

zakrycia rowków. Podstawa ma wiele drobnych wydłużonych rowków wlotowych, które są zdolne do łączenia wielu różnych gazów. Co najmniej jeden z rowków przelotowych gazu łączy się z innym rowkiem przelotowym gazu, który łączy się z innym rowkiem wlotowym. Rowki przelotowe gazu stanowią kanały oporu przepływu po związaniu płyty z płaską gładką powierzchnią z podstawą. Każdy z różnych gazów jest wprowadzany przez odpowiedni otwór wlotowy i połączony z innym gazem w urządzeniu do mieszania gazu. Poziomy oporu przepływu w rowkach odgałęzionych są tak określone, że różne gazy są mieszane we wcześniej określonym stosunku mieszania. Analizator gazu według niniejszego wynalazku zawiera urządzenie do mieszania gazu, zbiornik zawierający ciecz, przez którą można przepuszczać mieszaninę gazową, jednostkę pomiarową z elektrodami do pomiaru gazu oraz środki do selektywnego komunikowania się zbiornika z jednostką pomiarową. Mieszanina gazu z urządzenia mieszającego gaz przechodzi przez roztwór buforowy w zbiorniku w celu wytworzenia standardowej cieczy do kalibracji. Ta standardowa ciecz jest podawana do jednostki pomiarowej w ustalonym odstępie czasu. Możliwe jest rozmieszczenie wielu rowków kapilarnych o różnych wartościach oporu i połączenie ich w celu zapewnienia wielu układów przepływu, które są przystosowane do tworzenia wielu gazowych mieszanin o różnych proporcjach mieszania.

Z kolei w opisie patentowym numer US3464434 przedstawione jest rozwiązanie ujawniające urządzenie, które jest zdolne do ciągłego mieszania dwóch lub więcej gazów. Układ według tego wynalazku charakteryzuje się środkami, które wytwarzają natężenie przepływu dla każdego pojedynczego gazu, które jest określone przez spadek ciśnienia wzdłuż rury. Urządzenie do stosowania w ciągłym mieszaniu co najmniej dwóch gazów, przy czym mieszaniny tych gazów można otrzymać w regulowanych proporcjach, zawiera: rurkę oporową dla każdego z tych gazów,

przy czym rurki oporowe są zwymiarowane, dzięki czemu spadek ciśnienia na każdej z nich jest proporcjonalny do natężenia przepływu w rurze; manometr podłączony do każdej ze wspomnianych rur oporowych do pomiaru wspomnianych spadków 5 ciśnienia, wspólny wylot podłączony do końców wylotowych każdej rurki oporowej do przyjmowania gazów z rur oporowych, rezystor, środki do doprowadzania gazu do wspomnianych rur oporowych ze źródeł gazu o regulowanym ciśnieniu, przy czym wspomniany środek przed rezystorem ma opór przepływu dla 10 przepływających przezeń gazów, który przekracza opór przepływu wspomnianych rur oporowych. Urządzenie zawiera linię główną dla każdego z gazów, zestaw rur oporowych dla każdego stosunku mieszania, przy czym rurki oporowe są zwymiarowane, dzięki czemu spadek ciśnienia w każdej rurce 15 jest proporcjonalny do prędkości przepływu w rurce. Górne końce rur oporowych w każdym zestawie są połączone z głównymi liniami prowadzącymi składniki gazów obecnych w tej mieszaninie, a dolne końce rur oporowych są podłączone do wspólnej rurki wylotowej. Środki regulatora różnicy ciśnień 20 zawierają elastyczną membranę ruchomą w odpowiedzi na wpływ różnicy ciśnień między gazami, dyszę wylotową umieszczoną w sąsiedztwie tej membrany oraz rurkę kapilarną, przez którą gaz jest dostarczany przy stosunkowo wysokim ciśnieniu. Ruch wspomnianych membran działa tak, aby zmieniać gaz 25 odprowadzany przez dyszę wylotową, dzięki czemu ciśnienie po stronie dyszy membrany jest utrzymywane zasadniczo na tym samym poziomie, co ciśnienie po drugiej stronie.

Wynalazek dotyczący urządzenia do wytwarzania mieszanin gazowych o ustalonym stężeniu składników przedstawiony został 30 w opisie patentowym numer FR2630660. Zgodnie z tym wynalazkiem obejmuje on źródła dostarczające składniki mieszaniny gazowej, regulatory połączone z tymi źródłami, a które są powiązane z zespołem do stabilizowania ciśnienia bezwzględnego składników gazu. Wyjście jest połączone z

zespołem wstępnej selekcji stężenia składników mieszaniny gazowej, zawierającym połączony szeregowo przełącznik i co najmniej dwie grupy rurek kapilarnych, zgodnie z liczbą składników mieszaniny. Wspomniane rurki kapilarne mają takie same rezystancje gazodynamiczne. Preselekcja zestawu jest połączona z głównym mieszaczem składników mieszaniny, który podłączony jest do regulatora ciśnienia bezwzględnego. Dzięki takiej budowie wynalazek dotyczy w szczególności sprzętu do analizy gazu do przygotowania gazowych mieszanin wzorcowych lub syntezy mieszanin gazowych do badań medyczo-biologicznych.

W opisie patentowym numer P.185420 ujawniono urządzenie do mieszania gazów reagujących chemicznie, w postaci dwóch rur perforowanych usytuowanych tak, że jedna rura znajduje się wewnątrz drugiej, a otwory w obu rurach usytuowane są współosiowo, znamienne tym, że składa się z dwóch perforowanych rur - zewnętrznej i wewnętrznej, znajdujących się w reaktorze, posiadających króciec doprowadzający gaz inertny do rury zewnętrznej oraz króciec doprowadzający do rury wewnętrznej gaz stanowiący pierwszy z reagentów, a otwory wylotowe znajdujące się w rurze zewnętrznej mają średnicę większą od otworów wylotowych znajdujących się w rurze wewnętrznej.

Z kolei w opisie patentowym P.189668 ujawniono sposób wytwarzania strumienia mieszaniny gazów o stałym składzie, znamienne tym, że ustala się przepływ fazy ciekłej każdego ze skroplonych gazowych składników pożądanej mieszaniny za pomocą zespołu pomp o zmiennej wydajności (P1, P2, P3), odparowuje się te składniki, miesza się odparowane składniki, mierzy się stężenie każdego ze składników odparowanej mieszaniny, reguluje się przepływ fazy ciekłej co najmniej jednego z tych składników, przy czym redukuje się różnicę pomiędzy składem zmierzonym i pożądanym składem mieszaniny gazów, a ponadto okresowo powtarza się etap pomiaru stężenia

każdego ze składników odparowanej mieszaniny oraz etap regulacji szybkości przepływu fazy ciekłej co najmniej jednego ze składników z redukcją różnicy pomiędzy składem zmierzonym i pożądanym składem mieszaniny.

5 Przykładowe rozwiązania nie są odpowiednie do wytwarzania mieszanin gazowych w małych ilościach, ponieważ najmniejsze otwory, które można wyprodukować w praktyce i najmniejsze różnice ciśnień, które można kontrolować i mierzyć, dają raczej duże objętości gazu. Dodatkowo,
10 struktury te wymagają dużej komory mieszania dla gazów, jeżeli mają one dostarczać gaz o stałym składzie. Ponadto mają tę wadę, że zawierają ruchome części mechaniczne, które podlegają zużyciu, co zwłaszcza przy małych objętościach skoku wpływa na dokładność.

15 Celem wynalazku jest stworzenie urządzenia bezpiecznego w użytkowaniu, rozwiązującego problem techniczny w postaci tworzenia mieszanek o założonych parametrach energetycznych i możliwie bliskich założonym składom procentowym. Opracowany mieszalnik ma za zadanie tworzenie założonych mieszanek w
20 procesie ciągłego odbioru mieszanki wyjściowej, a jakość mieszaniny wyjściowej nie może zależeć od wielkości strumienia wyjściowego mieszanki. Zaprojektowany mieszalnik powinien maksymalnie wykorzystywać urządzenia wykonawcze i zapewniać możliwość pracy niezależnej każdego z segmentów,
25 zamiast przestojów części urządzeń mieszalni w przypadku tworzenia gazów o mniejszej liczbie składników.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym modułowy, segmentowy mieszalnik do tworzenia mieszanek palnych charakteryzuje się tym, że składa się z co najmniej
30 dwóch segmentów połączonych trójdrożnym zaworem mieszalnika typu T, a w skład dowolnego segmentu wchodzi co najmniej trzy moduły doprowadzające gazy składowe do segmentu, które to moduły są połączone ze sobą w sposób liniowy i są utworzone

przez czwórniki o kącie nachylenia w zakresie 15-50, a na końcu każdego z segmentów za modułami zamontowany jest zawór przeciwwrotny w miejscu wyjścia tworzonej mieszanki.

5 Modułowy, segmentowy mieszalnik do tworzenia mieszanek palnych posiada zamontowany do jednego z przyłączy modułu poprzez elementy złączne i/lub rurę doprowadzającą gaz, zawór przeciwwrotny.

10 Modułowy, segmentowy mieszalnik do tworzenia mieszanek palnych ma zamontowane do jednego z przyłączy modułu, poprzez elementy złączne, urządzenie monitorujące. Urządzeniem monitorującym może być termometr i/lub miernik ciśnienia.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidoczniiony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat dwumodułowy i opisano poniżej.

15 Wymagania dla mieszalników opracowano na podstawie wymagań stawianych przez normę PN-EN 437 „Gazy do badań -- Ciśnienia próbne -- Kategorie urządzeń” oraz doświadczeń pracowników laboratorium. Spośród gazów wymienionych w normie wybrano jako reprezentantów gazy grupy H, L, Lm, LL, Lw, Ls, 20 E, S, K jako gazy, dla których projektowany mieszalnik powinien umożliwiać wykonywane mieszanki.

Grupa gazów	Gazy do badań	Symbol gazu	Skład objętościowy [%]	Wi [MJ/m ³]	Hi [MJ/m ³]	WS [MJ/m ³]	HS [MJ/m ³]	d [m ³ /m ³]
Grupa H	Gaz odniesienia	G 20	CH ₄ = 100	45,67	34,02	50,72	37,78	0,555
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 21	CH ₄ = 87 C ₃ H ₈ = 13	49,60	41,01	54,76	45,28	0,684
	Gaz graniczny cofania się płomienia	G 222	CH ₄ = 77 H ₂ = 23	42,87	28,53	47,87	31,86	0,443
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 23	CH ₄ = 92,5 N ₂ = 7,5	41,11	31,46	45,66	34,95	0,586
	Gaz graniczny przegrzania	G 24	CH ₄ = 68 C ₃ H ₈ = 12 H ₂ = 20	47,01	35,70	52,09	39,55	0,577
Grupa L	Gaz odniesienia i gaz graniczny cofania się płomienia	G 25	CH ₄ = 86 N ₂ = 14	37,38	29,25	41,52	32,49	0,612

	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 26	CH4 = 80 C3H8 = 7 N2 = 13	40,52	33,36	44,83	36,91	0,678
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 27	CH4 = 82 N2 = 18	35,17	27,89	39,06	30,98	0,629
Grupa Lm	Gaz odniesienia	G 1.250	CH4 = 54 N2 = 46	21,27	18,36	23,64	20,40	0,745
	Gaz graniczny spalania niezupełnego	G 1.251	CH4 = 58 N2 = 42	23,12	19,73	25,68	21,31	0,728
	Gaz graniczny cofania się i odrywania płomienia	G 1.252	CH4 = 50 N2 = 50	19,48	17,00	21,65	18,89	0,761
Grupa LL	Gaz odniesienia	G 25	CH4 = 86 N2 = 14	37,38	29,25	41,52	32,49	0,612
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 26	CH4 = 80 C3H8 = 7 N2 = 13	40,52	33,36	44,83	36,91	0,678
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 271	CH4 = 74 N2 = 26	30,94	25,17	34,36	27,96	0,662
Grupa Lw	Gaz odniesienia	G 27	CH4 = 82 N2 = 18	35,17	27,89	39,06	30,98	0,629
	Gaz graniczny spalania niezupełnego	G 2.411	CH4 = 89 N2 = 11	39,09	30,28	43,40	33,62	0,600
	Gaz graniczny cofania się i odrywania płomienia	G 2.412	CH4 = 76 N2 = 24	31,96	25,85	35,50	28,71	0,654
Grupa Ls	Gaz odniesienia	G 2.350	CH4 = 72 N2 = 28	29,67	24,49	33,22	27,20	0,670
	Gaz graniczny spalania niezupełnego	G 2.351	CH4 = 77 N2 = 23	32,48	26,19	36,09	29,09	0,650
	Gaz graniczny cofania się i odrywania płomienia	G 2.352	CH4 = 67 N2 = 33	27,42	22,79	30,15	25,31	0,691
Grupa E	Gaz odniesienia	G 20	CH4 = 100	45,67	34,02	50,72	37,78	0,555
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 21	CH4 = 87 C3H8 = 13	49,60	41,01	54,76	45,28	0,684
	Gaz graniczny cofania się płomienia	G 222	CH4 = 77 H2 = 23	42,87	28,53	47,87	31,86	0,443
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 231	CH4 = 85 N2 = 15	36,82	28,91	40,90	32,11	0,617
	Gaz graniczny przegrzania	G 24	CH4 = 68 C3H8 = 12 H2 = 20	47,01	35,70	52,09	39,55	0,577

Zakres Es grupy E	Gaz odniesienia	G 20	CH ₄ = 100	45,67	34,02	50,72	37,78	0,555
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 21	CH ₄ = 87 C ₃ H ₈ = 13	49,60	41,01	54,76	45,28	0,684
	Gaz graniczny cofania się płomienia	G 222	CH ₄ = 77 H ₂ = 23	42,87	28,53	47,87	31,86	0,443
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 26	CH ₄ = 80 C ₃ H ₈ = 7 N ₂ = 13	40,52	33,36	44,83	36,91	0,678
Zakres Ei grupy E	Gaz odniesienia	G 25	CH ₄ = 86 N ₂ = 14	37,38	29,25	41,52	32,49	0,612
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 26	CH ₄ = 80 C ₃ H ₈ = 7 N ₂ = 13	40,52	33,36	44,83	36,91	0,678
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 231	CH ₄ = 85 N ₂ = 15	36,82	28,91	40,90	32,11	0,617
Grupa S	Gaz odniesienia	G 25.1	CH ₄ = 86 CO ₂ = 14	35,25	29,30	39,11	32,51	0,691
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 26.1	CH ₄ = 80 C ₃ H ₈ = 6 CO ₂ = 14	37,61	32,60	41,58	36,04	0,751
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 27.1	CH ₄ = 82 CO ₂ = 18	32,70	27,94	36,29	31,00	0,730
Grupa K	Gaz odniesienia	G 25.3	CH ₄ = 88 CO ₂ = 12	38,49	29,29	42,71	33,20	0,604
	Gaz graniczny spalania niezupełnego i żółtych końców	G 26.3	CH ₄ = 64 C ₂ H ₆ = 22 N ₂ = 14	41,38	35,11	45,65	38,73	0,720
		G 26.4	CH ₄ = 75 C ₃ H ₈ = 11 N ₂ = 14	41,31	35,05	45,58	38,67	0,720
	Gaz graniczny cofania się płomienia	G 28.3B	CH ₄ = 50 C ₂ H ₆ = 17 H ₂ = 10 N ₂ = 23	34,23	28,58	37,65	31,72	0,710
		G 28.4B	CH ₄ = 68 H ₂ = 20 N ₂ = 12	35,32	25,15	39,41	28,06	0,510
	Gaz graniczny odrywania się płomienia	G 27.3A	CH ₄ = 84 CO ₂ = 16	33,92	28,58	37,65	31,72	0,710
		G 27.4A	CH ₄ = 78 N ₂ = 22	33,01	26,52	36,62	29,42	0,650
	Gaz graniczny przegrzania	G 28.3A	CH ₄ = 60 C ₂ H ₆ = 17	39,57	31,72	43,79	35,15	0,643

			H ₂ = 10 N ₂ = 13					
		G 28.4A	CH ₄ = 67 C ₃ H ₈ = 10 H ₂ = 10 N ₂ = 13	40,06	32,047	44,29	35,90	0,660

Norma PN-EN 437 w załączniku I podaje warunki przygotowania gazów do badań. Skład gazów stosowanych do badań powinien być tak bliski, jak jest to możliwe, składom podanym w powyższej tabeli. Przyjęto również następujące zasady:

Liczba Wobbego mieszaniny była zgodna, z odchyleniem ± 2 %, z wartością podaną w tabeli powyżej dla odpowiedniego gazu.

Gazy użyte do sporządzenia mieszanin miały następujący minimalny stopień czystości:

- azot N₂: 99 %
- wodór H₂: 99 %
- metan CH₄: 95 %
- propen C₃H₆: 95 %
- 15 - propan C₃H₈: 95 %
- butan C₄H₁₀: 95 %

Do sporządzenia gazów granicznych zamiast metanu może być stosowany inny gaz jako gaz podstawowy, a w przypadku gazów granicznych G21, G22, G23 i G24 może być używany gaz ziemny z grupy H.

W przypadku gazów granicznych G27 i G231 może być używany gaz ziemny z grup H, L lub E, a w przypadku gazu granicznego G26 może być używany gaz ziemny z grupy L.

We wszystkich przypadkach końcowa mieszanina otrzymana przez dodanie propanu lub azotu powinna mieć liczbę Wobbego o wartości podanej w powyższej tabeli dla odpowiedniego gazu

granicznego, z odchyleniem $\pm 2 \%$, a zawartość wodoru w końcowej mieszance powinna być taka, jak podano.

Na podstawie wymagań stawianych projektowanemu mieszalnikowi, zdecydowano się na budowę modułową z podziałem na dwa segmenty 1-13, 15-27. Minimum dwa segmenty połączone są za pomocą zaworu trójdrożnego typu T. Zawór pomiędzy segmentami umożliwia połączenie segmentów mieszalnika, co umożliwia zwiększenie ilości niezależnych składników w mieszance wyjściowej. Przykładowe rozwiązanie posiada trzy moduły w każdym segmencie. Gazy składowe podawane są z instalacji lub zbiorników do mieszalnika do każdego z modułów wejściami 1, 4, 7 w segmencie I oraz 15, 18, 21 w segmencie II. Zawory przeciwwrotne 2, 5, 8, 16, 19, 22 zapobiegają wyciekowi gazu z mieszalni przez niepodłączony do gazu zasilania moduł oraz zapobiegają przepływowi gazu z mieszalnika do butli zawierającej składnik gazowy, w przypadku, gdy ciśnienie w butli jest mniejsze niż ciśnienie w mieszalniku. Do budowy mieszalnika użyto dostępnych na rynku elementów: czwórników o średnicy 1/2" i kącie nachylenia przyłączy bocznych 45° 3, 6, 9 w segmencie I oraz 17, 20, 23 w segmencie II. Przekrój elementów dobrano na 1/2" co umożliwia wykonywanie mieszanek w szerokim zakresie wielkości strumieni wyjściowych. Drugie przyłącze czwórnika zostało wykorzystane do instalacji urządzeń monitorujących własności przepływającego przez moduł gazu składowego. W przypadku braku elementu mierzącego parametry gazu na danym module segmentu mieszalnika, przyłącze czwórnika zaślepione zostało korkiem. Użycie czwórników umożliwiło wprowadzenie do komór segmentów mieszalnika urządzeń pomiarowych mierników ciśnienia 10 dla segmentu I, 24 dla segmentu II oraz mierników temperatury gazu 11 dla segmentu I, 25 dla segmentu II. Projektowany mieszalnik pracuje w dwóch trybach: W pierwszym trybie, jako dwa niezależne segmenty tworzące niezależnie dwie mieszanki o maksymalnie trzech składnikach

(większość gazów z powyższej tabeli). Zmieszane gazy wychodzą oddzielnymi wyjściami -13 dla mieszanki segmentu I oraz wyjściem 27 dla mieszanki segmentu II. W drugim trybie, jako pojedynczy sześcioskładnikowy mieszalnik, mogący do tworzenia mieszanek wykorzystać maksymalnie do sześciu składników. Wyjściem mieszanki dla tak skonfigurowanego mieszalnika jest wyjście 27 segmentu II.

Do wyboru trybu pracy mieszalnika służy zawór trójdrożny 14. Zainstalowane na końcach segmentów zawory przeciwwrotne 12, 26 zabezpieczają przed cofaniem się gazu do komory mieszalnika w przypadku, gdy nastąpi przerwa w odbiorze tworzonej mieszanki lub z innego powodu w komorze mieszalnika będzie panować mniejsze ciśnienie niż w instalacjach odbiorczych.

Zaletą takiego rozwiązania jest stworzenie urządzenia minimalizującego mogące wystąpić sytuacje niebezpieczne, a polegające na niezamierzonym wycieku gazów palnych z mieszalnika, podczas zmiany składników tworzonych mieszanin. Zaproponowane rozwiązanie daje możliwość niezależnej pracy kilku urządzeń lub instalacji odbiorczych jednocześnie, umożliwiając w razie potrzeby zwiększenie ilości składników w mieszance bez ponoszenia dodatkowych kosztów rozbudowy i przestojów instalacji w przypadku sporadycznego wykorzystania mieszanin gazowych o większej liczbie składników. Wykorzystanie do budowy elementów dostępnych na rynku obniża koszty rozbudowy. Wielkość mieszalnika, rozmiar elementów może być dobierany na podstawie planowanej maksymalnej wielkości strumienia mieszanki. Dodatkowo, co jest cechą niezmiernie ważną, mieszalnik przedstawionej konstrukcji wykazuje się dużą elastycznością pod względem ilości tworzonej mieszanki.

Przedmiot według wynalazku może być stosowany podczas doświadczeń i prac badawczo-rozwojowych prowadzonych z wykorzystaniem urządzeń spalających gaz, armatury gazowej i

aparatury kontrolno-pomiarowej oraz podczas badań certyfikacyjnych urządzeń gazowych. Ponadto, mieszalnia może być stosowana na liniach przemysłowych, na których istnieje potrzeba wykorzystania wieloskładnikowej mieszaniny gazowej w procesie technologicznym, w której oprócz składu procentowego kontroluje się również inne parametry np. energetyczne (liczba Wobbego, ciepło spalania) albo fizyczne (gęstość mieszaniny).