

УДК 622.324.5: 622.016.25

Притула Д.А., магистр,
Агаев Р.А., магистр,
Софийский К.К., д-р техн. наук, профессор,
(ИГТМ НАН Украины),
Новосельцев В.В., магистр
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДОБЫЧИ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПНЕВМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ
ВОЗДЕЙСТВИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ АГЕНТОВ**

Притула Д.О., магистр,
Агаев Р.А., магистр,
Софійський К.К., д-р техн. наук, професор
(ИГТМ НАН України),
Новосельцев В.В., магистр
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**ИНТЕНСИФІКАЦІЯ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ
ПНЕВМОГІДРОДИНАМІЧНОЮ ДІЄЮ З ВИКОРИСТАННЯМ
ВУГЛЕЦОВОМІСТКИХ АГЕНТІВ**

Prytula D.A., M.S. (Tech),
Agaiev R.A., M.S. (Tech),
Sofiiskyi K.K., D.Sc. (Tech.), Professor
(IGTM NAS of Ukraine),
Novoseltsev V.V., M.S. (Tech),
(State HIE «NMU»)

**INTENSIFICATION OF COALBED METHANE RECOVERY
BY PNEUMOHYDRODYNAMIC IMPACT WITH USE
OF CARBONACEOUS AGENTS**

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность добычи метана угольных месторождения и использование его как альтернативного источника энергии. Представлен новый подход к освоению георесурсов месторождений заключающийся в том, что угольные шахты следует рассматривать как предприятия по разработке газугольных месторождений. Представленный способ освоения скважин путем использования углеродосодержащего компонента воздействия, такого как метан, который выделялся в скважину из газонасыщенного углепородного массива. Воздействия осуществлялось в промышленных условиях на ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько» с применением основных алгоритмов и зависимостей способа дегазации углепородного массива для интенсификации добычи метана через поверхностные дегазационные скважины с применением пневмогидродинамического воздействия.

Ключевые слова: интенсификация, метан угольных месторождений, поверхностная дегазационная скважина, дебит, углепородный массив.

Одним из основных используемых энергоресурсов является природный газ, потребность в котором удовлетворяется за счет собственной добычи всего лишь на 54%, и поэтому экономия природного газа или частичная его замена другим доступным источником энергии, является актуальной задачей. В современных условиях большое внимание уделяют забалансовым источникам энергии, среди которых большое значение имеет метан угольных месторождений (МУМ) [1]. Запасы МУМ, в перерасчете на условное топливо занимают четвертое место в мире среди горючих ископаемых после нефти, угля и природного газа. По ресурсам МУМ Украина занимает четвертое место [2] в мире после Китая, России и Канады. Запасы угольного метана в Украине, по разным данным, составляют от 4 до 12 трлн. м³, из числа которых техническая возможность добычи приблизительно составляет 30%, т.е. от 1,2 до 3,6 трлн. м³. По оценкам ведущих специалистов ежегодная добыча метана может составлять от 3-4 до 6-7 млрд. м³, что существенно уменьшило бы импорт природного газа [3]. По оценкам других специалистов [4], промышленные запасы угольного метана в Украине составляют 3-3,5 трлн. м³, что в 2, - 2,5 раза больше запасов природного газа, а на некоторых шахтах они колеблются от 0,2 млрд. м³ до 4,7 млрд. м³.

Содержание метана в угольных пластах составляет в среднем 8 м³ на 1 т с.б.г.м., во вмещающих породах (песчаник) в среднем 5 м³/м³ [5], а в определенных случаях достигает 40 м³ на 1 т с.б.г.м. Разведанные запасы метана составляют около 1,2 трлн. м³, а с учетом метана угольных разделительных пластов на углевмещающей толще – 25,4 трлн. м³ [6]. По другим источникам, ресурсы метана в Центральном районе Донбасса (ЦРД), оцененные в интервале глубин от 500 до 1800 м, достигают 11,86 трлн. м³, в том числе 0,46 трлн. м³ в водорастворенном состоянии, 1,46 трлн. м³ в угольных пластах мощностью более 0,3 и 9,82 трлн. м³ в углепородном массиве, из которых только 0,5 – 1,5 % приходится на свободный газ. По результатам опробования на содержание метана при геологоразведочных работах общие ресурсы в породах и угольных пластах составляют 22,2 трлн. м³, а промышленные - 11,6 трлн. м³, в том числе пригодные для извлечения – 3 – 3,7 трлн. м³ [7].

При разработке угольных месторождений Украины более 60% шахтного метана выбрасывается с вентиляционной струей в атмосферу. На сегодняшний день, выбрасываемый метан из-за низкой концентрации (0,2 – 0,7 %) практически не используется, что исключает возможность сжигания его в автоматическом режиме традиционными методами. При современных объемах выбросов метана в атмосферу по Донецкому и Львовско-Волынскому угольным бассейнам в воздух поступает около 402 млн. м³ метана в составе дегазационных выбросов (концентрация 15-20%), и 2512 млн. м³ – вентиляционных (концентрация 0,1 – 0,7%), что соответствует прямым затратам приблизительно 3,2 млн. т условного топлива [8].

Масштабная добыча метана позволит в значительной степени удовлетворить потребности нашего государства в энергоносителях.

Новый подход к освоению георесурсов месторождений заключается в том,

что вместо строительства и эксплуатации шахт по добыче угля с одновременным проведением мероприятий по преодолению «газового барьера», следует проектировать и сооружать комплексные предприятия с интегрированной технологией комплексной добычи угля и метана, т.е. угольные шахты следует рассматривать как предприятия по разработке газугольных месторождений. Благодаря этому обеспечивается оптимизация производственных процессов на основе их увязки во времени и пространстве. Основными особенностями таких комплексных предприятий являются:

- предварительное извлечение метана из угольных пластов до начала проведения горных работ;

- применение технологии заблаговременного извлечения МУМ скважинами, пробуренными с поверхности с использованием перспективных способов интенсификации газотдачи от гидроразрыва пласта (обеспечивающих повышение дегазации на 70-80%), таких как гидродинамическое воздействие, сиквитирование CO_2 и т.д.;

- взаимоувязка работ по добыче и извлечению газа, исходя из необходимости достижения максимального эффекта газотдачи, которая достигается путем над- и подработки угольных пластов;

- комплексный подход извлечения, добычи метана из над- и подрабатываемой толщи, выработанного пространства;

- проведение подготовительных работ по обеспечению отбора метана из подрабатываемой углевмещающей толщи после завершения предприятием добычи угля на горном отводе.

ИГТМ НАНУ совместно с ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько» разработ способ дегазации углепородного массива для интенсификации добычи метана через поверхностные дегазационные скважины с применением пневмогидродинамического воздействия (ПГДВ) [9].

Сущность способа заключается в том, что в поверхностную дегазационную скважину (ПДС) под давлением подается сжатый воздух на протяжении некоторого времени t . В процессе фильтрации через закольматированную зону пласта-коллектора происходит нагнетание сжатого воздуха (воды, если таковая есть в скважине) в пласт, тем самым повышается пластовое давление флюида, создавая радиальные напряжения. После того, как давление в скважине прекратило увеличиваться (за $t=15$ мин на величину $\Delta P=0,01$ МПа) осуществляется резкий сброс. Давление в скважине на уровне коллектора практически мгновенно снижается до первоначального давления, а пластовое давление в прискважинной части коллектора еще остается выше, чем в скважине. С этого момента коллектор начинает вытеснять в скважину внедрившийся в него фильтрат. Вытесняемый фильтрат частично разрушает глинистую корку, и толщина ее уменьшается, а пластовое давление в прискважинной части коллектора снижается. В результате наступает момент, когда действующий градиент давлений и начальный градиент выравниваются, и восстанавливается начальное равновесное состояние пневмогидродинамической системы «скважина – коллектор».

Данный способ позволяет обработку газонасыщенного углепородного мас-

сива до и после подработки его очистными выработками, восстановление дебита ПДС и увеличение их срока эксплуатации.

В случае, когда забой ПДС не подработан очистной выработкой, скважина заполняется водой на 30 м выше уровня зоны перфорации и осуществляется ПГДВ. В случае, когда забой ПДС подработан очистной выработкой и невозможно осуществить набор воды в скважине до нужного уровня, применяют пневмодинамическое воздействие (ПДВ). В случае, когда дебит скважины понижается ниже требований предъявляемых к объему добываемого газа из скважины, осуществляют воздействие за счет использования энергии выделения метана с помощью оборудования и применение установленных закономерностей ПДВ.

Использование углеродсодержащего агента (метана) как рабочего, для интенсификации притока метана в ПДС, имеет ряд преимуществ:

- обладает меньшей плотностью по отношению к воздуху, что позволяет увеличить фазовую проницаемость;
- нет необходимости очищать добытый газ, если применять сиквитирование (закачка CO_2) для интенсификации добыча МУМ;
- в случае понижения дебита, уменьшается вероятность образования взрывоопасных концентраций;
- обеспечивает усадку угля в два раза меньше, чем при использовании CO_2 , чтобы исключить явление закрытия каналов проницаемости [10];
- нет необходимости приобретения рабочего агента, воздействие осуществляется за счет выделения метана из газонасыщенного углепородного массива вскрытого ПДС.

В табл. 1-2 представлены результаты проведения ПДВ на ПДС ЗД-8 на ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько», где было выполнено 5 циклов. Набор давления в скважине осуществлялся за счет выделения из газонасыщенного горного массива метана. Как видно из таблицы 1, максимальная отметка давления в насосно-компрессорной трубе (НКТ) скважины достигла значения 0,51 МПа и 0,49 МПа в межтрубном пространстве (МТП). Это свидетельствует о том, что объем МТП и НКТ связаны между собой по типу «сообщающихся сосудов».

Результаты проведения 2-го цикла ПДВ представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, максимальная отметка давления в скважине достигла значения 1,15 МПа в НКТ и 1,1 МПа в МТП. Это свидетельствует о том, что объем пространства МТП и НКТ связаны между собой по типу «сообщающихся сосудов».

Динамика изменения давления при первом и втором воздействии представлена рис. 1. Как видно из рис. 1, время набора давления при первом цикле воздействия в несколько раз больше чем при втором цикле, притом, что в результате сброса, давление при втором цикле увеличилось в три раза. Это свидетельствует о том, что после первого ПДВ, произошла частичная декольматация, в результате чего, в тот же самый объем скважины выделилось большее количество метана, и значение давления достигло отметки в 1,15 МПа в НКТ.

Таблиця 1 – Результати проведення 1-го циклу ПДВ

Время, ч	НКТ (МПа)	МТ (МПа)	Время, ч	НКТ (МПа)	МТ (МПа)
0	0	0	57	0,2	0,21
3	0,12	0,14	60	0,2	0,21
6	0,13	0,15	63	0,24	0,24
9	0,14	0,16	66	0,26	0,26
12	0,15	0,17	69	0,4	0,4
15	0,16	0,18	72	0,42	0,42
18	0,18	0,2	75	0,44	0,44
21	0,2	0,21	78	0,45	0,44
24	0,24	0,25	81	0,45	0,45
27	0,26	0,26	84	0,45	0,45
30	0,26	0,26	87	0,46	0,45
33	0,26	0,26	90	0,46	0,45
36	0,27	0,27	93	0,46	0,46
39	0,28	0,28	96	0,47	0,47
42	0,28	0,28	99	0,47	0,47
45	0,28	0,28	102	0,47	0,47
48	0,22	0,22	105	0,48	0,47
51	0,2	0,22	108	0,5	0,49
54	0,2	0,21	111	0,51	0,49

Таблиця 2 – Результати проведення 2-го циклу ПДВ

Время, ч	НКТ (МПа)	МТ (МПа)	Время, ч	НКТ (МПа)	МТ (МПа)
0	0	0	18	0,3	0,3
2	0,02	0,05	19	0,4	0,4
4	0,05	0,06	20	0,5	0,5
6	0,09	0,1	21	0,6	0,6
8	0,13	0,13	22	0,68	0,66
10	0,15	0,15	23	0,8	0,8
11	0,17	0,17	24	0,94	0,91
13	0,2	0,2	25	1	0,98
14	0,22	0,22	26	1,1	1,1
15	0,24	0,24	26,5	1,15	1,1
17	0,27	0,27	-	-	-

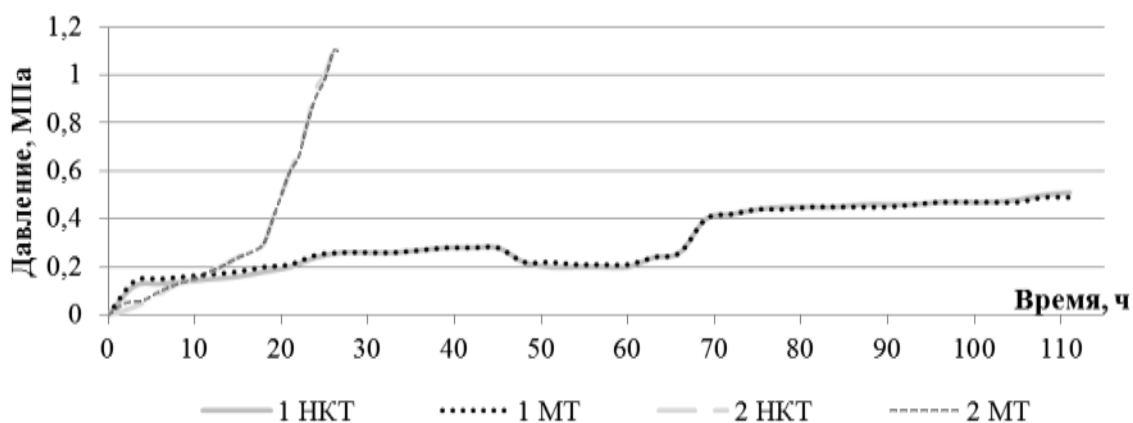


Рисунок 1 – Динаміка змінення тиску в скважині ЗД-8

В процессе 3-го цикла выполнялось множество различных, сопровождающих воздействие, операций, связанных с забором воды из скважины, открыванием и закрыванием задвижки на НКТ: на 22-м часе приоткрыли НКТ, на 72-м - закрыли; на 123-м - МТП приоткрыли, на 130-м - закрыли; на 270-м - слили 90 л воды; на 460-м - расход воды составил 4л/мин, прикрыли НКТ, МТ – приоткрыли. Перечисленные операции выполнялись для определения связи между пространством НКТ и МТП. Всего цикл набора давления занял 461 ч, после чего был осуществлен сброс. Результаты набора давления в скважине представлены на рис.2.

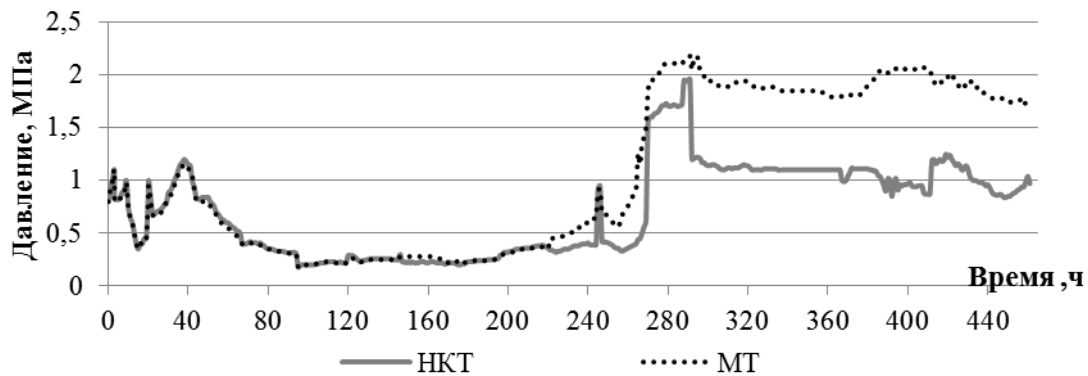


Рисунок 2 – Изменение давления в скважине 3Д-8

Как видно из рис. 2, на 240-м ч – начинается прилив воды в скважину, с этим и связан рост давления в межтрубном пространстве, в два раза выше первоначального давления (с учетом газовыделения в скважину). Период стабилизации давления газа в скважине начинается через 100 ч.

После ПДВ суточный дебит метана составил 30 тыс. м³/сут. (рис.3) и скважина была подключена к системе газопровода.

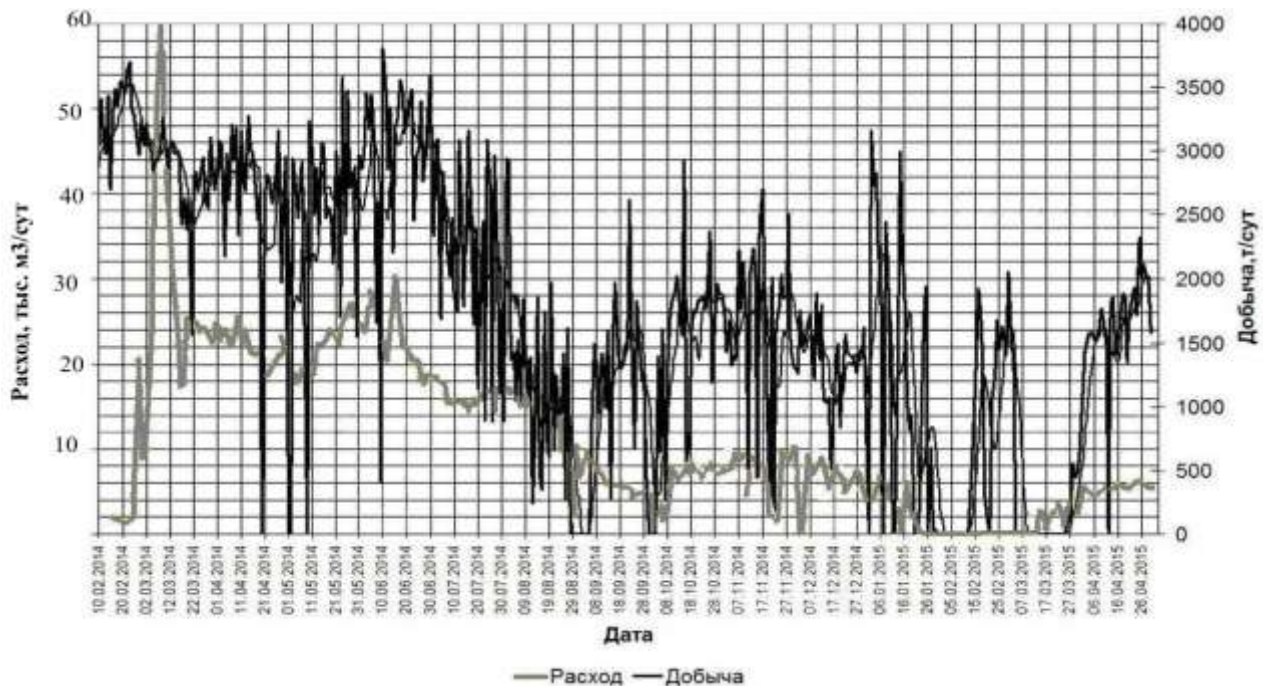


Рисунок 3 – Изменение дебита скважины 3Д-8 при подработке ее лавой

Как видно на рис. 3, метановыделение, в основном, начинается за 30-50 м до пересечения очистного забоя лавы забоя поверхностной дегазационной скважины, а максимальное значение выделения метана 60 тыс. м³/сут. в скважину наблюдается при пересечении забоя скважины очистным забоем. При отдалении друг от друга, метановыделение в скважину снижается до отметки 10 тыс. м³/сут. Всего было добыто с 02.14 по 04.15 около 5,3 млн. м³/сут.

Таким образом, использование метана как рабочего агента для восстановления дебита скважин применяют в том случае, когда применение других способов воздействия не представляется возможным по горнотехническим условиям и когда присутствует незначительное газовыделение несоответствующее экономически-эффективным объемам добычи метана.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Програмні засоби для розроблення технологічних рішень і реалізації проектів ефективної утилізації вугільного метану / В.С. Сморшок., Ю.А. Боксерман, О.І. П'ятничко [та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2006. – №6. – С. 23-26.
2. Кишенькова альтернатива // Урядовий кур'єр. – 2011. – №33. – 15 с.
3. Извлечение шахтного метана и защита окружающей среды (обзор) / С.В. Кузяра, И.Д. Дроздник, Ю.С. Кафтан [и др.] // Уголь Украины. – 2005. – №6. – С. 13-15.
4. Лойко, Н. Метан – на замену природному газу/ Н. Лойко // Энергетическая политика Украины. – №2. – 2004. – С.16-17.
5. Газоносность угольных месторождения Донбасса / А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М.Т. Хохлов [и др.]. – Под ред. Н.Я. Азарова. – К.: Наукова думка, 2004. – 232 с.
6. Касянов, В.В. Перспективы развития метановой отрасли в Украине / В.В. Касянов // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ НАН України. -Дніпропетровськ, 2000. –Вип. 17. – С. 6 – 11.
7. Исследования, разработка технологии и промышленное использование метана углегазовых месторождения Донбасса/ В.В. Пудак, В.В. Конарев, А.Д. Алексеев [и др.] // Уголь Украины. – 1996. - № 10. — С. 68-71.
8. Агаев, Р.А. Перспективы комплексного освоения газосланцевых родовищ Украины / Р.А. Агаев, В.С. Астахов, Ю.В. Сорбат // Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Д.: Національний гірничий університет, 2008. – 170-171.
9. Agaiev, R., “Methane receiving from coal and technogenic deposits” / R.Agaiev, V.Vlasenko and E.Kliuev // Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining, CRC Press/Balkema: EN Leiden, The Netherlands, 2014.- pp. 113–119.
10. Динамические способы декольматации поверхностных скважин / К.К. Софийский, П.Е. Филимонов, Б.В. Бокий [и др.]. – Донецк: ТОВ «Східний видавничий дім», 2014. – 248 с.
11. Сластунов, С. В. Физический механизм и параметры сорбции метана в угольных пластах / С.В. Сластунов, Г.Г. Каркашадзе, К.С. Коликов // ГИАБ.- 2009.- № 12. – т.9. – С. 418-420.

REFERENCES

1. Smorshch, V.S., Bokserman, Iu. A. and Pyatnychko, O.I., (2006), “Software to develop technological solutions and implementation of effective utilization of coal bed methane”, *Oil and gas industry*, vol. 6, pp. 23-26.
2. “Pocket alternative” (2011), *Governmental Courier*, vol. 33, p. 15.
3. Kuziara, S.V., Drozdник, I.D. and Kaftan, Y.S. (2005), "Extraction of coal mine methane and environmental protection," *Ugol Ukrainy*, vol.6, pp. 13-15.
4. Loiko, N. (2004), “Methane - to replace natural gas”, *Energy policy of Ukraine*, vol.2, pp. 16 - 17
5. Antsiferov, A.V., Tirkel, M.G. and Khokhlov, M.T., (2004), *Gazonosnost ugolnykh mestorozhdeniy Donbassa* [Gas-bearing coal deposits of Donbass], ed Azarov N.Y., Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
6. Kasyanov, V.V. (2000), “Prospects of development of the methane industry in Ukraine”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no.17, pp.6-11.

7. Pudakov, V.V., Konarev, V.V. and Alekseev, A.D., (1996), "Research, technology development and industrial use of methane deposits of Donbass Coal and Gas", *Ugol Ukrainy*, vol.10, pp. 68-71.

8. Agaiev, R.A., Astakhov, V.S. and Sorbate, Y.V. (2008), "Prospects for the integrated development of gascoal deposits of Ukraine", *Materials of Intern. scientific-practic. conf, Environmental issues technologically-laden region*, Dnipropetrovsk, 2008, pp. 170-171.

9. Agaiev, R., Vlasenko, V. and Kliuev, E. (2014), "Methane receiving from coal and technogenic deposits", *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, CRC Press/Balkema: EN Leiden, The Netherlands, pp. 113-119.

10. Sofiiskiy, K.K, Filimonov, P.E. and Bokiy, B.V., (2014), *Dinamicheskie sposoby dekolmatatsii poverchnostnykh skvazhyn* [Dynamic Methods decolmatation surface boreholes], TOV "Shidny vidavnychy Dim" Donetsk, Ukraine.

11. Slastunov, S.V., Karshkaridze, G.G. and Kolikov, K.S. (2009), "The physical mechanism and sorption parameters CBM", *Mining informational and analytical bulletin*, vol.12, pp. 418-420.

Об авторах

Прытула Дмитрій Александрович, магистр, інженер в відділі проблем технології підземної розробки вугільних местороджень, Інститут геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, igtm16@yandex.ua.

Агаєв Руслан Агагулуєвич, магистр, молодший науковий співробітник в відділі проблем технології підземної розробки вугільних местороджень, Інститут геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, igtm16@yandex.ua.

Софійський Константин Константинович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділом проблем технології підземної розробки вугільних местороджень, Інститут геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, igtm16@yandex.ua.

Новосельцев Владимир Владимирович, магистр, аспірант кафедри транспортних систем і технологій, ГВУЗ «Національний горний університет» (ГВУЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, novoseltsev-v@mail.ru.

About the authors

Prytula Dmytro Oleksandrovych, Master of Science, Engineer in Department of Underground Coal Mining, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, igtm16@yandex.ua.

Agaiev Ruslan Agaguluevich, Master of Science, Junior Researcher in Department of Underground Coal Mining, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, igtm16@yandex.ua.

Sofiiskiy Konstantin Konstantinovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Underground Coal Mining Technology, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under The National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, igtm16@yandex.ua.

Novoseltsev Vladimir Vladimirovich, Master of Science, postgraduate student, Department of transport systems and technologies, State HEI "National Mining University" (SHEI "NMU"), Dnipropetrovsk, Ukraine, novoseltsev-v@mail.ru.

Анотація. У даній статті розглядається актуальність видобутку метану вугільних родовища і використання його як альтернативного джерела енергії. Представлений новий підхід до освоєння георесурсів родовищ, який полягає в тому, що вугільні шахти слід розглядати як підприємства по розробці газувугільних родовищ. Зазначено спосіб освоєння свердловин шляхом використання вуглецевмісткого компонента впливу, такого як метан, який виділяється в свердловину із газонасичених вуглепородного масиву. Дію здійснювали в промислових умовах на ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» із використанням основних алгоритмів і залежностей способу дегазації вуглепородного масиву для інтенсифікації видобутку метану через поверхневі дегазаційні свердловини із застосуванням пневмогідродинамічної дії.

Ключові слова: інтенсифікація, метан вугільних родовищ, поверхнева дегазаційна свердловина, дебіт, вуглепородний масив.

Abstract. This article points such pressing issues as methane recovery from the coal deposits, its use as an alternative energy source, and its reserves on the territory of Ukraine. A new approach to mining the deposits with geological resources is presented which considers the coal mines as enterprises for mining gas-and-coal deposits. A method for borehole completion is described which impacts by a carbon-containing component, such as methane, which is released into the borehole from the gas-saturated coal-rock mass. The impact was industrially tested in the A.F. Zasyadko Mine where basic algorithms and dependences of the method of coal-and-rock mass degassing were used for intensifying the methane recovery through the surface degasification boreholes and with applied pneumohydrodynamic impact.

Keywords: intensification, coalbed methane, surface degassing boreholes, production rate, coal-and-rock massif.

Статья поступила в редакцию 16.09.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.П. Надутым

УДК 622.831.322: 532.528

Круковская В.В., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
Зберовский В.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗАННЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА И ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА ПРИ НАГНЕТАНИИ ВОДЫ В УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ

Круковська В.В., д-р техн. наук, ст. наук. співр.
Зберовський В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
(ИГТМ НАН України)

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЗВ'ЯЗАНИХ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ МАСИВУ І ДВОХФАЗНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ РІДИНИ ТА ГАЗУ ПРИ НАГНІТАННІ ВОДИ У ВУГІЛЬНИЙ ПЛАСТ

Krukovskaya V.V. D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Zberovskiy V.V. Ph.D. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)

CALCULATION OF PARAMETERS FOR COUPLED PROCESSES OF THE ROCK STRESSED STATE CHANGING AND TWO-PHASE FLUID AND GAS FILTRATION AT WATER INFUSION INTO THE COAL SEAM

Аннотация. Предложен метод имитационного компьютерного моделирования процессов, происходящих в забое горной выработки при гидрорыхлении угольного пласта. Этот метод учитывает не только изменение напряженного состояния углепородного массива в