

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В статті розглянуто методи та критерії оцінки підвищення стійкості капітальної гірничої виробки. Дані рекомендації щодо підвищення стійкості дренажного квершлага в складних гірничо-геологічних умовах.

MULTIFACTOR CONDITION ANALYSIS OF CAPITAL MINE WORKS

The methods and criteria of an estimation of a stability improvement of capital mine working are considered in the paper. Recommendations on a stability improvement of drainage crosscut in complex geological conditions are given.

Актуальность работы: Обеспечение устойчивости капитальных горных выработок является насущной проблемой для горнодобывающих предприятий. Интенсивный рост объемов добычи полезных ископаемых приводит к усложнению геомеханических условий подземной разработки месторождений, а именно проведение и поддержание протяженных горных выработок, снижение затрат на перекрепление и обеспечение безремонтного состояния.

Для принятия эффективных решений, а также точности и достоверности оценки устойчивости массива горных пород вокруг капитальной горной выработки необходим многофакторный анализ на основе экспертной оценки.

Данный подход предполагает инструментальные, геофизические исследования и по результатам разрушения крепи и её элементов, а также потере размеров поперечного сечения капитальной горной выработки, вывалам и величине поднятия почвы составляется шкала экспертной оценки.

Объектом исследований выбран дренажный квершлаг гор. 708 м. шахты ОАО «УК»Красноармейская-Западная № 1».

Проходка дренажного квершлага общей протяженностью 1530 м была осуществлена в сложных горно-геологических условиях с применением буровзрывных работ и предусматривала тампонаж закрепленного пространства.

Крепление дренажного квершлага осуществлялось арочной податливой пятизвенной крепью из СВП-33. Сечение квершлага в свету $S_{св} = 15,5 \text{ м}^2$. Плотность установки рам – 2 рамы/метр. Затяжка кровли и боков выработки производилась плоскими железобетонными плитами размером 500x200x50 мм.

Назначение дренажного квершлага – отвод водопритока с горизонта 708 м., а также транспорт и подача свежего воздуха.

Горно-геологические условия, которые по заключению геологической службы были классифицированы как сложные, были усугублены и с каждым новым пререкреплением и подрывкой почвы усугубляются ещё сильнее. Кроме этого важными факторами, влияющими негативно на условия проходки и эксплуатацию выработки, явились незначительный угол падения пород и практически вертикальная система естественных трещин.

Визуальное обследование состояния дренажного квершлага гор. 708 м показало, что породы в непосредственной кровле и боках выработки имеют интен-

сивную трещиноватость, сложены отдельными блоками и их можно сопоставлять с поведением сыпучей среды. Причем трещины в основном вертикальные и имеют выраженную систему. В местах подсечки квершлагом слоёв пород образуется дополнительная разнонаправленная трещиноватость.

Значительный участок дренажного квершлага пересекает толщу слабых пород, представленных в основном сланцами и имеющая незначительный угол падения, который предопределил длину вывалов пород от 10 до 56 метров, высота свода обрушения пород в кровле достигла 5 м.

Затраты на поддержание квершлага в настоящее время превышают проектную стоимость его строительства и из года в год растут. В связи с этим возникла необходимость в проведении экспертной оценки состояния дренажного квершлага гор. 708 м.

Методика исследований.

При обследовании выработки использовались следующие виды диагностики:

- а) визуальный осмотр;
- б) виброакустическая диагностика крепи;
- в) определение уровня электромагнитного фона в выработке;
- г) исследование приконтурной зоны путем электрического каротажа шпуров.

Процесс обработки полученных данных предусматривает выделение зон повышенной нагрузки на крепь, установление характера асимметрии, а также оценки состояния массива в приконтурной зоне квершлага.

Визуальный осмотр предусматривал, в первую очередь, оценку взаимодействия крепи с породным массивом. При этом обращалось внимание на характер деформации арок, состояние затяжки, а также внешний вид поверхности локальных обнажений массива. С учетом существенного количественного и качественного изменения свойств многих пород при увлажнении принималась во внимание также степень притока воды на различных участках выработки.

Метод виброакустической диагностики в шахтных исследованиях используется преимущественно для оценки состояния естественных и искусственно созданных плоскопараллельных структур [1]. Наиболее выгодным в энергетическом плане является ударное возбуждение исследуемого объекта с анализом характеристик его свободных колебаний. Выполненные в институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины исследования позволили выявить возможность эффективного использования ударной вибродиагностики также и для систем, топологически отличающихся от плоскопараллельных структур [2]. В частности установлено, что при возбуждении одного из элементов многосвязной арочной крепи, она даже при качественном соединении смежных звеньев не колеблется как единое целое, а каждое звено характеризуется своими индивидуальными особенностями.

Явление генерации широкополосного электромагнитного излучения (ЭМИ) при хрупком разрушении горных пород было выявлено еще в 50-ые годы прошлого века. Однако, реальная возможность широкомасштабного изучения этого явления в естественных условиях появилась лишь через два десятилетия в связи с созданием портативных средств диагностики на полупроводниковых прибо-

рах [3]. Лабораторные и натурные исследования позволили установить, что различные типы горных пород характеризуются при разрушении весьма широким диапазоном интенсивности электромагнитного излучения и его спектральным составом [4].

На оборудовании института геотехнической механики НАН Украины были выполнены лабораторные исследования по определению взаимосвязи уровня излучения от напряженно-деформированного состояния образца при нагружении его до предела прочности, а затем и до полного разрушения [4]. Исследовались образцы бетона и геоматериалов, характерных для Центрального Донбасса. Так как первопричиной возникновения ЭМИ является образование в материале трещин при разрушении, то логично ожидать, что процесс электромагнитной эмиссии начинается не с нуля, а при некотором пороговом напряжении в поперечном сечении образца. Прочные горные породы (песчаник, известняк) начинают излучать при более высоких механических напряжениях чем слабые, но за счет большей, накопленной в единице объема материала, упругой энергии уровень излучения затем резко возрастает по мере приближения к пределу прочности. Наибольшая интенсивность ЭМИ соответствует образованию макротрещин в сжимаемом материале. Перед достижением предела прочности интенсивность ЭМИ снижается. На участке запредельного деформирования наблюдается дальнейшее уменьшения уровня эмиссии.

Характерная зависимость уровня излучения от механического напряжения в образце геоматериалов, типичных для приконтурной зоны исследуемого квершлага, приведена на рис. 2.

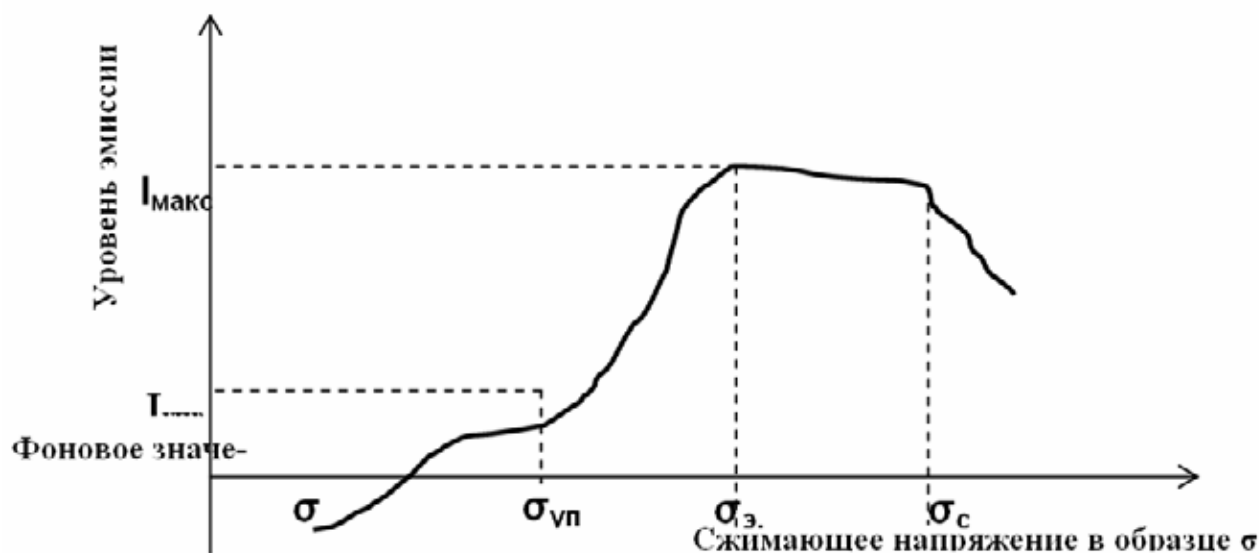


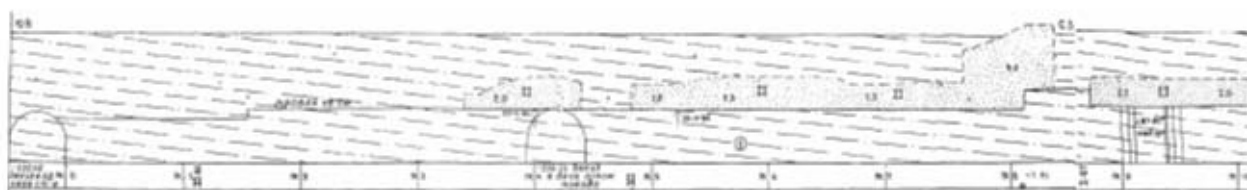
Рис. 1 – Характерный вид зависимости уровня электромагнитного излучения породы от сжимающего механического напряжения

По результатам разрушения крепи и её элементов, а также потере размеров поперечного сечения квершлага, вывалом и величине поднятия почвы составлена шкала экспертной оценки, которая приведена в табл. 1, а на рис. 2 экс-

пертная оценка его состояния вдоль оси включающая рисунок участка выработки (по пикетам), результаты визуальных и геофизических исследований и оценка по экспертной шкале состояния выработки.

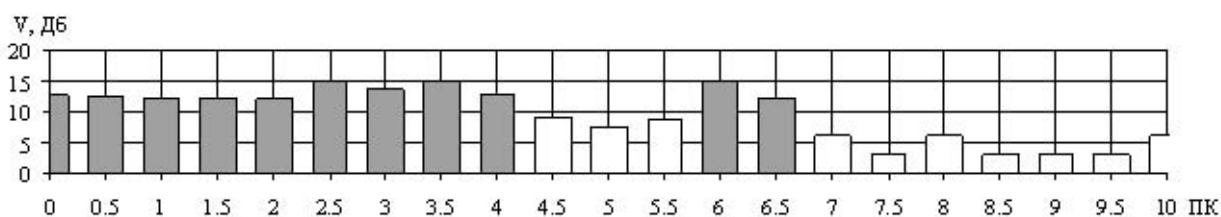
Таблица 1 – Шкала экспертной оценки

Заливка на графике	Степень надежности	Характер состояния дренажного квершлага гор. 708 м
	5	Выработка между пикетами находится в хорошем состоянии, разрушений арок и затяжек не отмечено, незначительное поднятие почвы.
	4	Нарушено не более 30% затяжки, уменьшение поперечного сечения до 10%, просачивания воды из водоносных пород.
	3	Разрушено до 60% затяжки или поднятие почвы более 300 мм
	2	Одновременно: разрушено более 60% затяжек, поднятие почвы более 300 мм, просачивание воды из водоносных пород.
	1	Замена арок, затяжки, подрывка почвы, просачивание воды.
	0	Замена арок, затяжки, вывалы, подрывка почвы, поступление воды из вышележащих водоносных пород.



Состояние выработки

Перекрепление									
Затяжка									
Подрывка									
Вывал			86.4	52.0	121.5	121.5	195.7	70.0	108.0
Вода									



Экспертная оценка состояния выработки на момент обследования

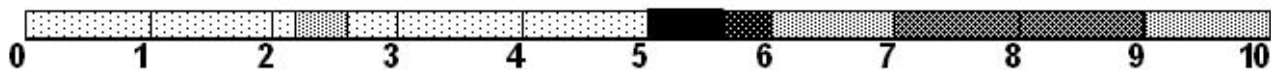


Рис. 2 – Экспертная оценка состояния дренажного квершлага гор.708 м между пикетами ПК-0 и ПК-10

Экспертная оценка дренажного квершлага гор. 708 м по всей его протяженности перед проведением ремонтных работ показала следующее:

- 330 м выработки требуют предварительного тампонажа с перекреплением,

а на отдельных участках и тампонированием вывала;

– 267 м выработки требуют тампонирования и на отдельных участках тампонирования вывалов;

– 424 м выработки не требуют ремонтных работ.

Пример многофакторного анализа приведен на рис 2.

Установлено, что места наибольших разрушений крепи, поднятия почвы, уменьшение поперечных размеров квершлага в основном приурочены к местам вертикальной трещиноватости.

Выводы и рекомендации.

Результаты обследования дренажного квершлага горизонта 708 м с привлечением геофизических методов позволили установить следующее:

а) арочная крепь по длине квершлага нагружена весьма неравномерно, что предопределено чередованием участков ранее установленной крепи с участками вновь установленной, выборочным перекреплением, а также вариацией горно-геологических условий;

б) как по данным визуальных наблюдений, так и по результатам геофизической диагностики, наблюдается асимметрия нагрузки на арку крепи, причем давление на арку больше со стороны отработанной лавы;

в) выполненный шпуровой каротаж позволил выявить 4 характерных зоны состояния пород вокруг выработки, установить их размеры и создать основу для разработки рекомендаций по повышению устойчивости дренажного квершлага в данных горно-геологических условиях.

Повышение устойчивости крепи дренажного квершлага представляется возможным за счёт замоноличивания забутовки, ликвидации пустот от вывалов и цементации пород в зоне неупругих деформаций.

Затраты на выполнение мероприятий по повышению устойчивости дренажного квершлага гор. 708 м окупятся за счёт снижения плотности арок и включения в восприятие проявлений горного давления разгруженной от напряжений и замоноличенной вокруг выработки зоны горных пород. Тампонаж является средством снижения поступления воды по трещинам из вышележащих слоёв обводнённого песчаника и её негативного влияния на прочностные показатели пород вблизи выработки. Набрызгбетонное покрытие по поверхности арок защищает их в течении всего срока службы от коррозии. Прочность тампонажного камня оказывают существенное влияние на напряженно-деформированное состояние пород вблизи выработки, а, следовательно, и на её длительную устойчивость. Размеры зоны неупругих деформаций наибольшие в том случае, когда имеет место менее прочный тампонажный камень, а разрушенные породы, заполняющие часть свода вывала породы находятся в наименее упрочнённом состоянии. При увеличении прочности замоноличенных пород в разрушенном состоянии с 70 до 80 % от прочности пород в целике незначительно влияет на размеры зоны неупругих деформаций. Снижение прочности замоноличенных пород до 60% от прочности нетронутого массива – приводит к увеличению размеров зоны неупругих деформаций в 1,5 раза. За счёт применения рекомендуемых мероприятий возможная экономия материалов (арок и железобетонных

затяжек) только по прямым затратам превысит 700 тыс. грн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямщиков В.С., Сидоров Е.Е., Бауков Ю.Н. Физические основы акустического метода определения дефектов связи упругих слоев с основанием // ФТПРПИ. – 1979. - № 3. – С. 110-118.
2. Яланский А.А. и др. Теоретические и аппаратные разработки виброволнового контроля строительных конструкций и сооружений / Яланский А.А., Паламарчук Т.А., Сергиенко В.Н., Усаченко В.Б. // Материалы IV-ой междунар. конф. «Материалы для строительных конструкций». – Днепропетровск: Приднепровская гос. академия строительства и архитектуры, 1997. – С. 73.
3. Егоров П.В., Корнейчиков В.П. Выявление в массиве зон повышенных напряжений по локальному электромагнитному излучению // Методология измерения напряжений в массиве горных пород. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1978. – С. 109-112.
4. Веселовский Г.С., Варивода З.В., Сергиенко В.Н. Опыт применения метода ЕИЭМПЗ для диагностики состояния подземных и наземных сооружений // Проблемы гидродинамики в горном деле и строительстве. Ч 1. – К.: Изд-во КПИ, 1996. – С. 91

УДК 625.1-622.6

В.В. Говоруха, С.Л. Ладик

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕЛОЧНЫМИ ПЕРЕВОДАМИ ПОСРЕДСТВОМ УСТРОЙСТВА ВНЕШНЕГО ЗАМЫКАНИЯ СТРЕЛОК

У статті розглядаються питання обґрунтування необхідності створення комплексу технічних засобів управління стрілочним переводом з використанням пристрою зовнішнього замикання стрілок.

ABOUT NECESSITY OF CREATION OF DEVICE OF EXTERNAL SHORTING OF POINTERS

The questions of ground of necessity of creation of complex of hardwares of management by pointer translation with the use of device of the external shorting of pointers are examined in the article.

В области рельсового транспорта одним из основных объектов, обеспечивающих достижение целей безопасности и надежности движения, повышения безопасности труда является рельсовый путь и его взаимодействие с подвижными транспортными средствами в зависимости от параметров и характеристик конструкции и условий эксплуатации рельсового пути [1].

С возрастанием скоростей движения возрастает влияние подвижного состава на рамные рельсы в горизонтальной плоскости. Так, по данным [2], на скоростях движения около 130 км/ч мгновенные значения усилий в остряке при прохождении по нему колес достигают 40 кН, а ускорения превышают 50 м/с². Возникновение таких усилий вызовет отжатие рамного рельса от остряка. По данным [3] это приводит к повышению бокового износа рамного рельса и неприлеганию остряка к рамному рельсу, что повышает риск схода подвижного состава с рельсов.

Причиной такого отжатия является то, что остряки закреплены только в корне, а положение остряка фиксируется внутренним замыкателем элект-