

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондарчук В.Г. Очерк тектонического строения территории Украинской ССР// Геол. журн. 1955. Т.15. Вып.3. С. 27-29.
2. Занкевич Б.О. Структурна еволюція Криворізько-Кременчуцької залізорудної зони Українського щита у протерозой: Автореф. дис. - д-ра геол. наук: 04.00.11 / Держ. наук. Центр радіогеохімії навколишнього середовища НАН України.- Київ, 1996.- 46 с.
3. Занкевич Б.А. Элементы сдвиговой тектоники в структуре Криворожского бассейна// Труды 1 Всесоюзного совещания по сдвиговой тектонике. Вып. III. Роль сдвиговой тектоники в образовании и размещении месторождений полезных ископаемых.- Л.: Ротапринт ЛГИ.- 1988. С. 93-96.
4. Занкевич Б.А. Геодинамическая модель Криворожско-Кременчугской зоны Украинского щита// труды Междунар. конф. «Глубинное строение литосферы и нетрадиционное использование недр Земли».- Киев: изд-во Госкомгеол. Украины.- 1996.- с. 155-156.
5. Плотников О.В., Петрусенко І.Ю. Тріщиноутворення в залізистих кварцитах докембрію. - Кривий Ріг: вид-во Науково-дослідного гірничорудного інституту.- 1998.- 186 с.
6. Тохтуев Г.В., Занкевич Б.А. О морфокинематической классификации складчатых структур Криворожского бассейна // Перспективы развития богатых железных руд Криворожского бассейна на глубину. Киев: 1975. С. 72-75.
7. Тохтуев Г.В., Еремеев Г.П. Структурные закономерности локализации богатых железных руд сакаганского типа. Препр/ АН УССР, ИГФМ. Киев: 1976. 69 с.
8. Тохтуев Г.В., Тохтуев Е.Г. О комплексе критериев для систематики складок / Перспективы развития богатых железных руд Криворожского бассейна на глубину. Киев: 1975. С. 67-70.

УДК 622.831:622.016.22

В.В. Левит, С.П. Мусиенко

### **ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИКОНТУРНОГО И ГЛУБИННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ ПОРОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ**

На основі шахтних досліджень обґрунтовані геомеханічні передумови формування в гірському масиві глибинних демпфіруючих і приконтурних вантажонесучих охоронних оболонок для підвищення стійкості та гідрозахисту вертикальних стовбурів вугільних шахт.

Затруднение, которое имеет место в выборе средств и способов крепления и поддержания вертикальных стволов угольных шахт можно объяснить, прежде всего, низкой научной обоснованностью технических и технологических разработок. В работе [1] показано, что интегрирующим элементом управления состоянием геотехнической системы «вертикальный ствол» является подсистема структуры влияющего взаимодействия ее элементов и управляемого взаимодействия на них, которая базируется на учете совместной работы крепи, массива пород и регулятивных элементов, обеспечивающих повышение ее эффективности. Показателями такой работы являются, с одной стороны, закономерности деформирования пород вблизи ствола и величины нагрузок на его крепь, а с другой – параметры управляющих воздействий на систему.

Чрезмерное многообразие условий сооружения свойств обуславливает необходимость исследования этих процессов. В первую очередь важно знать механизм разрушения и количественные показатели состояния приконтурных пород с точки зрения использования свойств пород для поглощения деформаций смежающегося в полость ствола массива, а также возможности вовлечения их в схранный конструктив крепи путем использования несущей способности массива пород. Здесь следует указать на еще одно важное обстоятельство. Продуктивные толщи Донбасса характеризуются развитием в них водоносных гори-

зонтов, поэтому усложняется крепление стволов в обводненных породах. Обобщая сказанное, можно заключить, что оценка геомеханических процессов, протекающих вокруг стволов, необходима для проектирования надежных и ресурсосберегающих охранных конструкций, а также гидрозащиты стволов.

Фундаментальные разработки, в ключе поставленной задачи, в значительной степени связаны с применением комплексного метода тампонажа пород с целью охраны стволов с поверхности через наклонно-направленные скважины [2], а также широкомасштабным применением тампонажа для защиты капитальных выработок в обводненных породах [3]. Реализация технологий тампонажа обеспечивает комплексный эффект: упрочнение трещиноватых и нарушенных пород, заполнение пустот, формирование тампонажем прочной или податливой литолого-геомеханической структуры вокруг стволов. Последняя задача, связанная с созданием в глубине массива податливых охранных оболочек, поглощающих деформации пород, и вблизи ствола грузонесущих приконтурных охранных оболочек, составляет особую задачу и предмет наших исследований.

Для изучения деформационных процессов в породах вблизи стволов были проведены шахтные эксперименты. Многообразие возможных сочетаний элементов состояний и взаимодействий системы «крепь ствола – породный массив» предопределило выбор комплексного метода геофизических исследований.

Геофизическая диагностика используется для решения следующих задач [4]:

- а) для оценки нарушенности незакрепленного породного массива;
- б) для оценки состояния породного массива с искусственным изменением показателей его физико-механических свойств, например, путем тампонажа или нагнетанием химврастворов вглубь массива;
- в) для определения влияния характеристик залегания, окружающего вертикальную выработку породного массива, на устойчивость контура;
- г) для качественной оценки напряженно-деформированного состояния на сопряжении стволов с горизонтальными выработками;
- д) для сравнительной оценки эффективности применения различных видов крепи в стволах и на сопряжениях;
- е) с целью определения качества выполнения различных видов ремонтных работ в вертикальных стволах (набрызгбетон, полимерзащита, инъекция связующих).

Участок породного массива, окружающий горную выработку, совместно с элементами крепи, можно свести к двум абстрактным, принципиально различным моделям: к конструкции и к структуризированной среде. В соответствии с этим комплекс используемых геофизических методов должен обеспечивать всестороннюю оценку свойств двуединого объекта при различных формах его взаимодействия с окружающей средой.

Используя указанные технологические и методические предпосылки, нами выполнены комплексные геофизические исследования взаимодействия крепи стволов с приконтурным породным массивом. Этому предшествовали лабораторные эксперименты по определению совокупности информативных параметров оценки состояния системы «крепь – массив» по изменению электрического

сопротивления от механического напряжения в породах и бетоне, изменению спектрального состава и амплитуды свободных колебаний элементов системы.

Шахтные исследования были проведены с целью изучения геомеханического состояния пород в приконтурной зоне к стволу и в глубине массива. Сущность установленных закономерностей деформирования пород сводится к следующему. Оценкой трещиноватости пород приконтурной зоны выявлены размеры, границы и степень трещиноватости пород. На рис. 1 показана тенденция изменения трещиноватости в массиве при монолитной бетонной и тубинговой крепи в стволе. Величины трещиноватости сопоставимы. Особенностью является то, что на контакте крепи с массивом имеет место некоторая консолидация пород, поэтому трещиноватость ниже и составляет 2-4 условные единицы. Наибольшее раскрытие трещин (6-7 усл. ед.) наблюдается на участке 0,4-0,8 м, далее вглубь массива отмечается монотонное гиперболическое снижение трещиноватости. Однако следует указать, что на участке с тубинговой крепью на удалении от ствола 1,2-1,6 м отличается возрастание трещиноватости, а ее величина по условным единицам сопоставима с таковой для пород на контуре ствола. Таким образом, повышенная трещиноватость пород прослеживается до глубины 0,8 м.

Сравнительный анализ результатов, полученных с применением различных методов диагностики, позволил сделать определенные выводы общего характера об исследуемых процессах:

а) монолитные участки породного массива, сложенного прочными породами, характеризуются минимальными показателями электрического сопротивления, уровня естественного электромагнитного излучения и амплитуды свободных колебаний;

б) макротрещины в массиве являются концентратором напряжений, вызывающими повышенный уровень электромагнитной эмиссии, регистрируемой не только с поверхности обнажения, но и с определенной глубины породной среды;

в) оценена глубина нарушенности приконтурной зоны ствола вследствие ведения буровзрывных работ, составляющей в основном 0,8 м; в отдельных случаях наблюдается вторая зона на расстоянии от ствола 1,2-1,6 м;

1 – участок с монолитной бетонной крепью

2 – участок с тубинговой крепью

г) под воздействием комплекса естественных и техногенных факторов формируется приконтурная зона ствола с асимметрией свойств по различным направлениям.

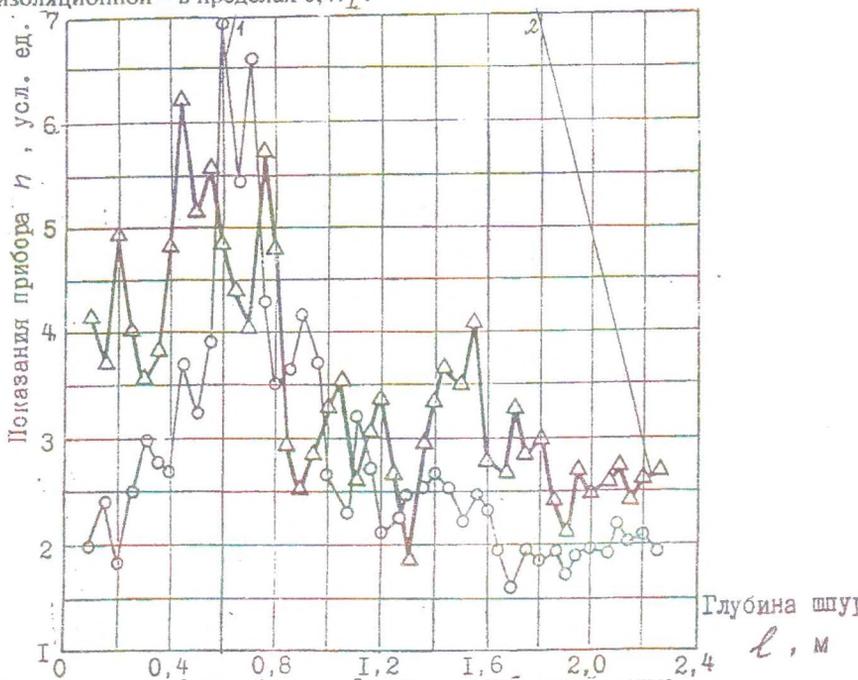
Установлено, что при долговременном взаимодействии крепи стволов и породных массивов формируются активные геомеханические зоны в границах: I – 1,2-1,6; II – 1,8-2,2 м; III – более 2,2 м. Зона максимального деформационного возмущения от полости ствола вглубь массива может быть равной радиусу ствола.

Полученные показатели представляют собой необходимую геомеханическую базу для обоснования охранных конструкций стволов. В частности, учитывая двуединую задачу повышения устойчивости и гидрозащиты ствола, дано геомеханическое обоснование комбинированного способа крепления ствола путем возведения вблизи его контура прочной грузонесущей, а в глубине – подат-

ливой гидроизоляционной оболочек (рис. 2). Особенность в его реализации состояний в двух аспектах. Во-первых, границы формирования оболочек находят с учетом образования зоны пластичности, определяемой радиусом  $r_L^c$ :

$$r_L^c = a_0 \exp(b_0 / (Rt / \gamma H)), \quad (1)$$

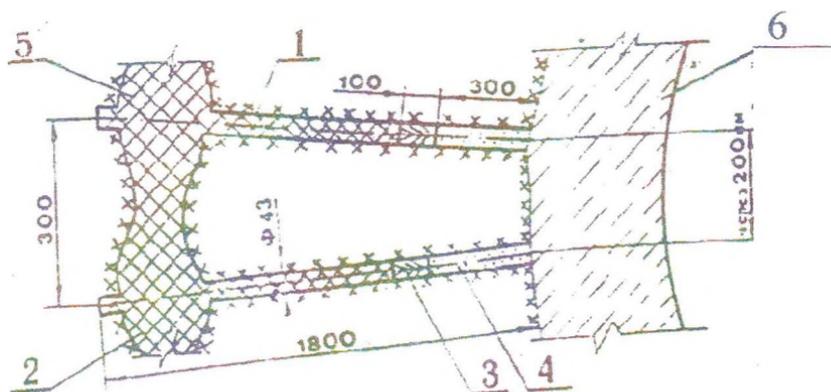
где  $Rt$  – длительная прочность пород;  $a_0 = 0,018 \pm 0,031$ ;  $b_0 = 1,60 \div 2,13$  для мощностей слоев пород в пределах  $m = 1,2 \div 4,0$  м. Граница приконтурной грузонесущей оболочки определяется в пределах  $0,2r_L^c$ , а глубинной демпфирующей гидроизоляционной – в пределах  $0,4r_L^c$ .



1 – участок с монолитной бетонной крепью; 2 – участок с тубинговой крепью.  
 Рис. 1 – Сравнительные результаты оценки трещиноватости приконтурной зоны на участках с бетонной и тубинговой крепью прибором

Другой аспект, технологический, состоит в том, что по расчетному контуру зоны дезинтеграции пород взрыванием камуфлетных зарядов усиливают трещиноватость массива, создавая щель, для повышения его поглощающей способности. Контроль за образованием щели проводится путем нагнетания воды в шпур. Перед нагнетанием воды устья шпуров 1 герметизируются деревянными пробками 3 и цементно-песчаным раствором 4, приготовленным на жидком стекле. При этом остаются открытыми шпур для нагнетания им раствора и контроля и контроля за его прохождением. Нагнетание химвраствора 5 производится через каждые 3-4 горизонтальных ряда заходками по 2 м, укладка бетона в стены ствола 6 – обычным способом через 4 м.

По методике [5] определялись время нагнетания и радиус обрабатываемой зоны химраствором, обеспечивающим формирование гидрозакщитной и поглощающей деформации пород оболочки, а подача растворов машиной ЗМБМ, имеющей такие характеристики:



1 – шпур; 2 – кольцевая щель; 3 – пробка деревянная; 4 – цементно-песчаный раствор на жидком стекле; 5 – химраствор; 6 – бетонная крепь ствола

Рисунок 2 – Схема формирования податливой оболочки в глубине массива и упрочненной вокруг крепи ствола

производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$  – 6; рабочее давление, МПа – 2; максимальное давление, МПа – 6,3; максимальный размер фракции заполнителя, мм – 10; дальность подачи смеси, м – по горизонтали – 100, по вертикали – 20; масса, кг – 1300.

Машина включает турбулентный смеситель, предназначенный для приготовления облегченных, обычных и тяжелых бетонных смесей с содержанием заполнителя до 35%; трехплунжерный насос с клапанным блоком, обеспечивающий отбор материала и создание давления, систему транспортирующую с комплектом исполнительных инструментов.

Масса и габаритные размеры машины позволяют осуществлять ее транспортировку в шахтной клетке и шахтным рельсовым транспортом. При необходимости возможно изготовление машины на колесной тележке и ее транспортировка в составе шахтного поезда.

Отличительной особенностью технологии применения машины ЗМБМ является конструктивно обусловленная возможность приготовления или активации растворов и бетонов вблизи места укладки, забор, транспортировку и укладку посредством инъекторов или насадок «активного» бетона. Отсутствие в технологической цепочке зон седиментации цементного теста, позволяет не только укладывать бетон (раствор) различной плотности, но и варьировать такими параметрами как модули упругости и спада, коэффициент Пуассона. Возможность управлять свойствами на-

гнетаемого вяжущего раствора в широких пределах, создает предпосылки сооружения породобетонных конструкций, отвечающих требованиям формирования грузонесущей оболочки, описанным выше.

Схема работы машины с горизонта применяется в случаях пересечения шахтным стволом действующих горизонтов или при ремонте крепи ствола. Преимуществом такой схемы является удобство увязки основных технологических процессов, доставки компонентов раствора и обслуживания растворов.

Схема работы с забоя ствола применяется при невозможности установки машины в примыкающей к стволу выработке или нецелесообразности наращивать бетоновод. В этом случае машина может устанавливаться непосредственно на забой, на проходческий полук или на специально сооружаемый полук. Этим обеспечивается минимальная длина бетоновода и высокое качество бетонных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левіт В.В. Геомеханічні основи розробки і вибору комбінованих способів кріплення вертикальних стовбурів у структурно неоднорідних породах: Автореф. ... дис. докт. техн. наук: 05.15.04/ НГАУ. – Дніпропетровськ. – 1999. – 37 с.
2. Комплексный метод тампонажа при строительстве шахт/ Э.Я. Кияшко, Ю.А. Полозов, О.Ю. Лушников и др. – М.: Недра, 1984. – 280 с.
3. Каретников В.Н., Клейляков В.Б., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 571 с.
4. Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Яланский А.А. Геофизический контроль в шахтах и тоннелях. – М.: Недра, 1987. – 278 с.
5. Прогрессивные технологии полимерного укрепления угля и пород в шахтах/ С.В. Янко, В.А. Кузнецов, В.В. Радченко и др. – К.: Техника, 1993. – 178 с.

УДК 622.363.51.004.17

Р.Б. Лесовицкая

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ БАЗОВЫЕ СТРАТЕГИИ В РАЗВИТИИ ГИПСОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Досліджено стан мінерально-сировинної бази України по видобутку гіпсу, сформульовані стратегії по інтенсифікації роботи та підвищенню конкурентноздатності гіпсової галузі, обґрунтовані ринки збуту гіпсової сировини та будівельних виробів на їх основі.

Переход к рыночным отношениям и структурные изменения в экономике Украины в ранг важнейших ставит задачи рентабельности и конкурентоспособности функционирования как целых отраслей, так и отдельных предприятий. Рассматривая эту задачу применительно к развитию гипсовой отрасли, необходимо учесть те особенности, которые внутренне присущи отрасли, факторы состояния экономики и рынка стройиндустрии в стране, а также сформировавшиеся подходы к разработке месторождений полезных ископаемых в части полноты их освоения на базе сочетания различных способов и технологий.

Оценивая гипсовые месторождения, следует указать на их неравномерное размещение по территории Украины. Основные запасы гипсоносных пород размещены в Донецкой, Ивано-Франковской, Тернопольской, Хмельницкой, Черновицкой и Львовской областях. Наибольшие запасы гипсоносных отложений находятся на территории Донецкой (9 месторождений) и Ивано-Франковской (59 месторождений). Специалисты оценивают балансовые запасы