

В.В. Лобода, к.т.н., НДІ гірської механіки ім. М.М. Федорова (м. Донецьк, Україна)

Вдосконалення енергозберігаючої технології вироблення пневмоенергії в підземних умовах шахт

Представлено результати аналізу стану пневмоенергетичного комплексу на поверхні вугільних шахт крутого падіння. Показано альтернативний шлях вироблення пневмоенергії в підземних умовах шахт та схема роботи підземної модульної компресорної станції (ПКС) підвищеної продуктивності.

Ключові слова: пневмоенергія, компресор, підземна компресорна станція, технологія, вугільна шахта.

Представлены результаты анализа состояния пневмоэнергетического комплекса на поверхности угольных шахт крутого падения. Показаны альтернативный путь выработки пневмоэнергии в подземных условиях шахт и схема работы подземной модульной компрессорной станции (ПКС) повышенной производительности.

Ключевые слова: пневмоэнергия, компрессор, подземная компрессорная станция, технология, угольная шахта.

Results of the analysis of a condition of a superficial pneumatic energy complex of collieries of abrupt falling are presented. The alternative way of development of pneumatic energy to underground conditions of mines and the scheme of work of underground modular compressor station (UCS) is shown the raised productivity.

Keywords: pneumatic energy, the compressor, underground compressor station, technology, a coal mine.

На шахтах крутого падіння України пневмоенергія є основним видом енергії, яка використовується для живлення пневмоспоживачів.

В теперішній час більш ніж 80% парку стаціонарних компресорів на поверхні вугільних шахт повністю використало свій ресурс. Велика кількість потужних компресорів знаходиться в експлуатації більш ніж 25-30 років. При цьому оновлення та капітальний ремонт парку не проводився тому, що на Україні тривалий час шахтні компресорні установки великої продуктивності не виготовлялися, а закуповувалися в Росії та інших країнах. Наразі виготовлення більшості з них припинено, а відсутність коштів не дозволяє їх купувати в необхідному об'ємі.

Ситуація погіршується також великими втратами стислого повітря (до 60-70%) в надмірно протяжних та зношених пневмомережах, що потребують значних втрат на ремонт та заміну.

Як показала практика, заходи, що застосовуються для зменшення витоків стислого повітря в пневмомережах, не забезпечують істотного зниження невиробничих втрат електроенергії на компресорних станціях, які розташовані на по-

верхні шахт. ККД пневмомережі на багатьох шахтах становить менш за 6% [1].

Альтернатива існуючим схемам вироблення та транспортування пневмоенергії – розробка нових технологій постачання пневмоенергії в підземних умовах та створення пересувних станцій підвищеної безпеки, що максимально наближені до підземних споживачів стиснутого повітря.

НДІГМ імені М.М.Федорова виконав комплекс досліджень по створенню технологій вироблення пневмоенергії в підземних умовах шахт за допомогою підземних компресорних станцій (ПКС) підвищеної продуктивності. Більше 10 років на шахті імені В.В.Вахрушева ДП «Ровенькиантрацит» під авторським наглядом НДІГМ імені М.М.Федорова експлуатувався створений інститутом експериментальний зразок ПКС-1Е продуктивністю 75 м³/хв, що складається з 3-х компресорних модулів ВВ-25 продуктивністю 25 м³/хв кожен.

Під час удосконалення технології вироблення стиснутого газу в підземних умовах випробовувалися варіанти систем надходження повітря, охолодження і управління ПКС. На технологію вироблення пневмоенергії в підземних умовах

та конструкцію підземної компресорної станції з конструктивними рішеннями, що спрямовані на підвищення її ефективності і безпеки експлуатації, отримані патенти України [2, 3, 4].

Удосконалена технологія роботи підземної компресорної станції переважно з компресорами, що послідовно розміщені у гірничій виробці, шляхом надходження повітря в компресор з атмосфери, охолодження робочої рідини в охолоджувачах, які колектором з'єднані з резервуаром для збирання охолоджуючої рідини (води), що циркулює в замкнутій системі. Стравлювання стиснутого повітря із порожнин станції здійснюють в атмосферу, а повітря, яке усмоктується до кожного компресора, відбирають з колектора через повітряний фільтр, в якому передбачена можливість самоочищення. Вхід в фільтр розташовують на свіжому (з більш низькою температурою) струмені повітря, а рідину із системи охолодження подають до додаткового водяного охолоджувача, який підключають до колектора з холодною водою, що забирається з протипожежного басейну. Стравлювання в атмосферу стиснутого повітря із порожнин компресорної станції проводять через вологовідмежувач-розширювач в потік

повітря, що йде із виробки, в якій розташована ПКС. Холодну воду для охолодження рідини, що циркулює в замкнутій системі, можна також забирати з водовідливної каналу, що проходить по виробці, в якій розміщена ПКС.

Подача до усмоктування кожного компресора очищеного повітря з більш низькою температурою і забезпечення циркуляції рідини із зниженою температурою в системі охолодження компресорів підвищує продуктивність і ефективність роботи кожного компресора і станції в цілому.

Очищення і охолодження стиснутого повітря, яке стравлюється із порожнин компресорної станції в струмінь, що відходить із виробки або безпосередньо із шахти, поліпшує санітарно-гігієнічні умови на робочому місці.

Визначена технологія була реалізована на шахті «Глибока» ВО «Ростоввугілля» за допомогою підземної станції ПКС-1, яка розташована в відокремленій виробці і складається з 3-х гвинтових компресорних установок ВВ-25 продуктивністю 25м³/хв кожна, а також в проєкті підземної компресорної станції ПКС-45 (шахта «Південно-донбаська» №3 ДП ДВЕК). В проєкті ПКС-45 передбачено застосування 3-х шахтних компресорних установок УКГШ-15/7, які виготовляються концерном «Укрросметал». Схему розташування ПКС в шахті наведено на рис. 1.

Компресорні установки (модулі) ВВ-25 переобладнані для застосування в шахті і розташовані в гірничій виробці послідовно, при цьому система усмоктування кожної з них підключена до загального повітря-забірника колектора, на вході якого міститься самоочисний фільтр типу КД-1100, що розташований на свіжому струмені повітря.

Таким чином забезпечується підведення до кожного компресора свіжого (із зниженою температурою) необхідного об'єму повітря.

Виходи стравлювальних і запобіжних клапанів, а також розвантажувачий трубопровід кожної компресорної установки підключені до стравлювального трубопроводу, на виході з якого розташовується вологовідмежувач-розширювач, що розміщений на струмені повітря із виробки або безпосередньо із шахти.

Вологовідмежувач-розширювач є ємкістю з фільтруючими елементами. Повітря, що стравлюється, роз-

ширюється в ній і охолоджується, а коли проходить через фільтруючий елемент, очищується від крапель вологи.

Таким чином, усунуто забруднення і розігрів атмосферного повітря в кожній компресорній установці.

Охолоджувачі робочої рідини, що розташовані на кожній компресорній установці, підключені трубопроводами до колекторів, в яких циркулює охолоджуюча вода, що перекачується насосом із спеціальної ємкості.

Циркуюча в системі вода охолоджується в теплообміннику, через який переміщується холодна вода, що надходить із протипожежного басейну або іншим чином.

Передбачено і варіант охолодження теплообмінника зануренням його в ємкість з холодною водою, що надходить водовідливною каналом в виробці.

Таким чином, забезпечується додаткове охолодження циркулюючої в системі охолоджуючої рідини і поліпшується тепловий режим роботи компресорних установок і станції в цілому, що підвищує її ефективність.

В гірничу виробку з ПКС подається свіжий струмінь повітря, який після використання в пос-

лідовно розташованих компресорних установках через збірку подається в струмінь повітря на вихід із шахти (рис. 1).

Таким чином, робота ПКС по розробленій НДІГМ ім. М. М. Федорова технології практично не впливає на забруднення або підігрів свіжого струменя повітря, що йде по виробкам безпосередньо до добувних та прохідницьких діляниць.

Успішне вирішення задач багато в чому залежить від заходів, що пов'язані не тільки з вдосконаленням компресорних установок і станцій, але також і з вдосконаленням системи пневмопостачання шахти в цілому. Вдосконалення передбачає скорочення у 2-3 рази витоків стиснутого повітря, підвищення його якості, введення обліку, нормування, диспетчерського контролю тиску і використання повітря окремими ділянками шахти, з автоматичним перерозподілом повітря між ними.

Створені технологічні схеми роботи ПКС передбачають системи автоматичного керування і контролю, мета яких полягає в тому, щоб забезпечити надійну експлуатацію та технологічні режими роботи компресорних агрегатів, залежно від споживання стиснутого повітря без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

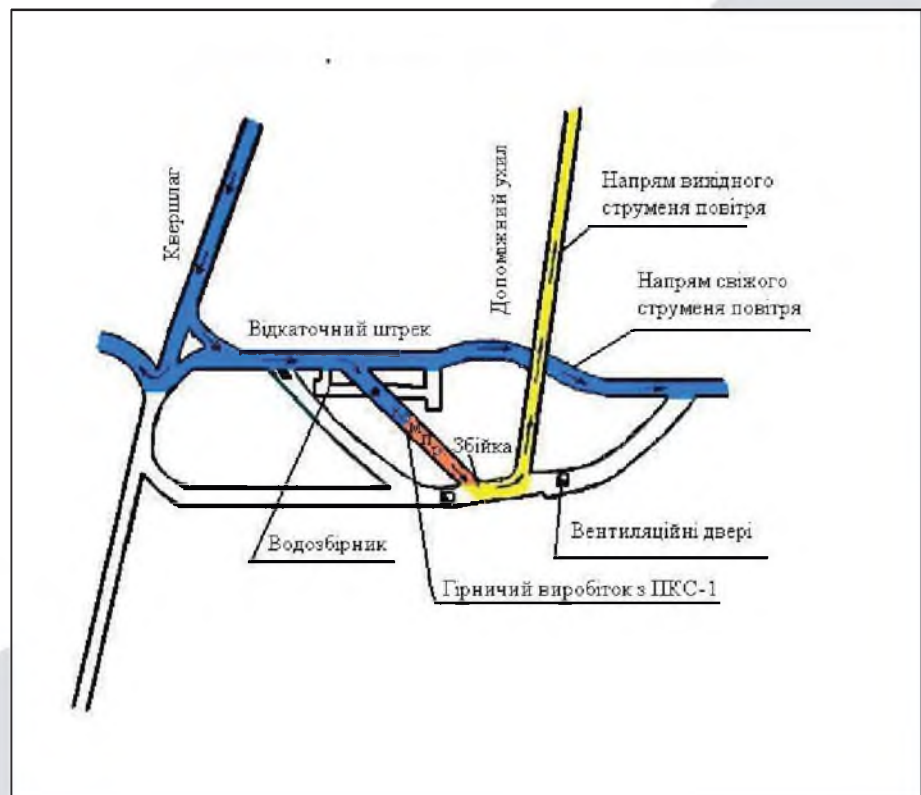


Рис. 1. Схема розміщення ПКС в шахті

Для ефективного впровадження розробленої технології з вироблення пневмоенергії в підземних умовах НДІГМ ім. М.М.Федорова виконав додаткові роботи з вдосконалення підземних модульних компресорних станцій шляхом зміни схеми забору повітря, системи охолодження компресорів та лінії нагнітання, забезпечивши підвищення ефективності і безпеки роботи компресорної станції, зниження забруднення і температури довколишнього середовища (рис. 2).

У підземній модульній компресорній станції, що міститься в гірничій виробці з відокремленим провітрюванням, водовідливною канавою та протипожежним басейном передбачено технологічні та конструктивні відзнаки:

- змінено схему забору повітря;
- змінено схему охолодження охолоджувальної рідини;
- передбачено охолодження стисненого повітря в нагнітальній мережі;
- змінено систему стравлювання стисненого повітря.

В схему ПКС введено нові конструктивні елементи: високо-ефективний загальний колектор усмоктуваного повітря; гнучкі патрубки з'єднання повітряних фільтрів компресорів із загальним колектором усмоктуваного повітря;

самоочисний фільтр; водяний колектор; додатковий охолоджувач води, що циркулює в зовнішній системі; загальний стравлювальний колектор; водо-масловіддільник-розширювач та інше.

Крім того, ПКС може мати клапани мінімального тиску; відсічні клапани (керовані вентилями); розвантажувальні трубопроводи; при необхідності - ємкість у підшві виробки, що з'єднана з водовідливною канавою; вологовіддільник та охолоджувач стиснутого повітря.

Для зменшення температури води в охолоджувальній системі і температури робочої рідини у системі змащення та робочій порожнині компресора з метою підвищення ефективності та безпеки роботи компресорів, водяний колектор підключено до додаткового охолоджувача води, що циркулює у зовнішній системі охолодження, яка з'єднана з протипожежним басейном.

Для забезпечення очищення стиснутого повітря, що стравлюється із компресорів і відведення його через колектор у вентиляційний струмінь на вихід із шахти, з метою поліпшення екології і санітарних умов робочих місць на виході колектору встановлено водомасло-віддільник-розширювач, який розміщений на вихідному струмені повітря з гірничої виробки.

Розроблена технологія вироблення пневмоенергії за допомогою ПКС підвищеної продуктивності дозволяє замінити зношений парк енергоємних та неефективних поверхневих компресорних станцій вугільних шахт та підвищити якість пневмоенергії у підземних споживачів.

В даний час НДІГМ імені М.М.Федорова спільно з АТ «НВАТ ВНДІкомпресормаш» приступили до опрацювання проекту створення ПКС для шахт крутого падіння ДП «Артемвугілля», на якому витрачається до 70% електроенергії на виробку стислого повітря.

Висновки:

1. Розроблено енергозберігаючу вдосконалену технологію вироблення пневмоенергії в підземних умовах шахт.

2. На основі нової технології розроблена ефективна схема роботи підземної ПКС підвищеної продуктивності, яка була апробована на ряді вугільних шахт.

3. Впровадження розробленої технології на вугільних шахтах дозволить істотно (на 50-80%) зменшити втрати електроенергії на вироблення стислого повітря та підвищити якість пневмоенергії у її підземних споживачів.

Список літератури:

1. Лобода В. В. Обоснование необходимости разработки подземных мобильных взаимосвязанных систем выработки пневмоэнергии и газообразного азота. / В. В. Лобода // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2011, - № 3(25). - С. 19 - 23.

2. Патент №46051 Україна. Спосіб роботи шахтної підземної компресорної станції / В.В.Лобода, Г.Г. Махов, А.М.Коваль, В.Й. Мялковський, А.Г. Машиніченко, О. М. Яценко, В.М. Савицький, Ю.О. Матвеев; Опуб. 15.05.2002. - Бюл.- №5.

3. Патент №50835 Україна. Підземна компресорна станція / В. В. Лобода, А. М. Коваль, В. Й. Мялковський, Ю.О. Матвеев, М.О. Марков, О. М. Яценко, В. М. Савицький; Опубл. 15.11.2002.- Бюл. - № 12.

4. Патент №81127 Україна. Підземна компресорна станція. / В.В. Лобода, С.Е. Малахов, М.Ю. Лумей, А.В. Колесник; Опубл. 10.12.2007. - Бюл. - №20.

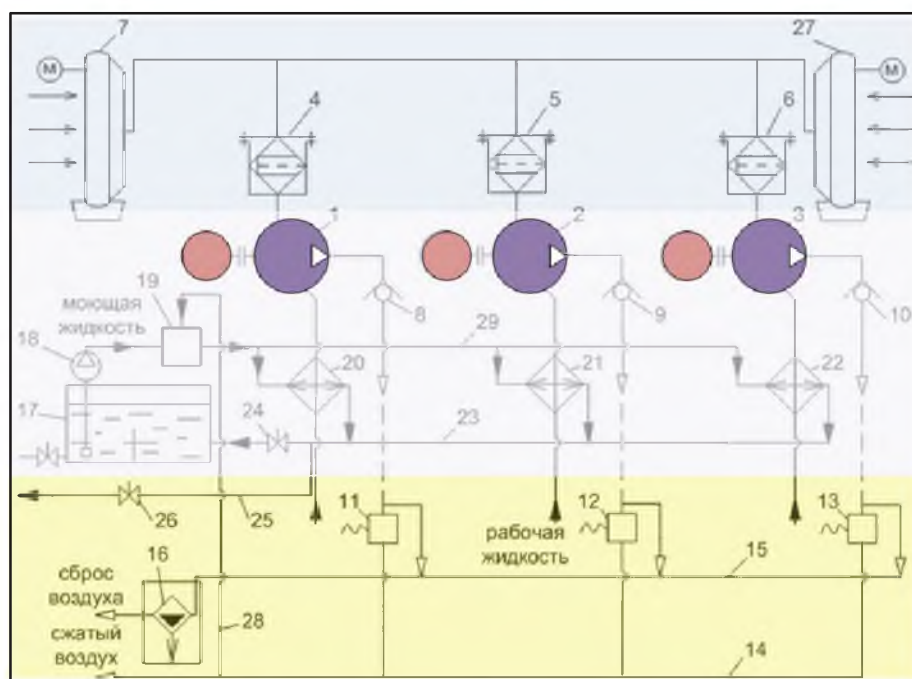


Рис. 2. Схема підземної модульної компресорної станції: 1, 2, 3 - компресор; 4, 5, 6 - повітряний фільтр; 7 - повітрязбірний пристрій