

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ГИДРОРАСЧЛЕНЕНИЮ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА БОЛДЫРЕВСКИЙ ЧЕРЕЗ СКВАЖИНЫ, ПРОБУРЕННЫЕ С ПОВЕРХНОСТИ НА ШАХТЕ ИМ. С.М. КИРОВА

А.А. Мешков¹, А.П. Садов¹, И.А. Комиссаров¹, А.М.-Б. Хаутиев¹, С.В. Сластунов²

¹ АО «СУЭК-Кузбасс», Ленинск-Кузнецкий, Россия

² ГИ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: slastunovsv@mail.ru

Аннотация: Представлен механизм гидравлического расчленения угольного пласта, реализуемого на стадии его предварительной дегазационной подготовки скважинами, пробуренными с поверхности. Подтверждена реализация режима гидрорасчленения угольного пласта с циклическими микрогидроразрывами. Обосновывается необходимость комплексности пластовой дегазации. Поисковые работы проведены в 2019 г. на шахте им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс». Комплексная дегазация позволяет достичь ряд эффектов, а именно, уменьшения метаноносности разрабатываемого угольного пласта, увеличения его остаточной газоносности, изменения реологических свойств и снижения выбросоопасности угольного пласта, что в совокупности приводит к повышению нагрузки на очистной забой за счет снижения или полного снятия «газового барьера» для интенсивной угледобычи. Приведены фактические параметры работ по гидрорасчленению угольного пласта на примере одной из типичных скважин. Получены параметры гидровоздействия, при которых реализуются режимы фильтрации, гидрорасчленения и гидроразрыва обрабатываемого угольного пласта. Отмечена реализация эффекта набухания угля, который может быть в дальнейшем использован для повышения эффективности пластовой дегазации. Установлено, что темп нагнетания порядка 100 л/с является для данных условий критическим и приводит к превышению приемистости угольного пласта. Последнее ведет к реализации нежелательного на завершающей стадии гидрообработки режима гидроразрыва. Основным итогом проведенных работ явилось подтверждение работоспособности разработанной технологии предварительной дегазации угольного пласта через скважины, пробуренные с поверхности, с гидрорасчленением последнего.

Ключевые слова: газоносный угольный пласт, дегазационная подготовка пласта, скважины с поверхности, основные режимы гидрообработки, гидрорасчленение пласта, раскрытие трещин, повышение проницаемости пласта, снижение природной газоносности, уменьшение газообильности выработок.

Для цитирования: Мешков А.А., Садов А.П., Комиссаров И.А., Хаутиев А.М.-Б., Сластунов С.В. Экспериментальные работы по гидрорасчленению угольного пласта Болдыревский через скважины, пробуренные с поверхности на шахте им. С.М. Кирова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 11. – С. 37–45. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-37-45.

Experimental hydraulic dissociation of Boldyrev seam coal using access boreholes in Kirov mine

A.A. Meshkov¹, A.P. Sadov¹, I.A. Komissarov¹, A.M.-B. Khautiev¹, S.V. Slastunov²

¹ SUEK-Kuzbass JSC, Leninsk-Kuznetskiy, Russia

² Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia e-mail: slastunovsv@mail.ru

Abstract: The mechanism of hydraulic dissociation of coal at the stage of pre-mining methane drainage using access boreholes is presented. Efficiency of hydraulic dissociation with creation of cyclic micro fractures is proved. It is required to integrate all in-seam gas drainage activities. In 2019 appraisal survey was implemented in Kirov mine, SUEK-Kuzbass. Integrated gas drainage can reduce methane content of coal, increase its residual gas content, alter its rheological properties and reduce outburst hazard, which, in the aggregate, can increase output per face owing to weakening or removal of a «gas barrier» in large-scale coal mining. The actual hydraulic dissociation design is described for a typical borehole. The hydraulic treatment parameters enabling gas flow, hydraulic dissociation and hydraulic fracturing modes are obtained. The observed phenomenon of coal swelling can further be utilized to stimulate in-seam methane drainage. It is found that pressurization rate of 100 l/s is critical in case of the present test conditions and decreases coal seam intake. As a consequence, the undesirable mode of hydraulic fracturing takes place at the final stage of hydraulic treatment. The experimental research has proved the efficiency of the proposed technology for pre-mining gas drainage with hydraulic dissociation of using access boreholes.

Key words: gas-bearing coal seam, in-seam gas drainage preparation, access boreholes, basic modes of hydraulic treatment, hydraulic fragmentation, crack opening, coal permeability improvement, natural gas content reduction, gas content decrease in roadways.

For citation: Meshkov A. A., Sadov A. P., Komissarov I. A., Khautiev A. M.-B., Slastunov S. V. Experimental hydraulic dissociation of Boldyrev seam coal using access boreholes in Kirov mine. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(11):37-45. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-37-45.

Постановка задач при дегазационной подготовке угольных пластов

Углубление и интенсификация горных работ характеризуется увеличением газообильности шахт, что приводит к уменьшению производительности труда и недоиспользованию производственных фондов. Возникает насущная необходимость проведения дегазационной подготовки угольных пластов в целом по шахтному полю или отдельному выемочному участку.

Работы по заблаговременной или предварительной дегазационной подготовке (ЗДП или ПДП соответственно)

угольных пластов через скважины, пробуренные с поверхности, с гидрорасчленением угольных пластов, предусмотренных основным руководящим документом, а именно, Инструкцией по дегазации угольных шахт, утвержденной приказом Ростехнадзора от 24.08.2006 № 797 [1].

Дегазационная подготовка должна обеспечивать следующее:

- равномерную дегазацию угольного пласта по всему шахтному полю или отдельному выемочному участку;
- разведение во времени и пространстве основных горных и дегазационных работ с достаточным опережением последних;

- безопасность горных работ;
- экономическую целесообразность дегазационных работ.

Для достижения высокой эффективности работ гидравлическая обработка угольного пласта ведется в режиме гидрорасчленения [2].

Сущность заблаговременной и предварительной дегазационной подготовки

Заблаговременная (необходимый резерв времени на дегазацию — три и более лет) или предварительная дегазация может осуществляться через скважины, пробуренные с поверхности, и включать в себя комплекс активных воздействий на неразгруженный пласт, в частности, гидравлическое расчленение (ГРП), являющееся основным воздействием, а также, при необходимости, пневмогидровоздействие в различных режимах, циклическое гидровоздействие в режиме кавитации, физико-химическое воздействие, гидрорасчленение с использованием эффекта прямого и обратного гидроудара и некоторые другие [3, 4].

На настоящем поисковом этапе работ было решено ограничиться гидрорасчленением разрабатываемого угольного пласта Болдыревский на стадии его предварительной дегазации (необходимый резерв времени на дегазацию не менее шести месяцев).

Основные цели дегазационной подготовки разрабатываемого угольного пласта.

Предполагалось за счет качественной дегазационной подготовки, проведенной на базе ГРП, достичь:

- уменьшения метаноносности (X) разрабатываемого угольного пласта в зонах ГРП;
- увеличения остаточной газоносности (X_0) угольного пласта в зонах гидророботки, что должно повлечь за со-

бой снижения газовыделения из пласта в горные выработки;

- изменения реологических свойств и снижения выбросоопасности угольного пласта за счет увлажнения и повышения его квазипластичности;
- повышения нагрузок на очистной забой за счет снижения или полного снятия «газового барьера» для интенсивной угледобычи.

Технологические предложения в инвестиционный проект комплексной пластовой дегазации пласта

Были разработаны технологические предложения в инвестиционный проект комплексной пластовой дегазации пласта Болдыревский шахты им. С.М. Кирова, в основе которых лежала эффективная дегазационная подготовка разрабатываемого угольного пласта скважинами, пробуренными с поверхности, с гидрорасчленением последнего.

Намеченные работы по ГРП через скважины, пробуренные с поверхности, производились в развитие технологии предварительной пластовой дегазации (ППД) с использованием гидроразрыва угольного пласта, осуществленного из подготовительных выработок (ПодзГРП) и реализованного на выемочных участках 24—58, 24—59, 24—60 и 24—62. Последняя технология показала свою перспективность и относительно высокую технико-экономическую эффективность [5—7].

К недостаткам технологии ПодзГРП было отнесено следующее:

- ограниченное время, отпущенное на проведение пластовой дегазации;
- невозможность использовать мощную насосную технику в подземных условиях;
- высокая вероятность прорывов воды в близко расположенные горные выработки и возникающие помехи в веде-

нии основных технологических работ в шахте вблизи от скважин гидроразрыва;

- ограниченность объемов закачки рабочей жидкости, что является весьма существенным при использовании технологии ППД для снижения выбросоопасных свойств угольного пласта.

Отметим, что глубина разработки угольного пласта Болдыревский в условиях перспективных выемочных участков достигает 600 м и более. С глубины 550 м пласт Болдыревский переходит в разряд склонных к внезапным выбросам угля и газа.

Отмеченные выше негативные факторы сдерживания эффективности применения подземного гидроразрыва существенно уменьшаются при гидрорасчленении с использованием скважин, пробуренных с поверхности.

Скважины ГРП после осуществления пластовой дегазации при прохождении лавы на следующем этапе могут использоваться в качестве куполовых для дегазации выработанного пространства, что в значительной степени повышает экономическую состоятельность предлагаемой и испытываемой технологии комплексной пластовой дегазации.

Расстояние до ближайшей вентиляционной печи 24—62 при проведении ГРП с поверхности составляет около 450 м, что позволит в существенной степени избежать прорывов воды в эту горную выработку в процессе гидрорасчленения угольного пласта с темпом закачки порядка 100 л/с.

Эффективность комплексной пластовой дегазации

При применении технологии комплексной дегазации ее эффективность ожидается по следующим направлениям:

- снижение газоносности пласта (X) в зонах гидрорасчленения, которое будет достигаться как весьма незначительным (ввиду малого времени эксплуата-

ции скважин гидрорасчленения) съемом газа непосредственно через скважины ГРП, так и, главным образом, существенным съемом газа через скважины подземной пластовой дегазации (ППД), пробуренными в область повышенной газопроницаемости в зонах влияния скважин ГРП;

- повышение остаточной метаносности пласта (X_0) в зонах гидрообработки и, тем самым, уменьшение эффективной метаносности ($X - X_0$) вследствие реализации режима гидратации, обеспечивающего надежное и длительное блокирование метана в мельчайших порах и трещинах угольного пласта;

- снижение потенциальной выбросоопасности угольного пласта вследствие его увлажнения и повышения квазипластичности.

Спуск воды для повышения фазовой проницаемости угольного пласта для метана предполагается осуществлять в вентиляционную печь 24—63, для чего в зону гидрообработки предполагается бурения куста направленных скважин в количестве 3—5 скважин с контролем водопритока.

Основные операции по подготовке и проведению гидрорасчленения угольного пласта

Основные операции по подготовке и проведению гидрорасчленения угольного пласта Болдыревский через скважины, пробуренные с поверхности, были следующие.

- Обоснование и выбор мест заложения скважин, сооружение поверхностного комплекса (водопровод, газопровод, подъездные пути и др).

- Бурение скважин гидрорасчленения до кровли пласта с перекрытием отработанных ранее угольных пластов, обсадка, цементация до кровли пласта Болдыревский с заходом в последний, опрессовка скважины.

- Разбуривание скважины через угольный пласт с образованием зумпфа глубиной 15–20 м.

- Закачка воды с темпом не менее 80–100 л/с, объем закачки 500–700 м³ и более для раскрытия естественных трещин на минимум 120–150 м.

- После гидрорасчленения скважина ГРП закрывается до завершения спуска воды в горные выработки (до 12 месяцев).

- Выдержка воды в разрабатываемом угольном пласте для реализации полезных с точки зрения пластовой дегазации процессов в системе «уголь – метан»:

- замещение метана водой в сорбционном объеме угольного пласта;

- блокировка метана в мельчайших порах и трещинах пласта водой в процессе самодвижения последней за счет, в частности, капиллярных сил.

- Спуск воды в вентиляционную печь 24–63.

- Извлечение метана из скважин гидрорасчленения (возможно, с подключением к вакууму).

- Бурение подземных скважин предварительно пластовой дегазации (ППД) и подключение их к газопроводу. Извлечение метана из скважин ППД, пробуренных в зонах ГРП.

- Оценка эффективности исследуемой технологии пластовой дегазации в зонах гидрорасчленения по интенсивности метановыделения в скважины гидрорасчленения, а также по дебитам скважин ППД и суммарному съему метана.

- Оценка эффективности реализованной технологии пластовой дегазации в зонах ГРП при ведении очистных работ в лаве по факторам газообильности очистного забоя, простоям лавы по газовому фактору и интенсивности добычи угля.

Кроме этого, необходимо отметить, что в связи с проведенными работами

по активному воздействию на пласт меняются газодинамические свойства углегазонасного массива, в том числе и самого угольного пласта. В определенной степени изменяются его газопроницаемость, пластовое давление и ряд других свойств и характеристик состояния угольного пласта, которые для оценки перспектив значимого извлечения, а в перспективе, добыче метана, целесообразно достоверно установить на базе использования современных методов и рабочих методик [8–13].

Проведение работ по гидрорасчленению угольного пласта Болдыревский.

В 2019 г. работы по гидрорасчленению угольного пласта Болдыревский на поле шахты им. С.М. Кирова были проведены на скважинах ГРП 1, 2, 3, 5 и 6. Для иллюстрации приведем некоторую основную информацию по гидродинамическому воздействию на угольный пласт на примере скважины 6 ГРП выемочного участка 24–63 шахты им. С.М. Кирова, являющегося представительным объектом исследования технологии ГРП.

Поисковые дегазационные работы на скважине 6 ГРП проводились в соответствии с «Программой и методикой проведения экспериментальных испытаний технологии дегазационной подготовки угольного пласта Болдыревский путем его гидрорасчленения из скважин, пробуренных с поверхности, на поле шахты им. С.М. Кирова, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

В августе 2019 года было осуществлено бурение скважины 6 ГРП буровым станком Prakla RB-50 (5). Место заложения скважины 6 ГРП представлено на рис. 1.

Параметры основного этапа ГРП на скважине 6 ГРП приведены ниже:

- общее время обработки – 4 ч 54 мин;

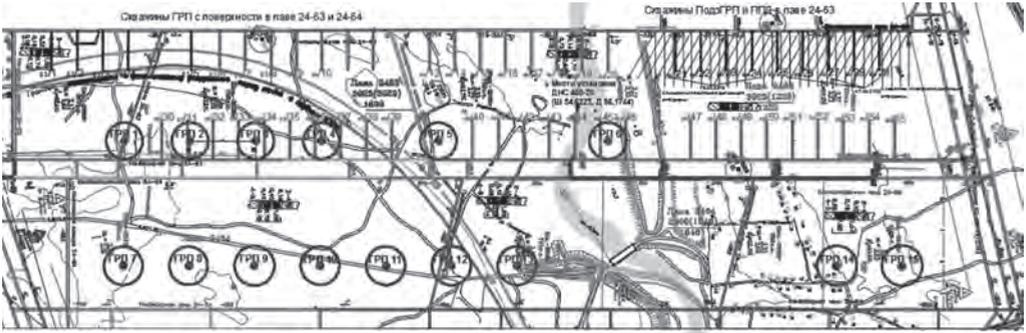


Рис. 1. Объекты работ по ГРП Болдыревский в лавах 24–63 и 24–64

Fig. 1. Hydraulic fracturing sites in longwalls 24–63 and 24–64 in Boldyrev coal seam

- максимальный темп закачки — 105,5 л/с;
- максимальное давление — 257,1 бар;
- установившееся давление к моменту окончания — 231 бар;
- объем закачки — 1000 м³.

При проведении ГРП водопроявлений в горной выработке не наблюдалось. Осуществлялся периодический осмотр горных выработок и массива горным мастером. Скважина 6 ГРП расположена на относительно небольшом удалении (около 200 м) от скважин ППД и зоны проведенного ПодзГРП на скважинах 63/21–63/29. Водопроявлений из загерметизированных скважин ПодзГРП не наблюдалось.

Максимальное давление закачки в 257,1 бар было достигнуто при темпе закачки 98,5 л/с. Достоверную информацию для анализа реализованного режима гидрообработки [14] может дать график зависимости давления в скважине 6 ГРП от темпа закачки рабочей жидкости на последнем этапе, представленный на рис. 2.

Предварительные выводы по проведенным работам

Из анализа графика можно сделать следующие выводы.

1. При росте темпа нагнетания воды в угольный пласт до $q = 7$ л/с имело место внедрение воды в пласт в режиме фильтрации. При этом темп нагнета-

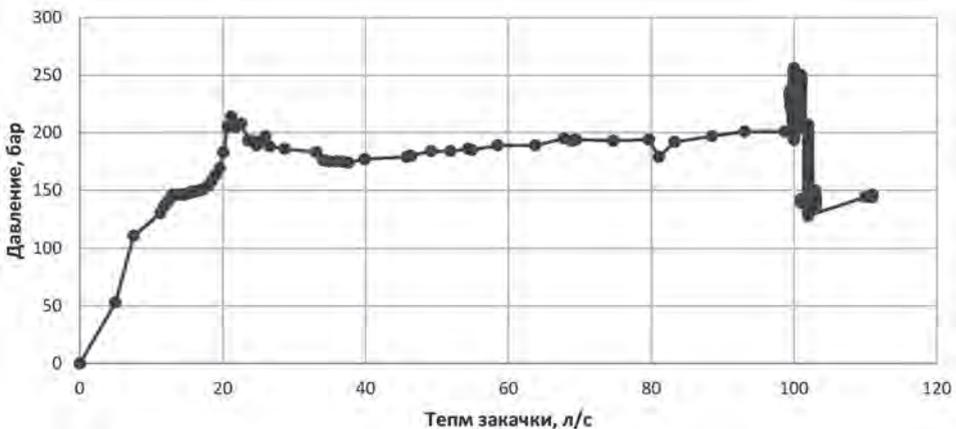


Рис. 2. Зависимость давления нагнетания в скважину 6 ГРП от темпа закачки рабочей жидкости на последнем этапе обработки

Fig. 2. Head pressure in hydraulic fracturing borehole 6 versus fluid injection rate at final treatment stage

ния воды не превосходил естественной приемистости пласта.

2. При $q = 20$ л/с был реализован микрогидроразрыв, при котором давление нагнетания достигло величины $P = 215$ бар.

3. Затем давление снизилось до 170 бар, и далее был реализован режим гидрорасчленения, при котором давление постепенно увеличилось со 180 бар (при $q = 40$ л/с) до 200 бар (при $q = 98$ л/с).

4. При $q = 98$ л/с был реализован микрогидроразрыв ($P = 260$ бар).

5. Падение давления нагнетания воды до $P = 125$ бар с последующим выходом на режим гидрорасчленения с давлением нагнетания $P = 145$ бар.

6. Установившееся давление ГРП на последнем этапе гидрорасчленения (около 200 бар) было больше, чем на втором основном этапе (около 150 бар). Это может быть объяснено эффектом набухания угля. Последний эффект можно в дальнейшем использовать для повышения эффективности пластовой дегазации, применяя циклическое гидрорасчленение со значительно большей выдержкой воды в предыдущем цикле по сравнению с последующим. Набухание угля способствует закры-

тию старых каналов фильтрации газа. Повторная закачка позволяет раскрыть новые каналы.

7. Темп нагнетания в районе 100 л/с является для данных условий критическим, превышающим приемистость угольного пласта воды в режиме гидрорасчленения, что ведет к реализации режима гидроразрыва.

Предположительно, целесообразно ограничивать темп нагнетания величиной порядка 90 л/с, так как для целей равномерной дегазации режим гидрорасчленения предпочтительней режима гидроразрыва.

Основным итогом проведенных работ явилось подтверждение работоспособности разработанной технологии предварительной дегазации угольного пласта через скважины, пробуренные с поверхности, с гидрорасчленением последнего.

Подтверждена возможность реализации режима гидрорасчленения угольного пласта при выбранных параметрах гидродинамической обработки. В конкретном случае имело место гидрорасчленение угольного пласта с циклическими микрогидроразрывами. Более подробно исследование режимов обработки будет приведено в следующих публикациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по дегазации угольных шахт. Ростехнадзор РФ. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2012. — 246 с.
2. Ножкин Н. В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. — М.: Недра, 1979. — 271 с.
3. Временное руководство по заблаговременной подготовке шахтных полей к эффективной разработке скважинами с поверхности с пневмогидровоздействием на свиту угольных пластов. — М.: МГИ, 1991. — 92 с.
4. Szott W., Stota-Valim M., Gołąbek A., Sowizdzał K. Numerical studies of improved methane drainage technologies by stimulating coal seams in multi-seam mining layouts // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2018. Vol. 108. Pp. 157–168. DOI: 10.1016/j.ijrmms.2018.06.
5. Сластунов С. В., Ютяев Е. П., Мазаник Е. В., Садов А. П., Понизов А. В. Шахтные испытания усовершенствованной технологии подземной пластовой дегазации с использованием гидроразрыва // Уголь. — 2016. — № 11. — С. 32–37.

6. Сластунов С. В., Ютяев Е. П., Мазаник Е. В., Ермак Г. П. Исследование эффективности усовершенствованной технологии подземного гидроразрыва угольного пласта для его дегазации // Горный журнал. — 2018. — № 1. — С. 83–87.

7. Коликов К. С., Сластунов С. В., Мазаник Е. В. Повышение эффективности дегазации при высокопроизводительной выработке угольных пластов // Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 1. — С. 71–76.

8. Lei Yang A mixed element method for the desorption-diffusion-seepage model of gas flow in deformable coalbed methane reservoirs // Mathematical Problems in Engineering. 2014. Vol. 2014. Pp. 1–10. <http://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/735931> (дата обращения: 27.04.2017).

9. Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang, Shouqing Lu, Kan Jin Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2015. Vol. 24. Pp. 245–251.

10. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia, Chunliang Wang, Xihui Chen Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture // Adsorption. 2016. Vol. 22. No 3. Pp. 315–325.

11. Kang H., Zhang X., Si L., Wu Y., Gao F. In-situ stress measurements and stress distribution characteristics in underground coal mines in China // Engineering Geology. 2010. Vol. 116, Pp. 333–345.

12. Hu C., Wu D. A novel gas drainage technology for lower protected coal seams: Application and verification in xinzhuanzi coal mine, huainan coalfield // IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association. 2018. Vol. 30(7). Pp. 801–808.

13. Каркашадзе Г. Г., Коликов К. С., Мазаник Е. В., Сластунов С. В., Пащенко П. Н. Патент РФ № 2630343 Способ определения пластового давления метана и сорбционных параметров угольного пласта, 07.09.2017.

14. Ponizov A. V. Designing in-seam gas drainage technology based on hydrodynamic approach // IOP Conference Series: Earth & Environmental Science. 2020, Vol. 459. No 5, Article 052076. **PLAB**

REFERENCES

1. *Instruktsiya po degazatsii ugol'nykh shakht. Rostekhnadzor RF* [Gas drainage manual for coal mines. Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (Rostekhnadzor) of the Russian Federation], Moscow, ZAO NTTS PB, 2012, 246 p. [In Russ].

2. Nozhkin N. V. *Zablagovremennaya degazatsiya ugol'nykh mestorozhdeniy* [Early gas drainage of coal fields], Moscow, Nedra, 1979, 271 p.

3. *Vremennoe rukovodstvo po zablagovremennoy podgotovke shakhtnykh poley k effektivnoy razrabotke skvazhinami s poverkhnosti s pnevmogidrovostyem na svitu ugol'nykh plastov* [Transitional guidelines on early mine field preparation for surface bore mining with pneumatic and hydraulic treatment], Moscow, MGI, 1991, 92 p. [In Russ].

4. Szott W., Słota-Valim M., Gołabek A., Sowiżdżał K. Numerical studies of improved methane drainage technologies by stimulating coal seams in multi-seam mining layouts. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2018. Vol. 108. Pp. 157–168. DOI: 10.1016/j.ijrmms.2018.06.

5. Slastunov S. V., Yutyayev E. P., Mazanik E. V., Sadov A. P., Ponizov A. V. Mine testing of improved in-seam gas drainage technology with hydraulic fracturing. *Ugol'*. 2016, no 11, pp. 32–37. [In Russ].

6. Slastunov S. V., Yutyayev E. P., Mazanik E. V., Ermak G. P. Efficiency analysis of improved in-seam hydraulic fracturing technology in coal gas drainage. *Gornyi Zhurnal*. 2018, no 1, pp. 83–87. [In Russ].

7. Kolikov K. S., Slastunov S. V., Mazanik E. V. Stimulation of gas drainage efficiency in large-scale coal mining. *Occupational Safety in Industry*. 2019, no 1, pp. 71–76. [In Russ].

8. Lei Yang A mixed element method for the desorption-diffusion-seepage model of gas flow in deformable coalbed methane reservoirs. *Mathematical Problems in Engineering*. 2014. Vol. 2014. Pp. 1 – 10. available at: <http://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/735931> (accessed 27.04.2017).

9. Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang, Shouqing Lu, Kan Jin Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2015. Vol. 24. Pp. 245 – 251.

10. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia, Chunliang Wang, Xihui Chen Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture. *Adsorption*. 2016. Vol. 22. No 3. Pp. 315 – 325.

11. Kang H., Zhang X., Si L., Wu Y., Gao F. In-situ stress measurements and stress distribution characteristics in underground coal mines in China. *Engineering Geology*. 2010. Vol. 116, Pp. 333 – 345.

12. Hu C., Wu D. A novel gas drainage technology for lower protected coal seams: Application and verification in xinzhuanzi coal mine, huainan coalfield. *IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association*. 2018. Vol. 30(7). Pp. 801 – 808.

13. Karkashadze G. G., Kolikov K. S., Mazanik E. V., Slastunov S. V., Pashchenkov P. N. *Patent RU 2630343*, 07.09.2017.

14. Ponizov A.V. Designing in-seam gas drainage technology based on hydrodynamic approach. *IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*. 2020, Vol. 459. No 5, Article 052076.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мешков Анатолий Алексеевич¹ – канд. техн. наук, генеральный директор,

Садов Анатолий Петрович¹ – канд. техн. наук, директор Управления

дегазации и утилизации метана, e-mail: sadovap@suek.ru,

Комиссаров Игорь Анатольевич¹ – заместитель главного инженера

Управления дегазации и утилизации метана, e-mail: komissarovia@suek.ru,

Хаутиев Адам Магомет-Баширович¹ – канд. техн. наук, инженер-технолог

Управления дегазации и утилизации метана, e-mail: khautievam@suek.ru,

Сластунов Сергей Викторович – д-р техн. наук, профессор,

e-mail: slastunovsv@mail.ru, ГИ НИТУ «МИСиС»,

¹ АО «СУЭК-Кузбасс».

Для контактов: Сластунов С.В., e-mail: slastunovsv@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A.A. Meshkov¹, General Director,

A.P. Sadov¹, Director, Department Control of Degassing

and Methane Utilization, e-mail: sadovap@suek.ru,

I.A. Komissarov¹, Deputy Chief Engineer, Department Control

of Degassing and Methane Utilization, e-mail: komissarovia@suek.ru,

A.M.-B. Khautiev¹, Engineer-Technologist, Department Control

of Degassing and Methane Utilization, e-mail: khautievam@suek.ru,

S.V. Slastunov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, e-mail: slastunovsv@mail.ru,

Mining Institute, National University of Science and Technology «MISIS»,

119049, Moscow, Russia,

¹ SUEK-Kuzbass JSC, 652507, Leninsk-Kuznetskiy, Russia.

Corresponding author: S.V. Slastunov, e-mail: slastunovsv@mail.ru.

Получена редакцией 18.03.2020; получена после рецензии 15.07.2020; принята к печати 10.10.2020.

Received by the editors 18.03.2020; received after the review 15.07.2020; accepted for printing 10.10.2020.