

Запропоноване технічне рішення належить до гірничої промисловості, а конкретніше - до засобів охолодження рудникового повітря і може бути використане для нормалізації теплових умов праці в глибоких шахтах і рудниках.

Відомі шахтні пересувні парокомпресійні кондиціонери, використовувані в гірничій промисловості для охолодження рудникового повітря [див. А.Н. Щербань, О.А. Кремнев, Справочное руководство по тепловым расчетам шахт и проектированию установок для охлаждения рудничного воздуха. М., Госгор-техиздат, 1960, 408с]. У відомих кондиціонерах тепло рудникового повітря передається у випарнику-повітроохолоджувачі безпосередньо робочому тілу, що здійснює зворотний круговий процес у холодильній машині. Пари холодильного агента, що утворюються під час кипіння його у випарнику-повітроохолоджувачі, відсмоктуються компресором, що стискає їх до тиску, при якому вони можуть бути сконденсовані внаслідок охолодження зовнішнім середовищем, і направляються в конденсатор. У останньому перегріта пара охолоджується до стану насичення і конденсується. З конденсатора рідкий холодильний агент, що має високу температуру, по трубопроводу через дросельний вентиль знову надходить у випарник-повітроохолоджувач. Далі цикл повторюється.

До недоліків відомих кондиціонерів належить низька термодинамічна ефективність холодильного циклу, а також великий аеродинамічний опір випарника-повітроохолоджувача потоку подаваного через нього повітря, що обумовлено конструкцією теплопередавальної поверхні. Крім того, як робочу речовину у відомих кондиціонерах використовують холодильний агент R12, віднесений до озоноруйнівних речовин. Відповідно до міжнародних угод стосовно речовин, що руйнують озоновий шар Землі, виробництво і використання холодильного агента R12 в Україні заборонено з 1996 року.

Відомі також шахтні пересувні кондиціонери, у яких як робоча речовина використовується допущений до застосування холодильний агент [див. Передвижная холодильная установка с кондиционером КПШ 130-2-0 / А.К. Яковенко, М.В. Юцкевич, Ю.И. Печененко, В.А. Аниськов, -«Уголь Украины», 1996, №3, с.17-20]. Кондиціонер містить компресор з електроприводом, конденсатор, дросельний вентиль, випарник-повітроохолоджувач. Охолодження повітря в кондиціонері засноване на відомому принципі дії одноступінчастої парокомпресійної холодильної машини безпосереднього охолодження. У випарнику-повітроохолоджувачі кипить холодильний агент за рахунок тепла, що відбирається від рудникового повітря, подаваного через апарат. Пара, що утворюється в результаті кипіння, відсмоктується компресором, стискається до тиску конденсації і подається в конденсатор. У конденсаторі, за рахунок теплообміну з охолоджуваним середовищем, пари холодильного агента конденсуються. Рідкий холодильний агент через дросельний вентиль надходить у випарник-повітроохолоджувач. Надалі цикл повторюється.

Термодинамічна ефективність холодильного циклу залежить, у основному, від температури конденсації перегрітих пар холодильного агента і від температури рідкого холодильного агента перед дросельним вентилем. У відомому кондиціонері температура рідкого холодильного агента, що надходить до дросельного вентиля, висока, тому паротворення може починатися ще в рідинному трубопроводі, що порушує роботу дросельного вентиля. У результаті знижується холодопродуктивність кондиціонера. Теплопередавальну поверхню випарника-повітроохолоджувача у відомому кондиціонері виконано з поперечно розташованих трубок діаметром 15мм, обладнаних зовні латунними ребрами завтовшки 0,4мм. Відстань між ребрами 5мм. Поперечно оребрені трубки випарника-повітроохолоджувача, у якому в процесі кипіння холодильного агента відбувається відбір теплоти від охолоджуваного рудникового повітря, створюють великий аеродинамічний опір вентиляційному потоку. Це утрудняє провітрювання охолоджуваних підготовчих тупикових виробок при розміщенні випарника-повітроохолоджувача у вентиляційному трубопроводі для нагнітального провітрювання, особливо при великій їх довжині. Крім того, конструктивне виконання теплопередавальної поверхні випарника-повітроохолоджувача з оребрененими трубками обумовлює інтенсивне забруднення її рудниковим пилом, що міститься в охолоджуваному повітрі, а також збільшені габаритні розміри апарата. Теплопередавальна поверхня конденсатора розміщена в одній обичайці, що обумовило збільшення габаритів компресорно-конденсаторного агрегату відомого кондиціонера.

У цілому, до недоліків відомого кондиціонера, визначеного за прототип, відносять:

- низьку холодопродуктивність, недостатню для нормалізації теплових умов праці гірників у підготовчих тупикових виробках з комбайнвою проходкою;
- низьку термодинамічну ефективність холодильного циклу, зумовлену конструктивним виконанням теплопередавальних поверхонь випарника-повітроохолоджувача та конденсатора;
- великий аеродинамічний опір випарника-повітроохолоджувача потоку подаваного через нього повітря;
- підвищені енерговитрати на вироблення холоду, обумовлені низькою термодинамічною ефективністю холодильного циклу;
- великі габаритні розміри компресорно-конденсаторного й повітро-обробного агрегатів, що утрудняє застосування кондиціонерів у стиснених умовах підготовчих тупикових виробок.

У основу корисної моделі поставлено завдання зі створення такого шахтного пересувного кондиціонера, у якому за рахунок підвищення термодинамічної ефективності теплообмінних апаратів і поліпшення аеродинамічних характеристик випарника-повітроохолоджувача з'явилася можливість збільшити холодопродуктивність, підвищити ефективність роботи і знизити габарити кондиціонера.

Поставлене завдання розв'язується за рахунок того, що шахтному пересувному кондиціонері, який містить компресор, конденсатор, дросельний вентиль і випарник-повітроохолоджувач, згідно корисної моделі, теплопередавальну поверхню випарника-повітроохолоджувача виконано з теплообмінних секцій, розміщених послідовно в сталевому корпусі з інтервалом 200мм, які складаються з пакетів гладких змійовикових трубок, приєднаних паралельно до вхідного і вихідного колекторів теплообмінної секції на відстані 15-20мм один від одного, при цьому перед кожною теплообмінною секцією вмонтовано форсунки, приєднані до трубопроводу технологічної води, між компресором і конденсатором вмонтовано масловіддільник, а теплопередавальну поверхню конденсатора утворено теплообмінними трубками з зовнішніми ребрами й поміщено в два кожухотрубних елементи, з'єднаних паралельно.

Відмітні ознаки запропонованого технічного рішення від найближчому аналозі, що забезпечують рішення поставленого завдання, полягають у такому:

- виконання теплопередавальної поверхні випарника-повітроохолоджувача з уніфікованих теплообмінних секцій, що складаються з пакетів гладких змійовикових трубок, кожна з яких паралельно приєднана до вхідного та вихідного колекторів теплообмінної секції на відстані 15-20мм один від одного, забезпечує зменшення осадження вугільного пилу на теплообмінну поверхню, високу інтенсивність теплообміну між киплячим у трубках холодильним агентом і повітрям, що надходить через секцію, а також низький аеродинамічний опір подаваному через кондиціонер повітря, що, у свою чергу, супроводжується збільшенням холодопродуктивності кондиціонера і витрати повітря на провітрювання туликової виробки, зниженням енерговитрат і, зрештою, підвищенням ефективності роботи кондиціонера, зниженням габаритів;

- послідовне розташування теплообмінних секцій у сталевому корпусі з інтервалом 200мм забезпечує можливість розміщення перед кожною теплообмінною секцією форсунк, що приєднуються до трубопроводу технологічної води, призначених для очищення від забруднень зовнішньої теплообмінної поверхні трубок випарника-повітроохолоджувача, забезпечує ефективний теплообмін між киплячим холодильним агентом і охолоджуванним повітрям;

- наявність маслорозділника між компресором та конденсатором забезпечує підвищення ефективності теплообмінної поверхні за рахунок зменшення замащення її маслом, яке міститься у хладоні, який поступає з конденсатора у випарник - повітроохолоджувач;

- виконання теплопередавальної поверхні конденсатора з трубок малого діаметра забезпечує роботу апарата з великими перепадами температур охолодної води на його вході та виході, що дозволило зменшити габарити конденсатора, знизити витрату охолодної води на відвід теплоти конденсації, використовувати трубопроводи меншого діаметра для подачі охолодної води на конденсатор, а виконання конденсатора в двохелементному виконанні дозволило забезпечити компактну конструкцію компресорно-конденсаторного агрегату.

На Фіг. схематично наведено запропонований кондиціонер.

Кондиціонер складається з компресорно-конденсаторного I і повітроохолоджувального II агрегатів, зв'язаних між собою гнучкими трубопроводами III і IV для циркуляції холодильного агента.

Компресорно-конденсаторний агрегат I містить компресор 1 з електроприводом 2. За допомогою нагнітального трубопроводу 3 компресор 1 сполучений із двохелементним конденсатором 4. Між компресором 1 і конденсатором 4 у нагнітальному трубопроводі 3 встановлено маслорозділник 5. За допомогою трубопроводу 6 для рідкого холодильного агента конденсатор 4 з'єднано з розподільним колектором 7. До розподільного колектора 7 приєднані дросельні вентиля 8, за допомогою яких рідкий холодильний агент, що надходить з конденсатора 4, дроселюється й по розподільних трубках 9 направляється в теплообмінні секції 10, приєднані до вхідного 11 і вихідного 12 колекторів на кожній секції.

До вхідного 11 і вихідного 12 колекторів кожної секції паралельно приєднано пакети з гладких змійовикових трубок на відстані 15-20мм одна від одної. За допомогою сполучних трубок 13 і усмоктувального трубопроводу 14 вихідні колектори 12 з'єднані з компресором 1. Теплообмінні секції 10 розміщені послідовно з інтервалом 200мм у сталевому корпусі 15. Останній обладнаний патрубками 16 і 17 для приєднання вентиляційного трубопроводу, по якому здійснюється підведення теплого і відвід охолодженого рудникового повітря. У сталевому корпусі 15 перед теплообмінними секціями 10 розміщено форсунки 18, приєднані за допомогою трубопроводу 19 до трубопроводу 20 технологічної води.

Трубопровід 19 обладнано двопозиційним регулятором 21 протоки води.

Кондиціонер працює так.

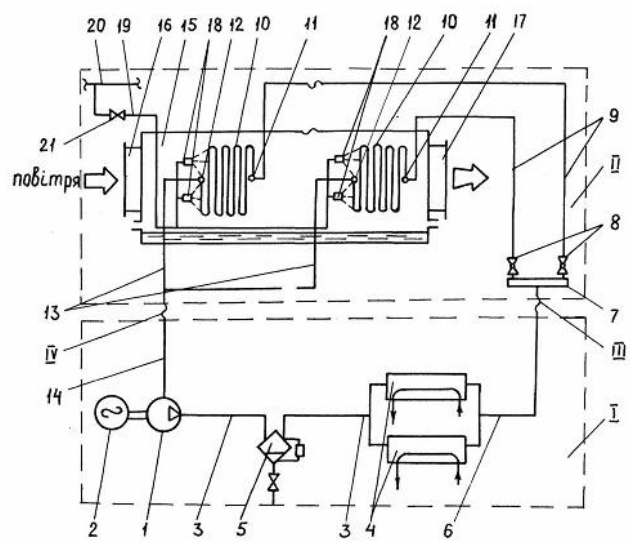
У трубках теплообмінних секцій 10 випарника - повітроохолоджувача при низьких значеннях тиску і температури кипить холодильний агент за рахунок теплоти, що відбирається від рудникового повітря, подаваного в сталевий корпус 15 через вхідний патрубок 16. Пари, що утворюються при кипінні холодильного агента, через вихідний колектор 12 по сполучних трубках 13 і усмоктувальному трубопроводу 14 відсмоктуються компресором 1, стискаються до тиску конденсації і по нагнітальному трубопроводу 3 подаються в маслорозділник 5. У маслорозділнику 5 стиснений холодильний агент звільняється від значної кількості масла, яке в ньому міститься. З маслорозділника 5 пари холодильного агента подаються у міжтрубний простір двохелементного конденсатора 4. У останньому за рахунок теплообміну з охолодною водою, що протікає по трубках, розміщених усередині кожухотрубного елемента, пари холодильного агента конденсуються. З кожухотрубних елементів конденсатора 4 рідкий холодильний агент по трубопроводу 6 надходить у розподільний колектор 7, до якого приєднано дросельні вентиля 8. Після дроселювання парорідинна суміш по розподільних трубках 9 через вхідні колектори 11 надходить у теплообмінні секції 10, де кипить при низькій температурі. Надалі цикл повторюється.

Рудникове повітря, що надходить через вхідний патрубок 16, проохолоджується внаслідок передачі теплоти киплячому в трубках теплообмінних секцій 10 холодильному агенту. Охолоджене повітря через вихідний патрубок 17 надходить до охолоджуваного об'єкта.

У результаті осадження пилу, що міститься в рудниковому повітрі, на трубках теплообмінних секцій термічний опір їх стінок зростає. Очищення трубок від пилу здійснюється водою, подаваною під напором через форсунки 18, приєднані за допомогою трубопроводу 19 до трубопроводу 20 технологічної води. Періодичність подачі води на очищення теплопередавальних поверхонь теплообмінних секцій устанолюється двопозиційним регулятором 21 протоки води, що включається автоматично електромагнітним вентилям від іскробезпечного блока управління з періодичністю, що задається реле часу.

Холодопродуктивність кондиціонера, реалізована за допомогою запропонованого технічного рішення, у 2,2 – 2,4 разу більше холодопродуктивності прототипу і достатня для нормалізації теплових умов праці гірників у механізованих підготовчих виробках, які проводяться гірничопрохідницькими комбайнами на великих глибинах.

Створений на основі запропонованого технічного рішення, дослідний зразок шахтного пересувного кондиціонера, який названо КПШ-300, забезпечив під час заводських випробувань холодильну потужність 320-340кВт, яку підтверджено актом та протоколом попередніх випробувань від 21 серпня 2006 року.



Фиг.