



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112566** (13) **C2**  
(51) МПК (2016.01)  
**B01F 3/02** (2006.01)  
**G05D 11/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	<b>а 2014 07566</b>	(72) Винахідник(и): <b>Сисоєв Юрій Олександрович (UA), Костюк Геннадій Ігорович (UA), Сисоєв Андрій Юрійович (UA), Евшовіч Ірина Анатоліївна (UA), Доломанов Андрій Валентинович (UA), Сердюк Ірина Віталіївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>07.07.2014</b>	(73) Власник(и): <b>Сисоєв Юрій Олександрович, пр. Ак. Курчатова, 10, кв. 134, м. Харків-108, 61108 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>26.09.2016</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 106551 C2, 25.04.2014 SU 711431 A1, 25.01.1980 SU 1156020 A, 15.05.1985 SU 1733064 A1, 15.05.1992 RU 2097117 C1, 27.11.1997 RU 2010130366 A, 27.01.2012 DE 2915983 A1, 30.10.1980 FR 2863912 A1, 24.06.2005 US 4915123 A1, 10.04.1990 CN 103143293 A, 12.06.2013
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>12.01.2016, Бюл.№ 1</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>26.09.2016, Бюл.№ 18</b>	

## (54) СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ СУМІШІ З N ГАЗІВ ЗАДАНОГО ПРОЦЕНТНОГО СКЛАДУ

### (57) Реферат:

Винахід належить до техніки отримання газових сумішей потрібного складу і може бути застосований в різних галузях промисловості, зокрема при метрологічному забезпеченні виробничих процесів в іонно-плазмових технологіях отримання покриттів різного функціонального призначення та ін. Спосіб приготування суміші з N газів заданого процентного складу полягає в попередній підготовці змішувальної камери шляхом здійснення М-кратної подачі до тиску  $P_{пр.}$  в змішувальну камеру з наступним скиданням до атмосферного тиску  $P_{атм.}$  газу, що має максимальне процентне значення в суміші, кількість подач і скидів газу М визначають необхідною точністю вмісту цього газу в суміші при тиску  $P_{пр.}$ , а після підготовки змішувальної камери послідовно подають у неї кожен з N газів до парціальних тисків, відповідних заданому процентному складу суміші, при цьому тиск газової суміші  $P_{см}$  в змішувальній камері встановлюють за умови  $P_{см} > N \cdot P_{атм.}$ . Спосіб дозволяє отримувати газові суміші зі значно вищою продуктивністю порівняно зі способом-прототипом при одночасному спрощенні реалізації способу.

UA 112566 C2



Винахід належить до техніки отримання газових сумішей необхідного складу і може бути застосований в різних галузях промисловості, зокрема при метрологічному забезпеченні виробничих процесів в іонно-плазмових технологіях отримання покриттів різного функціонального призначення та ін.

Відомий спосіб отримання сумішей газів шляхом напуску окремих газів через роздільні канали, забезпечені регулюючими елементами, в робочий об'єм, описаний в [Данилин Б.С., Киреев В.Ю. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов. - М.: Энергоатомиздат, 1987., с. 57-58, рис. 2.2], який реалізується за допомогою пристрою СНА-2. Отримати цим способом суміш газів з високою точністю співвідношення компонент в робочому обсязі неможливо, оскільки дозування напуску газів здійснюється з точністю 15-20 % шкали вимірювача тиску [див. Система напуску СНА-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.950.126 ТО, лист 4], що призводить до зниження якості обробки.

На практиці часто застосовують спосіб отримання суміші газів, що полягає в послідовному напуску в робочий балон декількох газів з окремих балонів з високим тиском [Вершина А.К. Комбинированная плазменно-вакуумная обработка дереворежущего инструмента. Электронная обработка материалов, 2009 - № 3. - С. 86-91]. При цьому процентний склад суміші створюють зміною тисків в робочому балоні і балонах з газами, що входять в суміш (як правило, обсяги балонів рівні). До переваг цього способу належить простота отримання суміші і стабільність співвідношення газів в обсязі, до недоліків - порівняно невисока точність процентного складу одержуваних газових сумішей (похибка на рівні кількох відсотків) і низька оперативність приготування суміші газів.

Відомий спосіб отримання суміші газів необхідного складу за патентом України № 85625 МПК В01F 3/00, в якому підготовка суміші газів для технологічних установок заданого процентного складу полягає в послідовній подачі  $i_j$  дискретних порцій  $j$ -го газу в попередньо відкачану змішувальну камеру і задання процентного вмісту газу в суміші числом  $i_j$ . Даний спосіб при циклічній подачі порцій газів дозволяє отримувати суміші газів з високою точністю співвідношення компонентів. Його основним недоліком є необхідність визначення тимчасової послідовності подачі дискретних порцій кожного газу в циклі приготування суміші, що значно ускладнює реалізацію способу на практиці.

Найбільш близьким до запропонованого способу по технічній суті є спосіб приготування суміші з  $N$  газів необхідного складу за заявкою на видачу патенту України № а201303174 від 15.03.2013, рішення про видачу патенту на винахід, вих. № 12092/3А/14 від 20.05.2014, вибраний як прототип. У способі-прототипі підготовка суміші газів для технологічних установок заданого процентного складу полягає в попередній підготовці змішувальної камери і подальшої подачі складових газів до відповідних заданому процентному складу парціальних тисків у змішувальну камеру.

У даному способі підготовку змішувальної камери здійснюють шляхом її відкачування форвакуумним насосом, а подальша подача складових газів до відповідних процентному складу парціальних тисків у змішувальну камеру відбувається дискретними порціями рівного об'єму, з перевіркою перед подачею кожної порції умов попадання в заданий допуск на відхилення парціального тиску кожного газу в суміші від заданого. Така послідовність дій забезпечує отримання сумішей газів із заданою точністю.

Однак способу-прототипу притаманні суттєві недоліки, які полягають у наступному.

Невисока продуктивність способу-прототипу, обумовлена:

1. Для підготовки змішувальної камери до приготування суміші її відкачують, що займає деякий час, обумовлений типом насоса і обсягом змішувальної камери (для змішувальної камери об'ємом 10 літрів при відкачці насосом 2НВР-5ДМ цей час складає близько 5 хвилин).

2. Тим, що для забезпечення високої точності вмісту газу в суміші його необхідно подавати невеликими порціями, кількість яких може доходити до декількох тисяч. Такий процес подачі газів вимагає значних тимчасових витрат (40 і більше хвилин для змішувальної камери ємністю 10 літрів).

3. Для забезпечення високої точності також необхідно попередньо стабілізувати вхідні тиски газів, що також займає певний час.

До недоліків належить і висока складність його реалізації, оскільки для здійснення способу необхідно обов'язково вирівняти (стабілізувати) вхідні тиски газів і виконувати процес дозування газів.

Технічною задачею запропонованого способу приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу є підвищення продуктивності отримання суміші газів і спрощення його реалізації.

Поставлена технічна задача вирішується тим, що в способі приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу, що полягає в попередній підготовці змішувальної камери і подальшій подачі складових газів до відповідних заданому процентному складу парціальних тисків у змішувальну камеру, згідно з винаходом, підготовку змішувальної камери здійснюють  $M$ -кратною подачею до тиску  $P_{\text{пр}}$  в змішувальну камеру з наступним скиданням до атмосферного тиску  $P_{\text{атм}}$  газу, що має максимальний процентний вміст в суміші, кількість подач і скидів газу  $M$  визначають необхідною точністю вмісту цього газу в суміші при тиску  $P_{\text{пр}}$ , після підготовки змішувальної камери послідовно подають у неї кожен з  $N$  газів до парціальних тисків, відповідних заданому процентному складу суміші, при цьому тиск газової суміші  $P_{\text{см}}$  в змішувальній камері встановлюють за умови  $P_{\text{см}} > N \cdot P_{\text{атм}}$ .

Розглянемо детально причинно-наслідковий зв'язок між істотними відмітними ознаками способу приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу, що заявляється і технічним результатом, що при цьому досягається.

Істотні відмітні ознаки - "підготовку змішувальної камери здійснюють  $M$ -кратною подачею до тиску  $P_{\text{пр}}$  в змішувальну камеру з наступним скиданням до атмосферного тиску  $P_{\text{атм}}$  газу, що має максимальне процентне значення в суміші, кількість подач і скидів газу  $M$  визначають необхідною точністю вмісту цього газу в суміші при тиску  $P_{\text{пр}}$ ..." забезпечують можливість в сукупності в способі, що заявляється, здійснювати перед створенням суміші газів швидку підготовку змішувальної камери і відразу отримувати в камері змішувача атмосферу газу при тиску  $P_{\text{атм}}$ , що має найбільший вміст в суміші. Кількість подач до тиску  $P_{\text{пр}}$  та скидів газу  $M$  при цьому, як показано в таблицях 1-4, визначають необхідну точність вмісту цього газу в суміші.

Якщо газом з максимальним вмістом в суміші є азот, то при  $P_{\text{пр}} = 5 \text{ атм}$  вміст азоту в камері змішувача після кожного циклу його подачі та скидання визначається таблицею 1, при  $P_{\text{пр}} = 10 \text{ атм}$  - таблицею 2.

Якщо газом з максимальним вмістом в суміші є газ  $X$ , який не входить до складу атмосфери повітря, то при  $P_{\text{пр}} = 5 \text{ атм}$  вміст цього газу в камері змішувача після кожного циклу його подачі та скидання визначається таблицею 3, при  $P_{\text{пр}} = 10 \text{ атм}$  - таблицею 4.

Таблиця 1

Вміст азоту в камері змішувача після чергового циклу  $M$ ,  $P_{\text{пр}} = 5 \text{ атм}$ .

Значення $M$ (подача $N_2$ до $5 \text{ атм}$ - скидання тиску)	Склад атмосфери в камері змішувача, %		
	$N_2$	$O_2$	Решта газів
Початкова атмосфера	78,08	20,95	0,97
1	95,62	4,19	0,19
2	99,12	0,84	0,04
3	99,82	0,17	0,01
4	99,965	0,035	0

Таблиця 2

Вміст азоту в камері змішувача після чергового циклу  $M$ ,  $P_{\text{пр}} = 10 \text{ атм}$ .

Значення $M$ (подача $N_2$ до $10 \text{ атм}$ - скидання тиску)	Склад атмосфери в камері змішувача, %		
	$N_2$	$O_2$	Останні гази
Початкова атмосфера	78,08	20,95	0,97
1	97,80	2,10	0,10
2	99,78	0,21	0,01
3	99,98	0,02	0

Таблиця 3

Вміст газу  $X$ , що не входить до складу атмосфери, в камері змішувача після чергового циклу  $M$ ,  $P_{\text{пр}} = 5 \text{ атм}$ .

Значення $M$ (подача $X$ до $5 \text{ атм}$ - скидання тиску)	Склад атмосфери в камері змішувача, %			
	$N_2$	$O_2$	Останні	$X$
Початкова атмосфера	78,08	20,95	0,97	0
1-й	15,62	4,19	0,19	80,00

Продовження таблиці 3

2-й	3,12	0,84	0,04	96,00
3-й	0,62	0,17	0,01	99,20
4-й	0,124	0,034	0	99,842
5-й	0,03	0	0	99,97

- Оскільки виконання кількості циклів подачі газу в змішувальну камеру до тиску  $P_{пр}$  і скидання його до атмосферного тиску  $M$  займає менший час, ніж відкачка того ж об'єму камери змішувача, то в запропонованому способі підготовка змішувальної камери до створення в ній суміші газів відбувається швидше, ніж у способі-прототипі. Для прикладу, один цикл подачі газу в змішувальну камеру об'ємом 10 літрів до тиску  $10_{атм}$  і скидання його до атмосферного тиску здійснюється за 16 секунд, при  $M=5$  час підготовки змішувальної камери в запропонованому способі становить 80 секунд, а в способі-прототипі підготовка (відкачка) змішувальної камери того ж об'єму відбувається за 5 хвилин, тобто на етапі підготовки змішувальної камери запропонований спосіб як мінімум, в 3,75 разу продуктивніший за спосіб-прототип.

Таблиця 4

Вміст газу X, що не входить до складу атмосфери,  
в камері змішувача після чергового циклу  $M$ ,  $P_{пр}=10_{атм}$ .

Значення $M$ (подача X до $10_{атм}$ - скидання тиску)	Склад атмосфери в камері змішувача, %			
	$N_2$	$O_2$	Останні	X
Початкова атмосфера	78,08	20,95	0,97	0
1-й	7,80	2,10	0,10	90,00
2-й	0,78	0,21	0,01	99,00
3-й	0,08	0,02	0	99,90
4-й	0,01	0	0	99,99

- До того ж, для здійснення підготовки змішувальної камери в запропонованому способі не потрібно складне устаткування (форвакуумний насос), як в способі-прототипі, а значить, його реалізація є простішою.

- Істотні відмітні ознаки - "після підготовки змішувальної камери послідовно подають у неї кожен з  $N$  газів до парціальних тисків, відповідних заданому процентному складу суміші, при цьому тиск газової суміші  $P_{см}$  в камері змішувача встановлюють з умови  $P_{см} > N \cdot P_{атм}$ » забезпечують створення в камері змішувача газової суміші заданого процентного складу.

- Процентним складом суміші, що задається, визначається парціальний тиск кожного з газів, що входять до складу суміші. Само тиск суміші газів  $P_{см}$  в камері змішувача встановлюють з умови  $P_{см} > N \cdot P_{атм}$ ... Виконання цієї умови необхідно для того, щоб парціальний тиск газу з максимальним вмістом в суміші (продувального) був більше атмосферного, оскільки після підготовки змішувальної камери в ній міститься газ при атмосферному тиску.

- Кожний газ, що входить до складу суміші, на етапі приготування суміші послідовно подають до парціального тиску (черговість подачі газів при цьому в запропонованому способі не має значення), відповідного його заданому процентному значенню в суміші. Оскільки подача газів відбувається безперервно, то час приготування газової суміші запропонованим способом здійснюється значно швидше, ніж в способі-прототипі, в якому подача газів проводиться малими дозами, тобто продуктивність способу, що заявляється, набагато вище. Для прикладу, для випадку суміші з трьох газів, обсязі змішувальної камери 10 літрів, тиску  $P_{см}=5_{атм}$ , час подачі одного газу не перевищує 30 секунд, відповідно, час створення суміші газів не перевищує 1,5 хвилини. Для тих же умов час приготування суміші порціями в способі-прототипі становить не менше 40 хвилин, отже, запропонований спосіб є набагато продуктивнішим.

- Відсутність необхідності стабілізувати вхідні тиски газів і здійснювати їх дозування забезпечує істотно більшу простоту реалізації запропонованого способу порівняно зі способом-прототипом.

- На кресленні зображено пристрій для приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу запропонованим способом.

- Спосіб приготування суміші газів заданого процентного складу здійснювали за допомогою пристрою, схематично представленого на кресленні. Пристрій містить блок управління 1, що

видає сигнали управління від вбудованого ПІД-регулятора на пропорційні клапани 2, 3 і 4 (типу EV-260B 6B з котушкою BK024D фірми Danfoss), які виходом з'єднані зі змішувальною камерою 5, а входом кожен приєднаний до виходу відповідного редуктора - 6, 7, 8. Другий вихід редукторів 6, 7, 8 приєднаний до балонів із стисненими газами 9, 10, 11, що входять до складу суміші. Тиск в камері змішувача 5 вимірюється приєднаним до неї датчиком 12 (датчик абсолютного тиску типу "Сафір", клас точності 0,1), вихід якого підключений до блоку управління 1. До камери змішувача 5 приєднаний також випускний клапан 13, що відкривається за сигналами з блока управління 1.

Спосіб здійснювали наступним чином.

На пульті блока управління 1 задавали процентний вміст кожного з газів, що входять до складу суміші. У здійсненому варіанті пристрій був виготовлений для створення суміші з трьох газів, що знаходяться в балонах високого тиску 9, 10, 11 (застосовувалися гази: газ 1 - азот - в балоні 9, газ 2 - аргон - в балоні 10 і газ 3 - пропан - в балоні 11) з можливістю зміни процентного співвідношення кожного з газів в діапазоні 0-100 % з кроком зміни процентного вмісту 1 % по кожному газу. Попередньо в пам'ять блока управління 1 записували значення тиску суміші газів  $P_{cm}$  в камері змішувача, рівне  $5 \text{ атм.}$ , що для нашого випадку  $N=3$  задовольняє умові  $P_{cm} > N \cdot P_{atm.}$

Після задання процентного вмісту газів за допомогою блока управління 1 визначали газ, що має максимальний вміст в суміші і одночасно обчислювали парціальний тиск кожного газу в суміші. Наприклад, задавши склад суміші: газ 1-45 %, газ 2-30 %, газ 3-25 %, визначали газ 1 як газ з максимальним вмістом в суміші і отримували значення парціального тиску газу 1 в суміші -  $2,25 \text{ атм.}$ ; парціального тиску газу 2 в суміші -  $1,50 \text{ атм.}$ ; парціального тиску газу 3 в суміші -  $1,25 \text{ атм.}$ , в сумі  $5 \text{ атм.}$ , що відповідає певному раніше  $P_{cm}=5 \text{ атм.}$

Потім відкривали редуктори 6, 7, 8 балонів з газами 9, 10, 11 і газ 1, як газ з максимальним вмістом в суміші, подавали відкриттям пропорційного клапана 2 в змішувальну камеру 5. Зростання тиску в камері змішувача 5 контролювали датчиком тиску 12 до тиску  $10 \text{ атм.}$  ( $P_{pr}=10 \text{ атм.}$ ). Після досягнення в камері змішувача 5 тиску  $10 \text{ атм.}$  закривали пропорційний клапан 2 і відкривали випускний клапан 13 і скидали тиск в камері змішувача 5 до атмосферного. Так повторювали три рази ( $M=3$  при  $P_{pr}=10 \text{ атм.}$  для забезпечення точності вмісту цього газу в суміші не менше 0,1 %).

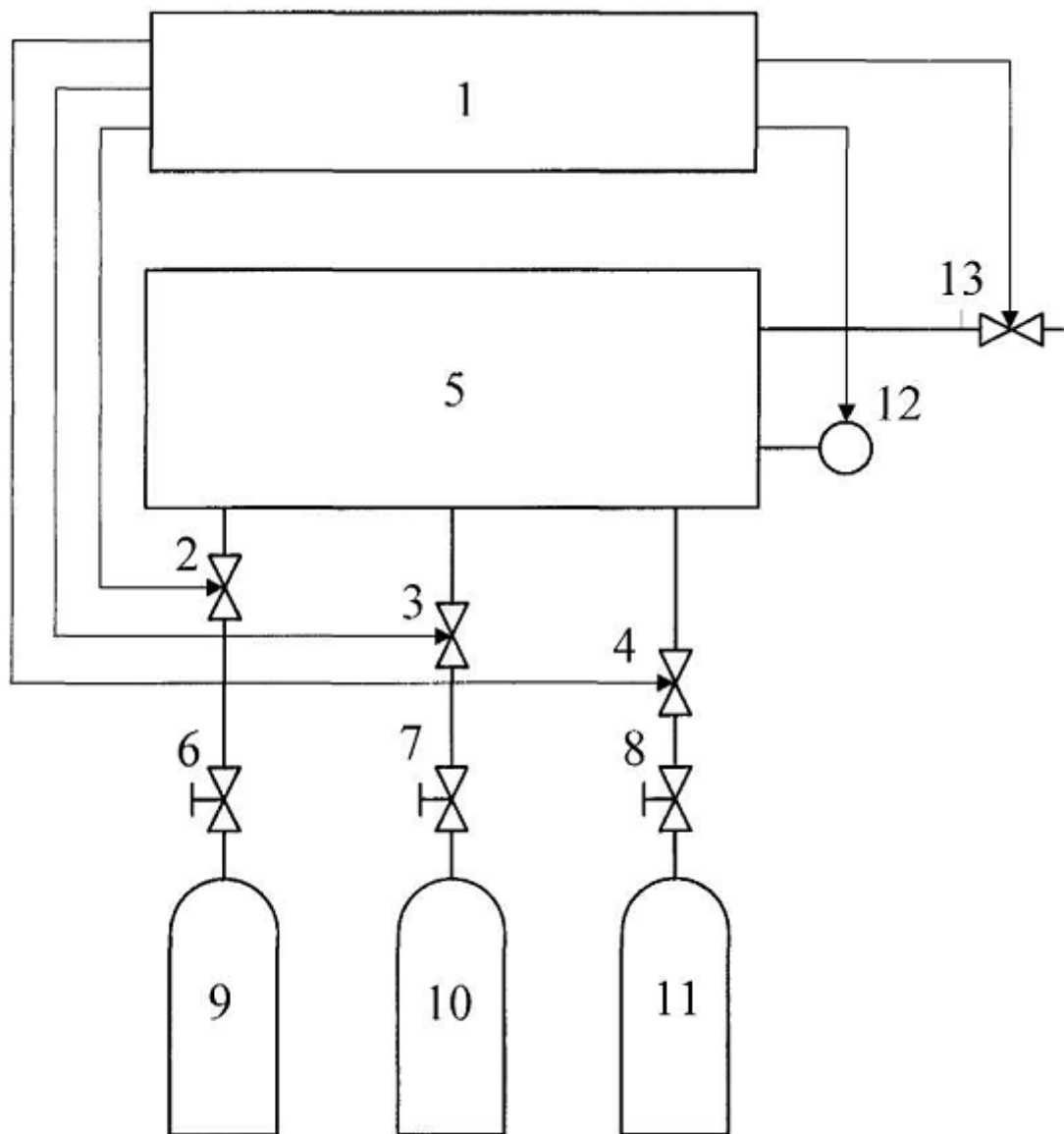
Завершивши етап підготовки змішувальної камери 5 до створення суміші газів, мали в ній 99,98 % азоту при атмосферному тиску. Потім починали приготування в камері змішувача 5 суміші газів заданого складу. Для нашого випадку відкривали пропорційний клапан 2 і подаючи газ 1 доводили тиск в камері змішувача 5 до  $2,25 \text{ атм.}$ , після чого пропорційний клапан 2 закривали. Потім відкривали пропорційний клапан 3 і подаючи газ 2 доводили тиск в камері змішувача 5 до  $3,75 \text{ атм.}$ , після чого пропорційний клапан 3 закривали. Завершивши подачу газу 2, відкривали пропорційний клапан 4 і подаючи газ 3 доводили тиск в камері змішувача 5 до  $5 \text{ атм.}$ , після чого пропорційний клапан 3 закривали, тим самим закінчуючи процес приготування суміші з трьох газів із заданим процентним співвідношенням (газ 1-45 %, газ 2-30 %, газ 3-25 %). Весь процес приготування суміші газів займав 138 секунд (2 хвилини 18 секунд). Приготування такого ж об'єму суміші способом-прототипом відбувається приблизно за 45 хвилин.

По закінченні процесу приготування суміші по команді з блока управління 1 відкривали випускний клапан 13 і суміш газів подавали в технологічну установку (на кресленні не показана).

Таким чином, запропоноване технічне рішення дозволяє досягти поставленого технічного результату, а саме: запропонований спосіб приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу дозволяє отримувати газові суміші зі значно вищою продуктивністю порівняно зі способом-прототипом при одночасному спрощенні реалізації способу.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб приготування суміші з  $N$  газів заданого процентного складу, що полягає в попередній підготовці змішувальної камери і подальшій подачі складових газів до відповідних заданому процентному складу парціальних тисків у змішувальну камеру, який **відрізняється** тим, що підготовку змішувальної камери здійснюють  $M$ -кратною подачею до тиску  $P_{pr.}$  в змішувальну камеру з наступним скиданням до атмосферного тиску  $P_{atm.}$  газу, що має максимальний процентний вміст в суміші, кількість подач і скидів газу  $M$  визначають необхідною точністю вмісту цього газу в суміші при тиску  $P_{pr.}$  після підготовки змішувальної камери послідовно подають у неї кожен з  $N$  газів до парціальних тисків, відповідних заданому процентному складу суміші, при цьому тиск газової суміші  $P_{cm}$  в змішувальній камері встановлюють за умови  $P_{cm} > N \cdot P_{atm.}$



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601