

ZDZISŁAW SAMSONOWICZ
Politechnika Wrocławska

AUTOMATYZACJA ROZDZIAŁU MASY FORMIERSKIEJ DO ZASOBNIKÓW NAD MASZYNAMI FORMIERSKIMI

Streszczenie. Omówiono automatyczne systemy rozdziału masy formierskiej oraz systemy sygnalizacji podając w skrócie ich zalety i wady. Opierając się na racjonalnym systemie rozdziału mas formierskich jako najbardziej sprawnym, przedstawiono oryginalne rozwiązanie nowego automatu rozdziału mas formierskich, zbudowanego w Zakładzie Mechanizacji i Automatykacji Odlewni Politechniki Wrocławskiej.

W porównaniu z dotąd stosowanymi automatycznymi systemami racjonalnymi nowe urządzenie sterujące posiada układ pamięci ruchomej, wyodrębniony zespół zapisujący oraz odczytujący.

1. Wstęp

Rozdział masy formierskiej do zasobników zasilających maszyny formierskie może być realizowany w różny sposób. Najczęściej masa formierska transportowana jest przy pomocy przenośnika taśmowego, z którego przesypuje się do zasobników przy użyciu zgarniaczy. Sterowanie zgarniaczami może odbywać się ręcznie lub automatycznie. Ręczne sterowanie zgarniaczami może być wykonywane przez samych formierzy lub przez obsługę znajdującą się na pomoście. Ten system sterowania napełnianiem zasobników ma duże wady, z których najważniejszą jest konieczność stosowania zasobników o dużej pojemności. Jest to związane z koniecznością utrzymywania dużego zapasu masy ze względu na małą częstotliwość napełniania. Ten fakt jest jedną z przyczyn zawieszania się masy formierskiej w zasobniku, co powoduje obniżenie wydajności gniazda formierskiego.

2. Automatyczne systemy rozdziału masy

Nowoczesne odlewnie zaopatrzone są w urządzenia do automatycznego rozdziału masy formierskiej. Automatyczne sterowanie rozdziałem masy eliminuje szereg wad systemu ręcznego, a jedno-

częście obniża stan załogi odlewni. Najbardziej popularne są następujące automatyczne systemy rozdziału masy.

1. System niezależny, w którym odpowiedni układ sterowania włącza lub wyłącza zgarniacz danego zasobnika. Ponieważ w systemie tym każdy zasobnik pracuje niezależnie najbardziej uprzywilejowanym w kolejności napełniania jest zasobnik pierwszy, znajdujący się najbliższe miejsca nadania masy formierskiej. Natomiast zasobniki ostatnie napełniają się będą tylko wtedy, gdy zgarniacze nad pierwszymi zasobnikami będą podniesione. W tym systemie częstym zjawiskiem są przestoje ostatnich maszyn formierskich na skutek braku masy w zasobnikach.

2. System śledząco-przymusowy charakteryzuje się tym, że zasobniki napełniane są kolejno od pierwszego do ostatniego. Inaczej mówiąc, automat sprawdza w sposób kolejny każdy zasobnik i w razie natrafienia na sygnał od sygnalizatora poziomu zatrzymuje się przy tym zasobniku i włącza zgarniacz. Po napełnieniu następuje dalsze "szukanie" następnego sygnału od pustego zasobnika w ustalonej kolejności. System ten jest znacznie sprawniejszy od poprzednio opisywanego niezależnego, lecz nie eliminuje wszystkich niedoskonałości zwłaszcza przy obsłudze dużej ilości zasobników.

3. System racjonalny jest najbardziej sprawnym systemem rozdziału masy formierskiej. Zasadą jego pracy jest włączanie zgarniaczy napełniających zasobniki w takiej kolejności, w jakiej zgłaszały swój stan opróżnienia. W ten sposób eliminuje się do minimum wszelkie przestoje procesu formowania spowodowane brakiem masy formierskiej. Również ważną zaletą tego systemu jest możliwość instalowania zasobników o małej objętości, w których zjawisko zawieszania się masy formierskiej prawie nie istnieje. System ten zostanie opisany dokładniej w dalszej części.

Niezależnie od zastosowanego systemu różnice w sposobie napełniania są spowodowane różnymi metodami sygnalizacji poziomu napełniania zasobników. Istnieją dwa sposoby sygnalizacji stopnia napełnienia zasobników: sygnalizacja jednopoziomowa i sygnalizacja dwupoziomowa.

Sygnalizacja jednopoziomowa oparta jest na zasadzie wysłania sygnału przez sygnalizator poziomu wtedy, gdy poziom masy formierskiej w zasobniku obniży się od linii kontrolnej lub ją przekroczy. Sygnał ten spowodować może rozpoczęcie lub zakończenie operacji napełniania zasobnika.

Sygnalizacja dwupoziomowa związana jest z istnieniem dwóch sygnalizatorów poziomu masy formierskiej. Sygnalizator dolny wysyła sygnał rozpoczynający proces napełniania zasobnika zaś sygnał wysłany przez górny sygnalizator proces ten przerywa.

Często stosowana jest sygnalizacja tylko dolnego poziomu, gdzie na sygnał opróżnienia zasobnika włącza się zgarniacz sterowany przekaźnikiem czasowym. Czas pracy zgarniacza teoretycznie ustala objętość nasypanej masy formierskiej, jednak praktyka wykazała, że ten system ma wiele wad wpływających na obniżenie wydajności gniazd formierskich.

3. Efektywność pracy różnych systemów rozdziału masy

Ocena efektywności pracy danego systemu napełniania zasobników może być przeprowadzona na podstawie dwóch wskaźników:

1) Minimalny czas potrzebny do takiego napełnienia wszystkich zasobników, by zapewnić przystąpienie do normalnej pracy wszystkich maszyn formierskich. Ma to miejsce np. przy rozpoczęciu pracy pierwszej zmiany, gdy wszystkie zasobniki są puste.

2) Maksymalny dopuszczalny czas przerwy w dostarczaniu masy formierskiej, w którym wszystkie maszyny formierskie będą normalnie pracować. Ten wypadek może powstać na skutek np. awarii systemu transportowego, rozdzielającego lub przygotowującego masę formierską.

Wg literatury [1, 2] powyższe wskaźniki dla różnych systemów napełniania można ująć następującymi wzorami:

Dla systemu niezależnego:

$$T = v \left[\frac{1}{q} + \frac{1}{Q - q} + \frac{1}{Q - 2q} + \dots + \frac{1}{Q - (n-1)q} \right],$$

$$t < \frac{v [Q - (n-1)q]}{Q \cdot q}$$

Dla systemu śledząco-przymusowego:

$$T = \frac{v}{Q} n,$$

$$t < \frac{v}{q} \left(\frac{Q - q}{Q} \right)^{n-1}$$

Dla systemu racjonalnego:

$$T = \frac{2W}{Q} n,$$

$$t < \frac{v}{q} - \frac{2W(n-1)}{Q - q},$$

przy czym przyjęto następujące oznaczenia:

- V [m^3] - objętość zasobnika,
 W [m^3] - objętość formy,
 Q [m^3/min] - wydajność przenośnika taśmowego,
 q [m^3/min] - średnie zapotrzebowanie masy przez stanowisko formierskie,
 T [min] - czas zapełniania zasobnika,
 t [min] - przerwa czasowa w dostarczaniu masy do zasobnika,
 n - ilość zasobników.

Dla ilustracji, różnice jakie istnieją między poszczególnymi systemami automatycznego rozdziału mas przedstawiono w tabelicy 1 [2]. Przykłady podano dla dwóch różnych oddziałów formierskich:

I - dla 6 maszyn formierskich o wydajności 42 form/godz. Objętość jednej formy wynosiła $0,144 m^3$ masy formierskiej. Objętość zasobnika $1,5 m^3$, a wydajność przenośnika taśmowego była o 10% większa od zapotrzebowania masy.

II - dla 14 maszyn formierskich o wydajności godzinowej 40 połówek form w skrzynkach o wymiarach $400 \times 300 \times 100$ mm. Objętość zasobnika wynosiła $1 m^3$, a wydajność przenośnika taśmowego była większa od zapotrzebowania masy o 10%.

Tablica 1

Wartości T i t dla różnych systemów napełniania zasobników [2]

Przykład	S y s t e m					
	niezależny		śledząco-przymusowy		racjonalny	
	T min	t min	T min	t min	T min	t min
I	26,4	3,6	13,5	6,6	2,6	12,5
II	265,6	19,5	114,0	53,2	2,7	122,0

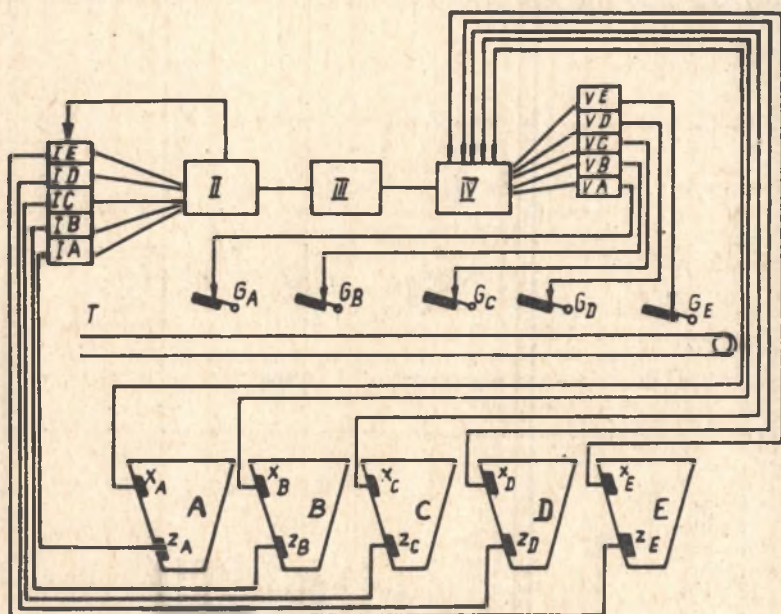
Dane zawarte w tabelicy wskazują na wyższość systemu racjonalnego nad innymi. Jest to widoczne szczególnie dla przykładu II, gdzie zainstalowana była duża ilość maszyn formierskich.

4. Budowa i działanie nowego automatu do racjonalnego rozdziału masy formierskiej

W Zakładzie Mechanizacji i Automatyzacji Odlewni Politechniki Wrocławskiej opracowano i wykonano urządzenie sterujące zasilaniem zasobników, pracujące według systemu racjonalnego. Urządzenie to wyposażone jest w układ pamięci ruchomej oraz w wyodrębniony zespół zapisujący i współpracujący z nim zespół odczytujący. Okazało się, że zastosowanie pamięci ruchomej, którą jest taśma perforowana, pozwoliło na znaczne uproszczenie układu elektrycznego, zwiększając tym samym pewność działania i zmniejszając wymiary gabarytowe urządzenia.

Schemat blokowy automatu i zespołu zasilanego, przedstawiony na rys. 1, wyjaśnia zasadę jego pracy. Urządzenie składa się z pięciu zasobników A, B, C, D, E, które zaopatrzone są w sygnalizatory poziomu dolnego $Z_A, Z_B \dots Z_E$ oraz sygnalizatory zapełnienia $X_A, X_B \dots X_E$.

Sygnaly wysłane przez wskaźniki poziomu dolnego dochodzą do zespołu I blokująco-przetwarzającego, który składa się z pięciu podzespołów $I_A, I_B \dots I_E$. Każdy z tych podzespołów ma za zadanie przyjąć sygnał wysłany przez wskaźnik poziomu dolnego, przetworzyć go na odpowiedni sygnał włączający drugi zespół zapisujący II, a jednocześnie ten podzespół blokuje możliwość ewentualnego jednoczesnego wysłania sygnału przez inne podzespoły.



Rys. 1

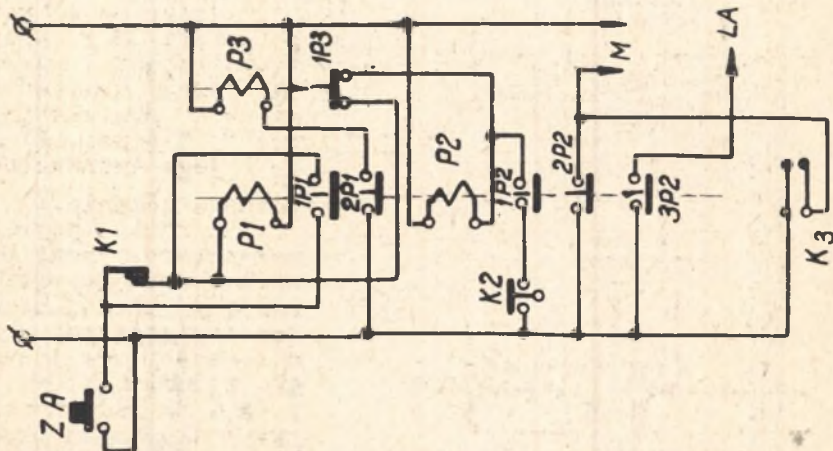
Zespół zapisujący II przetwarza zgłoszone sygnały na odpowiednie znaki, które w naszym przypadku są dziurkami w taśmie czyli w pamięci ruchomej. Każdy podzespół przetwarzająco-blokujący $I_A, I_B \dots I_E$ oddziałuje inaczej na zespół zapisujący, mianowicie wykonuje znak w innym szeregu taśmy.

Zapisany na taśmie znak jest przechowywany w zespole III, który jest pamięcią czyli odcinkiem taśmy perforowanej o długości proporcjonalnej do ilości znaków.

Jeśli następny zespół odczytujący IV jest wolny, odbiera z pamięci najbliższy znak, odczytuje go i przekształca na odpowiedni sygnał, który wysyła do następnego zespołu V.

Zespół V składa się z odpowiedniej liczby podzespołów sterujących, które włączają zgarniacz G, wobec czego następuje napełnianie zasobnika masą formierską. Włączenie zgarniacza trwa dotąd, aż odpowiedni zasobnik zostanie napełniony do poziomu kontrolowanego przez sygnalizator zapełnienia X, który wyśle sygnał do zespołu IV. Zespół IV wyłączy podzespół V, wskutek czego zgarniacz przerwie swoją pracę, a jednocześnie nastąpi odczytanie następnego znaku pamięci, co z kolei włączy następny odpowiedni podzespół V sterujący innym zgarniaczem.

Należy zaznaczyć, że zespół zapisujący pracuje zupełnie niezależnie od zespołu odczytującego, oo w znaczny sposób zwiększa skuteczność działania systemu racjonalnego. Również istotnym jest fakt, że blokada zespołu blokująco-przetwarzającego I działa tylko do czasu zapisania aktualnego znaku przez zespół zapisujący II. Po tym czasie może być przyjęty i przetworzony następny sygnał, wysłany przez pusty zasobnik, pomimo nieskasowania takiego samego sygnału od zasobnika poprzedniego.



Rys. 2

Na rysunku 2 pokazano schemat jednego podzespołu blokująco-przetwarzającego, którego działanie jest następujące:

Pusty zasobnik, np. A, wysyła przy pomocy wskaźnika poziomu sygnał, który w naszym przypadku może działać jako zwarcie styków Z_A . Powoduje to równoczesne zadziałanie przekaźników P1 oraz P2. Przekaźnik P2 swymi stykami 1P2 podtrzyma swą pracę, styk 2P2 uruchomi zespół zapisujący II, a styk 3P2 poda napięcie na elektromagnes odpowiedniej dziurkarki.

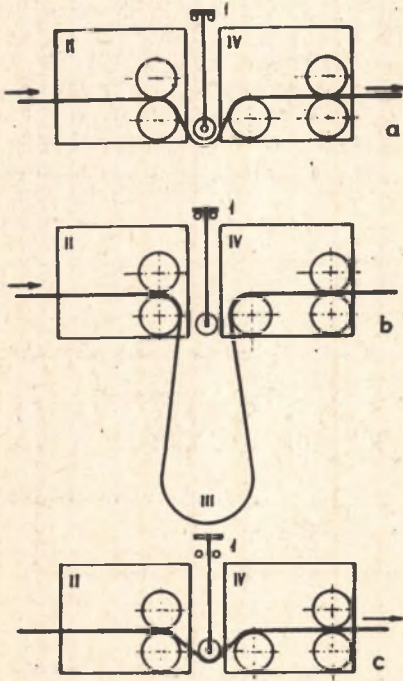
Przekaźnik P1 stykiem 1P1 podtrzyma swe działanie, a styk 2P2 załączy pracę przekaźnika P3, który swymi stykami 1P3 przerwie doprowadzenie napięcia przez styk Z_A do przekaźnika P2.

Od tej chwili nasz przykładowy podzespół podzieli swą pracę na dwa niezależne układy. Układ składający się z przekaźników P1 oraz P3 będzie tak długo pracował, jak długo wskaźnik poziomy będzie miał zwarte styki Z_A .

Drugim układem rządzić będzie przekaźnik P2, który został załączony wcześniej - zanim zadziałał przekaźnik P3. Ten

układ odpowiednio steruje pracą zespołu zapisującego II, który po wykonaniu odpowiedniego zapisu i odesłaniu go do pamięci (dziurka w taśmie) przygotowuje się do następnego zapisu i dopiero wtedy rozwierając styk K2 skasuje pracę przekaźnika P2. Ten moment zezwala na ewentualne włączenie innego podzespołu i wykonanie innego zapisu w pamięci ruchomej. Cały opisywany zespół będzie mógł po raz drugi wykonać wyżej opisane działania gdy nastąpi rozwarcie styku Z_A i jego ewentualne powtórne włączenie.

Jak już poprzednio wspomniano, każdy podzespół blokująco-przetwarzający sterując zespołem zapisującym, w efekcie swej pracy da nam zapis w pamięci, która jest taśmą. Po każdym zapisanym znaku taśma przesuwana się o odpowiedni odcinek, który w przybliże-



Rys. 3

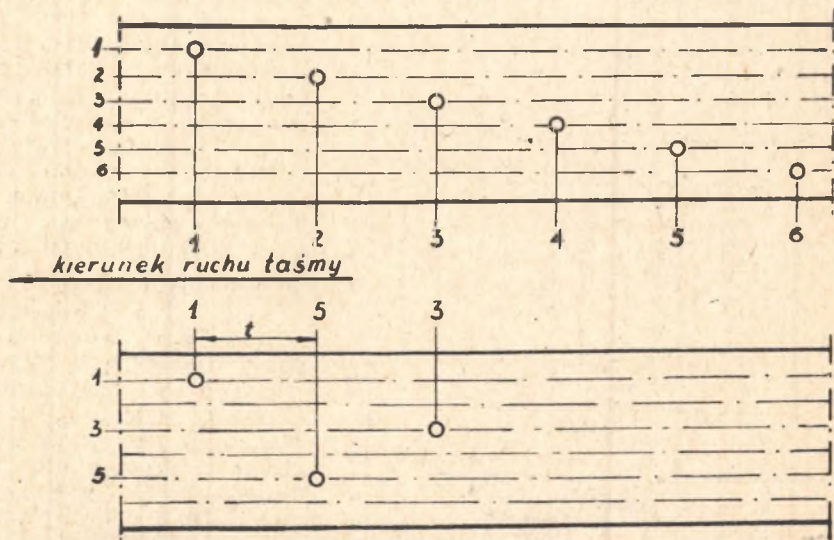
niu jest równy odległości między zespołem zapisującym a odczytującym. Dlatego jeśli zespół odczytujący nie jest zajęty odczytywaniem poprzedniego sygnału, może natychmiast po dokonaniu zapisu odczytać znak pamięci i włączyć sterowanie odpowiedniego zgarniacza.

Na rysunku 3 pokazano schematy współpracy tych dwóch zespołów. Schemat a) przedstawia układ, w którym dokonany zapis w zespole II jest natychmiast odczytywany przez zespół IV. Na schemacie b) pokazano stan, w którym w trakcie odczytywania poprzedniego zapisu zespół zapisujący II zapisał kilka następných sygnałów od pustych zasobników. W związku z tym między zespołem zapisującym a odczytującym znajduje się odcinek taśmy perforowanej, będącej pamięcią III. Na schemacie c) pokazano stan, w którym wszystkie znaki pamięci zostały odczytane, a zespół zapisujący II nie otrzymał sygnału od pustych zasobników. W tym stanie taśma zostaje naprężona tak, że wyłącza ona stykiem 1 napęd posuwu taśmy zespołu IV.

Taśma, będąca pamięcią, posiada po dokonaniu zapisu odpowiednią ilość perforowanych otworów, jak to pokazano przykładowo na rysunku 4. Każdy zasobnik posiada swoją ścieżkę na taśmie, np. I lub V. Rysunek 4a pokazuje odcinek taśmy z kolejnym zapisem zasobników: I, II, III, IV, V i VI. Natomiast na rysunku 4b pokazano zapis w kolejności: I, V, III.

Maksymalna długość taśmy perforowanej, znajdująca się między zespołem II i IV wynosi:

$$L = t(n - 1) \quad [\text{mm}],$$



Rys. 4

gdzie:

L - długość taśmy między zespołem zapisującym i odczytującym,

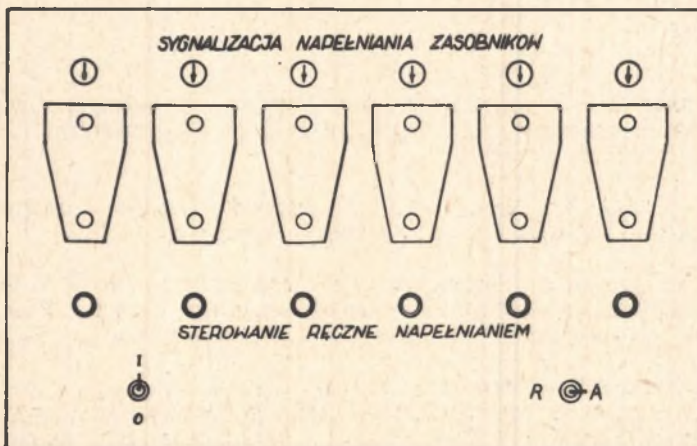
t - podziałka perforacji,

n - ilość zasobników podłączonych do automatu.

Odczytana taśma wyprowadzana jest na zewnątrz automatu i służyć może do analizy pracy poszczególnych gniazd formierskich.

Oprócz sterowania automatycznego istnieje możliwość przełączenia automatu na sterowanie ręczne. Polega ono na uruchamianiu zgarniaczy czyli na zdalnym sterowaniu procesem napełniania odpowiedniego zasobnika. Należy jednak zaznaczyć, że i w tym przypadku może być uruchomiony tylko zgarniacz należący do tego zasobnika, który swym sygnalizatorem poziomu zasignalizował gotowość do przyjęcia odpowiedniej ilości masy formierskiej. Przy sterowaniu ręcznym zgarniacz będzie czynny tak długo, jak długo zwarte będą odpowiednie styki przycisku, ale gdy masa formierska osiągnie górny kontrolowany poziom zasobnika zgarniacz automatycznie wyłączy się.

Podczas sterowania ręcznego zespół zapisujący może być wyłączony lub może pracować w dalszym ciągu. W tym drugim przypadku podczas zdalnego, ręcznego sterowania procesem napełniania jednego zasobnika, opróżnienie innych będzie w dalszym ciągu rejestrowane na taśmie - pamięci w kolejności zgłoszeń. Jeżeli po sterowaniu ręcznym włączy się automat na sterowanie automatyczne, nastąpi odczytywanie sygnałów z taśmy, przez co znowu będziemy mieli do czynienia z racjonalnym systemem rozdziału masy formierskiej.



Rys. 5

Synoptyka i sygnalizacja wykonana jest na przedniej ścianie aparatu i wraz z elementami ręcznego sterowania mieści się w wymiarze 40 x 50 cm. Szkic przedniej ściany czyli tablicy synoptycznej pokazany jest na rys. 5. Na znaku każdego zasobnika umieszczona jest na dole lampka zielona sygnalizująca pusty zasobnik, a u góry lampka czerwona, która sygnalizuje, że w zasobniku jest jeszcze wystarczająca ilość masy formierskiej. Nad każdym znakiem zasobnika znajduje się świetlna strzałka, która zaświeca się, gdy odpowiedni zgarniacz jest opuszczony na taśmę zasobnika. W ten sposób pod zasięgiem wzroku i ręki, obsługa obejmować może cały aktualny stan pracy automatyzowanego systemu.

Opisany automat może być również zastosowany w transporcie pneumatycznym. W tym przypadku będzie on sterować odpowiednim ustawieniem tzw. rozjazdów, przez co automatyzacja adresowania materiału transportowanego staje się bardzo prosta.

Jak wspomniano, automat pracuje w ten sposób, że sterowany jest dwoma impulsami wysyłanymi od dolnego i górnego wskaźnika poziomu. Do automatu można przyłączyć przystawkę czasową, której zadaniem jest napełnianie zasobnika przez określony czas, nastawiony dowolnie według potrzeb. W przypadku pracy automatu z przystawką czasową na zasobniku masy zamontowany jest tylko dolny wskaźnik poziomu. Górny maksymalny poziom masy w zbiorniku ustalony jest czasem napełniania.

Opisany automat nie był wykonany jako zamówienie przemysłowe, lecz projekt jego opracowania i wykonania zrodził się w wyniku wieloletniej obserwacji potrzeb przemysłu odlewniczego. Można przypuszczać, że opisany automat znajdzie tam w przyszłości właściwe zastosowanie.

LITERATURA

- [1] Sztitikow W.S.: Analiz sistem awtomaticheskogo razpredele-nija formowocznoj zemli, Litiejnoje Proizwodstwo, nr 11, 1958.
- [2] Porucznikow P., Hazan G.L.: Awtomatizacija prigotowlenija i razdaczi formowocznoj smesi, Maszgiz, 1962.
- [3] Samsonowicz Z.: Automatyzacja rozdziału masy formierskiej do zasobników. Materiały Konferencyjne Sesji Naukowej Katedry Odlewnictwa Politechniki Wrocławskiej, 1963.
- [4] Samsonowicz Z.: Badanie nowego sygnalizatora poziomu masy formierskiej w zasobnikach, Materiały Konferencyjne Sesji Naukowej Katedry Odlewnictwa Politechniki Wrocławskiej, 1963.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ
ПО БУНКЕРАМ НАД ФОРМОВОЧНЫМИ МАШИНАМИ

Р е з ю м е

В статье представлены автоматические системы распределения формовочных смесей а также системы сигнализации, определяются их недостатки и достоинства. Базируясь на рациональной системе распределения формовочной смеси как на самом совершенном способе, представлена оригинальная разработка нового автомата для распределения формовочной смеси, сконструированного в научно-исследовательском институте механизации и автоматизации литейного производства Вроцлавского Политехнического института.

По сравнению с применяемыми до сих пор рациональными автоматическими системами, новое управляющее устройство имеет систему подвижной памяти, выделенные регистрирующие и анализирующие системы.

AUTOMATION OF THE MOULDING SAND DISTRIBUTION TO THE
BUNKERS OVER THE MOULDING MACHINES

S u m m a r y

In the paper the automatic systems of moulding sand distribution and signalling systems have been discussed.

Their advantages and disadvantages have been briefly outlined. On the ground of results of experiments concerned with the most efficient distribution of moulding sands, a new solution of the automatic moulding sand distribution in the shape of an automatic device designed and constructed by the Department of Mechanization and Automation of the Wrocław Technological Institute Foundry, has been presented.

In comparison with the up-till-now used automatic systems, the new control arrangement has a set of mobile memory and individual recording and reproducing system.