

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА АЕРОЛОГІЇ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо самостійної роботи студентів з
нормативної навчальної дисципліни циклу
професійної та практичної підготовки

**АЕРОЛОГІЯ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ**

Напрямок підготовки: 050503 «Машинобудування»

Спеціальність: 7.05050309 «Гірничі машини і комплекси»

РОЗГЛЯНУТО

Протокол засідання кафедри
Охорони праці та аерології № 10
від «4» березня 2013 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання
Навчально-видавничої
Ради ДонНТУ № 2
від «11» квітня 2013 р.

Донецьк, 2013 р.

УДК 622.4

Методичні рекомендації щодо самостійної роботи студентів по курсу «Аерологія і комп'ютерне моделювання вентиляційних мереж» (для гірничих спеціальностей) / – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – 23 с.

Викладено деякі теоретичні основи і практичні рекомендації по курсу призначені для вивчення, у взаємозв'язку з дисципліною «Аерологія гірничих підприємств».

Укладачі: Трофимов В.О., Кавера О.Л., Біла Н.С.

Рецензент проф., д.т.н., Ю.Ф. Булгаков

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. АВАРІЙНІ ВЕНТИЛЯЦІЙНІ РЕЖИМИ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

2.1 Загальні положення

Аварійні вентиляційні режими (АВР) – це спеціальні режими провітрювання шахти, групи виробок чи окремої виробки, що застосовуються після виникнення аварії. Режим провітрювання шахти в аварійній ситуації (аварійний вентиляційний режим) повинний забезпечити:

- Вихід людей у безпечні місця по маршрутах з мінімальною довжиною загазованих виробок.
- Відвід продуктів горіння найкоротшими шляхами на поверхню.
- Відсутність небезпеки появи шарових скупчень метану.
- Стійкість провітрювання виробок по напрямку (у першу чергу для похилих виробок).
- Зниження інтенсивності розвитку пожежі.
- Рух відділень ДВГРС по виробках зі свіжим струменем повітря.
- Роботу відділень ДВГРС по ліквідації аварії з боку свіжого струменя.

Всі аварійні режими провітрювання поділяються на дві основні групи: загальношахтні і місцеві (локальні). До першої групи відносяться – загальношахтне реверсування, комбінований режим і "нульовий" (зупинка вентиляторів і провітрювання шахти за рахунок дії природної тяги). Комбінований режим застосовується при пожежі на вентиляторній установці (усмоктувальне провітрювання шахти) – неаварійні вентилятори включаються на реверсивний режим провітрювання шахти, а аварійний – зупиняється.

До групи місцевих АВР можна включити: підвищення стійкості провітрювання (при пожежі в похилому виробленні), місцеве реверсування, "закорачування" вентиляційного струменя і спрямовану рециркуляцію

пожежних газів. До місцевих режимів відноситься також, зменшення чи збільшення витрати повітря в аварійній ділянці.

2.2 Загальношахтні аварійні вентиляційні режими

2.2.1 Загальношахтне реверсування вентиляційних струменів. Під загальношахтним реверсуванням вентиляційних струменів, як правило, розуміється зміна напрямку руху повітря у всіх виробках шахти. Перехід провітрювання шахти на цей режим здійснюється двома способами: зміною напрямку обертання колеса вентилятора (реверсивні вентилятори типу ВОД) чи за допомогою ляд і обвідних каналів вентиляторної установки.

Головна задача цього аварійного вентиляційного режиму – запобігти поширенню продуктів горіння по гірничих виробках і, тим самим, забезпечити безпечні умови евакуації гірників на поверхню.

Застосування цього режиму провітрювання передбачається при виникненні пожежі (вибуху) у межах певної групи виробок – так званій, зоні реверсування. Згідно діючих "Правил безпеки...", у зону загальношахтного реверсування, обов'язково повинні включатися повітряпостачаючі стволи і їх околоствольні двори.

Зона реверсування на кожній шахті визначається самостійно, виходячи з конкретних гірничотехнічних умов. Рішення, про включення якоїсь виробки в зону реверсування, приймається в основному, з урахуванням наступних факторів:

- час виходу гірників із зони поширення пожежних газів, до найближчої виробки зі свіжим повітрям, перевищує час захисної дії саморятувальника;
- при виникненні пожежі в похилій виробці, не забезпечується стійкість вентиляційних потоків, тобто існує небезпека їхнього перекидання під дією теплової депресії пожежі, виникнення рециркуляції продуктів горіння і, у деяких випадках, виходу продуктів горіння з високою температурою на маршрути руху гірників;

- час руху рятувальників у зоні загазування перевищує час захисної дії респіратора.

Загальношахтне реверсування, як правило, передбачається в планах ліквідації аварій (ПЛА) на всіх шахтах України і СНД. Разом з тим, при формуванні зони реверсування, варто звертати увагу на наступні недоліки цього режиму провітрювання:

- опір вентиляційних споруджень (двері, шлюзи) зменшується через низьку якість реверсивних дверей;
- герметизація вентиляційних споруджень в устях стволів (на яких встановлені ВГП), найчастіше, не розрахована на реверсивний режим провітрювання;
- збільшення опору вентиляційної установки;
- дія природної тяги, протиспрямована реверсивній роботі вентиляторних установок (найбільш складні умови виникають у холодний час року);
- на газових шахтах, після реверсування, виникає небезпека надходження підвищеної концентрації метану у вогнище пожежі.

Сумарна дія перших чотирьох факторів може привести до того, що надходження повітря в шахту зменшиться на 40-50 %; в окремих виїмкових полях – на 50-60 %, а в лавах – на 60-80 %. У деяких виробках можлива зупинка вентиляційного струменя. Запізнювання реверсування вентиляційного струменя в окремих ділянках шахти може сягати 10-20 хв.

Основний вплив на провітрювання гірничих виробок у реверсивному режимі робить збільшення величини зовнішніх і внутрішніх витоків повітря. Причинами збільшення зовнішніх витоків повітря є: погана герметизація шлюзів надшахтного будинку (на стволі де установлений ВГП), нещільності в герметизації дверей для навішення скіпів, відсутність породної подушки в бункерах копра, установка простих (замість тих, що самоущільнюються) ляд, несправність чи відсутність стопорних пристроїв на лядах у каналах вентиляторів, нещільне закривання ляд через забруднення каналів вугільним пилом. У тих випадках, коли ляда, що відтинає усмоктувальну і нагнітальну

частину вентиляційної установки, не цілком перекриває перетин каналу, виникає рециркуляція повітряного потоку у вентиляційній установці. Опір шляхів зовнішніх витоків може зменшитися в 14-62 рази, а величина витоків повітря може збільшитися до 8-кратного значення.

Основною причиною збільшення внутрішніх витоків повітря, при реверсуванні вентиляції, є низька якість реверсивних вентиляційних дверей. Внаслідок цього, опір вентиляційних споруджень (шлюзів), при реверсуванні, може зменшуватися в 25 і більш разів. Це приводить до закорачування вентиляційних струменів і зменшенню витрат повітря в об'єктах провітрювання.

Реверсування вентиляційного струменя, на сучасних шахтах, здійснюється двома способами: за допомогою обвідних каналів і зміною напрямку обертання робочого колеса вентилятора (реверсивні вентилятори). Недоліками першого способу є: втрати депресії на усмоктувальній будці й в обвідних каналах вентиляційної установки. Опір вентиляційної установки, після її перевіду на реверсивний режим роботи, збільшується в 2-12 разів, за рахунок меншого перетину, більшої довжини і поворотів обвідних каналів. Застосування ж реверсивних вентиляторів не завжди ефективно, тому що їхні робочі параметри в реверсивному режимі роботи різко погіршуються. На більшості шахт України використовується перший спосіб реверсування вентиляційного струменя.

У нормальному режимі роботи, дія природної тяги, на шахтах глибиною більш 500 м, як правило, співпадає з роботою вентиляторів головного провітрювання. При переході на реверсивний режим провітрювання, природна тяга протидіє роботі вентиляторів, зменшуючи витрату повітря в шахті. Варто підкреслити, що негативна дія природної тяги, при загальношахтному реверсуванні, проявляється в самий відповідальний період – коли гірники виходять із загазованих виробок (при пожежі в зоні загальношахтного реверсування). Саме протидія природної тяги приводить до запізнювання реверсування, а в деяких випадках і до

зупинки вентиляційного струменя у віддалених від стволів гірничих виробках. Цю обставину необхідно враховувати при складанні планів ліквідації аварій.

Необхідно також відзначити, що, при пожежі в похилій виробці, зі спадним провітрюванням, і наступному реверсуванні, виникає погроза перекидання вентиляційних потоків у паралельних виробках і у виробках, що примикають до аварійної ділянки, за вогнищем пожежі (по ходу вентиляційного струменя). Таким чином, при складанні ПЛА, необхідно проводити оцінку стійкості вентиляційних струменів не тільки для нормальних умов, але і для реверсивного режиму провітрювання.

Однією з помилок, що часто зустрічаються, є недооцінка безпеки для людей, що знаходяться, у нормальному режимі провітрювання до вогнища пожежі. Особлива небезпека полягає в тім, що після реверсування продукти горіння вже можуть містити високу концентрацію СО і повертаються через вогнище пожежі. У нормальному режимі, наростання змісту СО і диму в повітрі відбувається поступово, люди уловлюють запах гару і вчасно реагують на це. Після реверсування, людина може просто не встигнути включитися в само рятувальник. (відомий випадок, що відбувся у Караганді на шахті 50-річчя СРСР, де люди, що знаходилися під клітьовим стволом, після реверсування, опинилися в димі і, не устигнувши включитися в саморятувальники, загинули). Для попередження таких ситуацій необхідно:

- не допускати затримки реверсування вентиляційного струменя;
- пам'ятати про те, що перехід вентиляторної установки в реверсивний режим здійснюється не миттєво (ПБ допускає 10 хв., але в холодний час року, через зледеніння ляд і реверсивних пристроїв, ці вимоги можуть бути не виконані);
- передбачати обов'язкове оповіщення людей, що постійно знаходяться в зоні реверсування, про майбутнє реверсуванні вентиляційного струменя (крім оповіщення по телефону, можна обладнати звукову і світлову

сигналізацію у всіх виробках, що входять у зону загальношахтного реверсування);

- люди, що знаходяться в зоні реверсування, повинні включатися в саморятувальники до реверсування вентиляційного струменя.

1.2.2 Комбіноване провітрювання шахти. Цей аварійний режим передбачається в планах ліквідації аварій на шахтах з декількома вентиляторними установками головного провітрювання, що працюють на усмоктування. Він застосовується при пожежі у вентиляторній установці і виникненні погрози виходу вентилятора з ладу. При цьому необхідно дотримуватися обов'язкової послідовності – спочатку переводяться на реверсивний режим усі вентиляторні установки, крім аварійної, і, тільки потім, зупиняється аварійний вентилятор.

1.2.3 Зупинка вентиляторів головного провітрювання. Іноді це режим провітрювання називають "нульовим". У планах ліквідації аварій його застосування не передбачається. Повна зупинка вентиляційного струменя на шахті, після вимкання вентиляторів головного провітрювання (ВГП), практично неможлива, через дію природної тяги. На багатовентиляторних шахтах неможлива і синхронна зупинка відразу усіх ВГП. Після зупинки усіх ВГП можливе перекидання вентиляційного струменя, в окремих виробках, під дією природної тяги. У теплий час року, на шахтах із глибиною стволів до 400 м, можливе перекидання вентиляційного струменя в стволах.

Основні недоліки:

- у гірничих виробках (особливо тупикових) можливе утворення небезпечних скупчень метану;
- можливо мимовільне перекидання вентиляційних струменів у похилих виробках;
- пожежні гази поширюються в обидва боки від вогнища пожежі.

Цей режим провітрювання можна рекомендувати для негазових (з малим виділенням метану) шахт при пожежах у надшахтних будівлях, стволах і, що примикають до них виробках, при наступних умовах:

- шахта провітрюється одним вентилятором;
- напрямок руху повітря, після зупинки ВГП, не змінюється;
- вище вогнища пожежі немає аеродинамічних зв'язків з повітряпостачаючим стволом;
- немає погрози надходження у вогнище пожежі підвищеної концентрації метану.

1.3 Місцеві аварійні вентиляційні режими

Ці аварійні вентиляційні режими призначені для керування провітрюванням окремих виробок чи групи виробок, без зміни режимів роботи вентиляторів головного провітрювання. Найчастіше вони застосовуються в межах окремих виїмкових полів чи ділянок.

1.3.1 Підвищення стійкості провітрювання. Основу всіх рекомендацій, спрямованих на підвищення стійкості вентиляційного струменя, при пожежі у виробці зі спадним провітрюванням, складають заходи спрямовані на збільшення опору виробки, що відводить повітря від аварійної ділянки. Іншими словами, необхідно збільшувати надходження повітря в аварійні виробки за рахунок установки регуляторів (перемичок, дверей) в інших виробках.

При пожежі у виробці з висхідним провітрюванням, необхідно збільшувати опір аварійного виробки, установлюючи регулятор нижче вогнища пожежі (скорочуючи надходження повітря у вогнище горіння).

На багатьох шахтах при пожежі в похилій виробці зі спадним провітрюванням, як правило, передбачається збільшення опору рівнобіжної похилої виробки зі спадним провітрюванням. Для цих цілей передбачається використання пожежних дверей, встановлених у верхній частині всіх похилих виробок. Необхідно пам'ятати, що таке підвищення стійкості

ефективно для всіх ділянок похилої виробки, тільки в тому випадку, коли в збійках, що зв'язують ці ділянки, установлені якісні вентиляційні споруди (двері, перемички). Ефективність заходів щодо підвищення стійкості провітрювання гірничих виробок необхідно перевіряти не тільки за допомогою ПЭВМ, але, і, безпосередньо, у шахтних умовах.

1.3.2 Місцеве реверсування. Місцеве реверсування – це зміна напрямку руху повітря в окремій виробці чи групі виробок. Цей режим застосовується для відводу пожежних газів з аварійної виробки у вихідний струмінь повітря і запобігання поширення пожежі по виробках, що подають свіже повітря. Можливість здійснення місцевого реверсування заснована на використанні властивостей виробок-діагоналей. У більшості випадків, для цього необхідно збільшити опір виробок “небезпечних по збільшенню опору” чи зменшити опір виробок “небезпечних по зменшенню опору” (можлива й одночасна зміна опору виробок, що належать до обох груп). До “небезпечних по зменшенню опору”, як правило, відносяться виробки з вентиляційними спорудами (двері, шлюзи, перемички), а до “небезпечних по збільшенню опору”, практично, всі інші виробки шахти, провітрювані активним вентиляційним струменем, за винятком тупикових виробок. Для збільшення опору виробки використовують заздалегідь установлені вентиляційні двері, пожежні двері, переносні чи швидкозводимі перемички (вітрильні, парашутні, дощаті і т.п.).

У планах ліквідації аварій місцеве реверсування передбачається досить рідко, через організаційно-технічні складності. В оперативній обстановці місцеве реверсування може використовуватися для забезпечення підходів рятувальників до вогнища пожежі.

1.3.3 Закорочування вентиляційного потоку. Термін “закорочування”, у практиці рудничної вентиляції, означає рух повітря, найкоротшим шляхом, з виробок з повітрям, що надходить, у виробки з вихідним потоком повітря,

через відкриті двері шлюзу (в аварійній ситуації, можна і через проріз, пробитий у перемичці). Застосовується з метою скорочення витрати повітря в аварійній виробці чи групі виробок. У виробках, розташованих до місця закорочування (по ходу вентиляційного струменя), витрата повітря може збільшитися, а за цим місцем – зменшитися, аж до повної зупинки вентиляційного потоку (у деяких випадках можливе перекидання вентиляційного потоку – по ходу його руху, за місцем закорочування).

1.3.4 Рециркуляція пожежних газів. Це спеціальний аварійний вентиляційний режим (спосіб гасіння пожежі), що забезпечує зниження температури у вогнищі пожежі і припинення горіння, за рахунок циркуляції продуктів горіння у вогнищі пожежі. Для організації рециркуляції необхідно виділити й ізолювати, від іншої частини шахти, простий вентиляційний контур, що включає аварійні виробки. Аварійні виробки повинні бути похилі, чи нагріті продукти горіння з горизонтальної виробки повинні відразу надходити в похилу. Рух пожежних газів в ізолюваному контурі здійснюється за рахунок дії теплової депресії пожежі. Можливі варіанти рециркуляції, коли частина контуру, що складається з гірничих виробок, замінюється металевими трубами, а для охолодження пожежних газів у трубопроводі використовується вода. Для підвищення ефективності рециркуляції в цю частину вентиляційного контуру можна включати вентилятор місцевого провітрювання. Цей спосіб вентиляції аварійної ділянки можна назвати примусовою рециркуляцією.

1.3.5 Багаторазове реверсування вентиляційного потоку. Спеціальний аварійний вентиляційний режим (спосіб гасіння пожежі), що забезпечує зниження температури у вогнищі і припинення горіння, за рахунок багаторазового повернення продуктів горіння у вогнище пожежі. Здійснюється за допомогою вентилятора (-ів) місцевого провітрювання, що

працює через перемичку. Періодичне включення ВМП повинне забезпечувати перекидання вентиляційного струменя в аварійній виробці (ділянці) і повернення продуктів горіння у вогнище пожежі.

2. ВЕНТИЛЯЦІЙНА СЛУЖБА ШАХТ

2.1 Загальні положення

Стан вентиляції шахт вимагає постійного, систематичного контролю, тому що на шахті, у плинні робочої зміни чи доби, можливі різні зміни, зв'язані з закладенням нових виробок, погашенням старих, зведенням чи ліквідацією вентиляційних споруджень і пристроїв і т.д. Крім того, з часом, змінюються геометричні розміри гірничих виробок – частина з них зменшується, а частина збільшується, наприклад, після перекріплення. Слід також, враховувати, можливі зміни газового режиму і місць виділення шкідливостей у шахті.

Контроль вентиляції шахт, в основному, здійснюють фахівці спеціальної служби – ділянки вентиляції і техніки безпеки (ВТБ). Вони готують вентиляційний план шахти (схему вентиляції) і проводять його оперативне коректування, з урахуванням змін у шахтній вентиляційній мережі. Усі зміни в розташуванні вентиляційних пристроїв і споруджень, ВМП, напрямку руху повітря і знову закладені виробки повинні відзначатися на схемі вентиляції в плинні доби.

За Правилами безпеки систематичному контролю підлягають наступні параметри вентиляційних потоків:

- витрата повітря і швидкість його руху в гірничих виробках;
- концентрація кисню, окису вуглецю й вуглекислого газу в гірничих виробках, з урахуванням особливостей їхнього прояву, в умовах конкретної шахти;

- концентрація водню в зарядних камерах;
- температура повітря;
- відносна вологість (при температурі повітря $> 20^{\circ}\text{C}$).

Крім того, у шахтах передбачається контроль депресії гірничих виробок і тиску в них, параметрів вентиляторів головного і місцевого провітрювання, вентиляційних споруджень.

2.2 Контроль витрати і швидкості руху повітря

Для виміру швидкості повітря в гірничих виробках застосовуються крильчаті (АСО-3) і чашкові (МС-13) анемометри. В останні роки, поширення одержали цифрові анемометри АПР-2.

Для виміру швидкості повітря на головних вхідних і вихідних струменях шахти повинні бути обладнані замірні станції. Вимір швидкості повітря повинний проводитися на прямолінійних не захарашених ділянках виробки з постійним, поблизу точки виміру, поперечним перерізом. При цьому, бажано, щоб точка виміру розташовувалася не ближче $12b$ (b – ширина виробки, м) від початку виробки (по ходу вентиляційного струменя) чи $5b$ – до кінця виробки (рис. 2.1). Це означає, що в короткій виробці (ділянка 1-2), при вимірі швидкості повітря можлива велика погрішність. Для такої виробки, витрату повітря необхідно визначати по результатом вимірів у виробках, що примикають до неї. Так, наприклад, якщо для виробки 1-2 не виконується умова ($L \geq 17b$, де L – довжина виробки, м), то виміри швидкості повітря, у точці № 1, будуть виконані з погрішністю. Витрату повітря в ній треба визначати як різницю витрат повітря, обмірюваних у точках № 3 і № 2.

Точність вимірів швидкості повітря забезпечує рівномірний, плавний рух анемометра в перетині виробки. Крім цього, бажано, щоб під час виміру, на відстані 20 м, в обидва боки від того, хто заміряє, не робилися ніякі роботи, зв'язані з переміщенням вантажів і людей, та зміною опорів вентиляційних споруджень. Вимір швидкості повітря робляться не менш двох разів підряд. Якщо показання анемометра відрізняються більш ніж на 10

%, то роблять третій вимір, а швидкість повітря визначають як середнє арифметичне, за результатами трьох вимірів.

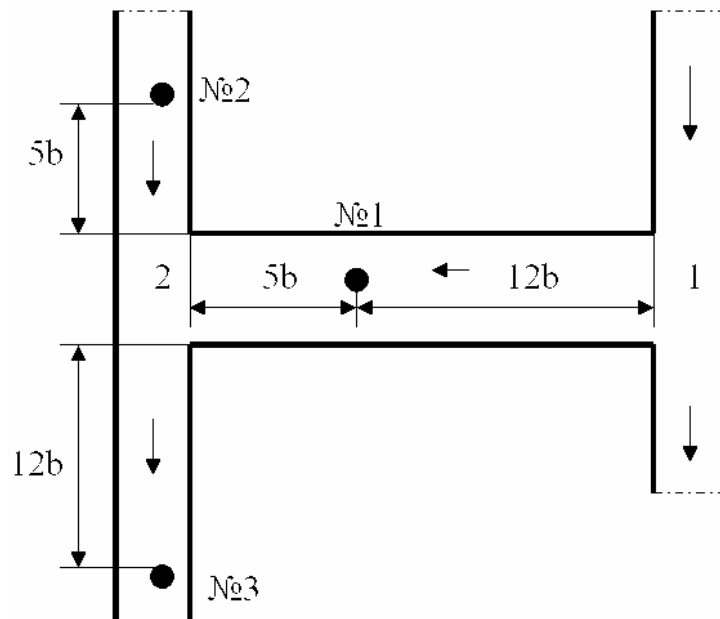


Рис. 2.1 – Схема виміру швидкості повітря у виробках

Площа поперечного перерізу виробки (рис. 2.2) визначається по формулах:

для трапецієподібної форми поперечного перерізу (рис. 2.2а)

$$S = 0,5 H (a+b);$$

для склепінної форми поперечного перерізу (рис. 2.2б)

$$S = \frac{\pi b^2}{8} + b \left(H - \frac{b}{2} \right);$$

для аркової форми поперечного перерізу (рис. 2.2в)

$$S = \frac{\pi a^2}{8} + \frac{a+b}{2} \left(H - \frac{a}{2} \right).$$

При деформованому кріпленні, перетин виробки розбивається на ряд простих фігур і загальну площу визначають, як суму площ цих фігур.

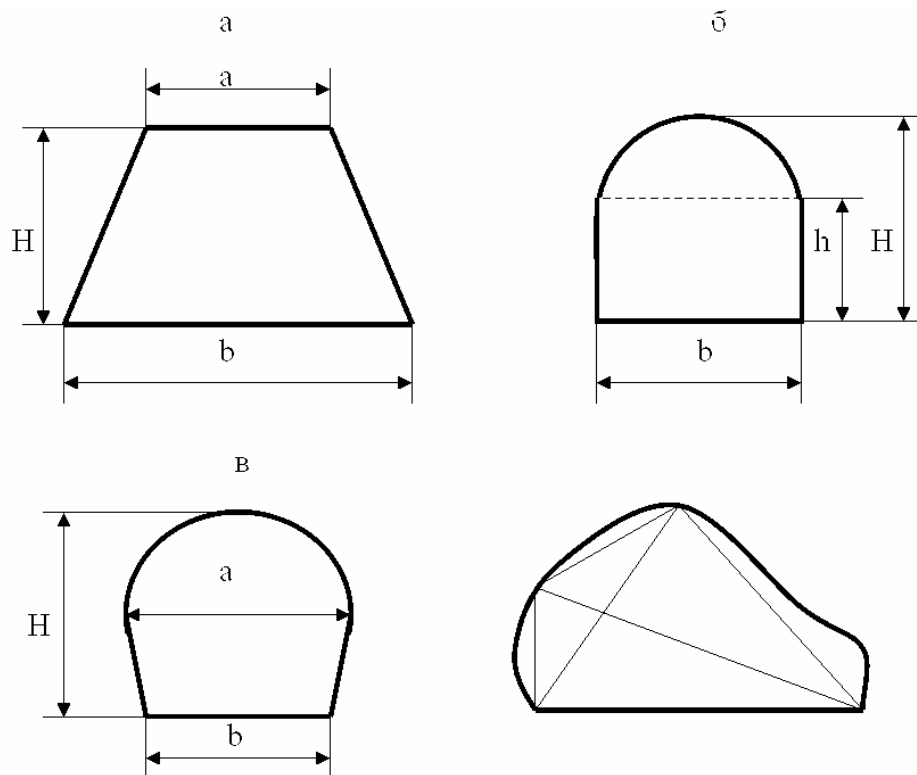


Рис. 2.2 – Схеми поперечних перерізів гірничих виробок

Вимір швидкості повітря (> 1 м/с) можна, також, робити за допомогою U-подібного манометра чи мікроманометра і трубки Піто. З'єднавши трубку Піто з манометром чи мікроманометром (за допомогою гумових трубок), можна виміряти швидкісний тиск у виробці чи трубопроводі. Швидкість повітря розраховується по формулі

$$V = \sqrt{\frac{2h_{ск}}{\rho}},$$

де $h_{ск}$ – швидкісний тиск, Па;

ρ – щільність повітря, кг/м³.

2.3 Вимір температури, вологості і тиску повітря

Вимір температури повітря виконують ртутними термометрами з ціною поділки не більш 0,2°С. Відносну вологість повітря (відношення маси водяних пар у вологому повітрі, до маси водяних пар при повному насиченні ними повітря) вимірюють психрометром. Контроль тиску повітря здійснюють за допомогою барометрів-анероїдів і барографів. Вимір депресії

(різниці тисків) роблять за допомогою мікроманометра типу ММН. Мікроманометр забезпечує вимір депресії в діапазоні до 250 даПа.

2.4 Депресійні зйомки

Депресійна зйомка – це комплекс робіт, що виконуються для визначення розподілу депресії і витрат повітря в шахтній вентиляційній мережі, аеродинамічних опорів гірничих виробок і вентиляційних споруд, величини теплових джерел тяги. Термін “депресійна зйомка” не цілком відображає види вимірів, проведених у гірничих виробках, тому що, крім депресії, вимірюються й інші параметри (швидкість повітря, температура і т.д.). Більш точним є назва «повітряно-депресійна зйомка» тому що основна частина вимірів зв'язана з визначенням витрат повітря і депресії виробок. Планові депресійні зйомки проводяться на шахті підрозділами ДВГРС, один раз у три роки. Повна депресійна зйомка проводиться для всієї шахти, а часткова – для окремої групи виробок. Депресійна зйомка в окремій виробці складається з одночасних вимірів депресії і швидкості повітря.

Для визначення депресії виробок використовують наступні методи:

- безпосередній вимір депресії за допомогою мікроманометра і гумової трубки;
- обчислення депресії по обмірюваних абсолютних тисках.

Перший метод досить трудомісткий. У цьому випадку, необхідно, між двома пунктами в шахті, прокласти гумову трубку і, приєднавши один з її кінців до мікроманометра, визначити показання мікроманометра. Для цього, найчастіше, використовують трубки довжиною 100-200 метрів, тому, у довгих виробках, гумову трубку необхідно кілька разів прокладати і змотувати. Другий метод заснований на використанні мікробарометрів. Рухаючись по маршруту, послідовно виміряють величину абсолютного тиску в окремих пунктах (наприклад в сполуках). По різниці тисків, між окремими пунктами, обчислюється величина депресії. Достоїнства: менша трудомісткість і можливість виміру депресії непрохідних виробок. Недолік –

велика погрішність вимірів, через погрішність приладів чи пульсацій тиску. Різновидом цього методу є метод одночасних відліків, коли виміри тиску роблять одночасно декілька чоловік, у декількох пунктах, через погоджені проміжки часу.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РЕГУЛЮВАННЯ ПОВІТРЯРОЗПОДІЛУ

Аналогічно вентилятору, кожна гілка вентиляційної мережі має свою аеродинамічну характеристику і характеристику опору. Аеродинамічні характеристики гілок (з'єднань, вентиляційних ділянок) називають «приведеними», тобто вони є похідними від характеристики вентилятора (в деяких випадках використовують також термін «напірна» характеристика). Ці характеристики використовують для показу впливу окремих чинників на режим провітрювання гілок-виробок, вентиляційних з'єднань чи вентиляційних ділянок. Наявність у кожної гілки приведеної характеристики вентиляційної мережі є властивістю вентиляційної мережі.

Розуміння закономірностей формування приведених характеристик у простих вентиляційних з'єднаннях дає змогу зрозуміти і візуалізувати «механізм» впливу різних чинників на режим вентиляції мережі (частини мережі), адже кожна приведена характеристика описує сукупність усіх можливих режимів провітрювання відповідної частини шахти.

Рівняння приведеної характеристики має вигляд

$$h = A - b Q^2,$$

де A і b – коефіцієнти приведеної характеристики мережі (частини мережі).

Фізичний сенс параметра A – максимально можлива депресія гілки (частини мережі). Інакше кажучи, це депресія виробки, яка має опір ∞ . Тобто, це виробка в якій встановлена абсолютно щільна перемичка і витрата повітря дорівнює нулю.

Режим провітрювання кожної гілки визначають координати точки пересікання приведеної характеристики і характеристики опору. У паралельному з'єднанні (рис. 3.1) це координати точок «e» і «d». Режим провітрювання паралельного з'єднання визначають координати точки «c».

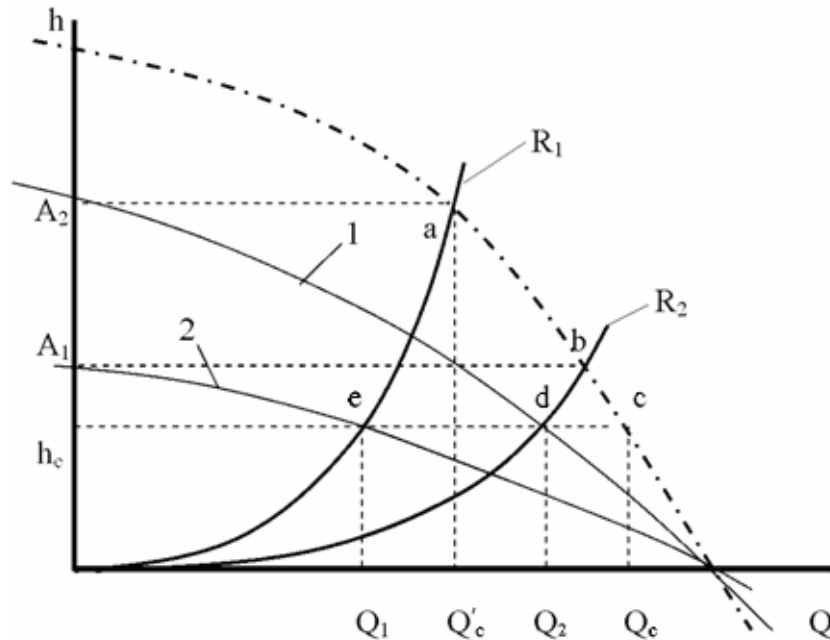


Рис. 3.1 – Формування режиму провітрювання паралельного з'єднання

Різниця абсцис точок «e» і «a» для гілки R_2 показує теоретичні межі негативного регулювання за рахунок підвищення опору гілки R_1 до $R'_1 = \infty$, а різниця абсцис точок «c» і «a» – теоретичну величину зменшення витрати повітря у паралельному з'єднанні при $R'_1 = \infty$.

Параметри приведеної характеристики можна визначити експериментально за допомогою легкої перемички (з брезенту чи з поліетиленової плівки).

Спочатку визначають нормальний режим провітрювання виробки (рис. 3.2, координати точки A), тобто вимірюють її депресію (h_A) і витрату повітря (Q_A).

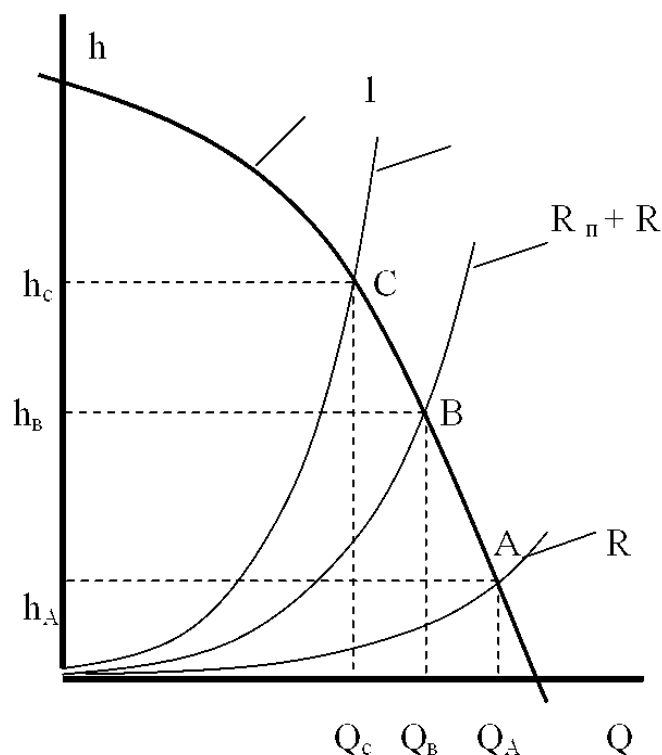


Рис. 3.2 – Визначення параметрів приведеної характеристики

Потім встановлюють легку перемичку перекриваючи 0,5 площі перерізу виробки (точка В) і вимірюють депресію перемички (h_B) та витрату повітря (Q_B). Ті ж самі виміри (точка С) роблять після перекриття перерізу на 75 % (h_C, Q_C). Координати точок А, В, С наносять на графік і поєднують плавною кривою. Параметр b для параболи визначається за допомогою формули

$$b = (h_B - h_A) / (Q_A^2 - Q_B^2).$$

Параметр А визначають використовуючи формулу

$$A = h_A + b Q_A^2.$$

Депресію гілки з регулятором визначає формула

$$h_B = (h_A / Q_A^2 + h_p / Q_B^2) Q_B^2,$$

де h_p – депресія регулятора.

Потрібний (необхідний) опір регулятора (приведена характеристика має вигляд параболи) визначають за допомогою формули

$$R_p = (A / Q_H^2) - b - (h_A / Q_A^2),$$

де Q_H – необхідна витрата повітря у виробці після регулювання.

На газових шахтах III-IV категорії перекриття перерізу виробки яке може призвести до зменшення витрати повітря у підготовчих чи виїмкових вибоях, неприпустимо. У цих випадках необхідно використовувати комп'ютерну модель шахтної вентиляційної мережі.

4. ФІЗИЧНІ І АЕРОДИНАМІЧНІ КОРДОНИ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

Поняття «початок» і «кінець» гірничої виробки (з точки зору аерології) є цілком умовні. Вони пов'язані з поняттями «сполука» і «довжина» гірничої виробки, а також з напрямком руху повітря по виробці.

Сполука – це місце з'єднання (пересікання) декількох гірничих виробок (рис. 38). Наприклад, простір сполуки трьох виробок (1, 2, 3) які мають закруглення на кінцях (окрім фізичних меж) умовно обмежують три лінії (a-a, b-b, c-c) в місцях де закінчується сполука.

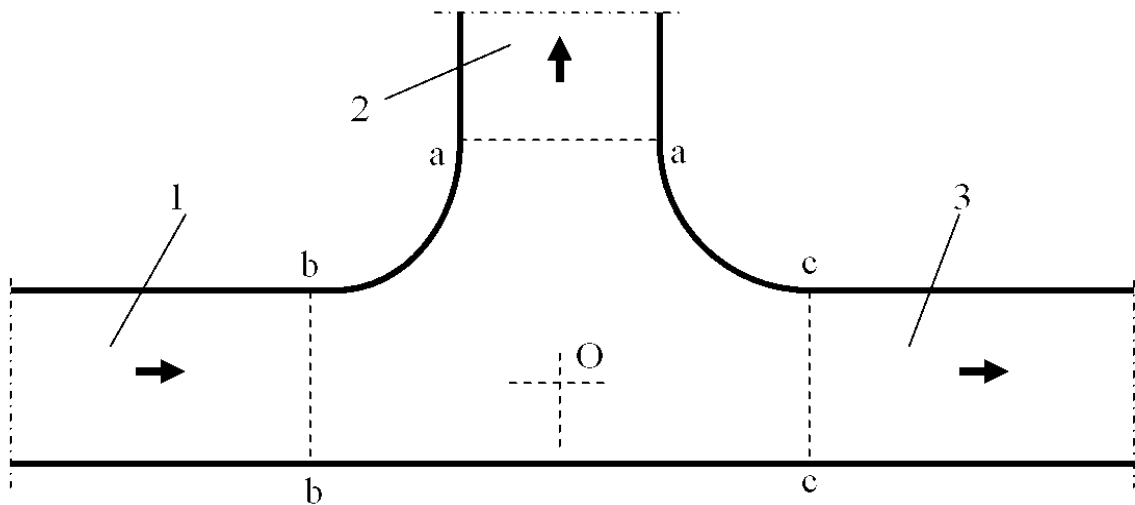


Рис. 4.1 – Місце з'єднання трьох виробок чи частин виробок

Місце пересікання гірничих виробок чи сполука виробок, не є виробкою. Такої назви нема у переліку типів гірничих виробок. У той же час, це не просто місце з'єднання виробок. В аерології ці місця відносять до так званих «місцевих опорів». Тобто, до місць, де відбуваються додаткові втрати тиску повітря.

Не слід плутати початок чи кінець гірничої виробки з устям виробки. Устя мають тунелі, стволи та штольні. Устя можна вважати початком

(кінцем) гірничої виробки тільки у випадку, коли ця виробка перетинається з площиною поверхні землі. У той же час, устя – це не переріз чи точка у місці пересікання гірничої виробки з поверхнею землі. Устям вважається частина ствола (штольні) довжиною 10-20 метрів, починаючи від поверхні землі.

Сполука виробок належить до місцевих опорів (у гідравліці такі опори називають трійниками і хрестовинами). У цих місцях виникає збурення вентиляційного струменя. Наслідками виникнення збурення є додаткові витрати тиску (депресії) на розподіл повітря в сполуках.

Існує протиріччя між сталим поняттям «гірничка виробка» (порожнина у породах) і визначенням «кордонів» гірничої виробки. Фізичні кордони виробки, з точки зору аерології, обмежені початковим і кінцевим перерізами між найближчими сполуками. Тобто, це місця де закінчується закруглення найближчих сполук (рис. 2.1, лінії a-a, b-b, c-c). Щоб відрізнити цю довжину від тієї, що формує замкнені вентиляційні контури, введемо у обіг поняття «фізична» і «аеродинамічна» довжина виробки.

Поняття «аеродинамічної» довжини визначає таку довжину гірничої виробки, до якої віднесено всі втрати тиску повітря пов'язані з рухом повітря по окремій виробці чи її частині. Таким чином, втрати тиску в сполуках розглядаються не як окремі частини, а поєднуються з втратами тиску в гірничих виробках. У цьому випадку, точка перетину осей виробок у сполуці (рис. 2.1, точка O) є аеродинамічним «кінцем» виробки 1 і, у той же час, аеродинамічним «початком» виробок 2 і 3. Такий підхід дає змогу «замкнути» вентиляційний контур і зрозуміти, що депресія виробки – це різниця тиску повітря між точками перетину осей виробок у сполуках. Відповідно такому уявленню про вентиляційну мережу, виміри депресії виробок необхідно робити між точками, де вимірюється аеродинамічна (рис. 2.2, довжина L_{3-2}), а не фізична довжина ($L_{3'2'}$). Точки, між якими вимірюється депресія, співпадають з точками, між якими вимірюється аеродинамічна довжина гірничих виробок (окремих частин чи ділянок виробок). Тільки при такому вимірюванні депресії виробок можна казати про

виконання другого закону мережі. Тільки тоді, відповідно до схеми на рис. 39, можна вважати (для горизонтальних виробок), що сума депресій у вентиляційному контурі 1-2-3-4-1 дорівнює нулю.

Вищенаведене дає змогу визначити поняття, які характеризують деякі геометричні і аеродинамічні кордони гірничої виробки.

Фізична довжина гірничої виробки (L_{ϕ}) – відстань між початковим і кінцевим перерізом чи уявними лініями в місцях сполук, де закінчуються їх закруглення.

Аеродинамічна довжина гірничої виробки (L_a) – відстань між точками перетину осей гірничих виробок чи їх частин у двох найближчих сполуках.

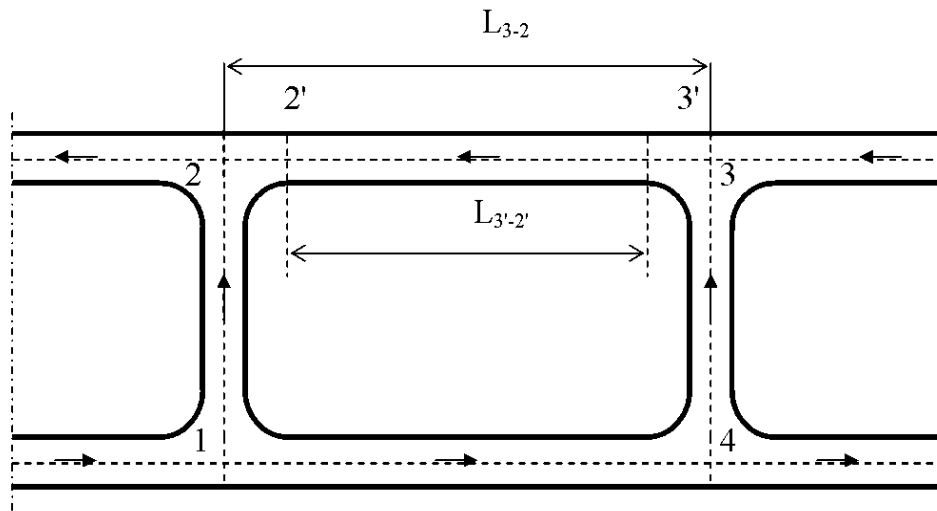


Рис. 39 – Схема сполучення гірничих виробок у вентиляційному контурі

Поняття «початок» і «кінець» для гірничих виробок також пов'язані з напрямком руху повітря. Після зміни напрямку руху повітря, «початок» і «кінець» міняються місцями.

Фізичний початок гірничої виробки – уявна лінія чи переріз, у місці де, закінчується закруглення сполуки, і повітря входить у гірничу виробку.

Фізичний кінець гірничої виробки – уявна лінія чи переріз, у місці де, починається закруглення сполуки, і повітря виходить із гірничої виробки.

З точки зору аеродинаміки «початок» виробки – це точка перетину осей виробок у сполуці, де повітря входить у гірничу виробку, а «кінець» – точка перетину осей виробок у тій сполуці, де повітря виходить з тієї ж виробки.

Вищенаведене дозволяє сформулювати уточнення чи умову виконання другого закону мережі: другий закон мережі виконується тільки в тому випадку, якщо втрати тиску в сполуках гірничих виробок враховані у депресії гілок-виробок.