



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120492** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)

G01N 1/22 (2006.01)

G01M 15/10 (2006.01)

G01N 33/22 (2006.01)

F01N 11/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2019 04886**

(22) Дата подання заявки: **07.05.2019**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.12.2019**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **25.07.2019, Бюл.№ 14**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.12.2019, Бюл.№ 23**

(72) Винахідник(и):

**Клименко Олексій Андрійович (UA),
Редзюк Анатолій Михайлович (UA),
Устименко Віктор Сергійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"ДЕРЖАВНИЙ АВТОТРАНСПОРТНИЙ
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І ПРОЕКТНИЙ
ІНСТИТУТ",**

проспект Перемоги, 57, м. Київ, 03113 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

JP 2014092502 A, 19.05.2014

EP 2302354 B1, 30.03.2011

US 7404340 B2, 29.07.2008

EP 3470816 A1, 17.04.2019

US 2014251031 A1, 11.09.2014

US 2016116373 A1, 28.04.2016

US 2017343462 A1, 30.11.2017

US 2018164838 A1, 14.06.2018

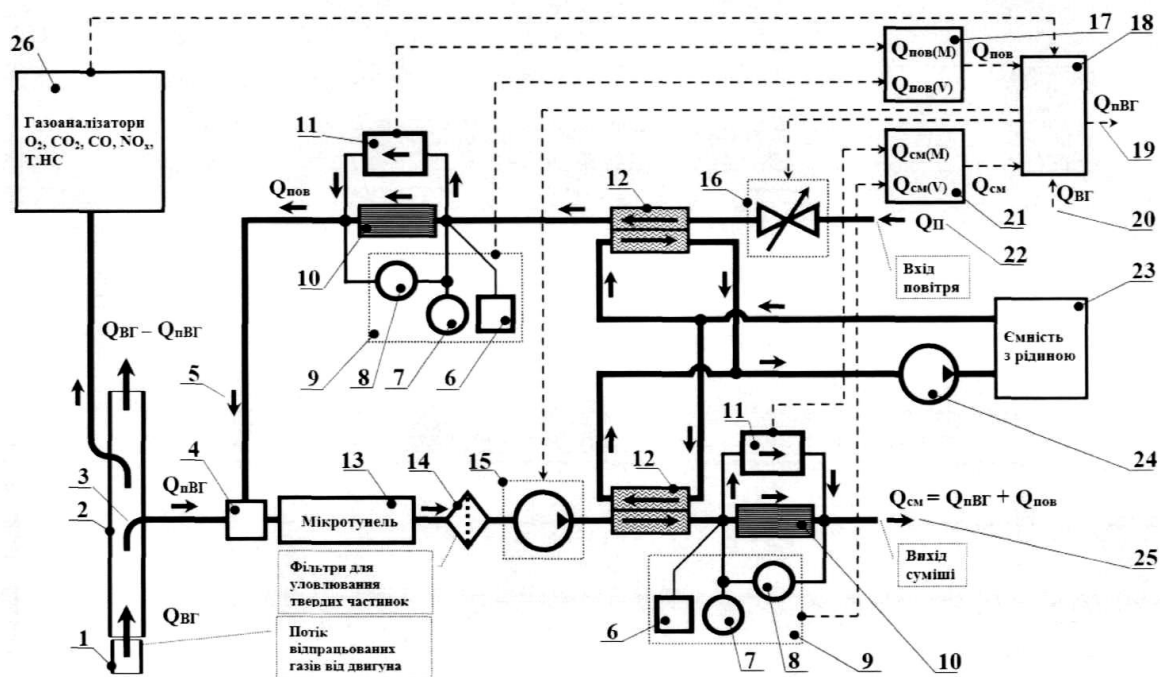
US 2012266687 A1, 25.10.2012

**(54) СПОСІБ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ПРОБИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ
ДВИГУНІВ В ЧАСТКОВО-ПОТОКОВИХ СИСТЕМАХ ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ ЧАСТИНОК З
АВТОКАЛІБРУВАННЯМ ЗА СКЛАДОМ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ**

(57) Реферат:

Вимірювання потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та потоку повітря для розбавлення відпрацьованих газів здійснюють одночасно тепловим масовим витратоміром та витратоміром ламінарного потоку. За відношенням показань одночасно теплового масового витратоміру та витратоміру ламінарного потоку розраховують співвідношення поточного значення теплоємності та поточного значення динамічної в'язкості суміші газів, витрату яких вимірюють, до значень, відповідно, теплоємності та динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування теплового масового витратоміру та витратоміру ламінарного потоку. Отримані співвідношення використовують для коригування результатів вимірювання витрати суміші газів тепловим масовим витратоміром та об'ємним витратоміром залежно від її хімічного складу. Витрату проби відпрацьованих газів розраховують як різницю між середнім арифметичним значень витрати потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та середнім арифметичним значень витрати потоку повітря, що вимірюють тепловим масовим витратоміром і витратоміром ламінарного потоку. Здійснюють автокалібрування витратомірів у способі диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів за їх хімічним складом на стаціонарних режимах роботи двигуна вимірюванням концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах та розрахунком вмісту парів води в сирих та в розбавлених відпрацьованих газах.

UA 120492 C2



Винахід належить до частково-потоківих способів визначення масових питомих викидів частинок з відпрацьованими газами двигунів.

Відомий спосіб частково-потоківих визначення масових викидів частинок з відпрацьованими газами двигунів ґрунтується на способі пропорційного відбору проби з потоку відпрацьованих газів двигунів та її розбавленні повітрям. Потік проби відпрацьованих газів і потік повітря для їх розбавлення та охолодження подають у змішувальну камеру та з неї отриману суміш подають в мікротунель. З мікротунелю потік суміші розбавлених та охолоджених відпрацьованих газів направляють через фільтри уловлювання частинок, за відносною зміною маси яких визначають масові викиди частинок.

Витрату повітря на вході в змішувальну камеру вимірюють та встановлюють, за незмінної витрати суміші відпрацьованих газів і повітря, таким чином, щоб відношення витрати повного потоку відпрацьованих газів до витрати проби відпрацьованих газів залишалось незмінним протягом процедури випробування двигуна.

Постійну витрату суміші відпрацьованих газів і повітря встановлюють використанням витратоміру та керованого насоса.

Витрату проби відпрацьованих газів двигуна, яка має бути пропорційною витраті потоку відпрацьованих газів, визначають як різницю між витратою потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та витратою потоку повітря.

Наведений вище спосіб детально описаний в чинних міжнародних технічних регламентах, зокрема в Правилах ООН № 49 і № 96 за Женевською Угодою 1958 року щодо єдиних технічних приписів до колісних транспортних засобів, та відповідних ним директивам ЄС, технічних регламентах США (CFR-40), Глобальних Правилах за Угодою 1998 року № 4 і №11.

Опис способу частково-потоківих визначення масових викидів частинок з відпрацьованими газами двигунів та різних варіантів систем, що його реалізують, крім наведених вище сучасних міжнародних технічних регламентів (стандартів), також наведено у відомих патентах на винаходи: США US 7,243,559 B2, МПК G01N1/0, виданий 17 липня 2007 р., "EXHAUST GAS PARTICULATE MEASURING SYSTEM"; США US 7,404,340 B2, G01N1/0, виданий 29 липня 2008 р., "EXHAUST GAS PARTICULATE MEASURING SYSTEM"; European Patent Office № EP 2 302 354 B1, МПК G01N15/06, МПК G01N27/62, МПК G01N1/22, МПК G01M15/10, МПК G01 N 27/70, виданий 9 вересня 2015 р., "PARTICULATE MATTER MEASUREMENT DEVICE".

Витрата повного потоку відпрацьованих газів під час випробування двигуна може швидко змінюватися в широких межах, та, відповідно, витрата проби відпрацьованих газів має швидко змінюватися у незмінній пропорції. Відповідно, в широких межах змінюється коефіцієнт розбавлення відпрацьованих газів.

Витрата проби відпрацьованих газів двигуна, що визначають як різницю між витратою потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та витратою потоку повітря, за великих значень коефіцієнта розбавлення відпрацьованих газів є невеликою у порівнянні з витратою повітря і витратою суміші відпрацьованих газів повітря. Тому, навіть відносно невелика похибка вимірювання та встановлення потоку повітря та потоку його суміші з відпрацьованими газами може приводити до неприйнятно великої похибки визначення витрати проби відпрацьованих газів та коефіцієнта розбавлення.

Додатковим фактором, що зумовлює збільшення невизначеності у вимірюваннях за цим способом, є постійна та швидка зміна хімічного складу відпрацьованих газів та, відповідно, їх суміші з повітрям, під час випробувань двигуна. Зміна хімічного складу суміші газів, потік якої вимірюють, впливає на її фізичні властивості, на яких побудований принцип роботи витратоміра, та це є джерелом внесення додаткової невизначеності у вимірювання.

Все це обмежує максимальні значення коефіцієнта розбавлення відпрацьованих газів, що можуть бути встановлені на практиці, тобто обмежує динамічний діапазон зазначеного способу частково-потоківих визначення масових питомих викидів забруднювачів, який, однак, бажано мати великим під час випробування двигунів за сучасними випробувальними процедурами (транзієнтними циклами), особливо сучасних двигунів, що використовують для живлення альтернативні палива з високим вмістом біопалив.

Отже, основним недоліком описаного способу частково-потоківих визначення масових викидів частинок з відпрацьованими газами двигунів, детально розглянутого в наведених вище міжнародних технічних регламентах і патентах, є обмежений динамічний діапазон коефіцієнта розбавлення відпрацьованих газів та неприйнятно велика похибка вимірювання витрати потоку проби відпрацьованих газів за великих значень коефіцієнта розбавлення.

Задачею даного винаходу є розширення динамічного діапазону коефіцієнта розбавлення відпрацьованих газів у способі частково-потоківих визначення масових викидів частинок з відпрацьованими газами двигунів зі зменшенням похибки вимірювання витрати потоку проби

відпрацьованих газів за рахунок автокалібрування витратомірів за складом відпрацьованих газів.

Поставлена задача вирішується тим, що застосовують спосіб диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів двигунів в частково-потоківих системах визначення викидів частинок з автокалібруванням за складом відпрацьованих газів, за яким вимірювання потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та потоку повітря для розбавлення відпрацьованих газів здійснюють одночасно тепловим масовим витратоміром та витратоміром ламінарного потоку, за відношенням показань яких розраховують співвідношення поточного значення теплоємності та поточного значення динамічної в'язкості суміші газів, витрату яких вимірюють, до значень, відповідно, теплоємності та динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку, отримані співвідношення використовують для коригування результатів вимірювання витрати суміші газів тепловим масовим витратоміром та об'ємним витратоміром залежно від її хімічного складу, витрату проби відпрацьованих газів розраховують як різницю між середнім арифметичним значень витрати потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та середнім арифметичним значень витрати потоку повітря, що вимірюють тепловим масовим витратоміром і витратоміром ламінарного потоку, які, таким чином, коригують відповідно до поточного хімічного складу сумішей газів, здійснюють поточний аналіз концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, та за відомою вологістю атмосферного повітря на вході в двигун та за виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, враховуючи відомий елементарний хімічний склад палива, розраховують за відомими залежностями вміст парів води в сирих та в розбавлених відпрацьованих газах, що, разом з виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, використовують для автокалібрування витратомірів на стаціонарних режимах роботи двигуна за хімічним складом відпрацьованих газів.

Новим є те, що застосовують автокалібрування витратомірів за складом відпрацьованих газів у способі диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів, за яким вимірювання потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та потоку повітря для розбавлення відпрацьованих газів здійснюють одночасно тепловим масовим витратоміром та витратоміром ламінарного потоку, за відношенням показань яких розраховують співвідношення поточного значення теплоємності та поточного значення динамічної в'язкості суміші газів, витрату яких вимірюють, до значень, відповідно, теплоємності та динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку, отримані співвідношення використовують для коригування результатів вимірювання витрати суміші газів тепловим масовим витратоміром та об'ємним витратоміром залежно від її хімічного складу, витрату проби відпрацьованих газів розраховують як різницю між середнім арифметичним значень витрати потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та середнім арифметичним значень витрати потоку повітря, виміряними тепловим масовим витратоміром і витратоміром ламінарного потоку, скоригованих відповідно до поточного хімічного складу сумішей газів.

На кресленні приведена функціональна схема способу диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів двигунів в частково-потоківих системах визначення викидів частинок з автокалібруванням за складом відпрацьованих газів з зображенням основних елементів частково-потоківих системи відбору проб, яка його реалізує, що містить:

- 1 - трубопровід, через який повний потік відпрацьованих газів від двигуна подають до системи;
- 2 - трубопровід повного потоку відпрацьованих газів G_{BG} ;
- 3 - трубопровід відбору проби відпрацьованих газів $G_{пвг}$;
- 4 - змішувальна камера;
- 5 - трубопровід подачі потоку повітря $G_{пов}$;
- 6 - датчик температури потоку газів;
- 7 - датчик абсолютного тиску потоку газів;
- 8 - датчик перепаду тиску у потоці газів;
- 9 - система вимірювання об'ємної витрати потоку газів за перепадом тиску на елементі ламінарного потоку, абсолютним тиском і температурою потоку газів (витратомір ламінарного потоку);
- 10 - елемент ламінарного потоку;

11 - тепловий масовий витратомір частини потоку газів, що є пропорційною потоку газів через елемент ламінарного потоку;

12 - теплообмінний, рідинно-газовий апарат стабілізації температури потоку газу;

13 - мікротунель;

5 14 - система уловлювання частинок, що складається з фільтра уловлювання частинок, та може містити також елементи розподілу потоків між основним (подача потоку на фільтри уловлювання частинок) та байпасним каналом (на схемі не показані);

15 - система відбору проби газів, розбавлених повітрям, що складається з насоса та системи регулювання його продуктивності;

10 16 - система подачі повітря для розбавлення відпрацьованих газів, що складається з керованого клапана, або групи керованих клапанів, що забезпечує змінне дроселювання потоку повітря, що подають під стабілізованим тиском, та швидко зміню його витрати;

17 - обчислювальний блок, що розраховує масову витрату потоку повітря одночасно за інформаційними сигналами теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку;

18 - блок керування потоком суміші відпрацьованих газів і повітря та потоком повітря;

19 - інформаційний сигнал вимірюної витрати потоку проби відпрацьованих газів;

20 - інформаційний сигнал витрати повного потоку відпрацьованих газів від двигуна, що вхідним параметром системи;

21 - обчислювальний блок, що розраховує масову витрату потоку суміші відпрацьованих газів і повітря одночасно за інформаційними сигналами теплового масового витратоміру та витратоміру ламінарного потоку;

22 - вхід повітря під тиском до системи;

23 - ємність з рідиною (термостат);

25 24 - рідинний насос;

25 - вихід проби суміші відпрацьованих газів і повітря;

26 - система газового аналізу концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах.

Вихлопна труба двигуна, встановленого на моторному навантажувальному стенді, або від двигуна, що в будь-який інший спосіб навантажується за процедурою, що передбачає зміну у часі режиму його роботи, витрати відпрацьованих газів, концентрацій забруднювальних речовин у відпрацьованих газах, та, відповідно масових викидів забруднювальних речовин, через трубопровід проби 1 приєднана до входу трубопроводу повного потоку відпрацьованих газів 2. Трубопровід 3 відбору проби відпрацьованих газів приєднаний до першого входу змішувальної камери 4. До другого входу змішувальної камери 4 приєднано трубопровід 5 подачі повітря. Вихід змішувальної камери 4 приєднано до входу системи 14 уловлювання частинок, вихід якої приєднано до системи 15 відбору проби газів, розбавлених повітрям. Система 9 вимірювання об'ємної витрати потоку газів за перепадом тиску на елементі ламінарного потоку, абсолютним тиском і температурою потоку газів (витратомір ламінарного потоку) складається з, відповідно, датчика перепаду тиску у потоці газів 9, датчика абсолютного тиску потоку газів 7, датчика температури потоку газів 6, за інформаційними сигналами яких розраховують об'ємну витрату потоку газів. Основна частина потоку газів проходить через елемент 10 ламінарного потоку, вхід та вихід якого приєднані до теплового масового витратоміра частини потоку газів 11, що є пропорційною потоку газів через елемент ламінарного потоку. Вихід системи 16 подачі повітря для розбавлення відпрацьованих газів та вихід системи 15 відбору проби газів, розбавлених повітрям, з'єднані з елементами ламінарного потоку 10 через теплообмінний, рідинно-газовий апарат стабілізації температури потоку газу 12. Теплообмінний, рідинно-газовий апарат стабілізації температури потоку газу 12 з'єднано трубопроводами через рідинний насос 24 з ємністю 23, температура рідини в якій є стабілізованою. Потік G_{cm} суміші відпрацьованих газів і повітря через вихід 25 відводять до атмосфери. Вхід системи 26 газового аналізу концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах приєднаний до трубопроводу повного потоку відпрацьованих газів 2, а інформаційні сигнали від системи 26 подають до обчислювального блока 17.

55 Спосіб диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів двигунів в частково-потоківих системах визначення викидів частинок та система, яка його реалізує, працює наступним чином:

Витрату повітря $G_{пов}$ встановлюють за незмінної витрати суміші відпрацьованих газів і повітря G_{cm} , таким чином, щоб відношення витрати повного потоку відпрацьованих газів $G_{вг}$ до

витрати проби відпрацьованих газів $G_{\text{пвг}}$ залишалося незмінним протягом процедури випробування двигуна.

Витрату проби відпрацьованих газів двигунів $G_{\text{пвг}}$, яка має бути пропорційною витраті потоку відпрацьованих газів $G_{\text{вг}}$, визначають як різницю між витратою потоку $G_{\text{см}}$ суміші відпрацьованих газів і повітря та витратою потоку повітря $G_{\text{пов.}}$

Витрату потоку $G_{\text{см}}$ суміші відпрацьованих газів і повітря та витрату потоку повітря $G_{\text{пов.}}$ визначають двома ідентичними системами вимірювання, температуру елементів яких підтримують однаковою та постійною, температуру газів на вході до яких підтримують однаковою та постійною пропусканням газів через теплообмінні, рідинно-газові апарати стабілізації температури потоку газу 12.

Витрату потоку $G_{\text{см}}$ суміші відпрацьованих газів і повітря визначають в обчислювальному блоці 21, що розраховує масову витрату потоку суміші відпрацьованих газів і повітря одночасно за інформаційними сигналами теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку.

Витрату потоку повітря $G_{\text{пов.}}$ визначають в обчислювальному блоці 17, що розраховує масову витрату потоку повітря одночасно за інформаційними сигналами теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку.

Інформаційні сигнали від теплового масового витратоміра 11 частини потоку газів, що є пропорційною потоку газів через елемент ламінарного потоку 10, подають до обчислювального блока 21 (масова витрата суміші відпрацьованих газів і повітря - $G_{\text{см(м)}}$) та до обчислювального блока 17 (масова витрата повітря - $G_{\text{пов.(м)}}$).

За відомим співвідношенням потоку газів через елемент ламінарного потоку 10 і через тепловий масовий витратомір частини потоку газів 11 у блоках 21 і 17 розраховують значення масової витрати, відповідно, потоку суміші відпрацьованих газів і повітря і потоку повітря. Ці, виміряні значення масової витрати є, зокрема, функцією від теплоємності суміші газів, яка змінюється залежно від хімічного складу суміші газів, що не є постійним.

Тепловий масовий витратомір налаштовують та калібрують на відомий середній хімічний склад суміші газів з, відповідно, відомою теплоємністю. Зміна хімічного складу і, відповідно, теплоємності суміші потоку газів, що вимірюють, призводить до похибки вимірювання, що є пропорційною відношенню фактичної теплоємності суміші газів до теплоємності суміші газів, яку використовують в процесі калібрування витратоміра.

Інформаційні сигнали від системи 9 вимірювання об'ємної витрати потоку газів за перепадом тиску на елементі ламінарного потоку, абсолютним тиском і температурою потоку газів подають до обчислювального блока 21 (об'ємна витрата суміші відпрацьованих газів і повітря - $G_{\text{см(v)}}$) та до обчислювального блока 17 (об'ємна витрата повітря - $G_{\text{пов.(v)}}$). Ці, виміряні значення об'ємної витрати є, зокрема, функцією від динамічної в'язкості суміші газів, яка змінюється залежно від хімічного складу суміші газів, що не є постійним.

Систему вимірювання об'ємної витрати потоку суміші газів за перепадом тиску на елементі ламінарного потоку, абсолютним тиском і температурою потоку газів (витратомір ламінарного потоку) налаштовують та калібрують на відомий середній хімічний склад суміші газів з, відповідно, відомою динамічною в'язкістю.

Зміна хімічного складу і, відповідно, динамічної в'язкості суміші газів, що вимірюють, призводить до похибки вимірювання, що є пропорційною відношенню фактичної динамічної в'язкості суміші газів, витрату якої вимірюють, до динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування витратоміра.

За виміряною об'ємною витратою потоку суміші газів також розраховують масову витрату за густиною суміші газів, яка також є функцією його хімічного складу суміші газів за відомих абсолютного тиску і температури.

Теплоємність, динамічна в'язкість і густина суміші газів є взаємно пов'язаними величинами для суміші газів певного хімічного складу.

Розраховують співвідношення масової витрати суміші газів, виміряної тепловим масовим витратоміром і масової витрати суміші газів, розрахованої за даними системи вимірювання об'ємної витрати потоку газів (витратоміром ламінарного потоку). Це співвідношення залежить від відмінності поточного хімічного складу суміші газів, витрату якої вимірюють, до хімічного складу суміші газів, яку використовують в процесі калібрування витратомірів.

За співвідношенням масової витрати суміші газів, виміряної тепловим масовим витратоміром і масової витрати суміші газів, розрахованої за даними витратоміра ламінарного потоку, розраховують співвідношення поточного значення теплоємності та поточного значення динамічної в'язкості суміші газів, витрату яких вимірюють, до значень, відповідно, теплоємності

та динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування теплового масового витратоміра та витратоміра ламінарного потоку.

Отримані співвідношення використовують для коригування результатів вимірювання витрати суміші газів тепловим масовим витратоміром та об'ємним витратоміром залежно від її хімічного складу.

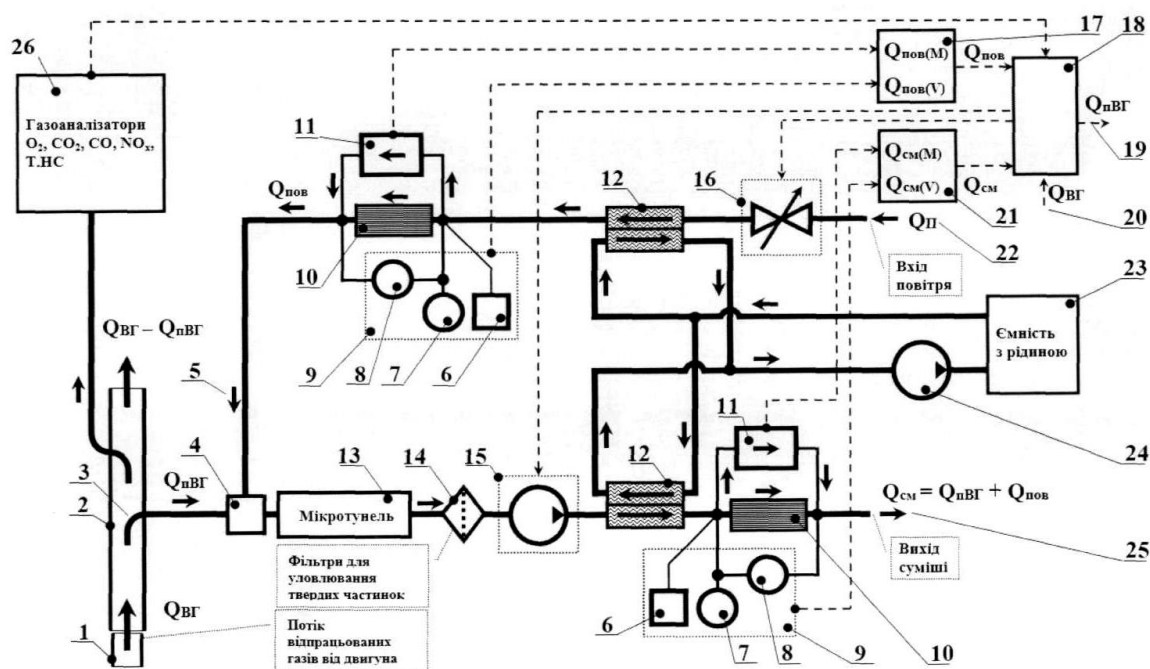
Усереднену в часі витрату проби відпрацьованих газів $G_{пвг}$ розраховують як різницю між середнім арифметичним значень витрати потоку $G_{см}$ суміші відпрацьованих газів і повітря та середнім арифметичним значень витрати потоку повітря $G_{пов.}$, виміряних тепловим масовим витратоміром і витратоміром ламінарного потоку, скоригованих відповідно до поточного хімічного складу сумішей газів.

Миттєву витрату проби відпрацьованих газів $G_{пвг}$ розраховують як різницю між витратою потоку $G_{см}$ суміші відпрацьованих газів і повітря та витратою потоку повітря $G_{пов.}$, виміряних витратоміром ламінарного потоку, що є витратоміром швидкої дії, скоригованих відповідно до поточного хімічного складу сумішей газів.

З системи 26 газового аналізу концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, відповідні інформаційні сигнали подають до обчислювального блока 17. За відомою вологістю атмосферного повітря на вході в двигун та за виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, враховуючи відомий елементарний хімічний склад палива, розраховують за відомими залежностями вміст парів води в сирих та в розбавлених відпрацьованих газах, що, разом з виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, використовують для автокалібрування на стаціонарних режимах роботи двигуна способу диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів за їх хімічним складом.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб диференційного вимірювання витрати проби відпрацьованих газів двигунів в частково-потоківих системах визначення викидів частинок з автокалібруванням за складом відпрацьованих газів, за яким вимірювання потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та потоку повітря для розбавлення відпрацьованих газів здійснюють одночасно тепловим масовим витратоміром та витратоміром ламінарного потоку, за відношенням показань яких розраховують співвідношення поточного значення теплоємності та поточного значення динамічної в'язкості суміші газів, витрату яких вимірюють, до значень, відповідно, теплоємності та динамічної в'язкості суміші газів, яку використовують в процесі калібрування теплового масового витратоміру та витратоміру ламінарного потоку, отримані співвідношення використовують для коригування результатів вимірювання витрати суміші газів тепловим масовим витратоміром та об'ємним витратоміром залежно від її хімічного складу, витрату проби відпрацьованих газів розраховують як різницю між середнім арифметичним значень витрати потоку суміші відпрацьованих газів і повітря та середнім арифметичним значень витрати потоку повітря, що вимірюють тепловим масовим витратоміром і витратоміром ламінарного потоку, які коригують відповідно до поточного хімічного складу сумішей газів, здійснюють поточний аналіз концентрацій кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, та за відомою вологістю атмосферного повітря на вході в двигун та за виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, враховуючи відомий елементарний хімічний склад палива, розраховують вміст парів води в сирих та в розбавлених відпрацьованих газах, які разом з виміряними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксидів азоту та сумарних вуглеводів в сирих (нерозбавлених) відпрацьованих газах, використовують для автокалібрування витратомірів на стаціонарних режимах роботи двигуна за хімічним складом відпрацьованих газів.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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