



(19) **UA** (11) **54 503** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **F 23N 5/00, 5/18**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ**

(21), (22) Заявка: 99105813, 26.10.1999

(24) Дата начала действия патента: 17.03.2003

(46) Дата публикации: 15.03.2003

(72) Изобретатель:

Сапрыкин Сергей Алексеевич, UA,
Вакуленко Георгий Егорович, UA,
Бойко Михаил Васильевич, UA

(73) Патентовладелец:

ДОЧЕРНЯЯ КОМПАНИЯ „УКРГАЗДОБЫЧА”,
УКРАИНСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ „УКРНИИГАЗ”, UA

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ТРАКТЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ
ПО СОСТАВУ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ПРИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

(57) Реферат:

Способ определения расхода рабочего вещества в тракте газотурбинной установки (ГТУ) по составу выхлопных газов при диагностических испытаниях может быть использован в эксплуатационных условиях на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Для определения расхода газо-воздушной смеси в турбинах и расхода воздуха в компрессоре ГТУ измеряют расход топливного газа в ГТУ и определяют его состав, определяют состав выхлопных газов и коэффициент избытка воздуха. По измеренному расходу топливного газа, известному по его составу количеству воздуха для сгорания газа и определенному коэффициенту

избытка воздуха в выхлопных газах рассчитывают расход газо-воздушной смеси в силовой турбине и турбине компрессора и расход воздуха в компрессоре ГТУ. Технический результат применения способа состоит в упрощении и повышении точности определения расхода рабочего вещества.

Официальный бюллетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2003, N 3, 15.03.2003. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **54 503** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 23N 5/00, 5/18**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 99105813, 26.10.1999

(24) Effective date for property rights: 17.03.2003

(46) Publication date: 15.03.2003

(72) Inventor:

Saprykin Sergii Oleksiiiovych, UA,
Vakulenko Georgii Yegorovych, UA,
Boiko Mykhailo Vasyliovych, UA

(73) Proprietor:

SUBSIDIARY "UKRGZVYDOBUVANNA",
UKRAINIAN SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE
OF NATURAL GAS "UKRNDIGAZ", UA

(54) **METHOD FOR DETERMINING WORKING SUBSTANCE FLOW RATE IN THE GAS-TURBINE UNIT LINE BY COMPOSITION OF THE EXHAUST GASES AT DIAGNOSTIC TESTS**

(57) Abstract:

Method for determining working substance flow rate in the gas-turbine unit line (GTU) by composition of exhaust gas at diagnostic tests can be used in operation condition at compressor stations of trunk pipelines. To determine flow rate of gas-air mix in turbines and flow rate of air in GTU compressor, the flow rate of fuel gas in GTU is measured, with determining its composition; composition of exhaust gas is found, and coefficient of air excess. Through the discharge of the fuel gas having been measured, with known through its composition amount of air for burning gas and the coefficient of excess of

air in exhaust gases having been found, the gas-air mix flow rate is calculated for the power turbine and the compressor turbine, and gas flow rate in the GTU compressor. Technical result of application of this method is in simplification and increase of accuracy of the working substance flow rate determining.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2003, N 3, 15.03.2003. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **54 503** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **F 23N 5/00, 5/18**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
99105813, 26.10.1999

(24) Дата набуття чинності: 17.03.2003

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(декларційного патенту): 15.03.2003

(72) Винахідник(и):

Саприкін Сергій Олексійович, UA,
Вакуленко Георгій Єгорович, UA,
Бойко Михайло Васильович, UA

(73) Власник(и):

ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ "УКРГАЗВИДОБУВАННЯ",
УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ІНСТИТУТ ПРИРОДНИХ ГАЗІВ "УКРНДІГАЗ",
UA

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ РОБОЧОЇ РЕЧОВИНИ В ТРАКТІ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ ЗА СКЛАДОМ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ПРИ ДІАГНОСТИЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ

(57) Реферат:

Спосіб визначення витрати робочої речовини в тракті газотурбінної установки (ГТУ) за складом вихлопних газів при діагностичних випробуваннях може бути використаний в експлуатаційних умовах на компресорних станціях магістральних газопроводів. Для визначення витрати газоповітряної суміші в турбінах і витрати повітря в компресорі ГТУ вимірюють витрату паливного газу в ГТУ і визначають його склад, визначають склад вихлопних газів і коефіцієнт

надлишку повітря. За виміряною витратою паливного газу, відомою за його складом кількістю повітря для згоряння газу і визначеним коефіцієнтом надлишку повітря в вихлопних газах розраховують витрату газоповітряної суміші в силовій турбіні і турбіні компресора і витрату повітря в компресорі ГТУ. Технічний результат застосування способу полягає в спрощенні і підвищенні точності визначення витрати робочої речовини.

Опис винаходу

Винахід відноситься до галузі випробувань і, діагностування машин і може бути використаний при оцінці технічного стану газотурбінних установок, зокрема для визначення витрати робочої речовини в тракці ГТУ (газоповітряної суміші в турбінах і повітря в компресорі) при діагностичних випробуваннях в експлуатаційних умовах на компресорних станціях магістральних газопроводів.

Відомі різні способи визначення витрати робочої речовини в тракці ГТУ, які базуються на застосуванні стандартних звужуючих пристроїв (див. Ольховський Г.Г. "Тепловые испытания стационарных газотурбинных установок". М.: Энергия, - 1971, - С. 94-99)

Відомі способи можуть бути застосовані в стендових умовах при випробуваннях дослідно - промислових зразків виробу, коли є можливість робити конструктивні доробки і встановлювати на вході в ГТУ витратомірні шайби і конфузори. В експлуатаційних умовах на компресорних станціях витратомірні шайби передбачені проектом лише для виміру паливного газу, що подається в камеру згоряння ГТУ, а витрату робочої речовини в тракці турбін і компресорів визначають за вихідними характеристиками, які не враховують стан конкретної турбіни або компресора на момент випробувань і не забезпечують потрібну точність визначення витрати робочої речовини при їх діагностуванні.

Найбільш близьким до винаходу за технічною сутністю є спосіб, в якому також вимірюють витрату паливного газу, а витрату робочої речовини в тракці ГТУ визначають (див. ГОСТ 20440-75. Установки газотурбинные. Методы испытаний. Приложение на стр. 22) з рівняння балансу витрат в тракці ГТУ для "для контрольного об'єму:

$$G_{2T} = G_{1K} + G_{ПГ} - G_{УТ},$$

де G_{2T} - масова витрата робочої речовини на виході турбіни ГТУ;

G_{1K} - масова витрата повітря на вході в компресор ГТУ;

$G_{ПГ}$ - масова витрата паливного газу;

$G_{УТ}$ - утікання робочої речовини в тракці, що визначаються з характеристик ГТУ.

Спосіб передбачає, як і наведені вище аналоги, вимір витрати повітря в компресорі за допомогою дросельних устроїв (див. ГОСТ 20440-75, - 9с.), що є практично неможливим (або дуже складним) і пов'язано з монтажем великогабаритних розходомерних пристроїв на кожний ГТУ, що випробовується, їх таруванням і технічним обслуговуванням. Крім того, спосіб не забезпечує точність результатів через суттєвий вплив нерівномірності поля швидкостей потоку у вхідному повітропроводі ГТУ.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача створення способу, що забезпечує визначення витрати робочої речовини в тракці газотурбінної установки при діагностичних випробуваннях ГТУ в експлуатаційних умовах, який спрощує процес випробувань і має більш високу точність у порівнянні з прототипом.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення витрати робочої речовини в тракці ГТУ за складом вихлопних газів при діагностичних випробуваннях, що включає вимір витрати паливного газу і його складу, відповідно до винаходу на експлуатаційному режимі переносним приладом вимірюють концентрацію кисню і розраховують коефіцієнт надлишку повітря в вихлопних газах ГТУ, за відомим складом паливного газу розраховують необхідну для його згоряння кількість повітря, за виміряною витратою паливного газу, розрахованою необхідною для його згоряння кількістю повітря і коефіцієнтом надлишку повітря розраховують витрату газоповітряної суміші в силовій турбіні, в турбіні компресора і витрату повітря в компресорі ГТУ.

Запропонований спосіб полягає в тому, що на експлуатаційному режимі вимірюють витрату паливного газу і його склад, що поступає в камеру згоряння ГТУ, використовуючи для цього штатний витратомірний пристрій, і за відомим складом паливного газу необхідну кількість повітря для його згоряння. Склад паливних складових у паливному газі визначають за допомогою хроматографів і вважають відомим, тому що склад паливного та інші його характеристики даються в сертифікаті на газ.

Коефіцієнт надлишку повітря у вихлопних газах з високою точністю визначають величиною відношення концентрації кисню в повітрі до різниці концентрацій кисню в повітрі і вихлопних газах:

$$\alpha_{ВГ} = [21 \cdot (21 - K_{O_2})] \cdot 0,895 + 0,105,$$

де α - коефіцієнт надлишку повітря у вихлопних газах;

K_{O_2} - концентрація кисню у вихлопних газах.

Розрахунок коефіцієнта надлишку повітря у вихлопних газах робиться обчислювальним блоком газоаналізатора. Необхідну для згоряння одиниці паливного газу кількість повітря визначають за складом паливних складових в паливному газі (див. "Газотурбинные установки. Конструкция и расчет" Справочное пособие. - Ленинград: Машиностроение, -1978, - С. 28-29).

Масу газоповітряної суміші, що надходить в силову турбіну, визначають з відомого співвідношення:

$$G_{СТ} = G_{ПГ} (\alpha L_0 + 1) - \Delta G_{СТ}$$

де $G_{СТ}$ - витрата газоповітряної суміші в силовій турбіні;

$G_{ПГ}$ - витрата паливного газу;

α - коефіцієнт надлишку повітря;

L_0 - необхідна кількість повітря для згоряння паливного газу;

$\Delta G_{СТ}$ - витрата повітря, що надходить для охолодження частин сигової турбіни, яка визначається за характеристикою ГТУ.

Масу газоповітряної суміші, що надходить з камери згоряння в турбіну компресора визначають з співвідношення:

$$G_{TK} = G_{CT} - \Delta G_{TK},$$

де G_{TK} - витрата газоповітряної суміші, що надходить з камери згоряння в турбіну компресора (турбіну, що є приводом компресора);

G_{CT} - витрата газоповітряної суміші в силовій турбіні;

ΔG_{TK} - витрата повітря, що надходить для охолодження частин турбіни компресора, яка визначається за характеристикою ГТУ.

Масу повітря, що надходить на вхід компресора ГТУ визначають з балансу витрат в ГТУ за формулою:

$$G_{1K} = G_{TK} - G_{ПГ} + \Delta G_{CT} + \Delta G_{TK} + \Delta G_{УТ},$$

де G_{1K} - витрата повітря, що надходить на вхід компресора ГТУ;

G_{TK} - витрата газоповітряної суміші, що надходить з камери згоряння в турбіну компресора;

$G_{ПГ}$ - витрата паливного газу;

ΔG_{CT} - витрата повітря, що надходить для охолодження частин силовій турбіні;

ΔG_{TK} - витрата повітря, що надходить для охолодження частин турбіни компресора;

$\Delta G_{УТ}$ - втрати повітря через протікання в тракці ГТУ.

Таким чином, завдяки способу, що полягає в застосуванні виміру паливного газу і визначенні складу вихлопних газів, коефіцієнту надлишку повітря і необхідної кількості повітря для згоряння паливного газу, стає можливим визначити витрату робочої речовини в турбінах і компресорах ГТУ.

Технічний результат від застосування запропонованого способу полягає в спрощенні процесу визначення витрати робочої речовини в тракці ГТУ і підвищенні точності визначення витрати при випробуваннях ГТУ в експлуатаційних умовах в порівнянні з відомими способами. Підвищення точності визначення витрати робочої речовини в тракці ГТУ досягається завдяки можливості визначення з точністю до часток відсотку коефіцієнта надлишку повітря у вихлопних газах при високому ступеню перемішування газів в тракці ГТУ. Перевагою застосування запропонованого способу є те, що цей спосіб може в повному обсязі застосовуватись в експлуатаційних умовах на компресорних станціях газопроводів без конструктивних втручань і монтажу витратомірних устроїв в тракці ГТУ, які потребують збільшення затрат на діагностичні випробування. Спосіб не передбачає трудомістких операцій і може бути застосований в різних галузях промисловості і транспорту, де випробовуються ГТУ в експлуатаційних умовах.

Формула винаходу

Спосіб визначення витрати робочої речовини в тракці газотурбінної установки (ГТУ) за складом вихлопних газів при діагностичних випробуваннях, що включає вимір витрати паливного газу і визначення його складу, який відрізняється тим, що на експлуатаційному режимі переносним приладом вимірюють концентрацію кисню і розраховують коефіцієнт надлишку повітря у вихлопних газах ГТУ, за відомим складом паливного газу розраховують необхідну для його згоряння кількість повітря, за виміряною витратою паливного газу, розрахованою необхідною для його згоряння кількістю повітря і коефіцієнтом надлишку повітря розраховують витрату газоповітряної суміші в силовій турбіні і турбіні компресора і витрату повітря в компресорі ГТУ.

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2003, N 3, 15.03.2003. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.