

УДК 622.458+681.518.52

## **ВИБІР І РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОВІТРЮВАННЯ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ ШАХТИ**

**Ткаченко І.Ю., студент; Оголобченко О.С., доц., к.т.н***(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», г. Донецьк, Україна)*

Проведення підготовчих виробок на газових шахтах пов'язане з проявом практично всіх природних і виробничих небезпечних чинників. Так, при проведенні підготовчих виробок відбувається до 35% вибухів метану і вугільного пилу 60% газодинамічних явищ, більше 9% екзогенних та ендогенних пожеж [1]. Одним з напрямків запобігання зазначених факторів є подача в підготовчу виробку необхідної кількості повітря в нормальному і аварійних режимах провітрювання. Швидкість руху повітря встановлюється Правилами безпеки у вугільних шахтах, виходячи з необхідності виключення місцевих і пластових скупчень метану, видалення з проведеної виробки в найкоротший розрахунковий час отруйних продуктів вибуху і створення нормальних температурних умов у виробці. Процес провітрювання на газових шахтах здійснюється, як правило, нагнітальним способом за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання (ВМП) встановлюються на наскрізній виробці [2]. Організація процесу провітрювання, вибір, установка і робота вентиляторів ВМП регламентується Правилами безпеки у вугільних шахтах, Інструкцією з контролю складу рудникового повітря, визначення багатогазованості і встановлення категорій шахт за метаном, Інструкції з розгазування гірничих виробок, розслідування, обліку та попередження загазувань [3,4,5].

Для підвищення ефективності провітрювання підготовчих виробок необхідно автоматично управляти процесом провітрювання в залежності від поточних значень нормованих параметрів рудничної атмосфери виробки, її загазування, подачі повітря в забій і працездатності вентиляторів. На рисунку 1 наведена запропонована структурна схема системи автоматичного управління процесом провітрювання підготовчої виробки газової шахти. Система дворівнева - на верхньому рівні управління розташована підсистема моніторингу та диспетчерського управління, а на нижньому три підсистеми: підсистема аерогазового контролю параметрів рудничної атмосфери в підготовчій виробці, підсистеми автоматичного управління вентиляторів ВМП і підсистема автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки. Фізичний та логічний зв'язок між промисловими контролерами, вимірювальними перетворювачами і виконавчими механізмами підсистем та їх інтеграцію в єдину систему автоматичного управління процесом провітрювання підготовчої виробки забезпечує локальна промислова мережа (ЛПМ).

Підсистема моніторингу та диспетчерського управління це програмно-апаратний комплекс диспетчера шахти для збору, зберігання і відображення інформації в режимі реальному часу про протікання та управління процесом провітрювання підготовчої виробки. Вимоги до

підсистеми наступні:

- забезпечити обмін даними та обробку інформації в реальному часі з усіма підсистемами системи автоматичного управління процесом провітрювання підготовчої виробки;
- здійснювати обробку та відображення в табличному і графічному вигляді на мнемощіті, моніторі або панелях візуалізації диспетчера шахти наступну інформацію: поточна величина концентрації метану в місцях встановлення датчиків метану відповідно до вимог ПБ; поточна величина швидкості повітря в підготовчій виробці; стан вентиляторів ВМП (включені - вимкнені, наявність напруги живлення); поточна величина подачі вентилятора (швидкість повітря в подає повітропроводі); зняття блокування на включенні групового апарату системи електропостачання підготовчої виробки;
- ведення бази даних з технологічною інформацією, її архівування та резервування;
- генерування звітів про хід процесу провітрювання підготовчої виробки;
- здійснювати дистанційне управління робочим і резервним вентиляторами ВМП (включити - вимкнути).

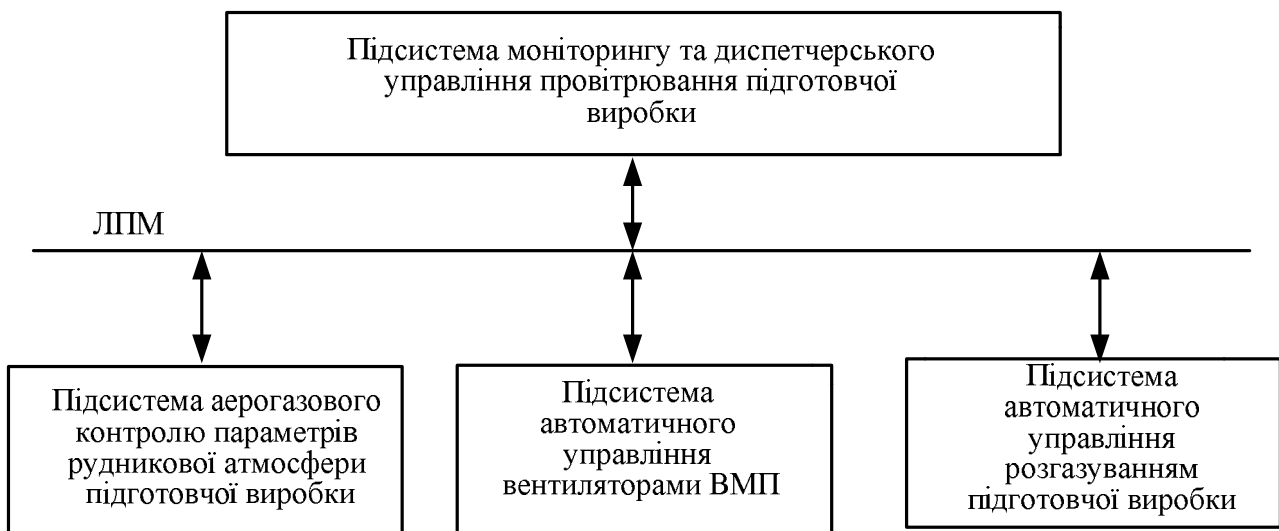


Рисунок 1 - Структурна схема системи автоматичного управління процесом провітрювання підготовчої виробки газової шахти

Підсистема аерогазового контролю параметрів рудничної атмосфери в підготовчій виробці призначена для безперервного місцевого та централізованого контролю величин швидкості повітря і метану в гірничій виробці, видачі сигналу на автоматичне відключення електричної енергії контрольованого об'єкта при досягненні гранично допустимої концентрації метану. Вимоги до підсистеми наступні:

- забезпечити безперервний контроль поточної величини концентрації метану в при вибійному просторі підготовчої виробки довжиною понад 10 м і у вихідних струменях при довжині виробки понад 50 м; за наявності в тупиковій частині виробки пересувної електропідстанції - у підстанції; в підготовчих виробках, небезпечних за пластовими скупченнями метану, довжиною більше 100 м, якщо в них застосовується електроенергія, - додатково біля місць можливих скупчень; біля ВМП з електричними двигунами при розробці пластів, небезпечних за раптовими викидами, а також при установці вентиляторів у виробках з вихідним струменем повітря з очисних і тупикових виробок;
- здійснювати відключення електроенергії з електроустаткування підготовчої виробки при уставці на концентрацію метану: у при забійній просторі підготовчої виробки - 2% у вихідному струмені підготовчої виробки - 1%;
- здійснювати передачу безперервного уніфікованого сигналу про об'ємній частці метану в підсистему моніторингу та диспетчерського управління;

– забезпечити безперервний контроль поточної величини швидкості повітря в підготовчій виробці і передачу безперервного уніфікованого сигналу про величину швидкості повітря в підсистему моніторингу та диспетчерського управління.

Підсистема автоматичного управління вентиляторами ВМП призначена для управління вентиляторами місцевого провітрювання ВМП і відключення електропостачання електроспоживачів, як можливого джерела ініціювання вибуху метано-повітряного середовища, при відхиленні від заданого режиму провітрювання підготовчої виробки. Вимоги до підсистеми наступні:

– здійснювати імпульсне включення основного і при необхідності резервного вентилятора ВМП;

– забезпечити безперервний контроль надходження повітря по повітропроводу в вибій підготовчої виробки;

– забезпечити регульовану витримку часу на включення групового апарату системи електропостачання з моменту встановлення заданого режиму провітрювання виробки;

– здійснювати автоматичне відключення групового апарату системи електропостачання з регульованою витримкою часу з моменту порушення заданого режиму провітрювання виробки;

– забезпечити при необхідності автоматичне регулювання робочого режиму вентилятора ВМП;

– здійснювати передачу контрольної інформації в підсистему моніторингу та диспетчерського управління.

Підсистема автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки призначена для управління розгазування підготовчої виробки при її технологічному або аварійному загазуванні. Вимоги до підсистеми наступні:

– формування інформації про загазування виробки і передача її в підсистему моніторингу та диспетчерського управління;

– при виникненні місцевого загазування в вибійному просторі підготовчої виробки забезпечити збільшення швидкості подачі повітря в вибій;

– при виникненні загального загазування підготовчої виробки поряд зі збільшенням швидкості подачі повітря в забій забезпечити розбавлення метано-повітряної суміші в вихідному потоці в гирлі виробки до встановлення нормативної концентрації метану;

Відповідно до зазначених вимог до підсистем системи автоматичного управління процесом провітрювання підготовчої виробки газової шахти, проведено аналіз існуючих технічних засобів автоматизації та отримані наступні результати.

Підсистема моніторингу та диспетчерського управління являє собою SCADA-систему. В даний час існує велика кількість SCADA-систем, деякі види яких застосовуються і для вугільних шахт. Наприклад, SCADA TRACE MODE 6 Adastra система виробництва Research Group, Ltd (Москва, Росія), яка використовується в уніфікованій телекомунікаційній системі диспетчерського контролю та автоматизованого керування гірничими машинами і технологічними комплексами типу УТАС, розробленої ДП «Петровський завод вугільного машинобудування» (м. Донецьк, Україна). Відомі розробки з диспетчеризації вугільних шахт компанією "Дейта Експрес», ВАТ «Автоматгормаш ім. В.А. Антипова" (м. Донецьк, Україна).

Підсистема аерогазового контролю параметрів рудникової атмосфери може бути реалізована з використанням відомих аналізаторів метану АТ1.1, АТ3.1, АТБ, вимірювача швидкості і напрямку руху повітря ІСНВ або сучасних розробок - підсистеми управління параметрами навколишнього середовища шахти системи УТАС, системи аерогазового захисту типу SMP-NT / та інших.

Підсистема автоматичного управління вентиляторами ВМП може бути реалізована з використанням апаратури контролю надходження повітря в тупикові виробки АПТВ (Росія) або аналогічної типу АКТВ (Україна). Для автоматичного регулювання подачі вентилятора ВМП підсистема повинна містити спеціальну систему автоматичного регулювання (САР),

залежно від прийнятого способу регулювання вентилятора. Наприклад, найбільш ефективним способом регулювання відцентрового вентилятора є регулювання частоти обертання приводного електродвигуна. З цією метою, наприклад, може бути прийнятий вибухозахищений перетворювач частоти для гірничої промисловості типу DYNAVERT (Німеччина) або пристрій управління комплектне частотне регульоване типу УКЧВ-132 (Україна). Регулювання подачі вентилятора ВМП потрібно для забезпечення розрахункового значення витрати повітря в залежності від змінної протяжності виробки; прогнозного метановиділення; кількості людей, що працюють у виробці; мінімальній швидкості повітря у виробці; мінімальній швидкості повітря в при вибійному просторі з урахуванням температури; по газах, що утворюється при вибухових роботах в забої виробки; витоків повітря з вентиляційного трубопроводу [2].

Для підсистеми автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки не існує технічних засобів автоматизації для управління розгазування. В «Інструкції з розгазування гірничих виробок, розслідування, обліку та попередження загазувань» наведено порядок розгазування і конструкція спеціального пристрою для «ручного» розгазування підготовчої виробки [5]. Використовуючи наведену інформацію, і з урахуванням сформульованих вимог до розглянутої підсистеми, розроблено пристрій автоматичного управління розгазування тупикової виробки типу АУРВ, яке може бути використане в структурі підсистеми автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки.

На рисунку 2 наведена структурна схема пристрою АУРВ. На рисунку 2 позначено: ДЗС - датчик контролю положення заслінки ЗС (відкрита, закрыта) ДМ1, ДМ2 - датчики контролю концентрації метану; БВІ - блок введення інформації; БМ - блок мікроконтролера; БДП - блок передачі даних; БВК - блок виведення команд; ПУ - пульт місцевого управління; ЕОМ - промисловий комп'ютер підсистеми моніторингу та диспетчерського управління провітрювання підготовчої виробки; ПВІР ВМ - пускач електродвигуна виконавчого механізму; САР 1 - система автоматичного регулювання подачі ВМП робочого; САР 2 - система автоматичного регулювання подачі ВМП резервного.

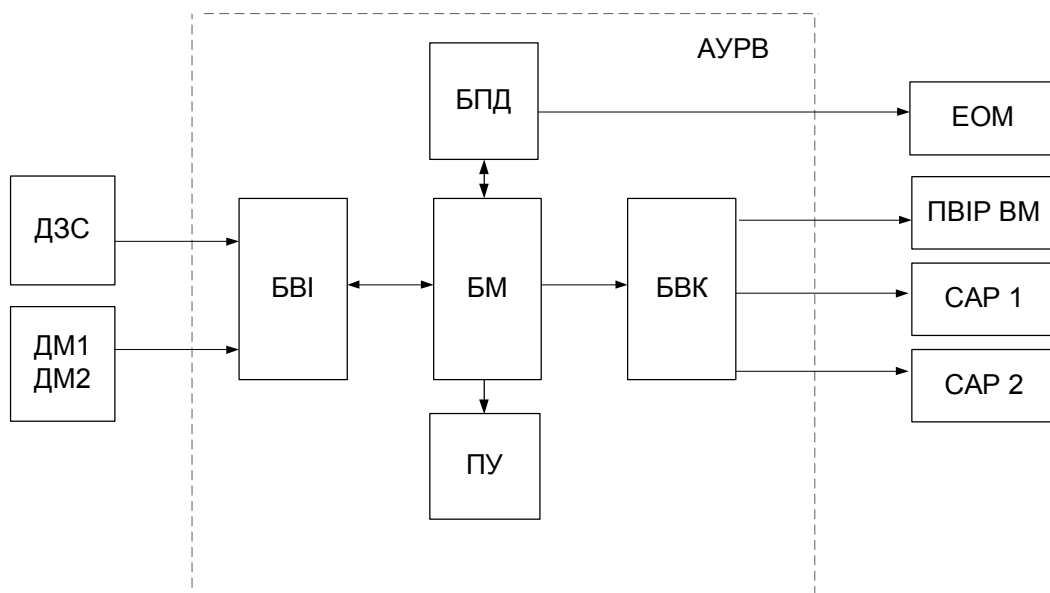


Рисунок 2 – Структурна схема пристрою АУРВ

Основним блоком пристрою є блок мікроконтролера БМ, що здійснюються прийом інформації від датчиків, обробку та зберігання в пам'яті даних, а також формує команди на виконавчі пристрої і управляє передачею даних до ЕОМ підсистеми моніторингу та диспетчерського управління провітрювання підготовчої виробки.

Блок БВІ здійснює: перетворення струмових сигналів від датчиків метану ДМ1 і ДМ2 в

сигнал напруги (використовуються прецизійні резистори), гальванічну розв'язку ліній зв'язку пристрою з контактними датчиками положення заслінки ЗС (використовуються оптопари), захист мікроконтролера пристрою від можливих перенапруг у сполучних лініях датчиків за допомогою стабілітронів і резисторів, які також забезпечують іскробезпеку ліній датчиків, що важливо для використання пристрою в підземних умовах шахт. При цьому блок живлення БП пристрою повинен бути іскробезпечним (на рисунку не показаний).

Блок БВК забезпечує передачу команд управління від блоку БМ до виконавчих пристроїв та до системи САР. Для включення пускача ПВІР блок БВК містить тиристорну оптопару, тиристор якої повинен включатися безпосередньо в ланцюг дистанційного управління магнітного пускача. Для передачі команди в САР застосовується релейна група.

Зв'язок мікроконтролера пристрою з ЕОМ підсистеми моніторингу і диспетчерського управління здійснюється за допомогою блоку передачі даних БПД з модулем інтерфейсу RS-485. Модуль містить, окрім власне приймача і передатчика, перетворювач напруги з розділовим трансформатором для їх живлення та оптронної розв'язки вхідних ланцюгів. Ці елементи дозволяють забезпечити гальванічну розв'язку ліній зв'язку і приєднаних до неї пристроїв.

Структурна схема підсистеми автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки газової шахти наведена на рисунку 3.

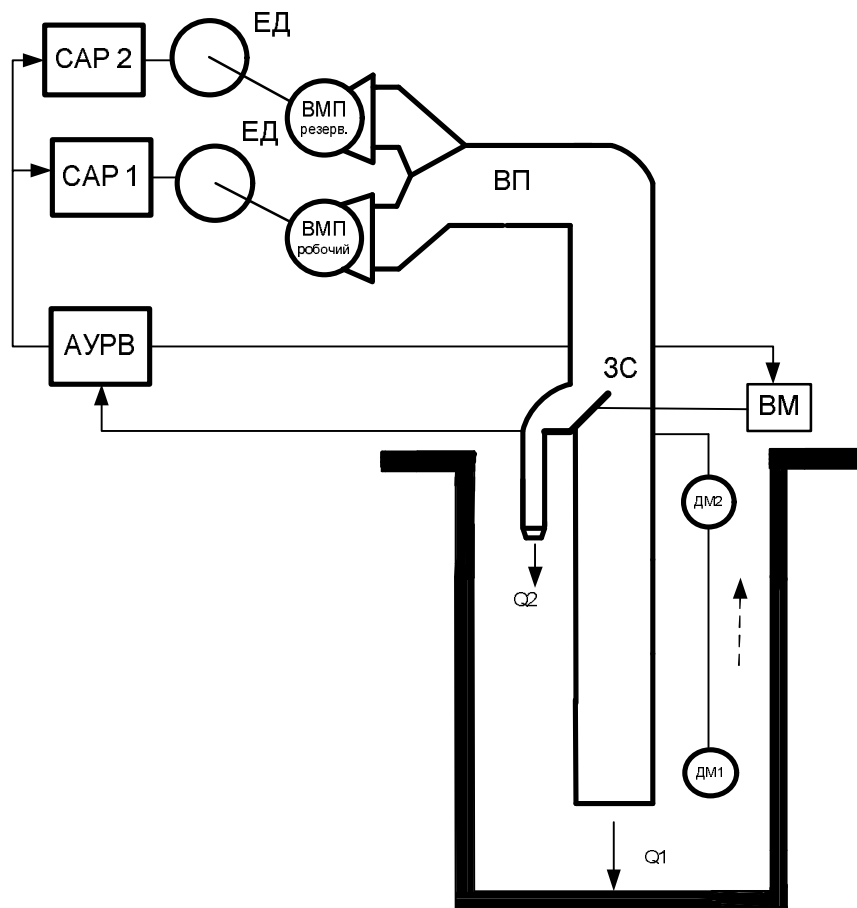


Рисунок 3 - Структурна схема підсистеми автоматичного управління розгазуванням підготовчої виробки

На рисунку 3 позначено: АУРВ - пристрій автоматичного управління розгазування тупикової виробки; ВМ - виконавчий механізм заслінки ЗС; ДМ1 і ДМ2 - датчики метану; Q1-подача вентилятора ВМП, Q2 - витрата повітря через розгазовуючий трубопровід; ЕД - приводний електродвигун вентилятора ВМП; ВП - вентиляційних трубопровід (повітропровід); САР1, САР2 - система автоматичного регулювання подачі відповідно робочого і резервного вентилятора ВМП.

Згідно з правилами безпеки у вугільних шахтах для провітрювання підготовчої вироб-

ки газової шахти застосовуються два вентилятори ВМП, один робочий, другий - у резерві. Вибір вентилятора ВМП для роботи здійснюється підсистемою автоматичного управління вентиляторами ВМП. Паралельна робота вентиляторів ВМП не передбачена.

Для розгазування підготовчої виробки, в повітропроводі ВП пропонується використувати спеціальну заслінку ЗС з електроприводом ВМ, яка розміщується в тупикової частині повітропроводу в 5-10м від гирла виробки. Регулюючи положення заслінки ЗС, частина повітря Q2 з повітропроводу скидається через невеликий відрізок труби з турболізатором в гирлі виробки для розмішування концентрації метану у вихідному струмені до нормативного значення - 1%.

Датчик ДМ1 встановлюється в при вибійному просторі підготовчої виробки - під покрівлею на відстані 3-5 м від вибою на стороні, протилежній вентиляційному трубопроводу. Уставка спрацьовування датчика -2%. Датчик ДМ2 встановлюється у вихідному струмені підготовчої виробки - на відстані 10-20 м від гирла виробки під покрівлею на боці, протилежному вентиляційному трубопроводу. Уставка спрацьовування датчика - 1%. Датчики ДМ1 і ДМ2 не входять до складу підсистеми аерогазового контролю параметрів рудникової атмосфери.

Припинення та поновлення електропостачання електроприймачів підготовчої виробки при загазування і розгазування здійснюється підсистемою аерогазового контролю параметрів рудникової атмосфери.

Алгоритм управління автоматичним розгазування підготовчої виробки наступний. При досягненні концентрації метану в забої виробки значення 2% (фіксується датчиком ДМ1) пристрій АУРВ формує повідомлення диспетчеру шахти - "Місьцеве скупчення метану". Одноразом в автоматичному режимі надходить команда на САР1 працюючого вентилятора ВМП для збільшення подачі вентилятора до номінального значення. Далі здійснюється контроль концентрації метану у вихідному струмені повітря в гирлі виробки (датчик ДМ2). Якщо контрольне значення концентрації метану перевищити 1%, то пристрій АУРВ формує повідомлення диспетчеру шахти - "Загальне загазування виробки" і передає команду на автоматичне відкриття заслінки ЗС (команда передається в пускач ПВІР для його включення). Після відкриття заслінки ЗС триває контроль концентрації метану в при вибійному просторі і в гирлі виробки. При зниженні контрольованих величин до нормованих значень заслінка ЗС закривається і частота обертання приводного електродвигуна ЕД працюючого вентилятора ВМП переключається на необхідну частоту згідно розрахунку для провітрювання виробки в нормальному режимі. Пристрій АУРВ формує повідомлення диспетчеру шахти - "Виробка розгазована". Слід зазначити, що коефіцієнт співвідношення  $a = Q2 / Q1$  лишається постійним протягом усього часу розгазування.

#### Перелік посилань

1. Александров С.Н., Булгаков Ю.Ф., Яйло В.В. Охрана труда в угольной промышленности: Учебное пособие для студентов горных специальностей высших учебных заведений / Под общей ред. Ю.Ф. Булгакова. - Донецк: РИА ДонНТУ, 2007.-516 с.
2. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987.- 421с.
3. Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 23.03.2010. -150с.
4. НПАОП 10.0-5.19-04 «Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану» приказ Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда от 26.10.2004 г. №236.
5. НПАОП 10.0-5.22-04. «Инструкция по разгазированию горных выработок, расследованию, учету и предупреждению загазований» приказ Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда от 26.10.2004 г. №236.