УДК 622.831.325

Н.В.КРОТОВ, *канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, geosecurlab@mail.ru*
Ф.П.ИВЧЕНКО, *канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, geosecurlab@mail.ru*
А.П.СКАКУН, *канд. техн. наук, старший научный сотрудник, geosecurlab@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
А.И.ПАЛЬЦЕВ, *начальник технического управления,geosecurlab@mail.ru*
ОАО «СУЭК-Кузбасс»

N.V.KROTOV, *PhD in eng. sc., leading research assistant, geosecurlab@mail.ru*
F.P.IVCHENKO, *PhD in eng. sc., leading research assistant, geosecurlab@mail.ru*
A.P.SKAKUN, *PhD in eng. sc., senior research assistant, geosecurlab@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)
A.I.PALTSEV, *head of techn.board, geosecurlab@mail.ru*
JSC «SUEK-Kuzbass»

ВЫДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ ЗОН ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ ОАО « СУЭК-КУЗБАСС»

Рассмотрены условия формирования опасных зон при разработке свиты сближенных пластов с оставлением угольных целиков. Приводятся результаты шахтных исследований по установлению границ опасных зон с применением геофизической аппаратуры.

Ключевые слова: зоны повышенного горного давления, разрывные нарушения, особо сложные условия горных работ, электромагнитное профилирование, прогноз удароопасности.

ESTABLISHMENT OF BOUNDARIES OF HAZARDOUS ZONES IN COAL SEAM MINING AT MINES OF JSC «SUEK-KUZBASS»

The article considers the formation conditions of hazardous zones in mining the conjugated seams strata with leaving coal pillars. The results of mine investigations for the establishment of hazardous zones boundaries with using the geophysical equipment are given.

Key words: zones of higher rock pressure, rupture disturbances, highly complicated conditions of mining operations, electromagnetic profiling, prediction of rockburst-hazard.

В соответствии с действующими нормативными документами при подземной разработке угольных месторождений должны выделяться особо сложные условия ведения горных работ, при которых требуется осуществление дополнительных мер безопасности [1, 3]. Участки угольных пластов в этих условиях считаются опасными зонами, в пределах границ которых производство горных работ регламентируется специальными проектами.

К опасным зонам, возникающим под воздействием геомеханических процессов, отнесены участки угольных пластов опасные по горным ударам, опасные по внезапным выбросам, повышенного горного давления (зоны ПГД), сформированные от целиков или краевых частей соседних пластов [3]. Отнесение тех или иных условий ведения горных работ на удароопасных и выбросоопасных пластах к особо сложным производится экспертным методом из конкретного рассмотрения геомеханического состояния пласта и прогноза его поведения в области влияния очистных и подготовительных выработок. Например, для условий

шахт ОАО « Воркутауголь» по результатам экспертного анализа горно-геологических, горно-технологических и геомеханических условий ведения горно-проходческих и очистных работ выделены 12 типовых ситуаций на участках угольных пластов, при которых прогнозируется повышенная степень удароопасности [2]. Из них до 40 % особо сложных условий ведения горных работ приходится на зоны влияния разрывных нарушений и зоны ПГД.

Идентификацию опасных зон, построение на планах горных выработок их границ и привязку к маркшейдерским пунктам или характерным элементам сопряжений горных выработок производят соответствующие службы шахты. Границы опасных зон, построенные по инженерным методикам, в силу специфических особенностей конкретных горно-геологических (сопряженные опасности, например зона ПГД, осложненная геологическим нарушением или на участке перехода передовой выработки) и горно-технологических (высокие скорости проведения выработок или участки лавы с труднообрушаемыми породами кровли при ее отходе от монтажной камеры до момента первичной посадки) условий выемочного участка зачастую не совпадают с фактическим положением. Поэтому для их уточнения в горных выработках применяются инструментальные методы по оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) участков угольного пласта.

На угольных пластах, склонных к горным ударам, установление границы опасной зоны и контроль напряженного состояния при ведении горных работ производят путем прогноза категории удароопасности, причем, в соответствии с требованиями инструкции [1], оценку производят не реже, чем через 2 м подвигания забоя. Нормативный метод оценки категории удароопасности основан на контроле выхода штыба при бурении прогнозных скважин в угольный пласт. За один цикл прогноза бурят от 10 до 16 прогнозных скважин в забой лавы и борта штреков впереди забоя. Также производят бурение по специальному паспорту для уточнения положения границ опасных зон. Применение этого трудоемкого и небезопасного при производстве буровых работ метода оценки категории удароопасности сдерживает процесс ведения горных работ и не позволяет осуществлять непрерывный контроль за безопасным состоянием выработок. Поэтому ведется поиск новых инструментальных экспресс-методов оценки НДС состояния пласта и установление границ опасных зон с применением мобильной геофизической аппаратуры.

Шахты ОАО «СУЭК-Кузбасс» разрабатывают свиты пластов с оставлением угольных целиков между отработанными выемочными столбами и зачастую горные работы ведутся вблизи разрывных нарушений. Поэтому вопросы своевременного выделения границ опасных зон и непрерывного контроля (мониторинга) НДС участков угольных пластов экспериментальными методами, осуществляемыми в процессе ведения горных работ, являются актуальными.

В период 1978-1985 гг. на шахтах Кузбасса велась отработка технологии оценки категории удароопасности без бурения скважин на основе электроразведочных работ как на постоянном токе, так и на высокочастотном переменном токе (дипольное электромагнитное зондирование ДЭМЗ и дипольное электромагнитное профилирование ДЭМП) на основе комплектов шахтной аппаратуры ЕГ-6, АЭШ-1, ИПЭШ-1. Излучающей антенной наводится в горном массиве магнитное поле, а на расстоянии R от нее измеряется амплитуда A сигнала в приемной антенне. Оценка категории производилась по характеру и степени поглощения наведенного электромагнитного поля при его пропускании через угли в зоне опорного давления. Для обеспечения требуемой глубинности зондирования (глубины проникновения поля в массив угля) метод применялся в протяженных линейных подземных выработках (штреки, квершлаги, забои лав) длиной от 30 м. Были разработаны методические указания по применению электроразведки в модификациях ДЭМЗ и ДЭМП для оценки категории удароопасности в условиях шахт Кузбасса, согласованные органами Госгортехнадзора.

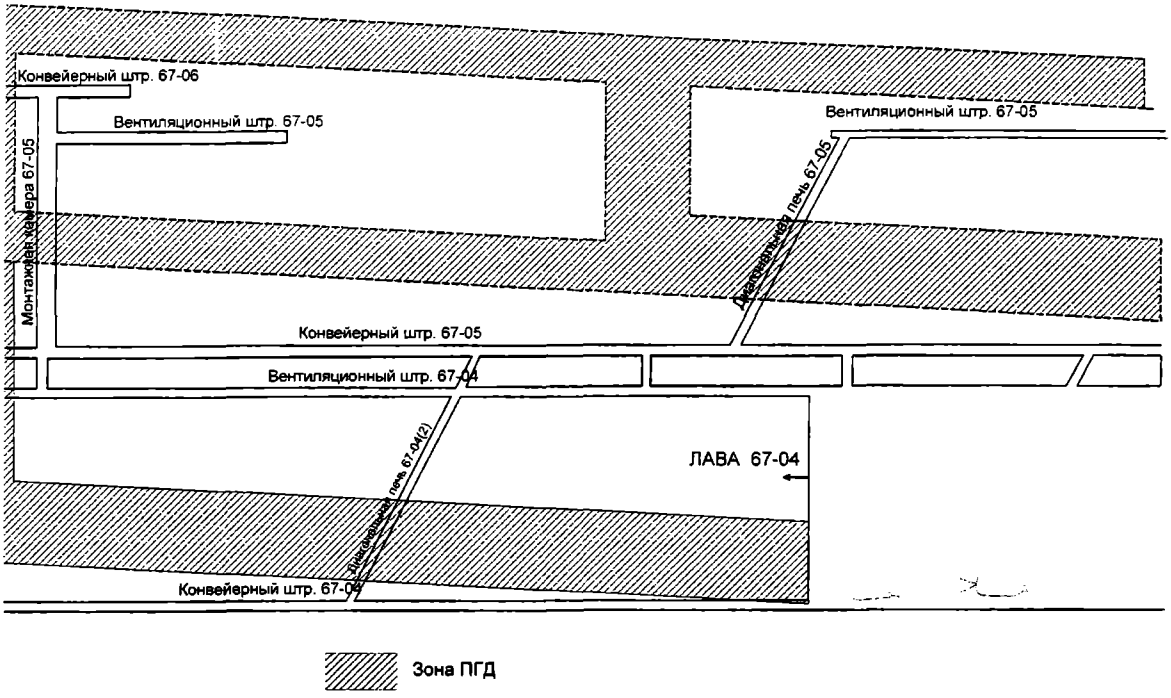


Рис.1. Схема экспериментального участка на шахте «Талдинская-Западная 1»

Указанная технология ДЭМП на основе аппаратуры ИПЭШ-1 была применена в 2009 г. для установления границ опасных зон ПГД, зон влияния разрывных нарушений и передовых выработок в условиях разработки свит угольных пластов на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс».

Для производства мониторинга НДС угольного пласта первоначально производился базовый замер в выемочных выработках вдоль всего выемочного столба, в том числе на участках впереди очистного забоя. По мере ведения очистных работ наблюдения методом ДЭМП повторяли и выявляли аномалии изменения напряженно-деформированного состояния на основе сравнения показаний текущего цикла контроля и базового. Участок относился к аномальным по напряженно-деформированному состоянию, если по данным повторных наблюдений параметр изменился более, чем на 20 % относительно базового, причем на протяжении интервала вдоль выработки длиной свыше двух поперечных размеров выработки. Результаты ДЭМП приводятся в виде графиков параметров амплитуд A_{xx} (антенны ориентированы по оси, параллельной линии очистного забоя) и A_{yy} (антенны ориентированы по оси, перпендикулярной линии очистного забоя).

Экспериментальный участок в лаве 67-04 пласта 67 шахты «Талдинская-Западная-1» представлен на рис.1. Мощность пласта 4,9 м, глубина ведения горных работ 280-300 м. Участок лавы осложнен зонами ПГД, которые сформированы целиками и краевыми частями, оставленными на вышележащем сближенном пласте 68.

Результаты наблюдений методом ДЭМП в лаве при пересечении границы зоны ПГД представлены на рис.2. Уровень принимаемого сигнала по показаниям параметра амплитуды сигнала A_{xx} оказался очень низким и приближался к уровню естественного фона. Наиболее информативными оказались показания параметра сигнала амплитуды A_{yy}. На границе зон ПГД показания параметра A_{yy} снижаются в 2,5 раза по сравнению с участком в средней части лавы.

На шахте «Талдинская-Западная 2» экспериментальные наблюдения методом ДЭМП проведены в вентиляционном штреке 70-07 по пласту 70 в зоне влияния очистных работ. Длина экспериментального про-

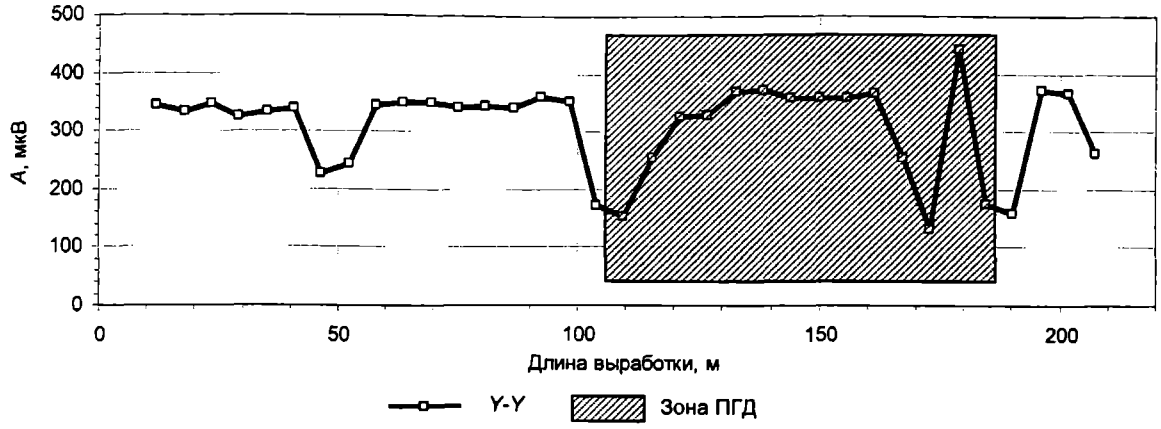


Рис.2. Результаты изменения амплитуды наведенного электромагнитного поля по длине диагональной печи 67-04

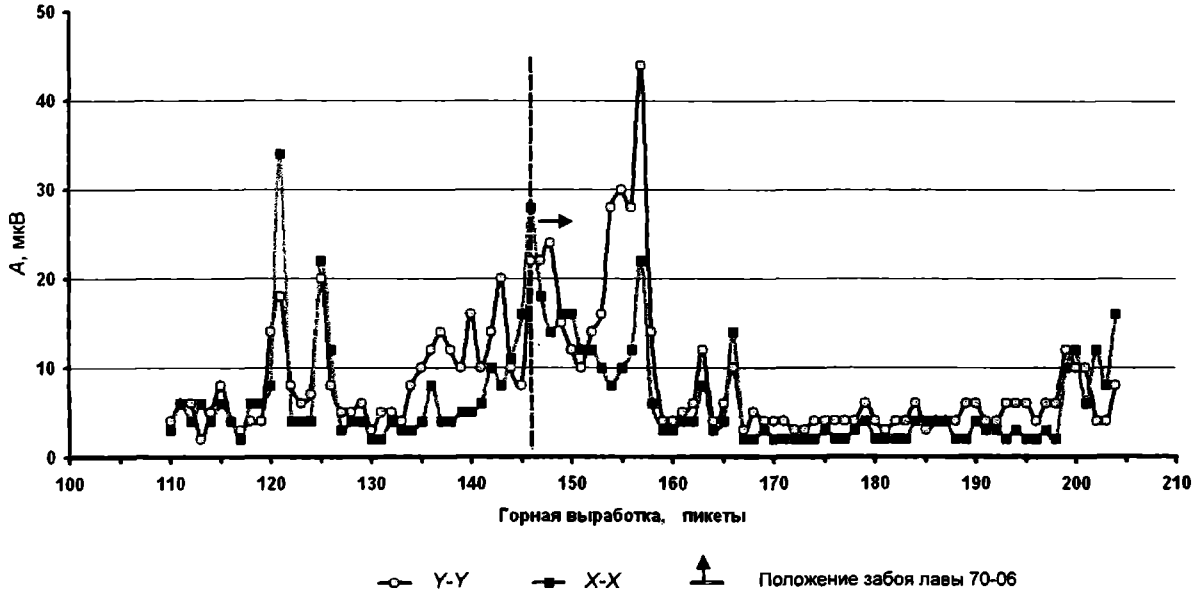


Рис.3. Результаты исследований на шахте «Талдинская-Западная 2»

филя составила 940 м (от ПК110 до ПК204). Номера пикетов возрастают по мере приближения к линии очистного забоя лавы 70-06. Участок исследований был выбран с целью получения информации о характере проявления в геофизическом поле результатов воздействия горного давления на угольный пласт как вблизи от выработанного пространства, так и вне зоны влияния очистных работ.

Результаты ДЭМП представлены на рис.3 в виде графиков параметров амплитуд A_{xx} и A_{yy}. По данным параметрам на профиле выделяются четыре аномалии НДС пласта 70.

Аномалия № 1 (от ПК118 до ПК127) предполагается приуроченной к пересечению профилем № 2 геологического нарушения в районе ПК123. Проявляется локальным минимумом с двумя краевыми максимумами (интервалами влияния нарушения) шириной по 30 м. Положение аномалии совпадает с краевой частью предположительно отмеченной геологической службой зоны дизъюнктива.

Аномалия № 2 (от ПК143 до ПК160) предполагается приуроченной к зоне ПГД в интервале между забоем лавы (ПК143) и диагональной печью (ПК160). Аномалия

включает два максимума на ПК147 и ПК156 и промежуточный минимум на ПК150.

Следует отметить, что несмотря на повторяемость положения зон экстремумов по параметрам A_{xx} и A_{yy}, их характер существенно различается. Возможно, что это связано с тем, что параметр A_{xx} интегрально реагирует на изменение электропроводности среды во всех радиальных оси штрека направлениях, а параметр A_{yy} – избирательно характеризует изменение свойств в направлении бортов, т.е. проявляется анизотропия электропроводности.

Аномалия № 3 (от ПК160 до ПК168) начинается с минимума A_{xx} и A_{yy} у передовой выработки (диагональной печи 70-06), затем по обеим компонентам фиксируется повышение (примерно в 3,5 раза над фоновыми) показаний по сравнению с последующим участком нетронутого массива (от ПК168).

Аномалия № 4 (от ПК197 до ПК203) имеет характер, аналогичный аномалии № 3. В этом интервале геологической службой предположительно трассируется зона дизъюнктива. Предполагаемая зона дизъюнктива между ПК177 и ПК184 (между аномалиями № 3 и № 4) слабо проявлена в виде снижения параметров A_{xx} и A_{yy}.

Таким образом, на границах опасных зон, сформированных от целиков и краевых частей сближенных пластов, от разрывных геологических нарушений и на участках подхода к передовым выработкам, отмечается контрастная аномалия изменения параметров электромагнитного поля впереди очистного забоя. Метод ДЭМП может быть рекомендован для установления границ опасных зон и контроля напряженного состояния участков угольных пластов при ведении горных работ в особо сложных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам РД 05-328-99 / НТЦ «Промышленная безопасность». М., 2004. 96 с.

2. *Кротов Н.В.* Анализ и типизация особо сложных условий ведения горных работ на шахтах ОАО «Воркутауголь» / Н.В.Кротов, В.П.Костромин, А.И.Вовк, А.А.Вьюнников, А.Н.Осипов // Современные проблемы безопасной разработки угольных месторождений; ВНИМИ. СПб, 2006. С.96-102.

3. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах / ВНИМИ. СПб, 1993. 28 с.

REFERENCES

1. Instruction on the safe mining operations at coal mines being mined the coal seams prone to rock bursts RD 05-328-99 / Scient. Techn. Center «Industrial safety». Moscow, 2004. 96 p.

2. *Krotov N.V., Kostromin V.P, Vovk A.I., Vyunnikov A.A., Osipov A.N.* Analysis and typization of highly complicated conditions of mining operations at coal mines of JSC «Vorkutaugol» / Recent problems in safe mining of coal deposits; VNIMI. Saint Petersburg, 2006.P.96-102.

3. Directions on order and control of safe mining operations in the hazardous zones / VNIMI. Saint Petersburg,1993. 28 p.