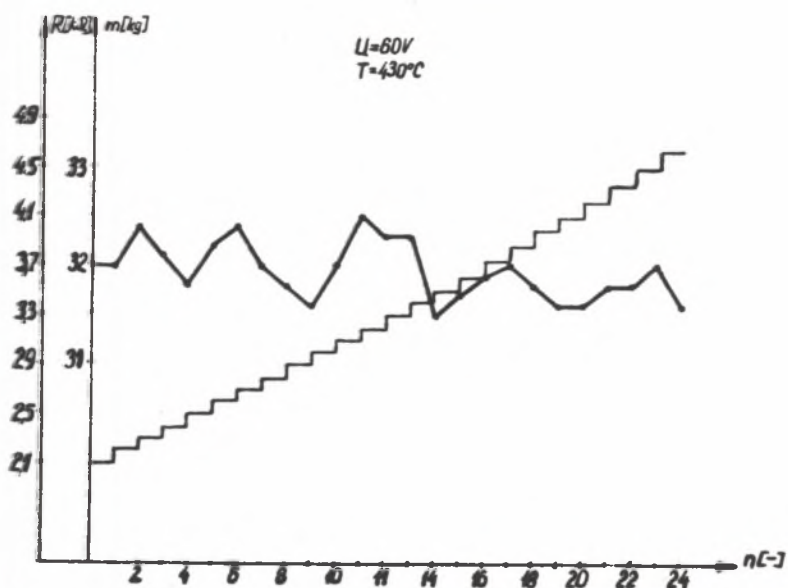
- prostotę konstrukcji
- niezawodność pracy
- łatwość obsługi
- dokładność dozowania.

Pewną wadą jest konieczność rozpoczynania serii 24 dawek przy ściśle określonym poziomie metalu w piecu. Jednak w konkretnym przypadku wspomnianego zakładu przemysłowego nie sprawia to obsłudze większych trudności

## 7. Wnioski końcowe

Dokonany przegląd sposobów dawkowania ciekłego metalu z uwzględnieniem dozowników budowanych przez czołowe firmy światowe naświetlił stan zaawansowania prac w tej dziedzinie. Mimo dużych postępów nowoczesne urządzenia





Rys. 16. Zależność  $m = f(n)$  dla narastającej funkcji  $R = f(n)$

dozujące są wciąż jeszcze w praktyce przemysłowej rzadko stosowane. Czynnikiem hamującym szybki ich rozwój są braki odpowiednich materiałów żaroodpornych oraz problem pomiaru poziomu, przepływu lub dawki ciekłego metalu.

W dozowniku elektrodynamycznym wyżej wymienione trudności rozwiązano przez:

- użycie grubszych ścianek ceramicznych kanału roboczego, a tym samym zastosowanie materiałów powszechnie używanych w hutnictwie,
- zastosowanie bardzo prostego układu automatycznego sterowania umożliwiającego uzyskanie stałej dawki.

W czasie przeprowadzonych prób odlano łącznie ok. 60 ton cynku.

#### LITERATURA

- [1] Fikus F., Chruślicki W.: Elektromagnetischer Transport von flüssigen Metallen mit einer automatischen Dosiereinrichtung. Materiały z konferencji Energoelektroniki, Budapeszt 1973.
- [2] Fikus F., Chruślicki W., Gorczyński L.: Dozownik elektrodynamiczny - Sesja Naukowa Dnia Hutnika Politechnika Śląska, Katowice 1973.
- [3] Fikus F.: Elektromagnetyczne urządzenia dozujące do ciekłych metali w odlewnictwie - materiały konferencji "Współczesne osiągnięcia w odlewnictwie", Kraków 1975.

- [4] Cirkunow W.: Bieskontaktnyj kontrol potoka židkich mietaków, "Zinati-je", Ryga 1973.
- [5] Lipman R.A.: Przekazniki tranzystorowe, Warszawa 1965 WNT.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДОЗЫ  
В ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОМ ДОЗАТОРЕ К ЖИДКИМ МЕТАЛЛАМ

Р е з ю м е

В статье на фоне просмотра новейших дозирующих устройств и систем автоматической регулировки величины дозы представлен оригинальный электродинамический дозатор оборудованный системой автоматического управления величины дозы с электронным реле времени.

AN AUTOMATIC QUANTITY DOSE CONTROL IN AN ELECTRODYNAMIC FEEDER  
FOR LIQUID METALS

S u m m a r y

The original elektrodynamic feeder equipped in an automatic quantity dose control system with an electronical timer has been presented in the article on the background of the survey of modern batcher equipment and automatic control systems of the quantity dose.