



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52252 (13) A

(51) 6 F02C3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТУРБОДЕТАНДЕРНА УСТАНОВКА

1

2

(21) 2002032484

(22) 29 03 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Козак Любомир Юрійович, Слободян Володимир Іванович

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) Турбодетандерна установка, що складається з корпусу, в якому встановлена струминно-реактивна турбіна з соплами Лавалля і системою регулювання витрати газу, яка відрізняється тим, що струминно-реактивна турбіна виконана у вигляді диска, система регулювання витрати газу розміщена безпосередньо у місці виходу газу з сопел, а процес регулювання у ній виконується шляхом зміни перерізу каналу у найвужчому місці

Винахід відноситься до області транспортування природного газу, а саме створення турбодетандерної установки для перетворення пружної енергії стиснутого природного газу у електроенергію у місцях відбору газу з трубопроводів для споживачів - на газорозподільчих станціях (ГРС), або газорозподільчих пунктах (ГРП).

Сьогодні у більшості випадків на ГРП і ГРС використовуються клапанні дроселюючі системи пониження тиску природного газу, які розсіюють пружну енергію стиснутого газу у навколишнє середовище і яка при цьому безповоротно витрачається. Тому існує проблема утилізації цієї енергії. Для її вирішення застосовують системи, які базуються в основному на турбодетандерних електро-генераторних установках і агрегатах (ТДУ і ТДА), що забезпечують одночасно з основною функцією - зниження і регулювання тиску, одержання механічної роботи на валу турбіни з перетворенням її в електроенергію, а також низького холоду, який можна використовувати у системах охолодження транспортуемого газу для підвищення пропускних можливостей газопроводу і в системах криогенного розділення продуктів природного газу.

Сьогодні розроблено ряд ТДА на основі класичних лопаткових турбін [1]. Основні конструктивні елементи включають корпус, канали подачі газу (сопла) турбіну (колесо з лопатками), яка розміщена на робочому валу, що приводить у рух електрогенератор. Ці ТДА мають високу вартість і складні в експлуатації та ремонті. Це пов'язано з високою собівартістю виробництва турбіни, що обумовлено конструктивною і технологічною скла-

дністю лопаткових апаратів і, відповідно, вимогами високого рівня технології (на рівні авіаційного). Складна і дорога турбіна вимагає складних допоміжних систем, які забезпечують її надійну роботу і необхідний ресурс примусову систему змащення опор ротора і передаточних муфт, систему кінцевих ущільнень вала ротора, систему автоматичного управління і регулювання, систему контролю і аварійного захисту і технічного діагностування, систему підготовки газу перед турбіною (очистки, сушіння, підігріву), так як лопаткові апарати і ущільнення турбіни забруднюються, ерозійно зношуються, задрачуються і покриваються льодом.

Крім того, регулювання режиму лопаткових турбін з повним впуском переважно забезпечується частковим дроселюванням газу перед турбіною з допомогою регулюючого клапана, або байпасуванням частини витрати газу повз турбіну, тобто не використовується значна частина запасеної енергії газу. Використання регулюючих направляючих апаратів ще більш ускладнює турбіну і підвищує її вартість. Необхідно також враховувати, що для лопаткових турбін необхідно підігрівати газ перед ними, на що витрачається приблизно 25% енергії [2].

Відомі простіші по конструкції і надійніші в експлуатації безлопаткові ТДА зі струменево-реактивною турбіною (СРТ). ТДА з СРТ можуть працювати на забрудненому вологому газі при температурі до -60°C, а їх нижчі по кід характеристики, у порівнянні з лопатковими турбінами, компенсуються простотою і значно меншою вартістю.

Відомий ТДА на базі СРТ [3], який складається з корпусу, що містить струминно-реактивну турбіну

(19) UA (11) 52252 (13) A

у вигляді труби овального перерізу, яка вигнута буквою S СРТ консольно закріплена на валу, а з вільного боку у центрі має отвір, через який при надзвуковій швидкості подається газ. По каналам СРТ газ подається до отворів на периферії СРТ і з цих отворів з високою швидкістю виходить, створюючи при цьому реактивну силу, яка обертає СРТ. Додатково ТДА має систему регулювання подачі газу, але через розміщення її на вході ротора СРТ приводить до втрати кінетичної енергії газу, який змушений переміщатися по вузьким каналам СРТ з надзвуковою швидкістю до виходу з сопел.

Задачею запропонованого винаходу є створення на базі СРТ турбодетандерного агрегату, який забезпечував би максимальне використання енергії стиснутого природного газу у широкому діапазоні регулювання подачі газу шляхом зменшення втрат кінетичної енергії газу при його переміщенні по каналам СРТ. Задача вирішується тим, що у пропонуємі турбодетандерній установці, що включає корпус, струмінно-реактивну турбіну з соплами Лавалю, систему регулювання витрати газу. Згідно з винаходом, система регулювання витрати газу розміщена безпосередньо у місці виходу газу з сопел, а витрата газу регулюється зміною перерізу каналу у його найвузьчому місці із забезпеченням максимальної швидкості витікання газу. СРТ виконана у вигляді диску, що забезпечує мінімальний аеродинамічний опір при її обертанні.

Реактивна сила, що обертає СРТ залежить від швидкості газу і його витрати. Для досягнення максимальної величини реактивної сили і ефективного використання енергії газу при заданій його витраті необхідно, щоб газ витікав з максимальною швидкістю, що можна досягнути у соплах Лавалю. Особливістю сопла Лавалю є те, що при витіканні газу у середовище з тиском меншим критичного у самому вузькому перерізі сопла встановлюється критична швидкість (швидкість звуку). У розширюючій частині газ розганяється до надзвукової швидкості. При досягненні критичної швидкості витікання встановлюється максимальна витрата газу, яка визначається параметрами газу на вході у сопло, показником адіабати газу (тобто його природою) і величиною поперечного перерізу у найвузьчому місці сопла [2]. Оскільки витрата газу на

ГРС і ГРП постійно змінюється, то для збереження критичної швидкості (максимальної у даному випадку) необхідно змінювати поперечний переріз.

Суть винаходу пояснюється кресленням, де зображені на фіг. 1 – заявленна ТДУ, а на фіг. 2 вигляд А з фіг. 1, що містить збільшений елемент СРТ – сопло Лавалю з системою регулювання витрати газу. ТДУ містить СРТ 1, сопла 2, поршень 3, пружину 4, конус 5, корпус ТДУ 6.

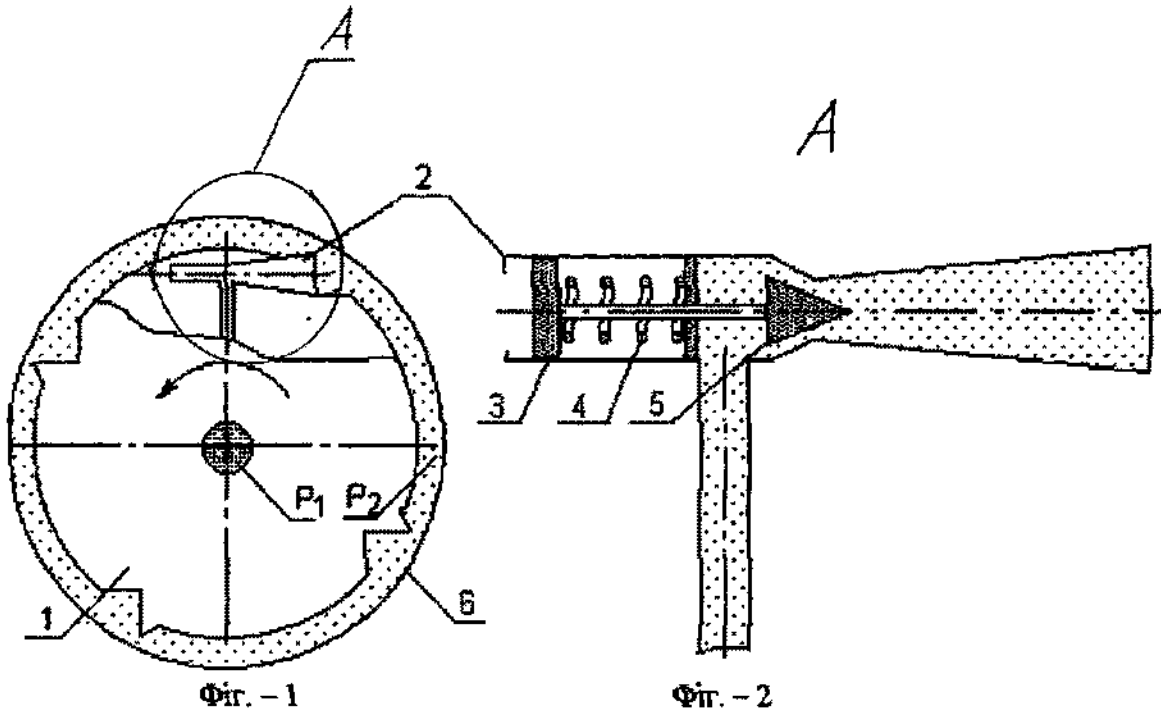
Установка працює наступним чином. Природний газ при тиску P_1 подається у центр ротора СРТ 1 і по герметичних трубопроводах до сопел 2. При витіканні газу з сопел тиск його падає до тиску P_2 , а швидкість зростає. Ротор обертається внаслідок дії реактивної сили, що виникає при витіканні газу з надзвуковою швидкістю. З корпусу турбодетандера 6 природний газ з тиском P_2 по трубопроводах подається споживачам.

Зміна площі поперечного перерізу у соплі 2 відбувається за рахунок переміщення конуса 5. Положення конуса визначається величиною тиску у камері турбодетандера. Цей тиск залежить від споживання природного газу. При зростанні відбору газу тиск у камері P_2 знижується і зменшується сила, що діє на поршень. Тому пружина 4 зміщує поршень 3, який зв'язаний з конусом 5, вліво. Площа поперечного перерізу каналу зростає збільшується витрата газу. Падіння споживання природного газу викличе зростання тиску P_2 у камері турбодетандера, під дією якого поршень 3 зміститься вправо. Площа поперечного перерізу зменшується і падає витрата газу. Таким чином можна підтримувати максимальну швидкість витікання газу через сопло при різній його витраті, що забезпечує максимальний ккд СРТ.

Джерела інформації

- 1 Давыдов А. Б. Расчет и конструирование турбодетандеров – М/ Выща школа, – 1987, – 346 с.
- 2 Саяпин В. В., Марочник И. А. "Оптимизация параметров струйного двигателя по критерию минимума расхода газа", в кн. под общ. ред. Е. В. Герца "Пневматика и гидравлика" Приводы и системы управления. Выпуск 13 – М-Москва, – 1987, – С. 96-102.

3 Авторське свідоцтво № 1829521 F02C3/00



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71