



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49780 (13) U  
(51) МПК (2009)  
F04B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) УСТАНОВКА УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА КОМПРЕСОРНОГО АГРЕГАТУ

1

2

(21) u200911983

(22) 23.11.2009

(24) 11.05.2010

(46) 11.05.2010, Бюл. № 9, 2010 р.

(72) БУЛАТ АНАТОЛІЙ ФЕДОРОВИЧ, ЧЕМЕРИС  
ІГОР ФЕДОРОВИЧ, ОКСЕНЬ ЮРІЙ ІВАНОВИЧ,  
РАДЮК МАКСИМ ВАЛЕРІЙОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ.  
М.С. ПОЛЯКОВА НАН УКРАЇНИ

(57) Установка утилізації тепла компресорного агрегату, що містить електродвигун з редуктором, турбіну, розміщену в кінематичному ланцюзі компресора, виходи ступенів якого з'єднані з входами по повітрю проміжних і кінцевого повітроохолоджувачів, виходи яких по повітрю з'єднані з входами ступенів компресора, причому вихід кінцевого повітроохолоджувача по повітрю з'єднаний з пневматичною мережею, а також конденсатор, водяний насос, насос робочого тіла і градирню, яка відрізняється тим, що як робоче тіло використо-

вується двокомпонентне сумішове робоче тіло, а до складу установки входять сепаратор, теплообмінник і блок змішування, вихід якого, через конденсатор, з'єднаний з насосом, перший вихід якого з'єднаний з входами по сумішесому робочому тілу повітроохолоджувачів, виконаних односекційними, відповідні виходи яких з'єднані з входом сепаратора, а другий вихід насоса з'єднаний з входом по сумішесому робочому тілу теплообмінника, відповідний вихід якого також з'єднаний з входом сепаратора, вихід якого по сумішесому робочому тілу, збагаченому низькокиплячою компонентою, з'єднаний з входом турбіни, вихід якої з'єднаний з відповідним входом блока змішування, а вихід сепаратора по сумішесому робочому тілу, збагаченому висококиплячою компонентою, з'єднаний з відповідним входом теплообмінника, відповідний вихід якого з'єднаний з відповідним входом блока змішування.

Установка утилізації тепла компресорного агрегату відноситься до області утилізації тепла компресорних станцій, зокрема шахтних і газоперекачуючих, і може бути використана для зменшення споживання електричної енергії з мережі за рахунок вироблення механічної енергії шляхом використання тепла стиснутого повітря.

Відома установка утилізації тепла турбокомпресорного агрегату, що складається з електродвигуна з редуктором, компресора, односекційних проміжних і кінцевого повітроохолоджувачів в яких тепло від стиснутого повітря відводиться за допомогою проміжного теплоносія [1]. Недоліками даної установки є викид тепла стиснутого повітря в навколишнє середовище, зміна режимів роботи турбокомпресора, внаслідок недоохолодження повітря і, як результат, збільшення питомої витрати електроенергії на його стиснення.

Найближчою по технічній сутності і результатам, що досягаються, являється установка утилізації тепла компресорного агрегату з доохолодженням повітря до необхідних температурних норм, що містить електродвигун з редуктором,

турбіну, розміщену в кінематичному ланцюзі компресора, виходи ступенів якого з'єднані з входами по повітрю проміжних і кінцевого повітроохолоджувачів, виходи яких по повітрю з'єднані з входами ступенів компресора, причому вихід кінцевого повітроохолоджувача по повітрю з'єднаний з пневматичною мережею, а також конденсатор, водяний насос, насос робочого тіла і градирню [2]. Недоліками даної установки є низький ККД утилізації тепла стиснутого повітря компресора у зв'язку з викидом тепла стиснутого повітря низькотемпературних секцій через градирню в навколишнє середовище, невисокий ексергетичний ККД установки внаслідок значних втрат ексергії від необоротності в результаті постійної температури кипіння робочого тіла в повітроохолоджувачах і значна металоємність теплообмінних апаратів, а саме: повітроохолоджувачів у зв'язку з виконанням їх двосекційними і конденсатора, внаслідок відведення значної теплової потужності від охолоджуючої води.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення установки утилізації тепла турбокомпре-

(13) U

(11) 49780

(19) UA

сорного агрегату, в якій за рахунок додаткового оснащення її сепаратором, теплообмінником і блоком змішування зменшуються втрати ексергії від необоротності завдяки змінній температурі кипіння сумішевого робочого тіла і, як наслідок, збільшується ексергетичний ККД і ККД утилізації тепла стиснутого повітря в повітроохолоджувачах, а також зменшується металоємність теплообмінних апаратів.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що установка утилізації тепла компресорного агрегату містить електродвигун з редуктором, турбіну, розміщену в кінематичному ланцюзі компресора, виходи ступенів якого з'єднані з входами по повітрю проміжних і кінцевого повітроохолоджувачів, виходи яких по повітрю з'єднані з входами ступенів компресора, причому вихід кінцевого повітроохолоджувача по повітрю з'єднаний з пневматичною мережею, а також конденсатор, водяний насос, насос робочого тіла і градирню, стосовно винаходу в якості робочого тіла використовується двокомпонентне сумішове робоче тіло, а до складу установки входять сепаратор, теплообмінник і блок змішування, вихід якого, через конденсатор, з'єднаний з насосом, перший вихід якого з'єднаний з входами по сумішевому робочому тілу повітроохолоджувачів, виконаних односекційними, відповідні виходи яких з'єднані з входом сепаратора, а другий вихід насоса з'єднаний з входом по сумішевому робочому тілу теплообмінника, відповідний вихід якого також з'єднаний з входом сепаратора, вихід якого по сумішевому робочому тілу, збагаченому низькокиплячою компонентою, з'єднаний з входом турбіни, вихід якої з'єднаний з відповідним входом блоку змішування, а вихід сепаратора по сумішевому робочому тілу, збагаченому високикипаючою компонентою, з'єднаний з відповідним входом теплообмінника, відповідний вихід якого з'єднаний з відповідним входом блоку змішування.

Оснащення установки утилізації тепла компресорного агрегату сепаратором, теплообмінником і блоком змішування сприяє збільшенню ексергетичного ККД і ККД утилізації тепла стиснутого повітря в повітроохолоджувачах за рахунок зменшення втрат ексергії від необоротності завдяки змінній температурі кипіння сумішевого робочого тіла.

Зменшення металоємності повітроохолоджувачів досягається за рахунок виконання проміжних і кінцевого повітроохолоджувачів односекційними і зменшення площі поверхні теплообміну завдяки зменшенню втрат ексергії від необоротності. Зменшення металоємності конденсатора досягається за рахунок зменшення кількості теплової потужності, що відводиться, в результаті регенерації тепла в теплообміннику.

На Фіг. представлена принципова схема запропонованої установки утилізації тепла компресорного агрегату.

Установка утилізації тепла компресорного агрегату на основі сумішевого робочого тіла містить електродвигун 1 з редуктором 2, конденсатор 3, водяний насос 4, градирню 5, насос сумішевого робочого тіла 6, сепаратор 7, теплообмінник 8,

блок змішування 9, турбіну 10, розміщену в кінематичному ланцюзі компресора 11, виходи 12 ступенів якого з'єднані з входами 13 по повітрю проміжних 14 і кінцевого повітроохолоджувачів 15, виходи 16 яких по повітрю з'єднані з входами 17 ступенів компресора 11, причому вихід 18 кінцевого повітроохолоджувача 15 по повітрю з'єднаний з пневматичною мережею при цьому, вихід 19 блоку змішування 9, з'єднаний з входом по сумішевому робочому тілу 20 конденсатор 3, відповідний вихід 21 якого з'єднаний з насосом сумішевого робочого тіла 6, перший вихід 22 якого з'єднаний з входами 23 по сумішевому робочому тілу проміжних 14 і кінцевого повітроохолоджувачів 15, виконаними односекційними, відповідні виходи 24 яких з'єднані з входом 25 сепаратора 7, а другий вихід 26 насоса сумішевого робочого тіла 6 з'єднаний з входом 27 по сумішевому робочому тілу теплообмінника 8, відповідний вихід 28 якого також з'єднаний з входом 25 сепаратора 7 при цьому, вихід 29 сепаратора 7 по сумішевому робочому тілу збагаченому низькокиплячою компонентою з'єднаний з входом 30 турбін 10, вихід 31 якої з'єднаний з відповідним входом 32 блоку змішування 9, а вихід 33 сепаратора 7 по сумішевому робочому тілу збагаченому високикипаючою компонентою з'єднаний з відповідним входом 34 теплообмінника 8, відповідний вихід 35 якого з'єднаний з відповідним входом 36 блоку змішування 9.

Установка утилізації тепла стиснутого повітря компресорного агрегату працює наступним чином. Електродвигун 1 разом з редуктором 2 передає механічну енергію ступеням турбокомпресора 11. Стиснуте повітря з виходів 12 ступенів компресора 11 надходить до входів 13 проміжних 14 і кінцевого 15 повітроохолоджувачів, віддає тепло сумішевому робочому тілу, охолоджується до потрібної по нормах температури і, з їх виходів 16, надходить до входу 17 ступенів компресора 11, причому з виходу 18 кінцевого повітроохолоджувача 15 повітря надходить в пневматичну мережу. Повністю сконденсоване в конденсаторі 3 сумішове робоче тіло з виходу насоса 6 розділяється на два потоки. Перший потік 22 подається на входи 23 проміжних 14 і кінцевого повітроохолоджувачів 15, забирає тепло стиснутого повітря, частково випаровується при змінній температурі кипіння і, з їх виходів 24, надходить до входу 25 сепаратора 7 при цьому, другий потік сумішевого робочого тіла 26 подається на відповідний вхід 27 теплообмінника 8, де нагрівається, частково випаровується при змінній температурі кипіння, змішується з першим потоком 22, утворюючи двофазну високотемпературну суміш, і також надходить до входу 25 сепаратора 7. Потім, в сепараторі 7, двофазна суміш розділяється на газоподібну низькокиплячу і рідку високикипаючу компоненти. При цьому низькокипляча газоподібна компонента надходить до турбіни 10, забезпечуючи вироблення механічної роботи, а високикипаюча - в теплообмінник 8, де віддає своє тепло і нагріває сумішове робоче тіло, що надходить до теплообмінника 8. Після цього обидві компоненти змішуються в блоці змішування 9 і надходять до конденсатора 3, де конденсується при постійній температурі.

В установці утилізації тепла компресорного агрегату збільшення ексергетичного ККД і ККД утилізації тепла стиснутого повітря в повітроохолоджувачах досягається за рахунок зменшення втрат ексергії від необоротності завдяки використанню сумішевого робочого тіла зі змінною температурою кипіння.

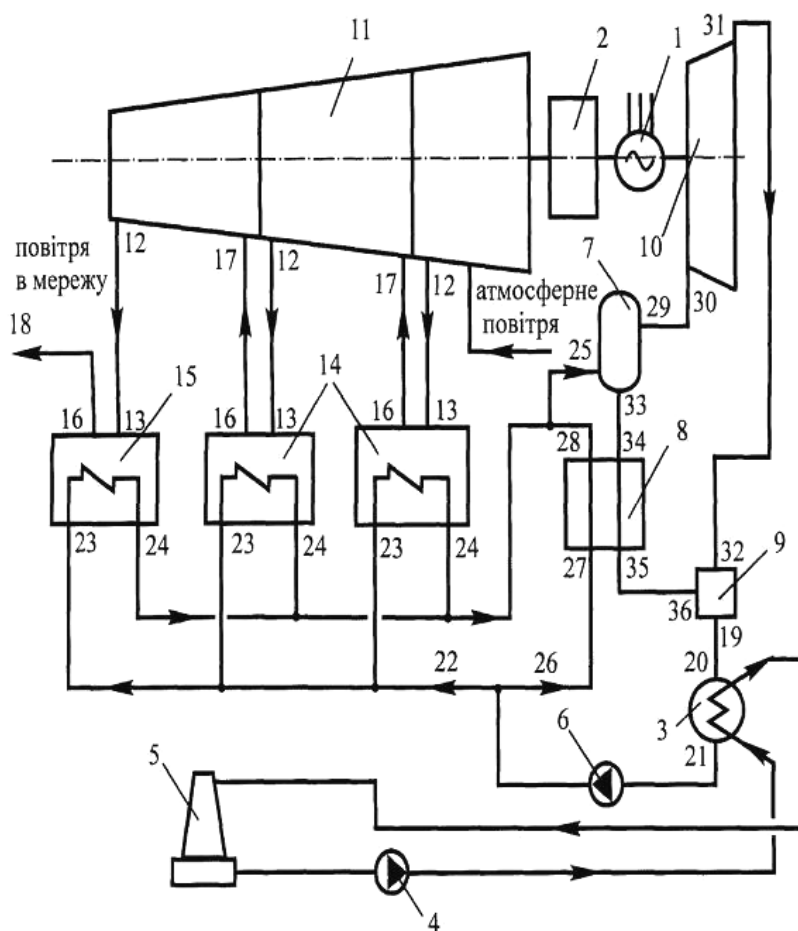
Зменшення металоємності теплообмінних апаратів, а саме: повітроохолоджувачів досягається за рахунок виконання їх односекційними, а також зменшення площі поверхні теплообміну завдяки зниженню втрат ексергії від необоротності, а

зменшення металоємності конденсатора досягається внаслідок зменшення кількості теплової потужності, що відводиться, за рахунок регенерації тепла в теплообміннику.

Джерела інформації

1. Герасименко Г.П. Комплексное использование пневматической энергии при отработке глубоких месторождений. - М: Недра, 1971. - 128с.

2. Патент 44172 UAF04B1/00. Установка утилизации тепла турбокомпрессорного агрегату // Булата А.Ф., Чемериса І.Ф., Оксеня Ю.І., Радюка М.В. Промислова власність. - 2009. - №18.



Фіг.