

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77017** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
F25B 11/02 (2006.01)
F01K 27/00

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**

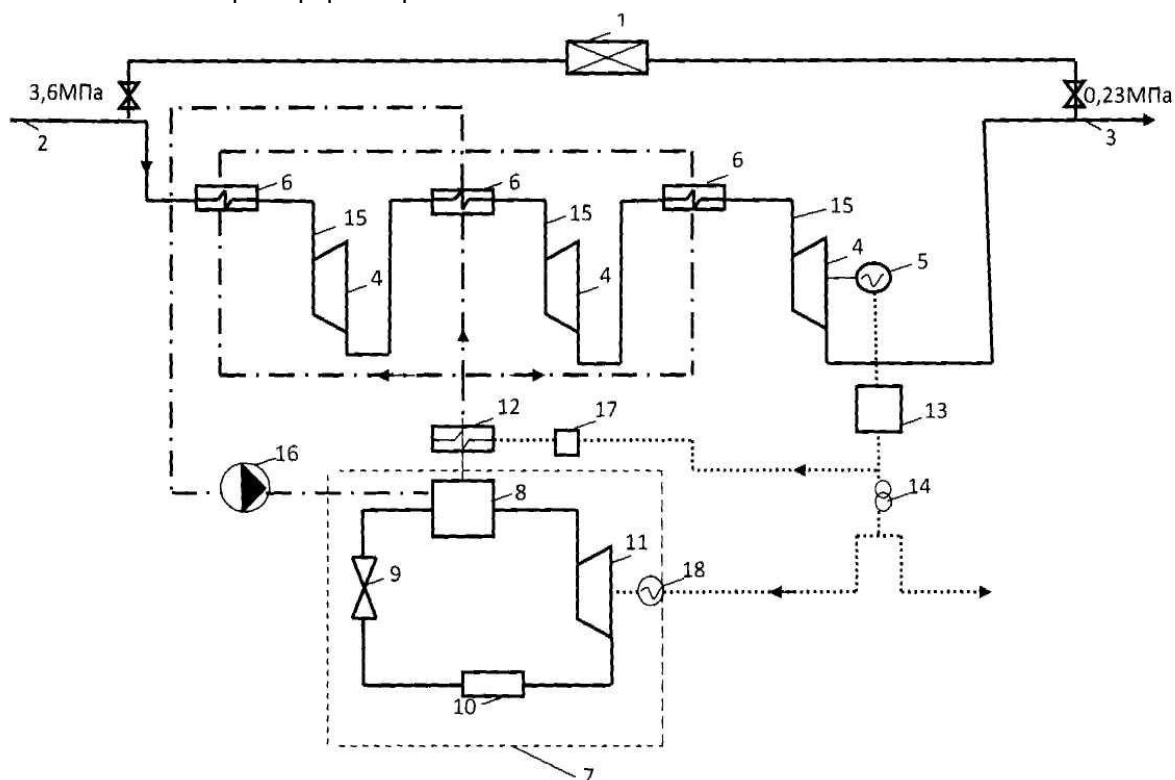
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2012 08454	(72) Винахідник(и):	Берлінг Олеся Юріївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	09.07.2012	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.01.2013		"ЛВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.01.2013, Бюл.№ 2		вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)

(54) ЕЛЕКТРОДЕТАНДЕРНА УСТАНОВКА З ПІДГРІВОМ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

(57) Реферат:

Електродетандерна установка з підігрівом природного газу містить магістральний трубопровід, розділений на два трубопроводи, на одному з яких встановлено дроселюючий пристрій, а на іншому послідовно з'єднані три турбодетандери та електрогенератор. Перед кожним з турбодетандерів встановлено теплообмінник, що з'єднаний з конденсатором теплового насоса. Між конденсатором теплового насоса і теплообмінниками встановлено електричний теплообмінник. Генератор електрично з'єднаний з тепловим насосом через перетворювач частоти і силовий трансформатор.



UA 77017 U

Корисна модель належить до детандерних установок для виробництва електроенергії за утилізації надлишкового тиску природного газу, що транспортується магістральними газопроводами і може бути використана на газорозподільних станціях.

Відома електродетандерна установка, що містить одноступінчасту доцентрову турбіну. Підігрів газу перед турбіною здійснюється за рахунок гарячої води, що відбирається з теплоутилізаційного контуру газоперекачувальних агрегатів. Недоліком цієї установки є те, що вона вимагає постійної і однакової витрати газу для забезпечення стабільного режиму роботи електрогенератора, що складно здійснити на практиці. ["Утилизационные турбоустановки для ГРС и КС", В.И. Твердохлебов, В.П. Мальханов, "Газовая промышленность", № 7, 1985, стр. 34].

Відома електродетандерна установка з підігрівом природного газу [пат. № 2150641 RU, МПК F25B11/02, F01K27/00. Способ работы детандерной установки и устройство для его осуществления. Опубл. 10.06.2000. Бюл. № 3, 2000], що містить магістральний трубопровід, розділений на два паралельні трубопроводи, на одному з яких встановлено дроселюючий пристрій, а на іншому послідовно з'єднані детандери та електрогенератор, перед кожним з детандерів встановлено теплообмінник, що з'єднаний з конденсатором теплового насоса.

Проте, у зв'язку із змінами витрати газу через турбіни детандера та зниження тиску в трубопроводах, швидкість обертання валу детандера буде змінюватися, що приведе до нерівномірного вироблення електроенергії і використання не усього потенціалу надлишкового тиску газу. Крім того, тепловий насос не може забезпечувати достатній підігрів природного газу перед детандерами при низьких пікових температурах зовнішнього повітря у зимовий період року.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити електродетандерну установку з підігрівом природного газу, в якій введення регулятора напруги та резервного електричного теплообмінника для підігріву теплоносія дали би можливість рівномірно виробляти електроенергію та здійснювати догрів цього теплоносія у піковий зимовий період, що у свою чергу дасть змогу підвищити ефективність утилізації надлишкового тиску газу.

Поставлена задача вирішується тим, що електродетандерна установка з підігрівом природного газу, що містить магістральний трубопровід, розділений на два трубопроводи, на одному з яких встановлено дроселюючий пристрій, а на іншому послідовно з'єднані три турбодетандери та електрогенератор, перед кожним з яких встановлено теплообмінник, що з'єднаний з конденсатором теплового насоса, згідно з корисною моделлю, між конденсатором теплового насоса і теплообмінниками додатково встановлено електричний теплообмінник, а генератор електрично з'єднаний з тепловим насосом через перетворювач частоти і силовий трансформатор.

Це дає можливість максимально використовувати енергію газу високого тиску для вироблення електроенергії. Використання перетворювача частоти знімає обмеження щодо швидкості та стабільності обертання валу турбіни детандера. Тому при зміні витрати газу через турбіни і коливання тиску в трубопроводах зміна швидкості обертання валів детандерів не буде впливати на параметри генерованої напруги, так як частота генерованої напруги і її стабільність задаються системою керування перетворювача частоти. Дане технічне рішення дозволить використати турбодетандер за схемою "єдиний вал" без редуктора і дасть можливість підвищити ефективність утилізації надлишкового тиску газу. Використання низькопотенційного тепла за допомогою теплового насоса, що працює на електричній енергії, яку виробляє турбодетандер, може бути застосована для підігріву газу перед турбодетандерами. Крім того, запропонована електродетандерна установка є екологічною, завдяки безпальності процесу редукування газу та економічною, оскільки заощаджує паливний газ і додатково виробляє електроенергію.

На кресл. схематично зображена електродетандерна установка з підігрівом природного газу, де 1 - дроселюючий пристрій; 2 - магістральний трубопровід високого тиску; 3 - магістральний трубопровід низького тиску; 4 - детандер; 5 - електрогенератор; 6 - теплообмінники; 7 - тепловий насос; 8 - конденсатор; 9 - тискорегулюючий вентиль; 10 - випарник; 11 - компресор; 12 - резервний електричний теплообмінник; 13 - перетворювач частоти; 14 - силовий трансформатор; 15 - з'єднувальні трубопроводи; 16 - циркуляційна помпа; 17 - регулятор напруги; 18 - електродвигун компресора.

Електродетандерна установка з підігрівом природного газу складається з магістральних трубопроводів високого тиску 2 та низького тиску 3, встановлених по напрямку газу і паралельно з'єднані дроселюючий пристрій 1 та послідовно з'єднані три турбодетандери 4, між якими за допомогою з'єднувальних трубопроводів 15 встановлено теплообмінники 6, які кінематично з'єднані з електрогенератором 5, який електрично з'єднаний з електродвигуном компресора 18. Вхід компресора 11 з'єднаний з виходом випарника 10, вхід якого через

газорегулюючий вентиль 9 з'єднаний з виходом конденсатора 8 з утворенням теплового насоса 7.

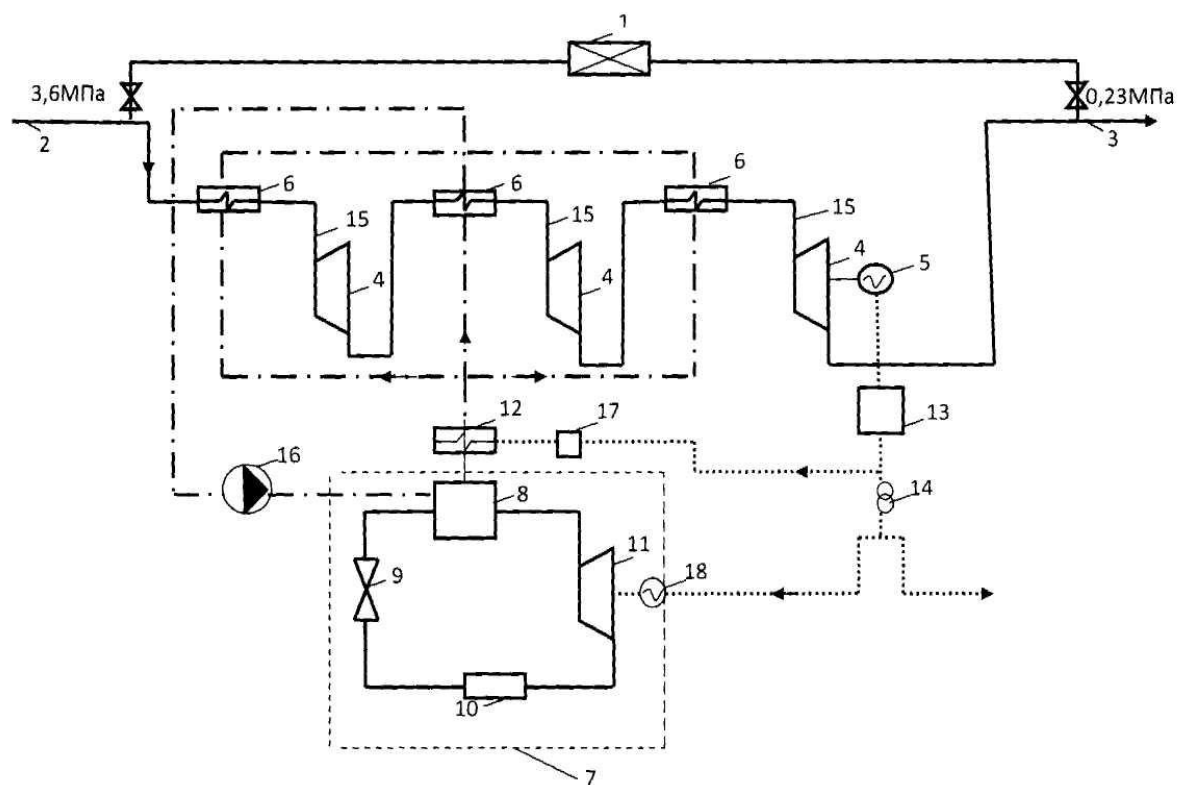
Електрогенератор 5 з електродвигуном компресора 18 електрично з'єднаний через перетворювач частоти 13 та силовий трансформатор 14, а резервний електричний теплообмінник 12-з перетворювачем частоти 13 через регулятор напруги 17. Вхід резервного електричного теплообмінника 12 з'єднаний з конденсатором 8. Циркуляційна помпа 16 встановлена між конденсатором теплового насоса 8 та теплообмінниками 6.

Електродетандерна установка з підігрівом природного газу працює наступним чином: природний газ з температурою T_{r0} з трубопроводу високого тиску 2, перед дроселюючим пристроєм 1, надходить в теплообмінник 6 і нагрівається до температури $T_{r2} > T_{r0}$, далі газ трубопроводом 15 подається в детандер 4. Після цього газ аналогічно проходить ще дві такі ступені з теплообмінниками і детандерами і надходить в трубопровід низького тиску 3. Енергія природного газу при його розширенні в детандерах перетворюється в механічну енергію обертання їх валів та в електрогенераторі 5 перетворюється в електричну енергію. Послідовно з'єднані детандери 4 і електрогенератор 5 поєднані без редуктора за схемою "єдиний вал". При цьому частота генерованої напруги визначається швидкістю обертання загального валу турбодетандера - генераторного агрегату. Ця напруга подається на вхід перетворювача частоти 13, після чого на силовий трансформатор 14, який приводить в дію електродвигун 18 компресора 11 теплового насоса 7 та зовнішнім споживачам електроенергії. Частина електричної енергії від електрогенератора 5 надходить через регулятор напруги у вигляді керованого випрямляча 17 на резервний електричний теплообмінник 12, для підігріву теплоносія, який використовується під час низьких пікових температур зовнішнього повітря у зимовий період, коли недостатній підігрів газу тепловим насосом низькопотенційним теплом. Надлишок електроенергії, що вироблений електрогенератором 5, може бути використаний для електрозабезпечення внутрішніх потреб станції, або переданий в загальну електромережу. Природний газ нагрівається в теплообмінниках 6 теплоносієм, що отримує тепло від компресора 8 теплового насоса 7 і циркулює за допомогою циркуляційної помпи 16. Низькокипляча рідина, віддавши тепло в теплообміннику компресора 8 теплового насоса 7, розширюється в тискорегулюючий вентиль 9, після чого надходить у випарник 10, де нагрівається за рахунок низькопотенційного тепла навколишнього середовища і подається у вхідний патрубок компресора 11 теплового насоса 7.

Таким чином, збільшення економічних та екологічних показників обумовлено тим, що в моделі максимально використовується енергія газу високого тиску для вироблення електричної енергії і підігріву газу перед детандерами низькопотенційним теплом. При цьому не спалюється газ і не викидаються шкідливі викиди продуктів горіння газу в навколишнє середовище.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Електродетандерна установка з підігрівом природного газу, що містить магістральний трубопровід, розділений на два трубопроводи, на одному з яких встановлено дроселюючий пристрій, а на іншому послідовно з'єднані три турбодетандери та електрогенератор, перед кожним з турбодетандерів встановлено теплообмінник, що з'єднаний з конденсатором теплового насоса, яка **відрізняється** тим, що між конденсатором теплового насоса і теплообмінниками додатково встановлено електричний теплообмінник, а генератор електрично з'єднаний з тепловим насосом через перетворювач частоти і силовий трансформатор.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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