

УДК 622.281.406:539.3

Минеев С.П., д-р техн. наук, проф.,
Шматовский Л.Д., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Дякун Р.А., канд. техн. наук,
Зайцев М.С., магистр.
(ИГТМ НАН Украины)

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ КРЕПЛЕНИЕМ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Минєєв С.П., д-р техн. наук, проф.,
Шматовський Л.Д., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
Дякун Р.А., канд. техн. наук,
Зайцев М.С., магістр
(ІГТМ НАН України)

СПОСІБ УПРАВЛІННЯ МЕХАНІЗОВАНИМ КРІПЛЕННЯМ ОЧИСНОГО ВИБОЮ

Mineev S.P., D. Sc. (Tech.), Professor,
Shmatovskiy L.D., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,
Dyakun R.A., Ph.D. (Tech.),
Zaitsev M.S., M. S. (Tech.)
(IGTM NAS of Ukraine)

METHOD FOR POWERED SUPPORT CONTROL IN THE FACES

Аннотация. Обеспечение безопасности работ в высоконагруженных лавах является актуальной научно-практической задачей. В настоящее время безопасность работ при повышении нагрузки на лаву обеспечивается применением современных типов механизированного крепления и их автоматическим управлением. Усовершенствован способ управления механизированным креплением очистного забоя, в котором система автоматического управления рассчитывает вероятность проявления газодинамических явлений в забое, и для их предотвращения управляемо меняет уровень давления в гидроцилиндрах элементов механизированного крепления, что обеспечивает оперативное реагирование элементов секций механизированного крепления на изменение горно-геологической обстановки в забое, за счет чего повышается безопасность, и повышается эффективность ведения горных работ. В статье приведены сведения о сущности предлагаемого способа, схемах его работы и эффективности.

Ключевые слова: управление механизированным креплением, давление в гидроцилиндрах, секции механизированного крепления.

Увеличение производительности высоконагруженных очистных угольных забоев, оборудованных высокопроизводительными выемочными механизмами – одна из актуальных задач современной горнодобывающей промышленности. Среди различных факторов, препятствующих повышению производительности, особенно острым стоит вопрос предотвращения газодинамических явлений (ГДЯ) в выбросоопасных угольных пластах. При этом на шахтах Украины по данным на 2012 г. горные работы на пластах, склонных к газодинамическим

явлениям (ГДЯ), велись на 57 шахтах, разрабатывающих опасные и угрожаемые по ГДЯ пласты, из них на 18 шахтах - только опасные, на 23 - опасные и угрожаемые и на 16 - только угрожаемые по ГДЯ. На 69 шахтопластах, опасных по газодинамическим явлениям, включая 3 особо выбросоопасных шахтопласта, в течение 2012 г. отрабатывалось 85 очистных и 164 подготовительных выработки (включая нарезные и монтажные), на 77 угрожаемых - 97 очистных и 238 подготовительных выработок [1-8].

Для повышения производительности очистных забоев и предотвращения газодинамических явлений применяется достаточно большое количество способов и средств, в том числе и нетрадиционные [11].

Авторами [9] предложен способ, в котором, за счет разницы высот гидравлических стоек, создается управляемый угол наклона для формирования разрушающего напряжения в кровле. Угол наклона определяется опытным путем и в зависимости от крепости пород составляет от 10 до 20 градусов к поверхности подошвы забоя.

Недостатки этого способа: отсутствие сбора информации о состоянии горного массива в очистном забое шахты с целью оперативного управления и оптимизации работы очистного комплекса, в зависимости от горно-геологических условий, которые меняются, и, как следствие, отсутствие автоматизированных противовыбросных мероприятий (предотвращения газодинамических явлений).

Способ автоматического управления механизированным креплением за счет получения информации от сенсорных датчиков [10] основан на определении расстояния между конвейером и секцией крепления с помощью сенсорного датчика.

К недостаткам этого способа следует отнести отсутствие сбора информации о состоянии горного массива, а также отсутствие устройств для обеспечения автоматизированных противовыбросных мероприятий (предотвращение газодинамических явлений), в частности, оперативного реагирования элементов секций механизированного крепления на изменение горно-геологической обстановки в забое.

Авторами данной работы поставлена задача усовершенствования способа управления механизированным креплением очистного забоя, в котором система автоматического управления рассчитывает вероятность проявления газодинамических явлений в забое, и для их предотвращения управляемо меняет уровень давления в гидроцилиндрах элементов механизированного крепления, что обеспечивает оперативное реагирование элементов секций механизированного крепления на изменение горно-геологической обстановки в забое, за счет чего повышается безопасность, и увеличивается эффективность ведения горных работ.

Предлагаемый способ управления механизированным креплением очистного забоя включает поддержку кровли в призабойном пространстве секционным механизированным креплением, а с помощью системы автоматизированного управления рассчитывают вероятность проявления газодинамических явлений

в забое и для их предотвращения управляют давлением в гидроцилиндрах элементов механизированного крепления по заранее установленным алгоритмам.

Система автоматизированного управления блоками своих датчиков (электромагнитных, видео, и т. п.) собирает информацию о состоянии горного массива, блоками связи обеспечивает передачу информации на блок управления, который по заранее запрограммированным алгоритмам, полученным исследовательским путем, рассчитывает вероятность проявления газодинамических явлений в забое, и для их предотвращения управляет давлением в гидроцилиндрах элементов механизированного крепления, что дает возможность оперативной реакции на состояние массива как секционного крепления, так и отдельных его элементов. Оперативный сброс давления, по определенным законам, каждым конкретным элементом секционного механизированного крепления обеспечит изменение напряженности очистного забоя, и тем самым существенно повысит эффективность противовыбросных мероприятий, а в целом обеспечит оперативное реагирование элементами секций механизированного крепления на изменение горно-геологической обстановки в забоях.

Общая схема системы автоматизированного управления механизированным креплением приведена на рис. 1.

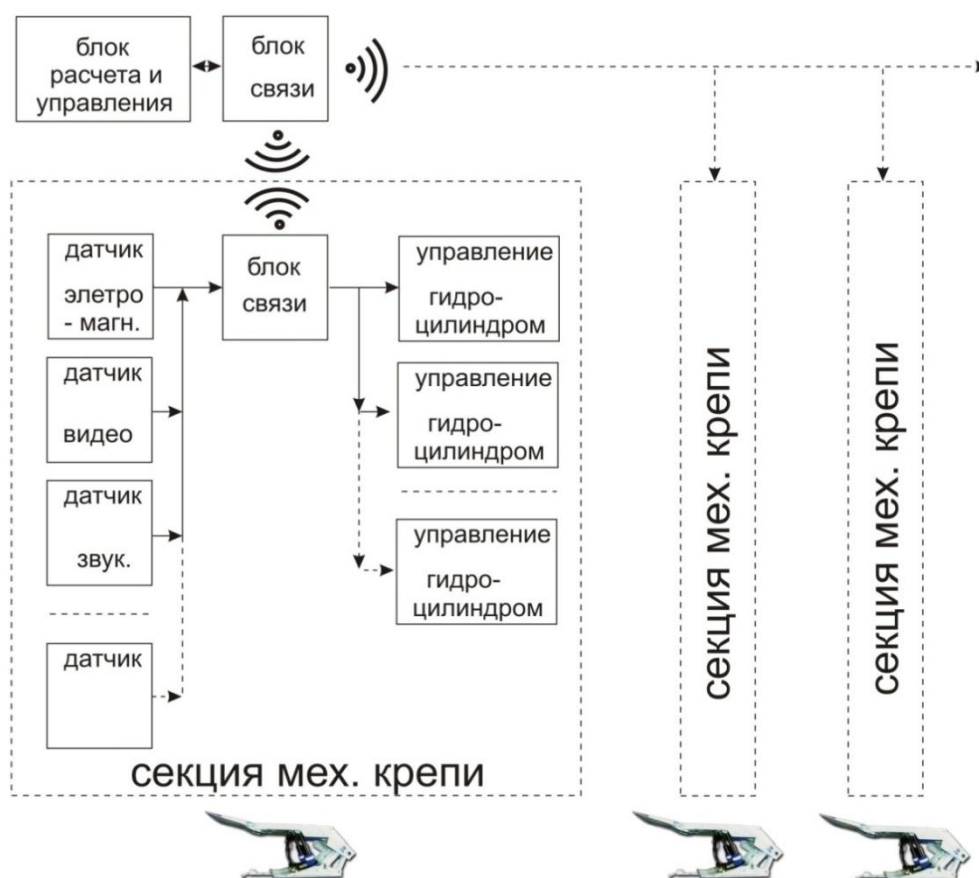


Рисунок 1 – Общая схема системы автоматизированного управления механизированным креплением

На рис. 2 изображен пример изолиний вероятности газодинамического явления, вычисленной блоком расчета и управления. При этом порядок включения сброса давления в гидроцилиндрах секций механизированного крепления показан изменением градиента цвета.

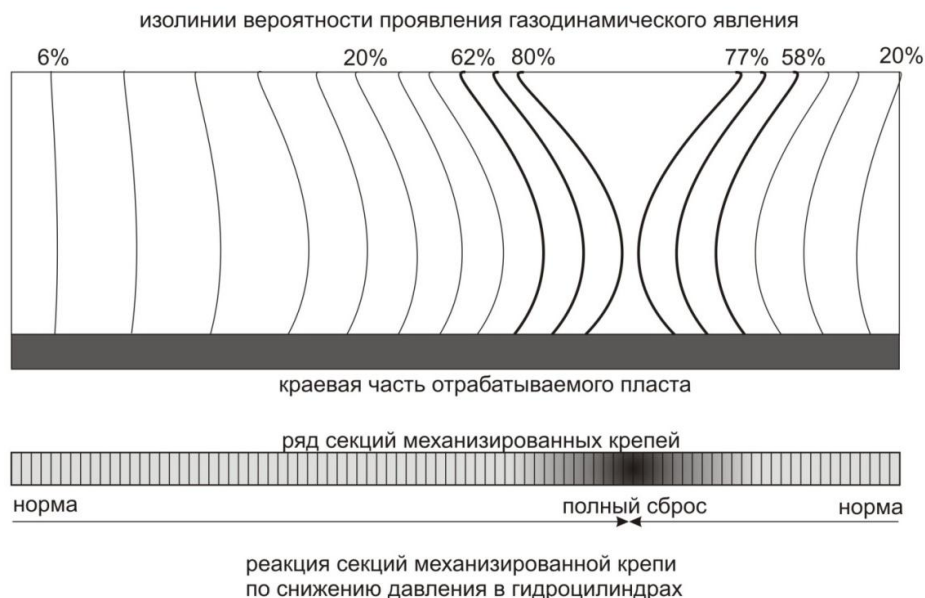


Рисунок 2 – Пример изолиний вероятности развязывания газодинамического явления

На рис. 3 изображены некоторые типы кривых сброса давления при управлении гидроцилиндрами, а именно: на рис. 3а - ступенчатая; на рис. 3б - гиперболическая; на рис. 3в - параболическая с плавным спуском к заранее установленному уровню.

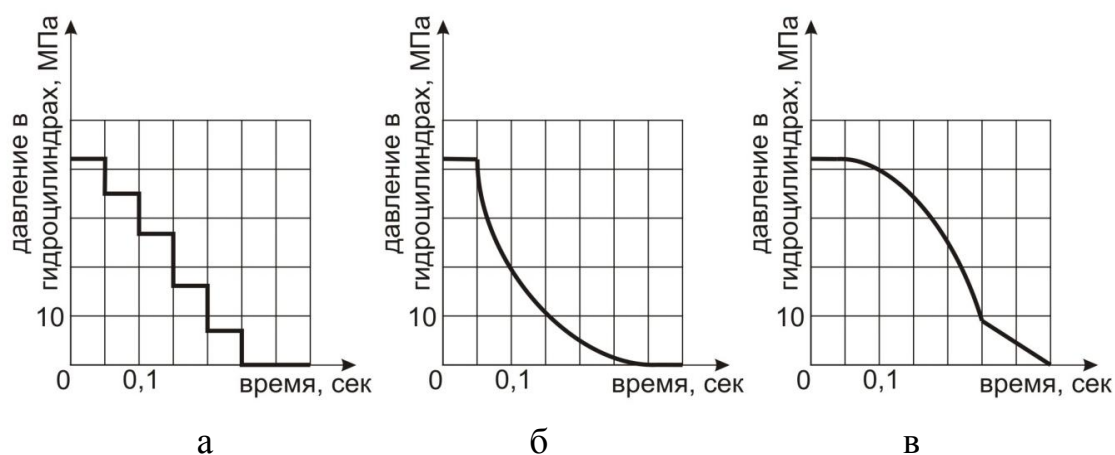


Рисунок 3 – Типы кривых сброса давления при управлении гидроцилиндрами очистного крепления: а - ступенчатая; на б - гиперболическая; в - параболическая с плавным спуском к заранее установленному уровню.

На рис. 4 изображены эпюры горного давления перед газодинамическим явлением (повышенное горное давление) и после сброса давления в гидроцилин-

драх секции механизированного крепления (нормальное, т.е безопасное горное давление).



Рисунок 4 – Эпюры горного давления перед проявлением ГДЯ и после сброса давления в гидроцилиндрах секций механизированной крепи

Предлагаемый способ управления механизированным креплением очистного забоя работает следующим образом. Датчики электромагнитного излучения, звуковые датчики и датчики видеоконтроля, расположенные на секциях механизированного крепления, постоянно получают информацию о состоянии горного массива в окрестностях забоя. Эта информация через блоки связи поступает в блок расчета и управления. В блоке расчета и управления постоянно обрабатывается информация со всех датчиков, установленных на всех секциях механизированного крепления. Блок расчета и управления, по заранее запрограммированным функциям, автоматически оценивает состояние горного массива в окрестностях очистного комплекса, а также, вычисляет вероятность возникновения газодинамических явлений. В случае превышения определенного порога вероятности, блок расчета и управления через блоки связи дает сигналы, управляющие необходимыми гидроцилиндрами механизированной крепи, с целью резкого сброса давления. Различные алгоритмы сброса давления в поддерживающих гидроцилиндрах, примеры которых изображены на рис.3 и рис. 4, применяются для различных типов горно-геологических условий и технического оснащения (тип и скорость проходки, модель комбайна и механизированного крепления и т.п.).

На рис. 4 показана геомеханическая ситуация характера изменения предельно-напряженного состояния призабойной части пласта, полученная при применении предлагаемого способа управления горным давлением. При прохождении волны разгрузки в горном массиве, в момент ее прихода к краевой части предельно напряженного пласта, происходит снижение давления в гидроцилиндрах механизированного крепления, что обеспечивает снижение интенсивности воздействия волны разгрузки на пласт, чем и обеспечивается предотвращение инициирования внезапного газодинамического явления.

Раздельный расчет вероятности проявления газодинамического явления для каждой секции механизированного крепления, схематичный пример которого показан на рис. 2, позволяет оптимально управлять очистным комплексом. При этом обеспечивается снижение энергоемкости процесса предотвращения газодинамических явлений и в целом повышается эффективность противовыбросных мероприятий, чем обеспечивается решение общей задачи оперативного ре-

агирования элементов секций механизированного крепления на изменение горно-геологической обстановки в забое.

На основании вышеописанного, авторами оформлена и подана заявка в Украинский Институт промышленной собственности, по результатам рассмотрения которой принято решение 06.02.2014 о выдаче Патента № 89965 Украины, МКИ E21D20/00, E21D9/00 на «Спосіб управління механізованим кріпленням очисного вибою».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Особенности оценки метановыделения в выработки выемочного участка / С.П.Минеев, М.В.Лыжков, Л.В. Феськова [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины.- Днепропетровск, 2013. – Вып. 111. – С. 120-128.
2. Брюханов, А.М. Условия формирования взрывоопасной среды после внезапного выброса угля и метана // А.М.Брюханов / Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2007.- № 1 (15). –С. 23-27.
3. Лукинов, В.В. Прогноз метановыделения из подработанных пород в выработки выемочного участка / В.В.Лукинов, А.П.Клец, Б.В. Бокий // Уголь Украины.- 2011.- №7. – С.50-53.
4. Зборщик, М.П. Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав / М.П. Зборщик // Уголь Украины.- 2012.- № 12.- С. 11-16.
5. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / С.П. Минеев. А.А. Рубинский, О.В. Витушко [и др.].- Донецк: Східний видавничий дім, 2010.- 604 с.
6. Ольховиченко, А.Е. Прогноз выбросоопасности угольных пластов / А.Е. Ольховиченко. –М. Недра, 1982.- 278 с.
7. Минеев, С.П. Активация десорбции метана в угольных пластах/ С.П.Минеев, А.А.Прусова, М.Г.Корнилов. – Днепропетровск: Вебер, 2007.- 252 с.
8. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1977. – 96 с.
9. Пат. 41585 UA, МПК E21C41/18, E21D23/00. Спосіб керування покрівлю очисного вибою / В.В.Клявлін, А.Г.Лаптев, В.И.Малев [та ін.]; заявник і патентовласник ТОВ «Енергетичні інноваційні технології». – u2000085061; заявл. 29.08.2000; опубл.15.12.2004, Бюл. № 12. – 3 с.
10. Пат. 100141 UA, МКВ E21D23/26. Спосіб керування крокуючим механізмом / М.Ройтер; заявник і патентовласник Марко Зюстеманалузе унд Ентвіклюнг ГМБХ. – a201011594; заявл. 02.10.2009; опубл.26.11.2012, Бюл. № 22. – 8 с.: іл.
11. Пат. CN103321654 (A), МКВ E21D11/00. Method for managing roof collapse of coal mine roadway by aid of flexible air bags, Zhang Nong; Kan Jaguang; Wang Bin; Xue Junhua; Li Guichen, Univ china mining; huainan mining group Co LTD, 25.09.2013.

REFERENCES

1. Mineev, S.P., Lyzhkov, M.V., Feskova, L.V. and Shevchenko, V.V. (2013), “Method for determining methane emission into tunnels of panels”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 111, pp. 120-128.
2. Bryuhanov, AM. (2007), “Conditions of formation of an explosive atmosphere after a sudden outburst of coal and methane”, *Naukovyi visnyk UkrNDIPB*, no. 1 (15), pp. 23-27 .
3. Lukinov , V.V., Klets, A.P. and Bokiyy, B.V. (2011), “Prediction of methane production undermined rocks excavation site”, *Coal of Ukraine*, no.7, pp.50 -53 .
- 4 . Zborschik, M. P. (2012), “Preventing tributaries of methane in the bottom hole space heavily lavas”, *Coal of Ukraine*, no. 12, pp. 11-16 .
- 5 . Mineev, S.P., Rubinsky, A.A., Vitushko, O.V. and Radchenko, A.G. (2010), *Gornye raboty v slozhnykh usloviyakh na vybrosoopasnykh ugolnykh plastakh* [Mining operations in the difficult conditions on the outburst coal seams], Skhidnyi vydavnychiy dim, Donetsk, Ukraine.
6. Olhovichenko , A.E. (1982), *Prognoz vybrosoopasnosti ugolnykh plastov* [Weather outburst coal seams], Nedra, Moscow, Russia.
7. Mineev, S.P., Prusova, A.A. and Kornilov, M.G. (2007), *Aktivatsiya desorbtsii metana v ugolnykh plastakh* [Desorption activation of methane in coal seams], Weber, Dnepropetrovsk, Ukraine.

8. Instructions for determining the prognosis and the gas content of coal seams and the surrounding rocks in geological prospecting (1977), Nedra, Moscow, Russia.

9. Ciyavlin, V.V., Laptev, A.G., Malev, V.I. and others, LLC "Energy innovative technology" (2004), *Sposib keruvannya pokrivleyu ochysnogo vyboyu* [Method for controlling the roof of production face], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, Ukraine, Pat. №41585.

10. Reuter Martin, Marko Zyustemanalyuze (2012), *Sposib keruvannya krokuyuchym mehanizmom* [Method for control of stepping mechanism], Register of Patent of Ukraine, Kiev, Ukraine, Pat. № 41585.

11. Nong, Z., Jaguang, K., Bin, W., Junhua, X. and Guichen, L., Univ China Mining; Huainan mining group Co LTD (2013), Method for managing roof collapse of coal mine roadway by aid of flexible air bags, China, Pat. № CN103321654 (A).

Об авторах

Минеев Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом Управления динамическими проявлениями горного давления, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, sergminee@gmail.com.

Шматовский Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник отдела Механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, otd-8-11@mail.ru.

Дякун Роман Анатольевич, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела Управления динамическими проявлениями горного давления, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, romen@ua.fm.

Зайцев Максим Станиславович, младший научный сотрудник отдела Механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, otd-8-11@mail.ru.

About the authors

Mineev Sergei Pavlovich, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), Professor, Head of Department of Pressure Dynamics Control in Rock, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, sergminee@gmail.com.

Shmatovsky Leonid Dmitrievich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher at the Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, otd-8-11@mail.ru.

Dyakun Roman Anatolevich, Candidate of Technical Sciences, Junior Researcher at the Department of Pressure Dynamics Control in Rock, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, romen@ua.fm.

Zaitsev Maxim Stanislavovich, Master of Science, Junior Researcher at the Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, otd-8-11@mail.ru.

Анотація. Забезпечення безпеки робіт в високонавантажених лавах є актуальною науково-практичною задачею. В даний час безпека робіт при підвищенні навантаження на лаву забезпечується застосуванням сучасних типів механізованого кріплення і їх автоматичним управлінням. Вдосконалено спосіб управління механізованим кріпленням очисного забою, в якому система автоматичного управління розраховує вірогідність прояву газодинамічних явищ в забою, і для їх відвертання керовано міняє рівень тиску в гідроциліндрах елементів механізованого кріплення, що забезпечує оперативне реагування елементами секцій механізованого кріплення на зміну гірничо-геологічної обстановки в забій, за рахунок що підвищується безпека, і збільшується ефективність ведення гірничих робіт. У статті наведено відомості про сутність запропонованого способу, схемах його роботи та ефективності.

Ключові слова: управління механізованим кріпленням, тиск в гідроциліндрах, секцій механізованого кріплення.

Abstract. Safety of works in the heavy loaded longwalls is a pressing scientific and practical problem. Currently, safety of works in the longwalls under the increasing loads is ensured by up-to-date powered supports and automatic control of their operation. Method for the powered support control has been improved, and now system of automatic control estimates probability of the gas-dynamic phenomena occurred in the faces and, in order to prevent them, controls and changes pressure in hydraulic cylinders of the powered support elements and, consequently, ensures quick response of the powered support sections to the changed mining-and-geological situation in the face. Thanks to this, safety of works and productivity of the mining operations are essentially increased. This article presents merit, schemes of work and efficiency of the proposed method.

Keywords: powered support control, pressure in hydraulic cylinders, sections of powered support.

Статья поступила в редакцию 24.09.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.И. Дырдой

УДК 622.7:622.341.1

Надутый В.П., д-р техн. наук, профессор,
Чельшкіна В.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Сухарев В.В., канд. техн. наук
(ИГТМ НАН України)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КЛАССИФИКАЦИИ МАГНИТОВОСПРИИМЧИВОЙ ГОРНОЙ МАССЫ

Надутый В.П., д-р техн. наук, професор,
Чолишкіна В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
Сухарев В.В., канд. техн. наук
(ИГТМ НАН України)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ МАГНІТОСПРИЙНЯТЛИВОЇ ГІРСЬКОЇ МАСИ

Nadutyu V.P., D. Sc. (Tech.), Professor,
Chelyshkina V.V., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,
Sukharev V.V., Ph.D. (Tech.),
(IGTM NAS of Ukraine)

STUDY ON IMPROVING QUALITY OF MAGNETIC ROCK CLASSIFICATION

Аннотация. Изложены материалы определения основных характеристик работы магнитного спирального классификатора в части гидроклассификационных процессов, конструктивных параметров и режимных показателей. Магнитный спиральный классификатор, оснащенный постоянным магнитным полем, предназначен для повышения селективности разделения пульпы по вещественному составу и был разработан для использования в технологии рудоподготовки базальтового сырья (туф, базальт, лавобрекчия). Значение работы состоит в определении ограничений процесса классификации, расчете основных характеристик магнитного спирального классификатора, плотности флоккул и скорости их осаждения в зависимости от напряженности магнитного поля.