

разнопрочных пропластков обуславливают принятия не только высоких коэффициентов запаса устойчивости при расчётах параметров сдвига, но и исключения из пользования земель с начала очистных работ на приращиваемой площади выемки запасов.

Многофазовый характер развития процесса сдвига последовательно от фаз всплывания свода до обрушения плиты, защемлённой по периферии выработанного пространства, и наступление последней во времени можно контролировать геоинформационными системами (ГИС).

Задача дальнейших исследований – разработка геомеханических основ ГИС, включающих: выявление надёжных информационных признаков приближения критической ситуации и создание системы мониторинга потенциально опасных участков земной поверхности.

Список использованных источников

1. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на месторождениях руд редких металлов. – Л.: ВНИМИ, 1981. – 65 с.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. – Л.: ВНИМИ, 1975. – 68 с.

3. Фрохт М.М. Фотоупругость, т.1. М., Л: ОГИЗ, 1948. - 432 с.

4. Хаимова - Малькова Р.И. Методика исследования напряжений поляризионно - оптическим методом. – М: Наука, 1970. – 114 с.

5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях (объектах строительства подземных сооружений), склонных к горным ударам. – Л.: ВНИМИ, 1989. – 46 с.

Рукопись поступила 15.10.2013 г.

УДК622.012.2.023

А.И Федоренко, и.о. старшего научного сотрудника

Научно-исследовательский горнорудный институт ГВНЗ «КНУ»

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД, ПОДРАБОТАННОГО ШАХТОЙ «ВАЛЯВКО-СЕВЕРНАЯ»

Представлены результаты исследований состояния массива горных пород восточного борта карьера №3 горного департамента ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», подработанного шахтой «Валявко-Северная», которые позволили классифицировать выработанные пространства по критерию вероятности выхода воронок на дневную поверхность. Дано описание характерных особенностей отработанного месторождения и результатов систематических инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности. По результатам исследований и расчетов выявлены зоны возможного образования воронок и участки

шахтного поля с завершённым процессом сдвижения для обеспечения безопасного ведения горных работ на восточном борту карьера № 3.

Ключевые слова: сдвижение, обрушение, воронка, массив, порода, трещина, деформация, наблюдение.

Представлені результати досліджень стану масиву гірських порід східного борту кар'єру № 3 гірничого департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», підпрацьованого шахтою «Валявко-Північна», які дозволили класифікувати вироблені простори за умовою ймовірності виходу вурв на денну поверхню. Дано опис характерних особливостей відпрацьованого родовища і результатів систематичних інструментальних спостережень за зсувом земної поверхні. За результатами досліджень і розрахунків виявлені зони можливого утворення вурв та ділянки шахтного поля з завершеним процесом зсування для забезпечення безпечного ведення гірничих робіт на східному борту кар'єру № 3.

Ключові слова: зсув, обвалення, вирва, масив, порода, тріщина, деформація, спостереження.

Presents the results of researches of the state of rock massif of the Eastern board of career №3 of the mining Department PAC «ArcelorMittal Krivoy Rog», worked up by mine, «Valyavko-North» that made it possible to classify the worked-out space on the criterion of probability of exit craters on the day surface. Given a description of the characteristic features of the worked off deposits and the results of systematic instrumental observations of moving the earth's surface. By results of researches and calculations identified zones of possible formation of craters and parts of a mine field with a concluded process of moving for safe conducting mine works on the Eastern Board of career № 3.

Key words: moving, bringing down, crater, massif, rock, crack, deformation, observation.

Для поддержания производительности карьера №3 горного департамента ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» по добыче сырой руды 20 млн. тонн в год проектами, разработанными ООО «Южгипроруда» [1, 2] предусмотрено развитие карьера №3 и расширение склада окисленных руд на восточном борту карьера №3. Данными проектами вопросы безопасности ведения горных работ в зоне возможного выхода воронок от выработанного пространства, возникшего при разработке Валявкинского месторождения подземным способом, не рассматривались. Необходимость обеспечения безопасности ведения горных работ на восточном борту карьера №3 предопределяет актуальность выполнения анализа геомеханического состояния массива горных пород Валявкинского месторождения, отработанного шахтой «Валявко-Северная» и классификации выработанных пространств по критерию вероятности выхода воронок на дневную поверхность.

Оценка состояния массива горных пород произведена на основании:

- геолого-маркшейдерской документации (разрезом по маркшейдерским осям 5...100 Екатеринбургской синклинали и по

маркшейдерским осям 1...83 Валявкинской синклинали, вертикальных проекций, совмещенных планов горных работ и дневной поверхности);

- результатов бурения геологоразведочных скважин (39 скважин, пробуренных в период с марта 1989 г. по апрель 1991 г.);

- инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности;

- данных, полученных геофизическим методом (метод ЕИЭМПЗ) на 168 контрольных точках, расположенных на восточном борту карьера №3 непосредственно в зоне подработки подземными работами;

- расчетов параметров сдвижения.

Подземные горные работы на месторождении шахты «Валявко» производились шахтой «Северная» рудоуправления им. Ильича. В 1945-1980 гг. на данном участке месторождения обрабатывались 3 рудные залежи: «Основная» и «Центральная» Екатерининской синклинали и «Западная» Валявкинской синклинали, разделенные крупными тектоническими нарушениями.

Характерными особенностями отработанного месторождения является:

1. Сложное структурное залегание вмещающих пород, сопровождающееся многочисленными тектоническими нарушениями, имеющими, как правило, согласное падение. Эти нарушения разобщают рудные залежи на отдельные блоки.

2. Наличие в рудном поле, как по падению, так и по простиранию большого количества рудных и безрудных целиков различных размеров.

3. Переменный угол падения рудных тел на различных участках и геологических структурах от 0° (в основном в замковых участках) до 70° на выходах залежи под наносы.

4. Слабые ($f = 2...6$) неустойчивые хлоритовые-сланцы в висячем боку и довольно крепкие ($f = 7...14$) устойчивые кварциты, роговики и джеспилиты в лежачем боку.

5. Небольшая глубина залегания рудных залежей от 30 м (на выходах под наносы) до 260 м (слепые залежи).

6. Разработка комплекса залежей сложного строения на глубинах до 300 м.

Шахтное поле залежей приурочено к Западно-Ингулецкой мульде, которая перегибом делится на Екатерининскую и Валявкинскую синклинали.

Наносы представлены третичными и четвертичными рыхлыми отложениями мощностью до 30 м.

В границах рассматриваемого участка наибольшее промышленное значение имела залежь «Основная», включающая до 95% всех запасов руды шахты «Северная». Это самая большая на месторождении залежь сложного

строения. Она на отдельных участках состояла из одной, двух и даже трех параллельных пачек, разделенных как по падению, так и простиранию безрудными включениями. Остальные залежи слепые, они обрабатывались, в основном, на глубинах более 100 м.

Угол падения «Основной» залежи изменяется от 0° (в замковой части) до 70° , как правило, на верхних горизонтах. Средний угол падения залежи составляет $35-45^\circ$ и совпадает с углом падения поверхности тектонического надвига. В результате этого надвига в висячем боку «Основной» залежи ниже гор. 153 м оказались крепкие джеспилиты лежачего бока «Центральной» и «Западной» залежей, а неустойчивые охристые сланцы на гор. 283 м совершенно выклинились.

Верхняя часть залежи «Основная» отработана от выходов коренных пород под наносы до гор. 153 м системой с обрушением руды и вмещающих пород. Ниже гор. 153 м участки залежи, попадающие в пределы предохранительных целиков под промплощадку шахты, расположенные в висячем боку, отработаны системой с закладкой выработанного пространства.

Залежь «Основная» полностью отработана до гор. 283 м. В настоящее время шахта «Северная» закрыта, рудник поставлен на мокрую консервацию. Уровень подземных вод находится на отметке -35 м. Учитывая, что обводненность значительно снижает прочностные свойства пород, необходима организация наблюдений за режимом шахтных вод.

Систематические инструментальные наблюдения на месторождении за сдвижением земной поверхности были организованы в 195 -1960 гг. и проводились маркшейдерским отделом рудника, опорным пунктом института ВНИМИ до 1972 г., затем институтом ВИОГЕМ и ГНПП «МЭГГИ» до 2000 г.

Как показали результаты инструментальных наблюдений, сдвижение земной поверхности началось при обработке «Основной» залежи системой с обрушением руды и вмещающих пород.

Первоначально, при обработке «Основной» рудной залежи от гор. 93 м системой с обрушением налегающих пород, сдвижение земной поверхности происходило только на отдельных (южном и северном) участках и проявлялось в форме воронок, зоны трещин и террас, и зоны плавных сдвижений. Полученные фактические углы - $\beta = 55-58^\circ$, $\beta'' = 64 -78^\circ$, $\gamma'' = 88^\circ$. В соответствии с «Правилами...» [3] углы воронкообразования в коренных породах принимаются во всех направлениях равными 85^0 , а в наносах и отвалах- 65^0 .

Зоны обрушений в висячем боку залежи образовались в 1958-1965 гг. на участках выходов «Основной» залежи под наносы при обработке системами с обрушением до гор. 153 м. При этом процесс сдвижения

развивался по консольной схеме сдвижения с регулярным выходом зоны обрушения на земную поверхность и односторонней мульдой сдвижения только в висячем боку рудной залежи. По мере обрушения выработанное пространство заполнялось перепущенными породами. В этом случае вторичные воронки не образовывались.

С переходом горных работ ниже гор. 153 м и выполаживанием залежи, процесс сдвижения перешел в закрытую форму с образованием новой двухсторонней мульды сдвижения.

На северном участке между разрезами по маркшейдерским осям 110-135 (Екатерининская синклинали) процесс сдвижения получил наибольшее развитие. После сплошной отработки залежей «Основной», «Центральной» и «Западной» до гор. 183 м на значительном участке по простиранию в 1967 г. появилась новая трещина (терраса), свидетельствующая об образовании общей зоны обрушения. Ее граница по простиранию проходит в районе ЛСП +200...+280.

Далее на запад зона трещин в этом районе после понижения горных работ до гор. 283 м не увеличивалась. Но полученные фактические углы разрывов в виду неполной подработки, остались такими же крутыми, как и установленные ранее, т.е. $\beta = 70 \dots 80^\circ$.

В 1965-1970 гг. с переходом горных работ на глубины ниже гор. 153 м и выполаживанием залежи, процесс сдвижения перешел в закрытую форму с образованием в висячем боку за пределами зоны трещин новой мульды сдвижения с максимальным оседанием в центре мульды сдвижения до 2,5...4,0 м. Погашение выработанного пространства в этом случае происходило за счет перепуска обрушенных пород и плавного прогиба налегающей толщи.

После 1970 г., когда очистные работы проводились на горизонтах 183...213...283 м системой с твердеющей закладкой выработанного пространства, процесс сдвижения стабилизировался и происходил в форме плавного прогиба, оседающая на закладочный массив. Скорости сдвижения резко уменьшились и процесс сдвижения перешел в стадию затухания.

На южном участке между разрезами 50...68 (по Екатерининской синклинали) зона обрушения сформировалась до 1965 г. в результате отработки верхней части «Основной» залежи до выхода ее под наносы системой с обрушением руды и вмещающих пород от гор. 93 м. Далее в разрезах 68...92 верхняя часть «Основной» залежи была отработана под бортом карьера.

Зона обрушения на этих участках представлена отдельными провалами (между разрезами 63...100 по Екатерининской синклинали) или отдельными небольшими воронками (между разрезами 54...63 по

Екатерининской синклинали). Зона обрушения вдоль контура карьера сформировалась в 1966-1969 гг. от горных работ на гор. 93 м и 123 м.

Общая граница зоны обрушения висячем боку залежи (Екатерининская синклиналь) не выходит за пределы ЛСП +50. Западнее её земная поверхность практически не нарушена.

В лежачем боку «Основной» рудной залежи по всему простиранию фактические углы разрывов равны углам обрушения. Граница зоны обрушения с учетом контуров открытых работ не выходит за пределы оси ЛСП - 100.

Образование вторичных воронок в пределах существующего отвала через 20-30 лет после окончания очистных работ в шахте объясняется воздействием фактором времени и воздействием массовых взрывов в карьере.

В осях 50-70 и ЛСП-150...+289 (Екатерининская синклиналь) выработанное пространство, в основном, представлено отдельными изолированными блоками (камерами), разобщенными как по падению, так и по простиранию и очень большими по размерам безрудными включениями.

Однако следует отметить, что выработанное пространство выше гор. 93 м практически заполнено и выхода вторичных воронок в существующей зоне обрушения в пределах осей ЛСП +50...-100 ожидать не следует

Выводы. Анализ исследовательской [4, 5, 6], исходной геолого-маркшейдерской и проектной документации позволил установить, что в результате отработки залежей месторождения шахтой «Валявко-Северная» образовались участки:

- заполненные обрушенными породами с выходом воронок на дневную поверхность;
- заполненные в результате перепуска пород с вышележащих горизонтов;
- подбученные обрушенными породами кровли и висячего бока без выхода воронок;
- заложенные;
- не заполненные.

По результатам исследований и расчетов выявлены зоны возможного образования воронок и участки шахтного поля с завершённым процессом сдвижения (рис.1 и 2).

Выход воронок на земную поверхность обычно происходил вслед за отработкой. Однако имелись случаи, когда процесс обрушения длился десятилетиями и воронки на поверхности образовывались через 30 лет после прекращения отработки.

В результате подземных горных работ на площади 86га в полосе, ограниченной маркшейдерскими осями НКГОКа 233...265 (восток-запад) и

(-40)...132 (юг-север) образовалась зона возможного и реализованного воронкообразования.

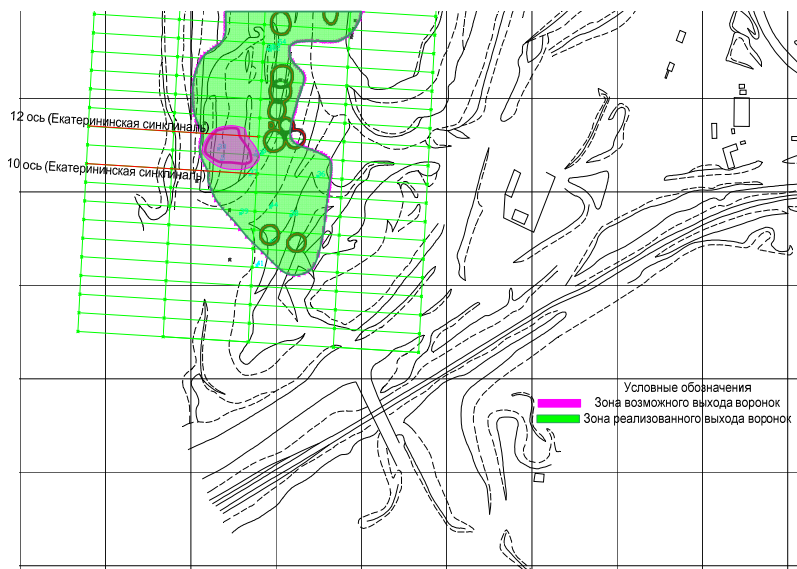


Рис. 1. Карта зон возможного и реализованного выхода воронок

Анализ состояния массива горных пород произведен на основании:

- геолого-маркшейдерской документации (разрезов по маркшейдерским осям 5...100 Екатеринбургской синклинали и по маркшейдерским осям 1...83 Валявкинской синклинали, вертикальных проекций, совмещенных планов горных работ и дневной поверхности);
- результатов бурения геолого-разведочных скважин (39 скважин, пробуренных в период с марта 1989 года по апрель 1991 года);
- инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности;
- данных, полученных геофизическим методом (метод ЕИЭМПЗ) на 168 контрольных точках, расположенных на восточном борту карьера №3 непосредственно в зоне подработки подземными работами;
- расчетов параметров сдвижения.

На основе векторизованных поперечных разрезов построена математическая модель конечного состояния выработанных пространств.

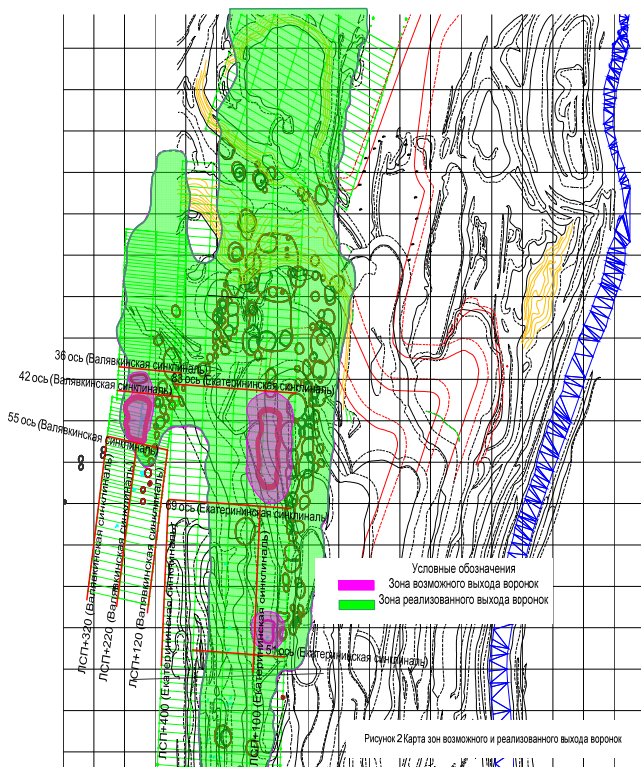


Рис.2. Карта зон возможного и реализованного выхода воронок

Список использованных источников

1. Расширение склада окисленных руд на восточном борту карьера №3 горного департамента ОАО «АрселорМиталл Кривой Рог» для поддержания производительности карьера №3 по добыче сырой руды 20 млн. тонн в год./ Проект Том 1. Общая пояснительная записка. Харьков: ТОВ «Южгипроруда», 2010. – 63 с.

2. Реконструкция и развитие карьеров №2-бис и №3 горного департамента ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» для поддержания производительности по добыче сырой руды 30млн.тонн в год на период до 2020 года.

3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Л.: ВНИМИ, 1975. – 68 с.

4. Рекомендации безопасного размещения отвала окисленных руд на восточном борту карьера №3 ГОКа в маркшейдерских осях +88...+136; 225...289 НКГОКа// Отчет (заключительный) / разработчик Сазонов А.В. – Кривой Рог, 2004. – 23 с.

5. Исследование сдвижения горных пород при разработке залежей Кривбасса и разработка рекомендаций по охране объектов, попадающих в зону сдвижения //Отчет о НИР (заключительный) ВИОГЕМ, руководитель Шадрин А.Г. – Белгород, 1983.

6. Исследование сдвижения горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных залежей Кривбасса на глубоких горизонтах и ЗЖРК №1// Отчет о НИР/ руководитель Кузьмин В.И. Кривой Рог: ВНИМИ, 1969.

Рукопись поступила 05.10.2013 г.

УДК 622.272:550.3

***Е.К. Бабец**, канд. техн. наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор
В.И. Чепурной, зав. лабораторией, **С.И. Ляш**, старший научный сотрудник,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЕИЭМПЗ СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА, ПРИЛЕГАЮЩЕГО К ВЕРТИКАЛЬНЫМ ШАХТНЫМ СТВОЛАМ

Показано, що метод ПЕМПЗ можливо застосовувати для виявлення та прослідкування окремих пластів в осадовому чохла, виділення і трасування великих тектонічних порушень, порушених зон кристалічного масиву та обводнених діляниць як в осадовому чохла, так і в кристалічному масиві прилеглому до вертикальних шахтних стволів.

Ключові слова: породний масив, природне імпульсне електромагнітне поле Землі, адсорбція іонів, імпульс, амплітуда, скін-ефект.

Показано, что метод ЕИЭМПЗ можно использовать для выявления и проследивания отдельных пластов в осадочном чехле, выделения и трассирования крупных тектонических нарушений, нарушенных зон кристаллического массива и обводненных участков, как в осадочном чехле, так и в кристаллическом массиве, прилегающего к вертикальным шахтным стволам.

Ключевые слова: породный массив, естественное импульсное электромагнитное поле Земли, адсорбция ионов, импульс, амплитуда, скин-эффект.

Shown that the method NPEMFE can be used for detection and prediction of individual layers in the sedimentary cover, isolation and tracing major tectonic disturbances, disturbed zones of the crystalline massif and flooded areas in the sedimentary cover and the crystalline massif adjacent to the vertical shafts.