

УДК 622.271.3:624.131.537

**Д.А. ШЕВЧЕНКО**, *ведущий специалист отдела главного маркшейдера, ПАО "Центральный ГОК", г. Кривой Рог, Украина*

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЗА РАЗВИТИЕМ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИБОРТОВЫХ МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД ГЛЕЕВАТСКОГО КАРЬЕРА

**В статье рассмотрены методы контроля за развитием локальных обрушений пород над подземными пустотами при ведении открытых горных работ и опыт применения наблюдений в условиях Глееватского карьера.**

**Ключевые слова:** контроль, наблюдение, обрушение, пустота, устойчивость, карьер.

### Введение

Открытая и подземная разработка полезных ископаемых сопровождается активизацией различных инженерно-геологических и физико-химических процессов и негативно влияет на множество компонентов природной среды, такие как деформации бортов карьера, оползни, оплывины, оседание земной поверхности над проведенными шахтными выработками, на прилегающих к горным выработкам площадях усиливаются процессы эрозии почв, в выработках и отвалах активизируются процессы выветривания, идет интенсивное окисление рудных минералов и их выщелачивание, в радиусе нескольких сот метров, а иногда и километров, происходит загрязнение почв тяжелыми металлами, а воздушной среды пылью и газами, горные выработки – образование депрессионных воронок и др.

Сложившаяся в настоящее время чрезвычайно сложная обстановка в окружающей среде Кривбасса вызвана более, чем вековой крупномасштабной горнодобывающей деятельностью. Как правило, информация о давно прошедшей хозяйственной деятельности отсутствует, что зачастую приводит к непредсказуемому обрушению горных пород и выходу воронок обрушения на земную

поверхность. В этой связи техногенная безопасность на подработанных площадях и при повторной разработке месторождений Кривбасса в значительной мере определяется методами наблюдения за деформационными процессами, происходящими в массивах горных пород, устойчивость которых нарушена подземными выработками.

При совместной и повторной разработке месторождений полезных ископаемых важное значение приобретает проблема устойчивости массива горных пород, которую решали многие ученые: Арсентьев А.И., Барон Л.И., Куликов В.В., Полищук А.К., Шапарь А.Г., Юматов Б.П., Фисенко Г.А., Газиев Э.Г., Молжерин В.М., Николашин Ю.М. и многие другие.

В Кривбассе накоплен опыт ведения контроля за развитием локальных обрушений пород над подземными пустотами и особенно в прибортовых массивах горных пород Глееватского карьера ПАО «ЦГОК».

Нормативными документами [1,2,3] регламентируется проведение контроля за состоянием подземного выработанного пространства при ведении открытых горных работ.

### Анализ методов контроля за состоянием пустот

Месторождение железистых кварцитов, расположенное в центральной части Криворожского бассейна и разрабатываемое Глееватским карьером имеет свои характерные

особенности. Глееватский рудник (карьер №1 и №2 и отвалы расположенные на их бортах) находится в зоне влияния подземных горных работ шахт "Октябрьская" (с полем шахты "Большевик"), ш.им.М.В. Фрунзе и ш."Юбилейная". В

© Шевченко Д.А., 2013

результате их работы, под Восточным бортом Глееватского карьера, образованы незаполненные пустоты, которые при достижении критических значений пролётов и объёмов отработанных камер могут инициировать процесс их "всплытия" вверх с образованием воронок на поверхности и расширением зоны сдвижения.

В воронках, образовавшихся в 1961-1982 гг. (20 воронок в поле шахт "Октябрьская" и "Большевик"), через 15-20 лет произошли перепуски пород с образованием воронок и увеличением их диаметра (15 перепусков). Общий объём локализованных пустот под восточным бортом карьера составляет более 15 млн м<sup>3</sup> (на 01.01.13 г.).

В этих условиях обеспечение безопасной разработки месторождения невозможно без чётко налаженной системы контроля за сдвижением и деформированием массива горных пород, бортов, откосов карьеров и прилегающих к ним территорий на базе достоверных данных по состоянию горных работ.

По заданию ПАО «ЦГОК» ГП «ГПИ «Кривбасспроект» в 2001г. разработал "Комплексные мероприятия для карьера №1 по безопасной разноске восточного и западного борта ..." [4]. В 2011г. ИППЭ НАНУ выполнил работу «Разработка инженерно-геологического обеспечения (планов, разрезов и вертикальных проекций) по шахтам ПАО «КЖРК» («Октябрьская», «Большевик»), ПАО «Евраз Суха Балка (им. Фрунзе) и по карьере №1 ПАО «ЦГОК», что явилось основой для разработки ГП «ГПИ «Кривбасспроект» "Меры охраны карьера №1 в зоне подработки массива подземными горными работами..." [5], согласно которых выполняются визуальные наблюдения, маркшейдерские инструментальные наблюдения, комплекс сторожевых геофизических наблюдений на Восточном и Западном бортах Глееватского карьера №1 включающих в себя: гравиметрические, электрометрические наблюдения по профилем линиям, звукометрические наблюдения в разведочно-наблюдательных скважинах.

Гравиметрические наблюдения, в зоне возможного образования воронок Глееват-

кого карьера, проводятся уже более 35 лет. Первоначально предусматривалось оконтуривать пустоты, образованные при подземной отработке залежей богатых руд под восточным бортом карьера №1, однако, сложность горно-геологических условий (сложность рельефа, его изменчивость во времени, постоянная работа механизмов, большая глубина залегания пустот по сравнению с их объёмом и т.п.) не позволили с достаточной точностью оконтурить в плане и по высоте эти пустоты.

В связи с этим, учёными Криворожского горнорудного института, была разработана методика гравиметрических наблюдений по контролю за развитием локальных обрушений пород над подземными пустотами с целью предупреждения внезапного образования, на дневной поверхности воронок обрушения [6]. Развитие обрушения пород над подземной пустотой, залегающей на большой глубине, происходит в течение длительного времени, от нескольких месяцев до нескольких лет. В течение этого времени, возможно, проведение нескольких циклов гравиметрических измерений, а по изменению аномалий силы тяжести в этих циклах наблюдений, можно судить о глубине происходящих обрушений.

В настоящее время работы проводятся гравиметрами ГНУ-КС, ГНУ-КВ по заранее выставленным на местности профилем линиям (таблица 1).

Вычисляется приращение силы тяжести  $\Delta g_{изм}$  для каждой точки измерения, каждого профиля. Результаты измерения сравниваются с исходными, взятыми ранее:

$$\Delta = \Delta g_{изм} - \Delta g_{исх} \text{ (мГал).}$$

Такой способ имеет то преимущество, что позволяет избавиться от регионального фона и изучить динамику зон разуплотнения. Но, при этом, невозможно выявить первоначальное положение зоны разуплотнения или пустоты. При отсутствии перемещений пустот различия в полученных значениях объясняются процессами сдвижения (разуплотнения, растяжения, трещинообразования, уплотнения, сжатия пород) и точностью съёмки.

Таблица 1 – Гравиметрические наблюдения на Глееватском карьере

№ п/п	№ профиля	Наименование залежи	Оси ЦГОКа	Отметка (м)	К-во наблюд. за год
1	1	“Основная № 2”, “Пар. №8-Южная”	301-268	+40 /+20	12
2	2	“Основная №1,№3”, “Пар. №.8-Южная”	325-264	+55/+60	36
3	3	“Основная №3,№15”, “Пар. №12,Гн.23оси”	261-233	+65	31
4	5	“Основная 4-5”, “Пар. №12,ЦПЗ”	186-135	+90	12
5	7	“Основная 4-5,130оси”, “Пар. №12”	128-77	+85	24
6	8	“Основная 4-5”, ”Пар.2-Б”, “ЦПЗ”	228-188	+72/+90	12
7	10	“Основная 4-5”, “Параллельная №12”	134-102	+68/+47	47
8	12	“Основная №1 и №3”	326-308	+33/+48	12
9	14	Глееватское простирание	0-19	+111/+112	2
10	15	Глееватское простирание	4-41	+106/+116	2
11	16	“Северная-Червоная”	304-350	+95	12
12	17	“Основная № 1-3”, “Пар. № 8-Южная ”	320 - 250	+85/+70	8

При интерпретации сопоставляются полученные значения  $\Delta g$ , анализируются их изменения ( $\Delta$ ) во времени, выделяются локальные, отрицательные аномалии и осуществляется их привязка к шахтным разрезам.

По профилю №10 (рисунок 1), в интервале ПК 4-7, выделяется локальная, отрицательная аномалия, с минимальным значением ( $\Delta$ )=-0,30 мГал на ПК 5. Пространственно, она приурочена к седьмому железистому горизонту  $K_2^{7ж}$ , с востока – граничит с областью ранее вышедшей (в 1961 году), и перепустившейся в 1964, 1974, 1977 годах, воронки (разрез по 120 м/оси ш. “Октябрьская”). По видимому, аномалия обусловлена

повышенной трещиноватостью горных пород и возможным “всплытием” пустоты. После уменьшения, в июле 2011г, значений  $\Delta g$ , периодичность наблюдений на профиле № 10 была увеличена до одного раза в неделю. При этом изменение  $\Delta g$  происходили как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, по сравнению с результатами замера 05.07.11г., с одновременным сохранением минимума в районе ПК-5. В связи с тем, что на этом участке (отм.+68м/+47м, м.о. 134-102) горные работы не ведутся – аномалия не представляет, в настоящее время, опасности для работы карьера.

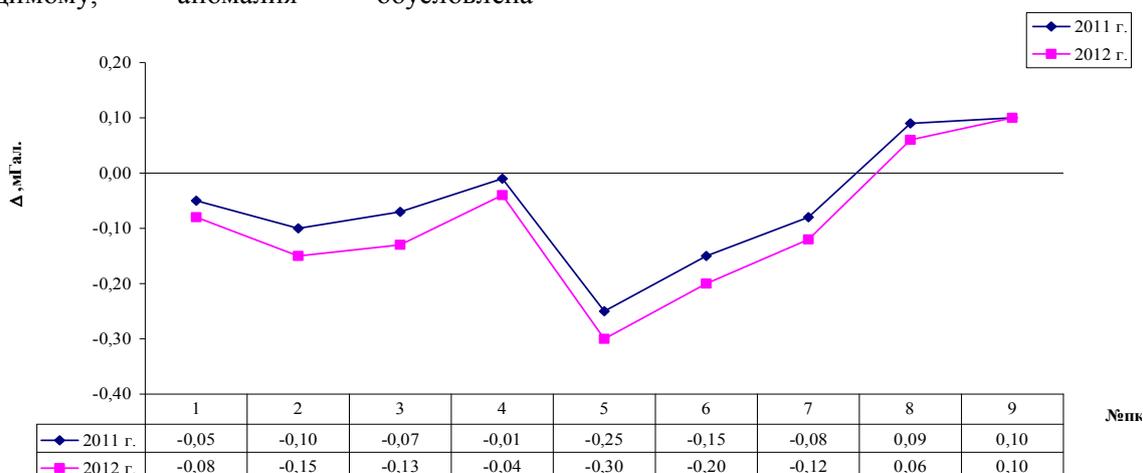


Рисунок 1 – График изменения измеренных значений силы тяжести  $\Delta g$  относительно исходного базиса. Профиль № 10 м.о. 134-102 отм. +68 +47 м

Аномалии по профилям №2, №7, №12 (рисунки 2, 3) носят региональный характер, общий для значительной области, и обусловлены процессами, происходящими на большой глубине. Графики, построенные по средним значениям, подтверждают это предположение. В массиве, нарушенном

разломами и подземными разработками шахт, могут периодически происходить процессы, как разуплотнения – растяжения, трещинообразования, так и уплотнения – сжатия пород.

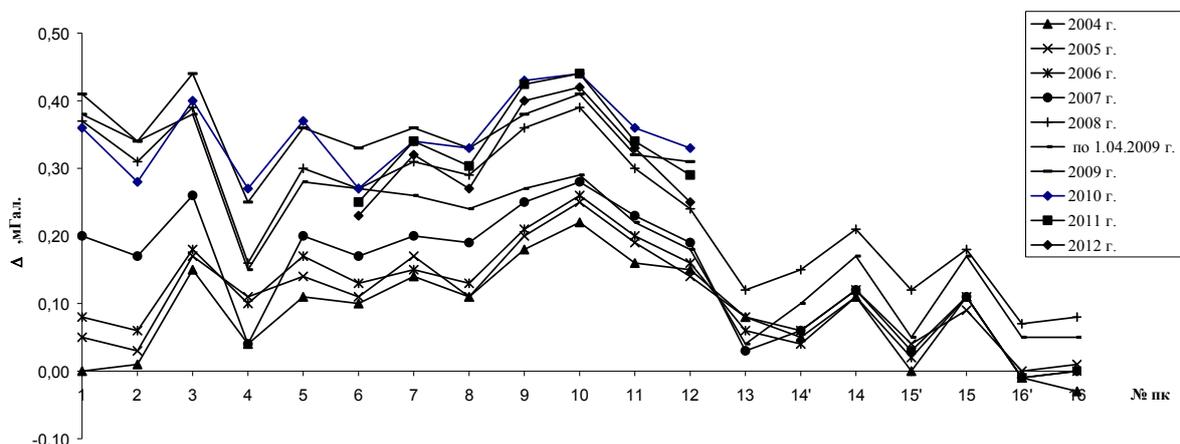


Рисунок 2 – График изменения измеренных значений силы тяжести  $\Delta g$  относительно исходного базиса. Профиль № 2 м.о. 325-264 отн. +55 +60 м

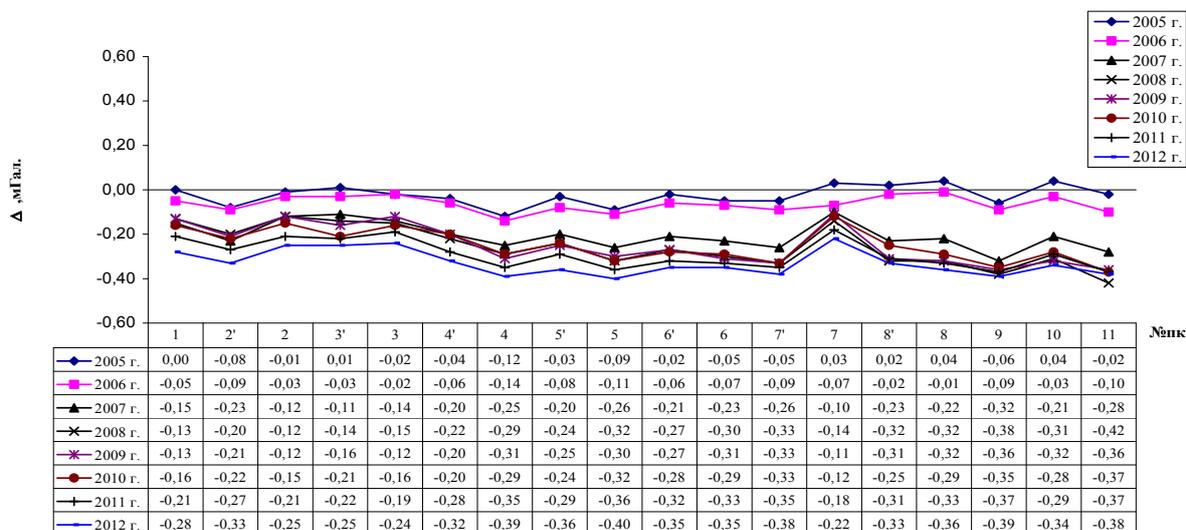


Рисунок 3 – График изменения измеренных значений силы тяжести  $\Delta g$  относительно исходного базиса. Профиль № 7 м.о. 128-77 отн. +85 м

Зоны сжатий, уплотнений, отмечаются увеличением значений приращений силы тяжести  $\Delta g$  (рисунок 2), а зоны расслоения, трещиноватости – уменьшением (рисунки 1 и 3).

Следует отметить, что гравиметрические наблюдения за развитием локального обрушения над существующими пустотами

в Кривбассе показали перспективность и достаточно высокую надежность метода. В отдельных случаях удалось проследить локальное обрушение и предсказать образование провала за месяц до его появления. Так в результате проведения сторожевых гравиметрических наблюдений над залежью “№8 ЦПЗ” (ш. “Октябрьская”)

было зафиксировано развитие локального обрушения над пустотой (наблюдения на этом участке велись в течение 2-х лет). В мае 1986 г. было зафиксировано уменьшение  $g$ . В ноябре-декабре изменения достигли 0,6-0,8 мГал. Участок карьера над отработанной залежью был закрыт, а в середине января 1987 г. на поверхности образовался провал размером в плане 45х55м. Кроме того, после отработки залежи №13-14 шахты «Большевик» в объеме около 100 тыс. м<sup>3</sup>, залегающей на глубине 380 ... 620 м, были организованы наблюдения на стационарно заложенном гравиметрическом профиле Восточного борта Глееватского карьера. После того, как гравиметрические наблюдения отметили уменьшение  $\Delta g$  на 0,4...0,6 мГл, на поверхности были остановлены работы и перекрыто движение на опасном участке. Через месяц на поверхности образовалась воронка диаметром около 100 м и глубиной около 30 м.

Электрометрический метод используется для контроля за развитием процесса обрушения над выработанным пространством. В его основе лежит тот факт, что изменение физико-механического состояния горных пород, их трещиноватость, монолитность при сдвигении и обрушении, над выработанным пространством, вызывает изменение их удельного электрического сопротивления.

Электрометрические наблюдения проводятся с помощью комплекта аппаратуры АНЧ – 3 методом дипольного зондирования. Глубина исследования изменяется от 0,5 до 1,0R в среднем, составляя 0,8R, максимальные глубины зондирования на профилях составляют, соответственно: профиль №: 1 – 320 м, 2 – 160 м, 3 – 190 м, 6 – 190 м, 7 – 260 м.

Наблюдения проводятся не менее чем на 5 комбинациях диполей на каждом профиле. Мощность применяемого генератора не менее 1 Вт. Частота наблюдений на профилях – 1 раз в месяц (таблица 2). Аномальных значений в 2012 г не выявлено.

Таблица 2 – Электрометрические наблюдения на Глееватском карьере

№ п/п	№ проф.	Наименование залежи	Оси ЦГОКа	Горизонт (м)	К-во наблюд. за год
1	1	“Основная №1-2”	272-328	+25/+43	12
2	2	“Основная №2”, “Пар. №8-южная”	272-298	+25/+55	12
3	3	“Основная №2”, “Пар. №13-14”	262-292	+25/+55	12
4	6	“Основная 4-5”, “Пар. №12”	104-136	+75/+95	12
5	7	Залежь “130 и 139 оси”	82-122	+85/+95	12

Электрометрические наблюдения имеют высокую теоретическую обоснованность и опыт применения на карьере №1, однако для более эффективного применения необходимо использование современной аппаратуры.

Звукометрические наблюдения ведутся согласно [7] и проводятся по Восточному борту Глееватского карьера в скважинах №№ 136, 143, 151, 155, 156, 157, 158 (таблица 3). Наблюдательные скважины № 156, 157, 158 пробурены в 2011-2012 гг. глубиной 200 м без выхода их в шахтное выработанное пространство (пустоты).

При появлении в породах горного массива напряжений, превышающих предел их прочности, они разрушаются, при этом, процесс разрушения сопровождается пере-

ходом потенциальной энергии в другие формы и виды, в том числе и в акустическую. Этот процесс может быть обнаружен по появлению звуков микроразрушений, которые очень слабы и воспринимаются только после усиления звукометрическим индикатором разрушения - ЗИР (звукометрическая станция ЗМС-5), наблюдения в скважинах ведутся на глубинах 50 м и 100 м.

Расстояние, на которое распространяются звуки разрушения от места их возникновения, доходит в породах с высокой звукопроводностью до 15-20 м. При этом, с нарастанием частоты звуков разрушения – происходит увеличение, как числа громких звуков, так и их собственной громкости.

Таблица 3 – Звукометрические наблюдения в глубоких скважинах Глееватского карьера

№ п/п	№ скв.	Оси шахты	Наименование шахты и залежи	Оси ЦГОКа	Горизонт (м)	Количество наблюдений за год
1	136	81	ш. "Большевик"	290	+55	24
			"Основная" № 4			
2	143	98	ш. "Большевик"	275	+25	24
			"Основная", № 3			
3	151	138	ш. "Октябрьская"	94	+83	12
			"Основная" № 139			
4	155	143	ш. "Октябрьская"	86	+65	12
			"Основная" № 139			
5	156	59	ш. "Большевик"	311	+49	24
			"Основная № 1", "Парал. № 4-6"			
6	157	52	ш. "Октябрьская"	196	+93	7
			"Основная № 1-2"			
7	158	117	ш. "Большевик"	255	+67	7
			"Основная", № 3			

В течение 2012 года, по всем скважинам, не было зафиксировано интенсивной звуковой активности, предшествующей массовому обрушению, и как, следствие – выходу новой воронки.

Для выполнения периодического и непрерывного контроля (мониторинга) за состоянием устойчивости горных пород методом звукометрии, целесообразно применение современных акустико-эмиссионных (АЭ) систем. Они основаны на обнаружении, регистрации и анализе упругих колебаний, возникающих при пластической деформации твердых сред, развитии дефектов (трещины, микротрещины, расслоения).

Последнее поколение приборов [8, 9, 10] представлено АЭ системами семейства A-Line 32D (рисунки 4, 5). Разработанное программное обеспечение для акустико-эмиссионных систем различных модификаций и систем комплексного мониторинга (КДМ), реализовано в среде Windows.

Программа обеспечивает бесперебойную регистрацию, обработку и долговременное хранение показаний обширного парка датчиков, ведёт подробный протокол работы системы. Многофакторный комплексный анализ данных, поступающих с сенсорных узлов различного типа, позволяет свести к минимуму влияние человеческого фактора на оценку результатов диагностического мониторинга.



Рисунок 4 – Портативная АЭ система сбора и обработки данных

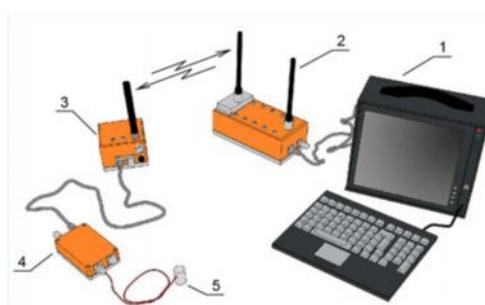


Рисунок 5 – Модульная многоканальная акустико-эмиссионная система с последовательным высокоскоростным цифровым каналом передачи данных, оснащенная комплектом беспроводной связи (радиоканалом): 1 – центральный блок сбора и обработки данных на базе промышленного компьютера; 2 – центральная приемопередающая станция (ЦППС); 3 – приемопередающая станция (ППС); 4 – модуль АЭ; 5 – преобразователь АЭ.

АЭ системы данной серии состоят из центрального компьютера и нескольких измерительных линий, образованных включенными последовательно модулями сбора и обработки АЭ информации (модулями АЭ) по числу каналов в системе (рисунок 5). Усиление АЭ сигналов, фильтрация, оцифровка при помощи АЦП, регистрация, последующая цифровая обработка и определение параметров АЭ производится в модуле АЭ, который располагается рядом с преобразователем АЭ непосредственно на объекте контроля.

В работе [11] на основе теоретической обоснованности метода контроля за устойчивым состоянием бортов карьеров и отвалов, практических результатов применения методов в условиях Глееватского карьера, соотношения простоты использования методов контроля и информативности результатов исследований, опыта применения геофизических методов контроля службой сдвижения ПАО «ЦГОК», сложности интерпретации результатов исследований, рассмотрены основные преимущества и недостатки маркшейдерско-геодезических, геофизических методов и приборов, применяемых в настоящее время для систем контроля за состоянием бортов карьеров и отвалов (таблица 4).

Рекомендованные методы контроля состояния пустот Глееватского карьера согласно [11] приведены в таблице 5.

Таким образом, практика наблюдений на Глееватском карьере по контролю за развитием локальных обрушений пород над подземными пустотами с применением методов, указанных в таблице 5, показала свою результативность. Однако, для повышения эффективности маркшейдерского контроля за устойчивым состоянием восточного борта Глееватского карьера целесообразно дополнить существующие и

в условиях возможного внезапного обрушения горных пород, необходимо применение экспресс контроля определения напряженно-деформированного состояния и устойчивости горных пород, расположенных над сводом пустоты, а также определение глубины залегания пустоты.

С этой целью была разработана методика дистанционного экспресс контроля за состоянием потолочин камер, основанная на биолокационном методе наблюдения. Исследования осуществляются с применением рамок и резонаторов, усиливающих восприятие тех или иных аномалий под землей. При прохождении оператора над аномалиями, проволочный контур в его руке вращается. Величина напряженно-деформированного состояния и устойчивости потолочины выработки определяется углом поворота рамки и знаком вращения.

Данная методика успешно прошла апробацию на карьере ПАО «СевГОК» [12] и подтвердила свою работоспособность и эффективность.

Преимуществами биолокации являются: оперативность, дешевизна, простота и доступность наблюдений. Однако на данный момент нет утвержденной методики проведения работ, а также для получения надежных результатов, необходим отбор и обучение операторов.

### Выводы

хорошо зарекомендовавшие себя методы наблюдений применением современных приборов и способов. Таковыми являются современные акустико-эмиссионные системы, системы высокоточных GPS приемников, и вспомогательные АМТЗ, РАП. Особое внимание целесообразно уделить развитию биолокационного метода наблюдения в условиях Глееватского карьера.

Таблица 4 – Результаты анализа эффективности методов контроля за состоянием пустот под восточным и западным бортами Глееватского карьера [11]

Название метода	Достоинства	Недостатки
Визуальный внутрискважинный контроль	Высокая информативность, простота использования	Отсутствует возможность проведения разведочного бурения в условиях Глееватского карьера
ГПЗ (Метод геополяритонного зондирования)	Высокая информативность, широкое распространение в строительных изысканиях, рекомендован ДБН А.2.1-1-2008	Отсутствие опыта применения для решения рассматриваемых задач. Необходимость проведения дополнительных исследований
Электрометрические наблюдения	Высокая теоретическая обоснованность, рекомендован ДБН А.2.1-1-2008	Отрицательный опыт применения Службой сдвижения в условиях Глееватского карьера
РЕИЭПЗ (ЕИЭМПЗ), АМТЗ (регистрация естественного импульсного электромагнитного поля Земли)	Достаточная теоретическая обоснованность, опыт применения в условиях Глееватского карьера	Сложность интерпретации данных наблюдений
РАП (метода резонансно-акустического профилирования)	Достаточная теоретическая обоснованность, опыт применения в условиях Глееватского карьера	Сложность интерпретации данных наблюдений
Микросейсмика	Достаточная теоретическая обоснованность, высокая информативность	Отсутствует возможность применения в опасных зонах, отсутствует опыт применения в условиях Глееватского карьера
Тепловая геотомография	Теоретическая обоснованность, возможность охвата большой площади	Применение в условиях Глееватского карьера не принесло ожидаемых результатов
Гравиметрические наблюдения	Простота использования, положительный опыт применения службой сдвижения	Отсутствует возможность определения глубины залегания пустот
Радиолокационный спутниковый мониторинг	Возможность охвата больших площадей при относительно невысокой стоимости	Применение в условиях Глееватского карьера не принесло ожидаемых результатов.
Электронные тахеометры	Развитое аппаратное обеспечение, отработанная методика работ	Используется только для наблюдения за устойчивостью по профильным линиям
Системы GPS	Развитое аппаратное обеспечение, отработанная методика работ	Используется только для наблюдения за устойчивостью по проф. линиям
Новые системы SSR и лазерное сканирование	Высокая степень обеспечения безопасности работ	Высокая стоимость, нет опыта применения на отечественных карьерах

Таблица 5 – Методы наблюдения за состоянием пустот в массивах горных пород восточного борта Глееватского карьера

Основные (Выполняемые средствами службы сдвижения)	Вспомогательные (Выполняемые при необходимости по средствам заказа подрядным организациям)	Рекомендуемые (для контроля за устойчивостью бортов, уступов и групп уступов)
1. Систематическое визуальное обследование; 2. Гравиметрические наблюдения за активностью процесса «всплытия» пустот	1. АМТЗ; 2. РАП	1. Визуальный осмотр; 2. Электронные тахеометры; 3. Системы высокоточных GPS приемников

### Перечень ссылок

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. – Ленинград: ВНИМИ, 1975. – 68 с.
2. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 112 с.
3. Методичні вказівки з визначення оптимальних кутів нахилу бортів, укосів уступів і відвалів залізорудних та флюсових кар'єрів. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАНУ, 2012. – 205 с.
4. Комплексные мероприятия для карьера № 1 по безопасной разноске восточного и западного борта с учётом наличия пустот от подземной разработки / ГПИ «Кривбасспроект» Кривой Рог, 2001. – 61 с.
5. Меры охраны карьера №1 в зоне подработки массива подземными горными работами (шахтами ПАО «КЖРК» и ПАО "ЕВРАЗ Суша Балка") / ГПИ «ГПИ «Кривбасспроект», 2012. – 138 с.
6. Сазонов В.А. Временные указания по проведению гравиметрических наблюдений” / В.А. Сазонов, Д.И. Сосик – КГРИ, 1983 г. – 21 с.
7. Временная инструкция по применению звукометрического метода контроля состояния массива горных пород на шахтах и карьерах Кривбасса. НИГРИ, г. Кривой Рог, 1977. – 11 с.
8. <http://www.interunis-ural.ru/catalog/88/>
9. <http://interunis.ru/company/>
10. <http://www.sds.ru/>
11. Выявление пустот в восточном борту Глееватского карьера и разработка мероприятий по безопасному ведению горных работ в зонах его подработки подземными горными работами/ ГПИ «НИГРИ, 2012.
12. Отчет по контролю за состоянием подземного выработанного пространства шахт «Красный партизан» и «4-бис», расположенных под бортами Первомайского карьера ОАО «Северный ГОК» / ГАК «Укррудпром» Кривой Рог, 2002. – 36 с.

*Стаття надійшла до редколегії 20.05.2013 р. російською мовою  
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*

**Д.О. ШЕВЧЕНКО**

*ПАТ “Центральний ГЗК”, м. Кривий Ріг, Україна*

### **АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЗА РОЗВИТКОМ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИБОРТОВИХ МАСИВАХ ГІРСЬКИХ ПОРІД ГЛЕЮВАТСЬКОГО КАР'ЄРУ**

У статті розглянуті методи контролю за розвитком локальних обвалень порід над підземними порожнечами при веденні відкритих гірничих робіт і досвід використання спостережень в умовах Глеюватського кар'єру.

**Ключові слова:** контроль, спостереження, обвалення, порожнеча, стійкість, кар'єр.

**D.A. SHEVCHENKO**

*Public Joint Stock Company “Central Mining and Processing Plant”, Krivoy Rog, Ukraine*

### **ANALYSIS OF CONTROL METHODS AFTER DEVELOPMENT OF DEFORMATION PROCESSES IN NEAR SIDE ARRAYS OF MOUNTAIN BREEDS OF GLEEVATSKOGO OF QUARRY**

**In the article the methods of control after development of the local bringing down of breeds above underground emptinesses at the conduct of the opened mountain works and experience of application of supervisions are considered in the conditions of Gleevatского of quarry.**

**Keywords:** control, supervision, bringing down, emptiness, stability, quarry.