

УДК 622.23.05

Григор'єв Є.О., студ. гр. 192-17-1 ФБ, Терещук О.В., м.н.с.,

Дудка І.В. к.т.н., доц.

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Під час дослідження деформаційних процесів в масиві гірських порід і обґрунтуванні можливості використання засобів і способів підвищення стійкості виробок зазвичай для підтвердження валідності запропонованих наукових теорій і рішень використовуються результати вимірювань, отриманих безпосередньо в шахтних умовах. Такі вимірювання містять певний перелік досить трудомістких робіт і операцій, виконання яких спрямовано у тому числі й на забезпечення певного рівня точності в умовах, які завдяки наявному у виробках обладнанню, неналежному рівню освітлення та іншим перешкодам аж ніяк цьому не сприяють. Тому достовірність результатів в деяких випадках викликає певні сумніви.

Отже вдосконалення способів проведення шахтних досліджень в підземних виробках завжди було пов'язано, по-перше, зі зменшенням трудомісткості виконання вимірювань і, по-друге, з підвищенням точності отриманих результатів.

Вочевидь найпростішим способом визначення наявності зміщень на контурі виробки є візуальний, головним недоліком якого є неможливість отримання кількісних характеристик проявів гірського тиску і вигинів кріплення. Втім саме він використовується під час принципового визначення необхідності використання інших набагато досконаліших способів натурних досліджень та місць встановлення замірних станцій. На таких станціях, які поділяються на замірні пункти, зазвичай виконується вимірювання ширини виробки, її висоти і, за потребою, вигин її елементів кріплення. Результати таких вимірювань, що виконуються з певною частотою, за зміною геометричних розмірів дають можливість визначити напрям дії сил тиску з боку гірського масиву і в першому наближенні динаміку зміщень контуру. Нажаль, просте вимірювання рулеткою, наприклад, висоти виробки, не дає можливість визначити з якого джерела (підшви чи покрівлі) інтенсивність проявів тиску більша. Тому для виконання натурних досліджень використовують шнур, який горизонтально натягують між умовно нерухомими точками боків виробки і вимірювання відстаней здійснюється до нього, що дозволяє виокремити із загальної зміни висоти виробки (конвергенції) окремі складові зміщень в покрівлі і в підшві. Так само, але з використанням виска, виконуються вимірювання горизонтальних розмірів виробки.

Традиційна методика проведення досліджень деформаційних процесів в породному масиві навколо підземної виробки, яка закріплена рамним металевим кріпленням, передбачає періодичні вимірювання зміщень внутрішнього контуру кріплення і підосви виробки. Вимірювання параметрів зазвичай виконується за допомогою простих інструментів і приладів (рулетка ВНДМІ, висок, стійки СУ-2 тощо) [1, 2]. Цією методикою з певними змінами, які викликані особливостями умов виконання і потрібною точністю робіт, здійснюється більшість вимірювань. Так, наприклад, в роботах [3...6], які є лише малою частиною досить солідного переліку посилань, які виконувались останніми роками, наведені результати виконання вимірювань на вугільних шахтах саме за цією методикою. Її безумовною перевагою є простота і відносно низька трудомісткість натурних досліджень. До недоліків цієї методики та інструментів, що використовуються, слід віднести необхідність фіксації вимірювальних інструментів та приладів одночасно на протилежних боках виробки (кріплення), що збільшує трудомісткість процесу отримання результатів; а також потрібність фіксації точок у виробках із стрічковим конвеєром, що унеможливує проведення робіт під час його функціонування. Додатковим обмеженням є необхідність виконання робіт принаймні двома дослідниками задля забезпечення точності вимірювань і фіксації результатів. Втім для дослідження проявів більшості геомеханічних процесів, що локалізуються навколо гірничої виробки і не пов'язані із тектонічними процесами, ця методика за точністю і якістю результатів в цілому задовольняє більшості вимог дослідників.

Дещо більш досконалою методикою виробництва вимірювальних робіт є запропонована у [7] і частково використана у [8], яка передбачає використання лазерного далекоміра для дослідження деформацій кріплення гірничих виробок і є модернізованим варіантом попередньої. Використання лазерного приладу дозволяє частково зменшити трудомісткість робіт із забезпеченням необхідної точності вимірювань. До недоліків слід віднести необхідність використання горизонтального рівня (шнура) при замірах у вертикальній площині, чому знову ж таки перешкоджає наявне у виробці обладнання.

Суттєво більш довершеною є методика, яка передбачає використання оптичних засобів вимірювань і дозволяє отримувати надточні результати натурних досліджень [9] не лише завдяки використовуваному обладнанню, але й передбаченому процедурою перенесенню у підземні виробки координат дійсно нерухомих пунктів з поверхні. Наведене джерело також є одним з багатьох, де використовується подібна схема вимірювань. Недоліком її є потрібність додаткового точного обладнання, суттєвий час на прокладання шляху нівелювання і знову ж таки необхідність виконання робіт принаймні двома виконавцями.

Для зменшення трудомісткості робіт, забезпечення належної точності визначення геометричних параметрів і можливості виконання натурних досліджень якнайменшою кількістю виконавців запропонована методика, принципи якої детально наведено у [7, 10].

Вимірювальне обладнання складається з блоку кріплення і майданчика, на якому розташовані лазерний далекомір і лазерний рівень, з можливістю вимірювання висоти виробки щодо горизонтально спроектованого променя, як наведено на рис.

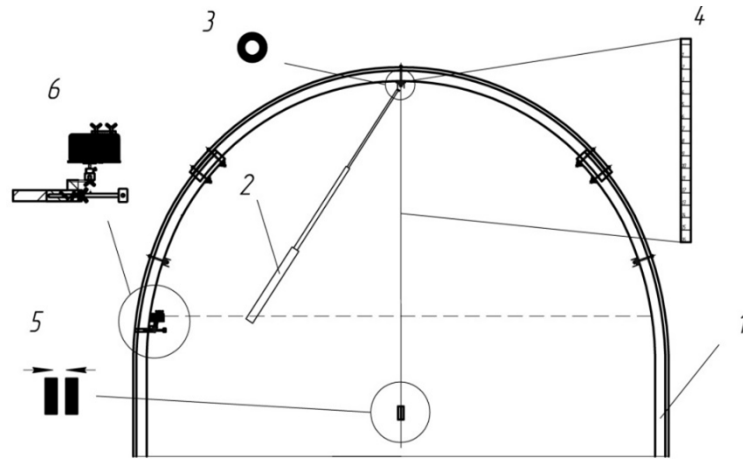


Рис. Схема вимірювального пункту та інструменти: 1 – металеве кріплення; 2 – телескопічний подовжувач для закріплення магніту в склепінні; 3 – магніт для закріплення стрічки рулетки в склепінні; 4 – стрічка рулетки; 5 – магніти-вантажі, які закріплені на нижній точці стрічки рулетки; 6 – вимірювальний пристрій

До переваг застосування цієї методики можна віднести можливість вимірювання геометричних параметрів внутрішнього контуру кріплення з вільної від обладнання частини виробки, виключаючи необхідність пересування в іншу. До того ж всі операції можуть виконуватись однією людиною з мінімальними витратами часу, високою точністю та якістю.

Крім того, використання обладнання та інструментів цієї методики дозволяє відмовитися від постійних висків, трудомісткого і тривалого проведення умовного горизонтального рівня за допомогою шнура.

Область використання цієї методики може бути поширена й на рудні шахти, де наявність рамного кріплення суттєво обмежена, але використовується анкерні системи забезпечення стійкості. В цьому випадку обладнання закріплюється до відносно нерухомих хвостових частин анкерів. Відповідно для облаштування замірних пунктів ділянкових виробок, де взагалі не використовується кріплення (Запорізький та Криворізький залізорудні комбінати) потрібно встановлення анкерів, що при наявності обладнання для анкерування не є проблемою.

До недоліків саме цієї методики можливо слід було б віднести вартість лазерних далекомірів та конструктивних елементів кріплення, проте багаторазове використання приладів і надійність їх роботи зменшує строк окупності обладнання.

Підсумовуючи вищезазначене можна виділити три методики визначення зміни геометричних параметрів гірничих виробок з властивими кожній з них недоліками і перевагами (табл.).

Таблиця

Параметри порівняння методик вимірювання

Методика	Рівень точності	Трудо-місткість	Мін. кількість виконавців	Швидкість вимірювань, хв	Вартість обладнання
Традиційна [1, 7]	Достатній	Висока	2	До 10	Низька
Маркшейдерська зйомка [9]	Надточний	Середня	2	5...10	Висока
Вдосконалена [10, 11]	Високий	Низька	1	До 5	Висока

Аналізуючи дані табл., яка сформована на підставі порівняння параметрів кожної з методик, та досвід виконання вимірювань можна зазначити, що вдосконалена методика і маркшейдерська зйомка дозволяють отримати результати високої точності, проте для виконання натурних досліджень і наступного їх опрацювання рівень точності традиційного способу цілком задовільний. За трудомісткістю і часом виконання робіт безумовно вдосконалений спосіб є дещо більш зручним, але, як і для маркшейдерської зйомки цей спосіб втрачає переваги з причини високої вартості обладнання.

Враховуючи наявність переваг і недоліків кожного способу, виділити якийсь абсолютно універсальний не є можливим, а тому, напевно, методику вимірювань слід обирати відповідно до задач, які ставляться перед спостерігачами, умов виконання робіт та завдань подальших досліджень. Тому, наприклад, при визначенні зміщень великих масивів гірських порід відносно земної поверхні і відповідних проявів таких процесів у виробках доречним є використання маркшейдерської зйомки. За умови наявності часу, відносної свободи дій у виробках і чисельної ланки виконавців обґрунтованим є використання традиційного способу. При необхідності виконання вимірювань у захищених обладнаннях виробках, при необхідності забезпечення високого рівня точності натурних досліджень, а також для зниження витрат на проведення робіт більш слушною є вдосконалена методика.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Методические указания по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах // ВНИМИ. – Л., 1973. – 102 с.
2. Сергеев С.В. Методика и результаты наблюдений за деформациями крепи горных выработок в богатых железных рудах КМА / С.В. Сергеев, В.В. Севрюков // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2013. – Вып. № 1. – С. 170-176.

3. Терещук Р.Н. Шахтные исследования поведения приконтурного массива наклонных горных выработок, закрепленных рамно-анкерной крепью / Р.Н. Терещук // Вісті Донецького гірничого інституту. – Донецьк : ДонНТУ, – 2013. – №1(32). – С. 292 – 297.

4. Наумович А.В. Натурные исследования закономерностей проявлений горного давления в подготовительных выработках шахты «Шахтерская-Глубокая» / А.В. Наумович, Р.Н. Терещук, С.Н. Гапеев // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2009. – № 6. – С. 8–10.

5. Терещук Р.Н. Обследование состояния горных выработок на шахтах шахтоуправления «Добропольское» ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев // Проблемы гірського тиску. – Донецьк : Донецький Національний технічний університет, 2012. – №1(20) – 2(21). – С. 68-85.

6. Сдвижкова Е.А. Анализ проявлений горного давления при проведении протяженных выработок в районе мелкоамплитудных геологических нарушений на примере уклона блока №10 ШУ «Покровское» / Е.А. Сдвижкова, К.В. Кравченко, А.В. Халимендик, Е.Н. Халимендикив, А.С. Янжула // Наукові праці УКРНДМІ НАН України. – Донецьк : УкрНДМІ НАН України, 2011. – С. 269-281.

7. Дудка И.В. Устройство для измерения деформаций металлической арочной крепи / И.В. Дудка // Перспективы развития строительных технологий: материалы 10-й Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, 24-26 апреля 2016 г., Днепропетровск – Д.: НГУ, 2016. – С. 24–27.
<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/147025>

8. Снигур В.Г. Проведение и мониторинг откаточного квершлага при пересечении региональных геологических нарушений в условиях ПСП шахты "Самарская" ПАО "ДТЭК Павлоградуголь" / В.Г. Снигур, В.В. Панченко, С.Н. Гапеев, А.В. Солодянкин, К.В. Кравченко // Форум гірників – 2016: матеріали міжнар. Конф., 5-8 жовтня 2016 р., м. Дніпро. – Д.: Національний гірничий університет, 2016. – Т. 1. – С. 62-70.

9. Халимендик Ю.М. Исследование деформирования сечений выработок, поддерживаемых на отработанных участках / Ю.М. Халимендик, В.А. Назаренко, А.В. Бруй, Ю.А. Заболотная // Проблемы гірського тиску. – Донецьк : Донецький Національний технічний університет, 2010. – №18. – С. 104-115.

10. Солодянкін О.В. Охорона підготовчих виробок, що використовують повторно, в умовах антрацитових шахт : монографія / О.В. Солодянкін, І.В. Дудка, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 161 с.