

Эффективная технология бурения опережающих дегазационных скважин на выбросоопасных угольных пластах

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-11-14>

В статье разработана технология бурения опережающих дегазационных скважин на выбросоопасных угольных пластах с целью увеличения метановыделения после бурения опережающих скважин в заранее установленные ненарушенные области и снижения возможности проявлений внезапных выбросов угля и газа.

Ключевые слова: бурение опережающих скважин, внезапные выбросы угля и газа, поля напряжений, напряженно-деформированное состояние, проведение горных выработок.

Для цитирования: Эффективная технология бурения опережающих дегазационных скважин на выбросоопасных угольных пластах / Т.К. Исабек, В.Ф. Демин, Д.С. Шонтаев и др. // Уголь. 2021. № 6. С. 11-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-11-14.

ВВЕДЕНИЕ

На базе проведенных теоретических и экспериментальных исследований по изучению физико-механических свойств горных пород, процессов газовой выделенности из забоев выработок, установлению закономерностей влияния различных факторов на возникновение и характер изменения зон напряжений впереди фронта проводимых подготовительных забоев разработаны технологические схемы бурения опережающих скважин для снижения газового давления в пласте.

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПО УПРАВЛЯЮЩЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ГОРНЫЙ МАССИВ

Выбор параметров управляющих воздействий, обеспечивающих оптимальный переход объекта из исходного состояния в заданное, определяемое для горных технологий [1, 2, 3], производится с учетом связи между отдельными параметрами объекта (выработки) и процесса (ВВУГ), параметрами управления и ограничениями на них. Устанавливается такая совокупность параметров управления, которая переводит объект из фазового состояния в требуемое, чтобы обеспечить экстремальное значение действующему функционалу достигаемого результата. В качестве основных параметров управляющих воздействий в технологической схеме проведения подготовительных работ принимаются: напряженно-деформированное (геомеханическое) состояние массива; размеры поперечного сечения подготовительной выработки; технологические параметры подготовительного забоя, связанные с параметрами горного и газового давления.

Совершенствование противовыбросных мероприятий включает: снижение действия газового фактора при увлажнении

ИСАБЕК Т.К.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» КарТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: tyiak@mail.ru

ДЕМИН В.Ф.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» КарТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: vladfdemin@mail.ru

ШОНТАЕВ Д.С.

Канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Транспортная техника и технологии» КазАТУ им. С. Сейфуллина,
010011, г. Нур-Султан, Республика Казахстан,
e-mail: dshontaev@mail.ru

МАЛЫБАЕВ С.К.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Промышленный транспорт» КарТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: malibaev@yandex.ru

ШОНТАЕВ А.Д.

Магистр, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» КарТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: shon_oskar@mail.ru

АЛЕКСАНДРОВ А.Ю.

Магистр, докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» КарТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: 5kanal_prog@mail.ru

угольного пласта; гидроотжим призабойной части угольного пласта; снижение газового давления в пласте бурением опережающих скважин, гидровывыванием опережающих полостей, торпедированием угольного массива, камуфлетно-сотрясательным и камуфлетным взрыванием, разгрузкой пласта полевыми выработками в почве пласта в контуре будущей пластовой выработки; увеличение давления за фронтом волны физико-химическими способами воздействия на угольный пласт.

При бурении скважин диаметром 80-130 мм (до 250 мм) по пласту вокруг созданной полости образуется первоначальная зона влияния скважины. Величина этой зоны может быть оценена на основании известных решений теории упругости, в соответствии с которыми влияние скважины ограничено одним-двумя диаметрами, условно проведенными вокруг скважины, что является малой зоной влияния, и практически динамическая реакция массива на возмущение незначительна. Выделяются следующие зоны влияния на краевую часть массива впереди фронта проводимой выработки (рис. 1): зона пластических деформаций I, унаследованная краевой частью пласта в результате предыдущих воздействий на пласт; зона повышенного горного давления II, в которой действующие механические напряжения и физико-механические свойства пласта обуславливают наибольшие пластические деформации и максимально возможный разгружающий эффект опережающих скважин; зона III, в которой действие опережающих скважин незначительно, сравнимо с зоной I.

Таким образом, определяется безопасная величина подвигания забоя в следующем цикле проходческих работ, которая равна сумме протяженности зон влияния I и II.

Диаметр зоны влияния скважины, образовавшейся после окончания пластических деформаций вокруг скважины, можно оценить, используя решение Ю.Ф. Коваленко [4, 5] о влиянии полости на газонасыщенный угольный пласт, находящийся под нагрузкой. Газ, находящийся в пла-

сте, приводит к образованию системы концентрических не сообщающихся между собой трещин, которые препятствуют свободной фильтрации газа и, следовательно, вносят методическую погрешность при измерении начальной скорости газовыделения нормативным методом. Вокруг скважины образуется пластическая зона, размер которой рассчитывается по формуле:

$$\frac{V_{III}^*}{V_0} = \frac{\sigma_{кр} - q}{\mu} \left(\frac{R_{пл}}{R_0} \right)^2,$$

где V_0 – объем скважины на единицу длины; V_{III}^* – объем буровой мелочи на единицу длины, г/м; q – напряжение, МПА; $\sigma_{кр}$ – критическое напряжение, МПА; μ – константа Ляме; $R_{пл}$ – радиус пластической зоны, м; R_0 – радиус скважины, м.

При равенстве объемов буровой мелочи и скважины по формуле можно вычислить размер пластической зоны, которая оказывается равной 5-7 радиусам скважины. При увеличении выхода буровой мелочи по сравнению с расчетным количеством ширина пластической зоны увеличивается пропорционально корню квадратному из относительного количества буровой мелочи. Стенки скважин, пробуренных в выбросоопасном угольном пласте, начинают деформироваться в ходе бурения, что приводит к образованию повышенного, по сравнению с расчетным, количества буровой мелочи. Радиальное смещение частичек угля сопровождается образованием системы радиальных трещин, освобождающих свободный газ из концентрических микротрещин. Радиальное смещение угля в ходе бурения эквивалентно увеличению зоны влияния скважины, то есть увеличению эффективного диаметра скважины. Размер зоны влияния опережающих скважин и темпы образования систем трещин вокруг этих скважин имеют первостепенное значение для совершенствования способов прогноза состояния массива впереди выработки и технологии безопасного проведения подготовительной выработки.

Обоснована технология проведения выработок с учетом геомеханического состояния массива при ведении горных работ, поддержания выработок при бесцеликовой системе разработки на границе с выработанным пространством, при совместной разработке пластов. Созданы управляющие способы по превентивному воздействию на углепородный массив для нейтрализации негативных факторов. Отличие предлагаемого подхода при аналитическом моделировании состоит в том, что учтена система образующихся генетических и технологических трещин во вмещающих породах с учетом неравномерного напряженно-деформированного состояния приконтурного анизотропного массива для снижения газовыделения и выбросоопасности угольных пластов [6, 7].

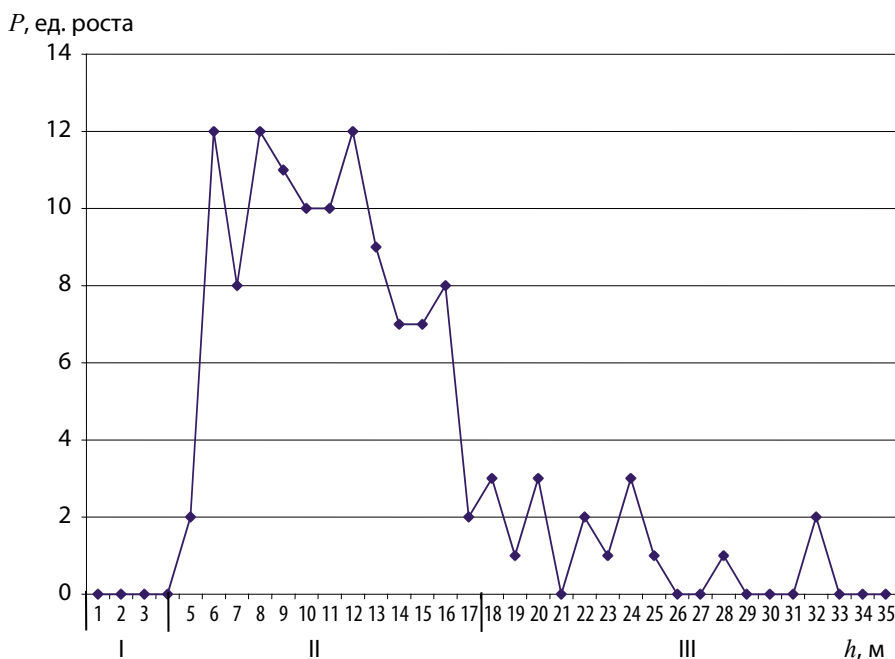


Рис. 1. Относительная величина влияния на окружающий массив от роста давления P (ед. роста) и глубины скважины h (м)

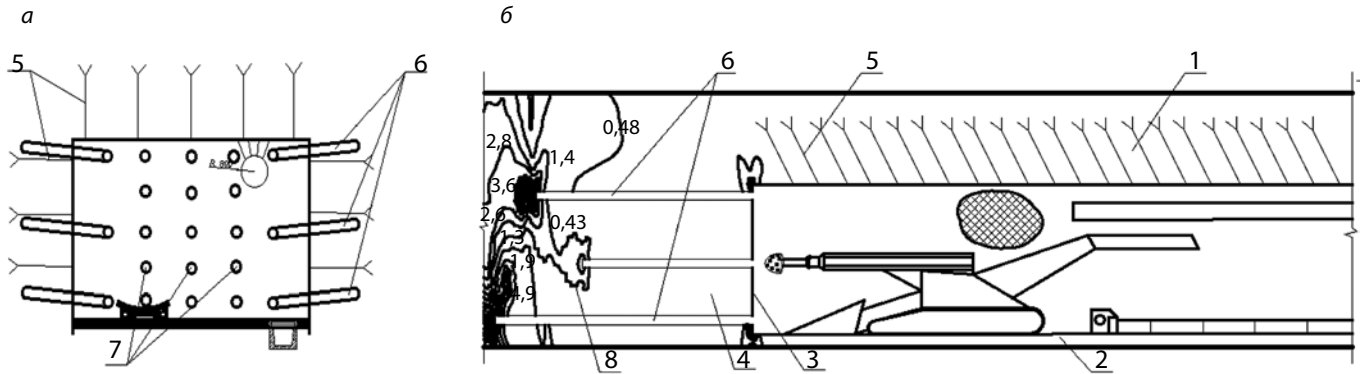


Рис. 2. Технология бурения контурных и законтурных опережающих скважин по фронту проведения подготовительной выработки на выбросоопасных пластах: а – сечение; б – профиль; 1 – кровля; 2 – почва; 3 – забой; 4 – угольный массив; 5 – законтурные скважины; 6 – законтурные скважины; 7 – контурные скважины; 8 – зоны повышенных напряжений в массиве

Таковыми управляющими параметрами будут: диаметр (до 0,4–0,45 м) осевых продольных и количество опережающих дегазационных скважин (5–10 шт.) с сокращением до 30–60 шт. обычных буримых скважин, в том числе по контуру сечения выработки в зависимости от глубины ведения и эффективного радиуса воздействия с использованием шнекового и гладкого бурения с промывкой для обеспечения пропускной способности потока дегазируемого газа, в том числе с бурением разгрузочных скважин за контур выработки на половину ширины выработки. Также установление параметров управляющего воздействия на выбросоопасную пачку (рис. 2) при проведении выработок по пласту d_6 (для Тентекского угленосного района Карагандинского бассейна).

Создан инновационный технологический способ с управлением геомеханическими процессами в напряженных зонах по фронту проведения и в окрестности выработок во избежание образования областей с избыточным напряженно-деформированным состоянием горного массива. Целесообразна апробация предлагаемых технологических разработок в шахтных условиях при проведении подготовительных горных выработок на выбросоопасных пластах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для шахт разработана прогрессивная технологическая схема ведения горных работ по управляющему воздействию на горный массив с обоснованием оптимальных параметров процессов проходческих работ, что обеспечит надежную, эффективную и экономичную эксплуатацию отработки месторождений и безопасность работ с

разработкой рекомендаций к паспортам крепления горных выработок при проведении подготовительных горных выработок на выбросоопасных пластах.

Список литературы

1. Каталог внезапных выбросов угля и газа (Карагандинский угольный бассейн) / Ю.М. Бирюков, Р.Р. Ходжаев, Е.И. Фоминых и др. Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. 163 с.
2. Савченко С.Н. Деформирование геологической среды при отработке двух продуктивных пластов Штокмановского месторождения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2010. № 6. С. 48–56.
3. Курленя М.В., Красновский А.А., Миренков В.Е. Определение напряжений и смещений пород, вмещающих пласт полезного ископаемого // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2008. № 4. С. 3–13.
4. Лидин Г.Д., Эттингер И.Л., Шульман Н.В. О возможности теоретического расчета потенциальной метаноносности угольных пластов на больших глубинах // Уголь. 1973. № 5. С. 13–15.
5. Премыслер Ю.С., Яновская М.Ф. Коллекторские свойства углей. В книге: Физикохимия газодинамических явлений в шахтах. М.: Недра, 1973. С. 19–75.
6. Технологические схемы подготовки и отработки высокогазоносных, выбросоопасных и пожароопасных угольных пластов на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау». Караганда, 2010. 45 с.
7. Смещения контуров подготовительных выработок при геомеханических процессах / В.Ф. Демин, С.Б. Алиев, А.Д. Маусынбаева и др. // Уголь. 2013. № 4. С. 69–72. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042013.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).

Original Paper

UDC 622.26:622.233.016.25:622.831.325.3 © T.K. Isabek, V.F. Demin, D.S. Shontayev, S.K. Malybaev, A.D. Shontayev, A.Yu. Aleksandrov, 2021
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 6, pp. 11-14
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-11-14>

Title

EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR DRILLING ADVANCE METHANE DRAINAGE BOREHOLES IN OUTBURST-PRONE COAL BEDS

Authors

Isabek T.K.¹, Demin V.F.¹, Shontayev D.S.², Malybaev S.K.¹, Shontayev A.D.¹, Aleksandrov A.Yu.¹

¹ Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

² Saken Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010011, Republic of Kazakhstan

UNDERGROUND MINING

Authors Information

Isabek T.K., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mineral deposit development department, e-mail: tyiak@mail.ru

Demin V.F., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mineral deposit development department, e-mail: vladfdemin@mail.ru

Shontaev D.S., PhD (Engineering), Senior Lecturer of Transport engineering and technologies department, e-mail: dshontaev@mail.ru

Malybaev S.K., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Industrial transport department, e-mail: malibaev@yandex.ru

Shontaev A.D., Master, Teacher of Mineral deposit development department, e-mail: shon_oskar@mail.ru

Aleksandrov A.Yu., master, doctoral student of Mineral deposit development department, e-mail: 5kanal_prog@mail.ru

Abstract

The paper presents a technology developed for drilling advance methane drainage boreholes in outburst-prone coal beds in order to enhance methane release once advance boreholes are drilled into predefined undisturbed zones and to reduce the risks of unexpected coal and gas outbursts.

Keywords

Drilling of advance boreholes, Unexpected coal and gas emissions, Stress fields, Stress-strain state, Mining excavations.

References

1. Biryukov Yu.M., Khodzhaev R.R., Fominykh E.I. et al. Catalog of sudden emissions of coal and gas (Karaganda coal basin). Kaliningrad, FGOU VPO «KGTU» Publ., 2009, 163 p. (In Russ.).
2. Savchenko S.N. Deformation of geological environment in development of two productive formations of Shtokman field. *Fiziko-tekhnicheskiye prob-*

lemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science, 2010, (6), pp. 48-56. (In Russ.).

3. Kurlenya M.V., Krasnovsky A.A. & Mirenikov V.E. Determination of stresses and displacements of rocks enclosing mineral formation. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 2008, (4), pp. 3-13. (In Russ.).

4. Lidin G.D., Ettinger I.L. & Shulman N.V. On possibilities of theoretical calculation of potential methane content in coal seams at great depths. *Ugol'*, 1973, (5), pp. 13-15. (In Russ.).

5. Premysler Yu.S. & Yanovskaya M.F. Reservoir properties of coals. In: *Physico-chemistry of gas-dynamic phenomena in mines*. Moscow, Nedra Publ., 1973, pp. 19-75. (In Russ.).

6. Technological schemes for development and production from outburst-prone and fire hazardous coal seams and coal beds with high gas content at mines of ArcelorMittal Temirtau UD JSC. Karaganda, 2010, 45 p. (In Russ.).

7. Demin V.F., Aliev S.B., Mausymbaeva A.D., Demina T.V. & Kamarov R.K. Development working outline displacements at geomechanical processes. *Ugol'*, 2013, (4), pp. 69-72. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042013.pdf> (accessed 15.05.2021). (In Russ.).

For citation

Isabek T.K., Demin V.F., Shontaev D.S., Malybaev S.K., Shontaev A.D. & Aleksandrov A.Yu. Effective technology for drilling advance methane drainage boreholes in outburst-prone coal beds. *Ugol'*, 2021, (6), pp. 11-14. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-11-14.

Paper info

Received April 27, 2021

Reviewed May 16, 2021

Accepted May 17, 2021