

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЦИКЛУ
НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН САМОСТІЙНОГО ВИБОРУ ВУЗА ДЛЯ
ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

по дисципліні «**ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ**»

Галузь знань – 0401 «Природничі науки»

Напрямок підготовки – 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

Освітньої кваліфікаційний рівень: бакалавр

РОЗГЛЯНУТО

на засіданні кафедри
«Охорона праці та аерологія»
Протокол № 1 від 30. 08. 2010 р

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ
Протокол № 4 від 07.10.2010 р.

УДК 622.41 (071)

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Промислова вентиляція» для студентів за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (ЕГС) / Сост.: Ніколаєв Е.Б. – Донецьк: ДонНТУ. – 2010. – 40 С.

Наведено короткий опис приладів і лабораторного устаткування, що застосовується при контролі провітрювання гірничих виробок шахт, повітря кар'єрів, та промислових приміщень. Викладена методика проведення спостережень і обробки експериментальних даних, а також форма звітності.

Укладач: доц. Е.Б.Ніколаєв

Відповідальний
за випуск: проф. Ю.Ф. Булгаков

1. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ КИСНЮ, ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗА, ОТРУЙНИХ І ВИБУХОВИХ ДОМІШОК У ПОВІТРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ХІМІЧНИХ ГАЗОВИЗНАЧАЛЬНИКІВ

1.1. Призначення хімічних газовизначальників ГХ

Газовизначальники хімічні ГХ являють собою портативні прилади епізодичної дії. Вони призначені для експрес-визначення змісту газових компонентів шахтного повітря (кисню, вуглекислого газу, отруйних і вибухових домішок) безпосередньо в гірничих виробках шахт із метою контролю складу газового середовища при веденні технологічних і гірничорятувальних робіт.

Прилади можуть бути використані для виявлення ендегенних пожеж на ранній стадії їх виникнення, контролю розгазування гірничих виробок від отруйних продуктів розкладання вибухових речовин, при розвідці пожежі і контролі якості ізоляції відпрацьованих і пожежних ділянок.

У конструктивно уніфікований ряд хімічних газовизначальників входять прилади для визначення:

ГХ СО-0,25 та ГХ СО-5 – оксиду вуглецю;

ГХ СО₂-2, ГХ СО₂-15 та ГХ СО₂-50 – вуглекислого газу;

ГХ SO₂-0,007 – двоокису сірки;

ГХ H₂S-0,0066 – сірководню;

ГХ NO+NO₂-0,005 – оксидів азоту;

ГХ O₂-21 – кисню.

1.2. Будова і принцип дії хімічних газовизначальників

Кожний газовизначальник складається з відповідної індикаторної трубки (СО-0,25; СО-5; СО₂-2; СО₂-15; СО₂-50; SO₂-0,007; H₂S-0,0066; NO+NO₂-0,005; O₂-21) і сильфонного аспіратора АМ-5, що служить для просмоктування досліджуваної газової суміші через трубки.

Додатково до складу газовизначальників ГХ СО-0,25 і ГХ СО-5 входить захисна трубка ТП, призначена для вловлювання важких вуглеводнів (пропану і бутану) з газової проби.

Аспіратор АМ-5 являє собою (рис. 1.1) сильфонний насос ручної дії, що працює на усмоктуванні повітря за рахунок розкриття пружинами попередньо стислого сильфона і викиді повітря із сильфона через клапан при стиску пружин.

Гумовий сильфон 6 із пружинами 7 забезпечує хід аспіратора, який обмежується ланцюжками 8 і 13. Ланцюжок 13 приєднується до гвинта 14 і втулки 16, за допомогою яких проводиться настроювання аспіратора на об'єм усмоктуваного повітря за один робочий хід, рівний $100 \pm 5 \text{ см}^3$. Ланцюжок 8 з'єднано з важелем 9, кінець якого при натягу ланцюжка піднімає клапан 11 і припиняє при цьому просмоктування аналізованого повітря через індикаторну трубку.

При стиску сильфона до упору через клапан 11 викидається повітря з камери сильфона. Дно сильфона 10 знімне. Трубка 2 є гніздом для підключення індикаторної трубки до аспіратора при виконанні вимірів. Підвіска 5 з отвором служить для відламування запаяних кінців індикаторної трубки при її розкритті перед визначенням змісту газових компонентів у рудничнім повітрі.

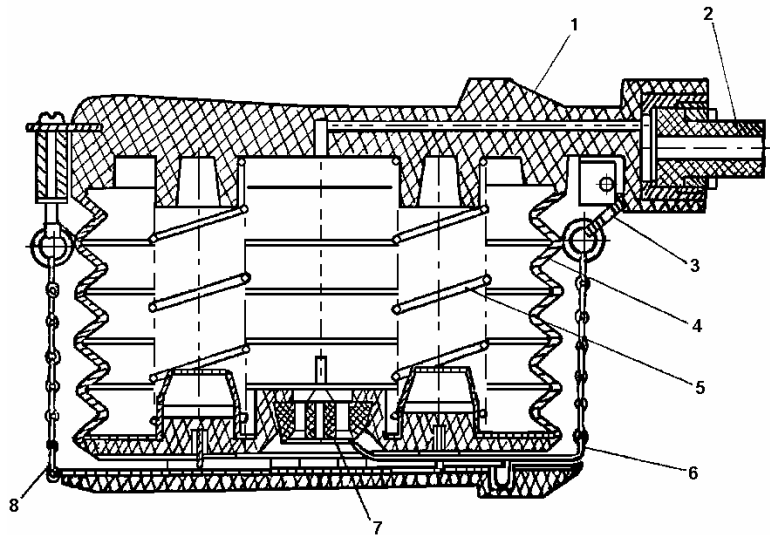


Рис. 1.1 – Аспіратор АМ-5:

1 – кришка; 2 – трубка; 3 – штуцер; 4 – фільтр; 5 – підвіска;
 6 – сильфон; 7 – пружина; 8, 13 – ланцюжки; 9 – важіль; 10 – дно;
 11 – клапан; 12 – сідло; 14 – гвинт; 15 – контргайка; 16 – втулка; 17 – гвинт

Індикаторні і захисні трубки являють собою скляні трубки, герметизовані запаюванням двох відтягнутих кінців. Індикаторні трубки заповнені хімічними індикаторними речовинами, взаємодіючими з певним газом; захисна трубка – сорбентом, що поглинає вуглеводні. Наповнювач трубок щільно втримується в них фіксуєчними фільтрами-прокладками.

Принцип дії газовизначальника заснований на зміні фарбування індикаторної маси в трубці при пропущенні через неї газової суміші, що містить певний газ, і вимірі змісту газу по довжині хімічного наповнювача, що змінив фарбування.

1.3. Перевірка справності приладу

Перед кожним застосуванням аспілятора необхідно перевірити його справність. Оперативна перевірка герметичності аспілятора здійснюється візуально шляхом короткочасної витримки стислого до упору аспілятора із вставленої в гніздо нерозкритою індикаторною трубкою.

Аспіратор вважається герметичним, якщо після закінчення однієї хвилини висота стислого сильфона не змінилася. Перевіряється час розкриття аспілятора без трубки, для чого сильфон аспілятора стискається і відпускається. Якщо аспіратор розкривається за час більш двох секунд, необхідно прочистити фільтр 4 і усмоктувальний отвір 2.

Періодично, не рідше одного рази на місяць, у газоаналітичних лабораторіях слід контролювати об'єм усмоктуваного повітря за один робочий хід аспілятора і його герметичність за допомогою вимірника об'єму ИС-1.

1.4. Порядок проведення вимірів

Запаяні кінці трубок рекомендується відламувати обережно щоб уникнути влучення осколків в очі, для чого аспіратор слід тримати на відстані витягнутої руки, а голову – повернути убік. Для вимірів слід використовувати трубки з терміном придатності, що не закінчився, і без зовнішніх ушкоджень, що визначаються візуально.

Перед проведенням аналізу досліджуваного повітря на той або інший газ необхідно продути аспіратор 1–2 рази, для чого закрити отвір для підключення

трубки і різко стиснути сильфон, потім отвір відкрити і сильфон відпустити. Після цього потрібно відламати обидва кінця відповідної індикаторної трубки за допомогою отвору в підвісці аспіратора так, щоб не порушити положення фільтра-прокладки і шару індикаторної маси, вставити трубку в гніздо аспіратора стрілкою до останнього і пропустити через неї газову суміш. Для виконання одного ходу аспіратора необхідно стиснути рукою сильфон аспіратора до упору і відпустити його до повного розкриття.

Об'єм досліджуваної газової проби для кожного із приладів уніфікованого ряду газовизначальників зазначений на футлярі індикаторних трубок. Він перебуває в межах від 100 до 1000 см³, що відповідає 1 – 10 ходам аспіратора.

При вимірі отруйних газів з метою безпеки необхідно зробити спочатку один хід аспіратора, тобто пропустити через трубку 100 см³ газової проби. Якщо довжина шару, що змінив фарбування, індикаторної хімічної маси в трубках досягне другої поділки шкали або перевищить її, подальший вимір необхідно припинити і негайно вийти в безпечне місце або ввімкнутися в ізолюючий захисний дихальний апарат (саморятівник, респіратор), тому що зміст газу в цьому випадку вище гранично припустимого.

По довжині шару, що змінив фарбування, індикаторної маси на шкалі трубки (або футляра), визначають зміст певного компонента в досліджуваній газовій суміші.

Для одержання більш точного результату виміру необхідно скорегувати останній з урахуванням атмосферного тиску в місці виміру, помноживши його на поправочний коефіцієнт, наведений у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Поправочний коефіцієнт для коректування показань газовизначальника залежно від атмосферного тиску

| Атмосферний тиск, кПа | Поправочний коефіцієнт | Атмосферний тиск, кПа | Поправочний коефіцієнт |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 91 | 1,09 | 103 | 0,96 |
| 92 | 1,07 | 104 | 0,95 |
| 93 | 1,06 | 105 | 0,93 |
| 95 | 1,04 | 107 | 0,92 |
| 96 | 1,02 | 108 | 0,91 |
| 97 | 1,01 | 109 | 0,90 |
| 99 | 1,00 | 111 | 0,89 |
| 100 | 0,98 | 112 | 0,88 |
| 101 | 0,97 | 113 | 0,87 |

Тиск у місці виміру змісту газу в гірничих виробках можна встановити за допомогою барометра або шляхом внесення поправки у величину атмосферного тиску, обмірюваного на поверхні з розрахунку збільшення його на 1,2 кПа на кожні 100 м глибини. При цьому розрахунки слід робити по формулі

$$P_{г.в.} = P_{п} + 0,012 Н,$$

де $P_{г.в.}$ – атмосферний тиск у гірничій виробці, кПа;

$P_{п}$ – атмосферний тиск на поверхні, кПа;

$Н$ – глибина виробки, м.

Рухаючись до місця передбачуваного джерела виділення оксиду вуглецю або надходження його у виробки з повітряним потоком, вимір слід почати заздалегідь по шляху проходження з використанням індикаторної трубки СО-0,25, роблячи один хід аспіратора. Якщо після одного ходу аспіратора фарбування в трубці не з'явилося або не досягло другої поділки шкали, зробити ще 9 стисків аспіратора, тобто пропустити через трубку досліджувану газову суміш у загальному об'ємі 1000 см³. Об'ємна частка оксиду вуглецю вийде в результаті поділу цифри, відповідної до поділки шкали, до якого офарбилася індикаторна маса на 100 або 1000, залежно від пропущеного об'єму газової суміші.

При негативному результаті першого виміру індикаторну трубку СО-0,25 можна використовувати для наступних (не більш двох) вимірів у ту ж зміну.

Якщо зміст оксиду вуглецю перевищує 0,25 %, то слід використовувати індикаторну трубку СО-5.

Після виміру змісту оксиду вуглецю потрібно зробити 2-3 холостих ходи аспіратора для видалення із сільфона пар сірчаної кислоти, що утворюються в результаті реакції СО із індикаторною масою.

При наявності в досліджуваній середовищі важких вуглеводнів (пропану, бутану) вимір змісту оксиду вуглецю необхідно робити з використанням захисної трубки ТП. Наявність важких вуглеводнів визначається шляхом пропущення через захисну трубку 100 см³ досліджуваної газової суміші. Трубка ТП не має шкали і у цьому випадку є лише індикатором наявності важких вуглеводнів. Якщо трубка ТП нічого не показала, то замір СО проводиться звичайним способом. Якщо ж трубка ТП показала наявність важких вуглеводнів, то вимір СО проводиться в такий спосіб: розкрити трубку СО вставляють в аспіратор, а до її початку приєднують трубку ТП за допомогою гумового перехідника. Тепер трубка ТП працює як фільтр, що поглинає важкі вуглеводні, наявність яких уже не вплине на показання трубки СО.

При виконанні вимірів вуглекислого газу і кисню слід стати проти напрямку руху повітряного потоку щоб уникнути впливу видихуваного повітря на показання індикаторних трубок і тримати газозначальник у витягнутій руці.

Вимір змісту кисню необхідно робити з дотриманням наступних вимог. Щоб уникнути передчасного відпрацьовування індикаторної маси при розкритті трубки спочатку слід відламати кінець її поблизу цифри 25, потім швидко вставити трубку в гніздо аспіратора і відламати другий кінець за допомогою спеціального пристосування. Швидко стиснути аспіратор і відразу після закінчення просмоктування досліджуваної газової суміші через трубку визначити зміст кисню. Реакція трубки з киснем буде і далі тривати, тому дуже важливо не пропустити момент зняття відліку.

Працівники ДВГРС для визначення змісту вуглекислого газу, водню, кисню, азоту, метану і оксиду вуглецю в шахтнім повітрі використовують хроматограф Пошук-2. Принцип дії хроматографа Пошук-2 заснований на хроматографічному поділі компонентів аналізованої газової суміші з наступним детектуванням їх по теплопровідності.

Зміст оксиду вуглецю в пробах шахтного повітря визначається газоаналізатором СІГМА-СО. Дія газоаналізатора заснована на вимірі поглинання оксидом вуглецю інфрачервоного випромінювання.

При виконанні лабораторної роботи студенти вимірюють зміст кисню в атмосферному повітрі аудиторії, двоокису вуглецю – у видихуванім повітрі і оксиду вуглецю – у димі сигарети.

1.5. Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи.
2. Короткий опис приладів: призначення, принцип дії, обладнання, робота із приладами.
3. Перевірка справності приладів.
4. Результати вимірів:

| Дата | Зміст газів, % | | | |
|------|----------------|-----------------|----|----|
| | O ₂ | CO ₂ | CO | CO |

2. ВИМІР КОНЦЕНТРАЦІЇ МЕТАНУ і ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ В РУДНИЧНІМ ПОВІТРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ШАХТНИХ ІНТЕРФЕРОМЕТРІВ

2.1. Призначення шахтних інтерферометрів

Шахтні інтерферометри призначені для виміру концентрації метану і двоокису вуглецю (вуглекислого газу) у рудничному повітрі.

Технічні дані інтерферометра ШІ-11:

Межа виміру змісту метану і двоокису вуглецю – 6 %.

Межа припустимої абсолютної погрішності виміру $\pm 0,2$ %.

Ціна поділки шкали 0,2 %.

Прилад може експлуатуватися при зміні температури навколишнього середовища від мінус 10°C до плюс 40°C и атмосферному тиску від 960 до 1067 гПа.

Виконання приладу – рудничне іскробезпечне (РО, И).

Вага приладу без футляра – не більш 1,45 кг.

На шахтах ще зустрічаються інтерферометри, що раніше випускалися промисловістю, ШІ-10, ШІ-3 і ін. Принцип дії всіх типів шахтних інтерферометрів однаковий, але вони відрізняються друг від друга використовуваними оптичними схемами і конструктивним виконанням.

2.2. Принцип дії інтерферометрів

У всіх інтерферометрах пучок світла від джерела за допомогою того або іншого обладнання (скляна пластинка, що відбиває від передньої і задньої поверхонь; напівпрозора пластинка; обладнання із симетричними щілинами і т.д.) просторово розділяється на два (чи більше) когерентних пучка, які проходять різні оптичні шляхи, а потім зводяться разом, де і спостерігається результат їх інтерференції.

У принципі роботи шахтних інтерферометрів використовується те, що величина зсуву інтерференційної картини пропорційна різниці між показниками переломлення досліджуваного і атмосферного повітря на шляху двох когерентних пучків світла, а ця різниця (між показниками переломлення) пропорційна концентрації газу в досліджуванім повітрі.

У шахтних інтерферометрах зсув інтерференційної картини щодо нульового положення пропорційно концентрації метану і двоокису вуглецю в повітрі на шляху одного з когерентних пучків, тому шкала приладу градуйована у відсотках метану (за обсягом) у досліджуванім повітрі.

2.3. Оптична схема і обладнання шахтного інтерферометра ШІ-11

Оптична схема приладу ШІ-11 наведено на рис. 2.1 (камера показана в положенні «Вимір»).

Світло від лампочки накаливання (рис. 2.1) проходить через конденсорну лінзу К. З отриманого пучка світла діафрагмою (щілиною) Д виділяється вузький пучок, який попадає на плоскопаралельну пластину М, де розділяється на два когерентні пучки, тому що частина світлового потоку відбивається від верхньої поверхні пластини, а інша після переломлення – від нижньої посрібленої поверхні.

Перший пучок світла проходить через повітряну порожнину 1 рухливої газоповітряної камери А, повертається призмою повного внутрішнього відбиття Р1 на 180° і знову проходить через порожнину 1. За допомогою призми Р2 цей пучок направляється в порожнину 3 і також, двічі пройшовши в порожнині 3, попадає на плоскопаралельну пластину М. Порожнини 1 і 3 заповнені чистим атмосферним повітрям.

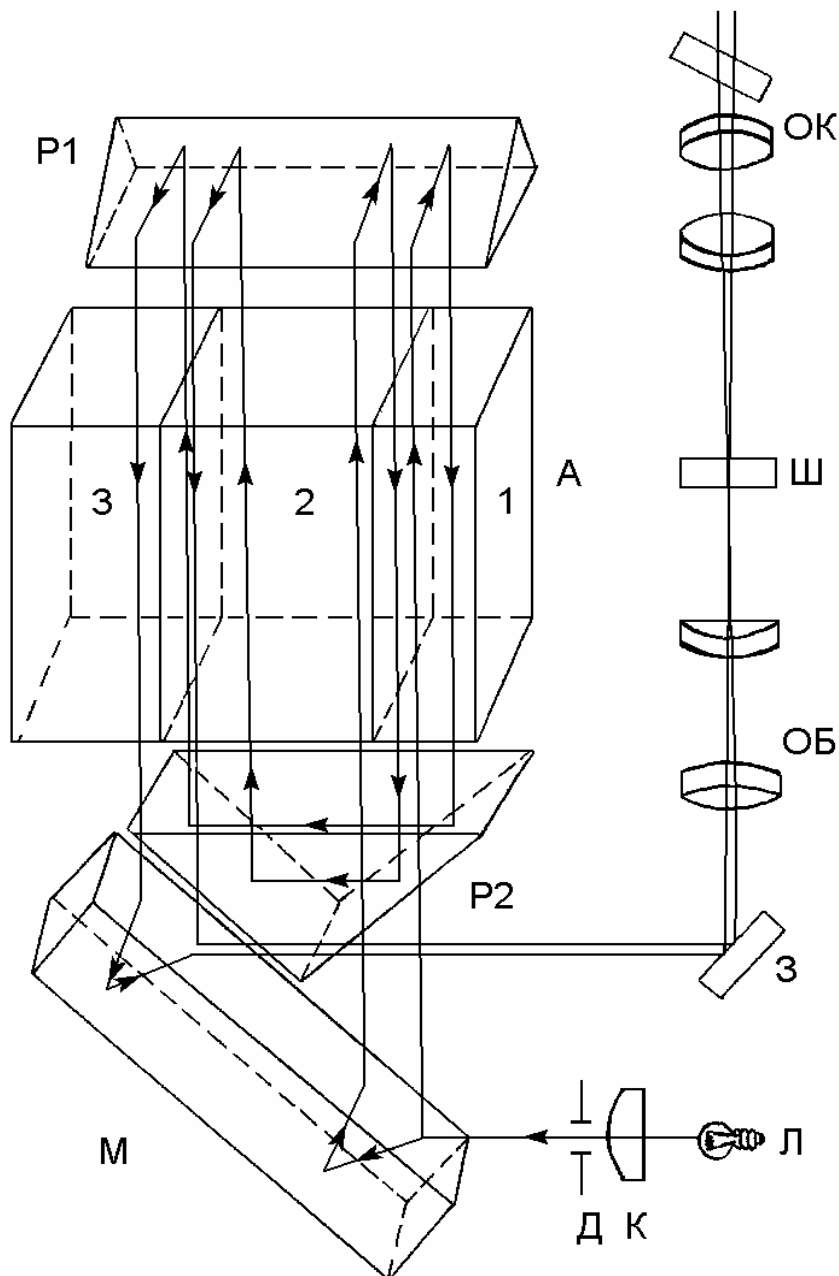


Рис. 2.1. – Оптична схема шахтного інтерферометра ШІ-11

Другий пучок світла, відбившись від нижньої посрібленої поверхні пластини, чотири рази проходить у порожнині 2, повороти другого пучка також здійснюються призмами P1 і P2. Після чотириразового проходження порожнини другий промінь попадає на плоскопаралельну пластину М. Порожнина 2 заповнена досліджуваним повітрям.

Обоє пучка світла, відбившись від плоскопаралельної пластини М, попадають на дзеркало З, яким відхиляються під прямим кутом і направляються в об'єктив ОБ. Об'єктивом обоє когерентних пучка світла зводяться в його фокальній площині і інтерферують. Для спостереження за положенням інтерференційної картини щодо нерухливої відлікової шкали Ш служить окуляр ОК.

Інтерференційна картина в приладі представлено однієї світлою ахроматичною смугою між двома темними смугами і інтерференційними спектрами першого і більш високих порядків. Це пояснюється тим, що лампа розжарювання випромінює світло складної спектральної сполуки, тобто її світло складається з різних монохроматичних випромінювань (з різними довжинами хвиль). У точках шкали, до

яких оптична різниця ходу когерентних пучків світла дорівнює нулю, будуть максимумами інтерференції для випромінювань усіх довжин хвиль, тому тут спостерігається світла ахроматична смуга, отримана в результаті накладення смуг усіх колірних відтінків. Перші мінімуми інтерференції для всіх довжин хвиль також розташовані близько друг до друга, тому ахроматична смуга обмежено по обидва боки двома темними смугами. Далі максимумами і мінімуми інтерференції (більш високих порядків) для різних довжин хвиль не збігаються і виникають інтерференційні спектри.

Верхня лінза об'єктива виконана рухливою і від неї назовні виведений гвинт. Обертаючи гвинт, можна переміщати рухливу лінзу об'єктива і зміщати інтерференційну картину уздовж відлікової шкали, а отже, установлювати її в потрібному положенні.

При фіксованім положенні рухливої лінзи об'єктива інтерференційна картина може зміщатися тільки при зміні різниці показників переломлення газів Δn , що заповнюють порожнини 1, 3 і 2, а при однакових тиску, температурі і інших параметрах газів у цих порожнинах зміна різниці показників переломлення, а отже, і зсув інтерференційної картини буде пропорційно процентному вмісту метану і двоокису вуглецю в повітрі, що заповнює порожнину 2, якщо порожнини 1 і 3 заповнені чистим атмосферним повітрям.

Газоповітряна схема приладу ШІ-11 показана на рис. 2.2, вона складається із двох відособлених (герметичних) по відношенню друг до друга ліній: газової і повітряної.

При положенні розподільного крана 4 для виміру концентрації метану (CH_4), при прокачуванні грушею повітря проходить через частину поглинального патрона 5 (рис. 2.2), заповнену ХПВ (хімічним поглиначем вапняним), і очищається від двоокису вуглецю, потім повітря проходить іншу частину патрона, заповнену гранульованим силікагелем марок КСК, КСМ, де осушується. Обидві частини поглинального патрона мають фільтри для вловлювання пилу і розділені клапаном. Далі повітря попадає в газову порожнину 2 (частина камери А на рис. 2.1) і виходить через грушу.

Таким чином, порожнина 2 газоповітряної камери заповнюється сумішшю повітря з метаном, очищеною від двоокису вуглецю і пар води. У цьому випадку приладом вимірюється концентрація метану в повітрі.

Для виміру сумарного змісту в повітрі метану і двоокису вуглецю розподільний кран 4 ставлять в інше положення (CO_2), при яким повітря під час прокачування грушею попадає в газову порожнину 2, минаючи поглинач двоокису вуглецю (ХПВ) і тільки осушується.

Повітряна лінія заповнена чистим атмосферним повітрям. Один кінець повітряної лінії закритий гумовим ковпачком 6 (рис. 2.2). Оскільки тиск у порожнинах 1, 3 і 2 повинне бути однаковим, те повітряні порожнини 1 і 3 повинні бути зв'язані з атмосферою за допомогою лабіринту 7 (рис. 2.2). Лабіринт виконан у формі трубочки певної довжини призначений для вирівнювання тиску в порожнинах 1 і 3 до величини тиску навколишнього середовища (такий саме тиск, як і в порожнині 2). При цьому виключається потрапляння рудничного повітря в порожнини 1 і 3. При збільшенні барометричного тиску рудничне повітря заходить

у лабіринт на деяку його довжину, а при зменшенні виходить, не потрапляючи в повітряні порожнини 1 і 3.

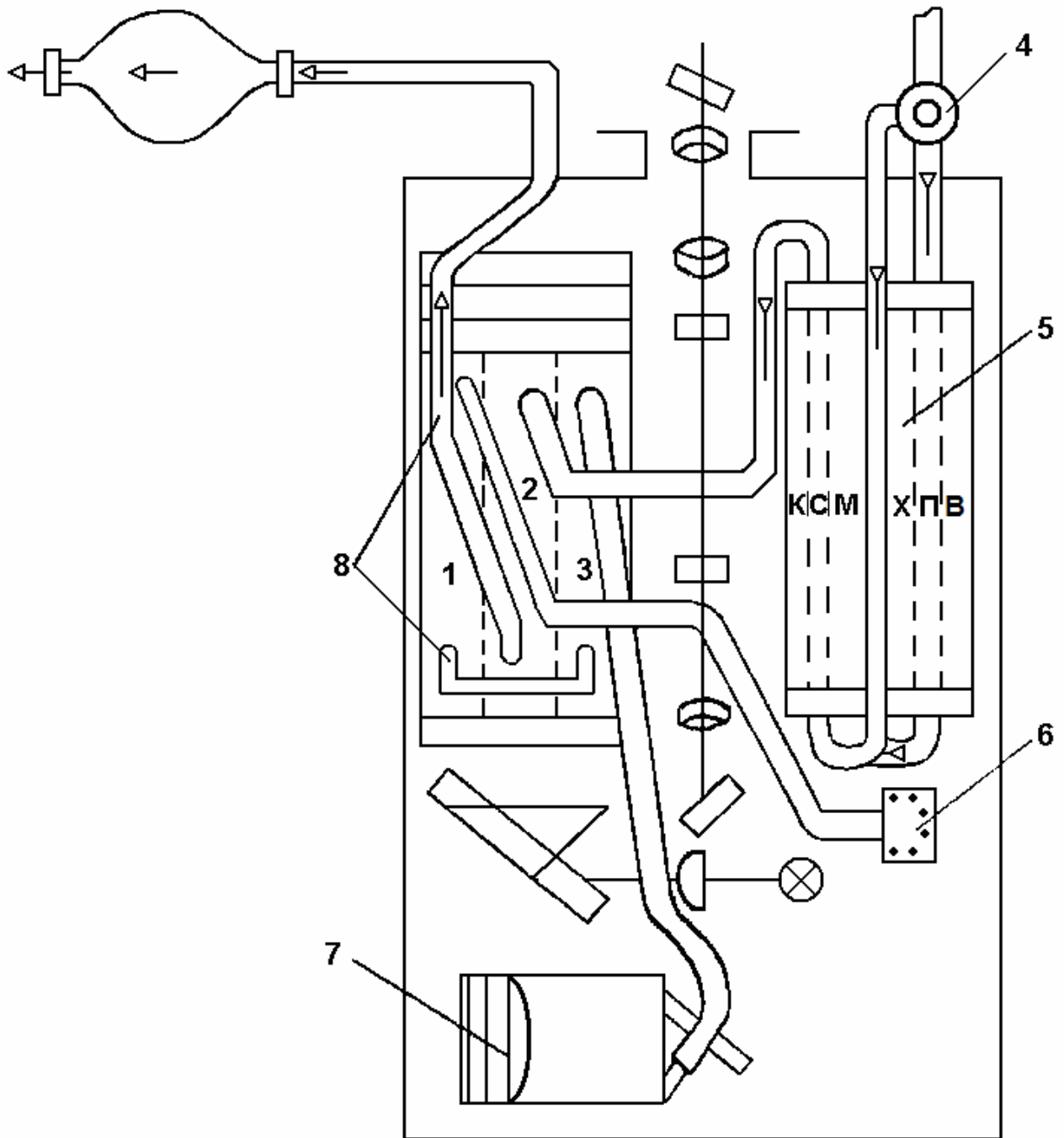


Рис. 2.2 – Газоповітряна схема шахтного інтерферометра ШІ-11

Прилад ШІ-11 змонтований у литому сілуміновому корпусі. На зовнішній поверхні приладу (рис. 2.3) є:

- 1 – штуцер для засмоктування в прилад рудничного повітря;
- 2 – розподільний кран для перемикачів на вимір концентрації метану і сумарної концентрації метану і двоокису вуглецю;
- 3 – окуляр;
- 4 – штуцер, на який надівається трубка гумової груші;
- 5 – гвинт для установки в нульове положення інтерференційної картини;
- 6 – кнопка К, при натисканні якої камера А (рис. 2.1) зміщується в положення "Контроль" (на рис. 2.1 вправо). При натиснутій кнопці камера А зміщується вправо

так, що спочатку два когерентні пучки проходять двічі в порожнині 2, а потім двічі в порожнині 3 і тому додаткова різниця ходу променів не виникає (хоча склад газів у порожнинах 2 і 3 може бути різний);

7 – кнопка В для включення лампочки при вимірах;

8 – кришка відділення з поглинальним патроном.



Рис. 2.3. – Загальний вид прибора ШІ-11

В інтерферометрах ШІ-10 газоповітряна камера в положення "Контроль" і "Вимір" переводиться за допомогою перемикача, що може привести до помилкових вимірів концентрації газів при неправильнім положенні перемикача. В інтерферометрах ШІ-11 забезпечується повернення камери з положення "Контроль" у положення "Вимір" при відпусканні кнопки 6 (рис. 2.3).

Оптичні схеми і схеми газових ліній в інтерферометрах ШІ-10 і ШІ-11 практично однакові (є відмінності в обладнанні об'єктива і окуляра).

В інтерферометрі ШІ-3 оптична схема простіше: когерентні пучки світла проходять у камері у відповідних порожнинах тільки двічі, установка інтерференційної картини на нуль здійснюється поворотною призмою, розташованою на місці дзеркала 3 (в інтерферометрі ШІ-11), у ШІ-3 відсутній розподільний кран, тому для виміру сумарного змісту метану і двоокису

вуглецю є ковпачок, що відгвинчується.

2.4. Перевірка справності шахтних інтерферометрів

Перед спуском у шахту проводиться перевірка приладу і установка нуля.

Цілісність груші і справність її випускного клапана перевіряється шляхом стиску груші і перекриття гумової трубки, що з'єднує грушу із приладом. Груша не повинна розправлятися. У випадку швидкого розправлення груші її слід замінити.

Потім перевіряється герметичність газової лінії. Для цього гумову трубку груші надягають на штуцер 4 (рис. 2.3), ставлять кран 2 у нейтральне положення і стискають грушу. Газова лінія герметична, якщо груша не розкривається. При швидкім розправленні груші необхідно знайти і усунути несправність (найчастіше зустрічається від'єднання трубок поглинального патрона).

Перед установкою приладу на нуль необхідно продути повітряну і газову лінії чистим атмосферним повітрям. Для цього прилад виймають із футляра, знімають кришку відділення з поглинальним патроном (рис. 2.4), зі штуцера 3 знімають гумовий ковпачок і на його місце надягають гумову трубку, прикладену до комплексу приладу, другий кінець трубки надягають на вихлопний штуцер гумової груші. Розподільний кран 2 (рис. 2.3) повинен бути встановлений у положення "СН₄". Роблять 5-6 стисків груші, при цьому відбувається прокачування чистого

атмосферного повітря, очищеного від двоокису вуглецю, по газовій і повітряній лініям.

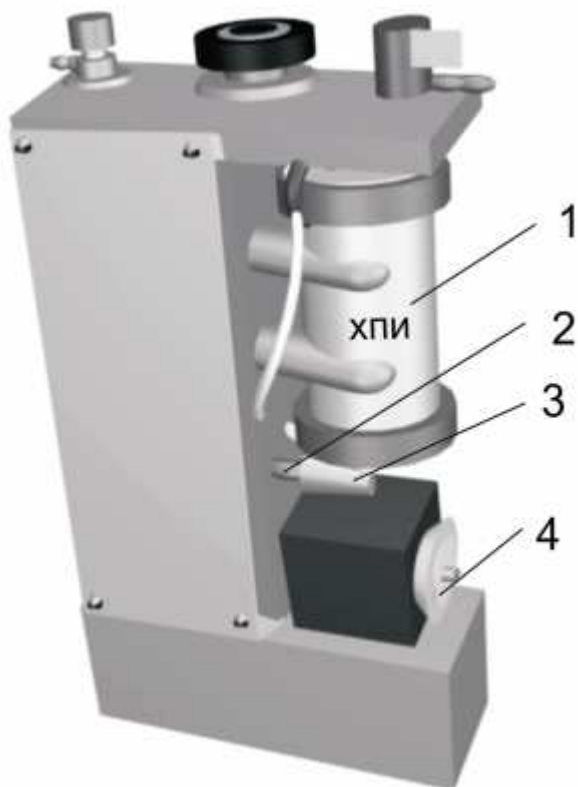


Рис. 2.4 – Будова ШІ-11 зі знятою кришкою поглинального патрона:

- 1 – поглинальний патрон;
- 2 – штуцер повітряної лінії;
- 3 – гумовий ковпачок;
- 4 – вузол кріплення лампочки

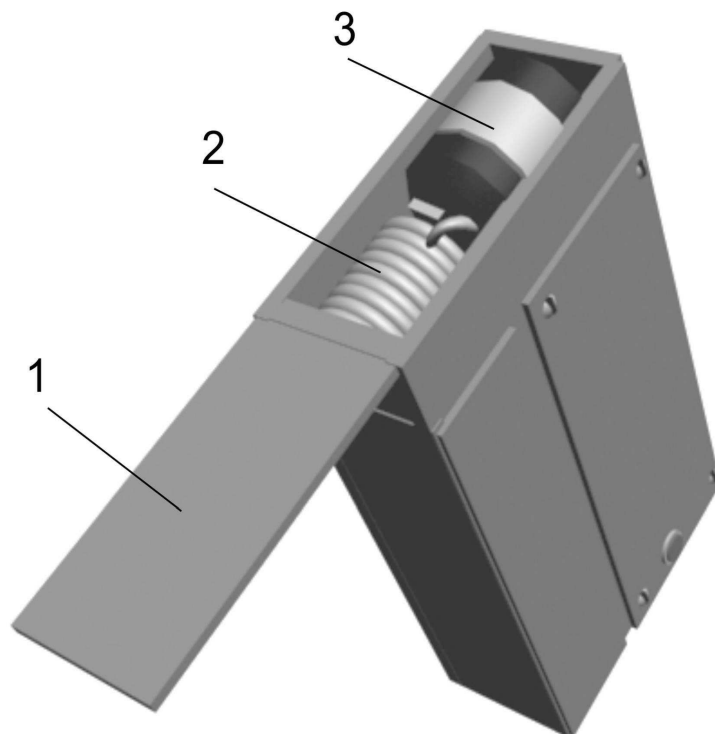


Рис. 2.5 – Будова ШІ-11, вид знизу

- 1 – кришка;
- 2 – лабіринт;
- 3 – джерело живлення

Після прокачування чистим повітрям повітряної і газової ліній закривають штуцер 3 (рис. 2.4) гумовим ковпачком, надягають кришку поглинального патрона і поміщають прилад у футляр.

Дивлячись в окуляр 3 (рис. 2.3), натискають кнопку 7 включення лампочки. Обертанням окуляра, домагаються гарної чіткості інтерференційної картини і шкали.

При натисканні кнопки К ("Контроль") ліва чорна смуга інтерференційної картини повинна сполучитися з нульовою позначкою шкали (або залишатися на ній). При незначному зсуві інтерференційну картину слід звести з нульовою позначкою гвинтом 5. При цьому необхідно втримувати натиснутою кнопку К. Прилад підготовлений до роботи.

2.5. Вимір концентрації метану і двоокису вуглецю

При вимірі концентрації метану у виробці розподільний кран 2 (рис. 2.3) ставиться в положення "СН₄". Оскільки метан легше повітря і накопичується у верхній частині виробки, то вимір так само проводиться у верхній частині перетину виробки. Шляхом трьох стисків гумової груші заповнюють порожнину 2 (рис. 2.1) пробую рудничного повітря, що досліджується. Включивши лампочку натисканням кнопки В, спостерігають інтерференційну картину, відлік концентрації метану проводиться по шкалі з точністю до 0,1 % (по лівій чорній смугі).

При вимірі концентрації метану зміст двоокису вуглецю в рудничному повітрі повинне бути не більш 1 %. При вимірах із пробозабірником у верхній частині виробки та інших важкодоступних місцях, необхідно робити 8-10 стисків гумової груші.

Оскільки двоокис вуглецю важче повітря і накопичується в нижній частині виробки, то вимір так само проводиться в нижній частині перетину виробки на рівні колін. Для визначення концентрації двоокису вуглецю в рудничному повітрі необхідно розподільний кран поставити в положення "CO₂" і після трьох стисків груші зняти відлік по шкалі, нажавши кнопку В. При цьому буде виміряно сумарний зміст метану і двоокису вуглецю. Після цього слід виміряти концентрацію метану в тому ж місці, де проводився вимір сумарної концентрації CH₄ і CO₂, і знайти різницю першого і другого вимірів. Завжди обоє виміри слід робити в тому самому місці (по перетину). Для більш точного визначення концентрації двоокису вуглецю показання приладу слід помножити на коефіцієнт 0,95.

2.6. Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи.
2. Короткий опис приладу ШІ-11: призначення, принцип дії, обладнання і технічні характеристики.
3. Перевірка справності приладу, установка нуля, проведення вимірів концентрацій CH₄ і CO₂.
4. Результати вимірів.

| Дата | Зміст газів, % (за обсягом) | |
|------|-----------------------------|------------------|
| | Метану | Двоокису вуглецю |

3. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЗИЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯ

3.1. Загальні положення

При розв'язанні практичних задач провітрювання, прогнозу і регулювання теплового режиму шахт виникає необхідність визначення основних параметрів фізичного стану повітря: тиску, температури, абсолютної, відносної вологості, вологовмісту і щільності. Це потрібно, наприклад, при проведенні на шахтах депресійних і теплових зйомок, розв'язанні питань, пов'язаних з охолодженням повітря в глибоких шахтах і підігрівом повітря, що подається в шахти в періоди негативних температур та ін.

3.2. Будова, принцип дії барометрів анероїдів і порядок визначення атмосферного тиску повітря

Для виміру атмосферного тиску в шахтних умовах використовуються метеорологічні барометри-анероїди типу БАММ-1.

Барометри-анероїди БАММ-1 призначені для виміру атмосферного тиску в діапазоні від 80000 до 106000 Па. Ціна поділки шкали 100 Па. Межі припустимих погрішностей барометра не більш:

- основної ± 200 Па;
- додаткової ± 500 Па.

Принцип дії барометра заснований на властивості мембранної анероїдної коробки, усередині якої створено розрідження, деформуватися при зміні атмосферного тиску (рис. 3.1). Лінійні переміщення мембран при цьому перетворюються передатним важільним механізмом у кутові переміщення стрілки барометра, що вказує, шкала якого градуйована в Па.

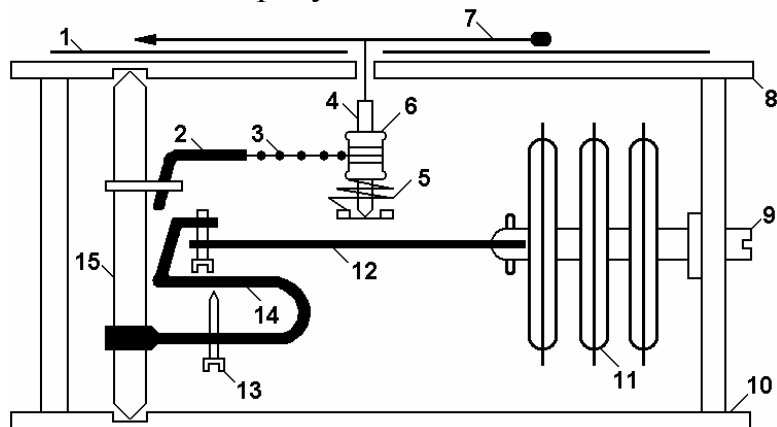


Рис. 3.1 – Схема барометра-анероїда БАММ-1

Механізм барометра розміщено між двома платами 8 і 10. Приймач тиску складається із блоку анероїдних коробок 11. Один кінець блоку коробок нерухомо закріплений, а до другого шарнірно прикріплена тверда тяга 12, другий кінець якої шарнірно пов'язаний з вилкою регулятора 14, встановленою на проміжній осі 15. На осі 15 закріплений також движок 2, до якого прикріплений кінець гнучкого пластинчато-шарнірного ланцюжка 3. Другий кінець ланцюжка закріплений на ролику 6, напруженому на вісь 4, на якій закріплена стрілка 7. Зазори у всіх рухливих сполуках деталей механізму барометра ліквідуються спіральною пружиною 5.

При збільшенні атмосферного тиску блок анероїдних коробок 11 стискається, тверда тяга 12 повертає проміжну вісь 15. При цьому ланцюжок 3 натягається і обертає ролик 6 і вісь 4 зі стрілкою 7 над шкалою 1 барометра. При зменшенні атмосферного тиску блок анероїдних коробок 11 розтискається і через тверду тягу 12 повертає проміжну вісь 15, натяг ланцюжка 3 слабшає. люфт, що утворюється при цьому, вибирає спіральна пружина 5, яка одночасно повертає вісь 4 зі стрілкою 7 над шкалою 1 барометра.

Чутливість барометра регулюється збільшенням або зменшенням плеча регулятора 14 за допомогою гвинта 13. У бічній частині корпусу барометра є отвір, через який за допомогою викрутки повертається гвинт 9 для установки стрілки барометра на поділку шкали, відповідну до значення атмосферного тиску при регулюванні.

Порядок виміру атмосферного тиску наступний. Барометр розташовують у пункті виміру горизонтально і витримують 10-15 хвилин для вирівнювання температур деталей барометра і шахтного повітря. Перед відліком необхідно злегка постукати по корпусу або склі барометра для усунення впливу тертя в механізмі. При відліку промінь зору повинен бути спрямований перпендикулярно до площини шкали, що дозволить виключити викривлення показань барометра. Відлік по барометру проводиться з точністю до 50 Па.

Після зняття показань приладу в них уводяться шкалова, температурна і додаткова поправки. Поправка шкали враховує неоднакову реакцію анероїда на зміну тиску в різних діапазонах шкали. Поправка на температуру обумовлена зміною пружних властивостей анероїдних коробок, важелів і пружин при коливаннях температури. Додаткова поправка, що міняється згодом, враховує зміни внутрішньої структури матеріалу анероїдних коробок і пружин. Поправки приймаються по паспорту.

Шкалова поправка вибирається по таблиці в паспорті залежно від показання барометра.

Для визначення температурної поправки вимірюють температуру повітря за допомогою термометра, погрішність якого не перевищує 1°C. Потім з урахуванням обміркованої температури і показання барометра вибирають по таблиці в паспорті приладу значення температурної поправки на 1°C (K_{cp}) і обчислюють загальну величину температурної поправки P_t , по формулі в паспорті.

Додаткова поправка приймається по паспорту. Усі поправки підсумуються з урахуванням знака і на отриману величину коректується показання барометра. Це і буде величина атмосферного тиску в пункті виміру.

Не рідше одного разу в шість місяців барометр-анероїд повинен звірятися з показаннями ртутного чашкового барометра. При розбіжності показань проводиться уточнення додаткової поправки.

При необхідності безперервного контролю і запису барометричного тиску застосовують самописні барометри-барографи.

3.3. Будова приладів і порядок виміру температури і відносної вологості повітря

Для виміру температури повітря звичайно використовуються скляні рідинні (ртутні або спиртові) термометри, засновані на принципі використання об'ємного розширення тіл при нагріванні.

У практиці рудничної вентиляції для виміру температури повітря зазвичай застосовують ртутні термометри із ціною поділки 0,1-0,2 °С.

При одночасному вимірі температури і відносної вологості повітря використовують психрометри з вентилятором, для безперервного запису температури повітря – самописні термометри-термографи.

До вологостних параметрів повітря відносяться абсолютна вологість, відносна вологість і вологовміст.

Абсолютною вологістю повітря a (г/м³) називається маса водяної пари, що втримується в 1 м³ вологого повітря. Вона може бути різною, але вона не може перевищувати певної величини при заданій температурі.

Відношення абсолютної вологості повітря a до максимально можливої абсолютної вологості повітря при заданій температурі a_n називається відносною вологістю повітря φ ($\varphi = a/a_n$, долі одиниці, %). Отже, відносна вологість характеризує ступінь насичення повітря водяною паром при даній температурі.

Вологовмістом повітря d (г/кг с.п.) називається величина, обумовлена відношенням маси водяної пари m_n , що втримується у вологій повітрі, до маси сухого повітря $m_{c.n.}$ (тобто сухої частини вологого повітря): $d = m_n/m_{c.n.}$. (Раніше вологовміст у кг/кг с.в. позначався буквою x .)

Відносну вологість повітря в шахтах при температурах у межах від -10 до +35 °С визначають за допомогою психрометра, обладнаного вентилятором.

На рис. 3.2 показана схема аспіраційного психрометра. Він складається із двох ртутних термометрів 1, закріплених у спеціальному оправленні, і вентилятора 4 для просмоктування повітря. Термометри мають ціну поділки 0,2 °С. Від механічних ушкоджень вони захищені металевими планками 6. Резервуар одного з термометрів покритий ковпачком батисту. Резервуари термометрів перебувають усередині трубок 9, які у свою чергу укладено усередині трубок 8 більшого діаметра. Такий подвійний трубчастий захист із повітряним прошарком захищає термометри від нагрівання.

Трубки 9 з'єднано із центральною трубкою 7, поміщеною між термометрами. До верхнього кінця центральної трубки 7 приєднано вентилятор 4, робоче колесо якого приводиться в обертання пружиною. Для закручування пружини служить ключ 3. При роботі вентилятора повітря засмоктується усередину трубок 9, обтікає резервуари термометрів, проходить по центральній трубці 7 до вентилятора 4 і викидається назовні через щілину в кожусі 5.

Для визначення температури і відносної вологості повітря роблять у такий спосіб: за допомогою груші з піпеткою 2 змочують водою батистовий ковпачок термометра; заводять приводний механізм вентилятора 4 ключем 3; через якийсь час після початку роботи вентилятора, необхідний для встановлення стаціонарного режиму (коли перестане змінюватися висота стовпчика мокрого термометра) знімають відлік по сухому t_c і мокрому t_m термометрам; по різниці показань сухого і мокрого термометрів (психрометрична різниця) $\Delta t = t_c - t_m$ і показанню сухого

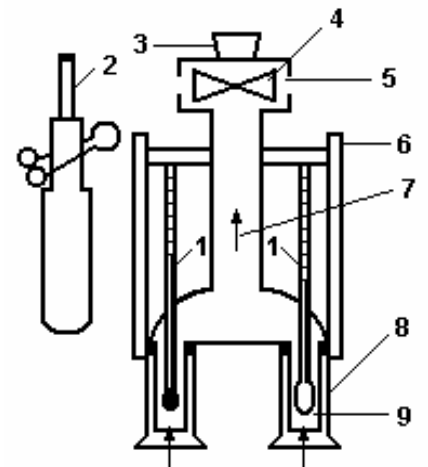


Рис. 3.2 – Схема аспіраційного психрометра

термометра t_c з табл. 3.1 знаходять значення відносної вологості повітря; температура повітря приймається по показанню сухого термометра.

Таблиця 3.1

Психрометрична таблиця до психрометра з вентилятором для повітря, що рухається зі швидкістю 2,5 м/с і вище

| Психрометрична різниця, °С | Відносна вологість повітря φ , %, при температурі сухого термометра t_c , °С | | | | | | | |
|----------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1,0 | 91 | 91 | 91 | 91 | 92 | 92 | 93 | 93 |
| 2,0 | 81 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 | 85 | 86 |
| 3,0 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| 4,0 | 62 | 64 | 66 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| 5,0 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 | 65 | 66 |
| 6,0 | 46 | 48 | 51 | 54 | 56 | 58 | 59 | 61 |
| 7,0 | 38 | 41 | 44 | 46 | 48 | 51 | 53 | 55 |
| 8,0 | 30 | 34 | 36 | 40 | 43 | 45 | 47 | 50 |
| 9,0 | 23 | 27 | 30 | 34 | 37 | 40 | 42 | 44 |
| 10,0 | 16 | 20 | 24 | 28 | 31 | 34 | 37 | 40 |
| 11,0 | 8 | 13 | 17 | 22 | 26 | 29 | 32 | 35 |
| 12,0 | - | 6 | 11 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 |
| 13,0 | - | - | - | 9 | 15 | 19 | 22 | 25 |
| 14,0 | - | - | - | - | 10 | 14 | 17 | 20 |

При розрахунках використовується рівняння стану ідеального газу

$$pV = \frac{m}{\mu} \tilde{R}T,$$

де V – об'єм, м³;

m – маса повітря, кг;

μ – мольна маса повітря, кг/кмоль;

\tilde{R} = 8314,41 – універсальна (мольна) газова постійна, Дж/(кмоль·К);

T – термодинамічна температура, К; $T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$.

Значення абсолютної вологості повітря визначається по формулі

$$a = 2,167 \cdot 10^{-3} \frac{p_n}{T}.$$

Очевидно, що максимальна абсолютна вологість повітря a_n при даній температурі T буде отримана, коли в це вираження буде підставлений максимальний парціальний тиск водяної пари, тобто тиск насиченої пари $p_{n,n}$ при даній температурі (табл. 3.2). Отже, при звичайних для атмосферного і шахтного повітря тисках і температурах, вираження для відносної вологості може бути записане так:

$$\varphi = p/p_{n,n},$$

де p – парціальний тиск водяної пари, Па.

Формула для визначення вологовмісту має вигляд

$$d = 622 \frac{p_n}{p - p_n},$$

де p – барометричний тиск, Па.

Щільність вологого повітря визначається по формулі

$$\rho = 3,483 \cdot 10^{-3} \frac{p}{T} \left(1 - 0,378 \frac{p_n}{p}\right).$$

Щільність повітря ρ обчислюється з точністю до 0,001 кг/м³.

Таблиця 3.2

Тиск насиченої водяної пари в повітрі

| Температура повітря, °С | $p_{н.п.}$, Па | Температура повітря, °С | $p_{н.п.}$, Па |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| 10 | 1227,9 | 21 | 2486,0 |
| 11 | 1312,5 | 22 | 2643,6 |
| 12 | 1402,4 | 23 | 2809,0 |
| 13 | 1497,4 | 24 | 2983,6 |
| 14 | 1598,2 | 25 | 3167,4 |
| 15 | 1705,0 | 26 | 3361,2 |
| 16 | 1817,8 | 27 | 3565,2 |
| 17 | 1937,3 | 28 | 3779,8 |
| 18 | 2063,6 | 29 | 4005,7 |
| 19 | 2196,9 | 30 | 4243,2 |
| 20 | 2337,7 | 31 | 4492,6 |

3.4. Зміст звіту

1. Назва лабораторної роботи.
2. Короткий опис барометра і психрометра (призначення, схеми приладів, будова, принцип дії).
3. Результати визначення основних параметрів фізичного стану повітря.
4. Тиск повітря.

| № барометра-анероїда | Місце виміру | Температура повітря, t_c , °С | Показання барометра-анероїда, Па | Поправки, Па | | | | Тиск повітря, Па |
|----------------------|--------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|-----------|---------|------------------|
| | | | | шкалова | температурна | додагкова | сумарна | |
| | | | | | | | | |

4. ВИМІР ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ

4.1. Призначення анемометрів

Для виміру середньої швидкості руху повітря в гірничій виробці застосовуються анемометри. Розрізняють крильчаті, чашкові і електронні анемометри. Діапазон виміру середньої швидкості спрямованого повітряного потоку крильчатими анемометрами АСО-3 – від 0,3 до 5 м/с. Діапазон виміру швидкості повітряного потоку чашковим анемометром МС-13 становить від 1 до 20 м/с. Діапазон виміру швидкості електронним анемометром АПР-2 – від 0,2 до 20 м/с.

4.2. Будова анемометрів

Крильчатий анемометр (рис. 4.1) складається із крильчатки 1, розміщеної в металевому корпусі 2, з рукояткою 3 і рахункового механізму із циферблатом 4. Крильчатка приводиться потоком повітря в обертний рух навколо натягнутої струнної осі. Обертання з крильчатки передається за допомогою черв'ячної передачі зубчастому редуктору рахункового механізму. Рахунковий механізм має три стрілки, його циферблат – відповідно три шкали: одиниць, сотень і тисяч. Лічильник можна включати і виключати за допомогою аретира 5. На корпусі приладу по обидві сторони аретира є два вушка, через які пропускається шнур, що служить для

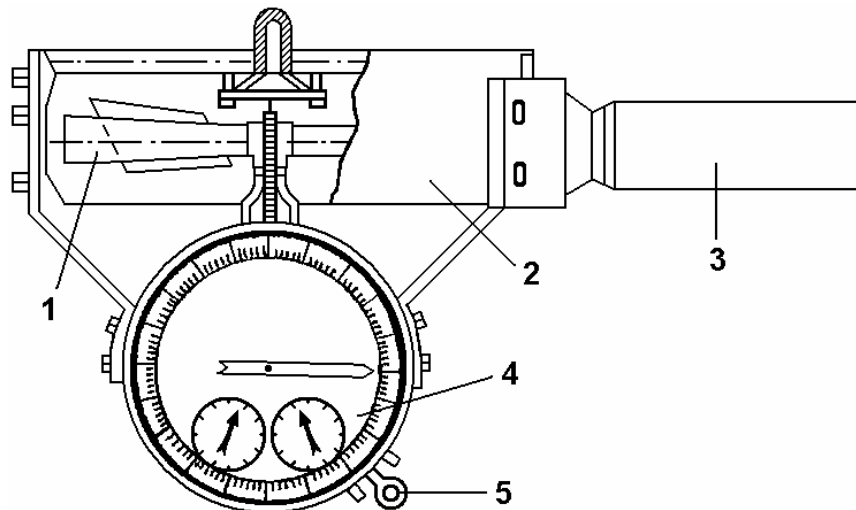


Рис. 4.1 – Загальний вид крильчатого анемометра

вмикання і вимикання анемометра, встановленого на тичині. Крильчатка починає обертатися при швидкості повітряного потоку близько 0,1 м/с (поріг чутливості приладу не перевищує 0,2 м/с), але вона недостатньо міцна і тому крильчаті анемометри не можуть бути використані для виміру великих швидкостей руху повітря. Чашковий анемометр замість крильчатки має хрестовину з укріпленими на ній чотирма напівсферичними чашками, що обертаються в кам'яних опорах.

4.3. Вимір середньої швидкості повітря у виробках

Вимір швидкості руху повітря анемометром здійснюється в такий спосіб. За допомогою аретира виключають передавальний механізм і записують початкове показання лічильника по трьох шкалах. Анемометр поміщають у повітряний потік. Крильчатий анемометр повинен бути встановлений так, щоб крильчатка була спрямована назустріч потоку і її вісь збіглася з напрямком руху повітря. Чашковий анемометр встановлюють вертикально в повітряному потоці, тобто вісь хрестовини із чашками повинна бути перпендикулярна напрямку руху повітря. Через 10-15 с,

тобто після того, як швидкість обертання повітряприймача встановиться, одночасно із включенням лічильника засікають час і після закінчення деякого проміжку часу (не менш 100 с) лічильник анемометра виключають. Записують кінцеве показання лічильника, обчислюють різницю між кінцевим і початковим відліками. Поділом різниці кінцевого і початкового відліків на час виміру визначають число ділень лічильника (оборотів крильчатки) в 1 с.

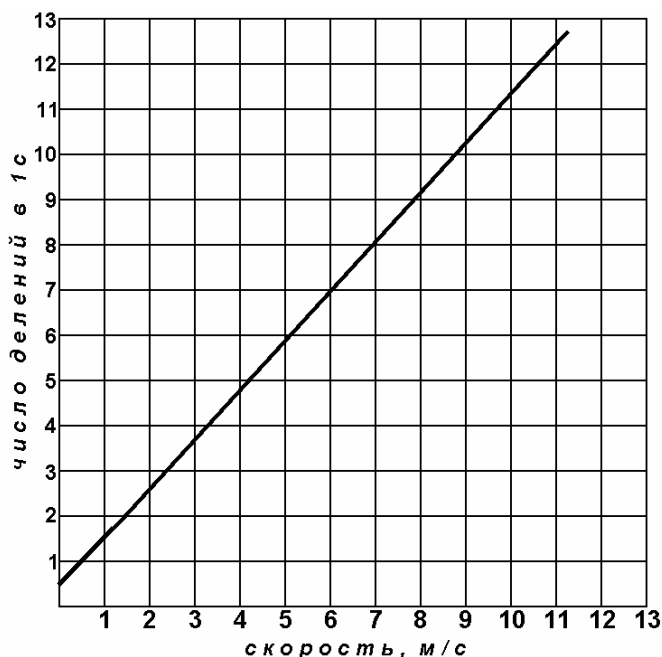


Рис. 4.2 – Вид градуировочного графика анемометра

Швидкість руху повітря розраховують по градуировочному графіку (рис. 4.2), прикладеному до анемометра.

До крильчатого анемометра додають два графіка, один з яких застосовується при швидкості спрямованого потоку до 1 м/с, а другий – при швидкості від 1 до 5 м/с.

Вимір швидкості повітряного потоку анемометром проводять три рази і за результатами цих вимірів визначають середнє значення швидкості руху повітря.

У різних точках поперечного перерізу гірничої виробки швидкість руху повітря неоднакова, тому при вимірах середньої швидкості повітряного потоку у виробці анемометр необхідно рівномірно переміщати по шляху, зазначеному на рис. 4.3.

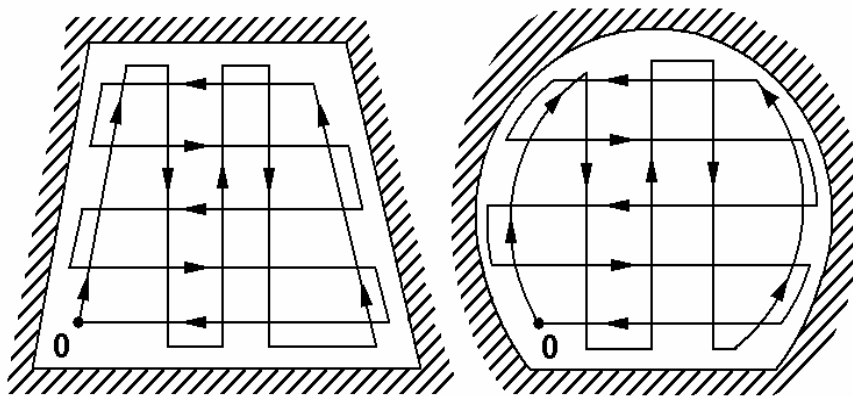


Рис. 4.3 – Схема перемещения анемометра в поперечном сечении выработки при замере средней скорости движения воздуха

Вимір середньої швидкості руху повітря по перетину виробки можна робити такими способами: «перед собою», «у перетині» і на відстані 1,5-2 м від перетину, у якому перебуває вимірювальник (вимір анемометром, укріпленим на тичині).

При вимірі способом «перед собою» вимірювальник повернений обличчям назустріч потоку повітря і, переміщаючись по перетину виробки, водить анемометр на витягнутій руці в площині замірного перетину. Вимір способом «перед собою» може проводитися при висоті виробки у світлі не більш 2 м. При вимірі способом «у перетині» вимірювальник і анемометр перебувають в одному перетині виробки (в одній площині, перпендикулярній швидкості повітряного потоку).

При вимірі швидкості руху повітря в гірничій виробці присутність людини, яка тримає анемометр у руці, неминуче спотворює результат виміру. Тому для одержання фактичної середньої швидкості, його слід помножити на поправочний коефіцієнт. Оскільки при вимірі способом «перед собою» анемометр перебуває спереду вимірювальника в зоні штучно зниженої швидкості, то поправочний коефіцієнт прийнятий рівним 1,14. При вимірі способом «у перетині» вимірювальник, загороджуючи частину перетину виробки, збільшує швидкість руху повітря в частині перетину, що залишилася, де перебуває анемометр. Площа, займана вимірювальником у виробці (площа «міділева перетину» вимірювальника), прийнята рівною 0,4 м². Витрата повітря у вільному перетині виробки і у перетині, де перебувають вимірювальник і анемометр, однакова, отже:

$$V \cdot S = V_0 (S - 0,4),$$

де V – середня швидкість руху повітря у виробці;

V_0 – швидкість руху повітря, обмірювана анемометром способом «у перетині»;

S – площа перетину виробки «у світлі».

Тому при вимірі середньої швидкості руху повітря у виробці способом «у перетині» поправочний коефіцієнт повинен бути обчислений по формулі:

$$K = \frac{S - 0,4}{S}.$$

При вимірі анемометром, укріпленим на тичині, поправочний коефіцієнт не вводиться ($K = 1$).

4.4. Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи.
2. Короткий опис анемометрів.
3. Опис процесу виміру середньої швидкості руху повітря за допомогою анемометрів.
4. Способи виміру середньої швидкості повітряного потоку в гірничій виробці.
5. Запис і обробка результатів вимірів (по табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Результати виміру швидкості руху повітря анемометром

| № п/п | Отсчеты по шкалах анемометра | | | Продолжительность виміру, с | Число справильний в 1 з | Изменная скорость, м/с | Поправочный коэффициент | Средняя швидкість руху повітря у виробці, м/з | Січне виробки, м ² | Витрата повітря у виробці, м ³ /з |
|----------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---|-------------------------------|--|
| | початковий | кінцевий | різниця | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Спосіб «перед собою» | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| Спосіб «у перетині» | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |

5. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМУ РУХУ ПОВІТРЯ НА МОДЕЛІ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

5.1. Загальні теоретичні положення

Ціль роботи – ознайомлення з методикою експериментального визначення коефіцієнта аеродинамічного опору α , дослідження його залежності від режиму руху повітря (числа Рейнольдса) і придбання навички проведення експерименту.

Енергія, створювана джерелами тяги в шахтах, витрачається на подолання опору шахтних виробок руху повітря по них. Робота джерел енергії по переміщенню повітря у виробці, віднесена до одиниці об'єму, називається депресією. Величина депресії виробки h , Па, розраховується по формулі

$$h = \frac{\alpha LUQ^2}{S^3},$$

де α – коефіцієнт аеродинамічного опору, кг/м³;

L – довжина виробки, м;

U – периметр виробки, м;

Q – витрата повітря у виробці, м³/с;

S – площа поперечного перерізу виробки, м².

Величина коефіцієнта залежить у загальному випадку від режиму руху повітря, розмірів і форми поперечного перерізу виробки, типу кріплення, її розмірів, відстані між елементами кріплення (ступені шорсткості) та іншого.

Тоді коефіцієнт аеродинамічного опору можна виразити так:

$$\alpha = \frac{hS^3}{LUQ^2}.$$

При дотриманні геометричної і динамічної подоби, виміри можна проводити на моделі гірничої виробки. Отримані при цьому значення коефіцієнтів аеродинамічного опору будуть по величині такими ж, як і в реальній виробці.

Депресію виробки можна визначити по вираженню, отриманому з рівняння закону збереження енергії для виробки (рівняння Бернуллі)

$$h = (P_1 - P_2) + \rho g \Delta H + \left(\frac{k_1 V_1^2}{2} - \frac{k_2 V_2^2}{2} \right) \rho,$$

де P_1, P_2 , – статичний тиск повітря, відповідно, на початку і кінці виробки, Па;

ρ – щільність повітря, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

ΔH – різниця висотних позначок початку і кінця виробки, м;

k_1 і k_2 , V_1 і V_2 – коефіцієнти кінетичної енергії і середня швидкість повітря відповідно на початку і кінці виробки, м/с.

Звичайно дослідження ведуть на моделях горизонтальних виробок постійного перетину, що значно спрощує обчислення. У цьому випадку рівняння Бернуллі прийме вид

$$h = P_1 - P_2.$$

Витрата повітря у виробці може бути обчислена по вираженню

$$Q = K_n S V_u$$

де K_n – коефіцієнт поля швидкостей повітряного потоку у виробці. Приймається рівним 0,8;

S – площа поперечного перерізу виробки, м^2 ;

V_u – швидкість руху повітря в центрі виробки, яка розраховується по формулі

$$V_u = \sqrt{\frac{2h_o^u}{\rho}},$$

де h_o^u – динамічний тиск повітря в центрі перетину виробки.

5.2. Будова експериментальної установки

Робота виконується на дослідній установці (рис. 5.1) горизонтальної виробки, що складається з моделі, постійного перетину 2, виготовленої в масштабі 1:25 натуральної величини, розтруба 5, що забезпечує плавний вхід повітря в модель. За допомогою вентилятора 1 повітря засмоктується через розтруб у модель гірничої виробки і видається за межі установки. Модель виробки має трапецієвидну форму перетину, закріплена неповними кріпильними рамами із круглих стійок.

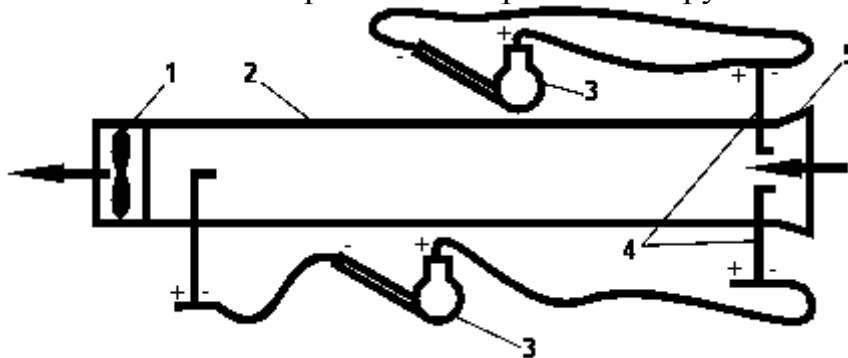


Рис. 5.1 – Схема експериментальної установки

Установка оснащена мікроманометром 3 і повітрявимірними трубками Піто-Прандтля 4, необхідними для виміру депресії виробки (нижня частина схеми) і динамічного тиску (верхня частина схеми).

Мікроманометр ММН-240 (рис. 5.2, 5.3) складається з резервуара 1, укріпленого на металевій плиті 2. Зверху резервуар герметично закритий кришкою, на якій змонтовано триходовий кран 3, регулятор нульового положення 4 і розташовано отвір із пробкою 5 для заливання спирту. Злив спирту проводиться через зливальний кран. Для установки мікроманометра в горизонтальне положення на плиті 2 є два рівні 6. До плити 2 шарнірно кріпиться кронштейн із вимірною трубкою 7, нижня частина якої за допомогою еластичної гумової трубки з'єднується з резервуаром 1.

Вимірною трубкою може бути встановлена на необхідний кут нахилу, для чого до плити прикріплена дуга 8, що має п'ять отворів із цифрами 0,2; 0,3; 0,4; 0,6 і 0,8, що позначають постійний множник приладу K . Чим він менше, тим більше похило розташовується трубка і тим точніше будуть виміри. Довжина шкали вимірною трубкою – 250 мм і кожний розподіл відповідає 1 мм.

Триходовий кран має три штуцери і відкритий отвір (що веде в атмосферу). Перший штуцер позначений знаком «+», другий – знаком «-». До третього приєднаний за допомогою гумової трубки верхній кінець вимірною трубкою 7. Триходовий кран може бути поставлений у нульове (рукоятка крана повернена проти годинникової стрілки до підпору) і робоче (рукоятка крана повернена за годинниковою стрілкою до підпору) положення.

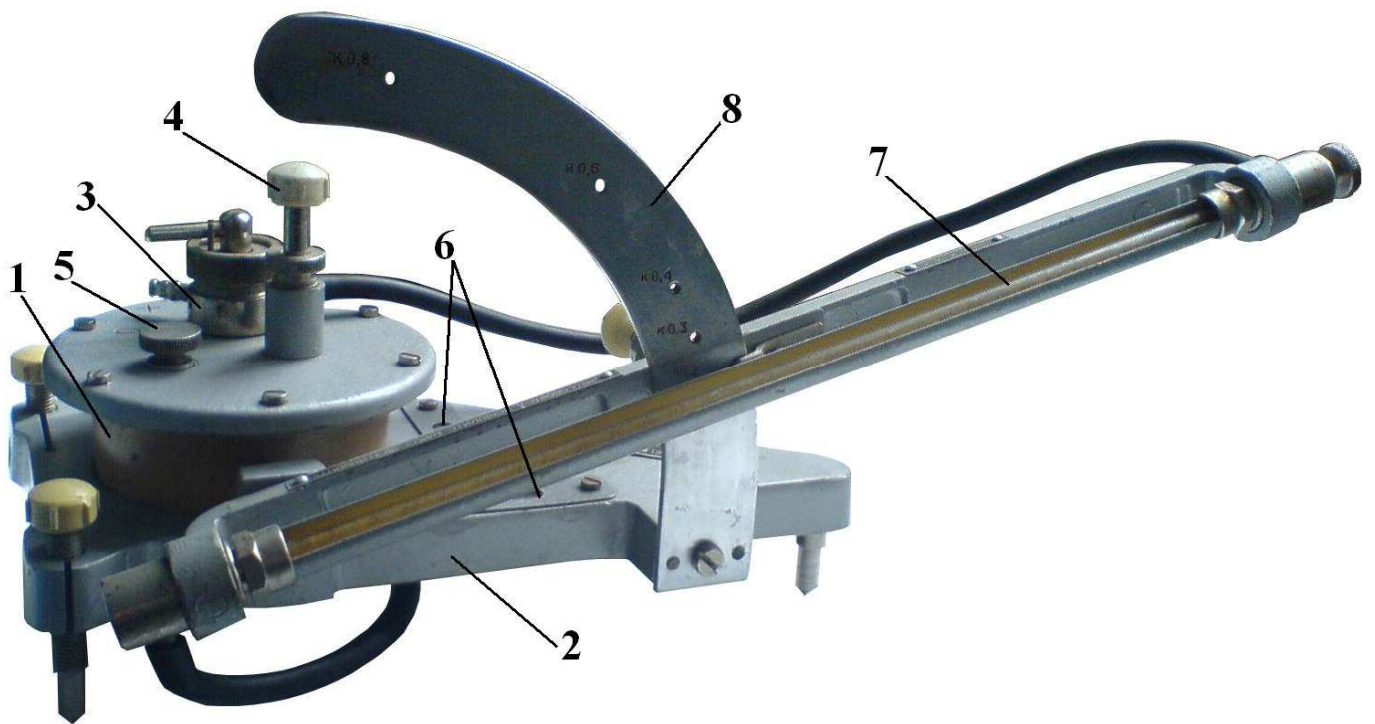


Рис. 5.2 – Мікроманометр ММН-240 – вид попереду

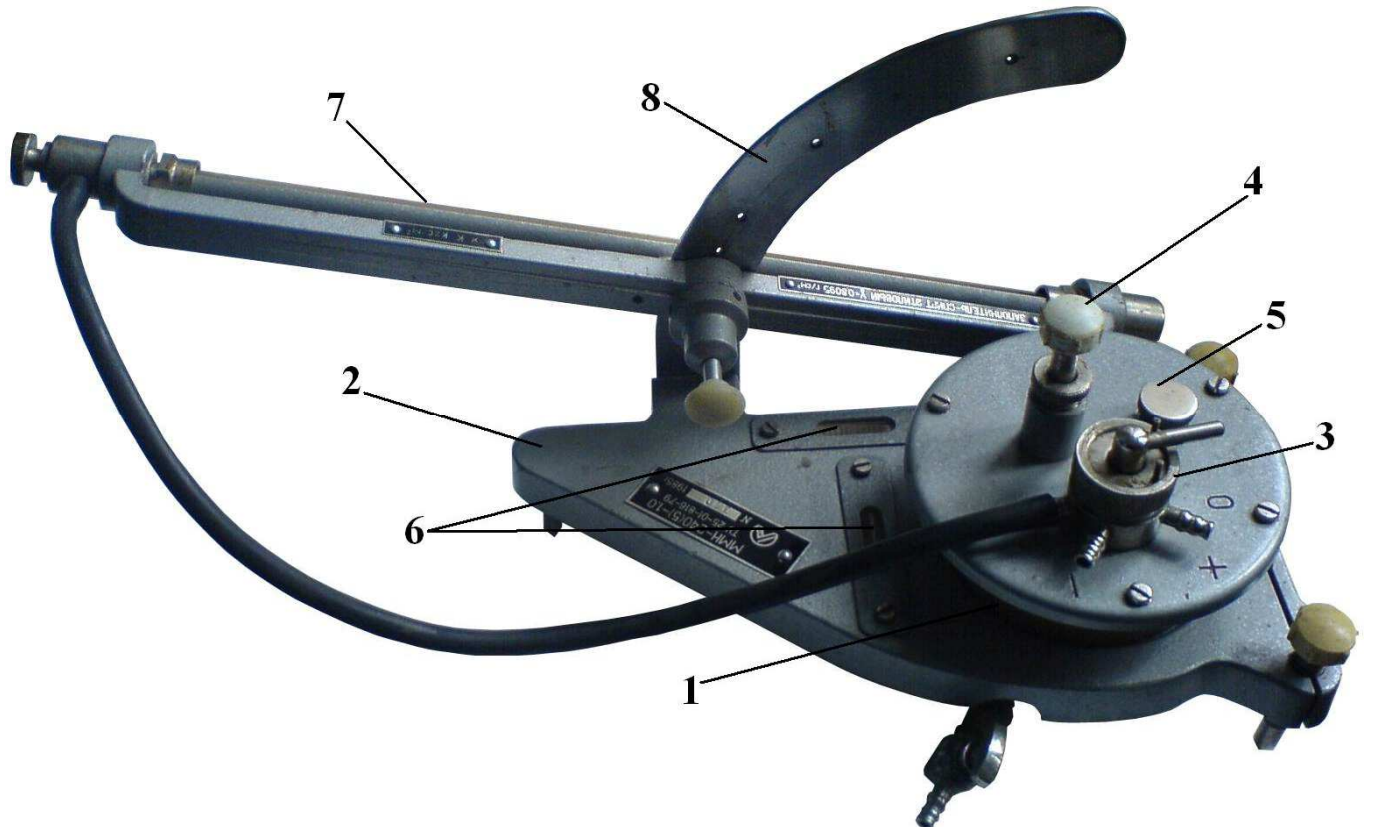


Рис. 5.3 – Мікроманометр ММН-240 – вид зверху позаду

В першому положенні, використовуваному для контролю нуля приладу, резервуар і вимірювальна трубка з'єднуються з атмосферою, а отвори до штуцерів «-» і «+» перекриваються. У другім положенні крана, використовуваному при вимірах, штуцер «+» з'єднується з резервуаром, штуцер «-» – через вилучення в тілі крана і третій штуцер за допомогою гумової трубки – з верхнім кінцем вимірювальної трубки. При цьому отвір, що веде в атмосферу, перекривається.

Повітрявимірвальна трубка Піто-Прандтля (рис. 5.4) складається з робочої частини – наконечника 1, державки 2 і двох штуцерів 3 («+» і «-») для приєднання її до мікроманометра при вимірах. Циліндричний наконечник має осьовий канал 4, який з'єднаний зі штуцером повного тиску P_n («+»), і кільцевий проріз 5, з'єднаний з іншим каналом, що веде до штуцера статичного тиску $P_{ст}$ («-»).

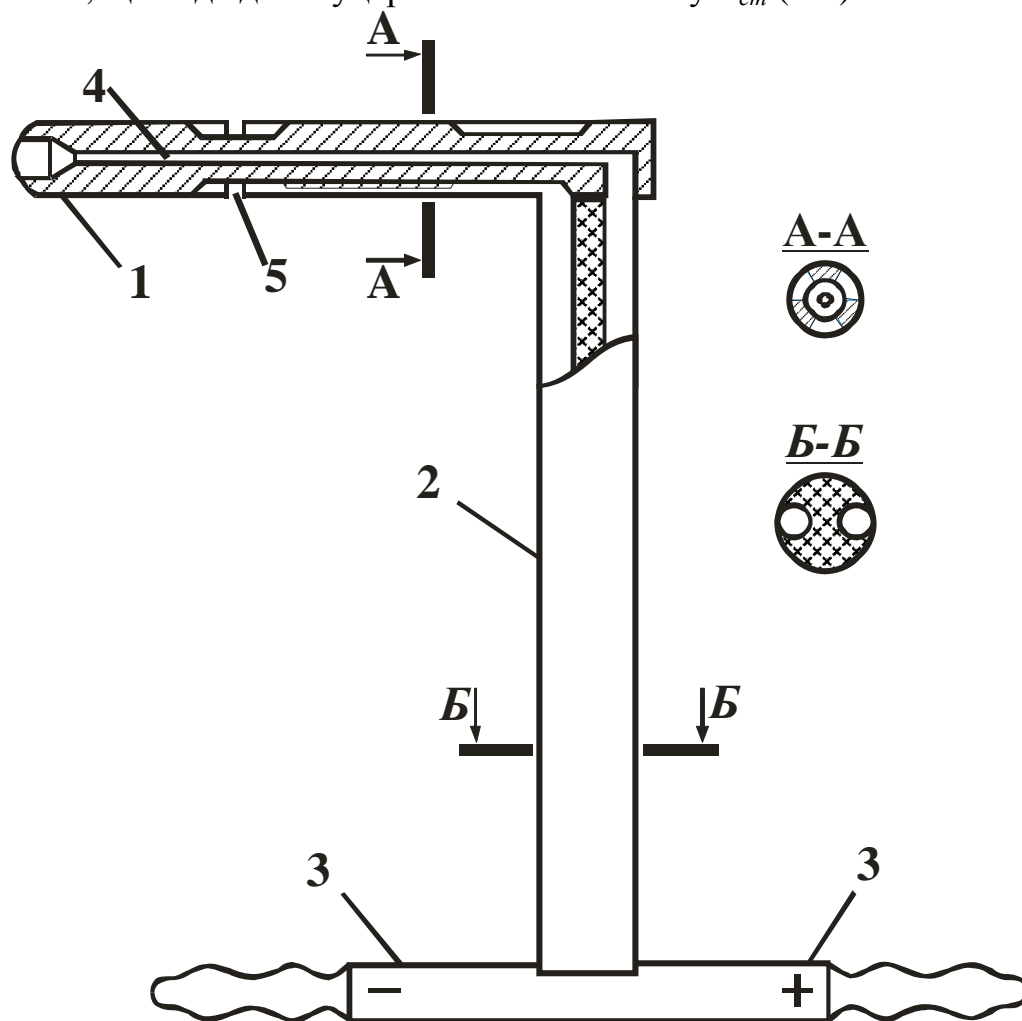


Рис. 5.4 – Воздухомерная трубка Пито-Прандтля

5.3. Порядок виконання роботи

Спочатку визначають розміри експериментальної ділянки, на якій вимірюють депресію: довжину робочої ділянки L , периметр U , висоту та ширину поперечного перерізу виробки, необхідні для визначення площі перетину S .

Потім ведеться підготовка приладів. Мікроманометр за допомогою опор установлюють у горизонтальнім положенні по рівнях. Рукоятку триходового крана повертають у положення для контролю нуля. За допомогою регулятора нульового положення меніск спирту у вимірювальній трубці встановлюють на нульовій оцінці шкали.

Повітрявимірвальні трубки вводять у модель виробки через спеціальні отвори на початку та кінці її робочої ділянки (рис. 5.1). Трубки розташовують по центру поперечного перерізу наконечником назустріч потоку повітря і закріплюють у горизонтальнім положенні.

Вимір депресії експериментальної ділянки ведуть у наступному порядку. Приєднують штуцери статичного тиску повітрявимірвальних трубок, встановлених на початку та кінці робочої ділянки виробки, за допомогою гумових

трубок відповідно до штуцерів «+» і «-» мікроманометра (рис. 5.1). При підключенні слід дотримуватися наступного правила: до штуцера «+» мікроманометра завжди слід підключати більший з двох тисків. Орієнтиром є місце розташування вентилятора і режим його роботи (нагнітання або усмоктування). Так, стосовно до нашої схеми (рис. 5.1), статичний тиск у повітрявимірjuвальній трубці перед вентилятором буде нижче, чим на початку виробки.

Для підвищення точності відліку показань мікроманометра вимірювальну трубку з положення $K=0,8$ переводять у положення з як можна меншим кутом нахилу, при яким довжина стовпчика спирту не перевищує довжини вимірювальної трубки.

Після приєднання повітрявимірювальних трубок рукоятку триходового крана повертають у положення для виміру.

З урахуванням виконаного приєднання, обмірюване значення депресії виробки знаходимо по формулі

$$h=9,81 \cdot l_m \cdot K \cdot \Pi \cdot K_m \cdot K_T$$

де l_m – показання мікроманометра, мм;

K – постійна мікроманометра;

Π – коефіцієнт, що враховує зміну щільності спирту залежно від міцності і температури, приймається по таблиці, прикладеній до паспорта мікроманометра;

K_m, K_T – поправочні коефіцієнти для мікроманометра і повітрявимірювальної трубки. Вони близькі до одиниці і приймаються по технічних паспортах приладів.

Для того щоб визначити швидкість руху повітря в центрі поперечного перерізу виробки (V_u) потрібно виміряти величину динамічного тиску повітряного потоку в центрі поперечного перерізу виробки (h_o^u).

Оскільки динамічний тиск дорівнює різниці повного і статичного тисків, то необхідно приєднати повітрявимірювальну трубку до штуцерів мікроманометра, як показано на верхній частині рис. 5.1 (штуцер «+» трубки приєднати до штуцера «+» мікроманометра, оскільки повний тиск більше статичного, а штуцер «-» трубки – до штуцера «-» мікроманометра).

Розрахунок величини динамічного тиску повітряного потоку в центрі поперечного перерізу виробки проводиться по вираженню

$$h_o^u = 9,81 \cdot l_m' \cdot K \cdot \Pi \cdot K_m \cdot K_T$$

де l_m' – показання мікроманометра при вимірі динамічного тиску, мм.

Після знаходження всіх необхідних величин, обчислюють значення коефіцієнта аеродинамічного опору і визначають режим руху повітря в моделі. Режим руху повітря у виробці характеризується числом Рейнольдса

$$Re = \frac{4V_{cp} S}{U \nu},$$

де V_{cp} – середня швидкість руху повітря у виробці, яка розраховується по формулі

$$V_{cp} = K_n V_u,$$

де $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{з}$ – кінематична в'язкість повітря.

5.4. Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи.
2. Короткий опис приладів: призначення, будова.
3. Короткий виклад методики проведення вимірів.
4. Результати вимірів і розрахунків.

6. ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ВИБУХОВОСТІ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ

6.1. Призначення приладів ПКО-1, ПКО-1М

Вибуховість вугільного пилю в лабораторній роботі визначається приладами ПКО-1 (рис. 6.1) або ПКО-1М. ПКО – прилад контролю осланцювання.

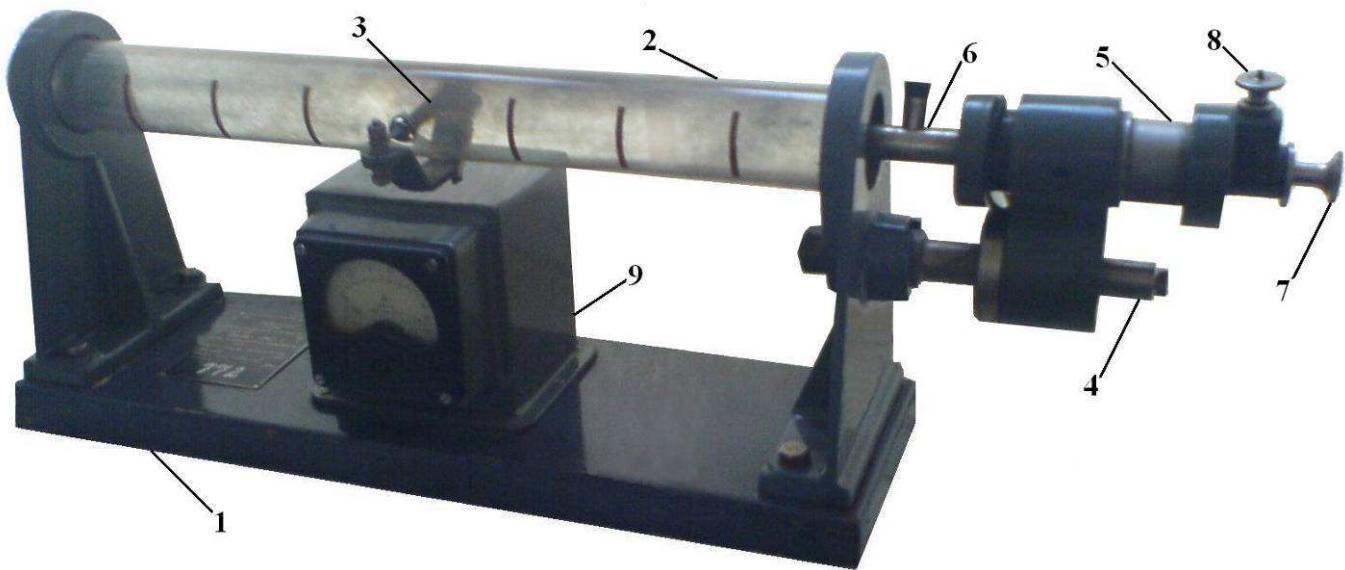


Рис. 6.1 – Зовнішній вигляд приладу ПКО-1

Прилади побудовані на принципі візуального спостереження висадження пилю, що викидається на розпечену спіраль. Вони складаються з основи 1 із двома кронштейнами, на яких кріпиться трубка 2 з тугоплавкого скла з нанесеними на неї розподілами. У трубці міститься нитка накаливання 3.

На одному із кронштейнів закріплений напрямний стрижень 4 механізму розпилення 5. По цьому стрижню механізм може відсуватися від трубки і повертатися убік, що необхідно при чищенні трубки від кіптяви та вугільного пилю. Механізм закріплюється на стрижні за допомогою стопорного гвинта. Він складається з корпусу, передньої і задньої кришок, сопла 6 з патрубком для завантаження пилю, поршня 7 із пружиною і стопорного пристрою 8.

Прилади включаються в електричну мережу за допомогою автотрансформатора, який служить для регулювання накаливання спіралі.

При визначенні ступеня вибуховості пилю, нитка накаливання повинна нагріватися до 1150°C . Температура спіралі контролюється по величині струму, що пропускається через неї, за допомогою амперметра 9 (ПКО-1) або неонових лампочок (ПКО-1М).

До приладу надаються лійка і мірна чашечка ємністю 0,6 г, що служать для засипання пилю в сопло механізму розпилення.

При випробуванні пилю поршень механізму розпилення відводиться в заднє крайнє положення до клацання стопора. Після цього пил з мірної чашечки засипається за допомогою лійки через патрубок у сопло механізму розпилення і патрубок щільно закривається гумовою пробкою. За допомогою автотрансформатора плавно збільшуються напруга, що підводиться до приладу, а отже, і сила струму, що протікає через спіраль накаливання, і температура спіралі.

Сила струму повинна відповідати температурі спіралі 1150°C. Значення сили струму для кожної спіралі зазначене на бирці, що прикріплена до неї.

При використанні приладу ПКО-1М для одержання необхідної сили струму повзунок автотрансформатора встановлюється в таке положення, при якому горить тільки одна неонові лампочка. Приблизно через 0,5-1 хв. після установки необхідної сили струму стопор механізму розпилення відтягається, під дією пружини поршень переміщується в крайнє положення, і пил викидається на спіраль.

6.2. Дослідження ступеня вибуховості вугільному пилу

На ступінь вибуховості вугільному пилу в гірничих виробках шахт в основному впливають: вихід летучих речовин, природна вологість, зольність, тонкість пилу, її концентрація в шахтній атмосфері, присутність метану, вологість виробок, властивості джерела запалення.

Проводячи досліди по дослідженню вибуховості пилу вугіль шарів з різним виходом летучих речовин і вимірюючи довжину спостережуваного полум'я, можна орієнтовно визначити ступінь вибуховості пилу.

Ступінь вибуховості визначається по довжині полум'я при вибуху проби в скляній трубці довжиною 40 см і діаметром 45 мм, усередині якої є запальне обладнання – кварцова трубка, обмотана платиновою спіраллю.

Кожна проба пилу з певним виходом летучих речовин випробовується п'ять раз. Якщо хоча б одне з випробувань призвело до появи полум'я довжиною більш 0,5 поділки, то пил вважається вибуховим.

На шахтах проводяться наступні заходи щодо попередження вибухів пилу: зрошення, осланцювання, побілка, обмивка, установка водяних і туманоутворюючих завіс. Засобом локалізації вибухів є установка водяних і сланцевих заслонів.

6.3. Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи.
2. Фактори, що справляють вплив на ступінь вибуховості вугільному пилу в гірничих виробках шахт, заходи щодо боротьби з пилом.
3. Короткий опис приладів: призначення, будова, принцип дії.

7. ВИВЧЕННЯ БУДОВИ АНЕМОМЕТРА АПР-2 І ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ В ШАХТАХ І РУДНИКАХ УСІХ КАТЕГОРІЙ

7.1 Призначення і технічна характеристика

Анемометр переносний рудничний АПР-2 призначений для виміру середньої швидкості повітряного потоку в шахтах і рудниках усіх категорій по газу в діапазоні від 0,2 до 20 м/с. Абсолютна погрішність виміру швидкості повітряного потоку, не більш $(0,1 + 0,05 V)$.

Анемометр визначає середнє значення швидкості повітряного потоку за інтервал часу в діапазоні від 10 до 999 с. Поточне значення тривалості інтервалу виміру в секундах безупинно відображається на цифровому індикаторі анемометра в процесі проведення виміру.

Анемометр дозволяє також обчислити середньозважене значення швидкості повітряного потоку ряду послідовно виконаних вимірів. Інформація про окремі виміри накопичується в пам'яті анемометра до завершення виміру і використовується для обчислення результату. При цьому тривалість окремих вимірів може бути довільною. Результат зберігається в пам'яті приладу після його вимикання до початку наступної серії вимірів і може бути в будь-який момент виведений на індикатор.

Анемометр відображається зниження напруги батареї живлення, при її розряді нижче встановленої норми. Анемометр живиться від чотирьох елементів типу АЗ16, що забезпечують його безперервну роботу протягом не менш 750 годин.

Кількість послідовно зроблених вимірів швидкості, що допускає обчислення їх середнього значення, не більш 6.

Габаритні розміри, мм:

с висунутою штангою – 500x70x50;

с прибралим у корпус перетворювачем – 310x70x55.

Маса анемометра, не більш 0,6 кг.

7.2 Будова і принцип дії

Анемометр складається із двох блоків: первинного перетворювача 1 і вимірювального блоку 4 (рис. 7.1).

Для кожного екземпляра первинного перетворювача визначається його індивідуальна градуіровочна характеристика. Коефіцієнти цієї характеристики кодуються дворозрядним кодом. Код вводиться в електронний блок і автоматично використовується при обчисленні результатів виміру середньої швидкості повітря.

Первинний перетворювач розміщений у корпусі з ударостійкої пластмаси. У циліндричній частині корпусу встановлена шестилопатна крильчатка з алюмінієвого сплаву із плоскими лопатами, закрученими на кут 45 градусів. Вона посаджена на вісь, опори якої виконані з агату і вмонтовані в латунні підп'ятники. У основі корпусу закріплена котушка індуктивності, намотана на кільцевому феритовому сердечнику.

Первинний перетворювач за допомогою уніфікованого штирового з'єднувача з'єднується з висувною штангою 2 і кріпиться до неї накидною гайкою 3. Висувна штанга 2 виконана з тонкостінної труби. У ній розміщений спіральний провідник, що з'єднує за допомогою з'єднувача первинний перетворювач 1 з вимірювальним блоком 4 анемометра.

У корпусі вимірювального блоку з ударостійкої пластмаси розміщені електронна схема, джерело живлення, кнопки керування 5 (ліва) і 6 (права) на лицьовій панелі вимірювального блоку і висувна штанга 2. У неробочім положенні анемометра первинний перетворювач всувається в спеціальну нішу корпуса, що надійно захищає його від ушкодження. У верхній частині кришки корпуса розташоване оглядове віконце, призначене для спостереження за показаннями індикатору 7. У ручці корпуса розташований відсік живлення, який закривається кришкою із гвинтом. Електронна схема змонтована на платі.



До анемометра додається подовжувач висувної штанги. Він виготовлений з тонкостінної труби, на кінцях якої вмонтовані з'єднувачі. З'єднання подовжувача з вимірювальним блоком і первинним перетворювачем здійснюється за допомогою різьбової втулки і накидної гайки.

Анемометр має дві кнопки для керування: ліву 5 і праву 6. Ліва кнопка з фіксацією, служить для вмикання і вимикання живлення анемометра. Права кнопка без фіксації, служить для керування режимами роботи анемометра.

Електронна схема анемометра містить:
вузол формування вхідного сигналу;
вузол мікроконтролера;
вузол контролю напруги джерела живлення.

Рис. 7.1 – Анемометр АПР-2

Вузол формування вхідного сигналу містить автогенератор, коливальний контур якого містить у собі котушку індуктивності, розташовану в основі пластмасового корпуса первинного перетворювача 1.

Вузол мікроконтролера виконує наступні функції:

- введення і зберігання градуіровочного коду і його контроль у період експлуатації;
- контроль стану обертання крильчатки, визначення тривалості інтервалу вимірів;
- обчислення і індикацію середньої за інтервал виміру швидкості повітряного потоку та ін.

Вузол контролю напруги джерела живлення видає сигнал про зниження напруги батареї елементів живлення нижче встановленої норми внаслідок її розрядки в процесі експлуатації або зберігання.

Робота анемометра заснована на тахометричному принципі перетворення швидкості повітряного потоку в частоту електричного сигналу за допомогою металевої крильчатки, кутова швидкість обертання якої лінійно залежить від швидкості повітряного потоку, що набігає. При цьому її лопати перетинають магнітне поле котушки індуктивності і вносять в неї активні втрати, що використовується для формування послідовності імпульсів напруги, частота проходження яких також лінійно зв'язана зі швидкістю повітряного потоку.

Середня швидкість повітряного потоку автоматично обчислюється як частка від ділення суми числа імпульсів напруги первинного перетворювача, утвореної за час виміру, на суму числа імпульсів тактового генератора, що є числовим вираженням тривалості вимірювального інтервалу. Початок і кінець кожного виміру задаються оператором короткочасними натисканнями на кнопку керування б.

На лицьовій панелі вимірювального блоку нанесено наступне маркування: знак затвердження типу анемометра; найменування організації-виготовлювача; діапазон і одиниця виміру; порядковий номер по системі нумерації виготовлювача; рік виготовлення; рівень і вид вибухозахисту; номер сертифіката МакНДІ; ступінь захисту корпусу від впливу зовнішнього середовища; параметри вибухозахисту джерела живлення; порядок укладання елементів живлення.

7.3 Порядок роботи

Вимір швидкості повітряного потоку проводиться в наступному порядку:

1. Увімкніть анемометр лівою кнопкою 5. На індикаторі повинен з'явитися напис U1.

2. Висуньте первинний перетворювач із корпусу анемометра до упору і внесіть його в повітряний потік, що контролюється. Натисніть і відпустіть праву кнопку. Момент відпускання правої кнопки відповідає початку інтервалу виміру. При цьому починає відображатися поточний час від початку виміру в секундах.

При необхідності одержання середньої по перетину гірничої виробки швидкості руху повітря переміщайте крильчатку анемометра АПР-2 аналогічно як при вимірі механічними анемометрами.

3. Для закінчення виміру натисніть і втримуйте праву кнопку. При цьому відображається тривалість інтервалу виміру в секундах. Відпустіть праву кнопку, і на індикаторі анемометра з'явиться результат виміру швидкості повітряного потоку. Його значення слід помножити на поправочний коефіцієнт (як і при вимірі середньої швидкості механічним анемометром), що враховує спосіб виміру («перед собою», «у перетині»). Якщо анемометр використовується з подовжувачем штанги, то поправочний коефіцієнт дорівнює одиниці.

4. Вимкніть анемометр лівою кнопкою.

Виконання ряду послідовних вимірів швидкості повітряного потоку (зазвичай трьох) з обчисленням її середнього значення, проводиться в наступному порядку:

5. Виконайте перший вимір відповідно до пп 1, 2, 3.

6. Не вимикаючи анемометр, натисніть і утримуйте праву кнопку. На індикаторі з'явиться напис U2. Момент відпускання правої кнопки відповідає початку другого інтервалу виміру.

7. Для закінчення другого виміру натисніть і втримуйте праву кнопку. При цьому відображається тривалість другого інтервалу виміру в секундах. Відпустіть праву кнопку – на індикаторі анемометра з'явиться результат другого виміру.

8. Виконайте необхідну кількість вимірів швидкості повітряного потоку, послідовно повторюючи дії пп 6, 7. На індикаторі замість напису U2 повинні з'явитися відповідно написи U3, U4 і т.д.

9. Вимкніть анемометр лівою кнопкою і відразу ж натисніть і утримуйте праву кнопку. На індикаторі з'явиться середнє значення швидкості ряду зроблених вимірів. Відпустіть праву кнопку, після чого повинен відображатися напис про кількість зроблених вимірів. Наприклад, якщо було зроблено три виміри, то з'явиться напис

Ус3. Помноживши значення швидкості на поправочний коефіцієнт, одержимо середню швидкість руху повітряного потоку з урахуванням способу її виміру.

7.4 Зміст звіту

1. Призначення приладу і основні параметри його технічної характеристики.
2. Будова і принцип дії анемометра; порядок роботи із приладом.
3. Результати вимірів середньої швидкості руху повітряного потоку у виробці і визначення витрати повітря.

8. ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПИЛУ В ПОВІТРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ «АЭРА»

8.1 Загальні положення

У вугільних шахтах при виробничих процесах, що супроводжуються утворенням або виділенням пилу, повинен здійснюватися контроль його концентрації відповідно до «Інструкції з виміру концентрації пилу в шахтах і обліку пилових навантажень» до «Правил безпеки у вугільних шахтах».

Відбір проб повітря на підприємствах по збагаченню і брикетуванню вугілля, для аналізу на запиленість у зоні перебування обслуговуючого персоналу, повинен проводитися при роботі устаткування і технологічному режимі, що установився, відповідно до «Типового положення про організацію контролю над дотриманням пилогазового режиму на підприємстві», що є складовою частиною «Правил безпеки на підприємствах по збагаченню і брикетуванню вугілля».

Концентрація пилу в повітрі гірничих підприємств (запиленість повітря) вимірюється в міліграмах маси пилу в кубічному метрі повітря ($\text{мг}/\text{м}^3$). На вугільних шахтах, в залежності від мети виміру, визначаються максимальна разова (оперативний пиловий контроль) або середньозмінна (періодичний пиловий контроль) концентрація всьому пилу, що витає, у повітрі гірничих виробок.

Значення середньозмінної концентрації пилу використовуються для оцінки умов праці по пиловому факторі і обліку пилових навантажень на робітників. Значення максимально разової концентрації пилу використовується для оцінки ефективності знепилювальних заходів.

Виміри концентрації пилу в шахтах проводяться аспіраційними приладами (пробовідбірниками) епізодичної дії або переносними пиломірами, допущеними для застосування у вугільних шахтах. Для періодичного пилового контролю в шахтах можна застосовувати індивідуальні пробовідбірники. Зміст пилу в повітрі виробничих приміщень збагачувальних і брикетних фабрик контролюється за допомогою аспіраційних приладів.

8.2 Призначення, принцип дії і будова

Аспіратор ежекторний рудничний автоматичний «АЭРА» призначений для відбору проб повітря з метою наступного визначення запиленості повітря ваговим методом.

Дія приладу заснована на просмоктуванні необхідного об'єму запиленого повітря із заданою швидкістю через фільтр пилового патрона за допомогою ежекційного обладнання, яке приводиться в дію стисненим повітрям.

Прилад «АЭРА» (рис. 8.1) складається з балона для стисненого повітря 1, обладнаного вентилем, редуктора 4 із запобіжним клапаном 5, перекидного клапана 7 і ежектора 8 із трубкою Вентурі 14, автоматичного регулятора об'єму

повітря, що відсмоктується 10, пилового патрона (алонжа) 9. Для контролю тиску стисненого повітря використовується манометр 6, а для обліку тривалості просмоктування повітря через пиловий патрон (алонж) використовується секундомір 16.

Стиснене повітря з балона через сполучний штуцер 3 при відкритті вентиля 2 надходить у редуктор 4, де тиск повітря знижується до 0,7 МПа (7 кгс/см²). Редуктор має запобіжний клапан 5, відрегульований до 10-12 МПа (100-120 кгс/см²). Тиск повітря в балоні контролюється манометром 6. З редуктора повітря через перекиривний клапан 7 надходить в ежектор 8, який здійснює просмоктування запиленого повітря через пиловий патрон (алонж) 9 і автоматичний регулятор об'ємної витрати повітря 10. Одночасно з подачею повітря в ежектор включається секундомір 16, який фіксує час відбору проби.

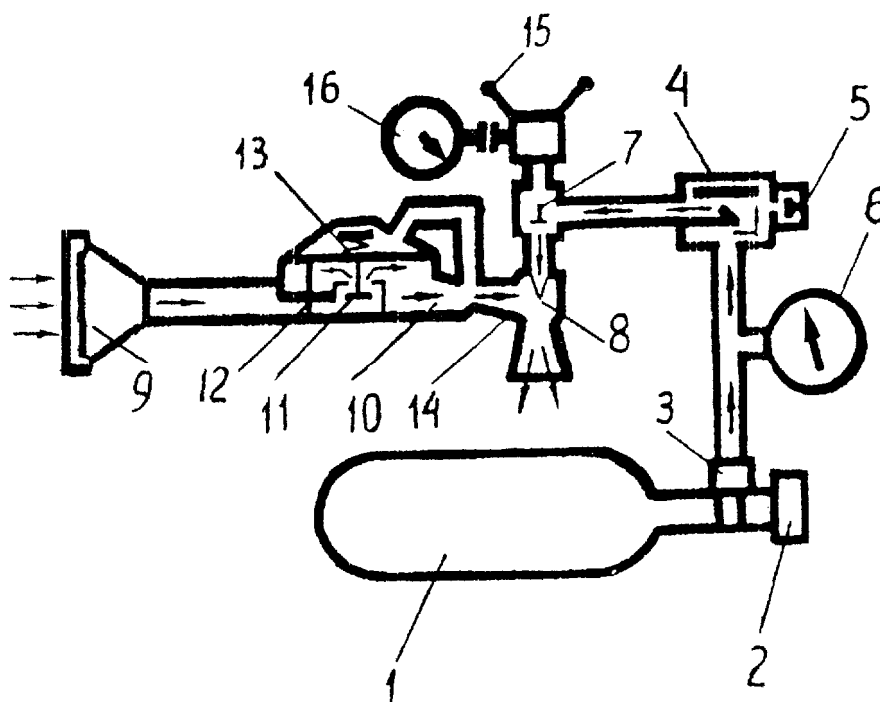


Рис. 8.1 – Автоматичний ежекторний рудничний аспіратор АЭРА

Автоматичний регулятор потоку 10 призначений для того, щоб підтримувати постійну величину об'ємної витрати повітря (20 л/хв) незалежно від зміни аеродинамічного опору пилового патрона (алонжа) 9, а також від тиску перед його соплом. Автоматичний регулятор 10 складається з корпусу, клапана 11, мембрани 12, пружини, що регулює 13 і регулюючої голівки. До автоматичного регулятора приєднана трубка Вентурі 14 з ежектором 8.

Принцип дії регулятора полягає в тому, що при деякій збільшенні (зменшенні) витрати повітря щодо його номінального значення (20 л/хв) перепад тиску в трубці Вентурі збільшується (зменшується) і зрушує мембрану 12 і клапан 11 догори (вниз), зменшуючи (збільшуючи) тим самим прохідний перетин для потоку повітря і повертаючи його витрату до номінального значення.

Ежектор 8 призначений для просмоктування повітря через пиловий патрон (алонж) 9. Трубка Вентурі служить для створення перепаду тиску повітря по обидві сторони мембрани 12 у регуляторі витрати повітря. Усмоктувальна камера ежектора 8 приєднується до трубки Вентурі.

Сталевий дволітровий балон 1 має вентиль 2. Він приєднується до системи приладу за допомогою накидної гайки 3, що самоущільнюється. Балон наповнюється повітрям, стислим до тиску 20 МПа (200 кгс/см²). Манометр 6 на 30 МПа (300 кгс/див²) показує тиск повітря в балоні. Гумовий шланг довжиною до 1,5 м служить для приєднання патрона (алонжа) до системи приладу.

Прилад «АЭРА» змонтований у дюралюмінієвому футлярі. Для перенесення він оснащений ручкою, а для користування при відборі проб – нашійним ременем.

Пил із приладу, що просмоктується через систему, осаджується на фільтрі, що міститься в пиловому патроні або алонжі. Алонжі (8 шт.) розміщуються на кришці футляра і закриваються запобіжним щитком.

Для спорядження пилових патронів широко застосовують тканині фільтри АФА-ВП-20 або АФА-ВП-10, що виготовляються з матеріалу ФПП-15. Фільтри мають високу ефективність пилотримання, гідрофобні, не руйнуються кислотами, лугами і відрізняються невеликим аеродинамічним опором (15-20 Па при витраті 1 л/с через площу в 1 см²). При відборі проб пилу вони встановлюються в спеціальний патрон, зроблений з антикорозійного матеріалу (рис. 11.2).

Фільтри АФА-ВП-20 закріплюють у патроні спеціальною пружинною гайкою, а АФА-ВП-10 – касетою. Скляні алонжі заправляють фільтром з медичної гігроскопічної вати (рис. 11.3).

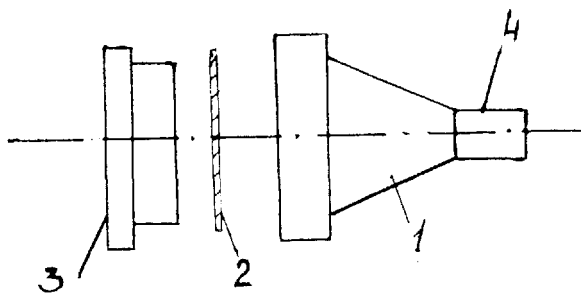


Рис. 8.2 – Патрон з тканим фільтром

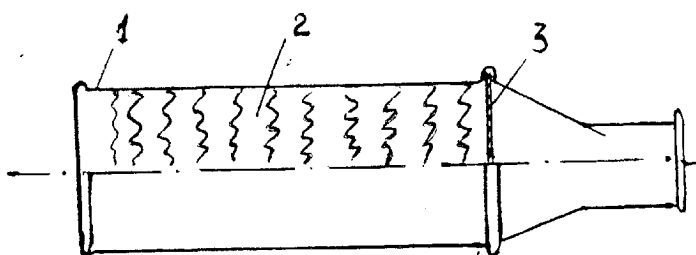


Рис. 8.3 – Алонж

Технічна характеристика приладу:

1. Об'ємна витрата, що просмоктується через алонж або пиловий патрон – 20 л/хв;
2. Запас стисненого повітря в балоні при тиску 20 МПа (200 кгс/см²) – 400 л;
3. Кількість фільтрів до приладу – 100 шт., алонжів – 8 шт.;
4. Габаритні розміри – 410x25x130 мм;
5. Маса приладу в спорядженому виді – 7,6 кг;
6. Коефіцієнт ежекції не нижче 5.

8.3. Підготовка приладу до відбору проб

Перед відбором проб прилад «АЭРА» приводять у стан готовності, який полягає в наступному.

1. Запасний балон наповнюють стисненим повітрям до тиску 20 МПа і встановлюють у прилад на місце спорожненого. Зміну балону роблять так: відкручують з'єднання, що самоущільнюється, рукою і замість знятого балону укладають наповнений і щільно затягують гайку.

2. Перевіряють герметичність системи високого тиску. Для цього потрібно поставити ручку перемикача в положення «вимкнено» і відкрити вентиль балона, що приведе до заповнення системи стисненим повітрям. Помітивши по манометру величину тиску в балоні, закривають вентиль. Якщо спостереження (протягом 60 с)

покаже, що тиск по манометру залишився незмінним або знизився не більше ніж на 5 МПа, то система вважається герметичною. А якщо ні, то необхідно відшукати місце витоку повітря, герметизувати його і повторити перевірку. Після цього випускають стиснене повітря із системи приладу, для чого ручку перемикача переводять на якийсь час у положення «ввімкнено» і повертають у первісне положення («вимкнено»).

3. Заводять секундомір, включають його і через якийсь час виключають. Після цього, не скидаючи стрілки секундоміра на «нуль», укладають секундомір у гніздо. При цьому ручка перемикача повинна перебувати в положенні «вимкнено».

4. Пиловий патрон з фільтрами і алонжі, попередньо зважені (фільтри і алонжі) кожний окремо, укладають разом з гумовим шлангом у корпус футляра. При цьому алонжі укладають у затиски кришки в спорядженому виді.

5. Закривають кришку приладу і замикають її на замки. У випадку, якщо загальна кількість проб, яку необхідно відібрати за одну зміну, вимагає прососу більш 2000 літрів повітря, береться один або кілька запасних балонів зі стисненим повітрям і додатково необхідна кількість алонжів у касетах або ящиках. Крім приладу «АЭРА», пробонабірщик бере із собою затиск для алонжів.

8.4 Підготовка фільтрів до набору проб пилу

При використанні фільтрів АФА-ВП-10 або АФА-ВП-20 проводять їхню підготовку в такий спосіб.

Фільтри нумерують і зважують на аналітичних вагах з погрішністю 0,0001 г, попередньо витримавши їх в упакуванні не менш 20 хв.

Масу фільтруючого елемента визначають у наступній послідовності. Фільтр із захисними кільцями і пакетиком з кальки витягають із паперової касети (при цьому з останньої знімають стягуюче гумове кільце), розвертають пакетик, розкривають половинки захисних кілець і за допомогою пінцета встановлюють фільтруючий елемент на середину чашки ваг. Фільтр не повинен виступати за краї чашки ваг. Недотримання цього правила, через наявність на фільтрі статичного заряду, може привести до грубих погрішностей при визначенні маси. Фільтри АФА-ВП-20 перед зважуванням рекомендується скласти пінцетом учетверо.

Зважені фільтри за допомогою пінцета обережно розпрямляють, вкладають у захисні кільця і поміщають у пакетик з кальки. Номер кожного фільтра записують на виступаючій частині захисних кілець, отриману масу з точністю до четвертого десяткового знака заносять у журнал. До місця відбору проб фільтри доставляють у паперових касетах, обтягнутих гумовими кільцями.

При підготовці до виконання вимірів з використанням ватяних фільтрів необхідно підготувати алонжі до роботи в такий спосіб.

Скляні алонжі перед спорядженням спочатку промити хромовою сумішшю, а потім кілька раз дистильованою водою, висушити, протерти спиртом і пронумерувати. Зібрати алонжі згідно рис. 8.3. Для цього на внутрішньому кільцевому виступі алонжа поміщають сітку-кружок діаметром 20-23 мм, а потім поверх сітки – гігроскопічну вату масою близько 0,5 г. Перед заповненням алонжів ватою, необхідно руки ретельно вимити водою з милом і протерти спиртом. Вату попередньо злегка «розплющують» і вкладають у кілька приймань, розташовуючи волокна кільцеподібно і по можливості рівномірно, щоб не було зазорів і каналів, по яких міг би проскочити пил. Висота фільтруючого шару повинна бути в межах 30-50 мм.

Алонжі сушать до постійної маси в сушильній шафі при температурі ($105 \pm 2^\circ\text{C}$), а гумові заглушки поміщають в окрему коробочку. Після охолодження алонжі зважують відкритими на аналітичних вагах з погрішністю 0,0001 г. Результати зважування заносять у журнал.

Після зважування алонжі поміщають у сушильну шафу на 2-2,5 години, потім охолоджують в ексікаторі і зважують на тих же вагах. Різниця між даними першого і другого зважування не повинна перевищувати 0,0002 г. При необхідності окремі алонжі піддають ще одній контрольній перевірці. Якщо і у цьому випадку постійності маси не буде досягнуто, алонжі перезаряджають. Результати зважування заносять у журнал. Закриті алонжі зберігають у спеціальних ящиках, у яких їх транспортують до місця відбору проб повітря.

Об'єм повітря, що аспірується і вибір фільтра залежить від передбачуваної концентрації пилу і визначається, по суті, необхідністю накопичення на фільтрі такої кількості пилу, яке достатньо для надійного зважування з погрішністю 0,0001 г і не перевищує пилоємкості застосовуваного фільтра.

У кожній точці відбирають не менш двох паралельних проб, фіксуючи при цьому температуру в місці відбору проб і атмосферний тиск.

При концентрації пилу в шахтнім повітрі до $500\text{-}600\text{ мг/м}^3$ рекомендується при відборі проб застосовувати фільтри АФА-ВП-10 (АФА-ВП-20) з фільтроутримачем (рис. 8.2). При концентрації пилу в шахтнім повітрі більш 600 мг/м^3 рекомендується при відборі проб застосовувати ватяні фільтри, що поміщають в скляні алонжі (рис. 8.3).

8.5 Відбір проб повітря на запиленість

Для відбору проб повітря за допомогою «АЭРА» необхідно виконати в наведеній нижче послідовності ряд операцій.

1. Надягти нашійний ремінь і відкрити кришку приладу.
2. Зняти один кінець гумового шланга зі штуцера-заглушки і відкрити вентиль приладу.
3. Дістати пиловий патрон, вставити в нього фільтр і на вузький кінець патрона надягти гумовий шланг. При використанні алонжа, дістати його із затиску, відкрити пробки і на вузький кінець алонжа надягти гумовий шланг.
4. Ввести пиловий патрон (або алонж) у зону виміру запиленості повітря.
5. Повернути ручку перемикача в положення «ввімкнено». Одночасно поворотом рукоятки автоматично включається секундомір і ежектор. Повітря з об'ємною витратою 20 л/хв буде просмоктуватися через пиловий патрон (або алонж).
6. Після закінчення прийнятого часу відбору проби (по секундоміру) перевести рукоятку в положення «вимкнено», виключивши одночасно секундомір і ежектор.
7. Записати показання секундоміра, час і місце відбору проби, номер фільтра (алонжа) і укласти фільтр (алонж) на місце їх зберігання в приладі.

Тривалість відбору проби повинна становити не менш 30 хв. Якщо відбір наступної проби буде проводитися поблизу від місця попереднього набору, то прилад може переноситися з відкритим вентилям балона. При перенесенні приладу на значну відстань необхідно закрити вентиль балона, випустити повітря із приладу, повернути ручку перемикача в положення «ввімкнено», повернути ручку перемикача після випуску повітря в положення «вимкнено», укласти гумовий шланг

у корпус футляра і вільний кінець шланга надягти на штуцер-заглушку, закрити кришку футляра на замки.

8.6 Місця і періодичність відбору проб

Виміру концентрації пилу в повітрі гірничих виробок проводяться спеціально навченими особами відповідно до графіка, що складається начальником ділянки ВТБ. При періодичному пиловому контролі, результати якого використовуються для оцінки умов праці по пиловому факторі і обліку пилових навантажень, пробонабірник повинен розташовуватися, як правило, у зоні подиху працюючого, але не далі 0,5 м від його особи.

При оперативному пиловому контролі, результати якого використовуються для оцінки ефективності знепилюючих заходів, виміри концентрації пилу повинні проводитися при виконанні основних виробничих процесів. Періодичність вимірів – не рідше одного разу на місяць. Відбір проб пилу повинен проводитися в гірничих виробках висотою до 2 м на середині висоти виробки, а у виробках висотою більш 2 м – на висоті 1,5 м від ґрунту.

В очисних виробках пологих шарів, поділених елементами кріплення на окремі дороги, відбір проб проводиться в центрі перетину тієї дороги, на якій переважно перебувають люди.

Замірний перетин повинний розташовуватися в наступних місцях залежно від типу джерел пилу:

- при виїмці вугілля комбайнами на пологих і похилих шарах – в 10-15 м від комбайна по напрямку руху повітря;
- при виїмці вугілля комбайнами на крутих шарах – у вентиляційному штреку в 10-15 м від лінії вибою;
- при виїмці вугілля стругами на пологих і похилих шарах – у лаві в 10-15 м від вентиляційного штреку;
- при щитовій виїмці крутих шарів – на робочім місці машиніста;
- при проведенні підготовчих виробок – в 25-30 м від вибою;
- у конвеєрних виробках – в 10-15 м від кожного пункту перевантаження вугілля по напрямку руху повітря.

Допускається при виїмці тонких пологих і похилих шарів виміри концентрації пилу проводити у вентиляційному штреку в 20-25 м від лінії вибою.

Патрон (або алонж) при відборі проби пилу необхідно розташовувати так, щоб його осьова лінія перебувала в горизонтальній площині, а лінія входу в патрон (алонж) була перпендикулярна напрямку руху повітряного потоку у виробці.

У випадку, коли робочі процеси або операції супроводжуються викидом великих часток, при наявності капежу і інших перешкод, а також при швидкості руху повітря більш 2 м/с, вхідний отвір патрона (алонжа) повинен бути спрямованим вниз.

При вимірах запиленості повітря у виробничих приміщеннях пилосбірники-фільтри рекомендується встановлювати на спеціальних штативах на висоті 150-160 см, відповідній до росту людини. Періодичність контролю запиленості повітря виробничих приміщень збагачувальних і брикетних фабрик – не рідше 1 рази на місяць.

8.7 Обробка фільтрів із пробами пилу

Після проведення вимірів запиленості повітря, фільтри із пробами доставляють у лабораторію і витримують протягом 30-40 хв для прийняття температури кімнати і встановлення рівноваги по волозі повітря.

Визначення приросту ваги роблять на тих самих аналітичних вагах при строгім дотриманні первісних умов зважування.

При відборі проб з використанням фільтрів АФА-ВП-10 або АФА-ВП-20, перед зважуванням фільтр звільняють від пакета і виймають із захисних кілець. Фільтри АФА-ВП-10 обережно розпрямляють і кладуть на середину чашки ваг чистою стороною вниз, а фільтри АФА-ВП-20 складають учетверо за допомогою пінцета. Зважують фільтри з пилом з погрішністю 0,0001 г і результати заносять до журналу.

Якщо відбір проб роблять при умовах відносної вологості, що дорівнює 100 %, то фільтри і алонжі спочатку протягом двох годин витримують над осушувачем для видалення капельнорідкої вологи, а потім визначають їхню масу.

Маса пилу на фільтрах повинна бути в межах: для фільтра АФА-ВП-10 – від 2 до 25 мг, для фільтра АФА-ВП-20 – від 4 до 50 мг. Якщо маса пилу на фільтрі менше або більше зазначеної, то проба бракується і повинні бути вжиті заходи для повторного відбору проб. Маса пилу в алонжі повинна бути в межах від 15 до 100 мг, а якщо ні, то проба бракується і проводиться повторний відбір.

Результати вимірів запиленості шахтного повітря оформляють повідомленням і заносять до журналу.

8.8 Зміст звіту

1. Призначення, принцип дії і будова приладу «АЭРА».
2. Підготовка приладу до відбору проб.
3. Порядок відбору проб повітря на запиленість.
4. Місця і періодичність відбору проб.

