



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 01.12.75 (P. 185182)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 18.07.77

Opis patentowy opublikowano: 30.12.1978

CZYTELNIĄ

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.² G01N 21/58

Twórcy wynalazku: Zdzisław Słowiński, Józef Kirkiewicz, Anna Szaynok,
Florian Ratajczyk

Uprawniony z patentu: Politechnika Wrocławska, Wrocław (Polska)

Pomiarowy przetwornik optyczny

1

Dziedzina Techniki. Przedmiotem wynalazku jest pomiarowy przetwornik optyczny do pomiarów ekstynkcji ośrodka, zwłaszcza do pomiaru stężenia zapylenia gazów w przewodach.

Stan techniki. Znany jest z polskiego opisu patentowego nr 88011 pyłomierz optyczny do ciągłego pomiaru stężenia zapylenia gazów w przewodach, którego układ optyczny wytwarza trzy strumienie świetlne przesunięte w przestrzeni względem siebie, strumień pomiarowy, porównawczy i sterujący. Ze strumieniami tymi współpracuje wirująca tarcza ustawiona pomiędzy źródłem światła a otworem kanału pomiarowego, która ma dwa otwory w kształcie półpierścieni, usytuowane każdy na innym jej promieniu. Pyłomierz jest wyposażony w dwa fotoelementy umieszczone po przeciwnej stronie tarczy niż źródło światła. Pierwszy, pomiarowy fotoelement jest usytuowany na drodze strumienia pomiarowego i strumienia porównawczego, zaś drugi, sterujący fotoelement znajduje się na drodze sterującego strumienia, który jest ustawiony na przeciw otworu usytuowanego na innym promieniu niż pozostałe strumienie, ustawione naprzeciwko tego samego otworu wirującej tarczy.

W pyłomierzu znajduje się elektroniczny różnicowy układ pomiarowy wyposażony w elektroniczny przełącznik do wejścia którego jest przyłączony pomiarowy fotoelement. Jego sterujące wejście jest połączone z drugim, sterującym fotoelementem, natomiast wyjście elektronicznego przełącznika jest

2

przyłączone do toru pomiarowego i porównawczego, przyłączonych do wejścia układu indykacji wyniku. Pomiedzy wyjście pomiarowego fotoelementu a wejście elektronicznego przełącznika jest włączony regulator wzmocnienia oraz wzmacniacz, natomiast pomiędzy wyjściem toru porównawczego a regulatorem znajduje się pętla sprzężenia zwrotnego, którego elementem jest układ sterowania tym regulatorem. W celu uzyskania stabilnych obrotów tarczy jedno z wyjść elektronicznego przełącznika jest połączone, poprzez układ stabilizacji obrotów, z napędem wirującej tarczy. Dla eliminacji zakłóceń świetlnych na drodze strumienia jest umieszczony dodatkowy filtr optyczny o paśmie przepuszczania analogicznych do pasma światła wytwarzanego w układzie optycznym przed wirującą tarczą.

Znany pyłomierz charakteryzuje się tym, że działa w oparciu o rozdział czasowy pomiędzy pracą toru pomiarowego a pracą toru porównawczego. Strumienie świetlne pomiarowy i porównawczy są kolejno kierowane na pomiarowy fotoelement. Sygnał elektryczny z tego fotoelementu jest podawany poprzez wzmacniacz na elektroniczny przełącznik, który rozdziela sygnał pomiarowy od porównawczego. Za tym przełącznikiem otrzymuje się dwa napięcia, jedno proporcjonalne do natężenia strumienia pomiarowego, drugie do porównawczego. Napięcie z toru porównawczego jest wykorzystywane do regulacji wzmocnienia dla utrzymania stałego poziomu tego napięcia. Miernik wskazów-

kowy mierzy różnicę wymienionych napięć, czyli wskazuje wartość proporcjonalną do współczynnika osłabienia, który daje informację o stężeniu zapylenia gazów w przewodach.

Znany pyłomierz charakteryzuje się tym, że światłone strumienie, porównawczy i pomiarowy, przebiegają po różnych torach, co wymaga stosowania dwóch układów optycznych, o identycznych w miarę możliwości parametrach. Dla osiągnięcia minimalnego błędu odwzorowania konieczne jest rozbudowanie układu optycznego zarówno co do ilości elementów, wskutek czego rosną straty energetyczne, jak też ze względu na duże odległości w ich rozmieszczeniu, w rezultacie czego gabaryty i ciężar urządzenia są dość znaczne, co utrudnia instalację na urządzeniach, szczególnie o małej sztywności.

Istota wynalazku. Wynalazek dotyczy pomiarowego przetwornika optycznego, współpracującego z kanałem pomiarowym, zawierającego układ optyczny wytwarzający świetlny strumień pomiarowy, porównawczy i sterujący oraz współdziałający z tymi strumieniami element obrotowy usytuowany na ich drodze. Przetwornik jest wyposażony ponadto w co najmniej dwa fotoelementy, z których pierwszy, pomiarowy, znajduje się w strefie działania strumienia pomiarowego i porównawczego, zaś drugi, sterujący, w strefie strumienia sterującego. Przetwornik ma układ elektryczny, zawierający przełącznik elektroniczny, sygnałowym wejściem połączony z wyjściem pomiarowego fotoelementu, wyjściami połączony z porównawczym i pomiarowym torom układu, przyłączonymi do czlonu przetwarzania wyniku, a swoim sterującym wejściem — z wyjściem sterującego fotoelementu.

Istotą wynalazku jest to, że obrotowym elementem jest wirujące zwierciadło, odbijającą płaszczyzną zwrócone ku źródłu światła, którego co najmniej dwie krawędzie leżą w różnej odległości od osi jego obrotu, zaś tory wszystkich trzech świetlnych strumieni przebiegają poprzez obszar wyznaczony przez różnicę odległości tych obu krawędzi od osi obrotu zwierciadła, przy czym tor sterującego strumienia jest przesunięty w przestrzeni względem pozostałych świetlnych strumieni, których tory pokrywają się przynajmniej częściowo. Ponadto pomiędzy wyjście pomiarowego fotoelementu a sygnałowe wejście elektronicznego przełącznika jest włączony logarytmujący układ, natomiast pomiędzy wyjście sterującego fotoelementu a sterujące wejście elektronicznego przełącznika jest włączony sterujący układ. Jest korzystne, gdy co najmniej dwie krawędzie wirującego zwierciadła mają kształt łuku i znajdują się każda na innym promieniu obrotu zwierciadła, zaś graniczna linia pomiędzy wymienionymi krawędziami przebiega wzdłuż promienia obrotu zwierciadła, przy czym ślad przejścia sterującego strumienia znajduje się po innej stronie linii granicznej niż obu strumieni pozostałych, pomiarowego i porównawczego.

W przetworniku według wynalazku strumień pomiarowy i strumień porównawczy przebiegają zasadniczo po tym samym torze lub jego przedłużeniu, dzięki czemu wyeliminowane zostały błędy pochodzące od prowadzenia strumienia drogą łamaną oraz

błędy wynikające z istnienia rozbudowanego układu optycznego, uwarunkowanego dwoma torami. W porównaniu do znanych rozwiązań pyłomierzy optycznych ilość elementów optycznych jest znacznie mniejsza, co łącznie z pokrywaniem się torów wymienionych strumieni pozwala na zmniejszenie wymiarów i ciężarów przetwornika, dzięki czemu może on pracować nawet na konstrukcjach o małej sztywności oraz w miejscach o małej przestrzeni. Logarytmowanie sygnału fotoelementu pomiarowego pozwala na wykorzystanie bardzo dużej dynamiki układu pomiarowego i uniezależnienie się od zmian źródła światła i parametrów fotoelementu oraz zapewnienia liniowości wskazań.

Objaśnienie figur rysunku. Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu optycznego przetwornika, fig. 2 wirujące zwierciadło w widoku z boku, zaś fig. 3 schemat układu elektrycznego przetwornika.

Przykład realizacji. Pomiarowy przetwornik optyczny, będący przykładowym rozwiązaniem zgodnym z wynalazkiem, ma układ optyczny wytwarzający podstawowy strumień świetlny, którego źródłem jest żarówka 1, emitująca światło o celowo dobranym rozkładzie widmowym. Na drodze tego podstawowego strumienia jest umieszczony filtr 2, obiektyw 3 oraz półprzepuszczalna płytka 4, ustawiona pod kątem 45° w stosunku do podłużnej osi podstawowego strumienia. Przed półprzepuszczalną płytką 4, od strony żarówki, jest usytuowany wygięty światłowód 5, którego wejście jest prostopadłe do podstawowego strumienia, zaś wyjście jest do niego równoległe. Przez światłowód 5 przebiega sterujący strumień, którego tor jest oznaczony na fig. 1 linią przerywaną, równy około połowie podstawowego strumienia.

Z drugiej strony półprzepuszczalnej płytki 4, na przedłużeniu podłużnej osi podstawowego strumienia, jest ustawiony otwór pomiarowego kanału 6. W otworze tym jest umieszczony obiektyw 7, zaś w głębi pomiarowego kanału 6 znajduje się wklęsłe zwierciadło 8. Półprzepuszczalna płytka 4 i światłowód 5 są odgródzone od obiektywu 7 wirującym zwierciadłem 9, mechanicznie sprzężonym z napędowym silnikiem 10. Wirujące zwierciadło 9 przecina drogę sterującego strumienia, pomiarowego strumienia, którego tor jest oznaczony na fig. 1 linią ciągłą oraz porównawczego strumienia, którego tor jest oznaczony na fig. 1 linią złożoną z kropek. Wirujące zwierciadło 9 jest odbijającą płaszczyzną zwrócone w stronę żarówki 1. Przetwornik jest ponadto wyposażony w sterujący fotoelement 11, usytuowany po stronie nieodbijającej płaszczyzny zwierciadła 9, tak samo jak obiektyw 7 pomiarowego kanału 6. Za półprzepuszczalną płytką 4 po przeciwnej stronie niż żarówka 1, jest umieszczony obiektyw 12, ustawiony pod kątem 90° w stosunku do obiektywu 3, umieszczonego między filtrem 2 a płytką 4. Za obiektywem 12 znajduje się pomiarowy fotoelement 13. Wyjścia sterującego fotoelementu 11 i pomiarowego fotoelementu 13 są przyłączone do elektrycznego układu 14. Wirujące zwierciadło 9 ma cztery krawędzie w kształcie łuku, dwie naprzeciwległe leżące zwane dalej zewnątrz-

nymi krawędziami 15 zwierciadła 9, wyznaczone przez promień R_1 i dwie inne naprzeciwległe leżące krawędzie, zwane dalej wewnętrznymi krawędziami 16, wyznaczone przez promień R_2 , krótszy od promienia R_1 . Graniczne linie 17 pomiędzy krawędziami 15 i 16 przebiegają wzdłuż promienia obrotu zwierciadła 9 i są względem siebie ustawione pod kątem 90° .

Sterujący fotoelement 11 i obiektyw 7 są ustawione naprzeciw zewnętrznego obszaru 13 wyznaczonego przez zwierciadło 9, zawartego pomiędzy zewnętrzną krawędzią 15 a wewnętrzną krawędzią 16. Na ten sam obszar 13 skierowane są tory wszystkich trzech świetlnych strumieni. Obiektyw 7 i sterujący fotoelement 11 są tak względem siebie usytuowane, że znajdują się po różnych stronach granicznych linii 17. Pomiarowy fotoelement 13 jest przyłączony do logarytmicznego wzmacniacza 19, który swoim wyjściem jest przyłączony do wejścia napięciowo-prądowego konwertera 20, który jest sterowanym źródłem prądowym, wyjściem przyłączonego do sygnałowego wejścia elektronicznego przełącznika 21, zbudowanego na tranzystorach polowych. Elektroniczny przełącznik 21 ma dwa wyjścia: pomiarowe i porównawcze, każde połączone z dolnoprzepustowym filtrem 22 i 23, które są przyłączone do wejść różnicowego wzmacniacza 24 o regulowanym wzmocnieniu. Do pomiarowego filtru 22 jest ponadto przyłączony układ 25 kompensacji poziomów, którym jest regulowane źródło prądowe. Porównawczy filtr 23 jest przyłączony tylko do wyjścia elektronicznego przełącznika 21. Wyjście różnicowego wzmacniacza 24 jest przyłączone do wyjściowego układu 26, który składa się z miernika wskazówkowego, rejestratora i wzmacniaczy standaryzujących. Sterujący fotoelement 11 jest połączony z wejściem sterującego układu 27, wyposażonego we wzmacniacz o dużym wzmocnieniu z ogranicznikiem sygnału. Sterujący układ 27 jest jednym z wyjść połączony ze sterującym wejściem elektronicznego przełącznika 21, a drugim wyjściem z układem 28 kontroli, zbudowanym z układu różniczkującego na wejściu, połączonego poprzez filtr dolnoprzepustowy ze wzmacniaczem, do którego jest podłączony sygnalizator optyczny. Trzecie wyjście sterującego układu 27 jest połączone z wejściem układu 29 stabilizacji obrotów, którego wyjście jest połączone z członem regulacji obrotów napędowego silnika 10. W elektrycznym układzie 14 znajduje się ponadto zasilacz 30 żarówki 1, połączony z nią poprzez kontrolny układ 31.

Działanie przetwornika według wynalazku jest następujące. Podstawowy strumień, wytwarzany przez żarówkę 1 przechodzi przez filtr 2 i obiektyw 3 i ulega częściowemu odbiciu od półprzepuszczalnej płytki 4, trafia do światłowodu 5 i staje się sterującym strumieniem. Część podstawowego strumienia przechodzi przez półprzepuszczalną płytkę 4 i jest kierowana na wirujące zwierciadło 9. W przypadku gdy podstawowy strumień zostaje przez nie odbity — to wówczas wraca do półprzepuszczalnej płytki 4 i staje się porównawczym strumieniem i następnie w części od niej odbity, zostaje skierowany ku obiektywowi 12. W przypadku gdy zwierciadło 9 nie odbija strumienia świetlnego, przechodzi on jako pomiarowy strumień do obiektywu 7

w pomiarowym kanale 6, odbija się od wklęsłego zwierciadła 8 i po częściowym odbiciu od półprzepuszczalnej płytki 4 trafia na obiektyw 12. Strumienie porównawczy i pomiarowy padają poprzez obiektyw 12 na pomiarowy fotoelement 13 na przemian, zależnie od obrotów wirującego zwierciadła 9.

Sterujący strumień z wyjścia światłowodu 6 kierowany jest na sterujący fotoelement 11, poprzez wirujące zwierciadło 9, spełniające rolę przysłony, przy czym wskutek tego, że fotoelement 11 znajduje się po przeciwnej stronie granicznej linii 17 niż obiektyw 7 pomiarowego kanału 6 — jest on popobudzany wówczas przez sterujący strumień, gdy pomiarowy fotoelement 13 jest pobudzany przez porównawczy strumień, to znaczy wówczas, gdy otwór pomiarowego kanału 6 jest zasłonięty wirującym zwierciadłem 9. Sygnał ze sterującego fotoelementu 11, w postaci fali prostokątnej, wytwarzanej w nim wskutek przecinania sterującego strumienia przez wirujące zwierciadło 9, jest kierowany na wzmacniacz sterującego układu 27, co zapewnia stałą amplitudę fali na wyjściu układu 27. Sygnał z wyjścia sterującego układu 27 steruje bramki tranzystorów polowych elektronicznego przełącznika 21. Sygnał ten jest też wykorzystywany do stabilizacji obrotów silnika 10. Częstotliwość sygnału sterującego jest zamieniana w układzie 29 stabilizacji obrotów na napięcie stałe, które jest porównywane z napięciem odniesienia, odpowiadającym wymagany obrotom silnika 10, a różnica jest wykorzystywana do zmiany sygnału podawanego na człon regulacji napędowego silnika 10. Sterujący sygnał z układu 27 jest ponadto doprowadzany do układu 28 kontroli, gdzie zostaje zróżniczkowany, a powstałe impulsy są uśredniane, w wyniku czego powstaje napięcie stałe proporcjonalne do częstotliwości sterującego sygnału.

W przypadku, gdy to napięcie mieści się w ustalonym przedziale, klucz zamykający obwód zasilania żarówki 1 jest załączony. Sygnał z pomiarowego fotoelementu 13, również w postaci fali prostokątnej, jest logarytmowany za pomocą logarytmicznego wzmacniacza 19. Umożliwia to uzyskanie dużej dynamiki układu. Sygnałem wyjściowym z logarytmicznego wzmacniacza 19 jest sterowany napięciowo-prądowy konwerter 20. Przełącznik 21 synchronicznie z obrotami wirującego zwierciadła 9 przyłącza wyjście konwertera 20 na pomiarowy filtr 22, gdy pomiarowy strumień przechodzi przez kanał 6, zaś na porównawczy filtr 23, gdy porównawczy strumień odbija się od wirującego zwierciadła 9. Na filtrze 22 zbiera się napięcie proporcjonalne do logarytmu natężenia światła pomiarowego strumienia, a na filtrze 23 — proporcjonalne do porównawczego strumienia. Do filtru 22 dochodzi prąd z układu 25 kompensacji poziomów, który kompensuje straty pomiarowego strumienia w porównaniu do strat porównawczego strumienia, spowodowanych rozbieżnością wiązki. Różnica napięć na wyjściach filtrów 22 i 23 jest mierzona przez różnicowy wzmacniacz 24. Regulacja wzmocnienia w tym wzmacniaczu 24 pozwala na utrzymanie tego samego skalowania urządzeń wyjściowego układu 26, przy zmianie takich parametrów jak szerokość

pomiarowego kanału 6, czy zmiana rodzaju mierzonego ośrodka. W wyjściowym układzie 26 wynik pomiaru wykorzystywany jest do bezpośredniej obserwacji mierzonej wartości na mierniku wskazówkowym, do ciągłego jej zapisu w rejestratorze i do przetwarzania przez wzmacniacze standaryzujące na sygnał regulacji, dla układów automatyki czy sterowania.

W przetworniku możliwa jest kontrola pracy elementów podatnych na uszkodzenia, znajdujących się w jego układzie, jak silnika 10 za pośrednictwem układu 28 kontroli sterującego strumienia oraz żarówki 1, przez kontrolny układ 31, w którym gaśnie sygnalizator optyczny w przypadku braku napięcia zasilającego żarówkę 1 z zasilacza 30. W przykładowym przetworniku, zgodnym z wynalazkiem, poza uprzednio wymienionymi korzystnymi skutkami, uzyskuje się dużą równoległość wiązki, wskutek tego, że droga strumieni porównawczego i pomiarowego, jest torem prostoliniowym, co wpływa korzystnie na polepszenie jakości odwzorowania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Pomiarowy przetwornik optyczny współpracujący z kanałem pomiarowym, zawierający układ optyczny wytwarzający świetlny strumień pomiarowy, porównawczy i sterujący oraz współdziałający z tymi strumieniami element obrotowy usytuowany na ich drodze, który to przetwornik jest wyposażony ponadto w co najmniej dwa fotoelementy, z których pierwszy, pomiarowy, znajduje się w strefie działania strumienia pomiarowego i porównawczego, zaś drugi, sterujący, w strefie strumienia sterującego, przy czym przetwornik ten ma układ elektryczny, zawierający przełącznik elektroniczny, sygnałowym wejściem połączony z wyjściem pomiarowego fotoelementu, wyjściami połączony z porównawczym i pomiarowym torem układu, przyłączonymi do członu przetwarzania wyniku, a swoim sterującym wejściem — z wyjściem sterującego

fotoelementu, **znamienny tym**, że obrotowym elementem jest wirujące zwierciadło (9), odbijającą płaszczyzną zwrócone ku źródłu (1) światła, którego co najmniej dwie krawędzie (15, 16) leżą w różnej odległości od osi jego obrotu, natomiast tory wszystkich trzech świetlnych strumieni przebiegają poprzez obrotowy (18) wyznaczony przez różnicę odległości tych obu krawędzi (15, 16) od osi obrotu zwierciadła (9), przy czym tor sterującego strumienia jest przesunięty w przestrzeni względem pozostałych świetlnych strumieni, których tory pokrywają się przynajmniej częściowo, zaś pomiędzy wyjście pomiarowego fotoelementu (13) a sygnałowe wejście elektronicznego przełącznika (21) jest włączony logarytmujący układ (19), natomiast pomiędzy wyjście sterującego fotoelementu (11) a sterujące wejście elektronicznego przełącznika (21) jest włączony sterujący układ (27).

2. Przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że co najmniej dwie krawędzie (15, 16) wirującego zwierciadła (9) mają kształt łuku i znajdują się każda na innym promieniu (R_1 , R_2) obrotu zwierciadła (9), zaś graniczna linia (17) pomiędzy wymienionymi krawędziami (15, 16) przebiega wzdłuż promienia obrotu zwierciadła (9), przy czym ślad przejścia sterującego strumienia znajduje się po innej stronie granicznej linii (17) niż porównawczego strumienia i pomiarowego strumienia.

3. Przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektryczny układ (14) jest wyposażony w układ (25) kompensacji poziomów, przyłączony do jednego z wejść różnicowego wzmacniacza (24), znajdującego się w elektrycznym układzie (14).

4. Przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektryczny układ (14) ma układ (29) stabilizacji obrotów włączony pomiędzy jedno z wyjść sterującego układu (27) a człon regulacji obrotów napędu (10) wirującego zwierciadła (9).

5. Przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że źródło (1) światła jest zasilane poprzez kontrolny układ (31).

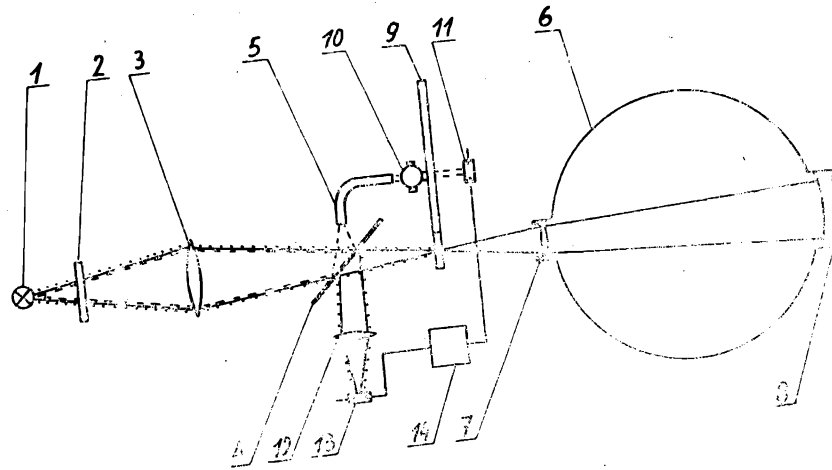


Fig. 1

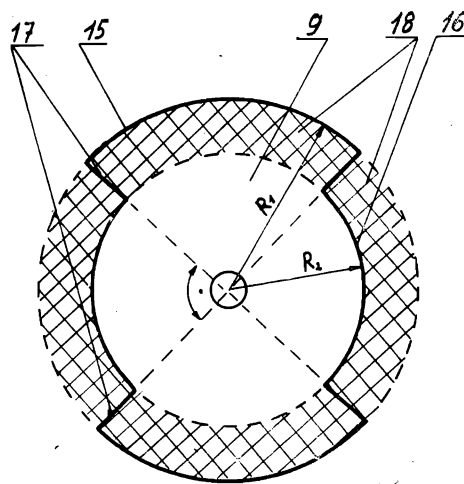


Fig. 2

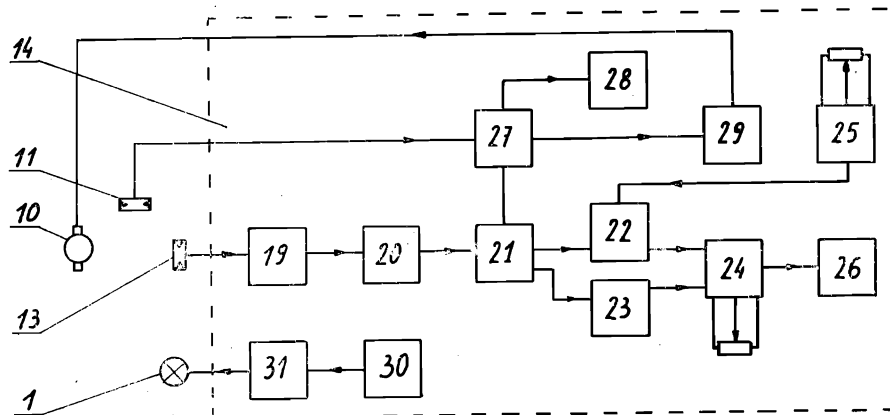


Fig. 3