5. Концепції реформування та розвитку вугільної промисловості на період до 2020 року від 24 травня 2017 р. [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України. – URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/733-2017-%D1%80#n8.

6. Коммюніке за результатами II міжнародної конференції з вугільної промисловості «Тенденції та перспективи видобутку, використання вугілля в україні та світі» [Електронний ресурс]. – 2018. – URL: **https://dtek.com/ua/media-center/events/ii-mezhdunarodnaya-konferentsiya-po-ugolnoy-promyshlennosti/**

7. **Пивняк Г. Г.** Вторая жизнь угольной шахты в современных экономических условиях. / Г.Г. Пивняк, А.Н. Шашенко, М.С. Пашкевич. // Материалы международной конференции «Форум горняков - 2017». – 2017. – Д.: Національний гірничий університет, 2017. – 400 с. – С. 9–19.

8. Про ратифікацію Паризької угоди : Закон України від 14 липня 2016 р. № 1469-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19

9. Європейська система торгівлі викидами та перспективи впровадження системи торгівлі викидами в Україні. Аналітичний документ. – 2018. URL: http://www.rac.org.ua/uploads/content/449/files/webetsinukraine2018ualayout.pdf

10. Міністерство екології та природних ресурсів України. Національний кадастр антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2016 рр.: веб-сайт. URL: https://menr.gov.ua/news/32422.html

11. Кіотський протокол від 1998 р. [Електронний ресурс]. URL: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf

12. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

13. **Єфремов І.О.** Фізико-технічні основи комплексної дегазації і використання метану вугільних шахт : автореф. дис. На здобуття наук. ступеня д-ра техн. Наук : 05.15.02. Дніпропетровськ, 2011. 30 с.

14. ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» : офіційний веб-сайт. URL: http://pokrovskoe.com.ua/company/history

15. На шахті у Павлограді спалахнув метан, постраждали гірники. ТСН Україна: офіційний веб-сайт. URL: https://tsn.ua/ukrayina/na-shahti-u-pavlogradi-spalahnuv-metan-postrazhdali-girniki-1278669.html

Рукопис подано до редакції 11.04.2018

УДК 622.1:528.02

П.Й. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., О.В. ДОЛГІХ, Л.В. ДОЛГІХ, кандидати техн. наук, доценти, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОЛОЖЕННЯ РЕПЕРІВ ПРОФІЛЬНИХ ЛІНІЙ СПОСТЕРЕЖНОЇ СТАНЦІЇ

Мета. Метою є дослідження території, яка знаходиться над виробленим простором та під впливом тектонічного розлому земної кори. Наведено результати дослідження території шахти ім. Орджонікідзе, де у 2010 році сталося масштабне обвалення земної поверхні. Через ділянку, яка підпрацьована підземними гірничими роботами, проходить тектонічний розлом земної кори, який, як підтвердили дослідження, теж впливає на стан поверхні та споруд.

Методи. Актуальна задача дослідження сумісного впливу підземних гірничих робіт та тектонічного розлому земної кори на стан земної поверхні та поряд розташованих будівель і споруд, вирішена методами інструментальних вимірів та аналітичних розрахунків.

Наукова новизна. Розглядається питання про виконання повторного визначення координат осьових пунктів, які визначалися раніше, при будівництві шахти, і знаходяться в журналі координат пунктів маркшейдерської мережі шахти. Процес визначення координат осьових пунктів, які у подальшому можуть використовуватися для дослідження деформаційних процесів на території шахти та прилеглих ділянках, виявився непростим, так як необхідно було прийняти за вихідні, пункти тріангуляції та полігонометрії з яких раніше виконувалися ці роботи. Відомо, що з часом пункти геодезичної мережі втрачаються.

Практична значимість. Для виключення помилок з визначених координат точок, виконано аналіз архівних документів щодо виконання робіт зі створення та розвитку маркшейдерсько-геодезичної мережі на об'єкті досліджень, визначені пункти вихідного обгрунтування, від яких будувалася початкова маркшейдерсько-геодезична мережа. Також були визначені координати перманентної станції із використанням GPS-технологій. Ці координати були використані, як вихідні, для визначення координат точок, які раніше були отримані з пунктів, на сьогодні неіснуючих.

Результати. На основі виконаних вимірів та аналізу результатів опрацювання координат точок, отриманих з різних циклів спостережень, визначені величини деформацій на території промислового майдану у межах ділянки трикутника, обмеженого вихідними пунктами. Необхідно зазначити, що величини зміни положень точок, що характеризуються деформаціями земної кори, мають порядок числа 10^{-4} та менше, але на досліджуваній ділянці виявлені утворені тераси по лінії розлому, що свідчить про прояви впливу саме тектонічного розлому.

Ключові слова: деформації, тектонічних розлом, перманентна станція, координати точокэ

doi:10.31721/2306-5451-2018-1-47-55-59

© Федоренко П.Й., Долгіх О.В., Долгіх Л.В., 2018

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Геодинамічні процеси, які протікають у верхній частині земної кори, спричинені як природними так і техногенними чинниками. Останнім часом актуальними є дослідження стану земної поверхні та будівель і споруд, розташованих в районах видобутку корисних копалин як відкритим так і підземним способами розробки. Розробка родовища порушує природний стан навколишнього середовища, інколи призводить до катастроф та нещасних випадків, як це сталося на території шахти Орджонікідзе у 2010 році. Та ще зі складнішими обставинами доводиться стикатися, коли на стані земної поверхні відображається не тільки вплив розробки родовища, а й близьке розташування тектонічного розлому. Важливою задачею маркшейдерської служби є виконання досліджень території в межах гірничого відводу та поблизу для отримання достовірної інформації про процеси деформацій.

Аналіз досліджень і публікацій. Питаннями впливу геодинамічних процесів на стан земної поверхні, будівель та споруд займаються вчені провідних установ різних країн, що підтверджує важливість проблеми [1-6]. Використовуючи способи математичного моделювання чи результати інструментальних спостережень, визначаються імовірні прогнозні значення деформації земної поверхні. Отримані прогнозні значення деформацій порівнюються з допустимими та граничними деформаціями земної поверхні, що важливо при прийнятті рішень по подальшому використанню цих територій у тій чи іншій галузі народного господарства [7, 8-15].

Постановка задачі. На досліджуваній ділянці денна поверхня формується під впливом природних та техногенних процесів. Тому важливою задачею є вибір ефективної методики виконання інструментальних вимірювань та їх опрацювання, яка би враховувала всі чинники, що впливають на деформації поверхні. Причому, не менш важливо мати можливість за отриманими даними, зробити своєчасний вірний прогноз.

Викладення матеріалу та результати. Шахта ім. Орджонікідзе (РУ ім. Леніна) була закладена в 1929 році, а введена в експлуатацію у 1933 році як «Капітальна». Враховуючи те, що проектування шахти відбувалося у довоєнні та післявоєнні роки, то наявність геологічних розломів проектувальними організаціями не враховувалася (рис. 1, 2).

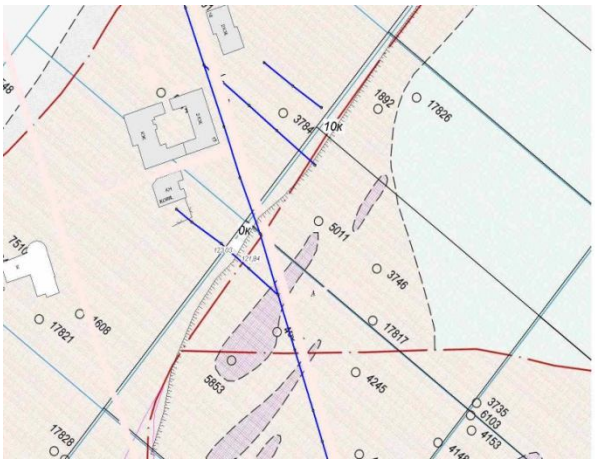

Рис. 1. Зв'язок розташування терас на з місцем розташування розломів

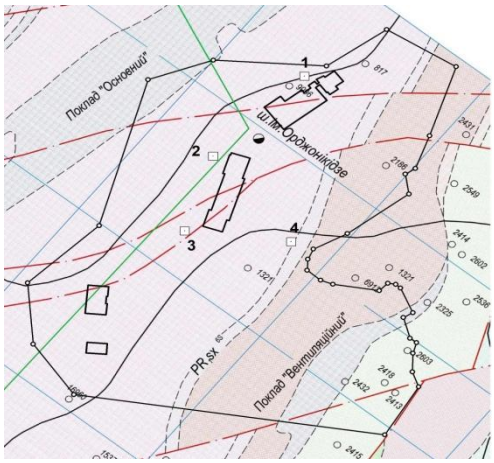

Рис. 2. План промислового майдану шахти з розломами

Державним інститутом з проектування підприємств залізорудної промисловості «Кривбаспроект» було розроблене проектне завдання на реконструкцію рудника ім. Орджонікідзе, яке затверджене Міністерством чорної металургії СРСР від 26.12.1956 р. Ці матеріали використовуються як вихідні для сучасних досліджень.

При дослідженні території шахти ім. Орджонікідзе, були повторно визначені на місцевості координати пунктів осей шахти, які знаходяться в журналі координат пунктів маркшейдерської мережі шахти. Процес визначення координат осьових пунктів, які у подальшому можуть використовуватися для дослідження деформаційних процесів на території шахти та прилеглих ділянках, виявився непростим, так як необхідно було прийняти за вихідні, пункти тріангуляції та полігонометрії з яких раніше виконувалися ці роботи. Зрозуміло, що з часом пункти геодезичної мережі втрачаються.

В архівних матеріалах виконаних геодезичних робіт за 1953 рік, знайдено схему створеної на той час маркшейдерської-геодезичної мережі на території Кривого Рогу (рис. 3).

Для виключення помилок з визначених координат точок на гірничодобувних об'єктах Криворізького басейну, пропонується наступна послідовність робіт:

виконання аналізу архівних документів щодо виконання робіт зі створення та розвитку маркшейдерсько-геодезичної мережі на об'єкті досліджень;

визначення пунктів вихідного обґрунтування, від яких будувалася початкова маркшейдерсько-геодезична мережа;

визначення координат перманентної станції із використанням GPS-технологій;

з використанням координат перманентної станції, як вихідної, визначення на території досліджуваного об'єкта координат точок, які раніше були отримані з пунктів, на сьогодні неіснуючих;

визначення формули переходу від однієї системи координат до іншої.

В період будівництва шахти, за вихідні були прийняті пункти тріангуляційної мережі міста Товста та Братосеменівка. Тому ці пункти були прийняті також за вихідні при визначенні координат перманентної станції TNT-TPI GNSS – КРРГ (рис. 4).

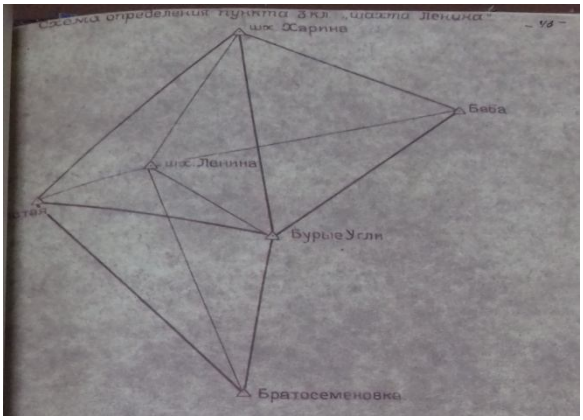

Рис. 3. Схема мережі тріангуляції, створеної в період будівництва, з якої визначені координати шахти

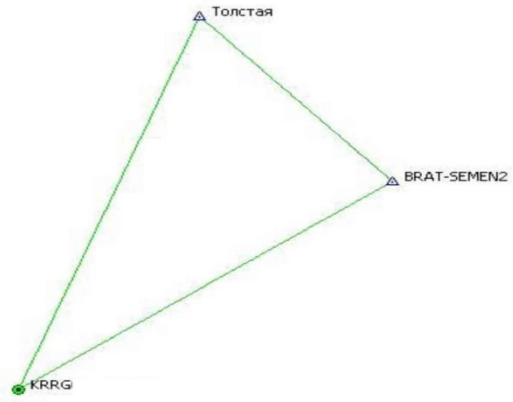

Рис. 4. Схема визначення координат перманентної станції

В табл. 1 наведено фактичні (сучасні) координати пунктів та їх координати, наведені у каталозі (архівні), визначені на момент будівництва шахти.

Таблиця 1

Сучасні та архівні значення координат пунктів

Назва пунктів	$X_{АРХ}$.	$Y_{АРХ}$	$X_{ФАКТ}$	$Y_{ФАКТ}$
ВР-1	7806,093	7329,328	7806,069	7329,339
4445	7838,035	7340,450	7838,025	7340,458
Т2	7884,372	7355,314	7884,371	7355,316

З 2016 року на проммайдані шахти ім. Орджонікідзе, крім традиційних вимірів на реперах профільних ліній, виконується визначення їх координат за допомогою GPS-технологій. Ці виміри виконуються для підвищення надійності отриманих величин деформацій на точках місцевості, які визначені класичними методами, з використанням лінійних вимірів та нівелювання. Зміщення точок земної поверхні визначалися на осьових пунктах шахти (№ 2 та № 3), та раніше закріплених ґрунтових реперах № 4 та № 1. Завдяки використанню нових технологій, встановлено зв'язок між утворенням терас на місцевості та розташуванням геологічних розломів земної кори (рис. 1). Для підтвердження взаємного впливу тектонічного розлому та наслідків ведення підземної розробки родовища на положення точок, були виконані GPS-вимірювання.

За межами гірничого відводу шахти були виконані роботи по визначенню координат точок, які у подальшому використовувалися за вихідні для відновлення маркшейдерсько-геодезичної мережі та для виконання спостережень за положенням реперів, які знаходяться в зоні можливого впливу гірничих робіт та тектонічного розлому земної кори.

Результати спостережень за деформаціями на реперах, розташованих на території промислового майдану, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Обчислені деформації по осях *X* та *Y*

Назви пунктів	1-е спостереження 07.10.2016		2-е спостереження 13.06.2017		Зміщення, м		5-е спостереження 14.12.2018		Зміщення, м		Зміщення, м	
	X, м	*У*, м	*X*, м	*У*, м	ΔX_{2-1}	ΔY_{2-1}	Х, м	У. м	ΔX_{5-4}	ΔY_{5-4}	ΔX_{5-1}	Y_{5-1}
ВР-1	06,069	29,348	06,094	29,338	+25	-10	06,090	29,339	-18	-7	+21	-9
Т-2	84,360	55,310	84,385	55,302	+25	-8	84,377	55,321	-7	-8	+17	+11
9-1	94,99	17,800	95,008	17,798	+18	-2	94,993	17,807	-12	-1	+3	+7

За результатами опрацювання даних, визначені параметри деформацій зрушення – γ_1 та γ_2, ділатація – Δ, максимальний розтяг E_1 або стиск – E_2, азимут напрямку – $\acute{\alpha}$.

Результати опрацювання даних наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Параметри деформацій

Параметри деформації	2-серія спостережень 13.06.2017	3-серія спостережень 21.12.2017	4-серія спостережень 26.04.2018	5-серія спостережень 14.12.2018
γ_1	0,00000	0,00000	0,00058	0,00032
γ_2	0,00012	-0,00100	0,00017	0,00029
γ_m	0,00012	0,00100	0,00060	0,00043
Δ	-0,00020	0,00000	0,00008	0,00003
E_1	-0,000024	0,000062	0,00030	0,00020
E_2	-0,00017	-0,00006	-0,00026	-0,00021
$\acute{\alpha}$, град.	28	27	351	340

На основі виконаних вимірів та аналізу результатів опрацювання координат точок, отриманих з різних циклів спостережень, визначені горизонтальні деформації на території промислового майдану у межах ділянки трикутника, обмеженого пунктами 2, 3 та 4 (рис. 2). Необхідно зазначити, що величини зміни положень точок, що характеризують деформації земної кори мають порядок числа 10^{-4} та менше.

Висновки та напрямок подальших досліджень. За результатами маркшейдерських спостережень уточнюються характеристики процесу зрушення та складається прогноз розвитку деформацій земної поверхні залежно від гірничо-геологічних умов. Прогноз ґрунтується на системному підході та комплексному аналізі результатів спостережень, при цьому використовуються дані трендових рухів за минулий період та дані сучасної геодинаміки шляхом проведення спостережень. Спостереження використані для складання прогнозу розвитку деформаційних процесів в гірничому відводі підприємства.

Список літератури

1. **Kumar, K. Vijay.** Secular crustal deformation in central Japan, based on the wavelet analysis of GPS time-series data Текст. / K. Vijay Kumar, Kaoru Miyashita, and Jianxin Li // Earth. Planet. Space., 2002. 54. - P. 133-139.

2. **Ren, Jinwel**. Correlated crust and mantle strain field in China Текст. / Jinwel Ren // Proceedings of the APSG Symposium: Space Geodesy and Dynamic Planet, 16-18 October, 2006, Korea, p. 221 224.

3. **Vigny, C**. GPS network monitors the Western Alps deformation over a five-year period: 1993-1998 Текст. / C. Vigny, J. Chery, T. Duquesnoy and andere. // J. Geod. 2002, 76. № 2. - P. 63-76.

4. **Гудков В.М., Спиридонов В.П**. Критерии устойчивости горнопромышленных сооружений и зданий. – Маркшейдерский вестник. № 2, 2004 г., с. 68-71.

5. **Спиридонов В.П.** Деформации горных пород и сооружений, предупреждение чрезвычайных ситуаций. – Минск: «Горная механика», № 1-2, 2004, с. 28-34.

6. **Ященко В.Р., Ямбаев** Х.К. Геодезический мониторинг движений земной коры. – М.: изд-во МИИГАиК, 2007. – 208 с.

7. Инструкция по исследованиям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений». М.: Недра, 1988.

8. **Долгіх О.В.** Використання можливостей сучасних приладів при дослідженнях зсувів на територіях гірничодобувних підприємств. //О.В. Долгіх// Качество минерального сырья.– Сб. научных трудов. − Кривой Рог: ГВУЗ «КНУ». - 2018. С. 323-331.

9. **Долгіх О.В., Долгіх Л.В.** Дослідження способів спостереження за деформаціями денної поверхні, підробленої гірничими роботами // О.В. Долгіх, Л.В. Долгіх // Вісник криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2016. - № 101. С. 46-49.

10. **Долгіх О.В.** Використання нечіткої логіки та нейронних мереж при розрахунках можливості утворення проваль від дії підземних гірничих робіт // О.В. Долгіх, //Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2014. - 2014. – Вип. 37. С. 76–79.

11. **Долгіх О.В., Подойніцина Т.О**. Проблеми інтерпретації маркшейдерської інформації та її передбачення // О.В. Долгіх, Т.О. Подойніцина // Гірничий вісник: науково-техн. зб. – 2014. № 97. С. 104-107.

12. **Долгих А.В.** Использование нейронных сетей при исследовании земной поверхности, подработанной подземными горными работами/ А.В. Долгих // ГЕОМАТИКА. – 2014. - №1, Москва, – С. 92-96.

13. **Долгих А.В., Долгих Л.В.** Выбор способа наблюдения за деформациями земной поверхности, подработанной подземными горнами выработками// А.В. Долгих, Л.В. Долгих // Наука образованию, производству, экономике : 14 междунар. научн.-техн. конф. 2016 г. : тезисы докл. – Минск: БНТУ, 2016 р. С. 175.

14. **Долгих Л.В.Долгіх О.В.** Використання цифрової зйомки при дослідженні деформацій відвалів //Л.В. Долгіх, О.В. Долгіх// Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі : Міжнар. наук.-техн. Інтернет конф., 2016 р. : тези доп. – Кривий Ріг: КНУ, 2016 р. С. 156.

15. **Шеметов Р.С. Филиппов Ю.А.** Особенности выбора места расположения наблюдательной станции для проведения геомониторинга деформаций сооружений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. № 10.

Рукопис подано до редакції 10.04.2018

УДК 622.233

Ю. С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В. В. КУЧМА, канд. техн. наук, доц.,
В. Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

О ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТАВА ШТАНГ СТАНКОВ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ СБШ-250

Станки шарошечного бурения типа СБШ-250 различных модификаций широко применяются на отечественных и зарубежных предприятиях при добыче полезных ископаемых открытым способом. Несмотря на большой опыт эксплуатации станков и масштабные научные исследования режимов их работы, остается не решенной проблема возникновения интенсивной вибрации при попытке интенсификации режимов бурения в пределах технических возможностей станка. Повышенная вибрация снижает производительность станка, увеличивает число поломок его основных узлов и металлоконструкций, ускоряет износ резьбовых соединений штанг и значительно снижает проходку на долото, что не позволяет в полной мере использовать проектные возможности станка.

Целью статьи является исследование проблемы снижения вибраций бурового става станка СБШ-250 и выбор рациональных режимов эксплуатации.

Метод исследования комплексный: аналитический при анализе литературных источников; теоретический при выборе параметров бурения; экспериментальный при определении амплитуды вынужденных поперечные колебания става.

Научной новизной является то, что установлены критерии устойчивости става штанг станка СБШ-250МНА-32 с учетом влияния вибраций не только мачты, но и всего станка.

Практическое значение. Расчетным путем оценена динамическая устойчивость буровых ставов, применяемых в настоящее время в станках СБШ-250 и даны рекомендации по выбору рациональных режимов эксплуатации.

Результаты. Проведенные исследования показали, что у станка СБШ-250МНА-32 при форсировании режима бурения за счет увеличения до максимума частоты вращения n = 120 1/мин и усилия подачи до $P_{под}$ = 294 кН буровой став штанг диаметром D = 219…146 мм и длиной l = 16…32 м теряет динамическую устойчивость и искривляется. Искривленный буровой став совершает вынужденные поперечные колебания с частотой его вращения. Когда частота вынужденных колебаний совпадает с частотой собственных поперечных колебаний бурового става его механическая система входит в резонанс. При этом амплитуда колебаний бурового става может возрастать неограниченно. Поэтому вибрирующий став штанг становится источником интенсивных вибраций не только мачты, но и всего станка.

Ключевые слова: станок шарошечного бурения, став штанг, динамическая устойчивость, поперечные колебания, резонанс.

doi:

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Станки шарошечного бурения типа СБШ-250 различных модификаций широко применяются на отечественных и зарубежных предприятиях при добыче полезных ископаемых открытым способом. На долю таких станков приходится порядка 70% объёма бурения взрывных скважин. Несмотря на большой опыт эксплуатации станков и масштабные научные исследования режимов их работы остается не решенной проблема возникновения интенсивной вибрации при попытке интенсификации режимов бурения [1, 2] в пределах технических возможностей станка. Повышенная вибрация

© Рудь Ю. С., Кучма В. В., Белоножко В. Ю., 2018