

Код МРНТИ 52.35.35

М. Рабатұлы*, Р.А. Мусин, А.А. Кенетаева, Г.М. Балниязова

*Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова»
(г. Караганда, Казахстан)*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИНЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Аннотация. В статье рассмотрена проблема извлечения метана из угольных пластов со значительной природной газоносностью и разрешение этой проблемы путем разработки технологических решений по бурению наклонно-направленных скважин. Разработан и запатентован способ извлечения метана угольных пластов Карагандинского угольного бассейна, включающий направленное бурение скважин с поверхности по продуктивному угольному пласту, основанный на том, что верхний интервал скважины имеет вертикальный профиль, а нижний – с отклонением ствола скважины от вертикали по простиранию угольного пласта, параллельно напластованию. Результаты исследований могут использоваться при подсчетах запасов ресурсов газа метана при определении места заложения скважин. Разработанный способ извлечения метана угольных пластов позволит снизить природную газоносность угольных пластов и повысить производительность горных работ при добыче угля.

Ключевые слова: угольные пласты, метанобезопасность, извлечение метана, бурение скважин, наклонно-направленные скважины, газоотдача, гидроразрыв пласта, дегазация, природная газоносность.

Қарағанды бассейніндегі көмір қабаттарының кенеттен атқылауын азайту үшін ұңғымаларды салу технологиясын әзірлеу

Аңдатпа. Мақалада айтарлықтай табиғи газдылығы бар көмір қабаттарынан метан алу мәселесі және көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылаудың технологиялық шешімдерін жасау арқылы осы мәселені шешу қарастырылған. Қарағанды көмір бассейнінің көмір қабаттарының метанын алу тәсілі әзірленді және патенттелді, ол ұңғымаларды жер бетінен өнімді көмір қабаты бойынша бағытталған бұрғылауды қамтиды, бұл ұңғыманың жоғарғы аралығының тік профилі бар, ал төменгі бөлігі ұңғыманың окпанының көмір қабатының жайылуы бойынша тігінен ауытқуымен қабаттасуға параллель. Зерттеу нәтижелері метан газы ресурстарының қорларын есептеу кезінде, ұңғымалардың орналасу орнын анықтау кезінде пайдаланылуы мүмкін. Көмір қабаттарының метанын алудың әзірленген тәсілі көмір қабаттарының табиғи газдылығын төмендетуге және көмір өндіру кезінде тау-кен жұмыстарының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: көмір қабаттары, метан қауіпсіздігі, метан алу, ұңғымаларды бұрғылау, көлбеу бағытталған ұңғымалар, газ бөліну, қабатты гидравликалық жару, газсыздандыру, табиғи газдылық.

Development of technology to reduce sudden emissions in the coal seams of the Karaganda basin

Abstract. The article considers the problem of extracting methane from coal seams with significant natural gas content and solving this problem by developing technological solutions for drilling directional wells. A method for extracting methane from coal seams of the Karaganda coal basin has been developed and patented, including directional drilling of wells from the surface along a productive coal seam, based on the fact that the upper interval of the well has a vertical profile, and the lower one with a deviation of the borehole from the vertical along the stretch of the coal seam, parallel to the stratification. The results of the research can be used in calculating reserves of methane gas resources, in determining the location of wells. The developed method of extracting coalbed methane will reduce the natural gas content of coal seams and increase the productivity of mining operations during coal mining.

Key words: coal seams, methane safety, methane extraction, well drilling, directional wells, gas recovery, hydraulic fracturing, degassing, natural gas content.

Введение

Вопрос обеспечения безопасных условий труда на угольных предприятиях Казахстана и других стран СНГ в последнее время приобретает все более острый характер. Интенсивная отработка угольных пластов сопровождается обильными метановыделениями в горные выработки, о чем свидетельствуют крупные несчастные случаи, произошедшие в последние годы на шахтах Казахстана и в государствах постсоветского пространства [1].

Улучшение безопасных условий труда и повышение эффективности производительности угольных предприятий является актуальной задачей во всех угледобывающих государствах при разработке пластов со значительной природной газоносностью.

Методы исследования

На основе анализа отечественного и зарубежного опыта, литературных и фондовых материалов, результатов лабораторных и экспериментальных наблюдений, современных методов компьютерного моделирования обоснованы проектные решения по разработке участка и произведены расчеты конструкций наклонно-направленных скважин.

Практически все государства исследуют недра земли в поисках все новых и новых запасов полезного ископаемого. В современном мире даже небольшое месторождение какого-либо сырья может сыграть важную роль для развития региона.

В последнее время стремительное развитие получило направление освоения нетрадиционных источников углеводородов, которые относятся к «возобновляемым» и

способны закрыть потребность в природном газе целого региона. Газ метан относится к «нетрадиционным» источникам углеводородов, поскольку находится либо в сорбированном состоянии, либо залегаёт в структуре пласта и для его добычи недостаточно просто пробурить скважину с поверхности. Также к «нетрадиционным» относятся газ из песчаников, газогидраты, метан угольных пластов и сланцевый газ. Важным фактором при добыче метана угольных пластов является проницаемость горных пород, глубина пластов, отсутствие геологических нарушений и т. д. Ведущими странами по добыче метана угольных пластов являются Китай, США, Канада, Индия, Австралия. Некоторые государства выделяют огромные деньги на гранты по развитию метаноугольной

промышленности, поскольку видят в нем существенную перспективу [2].

Оценка высокой перспективности промышленной добычи метана в Казахстане основана на сравнении его геолого-промысловых характеристик с бассейном Сан-Хуан в США, прогнозных ТЭП, а также наличии инфраструктуры и потребителей газа, находящихся на расстоянии всего 15-150 км от первоочередных площадей.

Исследуя выполненные ранее работы по извлечению метана угольных пластов Карагандинского угольного бассейна НИР было принято проводить на участке Талдыкудук. В геологическом строении Талдыкудукского участка принимают участие осадочные отложения каменноугольного, юрского, неогенового и четвертичного периодов. Каменноугольные отложения подразделяются на Ашлярикскую, Карагандинскую и Надкарагандинскую свиты (рис. 1).

Талдыкудукский участок расположен на южном крыле Карагандинской синклинали, где больше всего проявились тангенциальные движения герцинского тектогенеза. Он состоит из сложной структуры с интенсивной, пликативной и дизъюнктивной тектоникой. Наиболее ярко пликативная нарушенность выразилась в центральной части участка (Талдыкудукская мульда), где возникли три крупные синклинальные складки субширотного простирания, разделенные антиклинальными перегибами того же направления. Восточное и западное крылья синклинали отличаются моноклинальным залеганием пород, осложненных разрывной тектоникой. Перечисленные нарушения сопровождаются сетью еще более мелких нарушений, образующих большие зоны дроблений, что обеспечивает наибольший поток метана при его извлечении из пластов рассматриваемой площади [3].

Талдыкудукский участок можно отнести в разряд главных по перспективности извлечения метана [4]:

- угленосность достигает 9,5%, общая мощность угольных пластов

около 60 м, наибольшей мощности достигает пласт K_{12} (до 12,4 м), практически 19-20 из 23-25 пластов превышают по мощности 0,7 м;

- на участке большое количество разрывных нарушений и складчатых структур с амплитудами до 400 м;

- по степени метаморфизма марки углей от КЖ до ОС предполагают высокую сорбционную и газогенерирующую способность угля, высокое содержание витринита (40-91%) в углях предопределяет интенсивную трещиноватость и газопроницаемость углей;

- газоносность угля до 26 м³/т, площадная плотность ресурсов метана – до 780 млн м³/км² – одна из самых высоких в бассейне.

Согласно нынешним представлениям, угольный пласт является малопроницаемой блочно-трещиноватой средой с большой анизотропией свойств, причем 80-90% угольного метана находится в сорбированном состоянии. Механизм извлечения газа из низкопроницаемых угольных пластов существенно отличается от механизма извлечения газа при эксплуатации традиционных газовых месторождений. Задача извлечения метана из неразгруженных угольных пластов по существу является проблемой управления

сорбционными процессами в системе «уголь – метан – жидкость» [4, 5].

Для решения этой задачи используется способ дегазации угольных пластов, включающий в себя направленное бурение скважин с поверхности по угольному пласту, обработку пласта рабочей жидкостью в режиме гидрорасчленения, закрепление трещин расчленения песком. Извлечение газа на поверхность отличается тем, что бурение скважины осуществляется по специальным профилям, где верхний интервал скважины имеет вертикальный или субвертикальный профиль, а нижний – с отклонением ствола скважины от вертикали по простиранию продуктивного угольного пласта параллельно напластованию, причем на продуктивный угольный пласт. Увеличение газоотдачи по всей длине скважины достигается при помощи гидрорасчленения пласта; освоение скважины с откачкой рабочей жидкости гидрорасчленения и газа производят через вертикальную скважину, предварительно пробуренную с поверхности на продуктивный пласт, забой которой совмещен с наклонно-направленной полостью, образованной в результате расширения стенок скважины с целью увеличения площади контакта¹ (рис. 2).

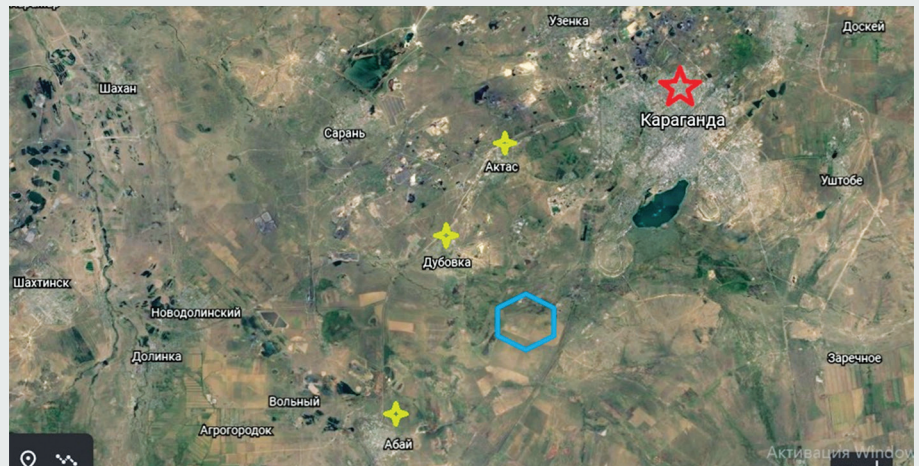


Рис. 1. Ситуационный план Талдыкудукского участка Карагандинского угольного бассейна.

Сурет 1. Қарағанды көмір бассейнінің Талдықудық учаскесінің учаскесінің жоспары.

Figure 1. Situation plan of the Taldykuduk section of the Karaganda coal basin.

¹Филимонов Е.С., Портнов В.С., Кенетаева А.А., Рабатулы М. Извлечение метана из угольных пластов для обеспечения безопасного проведения горных работ в угольных шахтах Карагандинского бассейна: монография. – Караганда: КарТУ, 2022. – 145 с.

Реализация представляемого способа интенсификации газоотдачи для извлечения метана из угольных пластов осуществляется в следующей последовательности.

При бурении под направление применяется вращательный способ с промывкой полимерным буровым раствором. По завершении буровых работ устанавливается обсадная колонна 1. По завершении спуска колонны (направления) затрубное пространство тампонируется цементным раствором.

Бурение под кондуктором также ведется вращательным способом с промывкой полимерным буровым раствором. По окончании бурения данного интервала предусматривается установка кондуктора 2; стальными обсадными трубами с целью охраны недр и сохранения водоносных горизонтов кондуктор цементируется до устья.

Для бурения по угольному пласту необходимо войти в угольный пласт под углом залегания угольного пласта 3. Набор угла будет производиться с помощью винтового забойного двигателя².

Для набора угла выставляется необходимый угол перекоса на забойном двигателе, после этого собирается необходимая компоновка бурового инструмента для наклонно-направленного бурения с отцентровкой верхней части забойного двигателя с верхней частью оборудования телеметрии, чтобы отслеживать угол поворота двигателя. После этого буровой инструмент опускается до забоя при медленном вращении, снимается замер положения координат долота в забое с помощью оборудования телеметрии. Затем вращением бурового инструмента поворачивают направление забойного двигателя в сторону необходимого азимута. Далее под давлением подается буровой раствор с помощью шламового насоса, что приводит во вращение долото на забойном двигателе. В это время буровой инструмент не должен вращаться, чтобы не нарушить выставленное направление по азимуту.

За счет угла перекоса на забойном двигателе под давлением веса бурового инструмента профиль скважины начнет медленно искривляться в сторону необходимого азимута³ [6].

При бурении по угольному пласту необходимо постепенно уменьшать количество химических

реагентов в буровом растворе, постепенно переходя на воду, для того, чтобы предотвратить кольматирование пор угля в стволе скважины. После окончания бурения необходимо проработать скважину и подготовить ее к спуску эксплуатационной колонны.

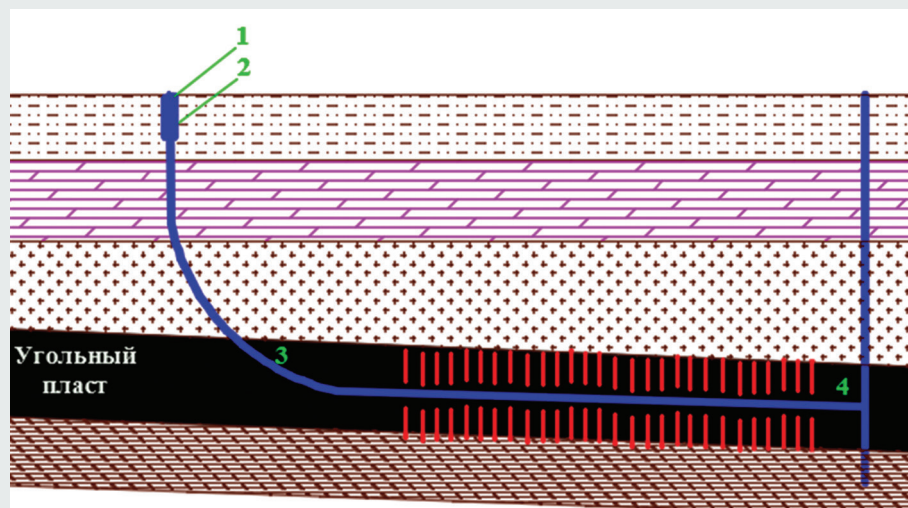


Рис. 2. Разработанная технология добычи метана из угольных пластов Карагандинского угольного бассейна.

Сурет 2. Қарағанды көмір бассейнінің көмір қабаттарынан метан алудың әзірленген технологиясы.

Figure 2. The developed technology for the extraction of methane from coal seams of the Karaganda coal basin.

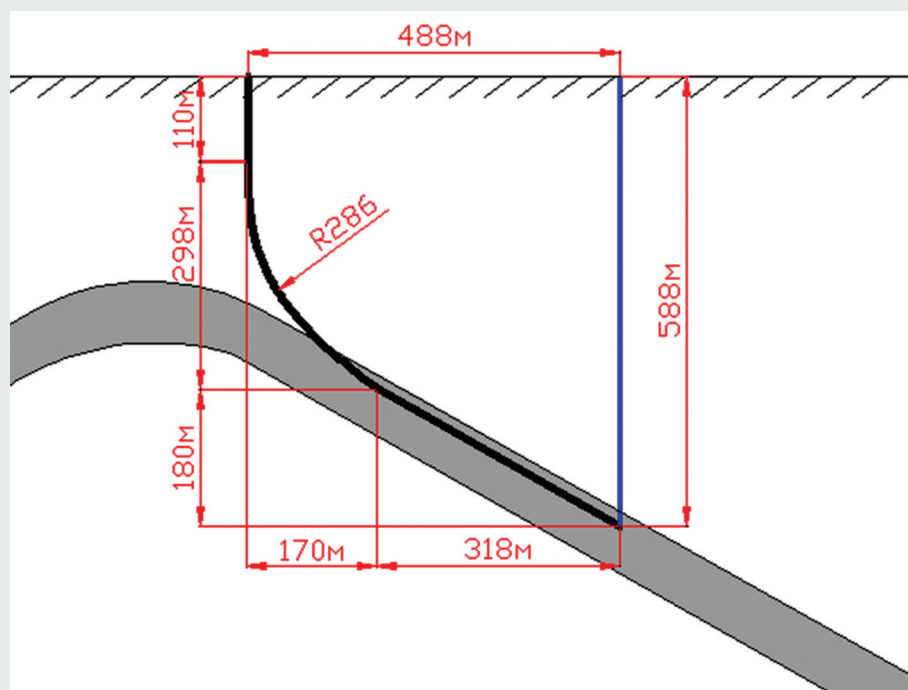


Рис. 3. Схема профиля наклонно-направленной скважины.

Сурет 3. Бағытталған ұңғыма профилінің сұлбасы.

Figure 3. Scheme of the profile of a directional well.

²Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2001. – 674 с.

³Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М., 1967. – 352 с.

Для стимулирования газоотдачи на продуктивный угольный пласт производится воздействие методом многостадийного поинтервального гидроразрыва (длина интервала 120-130 м) через перфорированные отверстия, а освоение скважины с откачкой рабочей жидкости гидроразрыва и газа производят через вертикальную скважину [7].

На рис. 3 предложена схема профиля бурения скважин для извлечения метана угольных пластов.

Результаты исследования

В результате горно-геологических исследований для испытания технологии бурения наклонно-направленной скважины для извлечения метана угольных пластов был выбран перспективный участок Карагандинского угольного бассейна. С целью определения геологических условий залегания угольного пласта K_{12} , а также наличия метана и воды в пласте, разработана конструкция профиля наклонно-направленной скважины. В соответствии с горно-геологическими условиями Талдыкудукского участка была выбрана конструкция экспериментальной наклонно-направленной скважины для извлечения метана по угольному пласту K_{12} со следующими параметрами: направление – 10 м, кондуктор – 80 м, эксплуатационная колонна – 840 м.

Обсуждение результатов

Основными геологическими и технологическими задачами являются обнаружение высокопродуктивных зон в угольных бассейнах и разработка технических решений по строительству, заканчиванию и освоению скважин, обеспечивающих максимальные дебиты газа.

Во-первых, как и для традиционных месторождений углеводородного сырья, основным требованием является получение промышленных притоков метана и высоких коэффициентов его извлечения из угольных пластов. Извлечение метана является высокотехнологичным производством, а коммерческие дебиты метаноугольных скважин достигаются при выполнении ряда условий:

- выявлении в пределах угольных бассейнов перспективных продуктивных зон и участков на основе результатов геологических и геофизических исследований;
- применении эффективных технологий бурения и заканчивания скважин, их освоении с использованием способов интенсификации притока флюидов из угольных пластов к стволу скважины.

Во-вторых, для обеспечения рентабельного притока при относительно малых дебитах, характерных для горно-геологических условий угольных бассейнов, затраты на строительство

и эксплуатацию метаноугольных скважин должны быть минимальными. Оптимальные удельные затраты на извлечение метана достигаются за счет небольших глубин строительства скважин – менее 1200 м.

В-третьих, важным требованием для организации коммерческого извлечения метана в угольных бассейнах является близость платежеспособных рынков сбыта. Метан угольных пластов, который становится конкурентоспособным по отношению к природному газу при значительном сокращении расстояния от скважин до потребителя и, соответственно, резком снижении транспортных расходов [8].

Заключение

На экспериментальной наклонно-направленной скважине планируется применение технологии бурения с помощью винтового забойного двигателя с использованием телеметрии:

- бурение направления долотом Ø393 мм роторно-вращательным способом бурения с промывкой до глубины 10 м;
- бурение кондуктора долотом Ø311 мм роторно-вращательным способом бурения с промывкой до глубины 110 м;
- бурение с набором угла с помощью винтового забойного двигателя до 66° в интервале глубин 110-4408 м;
- бурение долотом Ø 215,9 мм по угольному пласту K_{12} длиной 364 м.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабанов Е.И., Коршунов Г.И., Корнев А.В., Мяков В.В. Анализ причин взрывов, вспышек и возгораний метана на угольных шахтах России в 2005-2019 гг. // ГИАБ. – 2021. – №2-1. – С. 18-29 (на русском языке)
2. Drizhd N.A., Musin R.A., Alexandrov A.Yu. Совершенствование технологии гидроудара на основе учета ранее обработанных скважин. // Международная научно-техническая конференция «Науки о Земле»: Конференция ИОР. Серия: Науки о Земле и окружающей среде. – 2019. – Вып. 272. – С. 022031 (8 с.) (на английском языке)
3. Дрижд Н.А., Рабатұлы М., Александров А.Ю., Бальниязова Г., Жунис Г. Результаты освоения опытных скважин на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна. // Уголь. – 2020. – №6. – С. 36-40 (на русском языке)
4. Rabatuly M., Musin R.A., Demin V.F., Usupraev Sh.E., Kenetaeva A.A. Повышение эффективности извлечения метана из угольных пластов. // Комплексное использование минерального сырья. – 2022. – №324(1). – С. 5-11 (на английском языке)
5. Буслаев В.Ф., Кейн С.А., Нор А.В. Оценка ресурсов нетрадиционных углеводородов и технологий их разработки. // Материалы 4-й межрегиональной научно-практической конференции «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения». – Воркута – Сыктывкар – Ухта. – 2006. – С. 12-14 (на русском языке)

6. Chen L., Wang E., Ou J. и др. Опасности и факторы выброса угля и газа на угольном пласте №В-1, Хэнань, Китай. // Журнал наук о Земле. – 2018. – №22. – С. 171-182 (на английском языке)
7. Plaksin M.S., Rodin R.I. Повышение эффективности дегазации за счет импульсной закачки воды в угольный пласт. // Конференция ИОР. Серия: Науки о Земле и окружающей среде. – 2019. – №377. – С. 012052 (7 с.) (на английском языке)
8. Zou G., Zhang Q., Peng S., Jin C., Che Y. Влияние геологических факторов на проницаемость угля в угольной шахте Сихэ. // Международный журнал угольной науки и технологий. – 2022. – Т. 9. – С. 6 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кабанов Е.И., Коршунов Г.И., Корнев А.В., Мяков В.В. 2005-2019 жылдардағы Ресейдің көмір шахталарында метанның жарылыстары, өрттері мен өрттерінің себептерін талдау. // Тау-кен ақпаратты және аналитикалық бюллетень. – 2021. – №2-1. – Б. 18-29 (орыс тілінде)
2. Drizhd N.A., Musin R.A., Alexandrov A.Yu. Бұрын тазартылған ұңғымаларды есепке алу негізінде су балғасының технологиясын жетілдіру. // «Жер туралы ғылымдар» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы: ИОР конференциясы. Серия: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. – 2019. – Шығ. 272. – Б. 022031 (8 б.) (ағылшын тілінде)
3. Дрижд Н.А., Рабатұлы М., Александров А.Ю., Балниязова Г., Жунис Г. Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнура учаскесінде тәжірибелік ұңғымаларды игеру нәтижелері. // Көмір. – 2020. – №6. – Б. 36-40 (орыс тілінде)
4. Rabatuly M., Musin R.A., Demin V.F., Usupaev Sh.E., Kenetaeva A.A. Көмір қабаттарынан метан алу тиімділігін арттыру. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 2022. – №324(1). – Б. 5-11. (ағылшын тілінде)
5. Буслаев В.Ф., Кейн С.А., Нор А.В. Көмірсутектердің дәстүрлі емес ресурстарын және оларды игеру технологияларын бағалау. // «Солтүстіктің минералдық ресурстарын игеру: проблемалары мен шешімдері» атты 4-ші аймақаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Воркута – Сыктывкар – Ухта. – 2006. – Б. 12-14 (орыс тілінде)
6. Chen L., Wang E., Ou J. и др. Опасности и факторы выброса угля и газа на угольном пласте №В-1, Хэнань, Китай. // Журнал наук о Земле. – 2018. – №22. – С. 171-182 (ағылшын тілінде)
7. Plaksin M.S., Rodin R.I. Көмір қабатына суды импульстік айдау есебінен газсыздандыру тиімділігін арттыру. // ИОР конференциясы. Топтама: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. – 2019. – №377. – Б. 012052 (7 б.) (ағылшын тілінде)
8. Zou G., Zhang Q., Peng S., Jin C., Che Y. Сихэ көмір кенішіндегі көмірдің өткізгіштігіне геологиялық факторлардың әсері. // Көмір ғылымы мен технологиясының халықаралық журналы. – 2022. – Т. 9. – Б. 6 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Kabanov E.I., Korshunov G.I., Kornev A.V., Myakov V.V. Analiz prichin vzryvov, vspyshek i vosplamenenij metana v ugol'nyx shaxtax rossii v 2005-2019 gg. [Analysis of the causes of explosions, flares and ignitions of methane in coal mines of Russia in 2005-2019]. // GIAB = Mining informational and analytical bulletin. – 2021. – №2-1. – P. 18-29 (in Russian)
2. Drizhd N.A., Mussin R.A., Alexandrov A. Ju. Improving the technology of hydraulic impact based on accounting previously treated wells. // International science and technology conference «Earth science»: IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 272. – P. 022031 (8 p.) (in English)
3. Drizhd, N.A., Rabatuly, M., Aleksandrov, A.Yu., Balniyazova, G., Zhunis, G. Rezul'taty osvoeniya opytно-promyshlennyx skvazhin na Sherubajnurinskom uchastke Karagandinskogo ugol'nogo bassejna [Results of development of pilot wells at the Sherubainurinsky site of the Karaganda coal basin]. // Ugol' = Coal. – 2020. – №6. – P. 36-40 (in Russian)
4. Rabatuly M., Musin R.A., Demin V.F., Usupaev Sh.E., Kenetaeva A.A. Improving the efficiency of methane extraction from coal seams. // Complex Use of Mineral Resources. – 2022. – №324(1). – P. 5-11 (in English)

5. Буслаев В.Ф., Кейн С.А., Ноп А.В. *Ocenka resursov netradicionnykh istochnikov uglevodorodov i texnologii ix razrabotki [Assessment of resources of unconventional hydrocarbon sources and technologies of their development]. // Materialy 4-j mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Osvoenie mineral'nykh resursov Severa: problemy i resheniya» = Proceedings of the 4th interregional scientific and practical conference «Development of mineral resources of the North: problems and solutions». – Vorkuta – Syktyvkar – Ukhta. – 2006. – P. 12-14 (in Russian)*
6. Chen L., Wang E., Ou J. et al. *Coal and gas outburst hazards and factors of the №B-1 coalbed, Henan, China. // Geosciences Journal. – 2018. – №22. – P. 171-182 (in English)*
7. Plaksin M.S., Rodin R.I. *Improvement of degasification efficiency by pulsed injection of water in coal seam. // International science and technology conference «Earth science»: IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – №377. – P. 012052 (7 p.) (in English)*
8. Zou G., Zhang Q., Peng S., Jin C., Che Y. *Influence of geological factors on coal permeability in the Sihe coal mine. International Journal of Coal Science and Technology. – 2022. – Vol. 9. – P. 6 (in English)*

Сведения об авторах:

Рабатұлы М., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), mukhammadrakhym@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7558-128X>

Мусин Р.А., PhD, и.о. доцента «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), r.a.mussin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1206-6889>

Кенетаева А.А., магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), aigul_tate@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7943-3279>

Балниязова Г.М., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), balniyazova1983@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9617-9572>

Авторлар туралы мәліметтер:

Рабатұлы М., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын өңдеу» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Мусин Р.А., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Пайдалы қазбалар кен орындарын өңдеу» кафедрасының доцент м. а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Кенетаева А.А., техника ғылымдарының магистрі, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын геологиясы және барлау» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Балниязова Г.М., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын өңдеу» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Rabatuly M., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Musin R.A., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Kenetayeva A.A., Master of Technical Sciences, Lecturer at the Department «Geology and Exploration of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Balniyazova G.M., Master of Technical Sciences, Doctoral Student at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)