

2. Киржниц Д. А. Всегда ли справедливы соотношения Крамерса — Кронига для диэлектрической проницаемости вещества?: Методические заметки / Д.А. Киржниц // Успехи физических наук. – 1976. – №6. – Т. 119. – Вып. 2, – С. 357–369
3. Диффузия импульсного поля и электромагнитные силы в ферромагнетиках / Ю.Э. Адамьян, Е.А. Вырва, С.И. Кривошеев, В.В. Титков // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83. – Вып. 10. – С. 1–7
4. Лесские А.Г., Пастернак В.Е., Юшканов А.А. Поглощение инфракрасного излучения в мелкой металлической частице / А.Г. Лесские, В.Е. Пастернак, А.А. Юшканов // ЖЭТФ. – 1982. – Т.83. – Вып. 1(7). – С. 310–317
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика : в 10 т. Т. VIII. : Электродинамика сплошных сред : Учеб. пособие. – 4-е изд., испр. и доп. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // – М.; Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 656 с.
6. Гусев Ю.А. Основы диэлектрической спектроскопии : Учебное пособие / Ю.А. Гусев. – Казань : КГУ, 2008 – 112 с.
7. Фрѐлих Г. Теория диэлектриков : Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери / Г. Фрѐлих ; [Перевод со второго английского издания проф. Г. И. Сканава]. – М. : Издательство иностранной литературы, 1960. – 252 с.
8. Браун В. Диэлектрики / В. Браун ; [перевод с английского А.Н. Губкина : под редакцией В.А. Чуенкова].- М.: Издательство иностранной литературы, 1961. – 328 с.
9. Нигматуллин Р.Р., Рябов Я.Е. Диэлектрическая релаксация типа Коула-Девидсона и самоподобный процесс релаксации / Р.Р. Нигматуллин, Я.Е. Рябов // Физика твердого тела. – 1997. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 101–105
10. Нилова Л.И. Расчет напряженности электрического и магнитного полей изотропного излучателя в однородной среде / Л.И. Нилова // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов : 01.04.00 Физика. – 2010. – №1
11. Поплавко Ю. М. Физика активных диэлектриков: учебное пособие / Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, И.П. Раевский ; [Под ред. проф. В.П. Сахненко]. – Ростов н/Д : ЮФУ, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9275-0636-1.

Рукопис подано до редакції 26.03.15

УДК 622.83

А.Ю. ПАЛАМАР, асистентка, Т.Д. СИЗОВА, студентка
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ГЕОМЕХАНІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В КРУПНИХ ГІРНИЧОВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Наведено основні методи спостережень за геомеханічними процесами в крупних гірничодобувних регіонах. Виконано аналіз існуючих методів спостереження: натурні маркшейдерські інструментальні спостереження, лабораторні дослідження, теоретичні дослідження та нівелювання III класу. Визначено основні переваги та недоліки вище вказаних методів, в результаті чого було обрано найбільш ефективний метод та метод, що потребує найбільших витрат. Було виконано нівелювання III класу на пунктах хвостосховища ПАТ «ПівнГЗК» та отримано значення створів, за результатами яких були побудовані графіки. Проведено аналіз результатів спостережень і виявлено, що контроль за геомеханічними процесами ведеться безперервно. Розглянуто волоконно-оптичний метод спостережень за геомеханічними процесами, за допомогою якого можна отримати високу точність 1-2 мкм, при цьому відносно невеликі витрати на обладнання та можливість спостережень на будь-якій глибині. Висока чутливість волоконно-оптичної системи до зсувів гірських порід дозволяє підвищити надійність і точність вимірювання вертикальних і горизонтальних зміщень гірських порід у зсуві, зміщення вимірюють одноподібно на одному переносному приладі і безконтактно. В результаті аналізу було визначено, що найбільш ефективним та вигідним є волоконно-оптичний метод спостережень за геомеханічними процесами.

Постановка проблеми. Все більш зростаючі масштаби гірничого виробництва, величезні перспективи його розвитку, пов'язані зі збільшенням глибини робіт і залученням в експлуатацію все більш складних родовищ виносять на перше місце вивчення окремих, найбільш важливих фізичних процесів, що безпосередньо впливають на ефективність і безпеку будівництва та експлуатації того чи іншого родовища. У результаті виймки вугільних пластів відбувається зрушення і деформування масиву гірських порід і земної поверхні, що викликає деформації об'єктів у зоні впливу підземної розробки і в окремих випадках може призводити до їх руйнування [1].

В Україні існують декілька великих гірничодобувних регіонів з майже схожими проблемами маркшейдерсько-геодезичного забезпечення. Одним з найбільших є Криворізький залізорудний басейн, в якому протягом більше 120 років проводяться розробки як підземним,

так і відкритим способами. Внаслідок цього виникли значні за обсягом підземні порожнини. Сотні квадратних кілометрів земної поверхні виявилися в зонах масового обвалювання, хвостосховищ та відвалів. Це призводить до постійної зміни напружено деформованого стану гірських масивів, що викликає зміни в природному процесі сучасних зсувів земної поверхні. Останнім часом згадані явища істотно активізувалися за рахунок екзогенних процесів. Внаслідок цього спостерігаються постійні зсуви земної поверхні, бортів кар'єрів. Крім цього, станції спостережень, які служать основою для спостережень за розвитком вказаних явищ, потрапили в зону впливу гірничих робіт і змінили своє положення, а деякі взагалі знищені.

Тому виникає необхідність у вирішенні найважливішої для теорії і практики проблеми, яка полягає в розробці нових методів і засобів маркшейдерсько-геодезичного обслуговування гірничих робіт і контролю за станом земної поверхні та штучних споруд з метою виключення загрози при експлуатації та видобутку корисних копалин в гірничодобувному регіоні [2].

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданням. Геомеханічні процеси і зв'язані з цим явищем провальні процеси розвинені в зонах обрушення шахтних полів, де добування залізної руди проводилась без закладки відпрацьованого матеріалу. Провальні явища спостерігаються на земній поверхні у вигляді відкритих воронок. Яскравим прикладом є покинуті розробки старих шахт, які представляють небезпеку.

Покинуті розробки старих шахт становлять певну небезпеку для земної поверхні, що неодноразово відмічено в роботах як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців. Відомо, що така небезпека полягає в раптовій і практично непередбачуваній на сьогоднішній день активізації процесу зрушення підробленої на малих глибинах товщі, що зависла над порожнечами.

Як наслідок, земна поверхня отримує різноманітні пошкодження (локальні осідання, провали, тріщини і тому подібне) одиничного або комплексного прояву, величини деформацій в яких у декілька разів перевищують гранично допустимі показники концентрації для споруд, а такі з них, як провали, діють просто руйнівню.

Очевидно, що експлуатація діючих поверхневих об'єктів і проектування нових в таких небезпечних зонах зв'язані з певними складнощами.

Встановлено, що для кожного типу старих гірських виробіток характерні певні види і форми пошкоджень на земній поверхні, обумовлені, перш за все, розмірами того або іншого вироблення, умовами залягання і підтримки, призначенням і часом проведення.

Викладення матеріалу дослідження. До геомеханічних процесів при відкритій розробці родовищ корисних копалин відносяться:

процеси формування та перерозподілу напружень в прибортовому масиві;

процеси деформування відкосів, які не впливають на стійкість бортів кар'єрів (просадки, опливини, фільтраційні деформації);

процеси деформування, що викликають руйнування бортів кар'єрів.

Зрушення гірських порід і земної поверхні вивчається практично на усіх родовищах корисних копалин [3-7].

При цьому використовуються різні методи вивчення цього складного техногенного явища, основні з яких представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика методів спостереження за геомеханічними процесами в крупних гірничодобувних регіонах

Методи спостереження за геомеханічними процесами в гірських породах	Переваги методів	Недоліки методів
Натурні маркшейдерські інструментальні спостереження	Дозволяють отримати детальну достовірну характеристику процесу зрушення та його окремих параметрів у конкретних гірничо-геологічних умовах.	Складність вивчення окремих питань, пов'язаних із інтерпретацією результатів спостережень, ув'язкою їх із геомеханічними процесами у гірничому масиві; обмеженість використання результатів досліджень конкретними умовами їх отримання; трудомісткість, громіздкість і значна тривалість спостережень (до декількох років і більше на одній спостережній станції).

Лабораторні дослідження	Значно менша тривалість і трудомісткість у порівнянні із проведенням натурних інструментальних маркшейдерських спостережень; наочність отриманих результатів (якісні показники), можливість широкого, практично безмежного, варіювання гірничо-геологічними параметрами та умовами.	Складність у підборі матеріалів моделі і, як наслідок, відсутність подібності моделі й натур; недостатня точність отриманих результатів (кількісних показників).
Теоретичні дослідження	невелика трудомісткість; незначна вартість робіт.	мають на меті розробку лише теорії зрушення гірських порід, яка була б заснована на фізико-механічних властивостях реального масиву з урахуванням усіх гірничо-геологічних факторів.
Нівелювання III класу	-	значна вартість робіт; велика трудомісткість; вплив рефракції та кривизни Землі; можливість виникнення суттєвих похибок через велику тривалість робіт.

Роблячи висновок методів спостереження можна сказати, що найбільш ефективним є метод натурних інструментальних досліджень, так як його використання дозволяє отримати детальну і достовірну характеристику процесу зрушення, а найбільш затратним є нівелювання III класу.

На основі даних організації «Укррудпром» спостережень за зміщеннями пунктів хвостосховища ПАТ «ПівнГЗК» вже тривалий час виконують спостереження за деформаційними процесами, за польовими результатами були опрацьовані дані з 2005 по 2011 рр. та отримані значення створів за результатами яких були побудовані графіки, які представлені на рис. 1.

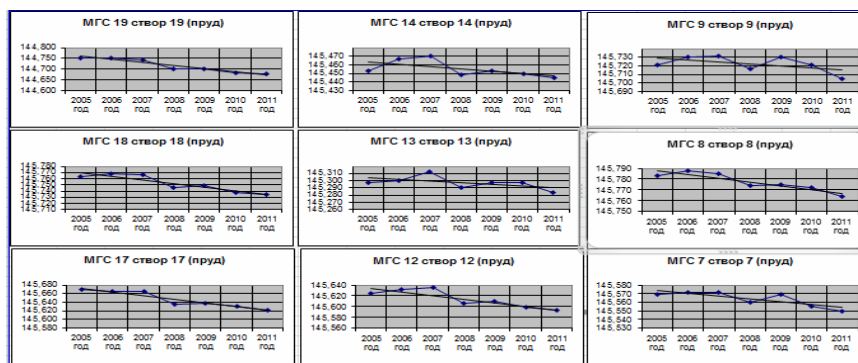


Рис. 1. Графіки спостережень на станціях за зміщеннями земні поверхні

Графіки свідчать про те, що контроль за зміщеннями гірських порід постійно в Криворізькому регіоні ведеться відповідними службами, тобто це питання є актуальним у наш час. Тому постійний моніторинг за зміщенням гірських порід в крупних гірничодобувних регіонах є необхідним, так як зрушення постійно відбуваються і ситуація може бути критичною, і як наслідок привести до тяжких процесів [8-10].

Недоліками існуючих пристроїв для реєстрації зміщення гірських порід є складність конструкції, трудомісткість установки, ряд серйозних невизначеностей у вимірах. Разом з тим, складна геотектонічна обстановка в ряді гірничодобувних регіонів, викликана істотним збільшенням глибини розробки, вимагає створення принципово нових пристроїв для спостереження зміщення гірських порід, що відрізняються підвищеною, порівняно з існуючими, точністю при спрощеній конструкції.

На підставі розробок проф. В.Д. Сидоренка визначено основні напрямки у створенні нових реєструючих пристроїв для вирішення маркшейдерсько-геодезичних задач на основі волоконно-оптичних систем [2]. Наведено дослідження волоконно-вимірювальних систем з метою розробки принципово нових пристроїв для комплексного вивчення геодинамічних та геомеханічних процесів, показали доцільність їх використання. Переваги та недоліки даного методу подано в табл. 2.

Характеристика переваг та недоліків волоконно-оптичного методу

Переваги	Недоліки
<p>Простота та оперативність спостережень; Відносно невеликі витрати на обладнання пристрою; Висока чутливість волоконно-оптичної системи до зсувів гірських порід; Підвищення надійності і точності вимірювання вертикальних і горизонтальних зміщень гірських порід у зсуві; Спрощена конструкція пристрою; Здійснення спостережень на будь-якій глибині; Можливість дистанційного знімання інформації з волоконно-оптичних опорних знаків; Зміщення вимірюють одноподібно на одному переносному приладі і безконтактно; Непервершена точність методу 1-2 мкм, при невеликих коливаннях до 5 мкм.</p>	<p>Корозія струни відвісу; Вимірювання ускладнюються за рахунок коливання поплавка в результаті поривів вітру та руху великовантажного транспорту, це також погіршувало пошук координат суміщення осей двох світловодів (радикальний спосіб зменшення впливу цих факторів: Підвищення в'язкості рідини в натягу вальному пристрої та пристрої вітрозахисту); Забезпечення повного збереження спостережної станції від антропогенного впливу.</p>

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отже, великий вплив на зміщення земної поверхні призводять гірничі роботи, що викликають значні за площею зони зрушення. Масові вибухи, які періодично проводяться в кар'єрах і шахтах впливають на зміщення пунктів планово-висотного обґрунтування, величина якого визначається сумарною масою зарядів, що підриваються, фізичними властивостями руйнуючих порід і відстанню від місця підривання до точки спостереження. Встановлено емпіричні залежності для визначення зміщення пруткових і ґрунтових реперів щодо глибоких, закладених в корінні породи. Отримані результати дозволяють зробити висновок про нестабільність великого числа пунктів опорного планово-висотного обґрунтування на об'єктах Криворізьких ГЗК. Складні геодинамічні явища, що відбуваються в процесі розробки родовищ негативно впливають на якість маркшейдерського забезпечення гірничих робіт.

На основі волоконно-оптичних систем розроблені й облаштовані спостережні станції, проведені їх інструментальні випробування та впровадження з метою отримання інформації про геомеханічні процеси, що відбуваються в гірничодобувному регіоні, в тому числі і від впливу гірничих робіт. Експлуатація спостережних станцій довела теоретично обґрунтовану високу чутливість вимірювальних систем до деформації (зміщення) гірських порід. Отримані результати по деформації гірських порід під дією масових вибухів за допомогою волоконно-оптичних систем узгоджуються з вимірами, проведеними традиційними методами, але більш ніж на порядок перевершують їх по точності.

Список літератури

1. Сидоренко В.Д. Неотектонические движения физической поверхности в Криворожском бассейне. // Разработка рудных месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Кривой Рог: КТУ, 1999. – Вып. 67. – С. 50-53.
2. Сидоренко В.Д., Бойчук К.К. Закономерности сдвижения горных пород при разработке рудных залежей Кривбасса // Разработка рудных месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Кривой Рог, КТУ, 1998. – Вып. 66. – С. 132-137.
3. Долгих В.Н., Долгих Л.В., Сидоренко В.Д. Влияние геомеханических процессов на состояние пунктов планово-высотного обоснования // Разработка рудных месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Кривой Рог: КТУ, 1999. – Вып. 67. – С. 53-56.
4. Баклашов И.В., Борисов В.Н., Картозия Б.А., Шашенко А.Н. Геомеханика. Учебник для вузов. Том II. Геомеханические процессы. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2004 г., С. 5-8.
5. Сидоренко В.Д., Здешиц В.М., Куликовская О.Е., Хльповка Е.Г. Оптимизация конфигураций марок для волоконно-оптических центров // Разраб. руд. месторожд. науч.-техн. сб. Вып. 71. – Кривой Рог: КТУ. 2000. С. 122-124.
6. Денисов А.И. Результаты исследований составляющих современных движений земной поверхности Криворожья // Современные движения земной коры. – М., 1984 – С. 138-140.
7. Сидоренко В.Д. Волоконно-оптичні системи для маркшейдерсько-геодезичних вимірювань / Відомості Академії гірничих наук України. – Кривий Ріг: Мінерал. - № 2. – 1997. – С. 100-101
8. Сидоренко В.Д., Куликовська О.Є. Про необхідність досліджень геодинамічних процесів у Кривбасі. – Вісник геодезії та картографії, 1998. - №1. – С. 8-12.
9. Чирва А.И., Сидоренко В.Д. Влияние массовых взрывов на устойчивость земной поверхности // Разработка рудных месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Кривой Рог: КТУ, 1999. – Вып. 67. – С. 46-50.
10. Сидоренко В.Д. Устройство для задания вертикального направления с использованием волоконно-оптической системы // Проблемы горнодобывающей промышленности металлургического комплекса Украины: Сб. науч. трудов. – Кривой Рог: НИГРИ, 1997. – С. 51-56.

Рукопис подано до редакції 26.03.15