



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 15.06.77 (P. 198923)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.78

Opis patentowy opublikowano: 15.07.1981

Int. Cl.² G01N 27/22

Twórca wynalazku: Jerzy Kęska

Uprawniony z patentu: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława
Staszica, Kraków (Polska)

Sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie oraz urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie oraz urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, znajdujące zastosowanie do mieszanin fizycznych dwu i wieloskładnikowych kombinacji gazu, cieczy i ciała stałego, charakteryzującymi się różnymi wartościami przenikalności elektrycznej i transportowanych w przewodach zamkniętych lub otwartych, zwłaszcza w górnictwie, w transporcie, w chemii i petrochemii oraz w przemyśle spożywczym, zarówno do celów przemysłowych jak i laboratoryjnych.

Stan techniki. Znany sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie transportowanej rurociągiem, polega na pomiarze wielkości absorpcji wiązki promieni γ przez transportowaną mieszaninę. W zależności od własności fizycznych mieszaniny oraz długości i drogi przebytej przez wiązkę promieni wyznacza się w znany sposób rozkład zawartości badanego składnika w obszarze pomiarowym strumienia przepływowego. Następnie uzyskany rozkład zawartości badanego składnika redukuje się z obszaru pomiarowego do przekroju poprzecznego tego obszaru, zaś czas trwania pomiaru redukuje się do zera.

Urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie transportowanej rurociągiem składa się z obrotowej głowicy pomiarowej, zaopatrzonej w źródło promieni γ , oraz detektora, usytuowanego w osi źródła i w zadanej odległości od źródła. Obrotowa głowica jest wyposażona w mechanizm, umożliwiający wirowanie jej zadanym ruchem złożonym.

2

Niedogodnością sposobu i urządzenia do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie transportowanej rurociągiem jest dłuższy czas wykonywania pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie od czasu zmian struktury rozkładu oraz mała dokładność, spowodowana odniesieniem wyników uzyskanych pomiarów w układzie przestrzennym strumienia i w długim czasie wykonania pomiarów do przekroju poprzecznego i redukcji czasu pomiaru do zera, a ponadto szkodliwe oddziaływanie promieniowania na organizm człowieka.

Celem wynalazku jest pomiar struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie w czasie krótszym od czasu zmian zawartości i struktury rozkładu składnika w mieszaninie, zachodzących w czasie transportu tej mieszaniny przewodem przepływowym, a także wyeliminowanie konieczności stosowania substancji promieniotwórczych.

Istota wynalazku. Istotą wynalazku jest sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w mieszaninie, polegający na tym, że w przestrzeni pomiarowej przepływowego strumienia mierzy się w płaszczyznach równoległych do poziomej płaszczyzny odniesienia zmiany pojemności C_1 , odpowiadające zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływającego strumienia, a w płaszczyznach prostopadłych do poziomej płaszczyzny odniesienia mierzy się zmiany pojemności C_2 , odpowiadające zmianom zawartości i struktury rozkładu składnika w mieszaninie, zgodnie z zależnościami:

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_m \cdot F}{D} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 (1 - C_v) + \varepsilon_2 \cdot C_v F}{D} = C_{11} + C_{12}$$

gdzie: ε_0 — stała influencji

ε_m — wypadkowa stałej dielektrycznej

F — czynna powierzchnia okładek kondensatora

D — odstęp pomiędzy okładkami kondensatora

ε_1 — stała dielektryczna płynu

C_v — zawartość ciała stałego, znajdującego się w przestrzeni kondensatora pomiarowego

ε_2 — stała dielektryczna ciała stałego zawartego w mieszaninie

C_{11} — część pojemności kondensatora pomiarowego, odpowiadająca zawartości płynu w mieszaninie

C_{12} — część pojemności kondensatora pomiarowego, odpowiadająca zawartości ciała stałego w mieszaninie

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_{21}} + \frac{1}{C_{22}} + \frac{1}{C_{23}}$$

gdzie: $C_{21} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1 \cdot F}{D - Y_2}$ — część pojemności kondensatora pomiarowego, odpowiadająca pojemności warstwy płynu o grubości $D - Y_2$, znajdującej się w górnej części przestrzeni pomiarowej

$C_{22} = \frac{\varepsilon_0 \cdot F}{Y_2} -$ część pojemności kondensatora pomiarowego, odpowiadającej pojemności warstwy mieszaniny o grubości $Y_2 - Y_1$, znajdującej się w przestrzeni pomiarowej, poniżej warstwy płynu

$C_{23} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{\max} \cdot F}{Y_1}$ — część pojemności, odpowiadającej pojemności warstwy mieszaniny o maksymalnej zawartości ciała stałego w płynie o grubości Y_1 , znajdującej się na dnie przestrzeni pomiarowej

$\varepsilon_{\max}$ — stała dielektryczna o maksymalnej zawartości ciała stałego w płynie.

Następnie sygnały zmian pojemności C_1 i C_2 przekształca się na sygnały proporcjonalne do sygnałów względnych zmian pojemności η_1 i η_2 , odniesionych do pojemności odpowiadających strumieniowi płynu transportującego, zgodnie z zależnościami:

$$\eta_1 = \frac{C_1}{C_{1p}}, \quad \eta_2 = \frac{C_2}{C_{2p}}$$

gdzie C_{1p} , C_{2p} — pojemność kondensatorów pomiarowych wypełnionych płynem.

Z kolei sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności η_1 , spowodowane zmianami zawartości składnika w mieszaninie, uśrednia się w zadanym przedziale czasowym, a następnie porównuje się z sygnałami odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian $\eta_{01} = f(C_v)$, a sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności η_2 , spowodowanym zmianami zawartości i struktury składnika w mieszaninie uśrednia się w zadanym przedziale czasowym, po czym porównuje się je z sygnałami odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian $\eta_{02} = f(C_v, \alpha)$. W wyniku porównań otrzymuje się sygnały odpowiadające strukturze przepływu.

Równocześnie sygnały proporcjonalne, odpowiadające zmianom pojemności C_1 , spowodowanym zmianami zawartości składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami $C_{01} = f(C_v)$, odpowiadającymi wzorcowym charakterystykom zmian pojemności, spowodowanych zmianami zawartości składnika w mieszaninie. Ponadto w górnej i w dolnej części przestrzeni pomiarowej przepływowego strumienia, mierzy się pojemności C_3 i C_4 , odpowiadające zmianom lokalnym zawartości składnika w mieszaninie, charakteryzującym rodzaje struktury przepływu składnika. Następnie sygnały zmian pojemności C_3 i C_4 porównuje się z sygnałami $C_3 = f(C_{v3lok})$ i $C_4 = f(C_{v4lok})$, odpowiadającymi wzorcowym charakterystykom pomiarowym tych zmian. Sygnały proporcjonalne do C_{v3lok} i C_{v4lok} , odpowiadające wynikom porównań, przekształca się na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w przestrzeni pomiarowej, a te z kolei uśrednia się w zadanym przedziale czasowym.

Na podstawie wartości sygnałów, odpowiadających strukturze przepływu oraz zawartości składnika w mieszaninie i lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym i wyznaczonych charakterystyk wzorcowych, określa się strukturę rozkładu składnika w mieszaninie oraz obraz struktury przekroju przepływowego.

Inne rozwiązanie sposobu pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, według wynalazku, polega na tym, że sygnały proporcjonalne, odpowiadającym względnym zmianom pojemności η_1 , spowodowane zmianami zawartości składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami, odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian $\eta_{01} = f(C_v)$, a sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności η_{12} , spowodowanym zmianami zawartości i struktury składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian $\eta_{02} = (C_v, \alpha)$. W wyniku porównań otrzymuje się sygnały odpowiadające strukturze przepływu, które uśrednia się w zadanym przedziale czasowym.

Urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie zawiera czujnik pojemnościowy, który stanowi dielektryk w kształcie złączki przewodu przepływowego z czterema grupami kondensatorów pomiarowych, osadzonych w jego pobocznicach, w różnych zadanych położeniach względem siebie i strumienia oraz z uwzględnieniem struktury rozkładu składnika mieszaniny przepływowego strumienia.

Pierwsza grupa kondensatorów pomiarowych ma powierzchnie okładek usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równoległe do powierzchni jednakowych zawartości składnika w mieszaninie i służy do wykazywania pojemności odpowiadającej zmianie zawartości składnika w mieszaninie.

Druga grupa kondensatorów pomiarowych ma powierzchnie okładek usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równoległe do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie, i służy do wykazywania pojemności odpowiadającej zmianie struktury rozkładu składnika w mieszaninie.

Trzecia i czwarta grupa kondensatorów pomiarowych ma powierzchnie okładek usytuowane w pobliżu siebie, w przybliżeniu równoległe do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie i służy do określania wykazywanych pojemności C_3 i C_4 , odpowiadających lokalnym zmianom zawartości składnika w mieszaninie oraz do identyfikacji rodzaju struktury rozkładu składnika

w mieszaniu. Złączka jest otulona ekranem cieplnym oraz uziemionym ekranem elektrycznym, a ponadto w złączce są zainstalowane układy pomiarowe temperatury, rezystywności i ciśnienia mieszaniny badanego strumienia oraz mechanizm nastawczy, umożliwiający zorientowanie złączki względem poziomej płaszczyzny odniesienia.

Kondensatory pomiarowe pierwszej grupy są połączone poprzez pierwszy układ pomiaru pojemności z przekształtnikiem sygnału pojemności C_1 na sygnał względnej zmiany pojemności η_1 spowodowanej zawartością mierzonego składnika, oraz z przekształtnikiem sygnału pojemności C_1 na sygnał zawartości składnika w mieszaniu.

Natomiast kondensatory pomiarowe drugiej grupy są połączone poprzez drugi układ pomiaru pojemności z przekształtnikiem sygnału pojemności C_2 na sygnał względnych zmian pojemności η_2 , spowodowanych zmianami zawartości i struktury rozkładu składnika w mieszaniu.

Przekształtniki sygnałów względnych zmian pojemności η_1 i η_2 są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, pierwszy i drugi, z przekształtnikiem średnich wartości względnych zmian pojemności η_1 i η_2 na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik średnich wartości względnych zmian pojemności η_1 i η_2 jest połączony ze wskaźnikiem wartości współczynnika α struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie, natomiast przekształtnik sygnału pojemności C_1 na sygnał zawartości składnika w mieszaniu jest połączony poprzez trzeci sumator uśredniający ze wskaźnikiem zawartości w badanej mieszaninie.

Kondensatory pomiarowe trzeciej grupy są połączone poprzez trzeci układ pomiaru pojemności z przekształtnikiem sygnałów zmian pojemności C_3 na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym, zaś kondensatory pomiarowe czwartej grupy są połączone poprzez czwarty układ pomiaru pojemności z przekształtnikiem sygnałów zmian pojemności C_4 na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym. Przekształtniki sygnałów zmian pojemności C_3 i C_4 są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, czwarty i piąty, ze wskaźnikami lokalnych zawartości składników w obszarach pomiarowych trzeciej i czwartej grupy kondensatorów pomiarowych. Układy pomiarowe temperatury i rezystywności, są połączone równolegle z układami pomiaru pojemności, natomiast układ pomiaru ciśnienia jest połączony równolegle z przekształtnikami.

Inne rozwiązanie urządzenia do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, według wynalazku, ma przekształtniki względnych zmian pojemności η_1 i η_2 połączone z przekształtnikiem tych zmian na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik jest połączony poprzez szósty sumator uśredniający ze wskaźnikiem wartości współczynnika α struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie.

Przykład wykonania. Urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, według wynalazku, jest przedstawione schematycznie w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia czujnik w przekroju osiowym z aparaturą pomiarową w ujęciu blokowym, fig. 2 przedstawia inną postać czujnika w przekroju osiowym z aparaturą pomiarową, w ujęciu blokowym, fig. 3 przedstawia charakterystyki wzorcowe sygnałów względnych zmian pojemności kondensatorów pomiarowych pierwszej i drugiej grupy, $\eta_{01} = f(C_v)$ i $\eta_{02} = f(C_v, \alpha)$, fig. 4 przedstawia rodzaje

struktur rozkładu ciała stałego w mieszaniu przepływowej, w zależności od prędkości przepływu mieszaniny, dla $C_v = \text{const.}$, fig. 5 przedstawia urządzenie w uproszczonym przykładzie wykonania, obrazujące czujnik w przekroju osiowym z kondensatorami pomiarowymi 2 i 3 oraz przyporządkowaną im aparaturę pomiarową, w ujęciu blokowym, fig. 6 przedstawia charakterystyki wzorcowe sygnałów względnych zmian pojemności kondensatorów pomiarowych 2 i 3 dla przykładowego rozwiązania uproszczonego.

Urządzenie zawiera czujnik pojemnościowy, którym jest dielektryk w kształcie złączki 1 przewodu przepływowego, z osadzonymi w jego pobocznicach kondensatorami pomiarowymi 2, 3, 4, i 5, reprezentującymi cztery grupy kondensatorów pomiarowych.

Okładziny kondensatorów względem poziomej płaszczyzny odniesienia, są usytuowane w płaszczyznach pionowych dla kondensatora 2, oraz w płaszczyznach poziomych dla kondensatorów 3, 4 i 5, przy czym okładziny kondensatora 4 znajdują się w dolnej części złączki 1, zaś okładziny kondensatora 5 w górnej części złączki 1 (fig. 1).

Kondensator 2 służy do wykazywania zmian pojemności C_1 , odpowiadających zmianom zawartości składnika w mieszaniu przepływowego strumienia, kondensator 3 służy do wykazywania zmian pojemności C_2 , odpowiadających zmianom zawartości i struktury składnika w mieszaniu przepływowego strumienia, a kondensatory 4 i 5 służą do wykazywania zmian pojemności C_3 i C_4 , odpowiadających lokalnym zmianom zawartości składnika w mieszaniu przepływowego strumienia oraz do identyfikacji rozkładu składnika w mieszaniu. Złączka 1 jest otulona ekranem cieplnym 6 oraz uziemionym ekranem elektrycznym 7, a ponadto w złączce 1 są zainstalowane układy pomiarowe temperatury 8, rezystywności 9 i ciśnienia 10 mieszaniny badanego strumienia oraz mechanizm nastawczy 11, umożliwiający zorientowanie złączki 1 względem poziomej płaszczyzny odniesienia.

Kondensator pomiarowy 2 jest połączony poprzez pierwszy układ pomiaru pojemności 12 z przekształtnikiem 13 sygnału pojemności C_1 kondensatora 2 na sygnał względnej zmiany pojemności η_1 oraz z przekształtnikiem 14 sygnału pojemności C_1 kondensatora 2 na sygnał proporcjonalny do ilorazu $M_p : M_w$ masy piasku do masy wody w mieszaniu. Natomiast kondensator pomiarowy 3 jest połączony poprzez drugi układ pomiaru pojemności 15 z przekształtnikiem 16 sygnałów pojemności C_2 kondensatora 3 na sygnały względnych zmian pojemności η_2 , spowodowanych zmianami zawartości i struktury rozkładu piasku w mieszaniu. Przekształtniki 13 i 16 są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, pierwszy 17 i drugi 18, z przekształtnikiem 19 średnich wartości względnych zmian pojemności η_1 i η_2 na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik 19 jest połączony ze wskaźnikiem 20 wartości współczynnika α struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie. Natomiast przekształtnik 14 jest połączony poprzez trzeci sumator uśredniający 21 ze wskaźnikiem 22 zawartości składnika w badanej mieszaninie.

Kondensator pomiarowy 4 jest połączony poprzez trzeci układ pomiaru pojemności 23 z przekształtnikiem 24 sygnałów pojemności C_3 , na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości piasku $M_p : M_w$ w obszarze pomiarowym kondensatora 4, zaś kondensator pomiarowy 5 jest połączony poprzez czwarty układ pojemności 25 z przekształtnikiem 26, sygnałów zmian pojemności C_4 , na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości

piasku w obszarze pomiarowym kondensatora 5. Przekształtniki 24 i 26 są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, czwarty 27 i piąty 28 ze wskaźnikami 29 i 30 lokalnych zawartości piasku w obszarach pomiarowych kondensatorów 4 i 5.

Układy pomiarowe temperatury 8 i rezystowności 9 są połączone równolegle z układami pomiaru pojemności 12, 15, 23 i 25, natomiast układ pomiaru ciśnienia 10 jest połączony równolegle z przekształtnikami 13, 14, 16, 24 i 26.

Inna postać urządzenia do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, według wynalazku, zawiera czujnik pojemnościowy, którym jest dielektryk w kształcie złączki 1 przewodu przepływowego z osadzonymi w jego pobocznicach kondensatorami pomiarowymi 2, 3, 4 i 5, reprezentującymi cztery grupy kondensatorów pomiarowych. Okładziny kondensatorów względem poziomej płaszczyzny odniesienia są usytuowane w płaszczyznach pionowych dla kondensatora 2 oraz w płaszczyznach poziomych dla kondensatorów 3, 4 i 5, przy czym okładziny kondensatorów 4 znajdują się w dolnej części złączki 1, zaś okładziny kondensatora 5 w górnej części złączki 1 (fig. 2).

Kondensator 2 służy do wykazywania zmian pojemności C_1 , odpowiadających zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływowego strumienia, kondensator 3 służy do wykazywania zmian pojemności C_2 odpowiadających zmianom zawartości i struktury składnika w mieszaninie przepływowego strumienia, a kondensatory 4 i 5 służą do wykazywania zmian pojemności C_3 i C_4 , odpowiadających lokalnym zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływowego strumienia oraz do identyfikacji struktury rozkładu składnika w mieszaninie.

Złączka 1 jest otulona ekranem cieplnym 6 oraz uziemionym ekranem elektrycznym 7, a ponadto w złączce 1 są zainstalowane układy pomiarowe temperatury 8, rezystowności 9 i ciśnienia 10 mieszaniny badanego strumienia oraz mechanizm nastawczy 11, umożliwiający zorientowanie złączki względem poziomej płaszczyzny odniesienia.

Kondensator pomiarowy 2 jest połączony poprzez pierwszy układ pomiaru pojemności 12 z przekształtnikiem 13 sygnału pojemności C_1 kondensatora 2 na sygnał względnej zmiany pojemności η_1 oraz z przekształtnikiem 14 sygnału pojemności C_1 kondensatora 2 na sygnał proporcjonalny do ilorazu $M_p : M_w$ masy piasku do masy wody w mieszaninie.

Natomiast kondensator pomiarowy 3 jest połączony poprzez drugi układ pomiaru pojemności 15 z przekształtnikiem 16 sygnałów pojemności C_2 kondensatora 3 na sygnały względnych zmian pojemności η_2 , spowodowanych zmianami zawartości i struktury rozkładu piasku w mieszaninie. Przekształtniki 13 i 16 są połączone z przekształtnikiem 19 sygnałów względnych zmian pojemności η_1 i η_2 na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik 19 jest połączony poprzez szósty sumator uśredniający 31 ze wskaźnikiem 20 wartości współczynnika α struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie.

Natomiast przekształtnik 14 jest połączony poprzez trzeci sumator uśredniający 21 ze wskaźnikiem 22 zawartości składnika w badanej mieszaninie. Kondensator pomiarowy 4 jest połączony poprzez trzeci układ pomiaru pojemności 23 z przekształtnikiem 24 sygnałów zmian pojemności C_3 , na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości piasku $M_p : M_w$ w obszarze pomiarowym kondensatora 4, zaś kondensator pomiarowy 5 jest połączony

poprzez czwarty układ pojemności 25 z przekształtnikiem 26, sygnałów zmian pojemności C_4 , na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości piasku w obszarze pomiarowym kondensatora 5. Przekształtniki 24 i 26 są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, czwarty 27 i piąty 28, ze wskaźnikami 29 i 30 lokalnych zawartości piasku w obszarach pomiarowych kondensatorów 4 i 5.

Układy pomiarowe temperatury 8 i rezystowności 9 są połączone równolegle z układami pomiaru pojemności 12, 15, 23 i 25, natomiast układ pomiaru ciśnienia 10 jest połączony równolegle z przekształtnikami 13, 14, 16, 24 i 26.

Przykład pomiaru struktury rozkładu zawartości piasku w płynnej mieszaninie wody z piaskiem przepływowego strumienia za pomocą innej postaci urządzenia, według wynalazku, w którym wykorzystano tylko kondensatory do wykazywania zmian pojemności C_1 , odpowiadających zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływowego strumienia oraz do wykazywania zmian pojemności C_2 , odpowiadających zmianom zawartości i struktury składnika w mieszaninie przepływowego strumienia, fig. 3, 4, 5 i 6. Dane parametry czujnika pojemnościowego oraz przepływającej przez niego mieszaniny wody z piaskiem.

1. materiał złączki — metapleks
2. średnica wewnętrzna złączki $D = 39,8$ mm
3. odległość okładzin kondensatorów pomiarowych 2 i 3 $D = 39,8$ mm
4. powierzchnia każdej okładziny kondensatora 2 i 3, $F_2 = F_3 = 300$ mm²
5. pojemność kondensatora 2 lub 3, wypełnionego wodą, $C_2 = C_3 = 20,8$ pF
6. ziarnistość piasku $d_k = 0,2 - 0,6$ mm
7. gęstość właściwa piasku $\rho_p = 2,61$ g/cm³
8. gęstość właściwa mieszaniny wody i piasku o maksymalnej zawartości piasku $\rho_{m \max} = 1,92$ g/cm³
9. stała dielektryczna piasku $\epsilon_p = 4,9$
10. stała dielektryczna wody $\epsilon_w = 80$
11. stała dielektryczna mieszaniny wody i piasku o maksymalnej zawartości piasku w wodzie $\epsilon_{m \max} = 32$

$$12. \alpha = \frac{(AD) - (AB)}{(AD)} \text{ dla określonych wartości } M_p : M_w,$$

η_1 i η_2 (fig. 5)

Wartości pojemności C_1 i C_2 kondensatorów pomiarowych 2 i 3 oraz współczynników względnych zmian pojemności η_1 i η_2 i współczynnika α struktury rozkładu piasku w badanej mieszaninie, w zależności od wartości

stosunku masy piasku do masy wody $\frac{M_p}{M_w}$ oraz prędkości

V mieszaniny wody z piaskiem wynoszą:

Wartość sygnału względnej zmiany pojemności η_1 określa zawartość piasku w przekroju pomiarowym złączki 1, przy czym parametrem określającym jest wartość stosunku $M_p : M_w$, zależna od C_v .

Wartość współczynnika α struktury rozkładu piasku w mieszaninie określa stopień jednorodności rozkładu piasku w przekroju poprzecznym złączki 1, przy czym dla wartości współczynnika $\alpha = 0$, piasek jest osadzony na dnie złączki, fig. 4a, dla wartości współczynnika $\alpha = 0,38$, część piasku jest osadzona na dnie złączki 1, a pozostała część jest transportowana przez wodę (fig. 4b), dla wartości współczynnika $\alpha = 0,73$ piasek jest transportowany całym

Tablica

Przykład	$M_p:M_w$	V m/s	C_1 pF	C_2 pF	η_1	η_2	α
1	0,2	0,2	20,1	13,0	0,962	0,62	0
2	0,2	0,85	20,0	15,6	0,962	0,75	0,38
3	1,4	2,8	13,5	12,6	0,75	0,62	0,73
4	1,4	7,0	15,6	15,6	0,75	0,75	1,0

przekrojem złączki 1, przy czym rozkład piasku w przekroju poprzecznym złączki jest niejednorodny (fig. 4c), a dla wartości współczynnika $\alpha = 1,0$ piasek jest transportowany całym przekrojem złączki 1, przy czym rozkład piasku w przekroju pomiarowym złączki 1 jest jednorodny (fig. 4d).



Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, **znamienny tym**, że w przestrzeni pomiarowej przepływowego strumienia mierzy się w płaszczyznach równoległych do poziomej płaszczyzny odniesienia zmiany pojemności (C_1), odpowiadające zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływowego strumienia, a w płaszczyznach prostopadłych do poziomej płaszczyzny odniesienia, mierzy się zmiany pojemności (C_2), odpowiadające zmianom zawartości i struktury rozkładu składnika w mieszaninie, po czym sygnały zmian pojemności (C_1 i C_2) przekształca się na sygnały proporcjonalne do sygnałów względnych zmian pojemności (η_1 i η_2), odniesionych do pojemności odpowiadających strumieniowi płynu transportującego, i z kolei sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności (η_1), spowodowane zmianami zawartości składnika w mieszaninie, uśrednia się w zadanym przedziale czasowym, a następnie porównuje się z sygnałami, odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian ($\eta_{01} = f(C_v)$), a sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności (η_2), spowodowanym zmianami zawartości i struktury składnika w mieszaninie, uśrednia się w zadanym przedziale czasowym, po czym porównuje się z sygnałami odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian ($\eta_{02} = f(C_v, \alpha)$) i w wyniku porównania otrzymuje się sygnały odpowiadające strukturze przepływu, a równocześnie sygnały proporcjonalne, odpowiadające zmianom pojemności (C_1), spowodowanym zmianami zawartości składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami ($C_{01} = f(C_v)$), odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce zmian pojemności (C_1), spowodowanych zmianami zawartości składnika w mieszaninie, a ponadto w górnej i w dolnej części przestrzeni pomiarowej przepływowego strumienia, mierzy się pojemności (C_3 i C_4), odpowiadające zmianom lokalnym zawartości składnika w mieszaninie, charakteryzującym rodzaje struktury przepływu składnika i porównuje się je z sygnałami $C_3 = f(C_{v3lok})$ i $C_4 = f(C_{v4lok})$, odpowiadającymi wzorcowym charakterystykami pomiarowym tych zmian, a sygnały proporcjonalne do (C_{v3lok} i C_{v4lok}), odpowiadające wynikom porównań, przekształca się na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w przestrzeni pomiarowej, a te z kolei uśrednia się w zadanym przedziale czasowym i na podstawie wartości sygnałów, odpowiadających strukturze przepływu oraz zawartości składnika w mieszaninie i lokalnych zmian zawartości składnika

w obszarze pomiarowym i wyznaczonych charakterystyk wzorcowych, określa się strukturę rozkładu składnika w mieszaninie oraz obraz struktury przekroju przepływowego.

2. Sposób pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, **znamienny tym**, że w przestrzeni pomiarowej przepływowego strumienia mierzy się w płaszczyznach równoległych do poziomej płaszczyzny odniesienia zmiany pojemności (C_1), odpowiadające zmianom zawartości składnika w mieszaninie przepływowego strumienia, a w płaszczyznach prostopadłych do poziomej płaszczyzny odniesienia, mierzy się pojemności (C_2), odpowiadające zmianom zawartości i struktury rozkładu składnika w mieszaninie, po czym sygnały zmian pojemności (C_1 i C_2) przekształca się na sygnały proporcjonalne do sygnałów względnych zmian pojemności (η_1 i η_2), odniesionych do pojemności odpowiadających strumieniowi płynu transportującego, i z kolei sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności (η_1), spowodowane zmianami zawartości składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami, odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian ($\eta_{01} = f(C_v)$), a sygnały proporcjonalne, odpowiadające względnym zmianom pojemności (η_2), spowodowanym zmianami zawartości i struktury składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce pomiarowej tych zmian ($\eta_{02} = f(C_v, \alpha)$) i w wyniku porównań otrzymuje się sygnały odpowiadające strukturze przepływu, które uśrednia się w zadanym przedziale czasowym, a równocześnie sygnały proporcjonalne, odpowiadające zmianom pojemności (C_1) spowodowanym zmianami zawartości składnika w mieszaninie, porównuje się z sygnałami ($C_{01} = f(C_v)$), odpowiadającymi wzorcowej charakterystyce zmian pojemności (C_1), spowodowanych zmianami zawartości składnika w mieszaninie, a ponadto w górnej i w dolnej części przestrzeni pomiarowej przepływającego strumienia, mierzy się pojemności (C_3 i C_4), odpowiadające zmianom lokalnym zawartości składnika w mieszaninie, charakteryzującym rodzaje struktury przepływu składnika i porównuje się je z sygnałami ($C_3 = f(C_{v3lok})$) i $C_4 = f(C_{v4lok})$), odpowiadającymi wzorcowym charakterystykami pomiarowym tych zmian, a sygnały proporcjonalne do (C_{v3lok} i C_{v4lok}), odpowiadające wynikom porównań, przekształca się na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w przestrzeni pomiarowej, a te z kolei uśrednia się w zadanym przedziale czasowym i na podstawie wartości sygnałów, odpowiadających strukturze przepływu oraz zawartości składnika w mieszaninie i lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym i wyznaczonych charakterystyk wzorcowych, określa się strukturę rozkładu składnika w mieszaninie oraz obraz struktury przekroju przepływowego.

3. Urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości

składnika w płynnej mieszaninie, **znamiennie tym**, że zawiera czujnik pojemnościowy, który stanowi dielektryk w kształcie złączki (1) przewodu przepływowego z czterema grupami kondensatorów pomiarowych (2, 3, 4 i 5), osadzonych w jego pobocznicach, w różnych zadanych położeniach względem siebie i strumienia, oraz z uwzględnieniem struktury rozkładu składnika mieszaniny przepływowego strumienia, przy czym pierwsza grupa kondensatorów pomiarowych (2) ma powierzchnie okładzin usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zawartości składnika w mieszaninie i służy do wykazywania pojemności (C_1), odpowiadającej zmianie zawartości składnika w mieszaninie, natomiast druga grupa kondensatorów pomiarowych (3) ma powierzchnie okładzin usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie i służy do wykazywania pojemności (C_2), odpowiadającej zmianie struktury rozkładu składnika w mieszaninie, a trzecia i czwarta grupa kondensatorów pomiarowych (4 i 5) ma powierzchnie okładzin usytuowane w pobliżu siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie, i służy do wykazywania pojemności (C_3 i C_4), odpowiadających lokalnym zmianom zawartości składnika w mieszaninie oraz do identyfikacji rodzaju struktury rozkładu składnika w mieszaninie, przy czym złączka (1) jest otulona ekranem cieplnym (6) oraz uziemionym ekranem elektrycznym (7), i w złączce (1) są zainstalowane układy pomiarowe temperatury (8), rezystowności (9) i ciśnienia (10) mieszaniny badanego strumienia, a ponadto złączka (1) jest wyposażona w mechanizm nastawczy (11), umożliwiający zorientowanie złączki (1) względem poziomej płaszczyzny odniesienia, natomiast kondensatory pomiarowe (2) pierwszej grupy są połączone poprzez pierwszy układ pomiaru pojemności (12) z przekształtnikiem (13) sygnału pojemności (C_1) na sygnał względny zmiany pojemności (η_1), spowodowanej zawartością mierzonego składnika, oraz z przekształtnikiem (14) sygnału pojemności (C_1) na sygnał zawartości składnika w mieszaninie, natomiast kondensatory pomiarowe (3) drugiej grupy są połączone poprzez drugi układ pomiaru pojemności (15) z przekształtnikiem (16) sygnału pojemności (C_2) na sygnał względnej zmiany pojemności (η_2), spowodowanej zmianą zawartości i struktury rozkładu mierzonego składnika w mieszaninie, przy czym przekształtniki (13 i 16) sygnałów względnych zmian pojemności (η_1 i η_2) są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, pierwszy (17) i drugi (18) z przekształtnikiem (19) średnich wartości względnych zmian pojemności (η_1 i η_2), na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik (19) jest połączony ze wskaźnikiem (20) wartości współczynnika (α) struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie, natomiast przekształtnik (14), sygnału pojemności (C_1) na sygnał zawartości składnika w badanej mieszaninie, jest połączony poprzez trzeci sumator uśredniający (21) ze wskaźnikiem (22) zawartości składnika w badanej mieszaninie, zaś kondensatory pomiarowe (4), trzeciej grupy, są połączone poprzez trzeci układ pomiaru pojemności (23) z przekształtnikiem (24) sygnałów zmian pojemności (C_3) na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym kondensatorów pomiarowych (4) trzeciej grupy, a kondensatory pomiarowe (5) czwartej grupy, są połączone poprzez czwarty układ pomiaru pojemności (25) z przekształtnikiem (26) sygnałów zmian pojemności (C_4) na sygnały proporcjo-

nalne do lokalnych zmian zawartości składnika, przy czym przekształtniki (24 i 26) sygnałów względnych zmian pojemności (C_3 i C_4) są połączone poprzez przynależne im sumatory uśredniające, czwarty (27) i piąty (28), ze wskaźnikami (29 i 30) lokalnych zawartości składników w obszarach pomiarowych trzeciej i czwartej grupy kondensatorów pomiarowych (4 i 5).

4. Urządzenie do pomiaru struktury rozkładu zawartości składnika w płynnej mieszaninie, **znamiennie tym**, że zawiera czujnik pojemnościowy, który stanowi dielektryk w kształcie złączki (1) przewodu przepływowego z czterema grupami kondensatorów pomiarowych (2, 3, 4 i 5), osadzonych w jego pobocznicach, w różnych zadanych położeniach względem siebie i strumienia, oraz z uwzględnieniem struktury rozkładu składnika mieszaniny przepływowego strumienia, przy czym pierwsza grupa kondensatorów pomiarowych (2) ma powierzchnie okładzin usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zawartości składnika w mieszaninie i służy do wykazywania pojemności, odpowiadającej zmianie zawartości składnika w mieszaninie, natomiast druga grupa kondensatorów pomiarowych (3) ma powierzchnie okładzin usytuowane naprzeciw siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie i służy do wykazywania pojemności (C_2), odpowiadającej zmianie struktury rozkładu składnika w mieszaninie, a trzecia i czwarta grupa kondensatorów pomiarowych (4 i 5) ma powierzchnie okładzin usytuowane w pobliżu siebie, w przybliżeniu równolegle do powierzchni jednakowych zmian zawartości składnika w mieszaninie, i służy do wykazywania pojemności (C_3 i C_4), odpowiadających lokalnym zmianom zawartości składnika w mieszaninie oraz do identyfikacji rodzaju struktury rozkładu składnika w mieszaninie, przy czym złączka (1) jest otulona ekranem cieplnym (6) oraz uziemionym ekranem elektrycznym (7) i w złączce (1) są zainstalowane układy pomiarowe temperatury (8), rezystywności (9) i ciśnienia (10) mieszaniny badanego strumienia, a ponadto złączka (1) jest wyposażona w mechanizm nastawczy (11) umożliwiający zorientowanie złączki (1) względem poziomej płaszczyzny odniesienia, natomiast kondensatory pomiarowe (2) pierwszej grupy są połączone poprzez pierwszy układ pomiaru pojemności (12) z przekształtnikiem (13) sygnału pojemności (C_1) na sygnał względnej zmiany pojemności (η_1), spowodowanej zawartością mierzonego składnika, oraz z przekształtnikiem (14) sygnału pojemności (C_1) na sygnał zawartości składnika w mieszaninie, natomiast kondensatory pomiarowe (3) drugiej grupy są połączone poprzez drugi układ pomiaru pojemności (15) z przekształtnikiem (16) sygnału pojemności (C_2) na sygnał względnej zmiany pojemności (η_2), spowodowanej zmianą zawartości i struktury rozkładu mierzonego składnika w mieszaninie, przy czym przekształtniki (13 i 16) sygnałów względnych zmian pojemności (η_1 i η_2) są połączone z przekształtnikiem (19) sygnałów względnych zmian pojemności (η_1 i η_2) na sygnały odpowiadające strukturze przepływu, przy czym przekształtnik (19) jest połączony poprzez szósty sumator uśredniający (31) ze wskaźnikiem (20) wartości współczynnika (α) struktury rozkładu składnika w badanej mieszaninie, natomiast przekształtnik (14), sygnału pojemności (C_1) na sygnał zawartości składnika w badanej mieszaninie, jest połączony poprzez trzeci sumator uśredniający (21) ze wskaźnikiem (22) zawartości składnika w badanej mieszaninie, zaś kondensatory pomiarowe (4), trzeciej grupy, są połączone

poprzez trzeci układ pomiaru pojemności (23) z przekształtnikiem (24) sygnałów zmian pojemności (C_3) na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika w obszarze pomiarowym kondensatorów pomiarowych (4), trzeciej grupy, a kondensatory pomiarowe (5), czwartej grupy, są połączone poprzez czwarty układ pomiaru pojemności (25) z przekształtnikiem (26) sygnałów zmian pojemności (C_4) na sygnały proporcjonalne do lokalnych zmian zawartości składnika, przy czym przekształtniki (24 i 26) sygnałów względnych zmian pojemności (C_3 i C_4) są połączone poprzez przynależne

im sumatory uśredniające, czwarty (27) i piąty (28) ze wskaźnikami (29 i 30) lokalnych zawartości składników w obszarach pomiarowych trzeciej i czwartej grupy kondensatorów pomiarowych (4 i 5).

5 5. Urządzenie według zastrz. 3 albo 4, **znamiennie tym**, że układy pomiarowe temperatury (8) i rezystywności (9) są połączone równolegle z układami pomiaru pojemności (12, 15, 23 i 25).

6. Urządzenie według zastrz. 3 albo 4, **znamiennie tym**, że układ pomiaru ciśnienia (10) jest połączony równolegle z przekształtnikami (13, 14, 16, 24 i 26).

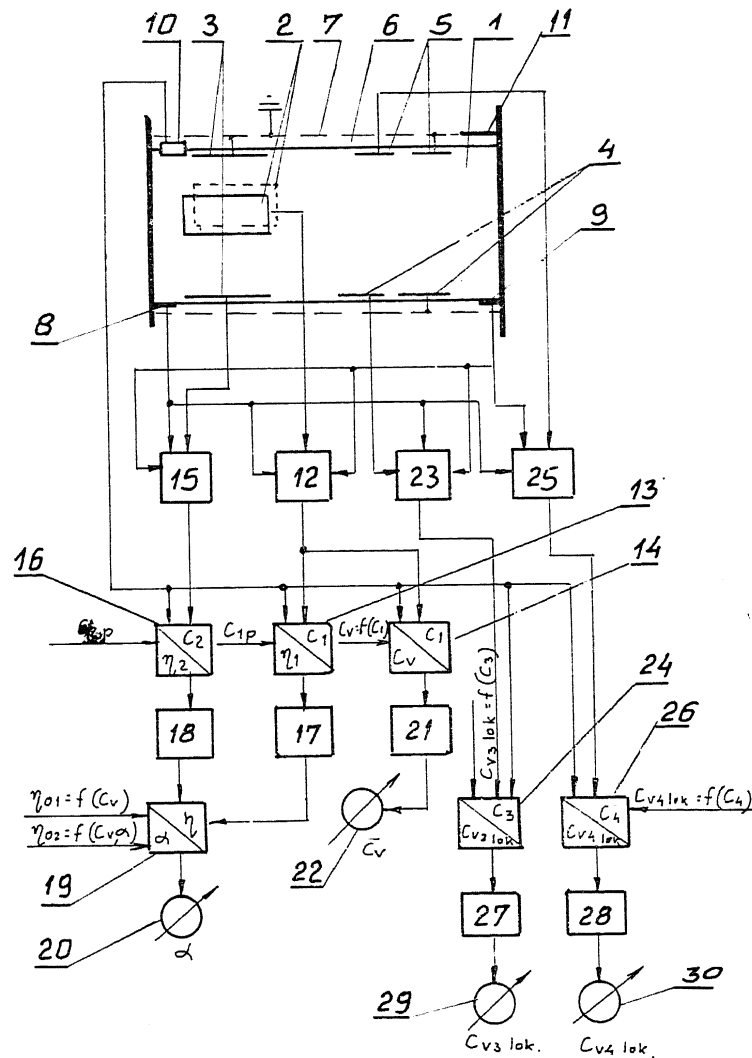


Fig. 1.

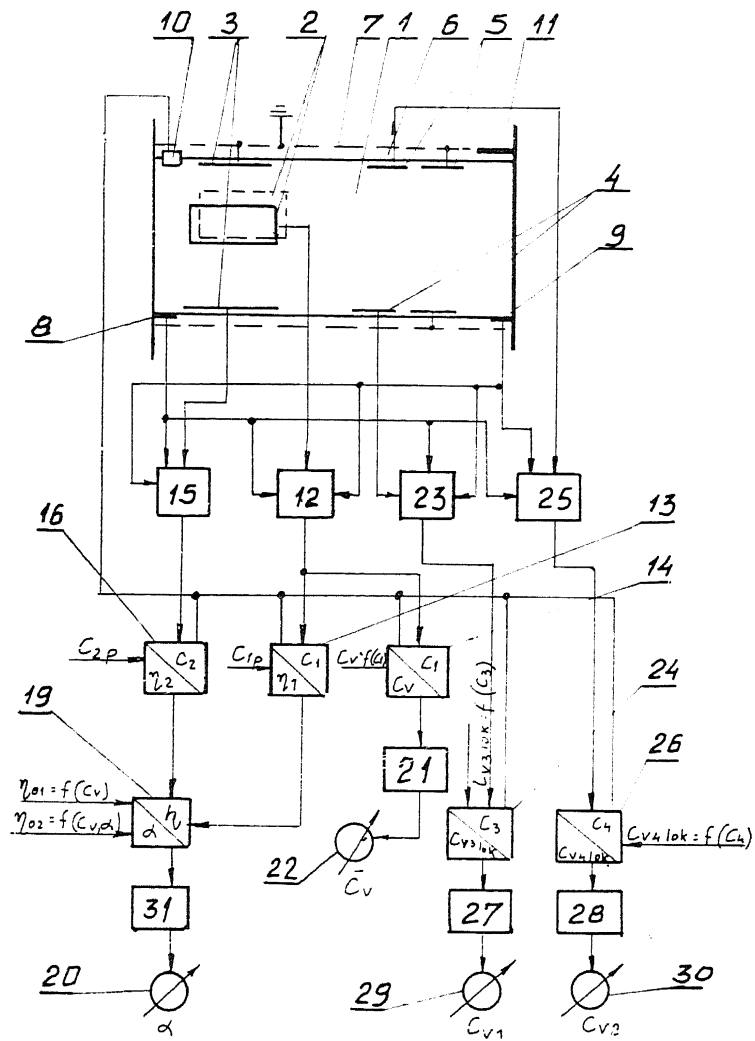
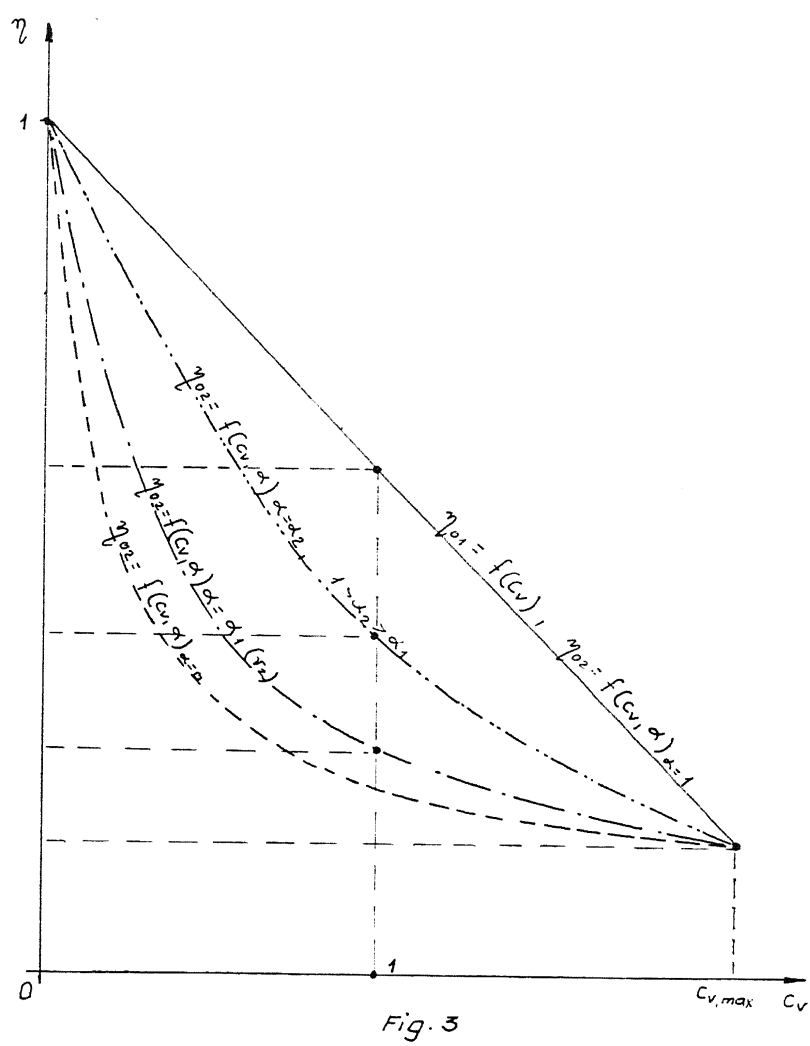


Fig. 2



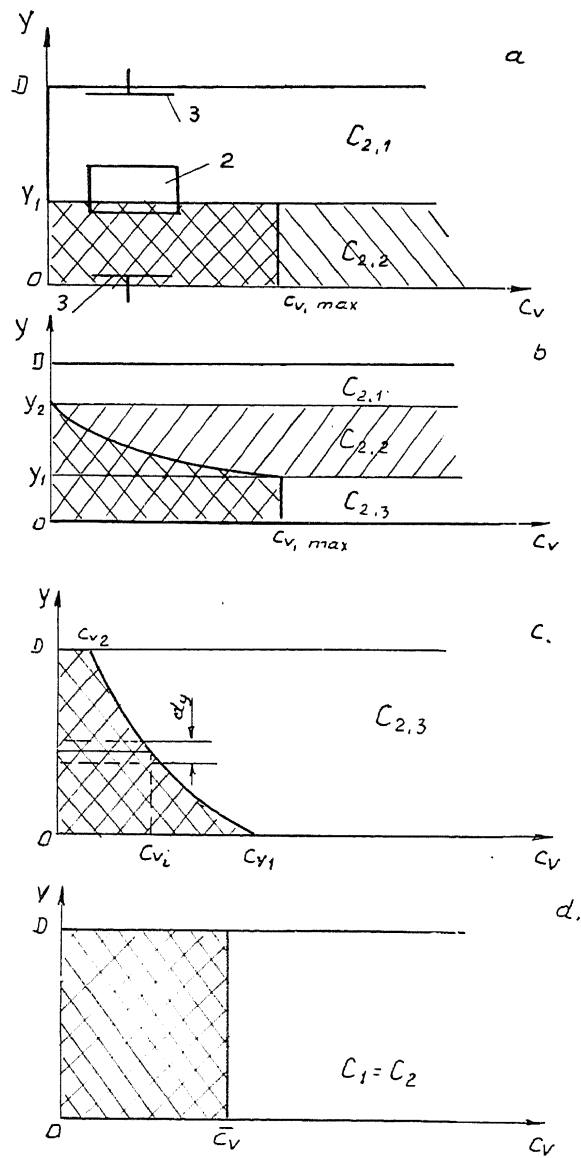


Fig. 4

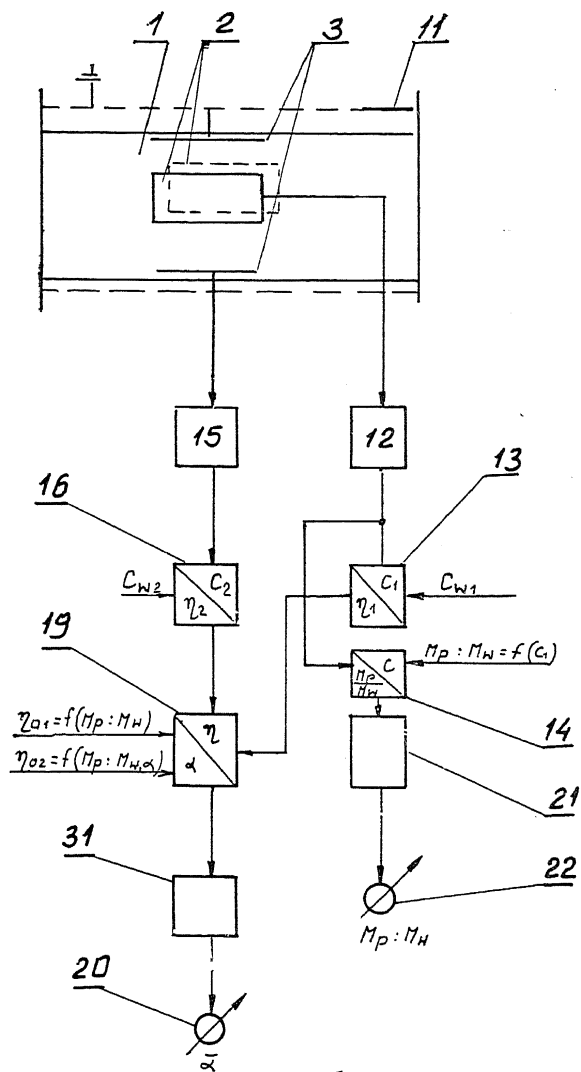


Fig. 5.

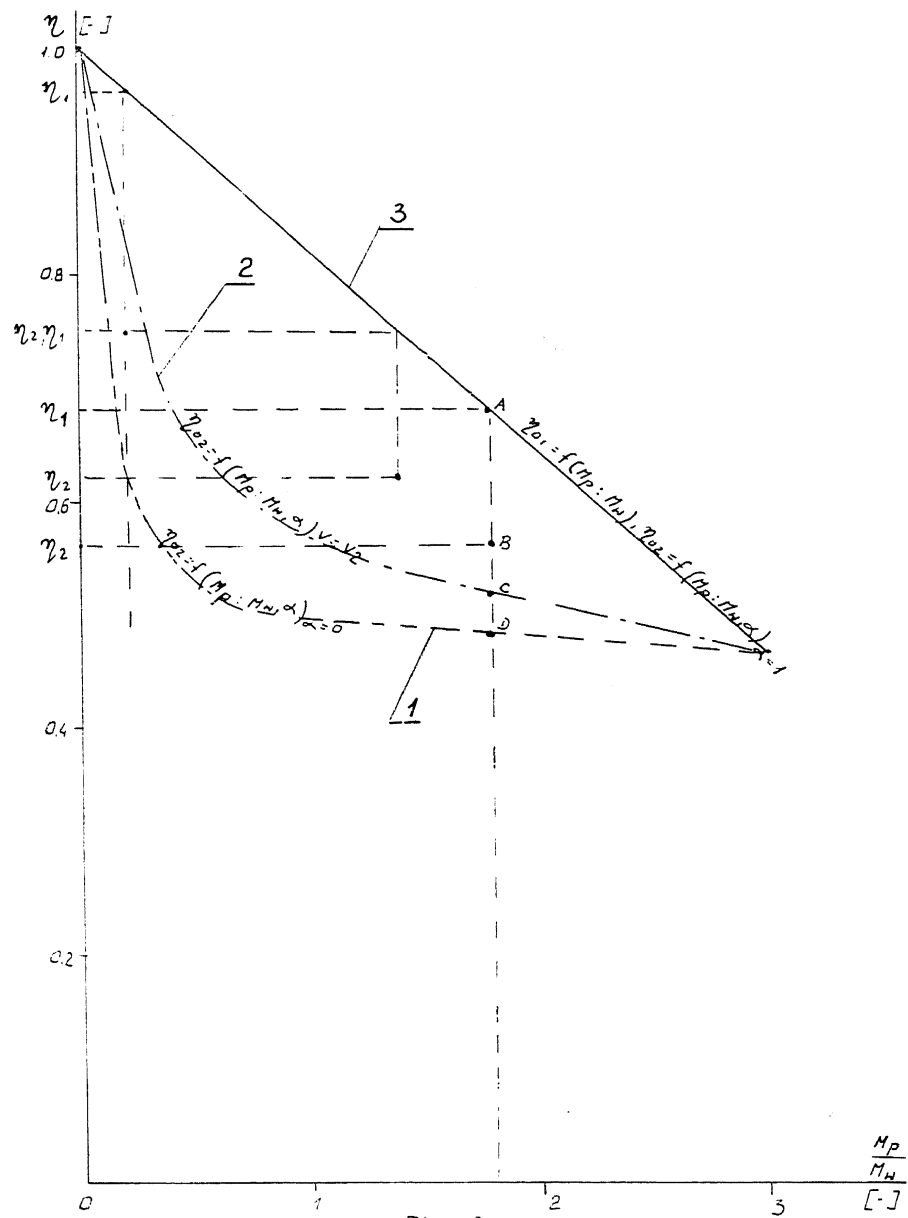


Fig. 6