

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
НА ТЕМУ: «ТЕПЛОВІ ЗЙОМКИ, ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИКА
ЇХ ВИКОНАННЯ»**

Дніпропетровськ
2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аерології та охорони праці

ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
НА ТЕМУ: «ТЕПЛОВІ ЗЙОМКИ, ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИКА
ЇХ ВИКОНАННЯ»

для студентів напряму підготовки «Гірництво»

Дніпропетровськ
НГУ
2013

Промислова вентиляція та кондиціонування повітря. Методичні рекомендації до практичного заняття та самостійної роботи на тему: «Теплові зйомки, організація та методика їх виконання» для студентів напряму підготовки «Гірництво» / І.А. Шайхлісламова, С.О. Алексеєнко, О.А. Муха. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 41 с.

Автори:

І.А. Шайхлісламова, канд. техн. наук, доц. (розділи 1, 2, 5, 11–13);

С.О. Алексеєнко, канд. техн. наук, доц. (розділи 6–10);

О.А. Муха, канд. техн. наук, доц. (розділи 3, 4).

Затверджено до видання редакційною радою Державного ВНЗ «НГУ» (протокол № 12 від 16.12.2012), методичною комісією за напрямом підготовки «Гірництво» (протокол № 2 від 14.11.2012) за поданням кафедри АОП (протокол № 3 від 30.10.2012).

Подано методичні рекомендації до виконання практичного заняття та самостійної роботи з дисципліни «Промислова вентиляція та кондиціонування повітря». Розроблено відповідно до Стандарту СОУ 10.1.00174088.00Х: 2011 [1]. Наведено мету, завдання і види теплових зйомок, дано рекомендації з вибору маршрутів теплових зйомок і пунктів вимірювання тепловологісних параметрів повітря, викладено методику вимірюваних величин, а також прилади та інструменти для проведення теплової зйомки. Подано алгоритм обробки матеріалів теплової зйомки і геотермічних вимірювань, зміст звіту за результатами виконання практичного заняття, перелік контрольних питань. Призначено для студентів, які навчаються за напрямом «Гірництво».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри аерології та охорони праці
д-р техн. наук, проф. В.І. Голінько.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ЗАНЯТТЯ

Мета роботи:

1. Вивчити види теплових зйомок. Навчитися вибирати маршрути і пункти заміру тепловологісних параметрів повітря в гірничих виробках.

2. Ознайомитися з порядком проведення і методикою виконання теплової зйомки, вивчити конструкцію приладів та отримати практичні навички вимірювання тепловологісних параметрів в гірничих виробках.

3. Ознайомитися з методикою вимірювання природної температури гірничих порід на глибині розташування гірничої виробки і визначення величини геотермічної ступені для даного шахтного поля або її частини.

4. Ознайомитися з методикою обробки матеріалів теплової зйомки і геотермічних вимірювань.

Завдання роботи: Вивчити тепловологісні параметри повітря, прилади та інструменти для проведення теплової зйомки, принцип їх дії та будову. Познайтеся з організацією робіт і методикою виконання вимірювань при тепловій зйомці.

Після проведення практичного заняття студент повинен *знати*:

- цілі і завдання теплових зйомок, їх види;
- вимоги до вибору маршрутів теплових зйомок і пунктів заміру тепловологісних параметрів повітря.
- вимірювані величини при виконанні теплових зйомок;
- принцип роботи та будову приладів для проведення теплової зйомки;
- вимоги до вибору місць розташування шпурів.

Студент повинен *вміти*:

- за маршрутом мережі гірничих виробок розставити пункти замірів тепловологісних параметрів повітря.
- організувати роботу для проведення теплової зйомки;
- володіти методикою виконання вимірювань при тепловій зйомці;
- мати практичні навички вимірювання тепловологісних параметрів повітря в гірничих виробках;
- обробити матеріали теплової зйомки і геотермічних вимірювань.

2 ОСНОВНІ ЧИННИКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

У гірничих виробках, де постійно перебувають люди, тепловий режим повинен відповідати вимогам НПАОП 10.0-1.01-10 [2] і ДСП 3.3.1.095-02 [3].

Перевірку мікрокліматичних параметрів повітря слід здійснювати з періодичністю, що відповідає вимогам НПАОП 10.0-5.02-04.

Основними параметрами, які характеризують тепловий режим гірничих виробок за їх довжиною і в часі, є температура, відносна вологість, швидкість, волого- і тепловміст повітря. На змінення цих параметрів впливають такі основні чинники:

- коливання температури і відносної вологості атмосферного повітря, що надходить у шахту;
- нагрівання повітря унаслідок його стиснення під час руху вниз і охолодження за рахунок розширення в разі руху вгору у вертикальних і похилих виробках;
- тепло- і масообмін повітря з гірськими породами і копалинами, що транспортуються;
- тепло- і масообмін повітря з шахтною водою;
- теплообмін з трубопроводами тепло- і холодоносія;
- тепловиділення від електричних втрат у двигунах, трансформаторних підстанціях, від тертя під час роботи різних машин і механізмів, від окиснювальних процесів тощо.

Інтенсивність і напрям теплообмінних процесів залежать від різниці значень температури повітря і джерела тепловиділення, а також площі їх поверхні і швидкості повітряного потоку.

Вплив перелічених вище чинників на тепловологісні параметри повітря оцінюють шляхом проведення натурних досліджень і спостережень у шахтах. Основним методом досліджень є теплові зйомки.

3. МЕТА, ЗАДАЧІ І ВИДИ ТЕПЛОВИХ ЗЙОМОК ЇХ ПРИЗНАЧЕННЯ

Теплові зйомки в шахтах виконують для установлення основних чинників і причин, що впливають на параметри мікроклімату в гірничих виробках, у зв'язку зі змінюванням гірничо-геологічних та гірничотехнологічних умов гірничих робіт. Вони дозволяють установити фактичну температуру, вологість і швидкість повітря у виробках, де постійно перебувають гірники під час різних технологічних процесів.

Матеріали теплових зйомок використовують для установлення вихідних даних теплових розрахунків під час розроблення заходів щодо нормалізації теплового режиму у виробках.

Теплові зйомки у виробках з нормальними параметрами мікроклімату носять контрольний характер.

Мета теплових зйомок – здобуття достовірної інформації про тепловий режим окремих гірничих виробок, робочих горизонтів і шахти в цілому.

Задачі теплових зйомок:

- оцінка стану теплових умов у гірничих виробках і визначення причин нагрівання та зволоження повітря;
- одержання вихідних даних для виконання теплових розрахунків;
- розробка заходів щодо забезпечення нормативних кліматичних умов у гірничих виробках;
- одержання вихідних матеріалів для науково-дослідних цілей.

Теплові зйомки проводять у пунктах гірничих виробок, місце розташування, послідовність і кількість яких установлюють залежно від виду зйомки. Теплові зйомки, які виконують за завчасно наміченими або установленими маршрутами, називають маршрутними тепловими зйомками. Маршрутні теплові зйомки ділять на повні та неповні.

Повну маршрутну теплову зйомку проводять для оцінки теплових умов на всьому шляху руху повітря від устя повітроподавального ствола до виходу з виїмкової дільниці, тупикової виробки або до каналу вентилятора головного провітрювання (рис. 1, пункти 1-37).

Неповні маршрутні теплові зйомки беруть початок від групових або дільничних повітроподавальних виробок. Їх проводять щоб зробити оцінку теплових умов крила, виїмкової дільниці, тупикової підготовчої виробки тощо (рис. 1, пункти 38-43, вузол 1, пункти 52-58, 59-67).

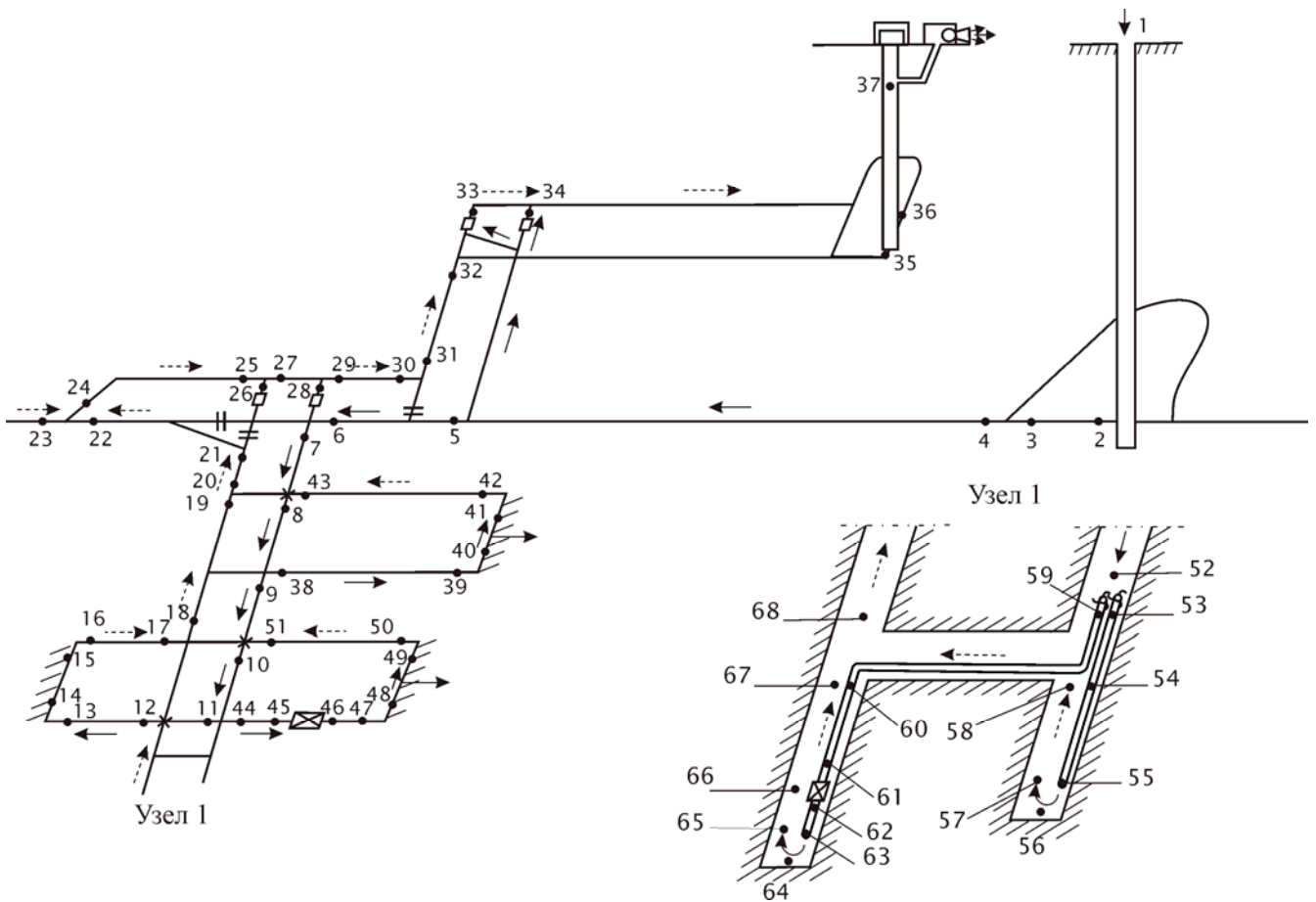


Рис.1 – Схема розташування пунктів вимірювання під час виконання маршрутних теплових зйомок: 1-37 – основні пункти вимірювання повної теплової зйомки; 38-43, 44-51, Вузол 1 – пункти вимірювання під час неповної теплової зйомки.

Умовні позначення: \rightarrow - свіжий струмінь повітря; \dashrightarrow - вихідний струмінь повітря; ⊕ - ВМП з повітропроводом; ⊗ - повітроохолоджувач; ⤵ - напрям руху очисного вибою.

Під час будівництва глибоких шахт до збійки стволів теплові зйомки проводять в усіх пройдених виробках і таких, що проходяться, починаючи від поверхні шахти. Після збійки стволів і забезпечення загальношахтного провітрювання вентиляторами головного провітрювання теплові зйомки виконують так само, як і в діючих шахтах.

Роботи, що виконують при теплових зйомках, включають вимірювання: температури повітря та його барометричного тиску на поверхні; температури та швидкості повітря у повітроподавальних, очисних, тупикових і вентиляційних виробках; температури копалин, які транспортують, шахтної води і об'єктів, що знаходяться у виробках; вимірювання поперечного перерізу виробок, параметрів повітроохолоджувальних пристроїв (температур холодоносія і повітря на вході та виході з охолоджувачів, кількість холодоносія, котрий проходить через них, і повітря); геотермічні вимірювання температури породного масиву в шпурах.

Теплові зйомки можуть мати контрольний або регулярний характер.

Контрольні зйомки проводять за завданням контролювальних організацій, під час інспекторських перевірок тощо.

Регулярні теплові зйомки проводять для контролю стану теплових умов у робочих вибоях і окремих гірничих виробках згідно з графіком обстежень гірничих виробок.

Контрольні теплові зйомки здійснюють на діючих шахтах при глибині гірничих робіт понад 600 м не рідше одного разу на три роки, а за потреби й на шахтах з меншою глибиною розробки. Терміни повторних контрольних теплових зйомок установлює технічна дирекція виробничого об'єднання, компанії. Вони не повинні перевищувати трьох років. Регулярні теплові зйомки проводять на робочих місцях у виробках з підвищеними температурами повітря гірничими майстрами служби ВТБ і ІТП шахт не рідше від одного разу на місяць.

4 ВИМОГИ ДО ВИБОРУ МАРШРУТІВ І ПУНКТІВ ВИМІРЮВАННЯ ПРИ ТЕПЛОВИХ ЗЙОМКАХ

Маршрути теплових зйомок і пункти вимірювання вибирають на основі аналізу планів гірничих робіт і схеми вентиляції шахти. Для кожного маршруту складають схему всіх послідовних виробок із зазначенням назв виробок, положення і номерів пунктів вимірювання. Пункти вимірювання наміченого маршруту уточнюють безпосередньо в шахті.

4.1 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках, що провітрюються за рахунок загальношахтної депресії:

- в межах дільниці між найближчими пунктами вимірювання не повинно бути відгалужень вентиляційного струменя;
- відстань між пунктами вимірювання у виробці не має перевищувати 500 м;

- ділянки, що заміряють, слід вибирати по можливості однорідними за гірничогеологічними умовами, кріпленням і ступенем зволоження;

- пункти вимірювання температури і відносної вологості повітря розташовують на відстані не менше від 5 м після розгалуження вентиляційного струменя і 10 м після місцевого джерела тепловиділення (за напрямом руху вентиляційного струменя);

- пункти вимірювання витрати повітря розташовують на відстані не менше ніж 15-20 м після розгалуження вентиляційного струменя і 5 м перед місцевими джерелами тепловиділень (за напрямом руху вентиляційного струменя). Виробка в пункті вимірювання витрати повітря має бути не завалена, мати однаковий переріз і кріплення на відстані не менше за 5 м з кожного боку від пункту вимірювання. Якщо у виробці немає ділянок, що відповідають переліченим вимогам, вимірювання витрати повітря проводять в місцях з найбільш задовільним станом кріплення та перерізу.

На рис. 2 наведено схеми розташування пунктів вимірювання під час виконання теплових зйомок у межах виїмкових дільниць. Пункти вимірювання на виїмковій дільниці розташовують:

- у повітроподавальній виробці до лави – згідно з вищевикладеними вимогами;

- перед лавою – на відстані не більше від 10 м до входу повітря в привибійний простір лави;

- у лаві – у зазначених на рис. 3 точках технологічних доріг перерізу привибійного простору лави (по центру кожної технологічної дороги в просвіті) і на відстані до 5 м від входу та виходу вентиляційного струменя з очисного вибою;

- у вентиляційній виробці з вихідним, а також підсвіжувальним струменями – залежно від схеми провітрювання дільниці згідно з рис. 2.

Температуру і відносну вологість припливів повітря з виробленого простору лави у виробки з вихідним струменем повітря у разі зворотнострумінної на цілик (стовпова система розробки, рис. 2, б і е) і прямострумінної на цілик (комбінована система розробки) схемах провітрювання вимірюють у тупику вентиляційної виробки на відстані до 3 м від лінії посадочного кріплення в лаві. Температуру і відносну вологість припливів повітря при схемах провітрювання з напрямом вихідного струменя повітря на вироблений простір (рис. 2 а, г, д) вимірюють в лаві за посадковим кріпленням на відстані до 5 м перед побутовою смугою і у вентиляційних вікнах, які залишаються в побутовій смузі або ціликах, на відстані 15-20 м від лави, при щитовій системі (рис. 2, з) – у частині вентиляційного штреку, що ліквідується.

У разі штучного охолодження повітря додатково виконують вимірювання параметрів повітря перед повітроохолоджувачем і на відстані до 10 м від повітроохолоджувача за ходом руху вентиляційного струменя (рис. 1, пункти 45 і 46).

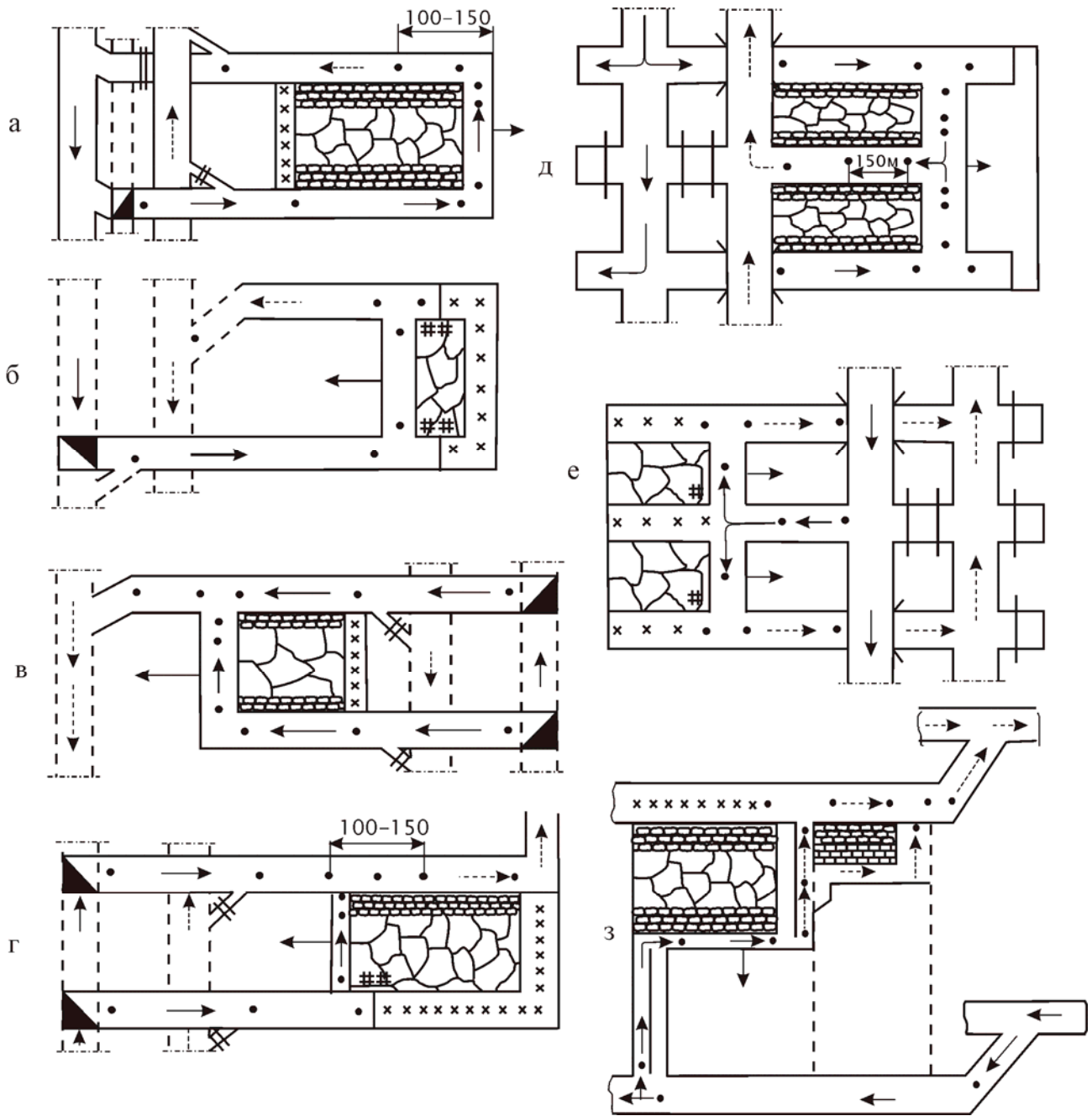


Рис. 2 – Розташування пунктів вимірювання на виїмкових ділянках при різних схемах провітрювання:

а – зворотноструминна з напрямом вихідного струменя у бік виробленого простору; б – те саме у бік цілика; в – пряموструминна з підсвіженням вихідного струменя з боку виробленого простору; г – те саме з боку цілика; д – зворотноструминна з напрямом вихідного струменя у бік виробленого простору у разі розробки спареними лавами; е - те саме у бік цілика; з – прямоструминна на вироблений простір за щитової системи розробки.

Умовні позначення: . – пункт вимірювання; —> - свіжий струмінь повітря; - - -> - вихідний струмінь повітря; ↳ - напрям руху очисного вибою.

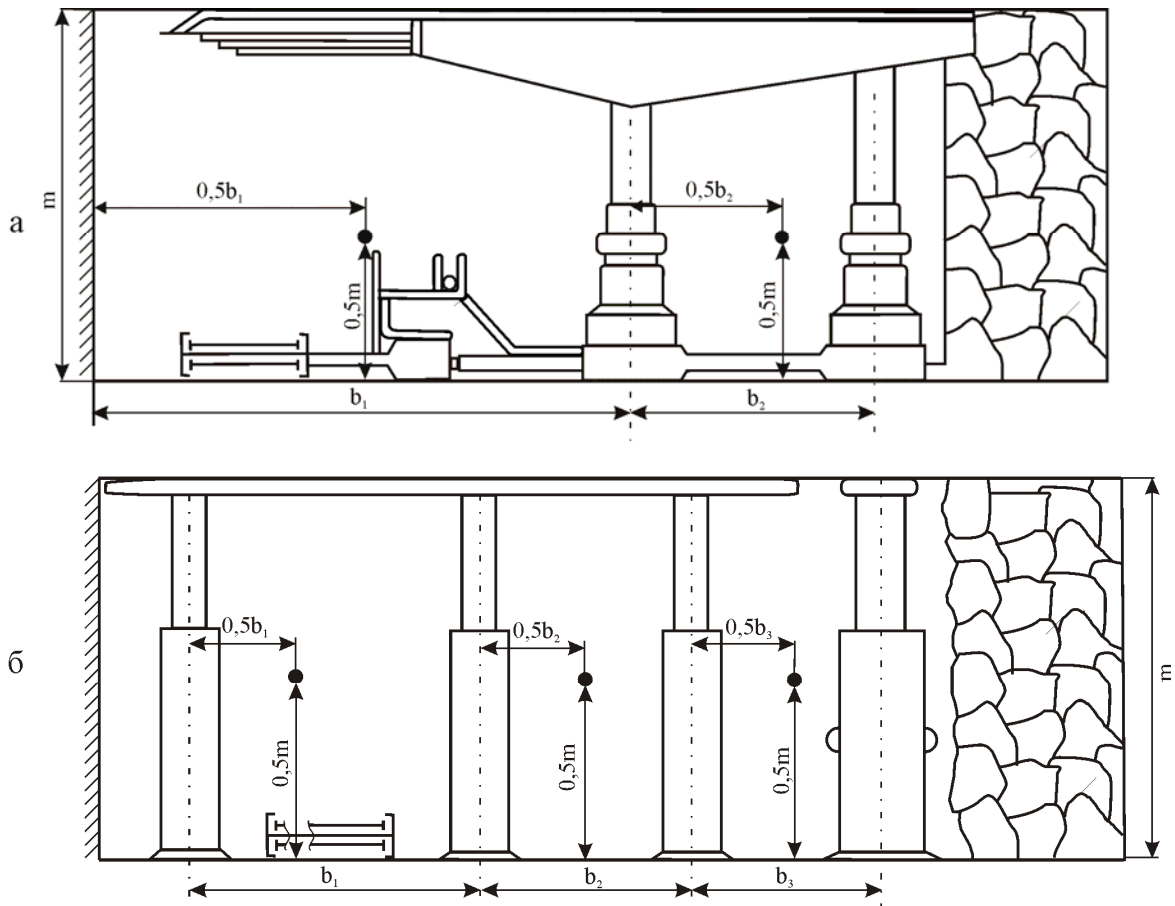


Рис. 3 – Розташування пунктів вимірювання у перерізі привиби́йного простору лави:

а – у лаві з механізованим кріпленням; б – у лаві з індивідуальним кріпленням; b_1, b_2, b_3 – ширина технологічних доріг у лаві по осях стояків, м; m – товщина пласта, м.

4.2 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках, які провітрюються вентиляторами місцевого провітрювання

Пункти вимірювання розташовують (рис. 1, вузол 1):

- у вільному перерізі виробки перед ВМП (пункт 52);
- у вентиляційному трубопроводі на відстані 5-10 м від ВМП (пункти 53 і 59);
- у вентиляційному трубопроводі на відстані до 5 м від устя виробки у бік вибою (пункти 54 і 60);
- у вентиляційному трубопроводі на відстані до 1 м від його кінця (пункти 55 і 63);
- у привиби́йному просторі виробки на відстані 1-2 м від вибою (пункти 56* і 64);
- у вільному перерізі тупикової виробки на відстані до 5 м від кінця вентиляційного трубопроводу у бік устя (пункти 57 і 65);

Виконуються вимірювання тільки температури повітря за «сухим» та «мокрим» термометрами

- у вільному перерізі тупикової виробки на відстані до 5 м від її устя у бік вибою (пункти 58 і 67).

Якщо тупикова виробка має довжину понад 500 м, то проводять додатково вимірювання температури повітря в трубопроводі та вільному перерізі виробки через кожні 500 м. За наявності місцевого джерела тепловиділення у виробці вимірюють температуру повітря в 5 м перед і в 10 м після нього за ходом вентиляційного струменя.

У випадку штучного охолодження повітря, що подають у вибій виробки, передбачають додаткові пункти вимірювання:

- у вентиляційному трубопроводі в 5 м перед охолоджувальним пристроєм (пункт 61);

- у вентиляційному трубопроводі в 5 м після охолоджувального пристрою (пункт 62);

- у вільному перерізі виробки, де встановлено охолоджувальний пристрій (пункт 66).

4.3 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках під час будівництва шахт

Під час проходження стволів пункти вимірювання розташовують згідно зі схемою, наведеною на рис. 4, а:

- на поверхні поблизу вентиляторної установки (пункт 1);

- у вентиляційному трубопроводі на відстані до 5 м від устя ствола (пункт 2);

- у вентиляційному трубопроводі на відстані до 1 м від його кінця (пункт 4);

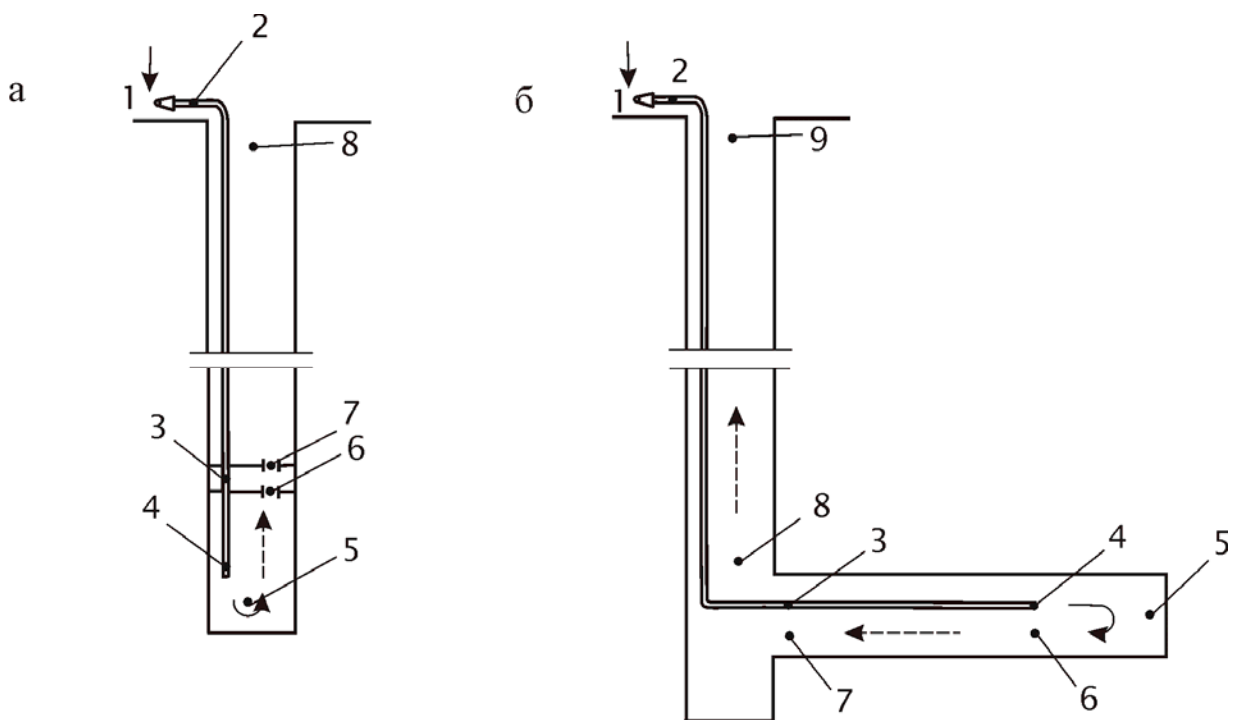


Рис.4 – Розташування пунктів вимірювання під час проходження стволів: а – під час проходження ствола; б – під час проходження збіжки стволів; 1-9 – пункти вимірювання.

- у привибійному просторі ствола на рівні 1-2 м від вибою (пункт 5);
- на всіх помостах у розтрубах бадійних отворів (пункти 6 і 7);
- у вільному перерізі ствола на відстані 5 м нижче за устя (пункт 8).

Під час проходження глибоких стволів між устям і верхнім помостом виконують додаткові вимірювання температури повітря через кожні 500 м. Крім того, проводять вимірювання температури повітря на рівні початку капіжу води.

Під час проходження збійки стволів, провітрюваної з поверхні шахти, пункти вимірювання розташовують згідно зі схемою, наведеною на рис. 5.4, б:

- на поверхні поблизу вентиляторної установки (пункт 1);
- у вентиляційному трубопроводі на відстані до 5 м від устя ствола (пункт 2);
- у вентиляційному трубопроводі біля сполучення збійки зі стволом (пункт 3);
- у вільному перерізі ствола на відстані до 5 м вищої за сполучення зі збійкою (пункт 8);
- у вільному перерізі ствола на відстані 5 м нижчої від його устя (пункт 9);
- у вільному перерізі ствола на рівні капіжу води.

Пункти вимірювання в збійці (пункти 4-7) розташовують згідно з вимогами 4.2 для тупикових виробок.

Під час проходження виробок від «технологічного кільця» або від повітророзподільної камери пункти вимірювання при провітрюванні через одиночний ствол розташовують згідно зі схемами, наведеними на рис. 5.5. Вимірювання проводять у всіх виробках, що проходяться, починаючи з поверхні шахти.

Пункти вимірювання по стволу розташовують згідно з вищевикладеними вимогами, а за наявності в стволі двох трубопроводів вимірювання проводять в кожному з них. Пункти вимірювання у всіх тупикових виробках беруть відповідно до вимог 4.2.

Між стволом і тупиковими виробками вимірювання тепловологісних параметрів повітря проводять між відгалуженнями вентиляційного струменя на початку і кінці всіх виробок завдовжки понад 50 м відповідно до вимог 4.1, а в коротших виробках – лише посередині.

У повітророзподільній камері вимірювання температури повітря проводять в трьох точках її поперечного перерізу, що знаходяться на однаковому віддаленні одна від одної і бічних стінок, яке береться таким, що дорівнює 0,25 ширини камери і на висоті від підосви, яка дорівнює 0,4 висоти камери.

У випадку вимірювань температури повітря в стволі заміряльник, що перебуває у прохідницькій бадді, повинен тримати психрометр, закріплений на спеціальній жердині, послідовно біля кожного з боків бадді.

5. ВИМІРЮВАНІ ВЕЛИЧИНИ. ПРИЛАДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЗЙОМОК

Потрібні відомості про стан виробки отримують на підставі візуальних і інструментальних досліджень.

Під час візуальних спостережень уточнюють стан кріплення і гірського масиву, ступінь обводненості та запиленості виробки, наявність і характеристики обладнання на різних ділянках маршруту теплової зйомки тощо.

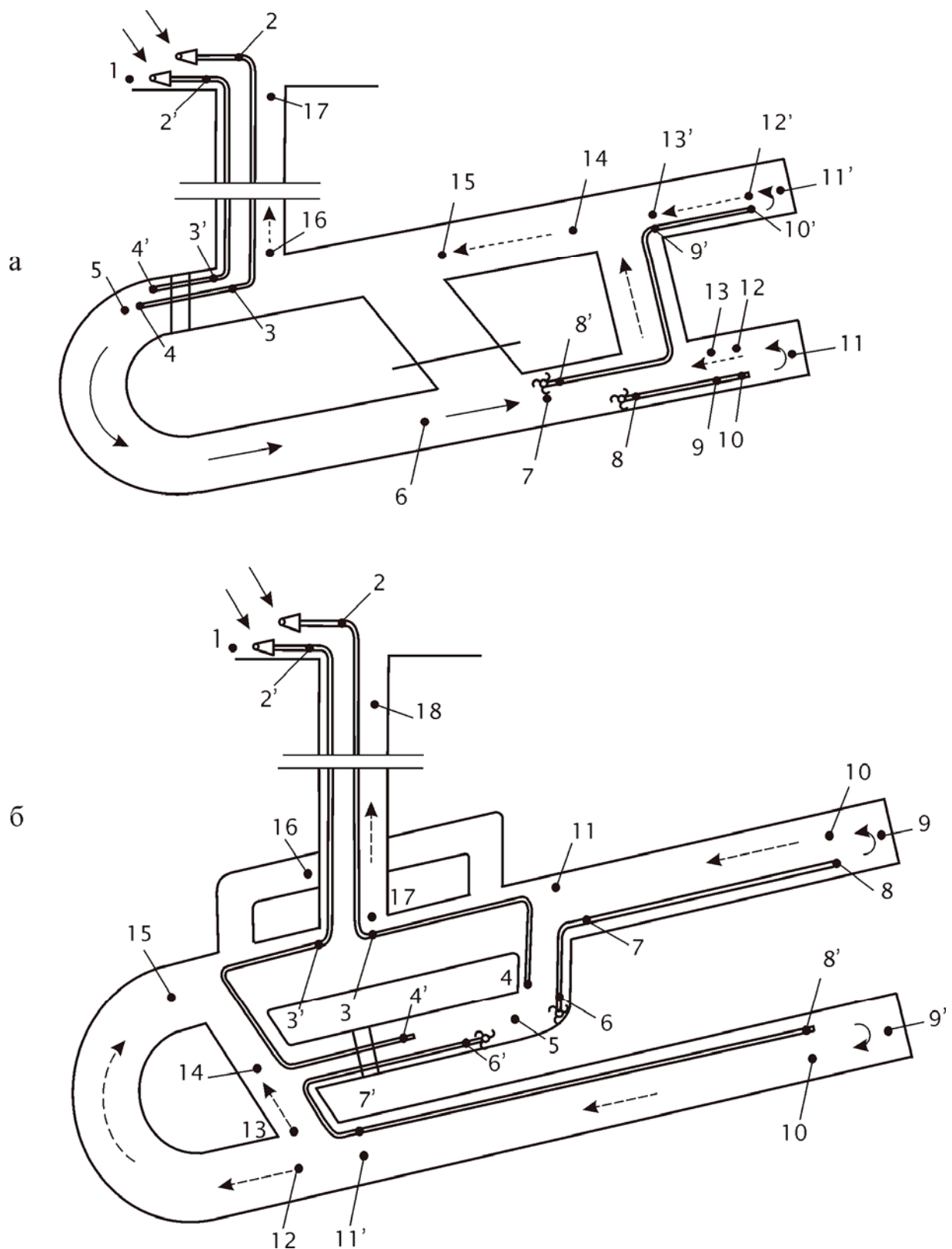


Рис. 5 – Розташування пунктів вимірювання під час будівництва шахт:
 а – при провітрюванні виробок від «технологічного кільця»: 1 – на поверхні; 2-4, 2'-4', 8-10, 8'-10' – у вентиляційних трубопроводах; інші – у вільному перерізі виробок; б – у разі провітрювання з повітророзподільної камери: 1 – на поверхні; 2-4, 2'-4', 6-8, 6'-8' – у вентиляційних трубопроводах; інші – у вільному перерізі виробки.

Інструментальні спостереження здійснюють в кожному пункті вимірювання маршруту. При цьому вимірюють геометричні розміри виробок, габарити обладнання, температуру та швидкість вентиляційного струменя, поверхні стінок об'єктів, які містяться в гірничій виробці (трубопроводи, машини та механізми, копалини, що транспортуються, шахтна вода в канавці).

Температуру рудникового повітря (t) вимірюють з точністю до $\pm 0,1$ °С ртутним або спиртовим термометрами з ціною поділки не більшою ніж 0,2 °С. Для визначення амплітуди коливань температури повітря за певний період часу застосовують мінімальний і максимальний термометри, при дослідженні температурного поля повітряного потоку або масиву – електротермометри з термопарами або термоопорами.

Мінімальний термометр призначено для вимірювання найнижчої температури при її коливаннях за певний період. Межі вимірювання від -55 до 30 °С. Ціна поділки шкали $0,5$ °С, точність вимірювань $\pm 0,25$ °С.

Максимальний термометр призначено для вимірювання найвищої температури при її коливаннях у заданий період. Межі вимірювання від -30 до 60 °С. Ціна поділки шкали $0,5$ °С, точність вимірювання $\pm 0,25$ °С.

Відносну вологість повітря вимірюють з точністю до 0,01 волосяним гігрометром (при $t < -5$ °С) або психрометром аспіраційним (при $t > -5$ °С). Психрометр служить одночасно і для вимірювань температури повітря. Аспіраційний психрометр типу МВ-4М складається з двох термометрів – «сухого» і «змоченого», які закріплено в спеціальній рамці. Ціна поділки термометра $0,2$ °С, точність вимірювання $\pm 0,1$ °С. Межі вимірювання температур від -26 до 50 °С. За виміряними значеннями температур визначають відносну вологість повітря, користуючись психрометричною діаграмою, або розраховують за формулами пункту 8 (формули (8.9) і (8.10)).

Швидкість повітря v_0 вимірюють анемометрами: крильчастими, чашковими, диференціальними та електронними типу АПР (рис. 6).

Крильчастий анемометр типу АСО-3 використовують у капітальних, підготовчих і очисних виробках для вимірювання швидкості вентиляційного струменя в межах $0,3-5,0$ м/с.

Чашковий анемометр МС-13 застосовують для вимірювань у стволах і виробках, де швидкість повітряного потоку понад $5,0$ м/с.

Диференціальний анемометр застосовують для вимірювання швидкості повітряного потоку від $0,02$ до $0,3$ м/с (у камерах і вибоях підготовчих виробок).

Електронний анемометр типу АПР використовують для вимірювання швидкості повітряного потоку від 0 м/с до 20 м/с у всіх виробках, включаючи вентиляційні трубопроводи.

Швидкість повітря у вентиляційних трубопроводах вимірюють за допомогою мікроманометра типу ММН-240(5)-1,0 і повітромірної трубки.

Для безперервного вимірювання температури, відносної вологості і тиску повітря застосовують термографи, гігрографи та барографи, які установлюють в стаціонарних пунктах вимірювання Принцип дії розглянуто в [4].



Рис.6 – Прилади для вимірювання швидкості вентиляційного потоку:
 а - крильчастий анемометр, б - чашковий анемометр; в - цифровий електронний анемометр; г - диференціальний анемометр, д - мікроманометра типу ММН-240

Термограф метеорологічний типу М-16 є самописним приладом для автоматичної реєстрації змін температури повітря в межах від -45 до 55 °С; точність вимірювання $\pm 0,5$ °С. Існують прилади двох типів: добові типу М-16С з тривалістю одного оберту барабана годинникового механізму 26 год; тижневі М-16Н з тривалістю оберту барабана 176 год. Зміни температури повітря реєструють на діаграмній стрічці.

Гігрограф метеорологічний типу М-21 призначено для запису змін відносної вологості. Прилади виготовляють двох типів: добові М-12С з тривалістю одного оберту барабана годинникового механізму 26 год; тижневі М-21Н з тривалістю оберту барабана 176 год. Прилад забезпечує запис змін відносної вологості повітря від 30 до 100% при температурі від -25 до $+45$ °С.

Барометр-анероїд типу БАММ призначено для вимірювання атмосферного тиску від 800 до 1066 гПа при температурі від -10 до $+40$ °С, похибка – не більша за 330 Па.

Барограф метеорологічний типу М-22А призначено для реєстрації зміни атмосферного тиску в межах від 780 до 1060 гПа при температурі від -10 до $+45$ °С. Прилади виготовляють двох типів: добові М-22АС з тривалістю оберту барабана годинникового механізму 26 год; тижневі М-22АН з тривалістю оберту барабана 176 год.

Прилади для вимірювання тиску понад 1066 гПа:

- мікробарометр МБ-63 призначено для вимірювання барометричного тиску в діапазоні 800-1200 гПа;

- мікропроцесорний вимірник барометричного тиску типу МБЦ-5 (рис. 7). Діапазон вимірювання від 800 до 1200 гПа, межа допускної основної похибки вимірювання 0,03 %.

Робота вимірювача барометричного тиску реалізується програмою, записаною в пам'яті реєстратора. Програма забезпечує обробку вхідного частотного сигналу перетворювача і видачу результатів виміру тиску в цифровій формі у вигляді п'ятизначного десяткового числа в двох одиницях виміру (мм рт.ст. або гПа).



Рис. 7 - Зовнішній вигляд мікропроцесорного вимірювача барометричного тиску типу МБЦ-5

Передбачений зв'язок між прибором і комп'ютером для запису програми і даних вимірювань, яка здійснюється через вбудований блок на основі МАХ 232.

Прилад охоплює широкий діапазон депресій, запам'ятовує і відтворює результати вимірювання, має обмежені габарити і масу, є вибухобезпечним, простим і зручним в експлуатації, живиться від сухих елементів або акумуляторів.

Пірометр «Квант-РТ» призначено для безконтактного вимірювання температури оболонок електричних машин і механізмів, місць з'єднання електричних кабелів; зняття теплових карт вугільного масиву і гірничих виробок. Діапазон вимірюваних температур від 0 до 150 °С. Для зняття теплових карт в гірничих виробках і на поверхні може також застосовуватися пірометр сумарного випромінювання "Радан". Діапазон вимірюваних температур до 150 °С.

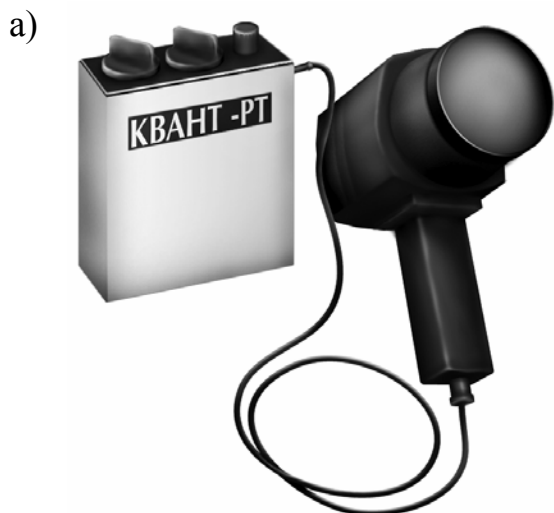


Рис. 8 – Прибори для безконтактного вимірювання температури: а) пірометр «Квант-РТ»; б) пірометр «Радан».

Під час проведення теплових зйомок допускається використання іншої вимірювальної техніки (вітчизняної і зарубіжної), яка за своїми характеристиками відповідає вимогам, що ставлять до обладнання і приладів у вугільних шахтах.

6 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЗЙОМКИ

6.1 Організація робіт під час теплової зйомки

Маршрутні теплові зйомки виконують відповідно до складеного плану. У пункті вимірювання обміряють переріз виробки, вимірюють швидкість руху повітря, його температуру, температуру шахтної води й інших джерел.

У бригаді для маршрутних зйомок має бути не менше ніж два чоловіки з розподілом обов'язків між ними. Старший у бригаді веде журнал спостережень, заміряє швидкість і тиск повітря, другий член бригади вимірює температуру повітря у виробці та біля різних об'єктів. Спільно виконують геометричні вимірювання об'єктів. У журналі спостережень для кожного пункту вимірювання треба фіксувати дані, що характеризують ділянку виробки між пунктами вимірювання, а саме: місце вимірювання (виробка, пікет), час вимірювання, характеристику кріплення, порід; обводненість і запиленість виробки, наявність обладнання, режим його роботи. Результати вимірювання записують в робочий журнал за формою, наведеною в додатку А.

За геолого-маркшейдерськими даними до журналу заносять відомості про термін існування виробок, а для вертикальних виробок – і літологічний склад навколишнього породного масиву.

6.2 Методика виконання вимірювань під час теплової зйомки

Вимірювання температури і відносної вологості повітря

Вимірювання температури повітря проводять аспіраційним психрометром відповідно до інструкції на прилад.

Під час вимірювання заміряльник повинен бути з підвітряного боку вентиляційного струменя по відношенню до психрометра з тим, щоб тепло, що виділяється ним, не впливало на показання психрометра. Психрометр при вимірюванні треба тримати за головку аспіратора у вертикальному положенні або підвішувати до кріплення.

Під час вимірювання психрометр розташовують:

- у повітроподавальних стволах на відстані \sqrt{R} від стінки ствола. Вимірювання проводять не менше ніж у двох точках, розташованих на відстані R одна від одної по периметру ствола (R – радіус ствола);

- у вентиляційних стволах – у разі надходження до них повітря по одній виробці – аналогічно повітроподавальному стволу, а при надходженні повітря в ствол декількома виробками кількість точок вимірювань збільшують пропорційно щодо кількості останніх;

- у виробках зі свіжими та вихідними струменями – на відстані від стінки, яка дорівнює 0,3 ширини виробки, і на висоті від підосви, що дорівнює 0,4 висоти виробки. Вимірювання виконують в двох точках з кожного боку виробки. У вимірювальному перерізі виробок після вузла злиття вентиляційних потоків і в привибійних просторах тупикових виробок температуру вимірюють в трьох точках на однаковому віддаленні одна від одної і від бічних стінок, яке дорівнює 0,25 ширини виробки, і на висоті від підосви, що дорівнює 0,4 висоти виробки;

- у конвеєрних виробках зі свіжими або вихідними струменями – в двох точках, розташованих у середній частині вільного проходу між конвеєром і стінкою виробки на висоті 0,3 і 0,5 Н від її підшви. Після вузла злиття вентиляційних потоків температуру повітря у вимірювальному перерізі вимірюють в трьох точках, розташованих у середній частині вільного проходу на висоті 0,3, 0,5 і 0,7 Н від підшви виробки (Н – висота виробки);

- у привибійних просторах очисних вибоїв – на кожній технологічній дорозі в центрі площі її вільного перерізу.

Значення температури повітря в перерізі виробки визначають як середнє арифметичне від усіх вимірів.

Вимірювання температури слід проводити в проміжки часу, коли на досліджуваній ділянці немає пульсуючих змін параметрів повітря.

За наявності капіжу у виробці психрометр розміщують так, щоб виключити попадання води на кульки термометрів.

Температуру повітря в повітропроводах вимірюють лабораторним термометром з ціною поділки 0,1-0,2 °С у всіх точках вимірювання згідно з 4.2 і 4.3.

Вимірювання швидкості руху повітря

При теплових зйомках середню швидкість руху повітря у вільному перерізі виробки заміряють анемометрами (АСО-3, МС-13 або АПР-2) шляхом обведення перерізу виробки.

Безпосереднє вимірювання середньої швидкості виконують двома способами: «перед собою» і «у перерізі» (рис. 8).

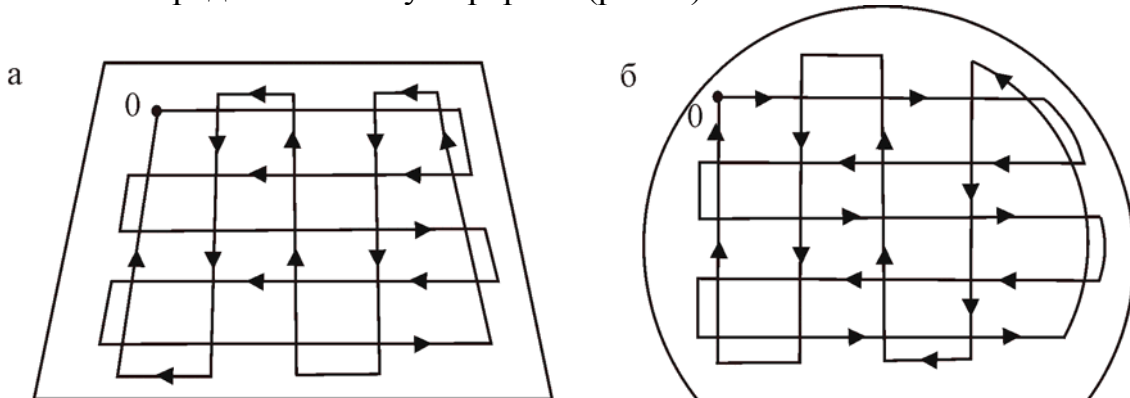


Рис. 8 – Схема обведення поперечного перерізу виробки анемометром:
а – при вимірюванні способом «перед собою»; б – при вимірюванні способом «у перерізі».

Під час вимірювання «перед собою» заміряльник переміщається по виробці обличчям до струменя і на витягнутій руці рівномірно обводить переріз анемометром безпосередньо перед собою. Вимірювання способом «перед собою» проводять при висоті виробки до 2 м.

У разі вимірювання швидкості повітря способом «у перерізі» заміряльник розташовується спиною до стінки виробки і, переміщаючись рівномірно, проводить обведення перерізу анемометром перед собою на витягнутій руці. У виробці великого перерізу ($S > 12 \text{ м}^2$) або у виробках, де заміряльник

безпосередньо не може бути (гезенки, стволи тощо), анемометр прикріплюють до жердини завдовжки 1,0-2,0 м і виконують звичайне обведення перерізу.

Схему обведення перерізу виробки за будь-якого способу вимірювання наведено на рис. 8. Лінії обведення повинні відстояти від стінок виробки на відстані 10-15 см. У кожному перерізі проводять не менше трьох вимірювань. Якщо результати вимірювань відрізняються один від одного більше ніж на 5%, вимірювання повторюють. У разі задовільної збіжності результатів вимірювань визначають середню кількість поділок шкали анемометрів у секунду за всіма вимірюваннями.

За тарувальним графіком або за формулою визначають середню швидкість повітря, що відповідає середній кількості поділок.

У разі вимірювання швидкості повітря анемометром типу АПР процес вимірювання спрощується, і, залежно від розподілу повітряних потоків у місці вимірювання за перерізом виробки, тривалість вимірювання може тривати від 10 до 999 сек.

Вимірювання лінійних розмірів поперечного перерізу виробки

У кожному пункті вимірювання швидкості повітря вимірюють лінійні розміри перерізу виробки.

Вимірювання виконуються рулеткою з точністю 1 см.

Розміри перерізу трапецієподібної виробки у просвіті заміряють по верху (а), по низу (b) і по вертикалі (Н) від підоскви виробки до верхняка (рис. 9а).

У виробках зі склепінчастою формою перерізу (рис. 5.7б) заміряють ширину виробки біля п'яти склепіння (а) і підоскви (b), загальну висоту виробки (Н) і від підоскви до п'яти склепіння (h).

У виробках з арковим кріпленням (рис. 9в) заміряють максимальну ширину виробки (а), ширину виробки по підоскві (b) і максимальну висоту виробки (Н).

У виробках з полігональною формою (рис. 9г) заміряють ширину виробки по верху (а'), біля основи трапеції (а) і по підоскві (b), загальну висоту виробки (Н) і малу висоту (h).

При складанні ескізу поперечного перерізу виробки слід фіксувати всі розміри, потрібні для визначення вільного перерізу виробки (трубопроводи, вагони та інші предмети, що завалюють переріз, глибокі канавки тощо).

Вимірювання температури води

Вимірювання температури води у водостічних канавках проводять в кожному пункті вимірювання. Якщо є вода на підоскві виробки її температуру вимірюють, якщо водне дзеркало не менше від 50 м².

Вимірювання температури води проводять лабораторним термометром з ціною поділки 0,1-0,2 °С. Термометр витримують у воді 3-5 хв, після чого знімають показання, не виймаючи термометр з води.

На кожній вимірювальній ділянці вимірюють довжину та ширину водного дзеркала на підоскві виробки і ширину канавки.

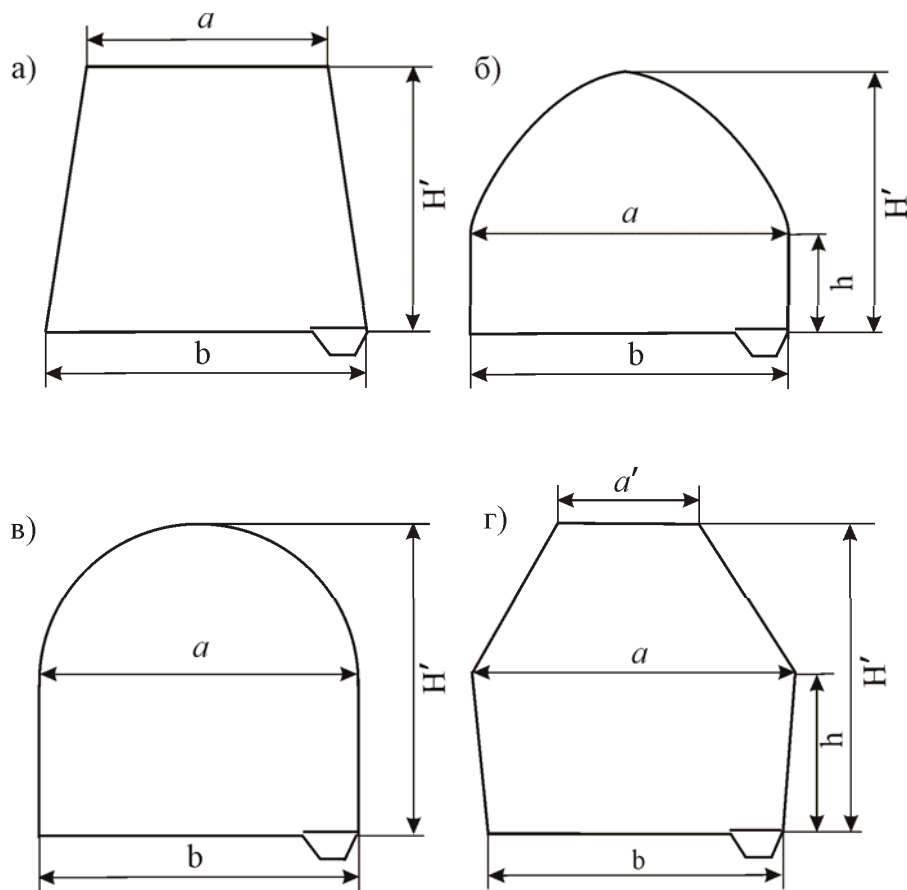


Рис. 9 – Форми поперечного перерізу виробок та їх характерні розміри: а – трапецієподібна; б – склепінчаста; в – аркова; г – полігональна.

Вимірювання температури поверхні трубопроводів

Якщо у виробці є трубопроводи, температура поверхні яких відрізняється від температури повітря більше ніж на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, то має бути заміряно температуру поверхні. Температуру вимірюють звичайним лабораторним ртутним термометром за допомогою вбудованих в трубопроводи термогільз або накладних гільз (рис.10), при їх відсутності - за допомогою термометра і ізолюючого покриття з поролону. Поверхня трубопроводу в місці заміру її температури повинна бути очищена від корозійного шару.

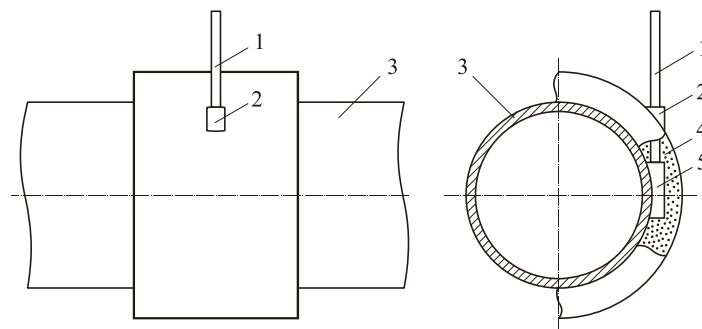


Рис. 10 – Схема конструктивного виконання накладної термогільзи для виміру температури зовнішньої поверхні трубопроводів: 1 - термометр; 2 - гумова пробка; 3 - трубопровід; 4 - теплоізоляційне покриття; 5 - термометрова накладна гільза.

Зняття теплових карт вугільного масиву і гірничих виробок

У кожному пункті заміру необхідно проводити вимірювання температури поверхонь вугільного масиву, гірничих виробок, машин і механізмів. Вимірювання виробляють пірометром «Квант-РТ».

Пірометр складається з телескопа 1 і блоку електронного 2, з'єднаних між собою гнучким багатожильним кабелем (рис.11). Електронний блок розміщують в чохлі, після чого весь пірометр укладають у футляр 3.

Порядок роботи з приладом

Для вимірювання температури об'єкта необхідно зняти кришку телескопа, направити його на об'єкт. На початку вимірювань ручка перемикача роду роботи повинна знаходитися в положенні II. Для вимірювання більш низьких температур переводять ручку перемикача роду роботи в положення I. При цьому відлік температури проводять по верхній шкалі приладу.

Всі вимірювання проводять з відстані 1000 мм від об'єкта до телескопа, яке при пересуванні повинно по можливості залишатися незмінним. Час встановлення показів не більше 2с. Пересуваючись уздовж виробки, визначають температуру її поверхні. На основі отриманих вимірів складають теплову карту.

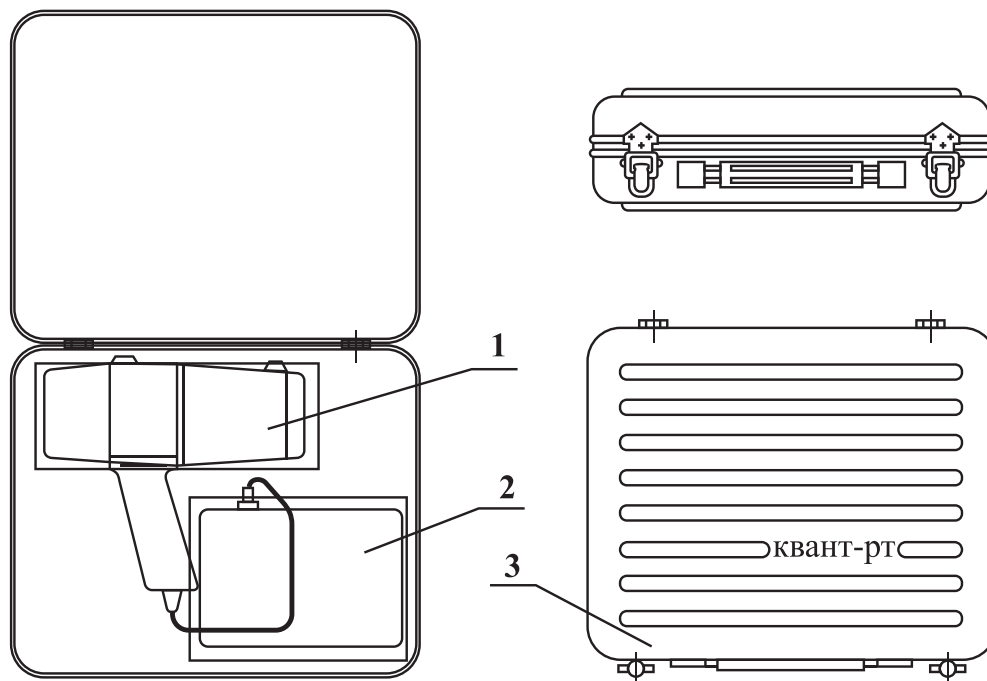


Рис. 11 – Пірометр «Квант-РТ»

7 ГЕОТЕРМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ В ШАХТАХ

Геотермічні вимірювання призначено для отримання даних про природну температуру гірничих порід на глибині розташування підземних виробок і визначення величин геотермічного ступеню для даного шахтного поля або його частини.

Дані геотермічних вимірювань є підставою для віднесення очисних і підготовчих виробок до шахт та вибоїв з особливо шкідливими та важкими умовами праці згідно з [5].

7.1 Вимоги до вибору місць розташування шпурів

Для вимірювання температури гірничих порід і визначення середніх величин геотермічного ступеню на кожному крилі або горизонті шахти вибирають не менше ніж дві діючі підготовчі тупикові виробки. Вибір цих виробок повинні відповідати наступним вимогам: посуватися зі швидкістю не меншою ніж 2 м/добу; знаходитися поза зоною геологічних порушень; відстояти від лав та інших, раніше пройдених виробок, на відстані не менше за 30 м; мати дані про глибину розташування від поверхні; бути сухими і не мати суфлярних виділень газів.

Для вимірювання природної температури гірничих порід бурять у виробці один шпур діаметром до 42 мм і завдовжки не меншим від 1,8 м. Буріння шпуру необхідно проводити в бічній стінці виробки перпендикулярно площині оголення порід на відстані 2-5 м від поверхні вибою. Буріння шпурів виконують як насухо, так і з промиванням з невеликим підйомом (3-10 град) для кращого виходу штибу і стікання води. У разі проведення виробки по пласту шпур повинен розташовуватися не ближче ніж 1 м від нього.

7.2 Прилади для вимірювання температури порід

Вимірювання температури породного масиву в шпурах проводять максимальними ртутними термометрами з ціною поділки не більшою за 0,5 °С, які для запобігання механічним пошкодженням поміщають у оболонку з металу або пластмаси. Термометри доставляють в шпур за допомогою дерев'яної секційної штанги з ущільнювачами з гумових кілець для запобігання циркуляції повітря по довжині шпуру (рис. 12). Після виймання термометра зі шпуру він не змінює показань протягом 1,5-2,0 хв, що достатньо для знімання відліку температури з точністю до 0,1 °С.

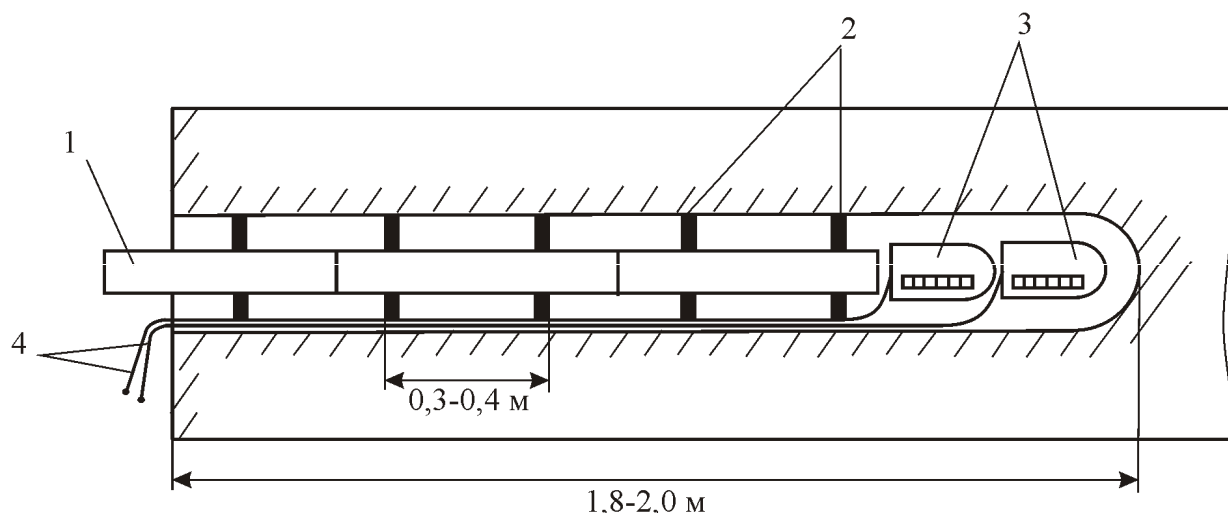


Рис. 12 – Розташування приладів і пристроїв у шпурі під час вимірювання температури гірничих порід: 1 – секція розбірної штанги; 2 – гумові ущільнювальні манжети; 3 – термометр максимальний або з підвищеною інерційністю в захисній гільзі; 4 – шнур.

7.3 Методика проведення вимірювання температури гірничих порід

Температуру гірничих порід вимірюють спеціально чи в процесі проведення маршрутних теплових зйомок.

У разі використання будь-яких термометрів (максимальних або з підвищеною інерційністю) шпури після сухого буріння очищають від штибу і витримують відкритими протягом 12 год, а після буріння з промиванням – протягом 6 год. Після витримки шпуру термометри вводять в нього за допомогою дерев'яної штанги. Для запобігання конвективному теплообміну і вирівнюванню температури повітря уздовж шпуру на штангу одягають і кріплять герметизувальні манжети з мікропористої гуми (рис. 12). Термометри витримують в шпурі не менше за 3 години. Потім їх по черзі виймають з нього за допомогою прикріплених до кілець термометрів шнурів.

Результати вимірювань температури порід у шпурі і повітря у виробці записують до журналу геотермічних спостережень (додаток Б).

8 ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ ТЕПЛОВОЇ ЗЙОМКИ І ГЕОТЕРМІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Після виїзду з шахти всі записи з робочого журналу (додаток А) обробляють і переносять до журналу за формою, наведеною в додатку В. До цього ж журналу за даними маркшейдерського відділу заносять дані про дату (рік, місяць) проведення виробки у відповідному пункті вимірювання, які потрібні для теплових розрахунків під час визначення розрахункового часу провітрювання виробок.

Барометричний тиск повітря P , в Паскалях, обчислюють за формулою

$$P = P_0 + 12,0H, \quad (8.1)$$

де P_0 – тиск повітря на поверхні шахти, Па;

H – глибина розташування пункту вимірювання від поверхні, м.

Переріз виробки S , в метрах квадратних, визначають залежно від форми поперечного перерізу (рис. 9) за формулами:

при трапецієвидному перерізі

$$S = \left(\frac{a+b}{2} \right) H'; \quad (8.2)$$

при склепінчастому перерізі

$$S = \frac{a+b}{2} h + \frac{\pi a(H' - h)}{4}; \quad (8.3)$$

при арковому перерізі

$$S = \frac{a+b}{2} \left(H' - \frac{a}{2} \right) + \frac{\pi a^2}{8}; \quad (8.4)$$

при полігональному перерізі

$$S = \frac{a+b}{2} h + \frac{a+a'}{2} (H' - h). \quad (8.5)$$

Об'ємну витрату повітря в пункті вимірювання Q , в метрах кубічних за секунду, розраховують за формулою

$$Q = v (S - \Delta S), \quad (8.6)$$

де v – швидкість повітря в пункті вимірювання, м/с:

$$v = K v_0, \quad (8.7)$$

v_0 – середня швидкість повітря, визначена за вимірюванням, м/с;

K – поправочний коефіцієнт, що враховує спосіб вимірювання. У разі вимірювання «перед собою» $K=1,14$, у разі вимірювання на жердині завдовжки понад 1,5 м $K=1,0$.

При вимірюванні «в перерізі»

$$K = \frac{S - 0,4 - \Delta S}{S - \Delta S}, \quad (8.8)$$

де ΔS – площа, зайнята предметами, що знаходяться в вимірюваному перерізі виробки, м².

Відносну вологість повітря φ , в частках одиниці, визначають за психрометричними таблицями або за залежністю

$$\varphi = \frac{p_n}{p_n^t}, \quad (8.9)$$

де p_n – парціальний тиск водяної пари у вологому повітрі, Па;

p_n^t – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі за «сухим» термометром, t , Па, визначають за додатком Г;

$$p_n = p_n^{t_m} - 0,00066 P (t - t_m), \quad (8.10)$$

де $p_n^{t_m}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі за «мокрим» термометром t_m , Па;

P – барометричний тиск повітря, Па.

Масову витрату повітря G , у кілограмах за секунду, обчислюють за формулою

$$G = Q\gamma, \quad (8.11)$$

де Q – об’ємна витрата повітря, м³/с;

$$\gamma = 3,484 \cdot 10^{-3} \frac{P - 0,378 \varphi p_n^t}{273 + t}. \quad (8.12)$$

Вологовміст повітря d , у кілограмах на кілограм сухого повітря, розраховують за формулою

$$d = 0,622 \frac{\varphi p_n}{P - \varphi p_n}. \quad (8.13)$$

Ентальпію повітря i , в Джоулях на кілограм, розраховують за формулою

$$i = i_\alpha + i_\beta, \quad (8.14)$$

де i_α – ентальпія сухої частини повітря, Дж/кг;

$$i_\alpha = 1005,0t; \quad (8.15)$$

i_β – ентальпія водяної пари в повітрі, Дж/кг;

$$i_\beta = d(r + 1,927t), \quad (8.16)$$

де r - схована теплота випарювання води, Дж/кг. Числове значення r залежить від температури (табл. 1).

Таблиця 1

Числове значення схованої теплоти випарювання води (r) від температури

$t, ^\circ\text{C}$	4	10	20	30	40
$r, \text{Дж/кг}$	2,49	2,47	2,45	2,43	2,41

Загальний тепловий потік Φ , у ватах, у перерізі виробки

$$\Phi = Gi. \quad (8.17)$$

Змінення загального теплового потоку $\Delta\Phi$, у ватах, на ділянці вимірювання

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = G(i_2 - i_1). \quad (8.18)$$

Змінення загального теплового потоку $\Delta\Phi_\alpha$ у ватах, у явній формі на ділянці вимірювання

$$\Delta\Phi_\alpha = G(i_{\alpha_2} - i_{\alpha_1}) . \quad (8.19)$$

Змінення загального теплового потоку $\Delta\Phi_\beta$ у ватах, у прихованій формі на ділянці вимірювання

$$\Delta\Phi_\beta = G(i_{\beta_2} - i_{\beta_1}) . \quad (8.20)$$

Геотермічний ступінь для даного шахтного поля або його частини Γ , у метрах на градус Цельсія, розраховують за формулою

$$\Gamma = \frac{H}{t_n - t_{3.n.}} . \quad (8.21)$$

Значення величини $t_{3.n.}$ для шахт Донбасу наведено в додатку Д.

За наявності даних про природну температуру порід у декількох виробках визначають середнє значення геотермічного ступеню для шахтного поля (крила). Результати розрахунків температури порід за середнім геотермічним ступенем для всіх пунктів маршруту теплової зйомки заносять до журналу (додаток В).

За результатами вимірювань і розрахунків складають детальну характеристику маршруту теплових зйомок. До кожного маршруту теплових зйомок прикладають схему мережі виробок із зазначенням на ній пунктів вимірювання (рис. 1). Отримані результати дозволяють оцінити тепловий режим виробок і проводити теплові розрахунки.

9 АНАЛІЗ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК І ШАХТИ

Тепловий баланс виробок (шахти) характеризує розподіл кількості тепла, сприйнятого або відданого рудниковим повітрям, що проходить виробкою (шахтою), між різними джерелами тепловиділення, що беруть участь в процесі тепломасообміну.

У загальному випадку тепловий баланс гірничої виробки може бути поданий у такому вигляді:

$$\sum\Phi = \Phi_{г.м.} \pm \Phi_{сж(рс)} + \Phi_m + \Phi_{тр} + \Phi_u + \Phi_v + \Phi_{пр}, \quad (9.1)$$

де $\Phi_{г.м.}$ – тепловий потік від гірського масиву, Вт;

$\Phi_{сж(рс)}$ – змінення потенційної енергії потоку в разі адіабатичного стиснення (розширення) повітря, що рухається вертикальними або похилими виробками, Вт;

Φ_m – тепловий потік від електричних машин, механізмів і обладнання, Вт;

$\Phi_{тр}$ – тепловий потік від трубопроводів, розташованих у виробці, Вт;

Φ_u – тепловий потік від копалин, що транспортуються, Вт;

Φ_g – тепловий потік від води у виробці, Вт;

Φ_{np} – теплові потоки від інших джерел (окиснення, людей, світильників тощо), Вт.

У виробках одночасно діють не всі джерела тепла. Для різних виробок шахти характерна власна структура теплового балансу. Наприклад, у тепловому балансі вертикальних і похилих стволів (виробок) беруть участь стиснення (розширення) повітря, теплообмін з гірським масивом, трубопроводами і шахтною водою.

Змінення потенційної енергії під час стиснення (розширення) повітря $\Phi_{сж(рс)}$ обчислюють за формулою

$$\Phi_{сж(рс)} = 9,81L \cdot \sin \psi \cdot G, \quad (9.2)$$

де L – довжина виробки, м;

ψ – кут нахилу виробки, град.

Тепловий потік від трубопроводів визначають за формулою

$$\Phi_{тр} = \kappa_{тр}(t_{тр} - t_{cp})\pi d_n L_{тр}, \quad (9.3)$$

де $\kappa_{тр}$ – коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт·(м²·°C);

$t_{тр}$ – середня температура поверхні трубопроводу, °C;

t_{cp} – середня температура повітря у виробці, °C;

d_n – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

$L_{тр}$ – довжина трубопроводу, м.

Тепловий потік від гірського масиву визначають як різницю між зміною загального теплового потоку на ділянці вимірювання і сумою теплових потоків від інших джерел:

$$\Phi_{г.м.} = \sum \Phi \pm \Phi_{сж(рс)} - \Phi_{тр} \quad (9.4)$$

або

$$\Phi_{г.м.} = \kappa_{\tau} (t_n - t_{cp}) UL, \quad (9.5)$$

де κ_{τ} – коефіцієнт нестационарного теплообміну, Вт·(м²·°C);

U – периметр виробки, м.

Значення коефіцієнтів κ_{τ} , $\kappa_{тр}$ та інших складових теплового балансу виробки в рівнянні (9.1) визначають за методикою прогнозування температурних умов в шахтах, викладеною у шостому розділі СОУ 10.1.00174088.00X:2011 [1].

За результатами оброблення матеріалів теплових зйомок аналізують тепловий баланс гірничих виробок і шахти, який дозволяє визначати напрям і інтенсивність процесів тепло- і масообміну, розподіл джерел тепла та вологи на шляху руху вентиляційного струменя. На підставі такого аналізу і теплових розрахунків розробляють гірничотехнічні заходи щодо покращення теплового режиму виробок шахти або установлюють потребу застосування штучного охолодження повітря.

10 ВИСНОВОК

У випадках, коли параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість повітря) відрізняються від гранично допустимих величин, у виробках потрібно застосовувати комплекс заходів щодо запобігання перегріванню (переохолодженню) організму працівників, який розробляє дільниця вентиляції та техніки безпеки (технічний відділ) з урахуванням рекомендацій спеціалізованого галузевого інституту й затверджує головний інженер шахти або уповноважена особа.

Температуру повітря у виробках до установлених норм знижують, у першу чергу, за рахунок застосування гірничотехнічних способів нормалізації. У випадках, коли допустиму температуру повітря не можливо забезпечити гірничотехнічними способами, треба застосовувати штучне охолодження повітря.

СКРП, використовувані для нормалізації теплових умов в шахтах, повинні споруджуватися за проектами, виконаними в установленому порядку, і відповідати вимогам ДНАОП 1.1.30-5.20-96 [6] та ГСТУ 101.00174088.001-03[7].

Гірничотехнічні способи, а також параметри СКРП для нормалізації теплових умов вибирають на основі теплових розрахунків і техніко-економічного порівняння прийнятих до розгляду варіантів нормалізації.

11 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

- 1) Ознайомитися із завданнями та видами теплової зйомки.
- 2) Вивчити вимоги до вибору пунктів заміру тепловологісних параметрів повітря в гірничих виробках.
- 3) Вибрати маршрут теплової зйомки (для кожного студента окремий) і розставити на схемі пункти вимірювання тепловологісних параметрів повітря.
- 4) Ознайомитися з вимірюваними величинами при проведенні теплових зйомок. Вивчити прилади та інструменти.
- 5) Ознайомитися з організацією робіт при тепловій зйомці, методикою виконання вимірювань.
- 6) Вивчити методику проведення вимірювань температури гірничих порід, ознайомитися з вимогами до вибору місць розташування шпурів.
- 7) Обробити матеріали теплової зйомки і геотермічних вимірювань.
- 8) Виконати аналіз розрахункових параметрів теплової зйомки.

12 ЗМІСТ ЗВІТУ ПРАКТИЧНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Після вивчення практичної роботи студент повинен скласти звіт, в якому повинна бути представлена наступна інформація:

- 1) Мета заняття. Види та призначення теплових зйомок.
- 2) На схемі гірничих виробок розставити замірні пункти для виконання теплової зйомки (схему гірничих виробок видає викладач).
- 3) Описати вимірювані величини, прилади та інструменти для проведення теплових зйомок.
- 4) Вказати призначення геотермічних вимірювань в шахтах.
- 5) Виконати обробку матеріалів теплової зйомки і геотермічних вимірювань (вихідні дані за результатами вимірювання теплової зйомки видає викладач).
- 6) Отримані результати порівняти з нормами ДСП 3.3.1.095-02. Зробити висновок при необхідності про зниження температури повітря у виробках.

13 ПИТАННЯ ДО САМОАНАЛІЗУ

1. З якою метою виконується тепла зйомка?
2. Які бувають маршрутні теплові зйомки?
3. Який характер можуть мати теплові зйомки?
4. Які параметри заміряються при тепловій зйомці?
5. На яких шахтах проводяться контрольні теплові зйомки, їх періодичність.
6. Які вимоги до вибору пунктів заміру в повітроподавальних виробках?
7. Які вимоги до вибору пунктів заміру на виїмкових ділянках?
8. Які вимоги до вибору пунктів заміру у виробках, провітрюваних ВМП?
9. Які вимоги до вибору пунктів заміру в період проходки стволу?
10. Які вимоги до вибору пунктів заміру в період проходки збіжки між стволами, провітрюваній з поверхні шахти?
11. Які вимоги до вибору пунктів заміру в період проходки виробок від «технологічного кільця» або від повітророзподільною камери.
12. Які необхідно отримати відомості про стан виробки при візуальному спостереженні?
13. Які параметри при проведенні теплової зйомки заміряються інструментально?
14. Який порядок виконання робіт при тепловій зйомці?
15. Як вимірюється швидкість руху повітряного потоку?
16. Як вимірюється температура води і температура поверхонь в гірничій виробці?
17. Яке призначення геотермічних вимірювань?
18. Де необхідно розташовувати шпуре для виміру температури гірничих порід?
19. Як виконуються вимірювання температури гірничих порід?
20. Вимірювання яких параметрів необхідно враховувати при аналізі теплової зйомки?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогнозування і нормалізація теплових умов у вугільних шахтах: СОУ 10.1.00174088.00X:2011 / Утв. Міненерговуглепром України. – К.: 2011. – 184 с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах. НПАОП 10.0-1.01-10 – К.: Держнагляд охорони праці України, 2010. – (Нормативно-правовий акт з охорони праці). – 400с.
3. Державні санітарні правила і норми «Підприємства вугільної промисловості». ДСП 3.3.1.095-02 – К.: М-во охорони здоров'я України, 2002. – (Нормативний документ Міністерства охорони здоров'я України). – 36с.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи „Методи і прилади оцінки кліматичних умов на робочих місцях” з дисципліни “Безпека життєдіяльності” для студентів усіх спеціальностей / Упоряд.: Г.П. Кривцун, М.В. Шибка, О.А. Муха, А.Г. Косаревський – Д.: НГУ, 2005. – 20 с.
5. Методика вимірювання температури породного масиву у вугільних шахтах / Затв. МУП СРСР 08.07.1976. - Макіївка-Донбас: 1978.
6. Інструкція із застосування холодильних установок. ДНАОП 1.1.30-5.20-96 – К.: 1996.
7. Системи кондиціонування рудникового повітря. Вимоги безпеки. ГСТУ 101.00174088.001-03 – К.: Мінпаливенерго України, 2003.

ЗМІСТ

	Стр.
1 Мета та завдання заняття	3
2 Основні чинники, що визначають тепловий режим гірничих виробок	3
3 Мета, задачі і види теплових зйомок їх призначення	4
4 Вимоги до вибору маршрутів і пунктів вимірювання при теплових зйомках	6
4.1 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках, що провітрюються за рахунок загальношахтної депресії	6
4.2 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках, які провітрюються вентиляторами місцевого провітрювання	9
4.3 Вимоги до вибору пунктів вимірювання у виробках під час будівництва шахт	10
5 Вимірювані величини. Прилади та інструменти для проведення теплових зйомок	11
6 Організація та методика виконання теплової зйомки	16
6.1 Організація робіт під час теплової зйомки	16
6.2 Методика виконання вимірювань під час теплової зйомки	16
7 Геотермічні вимірювання в шахтах	20
7.1 Вимоги до вибору місць розташування шпурів	21
7.2 Прилади для вимірювання температури порід	21
7.3 Методика проведення вимірювання температури гірничих порід ..	22
8 Обробка матеріалів теплової зйомки і геотермічних вимірювань ...	22
9 Аналіз теплового балансу гірничих виробок і шахти	25
10 Висновок	27
11 Порядок виконання практичної та самостійної роботи	27
12 Зміст звіту практичної та самостійної роботи	28
13 Питання до самоаналізу	28
 Список літератури	 29
 Додаток А Форма журналу для запису результатів вимірювань ...	 31
Додаток Б Форма журналу геотермічних спостережень	32
Додаток В Журнал вихідних даних для розрахунку тепловологісних параметрів повітря	33
Додаток Г Парціальний тиск насиченої водяної пари при різних температурах	34
Додаток Д Середні значення температури земної поверхні та величини геотермічного ступеню для шахт і шахтоуправлінь геологопромислових комплексів Донбасу	37

Додаток А
Форма журналу для запису результатів вимірювань

Журнал

для запису результатів вимірювань і спостережень під час маршрутних теплових зйомок
ДП (ВАТ, ДВАТ, ...) _____, шахта _____, маршрут _____, дата _____, склад бригади _____

Номер пункту вимірювання	Найменування виробки та місце вимірювання	Час доби, год-хв	Тиск повітря, МПа	Температура повітря, °С		Форма перерізу виробки	Розміри перерізу, м			Спосіб вимірювання швидкост	Номер анеметра	
				t_c	t_m		a	b	H			h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Кількість обертів крильчатки за 100 с	Параметри відкритої поверхні води			Параметри трубопроводу		Примітка (тип і характеристика кріплення; вологісний стан; кількість, тип та потужність місцевих джерел тепла, розміри предметів, що захащують)			
	n_1	n_2	n_3	n_{cp}	n_3		$t_{tr}, °C$		
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Склад бригади заміряльників _____

Додаток Б
Форма журналу геотермічних спостережень

Журнал
результатів вимірювання природної температури гірських порід

1. Дата _____
2. ДП (ВАТ, ДВАТ, ...) _____
3. Шахта _____
4. Виробка _____
5. Глибина від поверхні, м _____
6. Швидкість посування вибою, м/добу _____
7. Спосіб проходження: буропідривний; комбайновий
8. Буріння шпурів: сухе; з промиванням
9. Вологісна характеристика виробки: суха; волога; мокра
10. Час закінчення буріння шпуру, год, хв _____
11. Час закладення термометра (штанги) в шпур, год, хв _____
12. Склад оточуючих порід:
покрівля _____
підшва _____
13. Відстань шпуру від лінії вибою, м _____
14. Ескіз перерізу виробки з вимірювальним шпуром
15. Тип вимірювального приладу, номер _____
16. Результати вимірювань

Час закінчення вимірювань, год, хв	Ртутні термометри				Електротермометри			
	максималь- ні		з підвищеною інерційністю		номер датчика			
					№1	№2	№3	№4
	номер термометра				Відстань від поверхні виробки, м			
	№1	№2	№1	№2				
	Показання термометрів, °С							
				Показання датчиків, Ом/°С				

Склад бригади заміряльників _____

Додаток В
Журнал вихідних даних для розрахунку тепловологісних параметрів повітря

Журнал

вихідних даних для розрахунку тепловологісних параметрів повітря

ДП (ВАТ, ДВАТ,...) _____, шахта _____, маршрут _____, дата _____

Номер пункту вимірювання	Форма перерізу виробки	Розміри перерізу виробки, м			Кількість обертів крильчаток анемометра, об/с	Спосіб вимірювання	Площа перерізу предметів, що захащують виробку, м ²	Барометричний тиск, МПа	Температура повітря, °С		Парціальний тиск водяної пари в повітрі, Па		Примітка (відомості про час провітрювання пункту виробки, міс. і ін.)	
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>H</i>					<i>h</i>	за сухим термометром	за мокрою термометром	при температурі сухого термоме		при температурі мокрого термоме
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Прізвище складача журналу _____

Додаток Г
Парціальний тиск насиченої водяної пари
при різних температурах

Таблиця Г

$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$
1	2	1	2	1	2
-20,0	125,0	-12,6	232,6	-5,2	415,2
-19,8	127,1	-12,4	236,5	-5,0	422,6
-19,6	129,4	-12,2	240,3	-4,8	429,1
-19,4	131,6	-12,0	244,2	-4,6	435,6
-19,2	133,9	-11,8	248,2	-4,4	442,3
-19,0	136,2	-11,6	252,2	-4,2	449,0
-18,8	138,6	-11,4	256,3	-4,0	455,8
-18,6	141,0	-11,2	260,5	-3,8	462,7
-18,4	143,4	-11,0	264,7	-3,6	469,7
-18,2	145,9	-10,8	269,0	-3,4	476,8
-18,0	148,4	-10,6	273,3	-3,2	484,0
-17,8	151,0	-10,4	277,7	-3,0	491,3
-17,6	153,6	-10,2	282,1	-2,8	498,7
-17,4	156,2	-10,0	286,6	-2,6	506,2
-17,2	158,9	-9,8	291,2	-2,4	513,8
-17,0	161,6	-9,6	295,9	-2,2	521,4
-16,8	164,3	-9,4	300,6	-2,0	529,2
-16,6	167,1	-9,2	305,4	-1,8	537,1
-16,4	170,0	-9,0	310,2	-1,6	545,1
-16,2	172,8	-8,8	315,1	-1,4	553,2
-16,0	175,8	-8,6	320,1	-1,2	561,4
-15,8	178,7	-8,4	325,2	-1,0	569,7
-15,6	181,7	-8,2	330,3	-0,8	578,1
-15,4	184,8	-8,0	335,5	-0,6	586,6
-15,2	187,9	-7,8	340,8	-0,4	595,3
-15,0	191,0	-7,6	346,1	-0,2	604,0
-14,8	194,2	-7,4	351,5	$\pm 0,0$	612,9
-14,6	197,5	-7,2	357,0	0,2	621,9
-14,4	200,8	-7,0	362,6	0,4	631,0
-14,2	204,1	-6,8	368,2	0,6	640,2
-14,0	207,5	-6,6	373,9	0,8	649,5
-13,8	210,9	-6,4	379,7	1,0	659,0
-13,6	214,4	-6,2	385,6	1,2	668,5
-13,4	218,0	-6,0	391,6	1,4	678,2
-13,2	221,6	-5,8	397,6	1,6	688,0
-13,0	225,2	-5,6	403,7	1,8	698,0
-12,8	228,9	-5,4	409,9	2,0	705,3

1	2	1	2	1	2
2,2	715,9	10,2	1243,9	18,2	2089,2
2,4	726,6	10,4	1259,9	18,4	2115,8
2,6	735,9	10,6	1277,2	18,6	2142,5
2,8	746,6	10,8	1293,2	18,8	2169,1
3,0	757,3	11,0	1311,9	19,0	2197,1
3,2	767,9	11,2	1329,2	19,2	2223,8
3,4	778,6	11,4	1347,9	19,4	2251,8
3,6	790,6	11,6	1365,2	19,6	2279,8
3,8	801,3	11,8	1383,9	19,8	2309,1
4,0	813,3	12,0	1402,5	20,0	2338,5
4,2	823,9	12,2	1421,2	20,2	2367,8
4,4	835,9	12,4	1439,9	20,4	2397,1
4,6	847,9	12,6	1458,5	20,6	2426,5
4,8	858,6	12,8	1477,2	20,8	2455,8
5,0	871,9	13,0	1497,2	21,0	2487,8
5,2	883,9	13,2	1515,9	21,2	2517,1
5,4	897,3	13,4	1537,2	21,4	2549,1
5,6	909,3	13,6	1557,2	21,6	2579,8
5,8	921,3	13,8	1577,2	21,8	2611,8
6,0	934,6	14,0	1598,5	22,0	2643,8
6,2	947,9	14,2	1618,5	22,2	2675,8
6,4	961,3	14,4	1639,9	22,4	2707,8
6,6	974,6	14,6	1661,2	22,6	2741,1
6,8	987,9	14,8	1682,5	22,8	2774,4
7,0	1001,2	15,0	1705,2	23,0	2809,1
7,2	1014,6	15,2	1726,5	23,2	2843,8
7,4	1029,2	15,4	1749,2	23,4	2878,4
7,6	1043,9	15,6	1771,8	23,6	2913,1
7,8	1057,2	15,8	1794,5	23,8	2947,7
8,0	1073,2	16,0	1818,5	24,0	2983,7
8,2	1086,6	16,2	1841,2	24,2	3018,4
8,4	1101,2	16,4	1865,2	24,4	3055,7
8,6	1115,9	16,6	1889,2	24,6	3093,1
8,8	1331,9	16,8	1913,2	24,8	3130,4
9,0	1147,9	17,0	1937,2	25,0	3167,7
9,2	1163,9	17,2	1961,2	25,2	3206,1
9,4	1179,9	17,4	1986,5	25,4	3245,9
9,6	1195,9	17,6	2011,8	25,6	3283,5
9,8	1211,9	17,8	2037,2	25,8	3321,9
10,0	1227,9	18,0	2063,8	26,0	3362,4

1	2	1	2	1	2
26,2	3402,4	35,4	5751,8	43,4	8824,3
26,4	3442,4	35,6	5815,5	43,6	8916,6
26,6	3483,2	35,8	5879,5	43,8	9009,9
26,8	3524,8	36,0	5943,5	44,0	9103,2
27,0	3566,4	36,2	6009,1	44,2	9199,2
27,2	3608,5	36,4	6074,7	44,4	9295,2
27,4	3650,6	36,6	6141,3	44,6	9391,7
27,6	3693,6	36,8	6209,1	44,8	9488,8
27,8	3737,3	37,0	6276,8	45,0	9585,9
28,0	3781,0	37,2	6348,8	45,2	9682,9
28,2	3825,3	37,4	6420,8	45,4	9780,0
28,4	3869,5	37,6	6545,6	45,6	9888,8
28,6	3914,6	37,8	6616,5	45,8	9986,6
28,8	3960,5	38,0	6627,4	46,0	10088,5
29,0	4006,3	33,8	5262,2	40,0	7378,0
29,2	4053,3	34,0	5320,9	40,2	7457,5
29,4	4100,2	34,2	5378,5	40,4	7537,0
29,6	4147,6	34,4	5436,1	38,2	6700,0
31,0	4494,3	34,6	5502,2	38,4	6772,5
31,2	4546,0	34,8	5563,5	40,6	7617,5
31,4	4599,1	35,0	5624,9	40,8	7699,1
31,6	4650,0	35,2	5688,3	41,0	7780,7
31,8	4702,8	38,2	6700,0	41,2	7863,9
32,0	4755,6	38,4	6772,5	41,4	7947,1
32,2	4809,5	38,6	6845,8	41,6	8031,3
32,4	4863,3	38,8	6919,9	41,8	8116,6
32,6	4919,6	39,0	6994,1	42,0	8202,0
32,8	4975,6	39,2	7069,8	42,2	8288,9
33,0	5031,6	39,4	7145,5	42,4	8375,8
33,2	5088,6	39,6	7222,3	42,6	8463,8
33,4	5144,1	39,8	7300,2	42,8	8552,9
33,6	5203,6				

Додаток Д
Середні значення температури земної поверхні та величини
геотермічного ступеню для шахт і шахтоуправлінь
геологопромислових комплексів Донбасу

Таблиця Д

Номер геотермічної частини	Найменування шахт, шахтоуправлінь і геологопромислових комплексів *)	$t_{з.п.}$ °С	$G_{ср}$, м/°С
1	2	3	4
Красноармійський район			
1	ш. «Україна», ш. «Селидівська-Південна», ш. ім. Коротченка, ш. «Росія», ш/у «Курахівське», ш. ім. Димитрова, ш. 1 «Новгородівка», ш.3-3-біс	9,5	35,6
2	ш. «Краснолиманська», ш. «Центральна», ш. «Родинська», ш. «Красноармійська-Капітальна», діл. Північно-Родинська Глибока №2	10,0	34,2
3	ш. 1-2 «Добропілля», ш. ім. ХХІ з'їзду КПРС, ш. «Водянська»	9,9	33,9
4	г/ш «Красноармійська», ш.17-18 РСЧА, ш. 3 «Добропілля»	9,9	34,7
5	г/ш «Піонер», Терешківська перспектива	10,3	36,5
6	ш. ім. Т.Г. Шевченка, Добропільська західна перспектива	10,5	34,1
Південно-Донбаський район			
1	Південно-Донбаський №4, Південно-Донбаський №6 (без північної частини)	9,8	34,9
2	Південно-Донбаський 2, 3, 5, 8-9	10,3	34,3
3	Курахівська перспектива, Західно-Курахівська перспектива, діл. Південно-Донбаська №6 – північна частина	10,5	32,8
Донецько-Макіївський район			
1	діл. Петровська Глибока, діл. Георгіївська, Трудівська-Глибока, Курахівська Глибока, Черкашевська Глибока	9,7	39,7
2	ш. ім. Челюскінців, ш. 4-21, ш.11, ш.12 ш/у «Трудівське», ш. ім. Скочинського, діл. Олександрівська, діл. Курахово-Мар'їнська	8,1	31,2
3	ш. ім. Абакумова, ш. «Жовтнева», ш. 10-біс, ш. «Жовтневий рудник»	9,1	35,9
4	ш. «Лідівка», ш. ім. Засядька, ш. №13, ш. «Кіровська», ш. №29, ш. «Ново-Центральна», ш. ім. газети «Донбас», ш. ім. Калініна, ш. №31	9,3	32,8
5	діл. Октябрьська Глибока, ш. «Жовтневий рудник»	8,8	42,2
6	ш. ім. Засядька, ш. «Бутовка-Донецька», діл. Октябрьська Глибока південна	8,0	34,5
7	ш. «Чайкіно», ш. ім. Орджонікідзе, ш/у «Ново-Мушкетівське», ш. «Мушкетівська-Заперевальна», ш. №9, ш. «Ганзовська», ш. «Мушкетівська-Вертикальна»	9,9	33,1
8	ш. ім. Бажанова, Макіївсько-Ханжонковський майдан – північна частина, діл. Бутівська Глибока	8,4	34,1
9	ш/у «Жовтневе», ш. «Пролетарська-Крута» і ш. «Колосниківська- Східна», ш/у ім. Леніна, ш. ім. Батова, ш. «Грузька-Похила», ш. «Пролетарська-Глибока», ш. ім. Леніна, ш. «Колосниківська №1», ш/у ім. Кірова, ш/у «Ясинівське», Макіївсько-Ханжонківський майдан – південна частина	9,8	40,6

1	2	3	4
10	ш/у «Холодна Балка», ш. «Колосниківська №2» ш/у ім. Леніна, Харцизько-Іловайський майдан, діл. Ханжон-ківсько-Каменська	10,1	36,3
11	ш. «Ясинівська-Глибока» ш/у «Ясинівське», ш/у 3-ї п'ятирічки	9,6	37,6
12	Пролетарська перспектива, ш. «Ново-Моспіно», Н-Кринка Глибока, Іловайська перспектива	10,7	38,6
Чистяково-Сніжнянський район			
1	ш/у «Тернопільське», ш/у «Світанок», ш/у «Жданівське», ш/у «Зуївське»	9,5	41,4
2	ш. «Волинська», ш/у «Торезьке», ш. «Шахтарська» ш/у ім. 1 Травня, ш. «Київська», ш/у «Постниківське», ш. «Фомінська», ш. «Контарна», ш. «Вікторія», ш/у ім. Чапаєва, ш. 14-14-біс, ш. 2-2-біс, ш. «Шахтарська-Глибока», Зуєво-Орехівський майдан, ш. ім. Лутугіна, ш. «Донецька», ш/у ім. Кисельова, ш. «Об'єднана», ш. №17, ш. «Сніжнянська», ш. «Прогрес» - південне крило, діл. Донецька-Капітальна	9,0	39,8
3	ш. «Вінницька», ш/у «Стожківське», ш. «Московська», ш/у «Комсомольське», діл. Розсипнянська, ш/у «Червона Зірка», ш. 3-біс, ш. «Лісна», ш. «Суходільська», ш. «Міуська», ш. «Прогрес» - північне крило	8,0	44,1
Центральний район			
1	ш. ім. Дзержинського, ш/у «Торезьке», діл. Дзержинська Глибока	11,9	33,7
2	ш. ім. Ворошилова, ш. ім. Ізотова, ш. ім. Артема, ш. «Південна», ш. ім. Гагаріна, ш. «Комсомолец», ш. ім. Леніна, діл. Румянцевська Глибока – західне крило	11,2	44,0
3	ш. «Кочегарка», ш. ім. Румянцева, ш. ім. Гайового, ш. ім. Калініна, ш. «Олександрівська-Західна», ш. ім. К.Маркса, діл. Румянцевська Глибока – східне крило	9,8	42,8
4	ш. «Червоний профінтерн», ш. «Червоний Жовтень» ш. «Юнком», ш/у «Олександрівське», ш/у «Вуглегірське-Західне»	10,5	47,1
5	ш. «Єнакієвська», ш. «Полтавська Комсомольська», діл. Міусинська північна, діл. Міусинська №1 та №2 (північна частина), Юнкомівська перспектива	9,5	48,4
6	діл. Вугледарська, Північно-Міуська перспектива, діл. Міуська, діл. Міуська №1 та №2 (північна частина)	8,9	42,7
Старобільський район			
1	діл. проф. Рубіжанська, м. Варварівський, м. Боровський, діл. проф. Пугачов-Айдарська, м. Муратівський, м. Грачиш-кінський	12,0	40,9
2	м. Краснодеркульський, м. Лобочевський	12,5	43,2
3	діл. Богданівська, діл. Богданівська №6, діл. Богданівська 5-7	11,1	43,7
Лисичанський район			
1	ш. «Кремінна», ш. ім. Капустіна, ш. «Привільнянська», ш. «Новодружеська», діл. ш. «Привольнянської», діл. Північно-Лисичанська	11,6	38,3
2	ш. ім. Мельникова, діл. ш. ім. Мельникова, ш. «Чорноморка», ш. «Матроська», ш. «Войкова», діл. Гірська Глибока	10,2	37,8

1	2	3	4
Алмазно-Мар'ївський район			
1	ш. «Гірська», ш. «Карбоніт», ш. «Веселка», діл. Гірська Глибока, діл. Світланівська	10,8	38,6
2	ш. «Батьківщина», ш. «Золоте», ш. «Михайлівська», ш. ім. Менжинського, ш. «Сокологорівка», ш. ім. Кірова, ш. «Голубівська», ш. №100, ш. №77, ш. ХХІІ з'їзду КПРС, ш. «Максимівська», ш. ім. Чеснокова, ш. 3-3-біс, ш. «Криничанська», ш. «Бежанівська», ш. «Гошковська», ш. «Пролетарська», ш. «Луганська», діл. Світланівська – південна частина	10,2	37,9
3	ш. «Вергелівська», ш/у «Ломоносівське», ш. «Анненська», ш. «Замковська», ш. ім. Держинського, ш. ім. Ілліча, ш/у «Криворіжжя», ш. «Брянська», ш. «Краснопільська», ш. 1-1-біс, діл. Миронівська Глибока, Сануарівська перспектива, діл. Ломоватська, діл. Анненська Вертикальна	8,8	35,9
Луганський район			
1	ш. «Черкаська», ш/у «Черкаське», ш. «Слов'яносербська», ш. ім. Лютикова, ш/у «Черкаське», діл. Тельманівська (західне крило)	11,4	46,2
2	ш/у ХІХ з'їзду КПРС, ш. «Білоріченська», ш/у ім. Леніна, діл. Сутаган Полога	11,4	46,5
3	діл. Климівська, діл. Тельманівська (східне крило), діл. Новосвітлівська	12,4	50,9
4	діл. Чапаївського рудника	11,8	63,7
5	діл. Менчекурівська	11,1	48,5
Краснодонський район			
1	діл. Краснодонська північна, Краснодонська південна перспектива	12,5	52,3
2	діл. Краснодонська Північна 1	11,7	44,9
3	ш. Молодогвардійська, ш. 50 років СРСР, ш. «Самсонівська-Західна»	11,5	47,9
4	ш. «Північна», ш. «Перемога», ш/у «Суходольське», ш. ім. Лютикова, ш. «Дуванна», ш. ім. Баракова, ш. «Суходільська-Східна»	11,9	47,5
5	ш. «Енгельсівська», ш. «Ореховська», ш. «Галовська», ш. «Краснодонська», Орехівська східна перспектива, діл. Краснодонська Глибока – західне крило	11,7	53,9
6	ш. «Краснодарська», діл. Краснодонська Глибока - східне крило, діл. Краснодонська Південна	11,0	53,8
Селезньовський район			
1	ш/у «Зоринське», ш/у ім. Косіора, ш/у ім. Артема, ш/у «Україна», ш/у «Перевальське», діл. Селезньовська, діл. Анненська Вертикальна – південне крило	7,4	33,2
Орехівський район			
1	діл. Первозванівська, діл. Лутугинська південна 1, Лутугинська південна перспектива	10,9	49,6
Боково-Хрустальський район			
1	ш/у «Запорізьке», ш. 152, ш/у «Краснокутське», діл. Краснокутська 1, діл. Фащовська Нижня	9,2	40,7
2	ш. 4 ш/у «Хрустальське», ш. 7-8, ш. «Стяг комунізму», ш. «Міусинська», ш/у «Алмазне», діл. Фащовський рудник, діл. Грабовський рудник	9,9	44,6

Кінець таблиці Д

1	2	3	4
3	ш. 21 «ш/у Краснокутське», ш. «Ізвестія» та 10-10-біс ш/у ім. газети «Ізвестія», ш. 32 ш/у ім. газети «Ворошиловградська Правда», ш. ім. Вахрушева, ш. «Центральна», ш.30 ш/у ім. газети «Ворошиловградська Правда», ш. «Новопавлівська», ш. «Краснолуцька», ш. 4-біс ш/у «Стяг комунізму», ш. ім. XXIV з'їзду КПРС, діл. Нагольчанська західна	10,4	46,7
4	ш/у «Нагольчанське», ш. «Партизанська», ш. «Дружба», ш/у ім. 50 років Радянської України, ш/у ім. Фрунзе, діл. ш. ім. Фрунзе – західне крило	10,2	53,9
Должанський район			
1	ш/у «Ровеньківське», ш. ім. XXIII з'їзду КПРС, ш/у ім. Держинського, Свердловська перспектива, діл. ш. ім. Фрунзе – східна частина	11,4	52,5
2	ш/у «Ленінське», ш/у ім. Космонавтів	9,9	49,9
3	ш. ім. Володарського, ш. «Центроспілка», ш/у Свердлова, ш. 67 ш/у «Одеське», ш. «Харківська», ш/у Похиле, ш. 66 ш/у «Маяк», діл. Володарський рудник	8,7	45,4
4	ш. «Червоний Партизан», ш. «Майська», ш. «Богучарівська», діл. Должанська Каменська	10,1	44,5
5	ш.25 ш/у «Похиле», ш.71 ш/у «Маяк», діл. Должанська – південна, діл. Должанська – південна №1	11,2	50,6
* Наведено назви шахт, шахтоуправлінь і геологопромислових комплексів, у межах яких виконувалися геотермічні спостереження			

Автори:
Шайхлісламова Ірина Анатоліївна
Алексеєнко Сергій Олександрович
Муха Олег Анатолійович

ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ НА ТЕМУ: «ТЕПЛОВІ ЗЙОМКИ, ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИКА ЇХ ВИКОНАННЯ»

для студентів напряму підготовки «Гірництво»

Видано в авторській редакції.

Підп. до друку 29.10.12. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,3.
Обл.-вид. арк. 2,3. Тираж 50 пр. Зам. №

Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»
49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19