



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16296 (13) U
(51) МПК (2006)
F04B 39/06
F04D 29/58

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОНТАКТНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ В ТУРБОКОМПРЕСОРАХ

1

(21) u200506905
(22) 13.07.2005
(24) 15.08.2006
(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.
(72) Трегубов Віталій Анатолійович, Замицький Олег Володимирович
(73) КРИВОРІЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(57) Спосіб контактного охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах, що полягає в змішуванні повітря з розпиленою водою і наступним

2

розподілом потоків охолодженого повітря і нагрітої води, який **відрізняється** тим, що охолоджувальну воду подають у кількості, кратній 5-7 відношенню масової витрати повітря до його густини, при швидкості повітря щодо води кратної 25-30 його густинам, абсолютному тиску повітря 0,2-0,5 МПа і температурі 100-160 °С, при цьому температура води в результаті теплообміну буде нижче температури повітря по мокрому термометру.

Корисна модель відноситься до галузі виробництва стисненого повітря для підприємств підземного видобутку руд шахтними турбокомпресорами, зокрема, до проміжного контактного охолодження й осушення повітря в турбокомпресорах.

Відомий спосіб внутрішнього інжекційного охолодження турбокомпресорів за рахунок вприскування і повного випару води в проточній частині турбокомпресора [1].

Недоліком такого способу охолодження стисненого повітря є підвищення його вологості, ерозія й корозія проточної частини турбокомпресора.

Для способу як прототип, обраний спосіб контактний охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах, реалізований у пристрої «Зовнішній змішувальний повітроохолоджувач турбокомпресора» [2], що полягає в змішуванні повітря з розпиленою водою і наступним розподілом потоків охолодженого повітря і нагрітої води.

Недоліком даного способу є підвищення вологості повітря, (парове віднесення води складає 4г/кг повітря), що приводить до зниження продуктивності турбокомпресора.

Задачею корисної моделі є удосконалення способу контактний охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах.

Заявлений спосіб передбачає охолодження стисненого повітря за рахунок регламентування подачі холодної води й швидкості повітря щодо води, що дозволяє реалізувати режим одночасного охолодження й осушення стисненого повітря.

Поставлена задача реалізується в способі за рахунок того, що спосіб контактний охолодження

стисненого повітря в турбокомпресорах, полягає в змішуванні повітря з розпилюваною водою і наступним розподілом потоків охолодженого повітря і нагрітої води. Відповідно до корисної моделі холодну воду подають у кількості рівній 5-7 відносини масової витрати повітря до його густини, при швидкості повітря щодо води кратної 25-30 його густинам, абсолютному тиску повітря 0,2-0,5 МПа і температурі 100-160 °С, при цьому, температура води в результаті теплообміну буде нижче температури повітря по мокрому термометрі.

Корисна модель, що заявляється, ілюструється наступним графічним матеріалом, де на Фіг.1 приведені залежності вологовмісту повітря й температури води на виході з першого проміжного повітроохолоджувача турбокомпресора від співвідношення витрат повітря і води; на Фіг.2 - вологовмісту повітря й температури води на виході з другого проміжного повітроохолоджувача від співвідношення витрат повітря і води; на Фіг.3 - абсолютного тиску й температури повітря на виході із секції турбокомпресора від швидкості повітряно-водяної суміші в горловині труби Вентурі першого проміжного повітроохолоджувача; на Фіг.4 - абсолютного тиску й температури повітря на виході із секції турбокомпресора від швидкості повітряно-водяної суміші в горловині труби Вентурі другого проміжного повітроохолоджувача.

Заявлений спосіб реалізується так: для нормалізації температурних режимів шахтного турбокомпресора, а також збільшення терміну служби елементів його проточної частини і пневмодвигунів гірничих машин, у потік стисненого повітря, що виходить із секцій стиску турбокомпресора пода-

(13) U
(11) 16296
(19) UA

ється холодна вода, що розпилюється й змішується з повітрям. В повітряно-водяній суміші, що утворилася, відбувається інтенсивний тепломасообмін, при якому повітря охолоджується, а вода нагрівається, осушення повітря проходить за рахунок конденсації водяного пару, що міститься в ньому, на краплях холодної води з температурою нижче температури повітря по мокрому термометрі. Це забезпечується регламентуванням подачі води, витрати якої (u кг/с) для діапазону абсолютних тисків повітря 0,2-0,5 МПа з початковою температурою 100-160°C, складає 5-7 відносини його масової витрати (u кг/с) до його густини (ρ кг/м³), а, також, початкової швидкості повітря щодо води, що для інтенсифікації теплообміну з метою компенсації виділення схованого тепла через конденсацію води при осушенні повітря (u м/с), кратна 25-30 густинам повітря (ρ кг/м³). Зазначені параметри стисненого повітря відповідають проміжному охолодженню повітря в шахтних турбокомпресорах.

Заявлені режими підтверджуються результатами чисельних експериментів на комп'ютерній моделі шахтного турбокомпресора з пристроєм контактного охолодження стисненого повітря. Початкові умови й витрати середовищ обрані, виходячи з номінальних початкових умов шахтного турбокомпресора (параметри повітря на вході в компресор: тиск $0,98 \cdot 10^{-5}$ Па, температура 20°C, вологовміст 10,0 г/кг; температура холодної води $t_{w1}=20^\circ\text{C}$). Температура, абсолютний тиск і вологовміст повітря на вході в перший проміжний повітроохолоджувач за результатами чисельних експериментів складають 126°C, 0,26 МПа і 10,0 г/кг, відповідно; у другий - 152°C, 0,474 МПа і 9,6 г/кг, відповідно.

Як видно з кривої 1 для реалізації режиму охолодження й осушення повітря, у перший проміжний повітроохолоджувач холодна вода повинна подаватися в кількості: не менш 2,4 масові витрати стисненого повітря, вологовміст повітря при цьому (9,7 г/кг) нижче, ніж на вході в апарат (10 г/кг). З кривої 2 видно, що температура нагрівання води (26,8°C), при цьому, не перевищує температури повітря по мокрому термометрі розрахованої по вологовмісту на вході в апарат (27,3°C).

Як видно з кривої 3 для реалізації режиму охолодження й осушення повітря, у другий проміжний повітроохолоджувач холодна вода повинна подаватися в кількості: не менш 1,5 масової ви-

трати стисненого повітря, вологовміст повітря при цьому (8,8 г/кг) нижче, ніж на вході в апарат (9,6 г/кг). З кривої 4 видно, що температура нагрівання води (38,2°C) при цьому не перевищує температури повітря по мокрому термометрі розрахованої по вологовмісту на вході в апарат (39,5°C).

З кривих 2 і 3, також, видно, що збільшення витрати води вище зазначених значень приводить до зниження вологовмісту повітря, але значне підвищення витрати не доцільно через збільшення циркуляційної витрати в системі охолодження і, як наслідок, зростання втрат води з краплинним віднесенням у градирні й підвищенню витрат електроенергії на привід циркуляційного насоса.

Таким чином, встановлені значення співвідношень вода-повітря з достатньою точністю відповідають заявленим. Аналогічні результати, отримані і для інших початкових параметрів повітря в заявленому діапазоні температур і тисків.

Збільшення початкової швидкості повітря щодо води, обумовлене діаметром горловини труби Вентурі приводить, з одного боку, до інтенсифікації тепломасообміну і поліпшенню охолодження повітря і, внаслідок цього, підвищенню тиску повітря на виході із секції. З іншого боку - до підвищення гідравлічного опору апарата й зниженню тиску. Таким чином, оптимальна швидкість у горловині змішувача відповідає максимуму тиску повітря на виході із секції турбокомпресора, і мінімуму енерговитрат.

Як видно з кривої 5 і кривої 7 початкова швидкість повітря, що відповідає максимальному тиску на виході із секцій стиску турбокомпресора для першого проміжного повітроохолоджувача складає близько 90 м/с, для другого - близько 60 м/с. Температура повітря, при цьому, на виході з першого повітроохолоджувача складає 44,9°C (крива 6), із другого - 43,2°C (крива 8).

Таким чином, отримані значення оптимальних початкових швидкостей повітря щодо води з достатньою точністю відповідають заявленим. Аналогічні результати отримані і для інших початкових параметрів повітря в заявленому діапазоні температур і тисків.

Даний спосіб був реалізований на дослідно-промисловій установці. Зареєстровані параметри в порівнянні з базовим повітроохолоджувачем приведені в табл.1.

Таблиця 1

Результати порівняльних іспитів повітроохолоджувачів турбокомпресора

Параметри	Повітроохолоджувач	
	базовий	заявлений
1	2	3
Тиск повітря абсолютний, МПа	0,48	0,48
Співвідношення вода-повітря	1,0	1,8
Початкова температура, °C		
- повітря	150	150
- води	20	20
Кінцева температура, °C		
- повітря	55	45
- води	41	33

Продовження таблиці 1

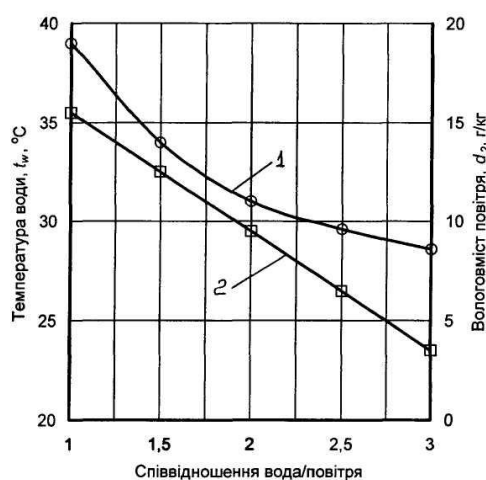
1	2	3
Вологовміст повітря, г/кг		
- початковий	9,5	9,5
- кінцевий	10,2	7,0

Дослідно-промислові іспити показали високу ефективність заявленого способу, що забезпечує стабільну роботу системи охолодження турбокомпресора, а також зниження експлуатаційних витрат за рахунок нормалізації температурного режиму й економії води.

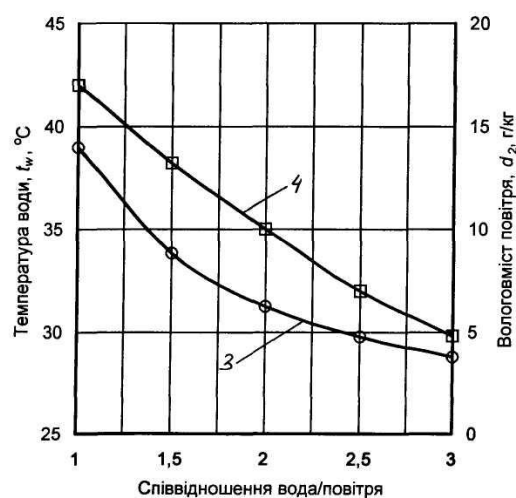
Джерела використаної інформації:

1. Степанов А. И. Центробежные и осевые компрессоры, воздуходувки и вентиляторы.-М: МАШГИЗ, 1960. - С.216-217.

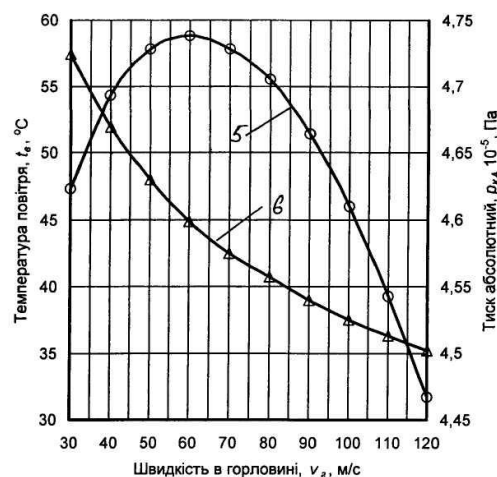
2. Патент 2187А, бюл. №9, від 15.10.2001.



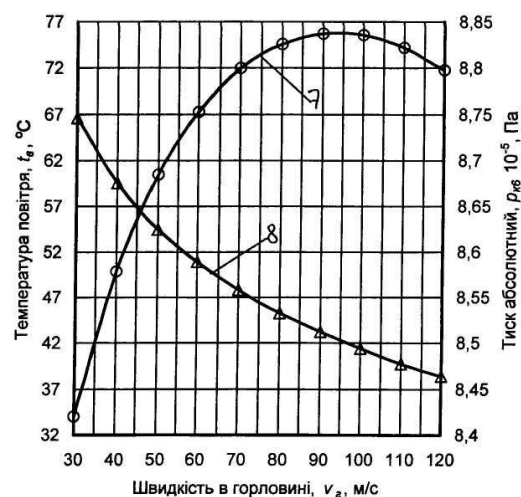
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4