Код ГРНТИ 52.13.15

Н.А. Дрижд, Р.А. Мусин, Г.М. Жүніс, Э.Р. Халикова

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАСТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПО ДОБЫЧЕ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация. Совершенствование методики подсчета запасов метана имеет огромное значение для угольных предприятий, начиная с использования добываемого метана в котельной и заканчивая промышленной добычей газа. Недостаток энергетических ресурсов в Казахстане способствует повышению интереса к использованию нетрадиционных источников получения топливно-энергетического сырья. Одним из них, к тому же достаточно перспективным, является метан угольных пластов. Недостаточная изученность оценки ресурсов газа метана при отработке угольных месторождений приводит к большим потерям. Данное исследование позволит более точно вычислить ресурсы газа метана угольных пластов. В статье предлагается технология подсчета полезного компонента путем усредненного количества сорбционной емкости углей каждого из пластов.

Ключевые слова: *метан, добыча метана, угольный пласт, запасы угля, ресурсы метана, бурение скважин, сорбция, десорбция.*

Көмір қабаттарынан метанды өндіру жөніндегі жобаны іске асыру үшін перспективалы қабаттарды таңдаудың негіздемесі

Аңдатпа. Метан қорларын есептеу әдістемесін жетілдіру көмір кәсіпорындары үшін қазандықта өндірілген метанды пайдаланудан бастап, өнеркәсіптік газ өндіруге дейін үлкен маңызға ие. Қазақстанда энергетикалық ресурстардың жетіспеушілігі отын-энергетикалық шикізатты алудың дәстүрлі емес көздерін пайдалануға қызығушылықты арттыруға ықпал етеді.. Олардың бірі, сонымен қатар, көмір қабаттарының метаны болып табылады. Көмір кен орындарын игеру кезінде метан газының ресурстарын бағалаудың жеткіліксіз зерттелуі үлкен шығындарға әкеледі. Бұл зерттеу көмір қабаттарындағы метан газының ресурстарын дәлірек есептеуге мүмкіндік береді. Мақалада пайдалы компонентті әр қабаттың көмірдің сорбциялық сыйымдылығының орташа мөлшері арқылы есептеу технологиясы ұсынылған.

Түйінді сөздер: *метан, метан өндіру, көмір қабаты, көмір қоры, метан ресурстары, ұңғымаларды бұрғылау, сорбция, десорбция.*

Justification of the choice of a promising reservoir for the implementation of a project for the extraction of coalbed methane

Abstract. Improving the methodology for calculating methane reserves is of great importance for coal enterprises, starting with the use of extracted methane in the boiler room and ending with industrial gas production. The lack of energy resources in Kazakhstan contributes to increasing interest in the use of non-traditional sources of fuel and energy raw materials. One of them, moreover, is quite promising, is coalbed methane. Insufficient knowledge of the assessment of methane gas resources during the development of coal deposits leads to both large losses. This study will make it possible to more accurately calculate the methane gas resources of coal seams. The article proposes a technology for calculating the useful component by averaging the amount of sorption capacity of the coals of each of the layers.

Key words: *methane, methane extraction, coal seam, coal reserves, methane resources, well drilling, sorption, desorption, development depth, condition.*

Введение

Извлечение метана угольных пластов (МУП) – за рубежом эта отрасль достигла значительного технического прогресса, особенно в США, Канаде и Австралии. Соединенные Штаты Америки являются самой успешной страной в метаноугольной отрасли; используемые там технологии бурения являются самыми зрелыми и продвинутыми. Порядка 90% скважин в стране выполнены бурением на депрессии, которое играет крайне важную роль в развитии добычи МУП [1].

Эффективность наклонно направленных скважин была доказана уже давно. Однако доступ к пласту, необходимый для бурения горизонтальной скважины из шахты, делал данную технологию неприменимой в случае с заблаговременной разработкой. Актуальной задачей по сей день является выбор места заложения скважин. В Центральном Казахстане имеются очень большие и практически нетронутые ресурсы метана угольных месторождений, которые, по оценкам геологов, составляют 2-4 трлн м^3 [2].

Методы

Подсчет запасов углей в 1982-1989 гг. был произведен по всем угольным пластам карагандинской свиты, имеющим кондиционную зольность угля. Подсчет запасов произведен до абсолютной отметки минус 100, то есть, до глубины 600 м. Всего по изучаемым пластам 595092 тыс. т.

Ресурсы метана

В табл. 1 приведены ресурсы метана[1] по отдельным пластам; они подсчитывались по центральной и северной частям Талдыкудукского участка в вариантах: при мощности угля более 0,7 м и 0,7-0,5 м, при его метаноносности более 10 м^3/т с.б.м. и более 5 м^3/т с.б.м. [3, 4].

герметичный контейнер для проб угля — проба угля в контейнере

Рис. 1. Пробы угля в герметичной емкости.
Сурет 1. Тұмшаланған сыйымдылықтағы көмір сынамалары.
Figure 1. Coal samples in a sealed container.

[1]*Айруни А.Т. и др. Проблемы разработки метаноносных угольных пластов промышленного извлечения и использования шахтного метана в Карагандинском угольном бассейне. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2009. – 179 с.*

Таблица 1

Ресурсы метана в угольных пластах Талдыкудукского участка

Кесте 1

Талдықұдық учаскесінің көмір қабаттарындағы метан ресурстары

Table 1

Methane resources in coal seams of the Taldykuduk site

Индекс пласта	Всего по пласту					до глубины 1000 м
	> 0,7 м			0,7-0,5 м		
	при $x > 5$м³/т с.б.м.	при x от 5 м³/т до 10 м³/т с.б.м.	при $x > 10$ м³/т с.б.м.	при x от 5 м³/т до 10 м³/т с.б.м.	при $x > 10$ м³/т с.б.м.	
$К_{14}$	541,2	2,8	538,4	0,2	28,4	465,5
$К_{13}$	1404,8	9,4	1395,4	–	–	1 230,1
$К_{12}$	5505,0	17,3	5487,7	–	–	3 907,7
$К_{10}$	2200,0	10,2	2189,8	–	–	1 549,8
Всего						**7 153,1**

Таблица 2

Результаты сорбционного анализа

Кесте 2

Сорбциялық талдау нәтижелері

Table 2

Results of sorption analysis

№ пласта	Глубина разработки, м	Проба №1, м³/т	Проба №2, м³/т	Проба №3, м³/т	Средняя сорбционная емкость, м³/т
$К_{14}$	340	31,2	30,78	31,82	31,93
$К_{13}$	350	30,25	27,81	30,3	29,45
$К_{12}$	630	29,7	28,9	28,8	29,13
$К_{10}$	710	27,74	28,12	27,81	27,89

Плотность ресурсов метана[2,3] на глубинах 200-1000 м по горизонтали в среднем изменяется от 400 млн м³/км² до 700 млн м³/км², достигая в юго-западной части поля 870-1060 млн м³/км². Для более детального подсчета ресурсов газа метана и изучения участка Талдыкудук было принято решение провести дополнительные исследования. Авторами предлагается технология подсчета полезного компонента путем усредненного количества сорбционной емкости углей каждого из пластов.

Сорбция – поглощение твердым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды. Поглощаемое вещество, находящееся в среде, называют сорбатом, поглощающее твердое тело или жидкость – сорбентом. К существенным плюсам можно отнести точный результат исследований[4] [5, 6].

Испытания проводились в испытательной лаборатории метановой энергетики в горно-металлургическом комплексе НАО «Карагандинский технический университет» МОН РК. Для проведения эксперимента было отобрано 12 проб, по три пробы с каждого пласта $К_{10}$, $К_{12}$, $К_{13}$, $К_{14}$ (рис. 1). Для проведения сорбционного анализа при помощи вибрационной дисковой мельницы Retsch RS-200 образцы угля были доведены до аналитической пробы (рис. 1). Для определения сорбционных свойств угля использовали испытательный стенд

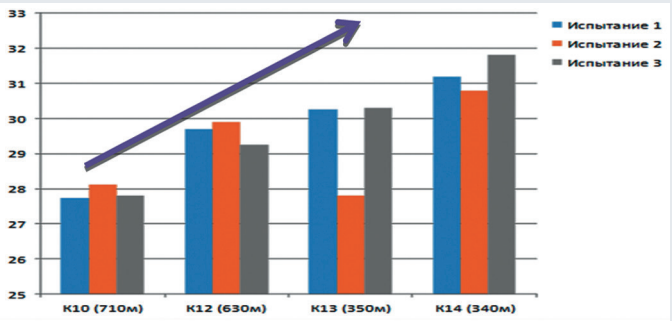

Рис. 2. График зависимости сорбционной емкости от глубины залегания угольных пластов.
Сурет 2. Сорбциялық қабілеттіліктің көмір қабаттарының тереңдігіне тәуелділік графигі.
Figure 2. Graph of dependence of sorption capacity on the depth of coal seams.

[2]*Сорбция // https://ru.wikipedia.org/wiki/сорбция. 2.09.2020.*
[3]*Березин В.Л., Зиенко А.И., Минаев В.И. Строительство предприятий нефтяной и газовой промышленности: обзорная информация – 1984. – 55 с.*
[4]*Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. – М.: МГГУ, 2002. – 383 с. (на русском языке)*

Таблица 3

Максимально возможное количество газа метана на перспективных угольных пластах

Кесте 3

Перспективалы көмір қабаттарындағы метан газының ең жоғары ықтимал мөлшері

Table 3

The maximum possible amount of methane gas in prospective coal seams

№ пласта	Запасы угля по пласту, тыс. т	Средняя сорбционная емкость, м³/т	Объем газа метана, млн м³
$К_{14}$	36 194	31,93	1 155,67
$К_{13}$	92 538	29,45	2 843, 04
$К_{12}$	335 633	29,13	9 776, 99
$К_{10}$	130 727	27,89	3 645, 98
Итого			17421,68

насыщения метаном и применяли следующие методы: ГОСТ 9516-92. Уголь. Метод прямого весового определения влаги в аналитической пробе; ГОСТ 10742-71. Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний; ГОСТ 23781. Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава. Полученные результаты были сведены в табл. 2.

Обсуждение результатов

Результаты моделирования (рис. 2) показывают, что с увеличением глубины залегания угольных пластов сорбционная емкость уменьшается. Максимальное количество газа метана можно вычислить произведением сорбционной емкости и запасов угля по пластам, данные расчетов сведены в табл. 3.

Суммарное количество максимального газа метана в исследуемых пластах путем сложения получается примерно 17 млрд м³. Далее мы провели десорбционный анализ углей по тем же пластам. Данные сведены в график на рис. 3. Посчитав среднюю десорбционную емкость, мы рассчитали количество газа метана, которое реально получить при отработке перспективных угольных пластов Талдыкудукского участка. Суммарное количество газа метана в исследуемых пластах путем сложения получается примерно 6,2 млрд м³.

Выводы

Согласно проведенным анализам можно констатировать, что участок Талдыкудук Карагандинского угольного бассейна подходит для промышленной добычи газа метана. Исходя из анализов по сорбционной емкости и объема газа метана, для перспективной добычи метана угольных пластов подходит пласт $К_{12}$.

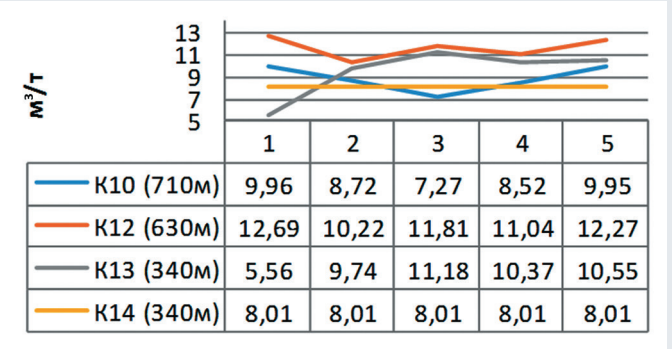

Рис. 3. Результаты десорбционного анализа.
Сурет 3. Десорбциялық талдау нәтижелері.
Figure 3. Results of desorption analysis.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Дрижд Н.А., Мусин Р.А., Муллагалиев Ф.А. и др. Опыт бурения экспериментальной наклонно-горизонтальной скважины для извлечения метана угольных пластов. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2016. – №10. – С. 12-15 (на русском языке)*
2. *Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Мусин Р.А. и др. Исследования газоносности пласта $К_{10}$ в условиях Шерубайнуринского участка на основе данных фактического газовыделения. // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – №2. – С. 3-10 (на русском языке)*
3. *Садыков Р.М., Коробкин В.В. Особенности геологического строения и бассейновое моделирование участка Талдыкудукский Карагандинского угольного месторождения. // Геология и охрана недр. – 2018. – №2. –С. 20-29 (на русском языке)*
4. *Дрижд Н.А., Хайдина М.П., Мусин Р.А., Александров А.Ю. Обоснование размещения вскрывающей угольный пласт скважины// Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2021. – №3. – С. 85-90 (на русском языке)*
5. *Дрижд Н.А. Мусин Р.А., Кельмялене А.А. Обоснование выбора места заложения скважины для извлечения метана угольных пластов. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2021. – №3. – С. 7-11 (на русском языке)*

6. Нан Ф.С. Оценка эффективности освоения месторождений метана угольных пластов. // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2011. – №10. –С. 53-58 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дрижд Н.А., Мусин Р.А., Муллагалиев Ф.А. және т. б. Көмір қабаттарынан метан алу үшін эксперименттік көлбеу-көлденең ұңғыманы бұрғылау тәжірибесі. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2016. – №10. – Б. 12-15 (орыс тілінде)
2. Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Мусин Р.А. және т. б. Шерубайнұра учаскесі жағдайында нақты газ бөлу деректері негізінде K_{10} қабатының газдылығын зерттеу. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 2016. – №2. – Б. 3-10 (орыс тілінде)
3. Садыков Р.М., Коробкин В.В. Қарағанды көмір кен орны Талдыкұдық учаскесінің геологиялық құрылысының ерекшеліктері және бассейндік модельдеу // Геология және жер қойнауын қорғау. – 2018. – №2. – Б. 20-29 (орыс тілінде)
4. Дрижд Н.А., Хайдина М.П., Мусин Р.А., Александров А.Ю. Көмір қабатын ашатын ұңғыманы орналастыру негіздемесі// Мұнай-газ кешеніне арналған жабдықтар мен технологиялар. – 2021. – №3. – Б. 85-90 (орыс тілінде)
5. Дрижд Н.А. Мусин Р.А., Кельмялене А.А. Көмір қабаттарынан метан алу үшін ұңғыманың орнын таңдау негіздемесі. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2021. – №3. – Б. 7-11 (орыс тілінде)
6. Нан Ф.С. Көмір қабаттарындағы метан кен орындарын игеру тиімділігін бағалау. // Экономика және мұнай-газ кешенін басқару мәселелері. – 2011. – №10. – Б. 53-58 (орыс тілінде)

REFERENSES

1. Drizhd N.A., Musin R.A., Mullagaliev F.A. and others. Opyt bureniya e'ksperimental'noj naklonno-gorizontal'noj skvazhiny dlya izvlecheniya metana ugol'nyx plastov [The experience of drilling an experimental inclined-horizontal well for extracting coalbed methane]. // Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2016. – №10. – P. 12-15 (in Russian)
2. Portnov V.S., Filimonov E.N., Musin R.A. et al. Issledovaniya gazonosnosti plasta K_{10} v usloviyax Sherubajnurinskogo uchastka na osnove dannyx fakticheskogo gazovydeleniya [Studies of the gas content of the K_{10} formation in the conditions of the Sherubainurinsky site based on the data of actual gas release]. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya = Complex use of mineral raw materials. – 2016. – №2. – P. 3-10 (in Russian)
3. Sadykov R.M., Korobkin V.V. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i bassejnovoe modelirovanie uchastka Taldykudukskij Karagandinskogo ugol'nogo mestorozhdeniya [Features of the geological structure and basin modeling of the Taldykuduksky site of the Karaganda coal deposit]. // Geology and protection of the subsoil. – 2018. – №2. – P. 20-29 (in Russian)
4. Drizhd N.A., Haidina M.P., Musin R.A., Alexandrov A.Yu. Obosnovanie razmeshheniya vskryvayushhej ugol'nyj plast skvazhiny [Justification of the placement of a well opening a coal seam]. // Oborudovanie i texnologii dlya neftegazovogo kompleksa = Equipment and technologies for the oil and gas complex. – 2021. – №3. – P. 85-90 (in Russian)
5. Drizhd N.A. Musin R.A., Kelmyalene A.A. Obosnovanie vybora mesta zalozheniya skvazhiny dlya izvlecheniya metana ugol'nyx plastov [Justification of the choice of the location of the well for the extraction of coalbed methane. // Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2021. – №3. – P. 7-11 (in Russian)
6. Nas F.S. Ocenka e'ffektivnosti osvoeniya mestorozhdenij metana ugol'nyx plastov [Evaluation of the efficiency of the development of coalbed methane deposits]. // Problemy e'konomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of Economics and management of the oil and gas complex. – 2011. – №10. – P. 53-58 (in Russian)

Сведения об авторах:
Дрижд Н.А., д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), *n_drizhd@mail.ru;* https://orcid.org/0000-0001-7269-7626
Мусин Р.А., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), *r.a.mussin@mail.ru;* https://orcid.org/0000-0002-1206-6889
Жүніс Г.М., старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), *gul_zat_89_09@mail.ru;* https://orcid.org/0000-0002-5833-885
Халикова Э.Р., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), *Salyahova_e@mail.ru;* https://orcid.org/0000-0003-1501-8492

Авторлар туралы мәліметтер:
Дрижд Н.А., техника ғылымдарының докторы, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан)
Мусин Р.А., PhD, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)
Жүніс Г.М., «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)
Халикова Э.Р., PhD, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:
Drizhd N.A., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Musin R.A., PhD, Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Zhunis G.M., Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Khalikova E.R., PhD, Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

ОТКРЫТА ПОДПИСКА
КАЗПОЧТА ЕВРАЗИЯ ПРЕСС ЭВРИКА-ПРЕСС
Подписной индекс 75807
Заявка на главной странице сайта MINMAG.KZ
Следите за новостями! minmag.kz @minmag.kz
+7 747 343 15 02 post-dts@yandex.kz
050026, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401