



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57178

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 22. XII. 1966 (P 118 120)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10. VI. 1969

Kl. 21 c, 46/51

MKP G 05 d 13/62

CZYTELNIA

UKD
Urzędu Patentowego
Pracowni Inżynierskiej

Współtwórcy wynalazku: inż. Eduard Julievich Gutnikov, inż. Oleg Nikolaevich Melnikov, inż. German Borisovich Matjunin, inż. Iosif Ilich Alterman

Właściciel patentu: Specjalnoje projektno-konstruktorskoje biuro trjesta „URALCHERMETAVTOMATIKA”, Swierdłowski, (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Regulator prędkości tłoka prasy hydraulicznej

1

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest regulator prędkości tłoka prasy hydraulicznej w procesie tłoczenia.

Znane są regulatory prędkości tłoka przy tłoczeniu na prasach hydraulicznych działające na tej zasadzie, że prędkość rzeczywista tłoka jest porównywana z prędkością nastawioną, a ich różnica przekazywana jest do układu sterowania zespołem nastawczym zaworu regulacyjnego służącego do sterowania prędkością tłoka.

Zasadniczą wadą tych znanych regulatorów jest to, że nie mogą one zapewnić szerokiego zakresu regulacji prędkości w procesie tłoczenia, przy równoczesnym utrzymaniu dostatecznej dokładności procesów regulacji. Przyczyną tych trudności są zarówno własności układu regulacji jak i stosunkowo szerokie zmiany danych charakterystycznych prasy odpowiadających zakresowi ich prędkości roboczych, na przykład stała czasowa, współczynnik wzmocnienia dławienia itp. Wskutek tego przy przejściu z jednego zakresu regulowanych prędkości do innego konieczna jest zmiana schematu strukturalnego regulatora.

Zadaniem niniejszego wynalazku jest wyeliminowanie wymienionych wyżej wad i skonstruowanie takiego regulatora prędkości tłoka w procesie tłoczenia na prasach hydraulicznych, który zapewniłby regulację prędkości przy szerokim ich zakresie z dużą dokładnością działania i zapewnienie

2

niem dostatecznej jakości procesów zachodzących w układzie regulacji.

Zadanie to zostało rozwiązane w ten sposób, że regulator prędkości prasy hydraulicznej, w którym 5 czujnik służący do pomiaru prędkości rzeczywistej tłoka i zespół do nastawiania prędkości połączone są komparatorem sprzężonym z zespołem nastawczym zaworu regulacyjnego służącego do sterowania prędkości tłoka, przy czym regulator 10 według wynalazku jest wyposażony w nadajnik pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału wyłączającego układ regulacyjny, umieszczony między komparatorem i zespołem nastawczym zaworu regulacyjnego.

Nadajnik impulsów, oraz sygnału do wyłączania układu regulacyjnego jest przy tym wyposażony przynajmniej w jeden manometr, na przykład w manometr różnicowy do rejestracji zaniku ciśnienia w zaworze regulacyjnym.

20 W przypadku, gdy regulator według wynalazku jest wyposażony w przełącznik zakresów prędkości tłoczenia celowe jest wbudowanie między komparator i nadajnik impulsów zespołu przekształcającego różnice prędkości na różnice względne, przy czym zespół ten może korzystnie stanowić 25 jedną całość z komparatorem.

Nadajnik pojedynczych impulsów może być natomiast korzystnie połączony z czujnikiem do pomiaru prędkości lub z zespołem do nastawiania 30 prędkości.

Regulator jest również korzystnie wyposażony w wybierak wstępny większej z obydwu prędkości mierzonej i nastawianej, połączony z nadajnikiem impulsów.

Nadajnik pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału wyłączającego układ regulacji jest korzystnie zaopatrzony w zbudowany na diodach przetwornik odcinkowo liniowy, który kształtuje zależność pierwiastkową sygnału różnicy prędkości i sprzężony jest z przerzutnikiem działającym w przypadku przekroczenia sygnału przetwornika. Obwód opóźniający przerzutnik połączony z jego wyjściem zapewnia w przybliżeniu liniowy wzrost napięcia wyłączającego. Ponadto nadajnik impulsów jest wyposażony w uniwibrator, którego stosunek przerw zmienia się odpowiednio do nastawianej prędkości i który sprzężony jest z obwodem opóźniającym przerzutnika, oraz w dzielnik napięcia sterowany zanikiem ciśnienia w zaworze regulacyjnym, w ten sposób, że prędkość wzrastania napięcia wyłączającego zależna jest od nastawianej prędkości i zaniku ciśnienia na zaworze regulacyjnym. Ponadto nadajnik impulsów jest zaopatrzony w pomocniczy uniwibrator włączany przez przerzutnik, z którym jest połączony w ten sposób, że w czasie działania tego uniwibratora przerzutnik jest zablokowany przerywając układ regulacji.

W celu uproszczenia nastawiania regulatora i polepszenia jakości regulacji korzystne jest zastosowanie zespołu korekcyjnego z potencjometrem korekcyjnym, połączonym mechanicznie z zespołem do nastawiania prędkości tłoka i elektrycznie przez poszczególne zaciski przełącznika zakresu z zespołem korekcyjnym złożonym z diod i oporników.

Wynalazek jest przykładowo wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1 do 5 przedstawiają schematy blokowe różnych rozwiązań regulatora prędkości tłoka, fig. 6 — szczegółowy schemat elektryczny przykładowego regulatora, fig. 7 — schemat kinematyczny nadajnika prędkości, a fig. 8 do 10 — przykładowe schematy elektryczne regulatora.

Regulator prędkości tłoka prasy hydraulicznej 1 jest zaopatrzony w czujnik 2 służący do pomiaru prędkości tłoka, który jest połączony z komparatorem 3, do którego jest również włączony zespół 4 do nastawiania prędkości. Komparator 3 jest włączony do nadajnika 5 pojedynczych impulsów i sygnału służącego do wyłączania układu regulacji „prasa-regulator”. W dalszym ciągu opisu nadajnik ten określany jest w skrócie jako nadajnik impulsów 5.

Powstający w przypadku odchylenia prędkości mierzonej i nastawionej impuls o czasie trwania t_1 doprowadzany jest do zespołu nastawczego 6, powodującego niezbędne przesunięcie zaworu regulacyjnego 7, wskutek czego prędkość tłoczenia uzyskuje ponownie nastawioną wartość. W wyniku bezwładności całego układu regulacyjnego, zwłaszcza zaś obiektu regulacji prasy 1, przekazanie rozkazu następuje ze znacznym opóźnieniem (od ułamka sekundy do kilkunastu sekund). Czas trwania przerwy t_2 następującej po podaniu impulsu dobiera się w ten sposób, aby odpowiadał on zakończeniu procesu regulacji.

Nadajnik impulsów 5 wytwarza impulsy zapewniające odpowiednie przesunięcia zaworu regulacyjnego proporcjonalne do wielkości regulowanego odchylenia i zależne od charakterystyki zaworu na danym jej odcinku, a więc również od prędkości prasowania. Przy użyciu jako zespołu napędowego 6 zwykłego silnika elektrycznego oraz zapewnieniu optymalnego w odniesieniu do czasu trwania przebiegu przesunięcia zaworu regulacyjnego 7, któremu odpowiada ruch ze stałym przyspieszeniem i opóźnieniem, czas trwania impulsu t_1 powinien być równy (w przypadku wytwarzania pojedynczego impulsu) pierwiastkowi kwadratowemu wartości regulowanego odchylenia.

Zależność parametrów impulsu od prędkości określona jest przez konkretną charakterystykę zaworu regulacyjnego 7 i nie może być wcześniej wyznaczona, bowiem znane są tylko granice tej funkcji. W szczególności w przypadku wykorzystania jako sygnału odchylenia absolutnej różnicy prędkości nie trzeba korygować liniowej charakterystyki zaworu ze względu na prędkość. Oznacza to, że $t_3 = a\sqrt{\Delta v}$, gdzie t_3 — oznacza czas przesunięcia zaworu i składa się z czasu dobiegu t_1 równego czasowi trwania impulsu oraz czasu hamowania t'_1 , czyli czas przesunięcia zaworu $t_3 = t_1 + t'_1$.

Przy ruchu ze stałymi przyspieszeniami czas t_3 jest proporcjonalny do czasu t_1 , czyli $t_3 = mt_1$, gdzie m — oznacza stały współczynnik, $m > 1$, a — oznacza stały współczynnik.

Δv — oznacza różnicę prędkości mierzonej i prędkości nastawionej.

W przypadku zastosowania zaworu o charakterystyce wykładniczej czas jego przesunięcia może być określony następującym równaniem:

$$t_3 = \frac{a'}{\sqrt{v}} \sqrt{\Delta v}$$

gdzie:

v — prędkość tłoczenia,

a' — stała, w ogólnym przypadku różniąca się od stałej a .

W przypadku gdy jako sygnał regulowanego odchylenia używa się względną różnicę prędkości

$\frac{\Delta v}{v}$ liniowa charakterystyka zaworu prowadzi do następującej zależności określającej czas przesunięcia

$$t_3 = a \sqrt{\frac{\Delta v}{v}}$$

za charakterystyka wykładnicza zaworu daje następującą zależność

$$t_3 = a' \sqrt{\frac{\Delta v}{v}}$$

Wykładnicza charakterystyka zaworu jest właściwa z punktu widzenia prędkości działania

układu, gdyż odpowiada jej najmniejszy zakres trwania impulsów nastawczych, który określony jest wyłącznie przez zakres regulowanego odchylenia.

Charakterystyka liniowa zaworu jest natomiast najłatwiejsza do realizacji.

Rzeczywiste charakterystyki zaworów są zawarte między tymi dwoma skrajnymi charakterystykami, przy czym nadajnik 5 impulsów powinien zapewniać uzyskanie niezbędnej zależności dla rzeczywistych zaworów.

W celu wyeliminowania ewentualnego zjawiska przeregulowania przy przypadkowych nadmiernie dużych odchyleniach prędkości (na przykład przy przełączeniu na inny zakres w czasie pracy regulatora, jak również przy włączeniu regulatora na pracę automatyczną w chwili gdy znacznie różni się rzeczywista i nastawiona prędkość tłoczenia) czas trwania impulsu t_1 powinien być ograniczony określoną wartością graniczną.

Przyjęcie wymienionej wyżej zależności czasu trwania impulsu t_1 od różnicy prędkości, jak również istnienie wymaganej zależności od prędkości umożliwia uzyskanie optymalnej regulacji przy stałym spadku ciśnienia na regulowanym zaworze. W rzeczywistości spadek ciśnienia może się zmieniać w wystarczająco szerokich granicach, w przybliżeniu od 30 kG/cm² do 200 kG/cm², a w niektórych przypadkach wartość ciśnienia może również spadać do zera.

W przypadku wykładniczej charakterystyki zaworu regulacyjnego 7 niezbędny czas wypełnienia rozkazu nie zależy od zakresu ciśnienia. W ogólnym przypadku ma jednak miejsce zależność od zakresu ciśnienia i z tego powodu możliwość usunięcia odchylenia w czasie pojedynczego impulsu wymaga aby czas trwania impulsu t_1 był zależny od spadku ciśnienia. Z tego powodu do nadajnika impulsów 5 podaje się prócz różnicy prędkości i prędkości tłoka również różnicę ciśnień mierzoną przez czujnik 8 na zaworze 7. Dzięki temu zapewnia się niezbędne przedłużenie czasu trwania impulsu t_1 w przypadku zmniejszenia się zakresu ciśnień.

W przypadku normalnej pracy układu regulacyjnego wartości rzeczywistej i nastawionej prędkości tłoka różnią się od siebie tylko nieznacznie tak, że jako parametr korekcyjny (wartość odniesienia) może być przyjęta dowolna z tych dwóch prędkości, jak to pokazano na fig. 1, gdzie sygnał prędkości podawany jest do nadajnika impulsów z komparatora.

Fig. 2 przedstawia schemat blokowy układu regulacji, w którym sygnał prędkości podawany jest do nadajnika 5 impulsów bezpośrednio z czujnika 2 służącego do pomiaru prędkości. W tym przypadku zastosowano więc jako parametr korekcyjny (wartość odniesienia) rzeczywistą prędkość tłoczenia, co umożliwia polepszenie przebiegu procesu w układzie regulacji, jak również zmniejszenie czasu regulacji w przypadku przełączania zakresu z dużych prędkości rzeczywistych na małe, gdyż w tym przypadku wypełnienie rozkazu następuje w tym czasie, w którym szybkość prasy przewyższa zadaną, zapewniając tym samym więk-

sze przesunięcie zaworu regulacyjnego 7. Przy przełączaniu z mniejszych prędkości rzeczywistych na większe rozkazy wypełniane są w czasie, któremu odpowiadają odpowiednio mniejsze prędkości rzeczywiste, wskutek czego następuje pewne opóźnienie regulacji odchylenia.

Fig. 3 przedstawia schemat blokowy układu regulacji, w którym sygnał prędkości doprowadzany jest do nadajnika impulsów 5 z zespołu 4 prędkości nastawianej, a więc jako wielkość korekcyjną (odniesienia) stosuje się w tym przypadku nastawianą prędkość tłoczenia.

Układ ten zapewnia optymalny przebieg procesów regulacji (minimum czasu) w przypadku przełączania z małych prędkości na duże, gdyż rozkazy wykonywane są w tym przypadku po zakończeniu otwierania zaworu. Natomiast przy przejściu z dużych prędkości na małe przebieg regulacji jest odpowiednio opóźniony.

Na fig. 4 przedstawiono schemat blokowy najlepszego rozwiązania układu zapewniającego właściwą regulację przy dużych odchyleniach w obydwie strony. W tym przypadku na nadajnik impulsów 5 podawany jest jako wielkość korekcyjna sygnał odpowiadający największej wartości obydwu prędkości (rzeczywistej i nastawianej). Porównanie i wybór odpowiedniej prędkości następuje w wybieraku prędkości 9 połączonym zarówno z czujnikiem 2 służącym do pomiaru prędkości, jak z zespołem 4 do nastawiania prędkości. W przypadku regulatorów wielozakresowych można dla uproszczenia przełączania stosować wielostopniowy sygnał prędkości nastawianej doprowadzany do wybieraka 9. Każda określona wartość nastawianej prędkości może w tym przypadku odpowiadać jednemu tylko zakresowi.

W regulatorach wielozakresowych doprowadzany do wybieraka 9 sygnał prędkości może być również funkcjonalnie ukształtowany, na przykład przekształcony w logarytm prędkości. W tym przypadku do wybieraka musi być również podawana wartość nastawiana w postaci logarytmu.

Na fig. 5 przedstawiony jest schemat blokowy układu regulacji, w którym sygnał regulowanego odchylenia przed podaniem go do nadajnika 5 impulsów zostaje przekształcony w zespole 10 na różnicę względną. Stosowana w tym przypadku jako sygnał względna różnica prędkości zapewnia stałą wartość sygnału dla jednakowego procentowego odchylenia prędkości we wszystkich zakresach regulacji, a tym samym znaczne uproszczenie układu i budowy regulatora.

Ponadto w celu wyeliminowania niezbędnego otwarcia zaworu regulacyjnego 7 w przypadku niewystępowania w nim spadku ciśnienia, jak również związanej z tym straty czasu na zamknięcie zaworu po rozpoczęciu płynięcia metalu w prasie 7 regulator jest zaopatrzony w stopień końcowy 11 połączony z zespołem blokującym otwieranie zaworu regulacyjnego 7 w przypadku spadku ciśnienia na nim poniżej określonej wartości granicznej.

Ten sygnał blokujący nie zależy przy tym od rzeczywistej prędkości ruchu tłoka.

Na fig. 6 przedstawiono bardziej szczegółowy

schemat blokowy regulatora prędkości tłoka 1' prasy hydraulicznej 1. Z belką poprzeczną prasy hydraulicznej 1 jest sprzężony mechanicznie częstotliwościowy nadajnik 12 prędkości, którego wyjście jest włączone na wejście wzmacniacza wstępnego 13. Wyjście wzmacniacza 13 jest włączone na wejście przetwornika częstotliwościowo-napięciowego 14. Przetwornik 14 i zespół 4 do nastawiania prędkości połączone są z komparatorem 3 włączonym poprzez modulator 15 ze wzmacniaczem mocy 16. Komparator 3 jest ponadto połączony z zespołem 10 do przekształcania różnicy prędkości w różnicę względną.

Wzmacniacz mocy 16 jest połączony z jednej strony z detektorem 17 a z drugiej z dyskryminatorem fazowym 18. Detektor 17 jest włączony na odcinkowo liniowy przetwornik 19 połączony z kolei z przetwornikiem 20 określającym czas trwania t_1 impulsu. Drugie wejście przetwornika 20 jest połączone z wyjściem przetwornika funkcyjnego 21, którego wejścia połączone są z włączoną do zespołu 4 grupą korekcyjną 22 i wzmacniaczem 23 różnicy ciśnień. Na wejścia wzmacniacza 23 są włączone za pośrednictwem wzmacniaczy 24 i 25 czujniki 26 i 27 ciśnienia.

Wyjścia przetwornika 20 i dyskryminatora fazowego 18 są włączone na stopień końcowy 11 stanowiący jedną całość z zespołem blokującym i połączony z wzmacniaczem elektromaszynowym 28 sprzężonym z silnikiem 29 zaworu regulacyjnego 7. Wyjście wzmacniacza wstępnego 13 jest ponadto włączone na wejście przetwornika 30 „częstotliwość — logarytm” połączonego z urządzeniem 31 rejestrującym prędkość.

Działanie opisanego wyżej regulatora jest następujące.

Ruch tłoka 1' prasy 1 w czasie tłoczenia powoduje wytwarzanie impulsów w nadajniku 12 prędkości tłoka i przekazywanie ich do wzmacniacza wstępnego 13. Wzmocniony wstępnie i ograniczony amplitudowo sygnał, którego częstotliwość jest wprost proporcjonalna do prędkości ruchu tłoka 1 doprowadzony zostaje do przetwornika 14 „częstotliwość — napięcie” stanowiącego dwukanałowy analogowy miernik częstotliwości. Wytworzony na wyjściu miernika częstotliwości prąd i_1 proporcjonalny do częstotliwości f , a więc do rzeczywistej prędkości tłoczenia (prędkości tłoka) jak również podawany z zespołu 4 proporcjonalny do nastawionej wartości prędkości prąd i_2 doprowadzone zostają do komparatora 3. Na wyjściu komparatora uzyskuje się napięcie wyrażające wielkość regulowanego odchylenia

$$\frac{i_2 - i_1}{i_2} = \frac{\Delta v}{v}$$

Wartość napięcia wyrażającego wielkość odchylenia zostaje zmodulowana w modulatorze 15 a następnie wzmocniona we wzmacniaczu mocy 16 i przekształcona w detektorze 17 ponownie w napięcie stałe, które jest doprowadzane do odcinkowo-liniowego przetwornika 19, na którego wyjściu uzyskana zostaje wielkość ΔU proporcjonalna do

$$\text{pierwiastka kwadratowego odchylenia, czyli } \sqrt{\frac{\Delta v}{v}}.$$

Napięcie $\Delta U = \sqrt{\frac{\Delta v}{v}}$ doprowadzone zostaje do przetwornika 20. Równocześnie napięcie U_3 stanowiące funkcję nastawionej prędkości v_2 , wytworzone w zespole korekcyjnym 22, oraz napięcie U_4 określone wielkością spadku ciśnienia ΔP na zaworze regulacyjnym 7 przekazywane ze wzmacniacza 23 różnicy ciśnień poprzez przetwornik 21, doprowadzone zostają do przetwornika 20, w którym określony zostaje niezbędny czas trwania impulsu t_1 , oraz czas trwania pauzy t_2 .

Dzięki temu czas trwania impulsu sterującego stanowi funkcję wartości regulowanego odchylenia, nastawionej prędkości, oraz spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym.

Jako czujniki 26 i 27 ciśnienia mogą być stosowane manometry elektryczne, których sygnały wejściowe wzmocnione zostają przez wzmacniacze 24 i 25.

$$\text{Impuls o czasie trwania } t_1 = b \sqrt{\frac{\Delta v}{v}},$$

gdzie b jest współczynnikiem proporcjonalności który w ogólnym przypadku może być funkcją prędkości V i spadku ciśnienia ΔP , doprowadzony zostaje do stopnia końcowego 11 i przekształcony w trójkątny impuls prądowy o czasie trwania t_3 . Do stopnia końcowego 11 doprowadzony zostaje również z dyskryminatora fazowego (demodulatora) 18 sygnał określający znak regulowanego odchylenia.

Ze stopnia końcowego 11 podany zostaje na uzwojenie sterujące wzmacniacza elektromaszynowego 28 trójkątny impuls prądowy o odpowiednim czasie trwania powodując uruchomienie silnika 29 i odpowiednie przesunięcie zaworu regulacyjnego 7, co powoduje doprowadzenie prędkości v_1 tłoka 1' prasy 1 do wartości nastawionej v_2 . Do rejestracji prędkości tłoczenia w pełnym zakresie prędkości służy przetwornik logarytmiczny 30 sprzężony z urządzeniem rejestrującym 31.

Jako czujnik prędkości ruchu tłoka 12 może być zastosowany położeniowy nadajnik impulsów stanowiący na przykład przetwornik mechaniczno-optyczny, w którym częstotliwość impulsów jest proporcjonalna do prędkości. Schemat kinematyczny takiego nadajnika przedstawiony jest na fig. 7.

Nadajnik jest wyposażony w dwie tarcze aluminiowe 32, na których obrzeżach są przymocowane wystające poza te tarcze siatki optyczne 33. Każda z tarcz 32 jest osadzona na wałku 34 i napędzana za pomocą koła pasowego 35. Obydwa koła pasowe 35 są sprzężone z tłokiem 1' prasy 1 przy użyciu napiętej za pomocą urządzenia napięającego 37 linki stalowej 36 „bez końca”. Dzięki temu w czasie ruchu tłoka uzyskuje się napęd tarcz 32. Po jednej stronie pokrywających się wzajemnie siatek optycznych 33 obydwu tarcz 32 umieszczony jest oświetlacz 38, a po drugiej element fotoelektryczny na przykład fotodiody 39. Do stabilizacji ruchu tarcz zastosowano hamowanie prądami wirowymi. Moment hamujący wytwarzany jest za pomocą układu zwojnic prądu stałego 40, między biegunami których obracają się tarcze 32 nadajnika.

W czasie ruchu tarcz fotodioda 39 oświetlana jest strumieniem światła o zmiennym natężeniu wytwarzając sygnał, którego częstotliwość jest proporcjonalna do prędkości tłoczenia. Sygnał ten jest następnie wzmacniany za pomocą wzmacniacza wstępnego 13 (fig. 6).

Na fig. 8 przedstawiono przykład wykonania układu połączeń miernika 2 prędkości złożonego z połączonych szeregowo nadajnika prędkości 12, wzmacniacza wstępnego 13, przetwornika 14 „częstotliwość — napięcie” i komparatora 3 stanowiącego jedną całość z zespołem przetwarzającym 10. Komparator 3 jest połączony z zespołem 4 nastawiania prędkości, oraz zespołem korekcyjnym 22. Do wzmacniacza wstępnego 13 natomiast jest dołączony przetwornik 30 „logarytm — częstotliwość”.

Przetwornik 14 „częstotliwość — napięcie” stanowi dwukanałowy analogowy miernik częstotliwości pracujący na całkowitym obciążeniu.

Składa się on z dwóch stopni formujących, z układu kondensatorów, mostka prostującego, dwusekcyjnego filtra RC, wzmacniacza całkowitego oraz wzmacniacza stopniowego, stanowiącego obciążenie przetwornika.

Całkowity zakres pomiaru prędkości odpowiadający wartościom od 0,05 do 100 mm/sek podzielony jest w przełączniku zakresów 41 (fig. 8) na sześć zakresów. W celu zwiększenia szybkości działania przetwornika przy zadanych częstotliwościach nadajnika odpowiadających robocznemu zakresowi prędkości w układzie przetwornika następuje podwojenie częstotliwości przez pomiar częstotliwości nadajnika w dwóch kanałach pracujących na całkowitym obciążeniu.

Opisany wyżej układ pracuje w sposób następujący.

Wzmocniony i ograniczony sygnał, którego częstotliwość jest proporcjonalna do prędkości tłoczenia uzyskany na wyjściu wzmacniacza wstępnego 13 nadajnika prędkości doprowadzany jest przez kondensator rozdzielczy 42 na siatkę lewej połowy lampy 43 stanowiącej podstawowy element stopnia kształtującego.

Sygnał powstający na anodzie lewej połowy lampy 43 doprowadzany jest przez kondensator rozdzielczy 44 do symetrycznego przerzutnika zbudowanego na lampie 45 i stanowiącego drugi stopień formujący przetwornika „częstotliwość — napięcie”.

Impulsy prostokątne z anod lampy 45 kierowane są do dwóch kanałów przetwornika utworzonych przez zespoły kondensatorów 46 i 47 oraz prostownik mostkowy 48. Impulsy napięciowe wytwarzane są przez utrzymanie lampy 45 w stanie odetkanym za pomocą członów blokujących utworzonych przez diody 49, 50 włączone do źródła napięcia odniesienia + 100 V. Anody lampy są natomiast zasilane stabilizowanym napięciem 250 V. Napięcie wyjściowe przyrządu pomiarowego filtrowane jest przez dwusekcyjny filtr RC, którego pierwsza sekcja składa się z kondensatorów 51, 52, 53, 54, 55 i oporu wejściowego lampy 56. Odfiltrowane w tej pierwszej sekcji napięcie lub prąd proporcjonalne do częstotliwości doprowadzone jest w ujemnej biegunowości do katody lampy 56 znajdującej się na wejściu układu.

Kondensatory filtrujące 51 i 52 pierwszego zakresu w pierwszej sekcji filtru włączane są do obciążenia przez wzmacniacz całkowity zbudowany na lampie 57. Zastosowanie wzmacniacza całkowitego umożliwia powiększenie pojemności kondensatorów filtrujących $(1 + K)$ razy, gdzie K jest współczynnikiem wzmocnienia lampy 57 i ma wartość około 20.

Dru ga sekcja filtru złożona z zespołu kondensatorów 58 i opornika 59 włączona jest między połówkami lampy 56 w obwód anodowy jej lewej połówki, w który włączony jest również mikroamperomierz 60 wyskalowany w jednostkach prędkości i stanowiący jej wskaźnik.

Zespół do nastawiania prędkości składa się z podwójnego potencjometru 61, 62, przy czym potencjometr 61 połączony jest z dzielnikiem napięcia zbudowanym na oporach 63, 64, zaś 62 stanowi potencjometr korekcyjny.

W obwodzie anodowym prawej połówki lampy 56 następuje porównanie prądu mierzonego i nastawianego.

Wartość prądu nastawianego jest odwrotnie proporcjonalna do łącznego oporu obwodu złożonego z oporu potencjometru 61 i dzielnika napięcia zbudowanego na opornikach 63, 64. Ten sam obwód prądu nastawianego służy równocześnie jako opór obciążający komparatora.

Napięcie wyjściowe zdejmowane z obciążenia równe jest:

$$\Delta U = (i_2 - i_1) R$$

albo też

$$\Delta U : c (V_2 - V_1) R,$$

gdzie c — współczynnik proporcjonalności;

$$R = \frac{U_0}{i_2}$$

U_0 — napięcie na nieobciążonym dzielniku zbudowanym na oporach 63, 64;

$$i_2 \approx V_2.$$

a więc:

$$\Delta U = d \frac{\Delta V}{V_2}$$

gdzie d — stanowi stały współczynnik.

Wynika z tego, że połączenie w jeden układ zespołu nastawiania prędkości 4 i komparatora 3 umożliwia równocześnie przekształcenie różnicy prędkości w różnicę względną.

Przy zamykaniu włącznika 65 następuje uziemienie anody prawej połówki lampy 56 w tym położeniu włącznika 65 mikroamperometr 66 wskazuje nastawianą prędkość tłoczenia.

W przypadku równości prądu nastawianego i prądu mierzonego potencjał prawej anody lampy 56 jest równy zeru, natomiast w przypadku występującej różnicy między prądem mierzonym i_1 i prądem nastawianym i_2 względna różnica tych wartości proporcjonalna do odchylenia i występująca na anodzie prawej połówki lampy 56 doprowadzana jest do modulatora 15 (fig. 6) stanowiącego element wejściowy nadajnika impulsów 5.

De rejestracji roboczej prędkości tłoczenia przewiduje się w zespole pomiarowym dodatkowy kanał pomiaru prędkości. W związku z szerokim zakresem mierzonych prędkości i koniecznością doprowadzania pomiarów ze stałą względną dokładnością kanał ten stanowi przetwornik 30 czę-

stotliwości w napięcie proporcjonalne do logarytmu częstotliwości. Przetwornik ten składa się z układu przekształcającego doprowadzany sygnał częstotliwości w impulsy prostokątne o stałej amplitudzie oraz z szeregu obwodów prostowniczych zbudowanych w układzie podwajaczy napięcia i szeregowo połączonych, przy czym każdy z tych obwodów połączony jest przez kondensator z obciążeniem, na którym sumowana jest wartość napięcia.

Jako zespół do formowania impulsów prostokątnych służy wzmacniacz — ogranicznik zbudowany na lampie 67 (fig. 8), w którego obwód katodowy lub anodowy włączone są stabilizatory krzemowe 68, 69. Zdejmowane z tych stabilizatorów impulsy prostokątne doprowadzane są przez kondensatory 70, 71, 72, 73 równocześnie do czterech obwodów prostowniczych 74, 75, 76, 77, których obciążenie stanowią oporniki 78, 79, 80, 81. Kondensatory 82, 83, 84, 85 stanowią filtry tych obwodów prostujących. Sumaryczne napięcie powstające na obciążeniu szeregowo włączonych obwodów podwajaczy napięcia doprowadzane jest na siatkę wtórника katodowego zbudowanego na prawej połowie lampy 43. Prąd początkowy wtórника katodowego kompensowany jest przez ujemne źródło napięcia za pomocą opornika 86. Prąd wyjścia wtórника katodowego proporcjonalny do logarytmu częstotliwości (logarytmu prędkości) rejestrowany jest przez urządzenie samopiszzące 31 włączone poprzez opornik 87 w obwód katody wtórника katodowego.

Budowa i działanie zespołu korekcyjnego 22 służącego do koordynacji pracy regulatora w aspekcie rzeczywistych parametrów zaworu regulacyjnego przedstawionego na fig. 9 opisane jest poniżej.

Schemat elektryczny na fig. 9 przedstawia poszczególne zespoły nadajnika impulsów 5: modulator 15 (fig. 6), wzmacniacz mocy 16, detektor 17, dyskryminator fazowy 18, przetworniki 19, 20, 21, jednobiegunowy dyskryminator fazowy 88 (fig. 9) z mikroamperomierzem do wizualnej kontroli przebiegu regulacji.

Zadanie nadajnika impulsów 5 polega na ustaleniu czasu trwania impulsu t_1 niezbędnego dla nastawienia obwodów regulacji w zależności od wielkości regulowanego odchylenia, spadku ciśnienia na zaworze i wielkości nastawianej prędkości jak również czasu trwania przerwy t_2 odpowiadającego przerwie w obwodzie regulacji jako funkcji nastawianej prędkości V_2 .

Wartość odchylenia będącego przedmiotem regulacji, określona jako napięcie ΔU wytworzone w komparatorze 3, doprowadzona jest do modulatora zbudowanego na tranzystorach 89, 90, w którym zostaje przekształcona na napięcie prądu zmiennego, którego amplituda jest proporcjonalna do wartości odchylenia $\frac{\Delta V}{V}$, zaś faza jest zależna od znaku tego odchylenia.

Dzielnik napięcia zbudowany na opornikach 91, 92, 93, 94 oraz diody 95 i 96 zapewniają wytworzenie rozłączeń ograniczających wartość odchylenia będącego przedmiotem regulacji w zakresie 25% zadanej prędkości.

Zmodulowany sygnał odchylenia doprowadzony

zostaje do modulatora przez kondensator rozdzielczy 97 na siatkę lampy 98 stanowiącej główny element wzmacniacza mocy. Jako obciążenie tego wzmacniacza służy transformator 99.

Wzmocniony sygnał zostaje zdemodulowany w demodulatorze 17, odfiltrowany i doprowadzony z ujemnym znakiem na wejście przetwornika funkcyjnego 19 (fig. 6).

Sygnał z uzwojenia 100 transformatora 99 zostaje podany na jednotorowy fazowy demodulator 88 zbudowany na transformatorze 101 i diodach 102 i 103, którego obciążenie stanowi mikroamperomierz 104 służący do wizualnej obserwacji procentowej wartości odchylenia prędkości w czasie przebiegu tłoczenia.

Dyskryminator fazy 18 służący do określenia znaku odchylenia zbudowany jest na uzwojeniu 105 transformatora 99 na stabilizatorach 106 i 107 i lampach 108 i 109 (fig. 10). Obciążenie lamp 108 i 109 demodulatora stanowią przełączniki elektromagnetycznego prądu stałego 110 i 111.

Ponieważ w układzie regulacji organem nastawczym 6 zaworu 7 (fig. 6) jest silnik prądu stałego sterowany napięciem wirnika i pracujący w warunkach stałego przyspieszania, lub opóźnienia, widoczne jest że droga zasuwu zaworu jest proporcjonalna do kwadratu czasu włączenia silnika 29 , zgodnie ze wzorem $\Delta h = et^2$, gdzie Δh — przesunięcie zasuwu zaworu, e — stała.

Uwzględniając powyższe należy określić długość impulsu jako pierwiastek kwadratowy wartości odchylenia, czyli $t_1 = b \sqrt{\frac{\Delta V}{V}}$. Jeśli charakterystyka zaworu ma charakter wykładniczy, wówczas jednemu i temu samemu bezwzględnemu przesunięciu Δh zasuwu zaworu odpowiada jeden i ten sam względny przyrost prędkości $\frac{\Delta V}{V}$. W tym przypadku współczynnik b jest stały i równy stosunkowi współczynników $\frac{a}{m}$.

Przetwornik funkcyjny 19 łącznie z przetwornikiem 20 zapewniają przy tym otrzymanie powyższych zależności.

Zespół do korekcji kształtu krzywej przetwornika funkcyjnego 19 (fig. 6) funkcji nastawianej prędkości oraz powiększenia nachylenia charakterystyki przetwornika na jej początkowym odcinku zbudowany jest na tranzystorze 112 (fig. 9).

Sposób działania tego zespołu korekcyjnego jest następujący.

Przy przepływie prądu kolektorowego przez tranzystor 112 (fig. 9) sterowany prądem stanowiącym funkcję zadanego prądu i_2 i zdejmowanego z anody lampy 113 stanowiącej główny element uni-wibratora, napięcie na dzielniku oporowym przetwornika zbudowanego na oporach 114, 115, 116, 117 zmienia się w ten sposób, że napięcie na oporniku 114 zmniejsza się, zaś na oporniku 117 wzrasta, przez co gwałtowniej wzrasta krzywa przybliżenia na swym odcinku początkowym. Natomiast wzrost końcowej części krzywej poza punktami przecięcia mierzony jest za pomocą opornika 118.

Z przetwornika funkcyjnego 19 sygnał doprowa-

dzany jest przez opornik 119 do siatki lampy 120 stanowiącej podstawowy element wtórnika katodowego (na wejściu przetwornika 20 — fig. 6). Sygnał z wyjścia wtórnika katodowego doprowadzany jest do siatki lampy 121 stanowiącej podstawowy element przerzutnika.

W normalnym stanie przerzutnika lewa połówka lampy jest przewodząca, a prawa zatkana. Sygnał odchylenia o ujemnej biegunowości powoduje przestawienie przerzutnika, wskutek czego na katodzie prawej połówki lampy 121 powstaje napięcie, które doprowadzone zostaje do siatki lampy 122 stanowiącej podstawowy element wtórnika katodowego, na której anodę jest włączony przełącznik 123 czasu trwania impulsu.

Przełączenie przerzutnika następuje w tej chwili, gdy napięcie na jego siatce sterującej spada do wartości zerowej. Tym samym w przypadku przekroczenia przez sygnał odchylenia wartości strefy nieczułości następuje zadziałanie przerzutnika zbudowanego na lampie 121. Wówczas następuje włączenie przełącznika 123, a tym samym rozpoczęcie się impulsu t_1 określającego początek procesu regulacji.

Równocześnie z włączeniem przełącznika 123 powstaje na katodzie lampy 122 napięcie oddziaływające na diodę 124 i powodujące rozpoczęcie ładowania jednego z kondensatorów 125, 126, 127 w obwodzie: dioda 128, anoda lewej połówki lampy 113, oporniki 129 i 130 oraz dzielnik 131, 132 w obwodzie anodowym lewej połówki lampy 133. Wzrastające napięcie doprowadzone jest z kondensatorów 125, 126, 127 do siatki wtórnika katodowego zbudowanego na prawej połówce lampy 133 i z jej katody przez opornik 134 do siatki lampy 120 wtórnika katodowego, w którym napięcie to jest porównywane z wartością odchylenia. W przypadku gdy napięcie sprzężenia zwrotnego osiąga wartość równą wartości odchylenia, następuje odłączenie przerzutnika zbudowanego na lampie 121, odłączenie napięcia oddziaływającego na diodę 124, zaś kondensatory 125, 126, 127 zostają szybko rozładowane poprzez diodę 124 i włączenie w obwód katody lampy 122 oporniki 135 o niewielkiej oporności. Tym samym układ regulacji przygotowany zostaje do następnego cyklu pracy.

Przy odłączeniu przerzutnika włączony zostaje końcowym czołem impulsu uniwbator zbudowany na lampie 136, z którego napięcie o dodatnim znaku doprowadzone zostaje do siatki przerzutnika blokując możliwość jego ponownego włączenia, a tym samym przerywając obwód regulacji na czas t_2 niezbędny dla zakończenia przebiegu procesu. Czas ten określony jest bezwładnością prasy miernika prędkości oraz wielkością wybiegu silnika uruchamiającego zawór. Czas trwania impulsu uniwbatora nastawiany jest przez stałą czasową RC obwodu 137, 138. W opisanym schemacie czas trwania impulsu uniwbatora jak również czas trwania przerwy między impulsami sterującymi reguluje się w zależności od prędkości tłoczenia. Uzyskuje się to dzięki równoległemu włączeniu kondensatorów 138 do kondensatorów 139, 140, 141.

W celu ułatwienia nastawienia regulacji przewi-

duje się w układzie możliwość zmiany współczynników proporcjonalności wartości odchylenia i czasu trwania impulsu sterującego t_1 .

Przez przełączenie pojemności 125, 126, 127 zmienia się skokowo wielkość opóźnienia, przy czym zmiany te odpowiadają wielokrotności liczby 2. Ciągła regulacja w obrębie tych stopni możliwa jest zmianą prądu ładowania kondensatorów 125, 126, 127 uzyskiwanej przez odpowiednią zmianę wartości oporności 130 w obwodzie ładowania.

Szybkość wzrostu napięcia sprzężenia zwrotnego określa czas trwania impulsu sterującego t_1 , gdyż w chwili gdy napięcie to uzyska wartość odchylenia następuje odłączenie przerzutnika i przełącznika 123, a tym samym zakończenie przebiegu sterowania silnika zaworu. Szybkość wzrostu napięcia sprzężenia zwrotnego a tym samym i czasu trwania impulsu sterującego t_1 regulowane są w opisanym schemacie urządzenia jako funkcje wartości zadanego prądu (nastawionej prędkości tłoczenia) oraz spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym. Regulacja ta odbywa się w następujący sposób.

Prąd do ładowania kondensatorów 125, 126, 127 doprowadzany jest przez szeregowo włączone oporniki 129 i 130 połączone z dzielnikiem napięcia zbudowanym na opornikach 131, 132. Oporniki 131, 132 włączone są w obwód anodowy lewej połówki lampy 133. Do siatki sterującej tej lampy doprowadzane jest napięcie z potencjometru 142 połączonego z katodą lampy 143 (fig. 10) stanowiącej podstawowy element wzmacniacza sygnału różnicowy ciśnień. Napięcie na potencjometrze 142 określone jest przez wartość różnicy ciśnień na zaworze regulacyjnym. W zależności od wartości tej różnicy ciśnień zmienia się prąd płynący przez lewą połówkę lampy 133 (fig. 9), a tym samym napięcie na opornikach 131 i 132, przez które płynie prąd ładowania. Przy większej wartości prądu ładowania wzrasta szybkość wzrostu napięcia sprzężenia zwrotnego, a tym samym zmniejsza się czas trwania impulsu sterującego t_1 . Odwrotnie czas ten wzrasta przy mniejszym prądzie ładowania.

W ten sposób czas trwania impulsu sterującego korygowany jest w zależności od spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym.

Jak to już wyżej opisano obwód ładowania kondensatorów 125, 126, 127 zawiera uniwbator zbudowany na lampie 113 i włączany przez ujemne impulsy o stałej częstotliwości, na przykład 100 Hz.

Do lewej siatki zbudowanego na lampie 113 uniwbatora doprowadzane jest napięcie stanowiące funkcję zadanej wartości prądu i_2 (nastawionej prędkości tłoczenia). Napięcie to zdejmwane jest ze szczotki potencjometru 62 zespołu korekcyjnego 22 prędkości (fig. 6 i 8). Potencjometr 62 jest przy tym mechanicznie sprzężony z potencjometrem 61 służącym do nastawiania prędkości.

Zespół korekcyjny prędkości (fig. 8) składa się z sześciu członów (gdyż taka jest liczba zakresów) zmontowanych na płytach 145, 146 przełącznika zakresów 41. Każdy z członów tego zespołu składa się z opornika stałego 147, opornika nastawnego

148 i diody 149. Dwa człony korekcyjne odpowiadające dwóm ostatnim zakresom nie mają diod. Szczotka przełącznika 146 połączona jest z końcówką potencjometru 62 sprzężonego mechanicznie z potencjometrem 61 do nastawiania prędkości. Elektrycznie korygujący potencjometr 62 włączony jest do obciążenia wtórnika katodowego zbudowanego na lampie 150. Szczotka płyty 145 przełącznika zakresów jest natomiast włączona na wejście tego wtórnika katodowego. Na wejście wtórnika katodowego jest również włączony dzielnik napięcia zbudowany na opornikach 151, 152 i służący do nastawiania potencjału początkowego na siatce wtórnika. Oporność wejściowa dzielnika napięcia jest równa oporności potencjometru korekcyjnego 62.

Sposób działania zespołu korekcyjnego jest opisany poniżej.

Przy ustawieniu przełącznika zakresów w pierwsze położenie (fig. 8) napięcie zdejmowane ze szczotki potencjometru 62 określone jest przez napięcie początkowe na wyjściu wtórnika katodowego i położenie szczotki potencjometru 62 oraz wielkość oporności nastawianego opornika 148 członu korekcyjnego pierwszego zakresu.

Przy ustawieniu przełącznika zakresów w drugie położenie człon korekcyjny pierwszego zakresu jest włączony przez kolektor 145 przełącznika na wejście wtórnika katodowego, zaś człon korekcyjny drugiego zakresu przez kolektor 146 przełącznika do potencjometru 62. Tym samym napięcie zdejmowane ze szczotki potencjometru jest w tym położeniu określone napięciem zdejmowanym z wyjścia wtórnika katodowego równym napięciu końcowemu pierwszego zakresu, jak i położeniem szczotki potencjometru oraz wielkością oporności członu korekcyjnego drugiego zakresu.

Napięcie na wyjściu wtórnika katodowego mające wartość równą napięciu końcowemu pierwszego zakresu jest w tym przypadku określone przez dodatkowy spadek napięcia na oporze wejścia wtórnika katodowego członu korekcyjnego pierwszego zakresu. W następnych położeniach przełącznika zakresów człon korekcyjny drugiego zakresu włączony jest przez kolektor 145 przełącznika i człon korekcyjny pierwszego zakresu oraz diodę 149 na wejście wtórnika katodowego. Natomiast człon korekcyjny trzeciego zakresu włączony jest przez kolektor 146 przełącznika na potencjometr 62. W tym przypadku napięcie na wyjściu wtórnika katodowego określone jest wielkością spadku napięcia na oporze wejściowym wtórnika katodowego członu korekcyjnego pierwszego i drugiego zakresu i równe jest napięciu końcowemu drugiego zakresu.

Tym samym przy dowolnym położeniu przełącznika zakresów napięcie wyjściowe na wtórniku katodowym jest określone spadkiem napięcia na oporze wejściowym wtórnika napięcia członów korekcyjnych wszystkich poprzednich zakresów. To napięcie wyjściowe jest tym samym równe napięciu końcowemu wszystkich poprzednich zakresów. Natomiast napięcie wyjściowe w układzie jest równe sumie napięcia na wyjściach wtórników katodowych i określone napięciem zdejmowa-

wanym ze szczotki potencjometru ustawionego przez człon korekcyjny na odpowiednim zakresie.

Napięcie zdejmowane z zespołu korekcyjnego i stanowiące funkcję zadanej wartości prądu doprowadzone jest poprzez opornik 144 do lewej siatki lampy 113 (fig. 9) stanowiącej główny element uniwibratora. Napięcie to zmienia stosunek przerw impulsów uniwibratora, a tym samym także prędkość ładowania kondensatorów 125, 126, 127.

Gdy lewa połówka lampy 113 otwarta jest przez większą część okresu, odpowiednio większa część prądu ładowania zmostkowana jest przez lampę, a kompensacja powstającego odchylenia przez napięcie sprzężenia zwrotnego na wtórniku katodowym zbudowanym na lampie 120, następuje w odpowiednio dłuższym czasie. W wyniku tego wzrasta również czas trwania impulsu sterującego. W ten sposób możliwa jest zmiana czasu trwania impulsu sterującego przez sterowanie stosunku przerw impulsów uniwibratora jako funkcję zadanej wartości prądu i_2 .

Tym samym w nadajniku impulsów uzyskuje się impulsy sterujące, których czas trwania t_1

stanowi funkcję wartości odchylenia $\frac{\Delta v}{V}$, zadane go prądu i_2 (nastawionej prędkości) i spadku ciśnienia ΔP na zaworze regulacyjnym.

Fig. 10 przedstawia schemat elektryczny stopnia końcowego z zespołem blokującym, uniemożliwiającym otwarcie zaworu regulacyjnego przy niedostatecznym spadku ciśnienia na nim i przekształcającego prostokątne impulsy napięciowe na trójkątne impulsy prądowe do sterowania wzmacniacza elektromaszynowego 28 zespołu nastawczego 6. Na fig. 10 jest przedstawiony schemat dyskryminatora fazy 18 nadajnika impulsów 5, czujnik ciśnienia 26, 27 oraz schemat połączeń automatycznego włączania regulatora w proces tłoczenia na prasie po zakończeniu próby ciśnienia.

Zespół blokujący i stopień końcowy 11 regulatora zbudowane są na lampie 153 pracującej jako wzmacniacz. W przypadku gdy nie występuje odchylenie będące przedmiotem regulacji lampa 153 jest zablokowana przez ujemne napięcie wstępne, doprowadzane ze źródła ujemnego napięcia przez normalnie otwarty styk 154 przełącznika 123 do siatki lampy (fig. 9). Dzielnik napięcia złożony z oporników 155 i 156 (fig. 10), oraz dioda 157 służą do nastawiania punktu pracy wzmacniacza.

W chwili powstania odchylenia będącego przedmiotem regulacji przez normalnie zamknięty styk 158 przełącznika 123 doprowadzone zostaje napięcie ze źródła napięcia dodatniego poprzez opornik 159 do siatki lampy 153. W obwodzie anodowym stopnia końcowego 11 włączone zostaje przez normalnie zamknięte styki 160, 161 przełącznika 110 i 111 uzwojenia sterujące wzmacniacza elektromaszynowego. Podzespoły wyjściowe dyskryminatora fazowego 18 (fig. 6) zbudowane są na lampach 108, 109, w których obwodach anodowych włączone są przełączniki 110, 111.

Lampy 108, 109 (fig. 10) pracują w ten sposób, że w przypadku braku odchylenia będącego przed-

miotem regulacji są one zablokowane przez ujemne stałe napięcie dostarczane z dzielnika napięcia utworzonego przez oporniki 162, 163 (fig. 9) i normalnie otwarty styk 164 przełącznika 165 (fig. 10).

Do siatek sterujących lamp 108, 109 doprowadzany jest sygnał z elementów stabilizacyjnych 106, 107 włączonych w uzwojenie 105 transformatora 99. Siatki ekranujące lamp stopnia końcowego zasilane są napięciem przemiennym. Sygnał z lamp stabilizacyjnych 106 i 107 doprowadzany jest do siatek obydwu lamp 108, 109 dyskryminatora, powodując włączenie tej lampy, w której faza doprowadzonego sygnału jest zgodna z fazą napięcia zasilającego siatki ekranujące.

W chwili gdy powstaje odchylenie będące przedmiotem regulacji następuje włączenie odpowiedniego przełącznika 110, 111 i zamknięcie przez jego styk 160 lub 161 (fig. 10) obwodu lampy 153 oraz odpowiedniego uzwojenia wzmacniacza elektromaszynowego. Po włączeniu przełącznika 123 na skutek otwarcia styku 154, napięcie zatykające jest zdejmowane z siatki lampy 153 i doprowadzane jest do siatki przez styk 158 i opornik 159 liniowo rosnące napięcie. W czasie odpowiadającym włączeniu przełącznika 123 do obciążenia stopnia końcowego przedstawionego jak uzwojenie sterujące wzmacniacza elektromaszynowego doprowadzany jest liniowo wzrastający prąd, którego szybkość wzrostu jest stała i określona przez napięcie doprowadzone za pomocą kondensatora 166 i opornika 159.

Na lampie 167 zbudowane są wzmacniacze 24, 25 sygnału otrzymywanego z czujników 26, 27 ciśnienia panującego w urządzeniu hydraulicznym i w cylindrze. Jako obciążenie tych wzmacniaczy służą transformatory 168, 169.

Napięcia uzwojeń wtórnych transformatorów 168, 169 prostowane są za pomocą prostowników mostkowych 170, 171, wygładzane za pomocą kondensatorów 172 i 173 i zdejmowane z oporników obciążenia 174, 175.

Z oporników obciążenia 174, 175 doprowadzane jest napięcie proporcjonalne do różnicy ciśnień w cylindrze i prasie hydraulicznej do siatki i katody wzmacniacza różnicowo-ciśnieniowego zbudowanego na lewej połówce lampy 143. Z wyjścia tego wzmacniacza napięcie określone różnicą ciśnień w prasie hydraulicznej w cylindrze doprowadzane jest przez potencjometr 176 do siatki prawej połówki lampy 143, której obciążenie włączane jest przez zespół blokujący. Zespół ten składa się z przełącznika 177 służącego do blokowania przebiegu regulacji w tych przypadkach, w których spadek ciśnienia na zaworze jest mniejszy od nastawionej wartości. Wówczas następuje zadziałanie przełącznika 177, który przerywa przez swój styk 178 obwód zasilania siatki ekranującej lampy 153. Przekazanie rozkazu zamknięcia zaworu nie jest przy tym blokowane, ponieważ przy zadziałaniu przełącznika 111 (zamykanie zaworu) jego styk 179 podtrzymuje otwarty styk 178 przełącznika 177. Warunki zadziałania przełącznika 177 nastawiane są za pomocą potencjometru 176.

Na lampie 180 zbudowany jest ponadto stopień

wzmacniający sygnał z czujnika 27 ciśnienia w cylindrze prasy. W obwodzie lampy 180 znajduje się przełącznik 181 do włączania regulatora w procesie tłoczenia po uprzednim dokonaniu próby ciśnienia.

Sygnał proporcjonalny do wielkości ciśnienia w cylindrze zdejmowany jest z połówki uzwojenia pierwotnego transformatora 168 i doprowadzany przez kondensator rozdzielczy 182 do prostownika zbudowanego na diodach 183. Wyprostowane napięcie jest filtrowane i doprowadzone do siatki sterującej lampy 180. Do tej samej siatki doprowadzane jest również przez kolektor 184 przełącznika ujemne napięcie z dzielnika napięcia zbudowanego na opornikach 185, 186, 187, 188, 189. Ustawianie punktu zadziałania przełącznika 181 odbywa się skokowo, czyli przełącznik ten może działać przy różnorodnych wartościach ciśnienia w cylindrze i przekazuje rozkaz do włączenia regulatora do pracy wtedy, gdy swym stykiem 190 przerywa obwód przełącznika 165.

Jest to niezbędne z tego powodu gdyż w zależności od rodzaju materiału i temperatury prasowanego wlewka płynięcie metalu przy rozpoczęciu prasowania następuje przy różnorodnych wartościach ciśnień w cylindrze. Dla bardzo miękkich stopów na przykład aluminium, moment włączenia regulatora do pracy określany jest nie przez wartość ciśnienia w cylindrze, lecz przez odpowiedni odcinek czasu.

W skrajnym położeniu szczotki na kolektorze 184 przełącznika, pełne napięcie ujemne doprowadzane jest ze źródła do siatki sterującej lampy 180. Ze szczotki kolektora przełącznika 191 doprowadzane jest do tej samej siatki dodatnie napięcie z kondensatora 192, którego ładowanie odbywa się z dodatniego źródła napięcia przez oporniki 193, 194 po zamknięciu styku 195 nieuwidocznionego na rysunku układu sterującego prasy.

Przy skrajnym położeniu szczotek przełączników 184, 191 opóźnienie czasowe do włączenia przełącznika ciśnieniowego 181 określone jest stałą czasową obwodu ładowania kondensatora 192 i regulowane w zakresie od 1 do 5 przez nastawny opornik 194.

Praca regulatora przy wstępnym prasowaniu jest następująca.

Przez zamknięcie styku 195' następujące równocześnie z zamknięciem styku 195, włącza się przełącznik 165, którego normalnie otwarty styk 196 nastawia się na samozasilanie. Równocześnie przez styk 197 przerywany zostaje obwód siatki ekranującej lampy 153 i przez normalnie zamknięty styk 198 połączony bezpośrednio z wyjściem regulatora. Ponadto przy włączaniu przełącznika 165 zostaje przerywany przez styk 164 obwód dzielnika napięcia wstępnego dyskryminatora fazowego 18. Lampy 108, 109 zostają zatłakane przez pełne ujemne napięcie źródła. Wskutek tego przy próbie ciśnienia do uzwojeń sterujących wzmacniacza elektromaszynowego nie jest doprowadzany prąd. Próba ciśnienia przeprowadzana jest w nieuwidocznionym na rysunku kanale okrężnym. Normalnie zamknięty styk 199 przełącznika 165 służy do włączania zasuw

Włączenie przekaźnika 181 następuje wówczas, gdy w cylindrze występuje nastawione za pomocą przełącznika 184 ciśnienie, albo też po upływie odpowiedniego czasu. Wówczas następuje włączenie obwodu stopnia końcowego i regulator jest gotów do pracy.

Jak wiadomo prędkość tłoczenia w celu wyeliminowania braków ograniczona jest określoną wartością maksymalną zależną od rodzaju prasowanego materiału (stopu), kształtu matrycy i współczynnika wydłużenia (gdy pomiar prędkości tłoczenia następuje jak to zwykle ma miejsce przez pomiar prędkości ruchu tłoka prasującego). Przy pracy ze sterowaniem ręcznym, gdzie jak wiadomo utrzymanie maksymalnej wartości prędkości nie jest możliwe, tłoczenie odbywa się ze zmniejszoną prędkością przez co odpowiednio zmniejsza się jego wydajność.

Zastosowanie regulatora umożliwia podniesienie średniej wartości prędkości tłoczenia w pobliżu górnej granicy prędkości, przez co uzyskuje się lepsze wykorzystanie urządzeń przy równoczesnym praktycznym wyeliminowaniu możliwości powstawania braków, które mogłyby powstać przy przekroczeniu prędkości dopuszczalnej.

Opisany wyżej regulator zapewnia w porównaniu do znanych układów wyższą jakość regulacji. Zainstalowanie regulatora na prasie jest stosunkowo proste i sprowadza się do określenia dwóch zależności: czasu trwania rozkazu i funkcjonalnej zależności tego czasu od prędkości tłoczenia oraz spadku ciśnienia na zaworze.

Instalowanie urządzenia nie wymaga przy tym wykonywania specjalnych doświadczeń i prób i może być wykonywane w czasie normalnej pracy

Zastrzeżenia patentowe

1. Regulator prędkości tłoka prasy hydraulicznej wyposażony w czujnik do pomiaru prędkości tłoka i zespół do nastawiania prędkości włączone do komparatora sprzężonego z zespołem nastawiającym zawór regulujący służący do sterowania prędkości tłoka, **znamienny tym**, że jest zaopatrzony w nadajnik (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów i sygnału do wyłączenia układu regulacji umieszczony między komparatorem (3) i zespołem nastawczym (6) zaworu regulacyjnego (7).
2. Regulator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że nadajnik (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału do wyłączenia układu regulacji jest połączony przynajmniej z jednym manometrem, najkorzystniej manometrem różnicowym do pomiaru spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym (7).
3. Regulator według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że zawiera przełącznik zakresu prędkości tłoczenia wyposażony w zespół (10) do przetwarzania różnicy prędkości w różnicę względną, który jest połączony z nadajnikiem (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów.
4. Regulator według zastrz. 3, **znamienny tym**, że

zespół (10) do przekształcania różnicy prędkości w różnicę względną stanowi jedną całość z komparatorem (3).

5. Regulator według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że nadajnik (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału do wyłączenia układu regulacji stanowi jedną całość z miernikiem (2) prędkości ruchu tłoka.
6. Regulator według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że nadajnik (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału do wyłączenia układu regulacji stanowi jedną całość z zespołem (4) do nastawiania prędkości tłoka (1').
7. Regulator według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że jest wyposażony w zespół wybieraka (9) prędkości większej z dwu wartości, a mianowicie mierzonej i nastawianej, który jest połączony z nadajnikiem (5) impulsów.
8. Regulator według zastrz. 1—7, **znamienny tym**, że jest wyposażony w przełącznik zakresów (41) połączony z miernikiem (2) prędkości ruchu tłoka (1') i z nadajnikiem impulsów (5).
9. Regulator według zastrz. 3, 4, 6, 8, **znamienny tym**, że nadajnik (5) pojedynczych impulsów lub grup impulsów oraz sygnału do wyłączenia układu regulacji jest zaopatrzony w zbudowany na diodach odcinkowo-liniowy przetwornik (19) tworzący wielkość proporcjonalną do pierwotnej kwadratowej z sygnału odpowiadającego różnicy prędkości, sprzężony z przerzutnikiem działającym przy przekroczeniu określonej wartości sygnału z przetwornika, przy czym przerzutnik ten jest zaopatrzony w obwód opóźniający (125, 126, 127, 133) włączony na jego wyjściu i zapewniający liniowo-czasowy wzrost napięcia wyłączającego, a ponadto nadajnik (5) jest wyposażony w uniwibrator, którego stosunek przerwy zmienia się odpowiednio do nastawionej prędkości i który jest sprzężony z obwodem opóźniającym przerzutnika, a ponadto w dzielnik napięcia (131, 132) sterowany przez spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym (7) w ten sposób, że prędkość wzrostu napięcia wyłączającego zależna jest od nastawionej prędkości i spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym (7), oraz w uniwibrator pomocniczy połączony z przełącznikiem zakresów przerzutnika, przez który jest wyzwalany, przy czym połączenie przerzutnika z uniwibratorem pomocniczym jest takie, że w czasie działania tego uniwibratora przerzutnik jest zablokowany rozwierając układ regulatora.
10. Regulator według zastrz. 8 i 9, **znamienny tym**, że w celu uproszczenia nastawiania i polepszania jakości regulacji jest wyposażony w człony korekcyjne i potencjometr (62) połączony mechanicznie z zespołem (4) nastawiania prędkości tłoka (1') prasy i elektrycznie z kolektorami (145, 146) przełącznika zakresów członów korekcyjnych zbudowanych na opornikach (147, 148) i diodach (149).
11. Regulator według zastrz. 1—10, **znamienny tym**, że jest zaopatrzony w zespół blokujący do otwierania zaworu regulacyjnego (7) włą-

21

czony między nadajnik (5) impulsów i zespół (6) do nastawiania zaworu regulacyjnego (7), który blokuje możliwość jego otwarcia, gdy

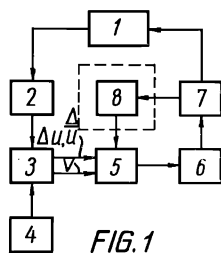


FIG. 1

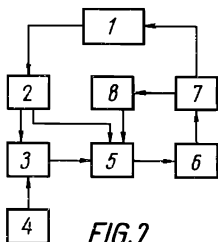


FIG. 2

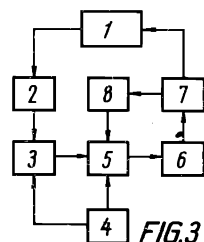


FIG.3

22

spadek ciśnienia na zaworze jest mniejszy od
nastawionej wartości spadku ciśnienia.

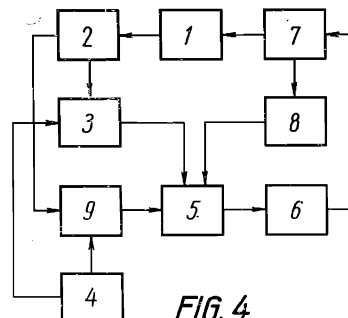


FIG. 4

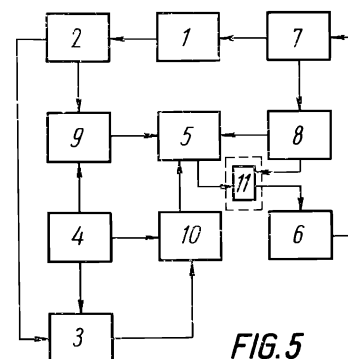


FIG. 5

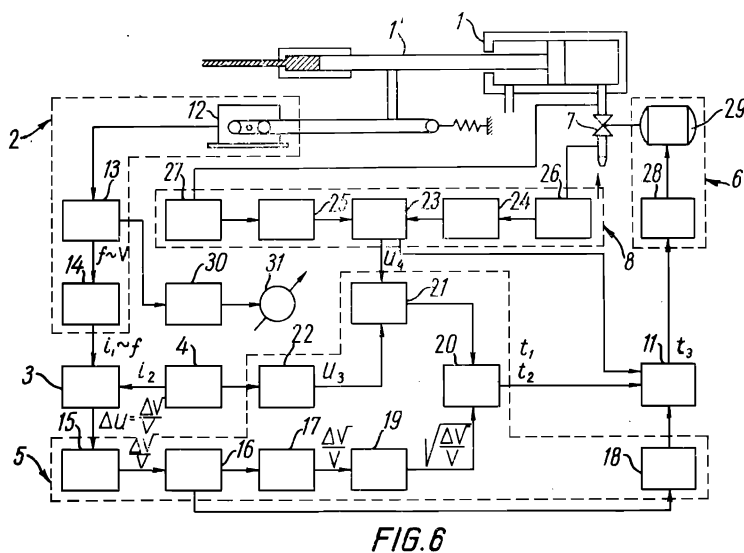


FIG. 6

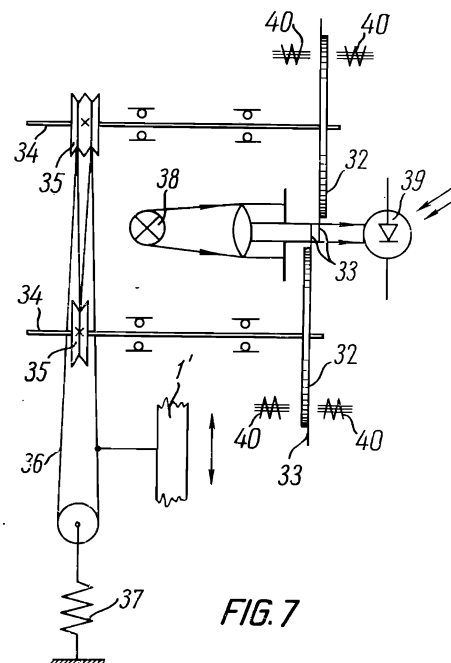


FIG. 7

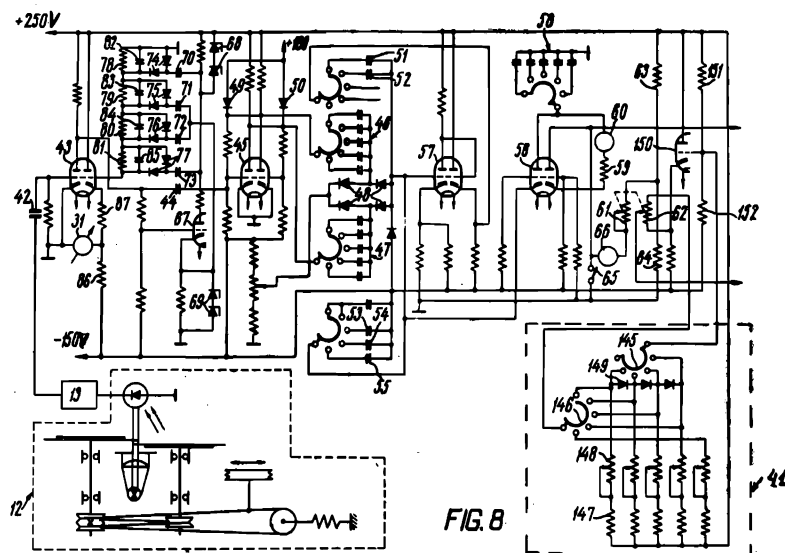


FIG. 8

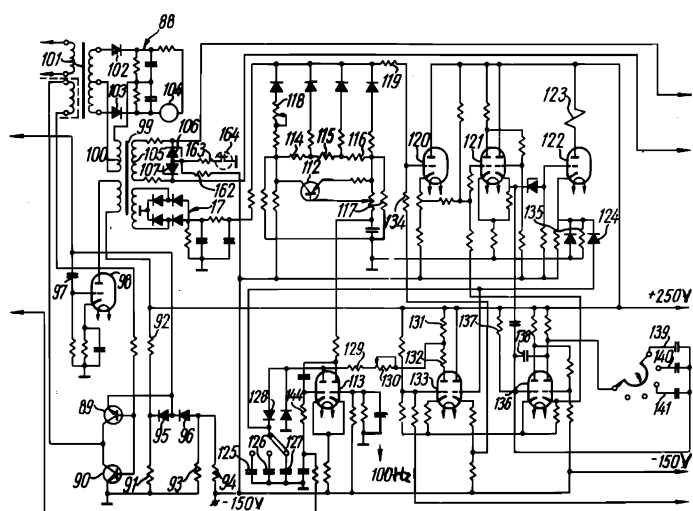


FIG. 9

