

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГОЛЬНОГО МЕТАНА КАК НЕТРАДИЦИОННОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

М.П. Юрова

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

В статье показано, что газ угольных пластов (как нетрадиционный источник) в ближайшем будущем может стать одним из важных поставщиков энергии не только в угольных регионах страны, но с учетом его востребованности, и в рыночной конъюнктуре. Сделан упор на материалы отечественных исследователей, которые серьезно изучают проблему добычи метана из угольных пластов регионов России. Актуальность этой проблемы не только в том, что в отдаленных угольных районах нашей страны не хватает газа, а прежде всего в том, что уменьшаются риски взрывов метана в шахтах и гибель людей. В статье показаны специфические особенности нахождения метана в угольных пластах. Более 85 % газа находится в сорбированном состоянии (связанном в матрице породы). Приводятся основные отличия добычи газа из угольных пластов от разработки традиционных газовых залежей. Угольные пласты могут быть различных марок. Наиболее ценными являются сильно метаморфизованные угли (с отражательной способностью витринита 80 % и более). Являясь породой органического происхождения, уголь представляет трещиновато-пористую среду. Трещины образуются либо при углефикации породы, либо при тектонических подвижках, поэтому пласты разбиты на блоки. В блоках находится сорбированный газ, десорбирующий в виде диффузии. В трещинах и макропорах содержится свободный газ, перемещающийся по ним в режиме фильтрации. Проницаемость угля зависит не только от количества трещин, но и от их раскрытости. Эффективность извлечения метана зависит от времени, пластового давления, проницаемости, давления на устье скважины и других параметров. Предлагается несколько стадий добычи метана, соответствующих различным напряженно-деформационным состояниям пласта. Общие ресурсы газа в угольных бассейнах России составляют 83,7 трл м³. Опытно-промышленная добыча газа из угольных пластов осуществляется в России с 2009 г. на Талдинском промысле Кузбасса, где одновременно и утилизируется для местных нужд.

Ключевые слова: нетрадиционный газ, особенности газоносных углей, методы разработки, ресурсы, перспективы

DOI: 10.18599/grs.18.4.10

Для цитирования: Юрова М.П. Перспективы и возможности использования угольного метана как нетрадиционного источника энергии. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 4. Ч. 2. С. 319-324. DOI: 10.18599/grs.18.4.10

В последнее время рост потребления энергии постоянно растет. По прогнозу Международного Энергетического Агентства потребность в энергии и электроэнергии вырастет соответственно на 50-70 % к 2020 г. (Агапов и др., 2002). Удельный объем природного газа в энергобалансе мира к 2030 г. может составить около 30 % (Хрюкин и др., 2009). В связи с этим в последнее время интерес к нетрадиционным источникам энергии постоянно увеличивается. Одним из таких источников является газ угольных пластов, общие ресурсы которого на территории России составляют 83,7 трл м³ (Кошелец, 2012). Сохранение тенденции к сокращению добычи наиболее доступного и дешевого газа приведет к трансформации существующей схемы до показанной на рис. 1. Через

несколько десятков лет нетрадиционные ресурсы газ станут экономически эффективны и целесообразны (Рис. 1) (Кошелец, 2012).

Главными освоенными источниками являются ископаемые органические топлива (твердые, жидкие и газообразные). Среди них наиболее разведанными на промышленных и поисковых стадиях являются угли и сланцы. Успехи газовых компаний США позволили заявить о формировании газовой подотрасли при добыче метана из угольных пластов. Сочетание интересов газовой и угольной отраслей может обеспечить и значительно улучшить технико-экономические, экологические и социальные условия населения промышленных районов.

Большое внимание и интенсивное развитие это направление получило за последние 10-15 лет в США, где объем добычи газа из угольных пластов составил 55 млрд м³ в 2010 году, в Канаде – более 9 млрд м³ в том же году. В Австралии добыто 5,5 млрд м³, в Китае – 1,2 млрд м³, в России – 6 млн м³ (Сластунов и др., 2012).

Природный газ угольных пластов на 90 % и более состоит из метана. Метан является наиболее чистым из углеводородных источников энергии, не содержит вредных примесей, таких как азотные и сернистые соединения. В настоящее время коммерческая добыча метана из угольных пластов осуществляется только в США. Эксплуатируется более 8 тыс. скважин, из которых свыше 40% сосредоточены в бассейне Сан-Хуан. 10 % скважин этого бассейна дают 75 %



Рис. 1. Прогноз будущей структуры мировой газодобычи.

его добычи и около 60 % общей годовой добычи угольного метана в США (Хрюкин и др., 2009).

Целью такого подхода в США является дегазационная подготовка угольных пластов, а не промышленная добыча метана. В некоторых странах (Китай, Индия, Австралия, Великобритания, Польша, Россия и Украина) существуют опытные проекты освоения газовых ресурсов угольных залежей (Ермолаев, Хайдина, 2008).

Природные угли всех видов (особенно бурые и др.) содержат различные примеси, минеральные компоненты, соединения серы, азота, тяжелых металлов и т.д. В атмосферу при переработке угля попадают газообразные и аэрозольные продукты окисления содержащихся в угле примесей. Только при энергетическом сжигании угля в атмосферу ежегодно выбрасывается примерно 90 млн т оксида серы и 30 млн т оксида азота. Вместе с золой атмосферу загрязняют 60 тыс. т свинца, 50 тыс. т никеля, 30 тыс. т мышьяка и др. Серьезной проблемой является выброс относительно высокой доли CO_2 , вызывающий парниковый эффект и загрязняющий атмосферу (Крейнин, 2008).

Метан при разработке угольных пород является негативным фактором, который приводит к трагическим последствиям – гибели людей, а его выбросы загрязняют окружающую среду, поэтому дегазация угольных отложений с его последующей утилизацией будет способствовать сокращению выбросов метана в атмосферу и снизит число аварий в угольных шахтах. В этом случае угольные пласты выступают в роли газовых месторождений.

Традиционные методы добычи и потребления угля превращает угольные регионы в зоны экологического бедствия. Однако, необходимо иметь в виду, что дебиты скважин по газу в угольных пластах будут намного ниже дебитов газовых месторождений, а длительность работы добывающих скважин будет определяться темпами добычи угля. В России утилизируется лишь 10-12 % метана, выделяющегося при добыче угля, а промышленная добыча метана из угольных пластов отсутствует.

Потенциал угольных пластов в РФ используется весьма ограниченно:

- метано-воздушные смеси (МВС) вентиляционных потоков не используются;
- доля использования МВС дегазационных систем на Воркутинском месторождении не превышает 40 % (котельные используют газ с содержанием метана не менее 25 %), в Кузбассе – единичные случаи получения тепловой и электрической энергии (шахта С.М. Кирова, СУЭСК – Кузбасс) (Сластунов и др., 2012).

Несмотря на активный интерес к освоению угольного метана в нашей стране, государственной поддержка этого направления, как видно из рис. 2, значительно (в 3 и 2 раза) ниже, чем в США и Китае. Однако результа-

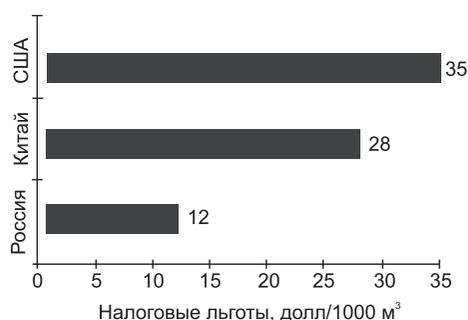


Рис. 2. Сравнение масштабов налоговых льгот в США, Китае и России.

ты моделирования добычи газа из угольных пластов в Кузбассе показали большое значение законодательного стимулирования для эффективного и быстрого развития новой отрасли российского топливно-энергетического комплекса (Хайдина, 2010).

Использование угольного метана существенно уступает традиционной технологии добычи твердого топлива (угля). Технологические решения при извлечении метана из угольных пластов базируются в основном на опыте нефтегазовой отрасли. Однако, для эффективной добычи газа из угольных пластов необходимо учитывать как природные, так и техногенные факторы. Специфика освоения угольных месторождений определяется следующими факторами (Сластунов и др., 2009):

- геологическими условиями (форма залежи, глубина залегания, температура, давление газа и т.д.);
- спецификой системы газ – газоносные породы;
- возможностью последующей обработки угольных пластов.

Рассмотрим более подробно эти особенности.

1. Основная форма газовой залежи – пластовая сводовая, для которой характерны газовый и водонапорный режимы вытеснения. В угольных месторождениях краевые воды отсутствуют, газ залегает в пологих пластах. Движение газа в пласте определяется лишь его пластовой энергией, которая колеблется от 2 до 6 МПа. Температура пластов 15-40 °С при глубине до 100-1100 м.

2. Угольные месторождения – угли различных марок. Пористость угольных пластов не превышает 5-8 %; на глубинах разработки более 600-700 м угольные пласты практически непроницаемы. Другой особенностью является взаимодействие газа с газоносными породами: 80-90 % газа находятся в связанном состоянии, причем связи разные (Табл. 1) (Сластунов и др., 2009).

Являясь породой органического происхождения, уголь представляет собой трещиновато-пористую среду. Трещины разного происхождения: либо образуются в процессе углефикации, либо при тектонических движениях, благодаря которым пласты угля разбиты на блоки. В блоках содержится в основном сорбированный газ, который десорбируется в виде диффузии. В трещинах и мак-ропорах содержится свободный газ, перемещающийся по ним в режиме фильтрации.

Трещиноватость, образованная в процессе генезиса, зависит от степени метаморфизма (отражательная способность витринита). Анализ экспериментальных данных о сорбции метана на углях показывает зависимость сорбционной емкости от температуры и характеризуется коэффициентом А для углей различной стадии метаморфизма и при различных давлениях (Табл. 2) (Сластунов и др., 2009).

Анализ результатов дегазации углей показывает, что максимальный отбор метана отмечается на шахтах, где добываются зрелые угли (отражательная способность витринита более 80 %). Такие угли выделяют метан при растрескивании по микротрещинам. Газоносность и кинетика газоотдачи угля определяются такими факторами, как степень метаморфизма, глубина залегания, петрографический состав, горно-геологические условия залегания.

Структура угля содержит поры от 100 до 0,8 нм, при этом основная часть пористости обусловлена размером пор, соответствующим размеру пор молекул метана. По

Группа	Форма нахождения газа	Относительное содержание, %	Тип связи	Энергия деструкции, МДж/м ³
1-я	Свободный газ	5-6	Адгезионная	0,09
2-я	Сорбированный на поверхности и в макропорах	8-10	Физическая сорбция	0,76-0,94
3-я	Сорбированный в микропорах Растворенная Газокристаллическая	20-25 40-50 3-5	Объемное заполнение Раствор внедрения Химическое взаимодействие	1,88-2,37 7,6-8,9 13,4-17,8

Табл. 1. Форма и энергия связи метана с углем.

Выход летучих V, %	A (м ³ /(г·К)) прир, МПа								
	1	2	3	4	5	6	8	10	
5	0,44	0,50	0,50	0,50	0,49	0,48	0,46	0,43	
25	0,23	0,35	0,39	0,40	0,39	0,39	0,38	0,35	
50	0,20	0,28	0,32	0,34	0,35	0,35	0,35	0,34	

Табл. 2. Значения коэффициента тепловой сорбции метана.

характеру движения метана в разных порах угля выделяют несколько классов (Сластунов и др., 2009):

- Молекулярные поры (0,4-0,7 нм), соизмеримые с размерами молекул метана (0,416 нм).

- Фольмеровские (1-10 нм). Длина свободного пробега метана меньше диаметра пор, поэтому в таких порах число столкновений молекул газа со стенками пор больше, чем между молекулами.

- Кнутсеневские (10-100 нм). В этих порах длина свободного пробега молекул меньше размера пор, и характер движения газа является молекулярным.

- Макропоры (более 100 нм). Поры, по которым осуществляется газовая диффузия, определяемая градиентом концентрации.

Пустотность угля, связанная с трещиноватостью, оценивается в 3-12%. На долю эндогенных трещин приходится не более 3% микропустотности угля (Сластунов и др., 2009).

С различными параметрами трещиноватости углей (плотность трещин, удельная трещиноватость и т.д.) коррелирует его проницаемость, что напрямую связано с решением проблем дегазации и извлечения метана. Наиболее важными параметрами трещиноватости являются: средняя величина раскрытия и густота трещин (или среднее расстояние между трещинами) (Табл. 3) (Сластунов и др., 2009).

В трещинах и макропорах содержится свободный газ, перемещающийся в процессе фильтрации. При внезапных выбросах может выделяться 50-100 м³/т газа.

Тип	Степень нарушенности	Прочность угля	Среднее расстояние между трещинами в аншлафе, мм
I	Ненарушенные	Крепкие	4,0
II	Малонарушенные	Довольно крепкие	1,9
III	Сильнонарушенные	Непрочные	1,20
IV	Раздробленные	Малопрочные	0,88
V	Перетертые	Малопрочные	0,56

Табл. 3. Классификация углей по степени нарушенности.

Для повышения проницаемости проводят гидрорасчленение-раскрытие трещин без резкого падения давления. Смыкание трещин предотвращают закачкой крепящего материала. В прискважинной зоне при этом образуются трещины 2-10 мм, максимальное раскрытие трещин отмечается на расстоянии 30-60 м от скважины (Сластунов и др., 2009). Гидрорасчленение отличается от гидроразрыва тем, что пропант закачивается в уже

существующие трещины, в отличие от созданных при гидроразрыве. Развитие системы трещин в угольном пласте под воздействием нагнетаемой жидкости имеет ряд особенностей.

Проницаемость угля определяется не столько частотой трещин, сколько величиной их раскрытия. При этом газопроницаемость углей прочных и тектонически не нарушенных превышает газопроницаемость углей малопрочных, сильно тектонически нарушенных, примерно в 50 раз (Сластунов и др., 2009).

Эффективность извлечения метана зависит от времени, пластового давления, проницаемости, давления на устье скважины и других параметров. Высокая сорбционная ёмкость угля и его низкая проницаемость определяют необходимость активного воздействия для эффективного извлечения метана. Внешними факторами, влияющими на сорбционную ёмкость, являются давление и температура. Чем ниже давление и выше температура, тем ниже сорбционная активность углей, поэтому эффективность дегазации связывается с пневмовоздействием, тепловым воздействием и др.

В период эксплуатации шахты имеет смысл использовать комплексные методы извлечения метана, сочетающие наземные скважины, пробуренные на поверхности с целью дегазации пластов, и подземные скважины, объединенные в единую систему.

Основной принцип метанугольной концепции разработки угольного месторождения – это попутное извлечения метана на всех стадиях освоения угольного месторождения с учетом изменения фильтрационных свойств угольного массива под влиянием горных работ. Предлагается выделить три стадии извлечения метана, соответствующие принципиально различным напряженно-деформированным состояниям пласта (Пучков и др., 2010):

1-ый период – добыча метана из неразгруженного массива (проектирование и строительство шахты);

2-ой период – эксплуатация шахты до полной отработки запасов;

3-ий период – до полного газового истощения угольной толщи (извлечение метана из старых выработанных шахт).

Поскольку эти периоды нечетко разделены во времени, то наиболее рациональной является технология использования одних и тех же скважин на всех стадиях освоения месторождения. Эта технология не только снижает газовыделение в атмосферу шахты, но и существенно увеличивает уровень безопасности

Наименование показателя	Заблаговременная дегазация пласта	Добыча
Увеличение нагрузки на очистной забой, млн. у.е.	3,3	-
Сокращение объема подготовительных выработок, млн. у.е.	до 0,4	-
Реализация метана (при цене 100 у.е. /1000 м ³ СН ₄) млн. у.е.	0,15	1,5
Сокращение выбросов парниковых газов, млн. у.е. / (тыс. т СО ₂)	0,18/(18)	до 0,23/(23)
ИТОГО:	4,03	1,82

Табл. 4. Экономические показатели заблаговременной дегазации и добычи метана из угольных пластов (на одну скважину).

и производительности труда шахтеров, а также снижает себестоимость работ.

При закрытии шахт внутри горной выработки остается значительное количество метана, в 2-3 раза превышающее отобранный объем. Газовыделение из них продолжается ещё многие годы. Решение проблемы заключается в использовании стадийного подхода извлечения метана в процессе всего периода освоения метаноугольного месторождения, что повышает эффективность угледобычи за счет снижения газовыделения в атмосферу шахты, позволяет поднять уровень безопасности и производительности труда, а также снизить себестоимость работ. Данная технология должна обеспечивать безопасные условия труда шахтёров, экономическую выгоду добычи угля и метана, полезное использование добываемого метана, уменьшение эмиссии метана в атмосферу, что существенно улучшит экологическую ситуацию в регионе. В таблице 4 приведены экономические показатели заблаговременной дегазации и добычи метана из угольных пластов (на одну скважину). По приведенным цифрам видно преимущество заблаговременной дегазации (Сластунов и др., 2012).

Оценка и прогноз основных геолого-промысловых характеристик угольных пластов – нестандартная задача из-за сложного строения и формы нахождения метана в поровом пространстве (Десяткин, Стрельченко, 2010).

На первой стадии проводят региональные сейсмические исследования и выявляют перспективные площади угольных пластов для добычи метана. Это, как правило, 2D- или 3D-сейсморазведка. При этом результаты региональной и детальной сейсморазведки взаимосвязаны. На стадии детальных работ проводят детальное сейсмическое профилирование (когда пробурены разведочные скважины на метаноугольном разрезе) с целью построения геолого-геофизической модели изучаемого участка. Геолого-технологические исследования скважин включают изучение механической скорости, осевую нагрузку на долото, преобладающую частоту вибрации бурильной колонны и т.д.

Геолого-геофизические (в том числе петрофизические) и технологические исследования на первой стадии изучения определяют фильтрационно-емкостные, физико-механические свойства, элементный и вещественный состав углей и угле вмещающих пород, а также такие свойства углей, как выход летучих веществ, отражающая способность витринита, влажность, газонасыщенность и др.

Газопроницаемость угольных пластов определяется либо гидродинамическими методами, либо по аншлифам по формуле Ромма (Сластунов и др., 2009):

$$k_r = A \frac{b^3 l}{S} = Ab^3 L$$

где k_r – трещинная проницаемость, 10⁻³ мкм², A – численный коэффициент, зависящий от геометрии системы трещин, b – ширина раскрытия трещин, мм, l – суммарная длина трещин, мм, S – площадь шлифа, мм², L – удельная длина трещин, мм.

Поскольку угольный ядро меняет свои характеристики при выносе на поверхность, наиболее частое применение получили гидродинамические методы

В практике горного производства используется также другой параметр – коэффициент фильтрации газа или жидкости через породы. Коэффициент фильтрации зависит от марок угля (Табл. 5) (Десяткин, Стрельченко, 2010).

Применение методов углеразведочной геофизики (В.В. Гричухин) позволяет определить вещественный и гранулометрический состав вмещающих пород, расчленить разрез. Полученные результаты используют для построения геолого-геофизической модели – основы для построения гидродинамической модели, а также для подсчета запасов углей и метана на метаноугольном месторождении.

Подсчет запасов метана в угольных пластах является сочетанием метода геологических блоков, обычно используемого для подсчета запасов угля, и объемного метода подсчета запасов газа (Пучков и др., 2010).

Подготовка метаноугольных месторождений к промышленной добыче газа включает три этапа (Хрюкин и др., 2009).

1-ый этап. Выделение перспективных бассейнов – крупных метаноугольных месторождений. Подготовка ТЭО поисково-оценочных работ на перспективных площадях.

2-ой этап. Выделение наиболее перспективных участков и мест заложения поисково-оценочных скважин. Выявление наиболее перспективных проницаемых интервалов. Отбор проб углей для оценки их газонасыщенности и сорбционности. Выделение первоочередных площадей для проведения разведочных работ.

3-ий этап – разведочный: пробная добыча, моделирование с целью уточнения запасов, разработка ТЭО освоения месторождения и технологическая схема опытно-промышленной эксплуатации.

Главными критериями, оценивающими высокую перспективность бассейна, являются: наличие крупномасштабной ресурсной базы, высокие газонасыщенность и проницаемость, наличие крупных потребителей газа, эффективные технологии извлечения газа из угольных пластов.

Коэффициент фильтрации, 10 ⁻⁵ м/мин	Д	Г	Ж	К	ОС	Т	А
K _{ф. max}	4,24	3,50	13,70	3,50	3,27	3,40	9,70
K _{ф. min}	3,12	0,20	0,26	0,80	0,26	0,30	0,13
K _{ф. ср.}	3,68	1,45	2,45	1,54	1,30	1,63	1,74

Табл. 5. Пределы изменения коэффициента фильтрации для различных марок угля.

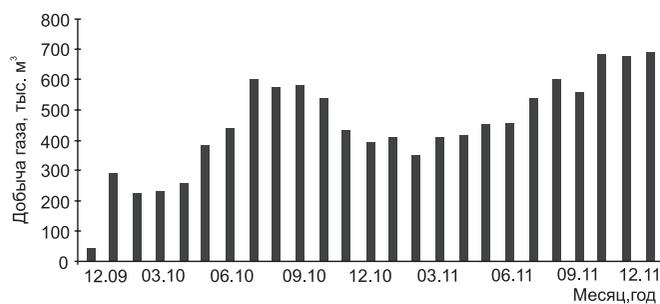


Рис. 3. Добыча угольного метана в Кемеровской области.

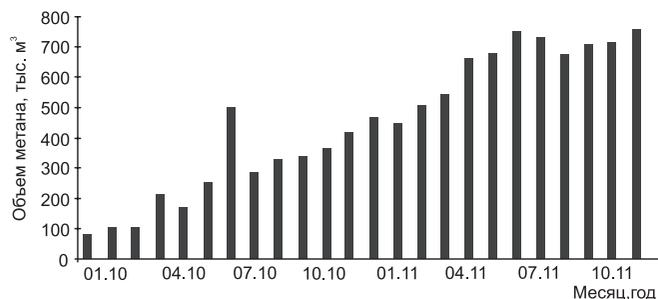


Рис. 4. Использование угольного метана на АГНКС в Кемеровской области.

Россия обладает огромными промышленными ресурсами разнообразных по качеству углей – от бурых до антрацитов. Общие ресурсы метана в угольных пластах основных угольных бассейнов России, как указывалось выше, оценены в 83,7 трлн м³. К высокоперспективным бассейнам отнесены Кузнецкий (ресурсы метана – 13 трлн м³), Печорский (1,3 трлн м³) угленосные бассейны и Алсакское месторождение с ресурсами метана около 55 млрд м³ (Хрюкин и др., 2009).

Освоение таких метаноугольных бассейнов, как Тунгусский, Ленский, Южно-Якутский, Буреинский, Зырянский, будет начинаться с маломасштабной добычи газа для удовлетворения региональных потребностей, хотя впоследствии с развитием технологий добычи метан будет добываться и использоваться также, как и газ традиционных месторождений. В случае успешной организации газовых промыслов в высокоперспективных угольных бассейнах России уровень добычи метана может достичь 17-19 млрд м³ в год (Хрюкин и др., 2009).

Промышленная добыча метана из угольных пластов – процесс наукоемкий и требует постоянного научного сопровождения. С научной точки зрения, проблема извлечения сорбированного в угольных пластах метана далеко не изучена.

В России добыча метана из угольных пластов в промышленных масштабах находится на начальном этапе своего развития (Сурин, 2012). В Кузбассе в 2009 г. ОАО «Газпром» запустил первый в России промысел по добыче метана из угольных пластов на Талдинском метаноугольном месторождении (Рис. 3) (Сурин, 2012).

На первом этапе обрабатывались задачи по пробной эксплуатации разведочных скважин, подбирались оборудование, которое можно использовать в суровых условиях Сибири, обрабатывались режимы скважин, готовились кадры и т.д. Используя опыт США и Канады, внедрялись собственные запатентованные разработки, которые улучшали эксплуатационные характеристики работы скважин.

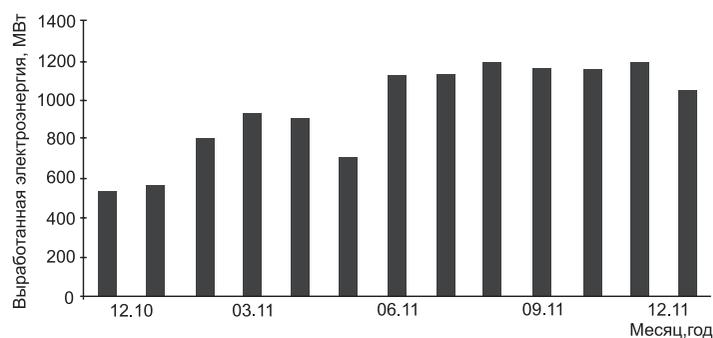


Рис. 5. Выработка электроэнергии на основе угольного метана.

На промысле работают семь эксплуатационных скважин, бурятся новые, обрабатываются технологии использования газа. В составе газовой смеси полностью отсутствуют серосодержащие компоненты. Для удовлетворения нужд промысла и населения введена в действие автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (Рис. 4) (Сурин, 2012).

Добываемый газ поставляется не только на автомобильную газонаполнительную компрессорную станцию (АГНКС), но также на газопоршневую электростанцию (ГПЭС) для выработки электроэнергии на собственные нужды промысла и местного населения (Рис. 5) (Сурин, 2012).

В августе 2010 г. начались геологоразведочные работы на Нарыкско-Осташкинской площади Кемеровской области. Суммарная мощность открытых 25 залежей составляет 60-80 м, перспективные ресурсы метана (кат. С) 153 млрд м³ (Сурин, 2012). Используя опыт бурения скважин Талдинского промысла, на Нарыкско-Осташкинской площади применили кустовое-горизонтальное бурение, которое позволит повысить безопасность труда шахтеров благодаря предварительной дегазации угольных пластов строящихся шахт. Ведется работа по тесному сотрудничеству производственных организаций (ОАО «Евраз», ОАО «УК» ЮжКузбассуголь» и др.) и проектных институтов (ОАО «Газпромпромгаз», ЗАО «Гипроуголь» и др.).

К 2025 г. планируется полностью перевести всех кузбасских потребителей на местный газ (Сурин, 2012).

Таким образом, на практике удалось продемонстрировать технологическую возможность и высокую востребованность метана угольных пластов в качестве экономичного и экологически чистого топлива. Опытно-промышленная эксплуатация Талдинского месторождения продолжается.

Успешный мировой опыт, наличие эффективных технологий, богатая ресурсная база, увеличение затрат на добычу традиционного газа, возрастающий спрос на газ внутри страны и за её пределами – вот основные факторы необходимости и экономической целесообразности вовлечения в промышленную разработку российских метаноугольных месторождений.

Теперь на первый план выходят технологические решения по оптимизации затрат, а также объективная оценка перспектив добычи и реализации метана с учетом рыночной конъюнктуры. И пусть пока преждевременно давать однозначную оценку перспектив метана угольных пластов в масштабах государства, но можно утверждать, что Россия располагает всеми необходимыми условиями для того, чтобы этот новый ресурс стал важной составной частью будущей газовой отрасли страны (Кошелев, 2012).

Литература

- Агапов А.Е., Каплунов Ю.В., Шпирт М.Я. Парниковые воздействия газообразных продуктов добычи (переработки) углей и основные возможные мероприятия по его снижению. Шахты: Изд-во ЮГО АГН. 2002. 110 с.
- Десяткин А.С., Стрельченко В.В. Оценка и прогноз основных геолого-промысловых характеристик угольных пластов для добычи метана. *Газовая промышленность*. 2010. № 7. С. 18-21.
- Ермолаев А.И., Хайдина М.П. Исследование дегазации угля и добычи метана из угольных отложений. *Газовая промышленность*. 2008. № 1. С. 45-47.
- Кошелец А.В. Экономический потенциал промышленного освоения ресурсов метана угольных пластов в современной России. *Газовая промышленность*. 2012. № 9. С. 86-89.
- Крейнин Е.В. Экологически чистые технологии замены природного газа углем. *Газовая промышленность*. 2008. Спецвыпуск № 8. С. 83-85.
- Пучков Л.А., Састунов С.В. Освоение углегазовых месторождений: основные технологические решения. *Газовая промышленность*. 2010. № 7. С. 26-29.
- Сластунов С.В., Коликов К.С., Агарков А.В. Структура угольного пласта и особенности извлечения угольного метана. *Газовая промышленность*. 2009. Спецвыпуск № 13 (633). С. 18.

- Сластунов С.В., Коликов К.С., Ермак Г.П. Угольный метан: добыча или дегазация. *Газовая промышленность*. 2012. № 10. С. 60-62.
- Сурин Е.В. Развитие добычи метана угольных пластов в Кузбассе. *Газовая промышленность*. 2012. № 10. С. 63-65.
- Хайдина М.П. Современные проблемы добычи метана из угольных отложений. *Газовая промышленность*. 2010. № 7. С. 12-13.
- Хрюкин В.Т., Сторонский Н.М., Сизиков Д.А., Кирильченко А.В., Швачко Е.В. Запасы метана в угольных пластах – реальный резерв расширения сырьевой базы ОАО «Газпром». *Газовая промышленность*. 2009. Спецвыпуск № 13 (633). С. 17.

Сведения об авторе

Юрова Маргарита Павловна – кандидат геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник Института проблем нефти и газа РАН Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д. 3
Тел: +7(499) 135-71-81, e-mail: mpyurova@mail.ru

Статья поступила в редакцию 08.10.2016

The Prospects and Opportunities to Use Coal Bed Methane as Unconventional Energy Source

M.P. Yurova

Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The article shows that the gas from coal beds (as unconventional source) in the near future may become one of the most important suppliers of energy, not only in the coal regions of the country, but because of its demand, in the market conjuncture. The emphasis is put on materials of Russian researchers who seriously study the problem of methane production from coal beds in Russian regions. The urgency of this problem is not only that gas is not sufficient in remote coal areas of our country, but above all in the fact that the risk of methane explosions in mines and loss of life is reduced. At this, a large amount of pollutants is ejected into the atmosphere, worsening environment and increasing the greenhouse effect. The article shows the specifics of finding methane in coal beds. More than 85 % of the gas is in the adsorbed in state (linked to the rock matrix). The article shows the basic differences of gas production from coal beds from the development of the conventional gas deposits. Coal beds can be of different brands. The most valuable are strongly metamorphosed coals (vitrinite reflectance of 80 % or more). Being a rock of organic origin, coal is a fractured porous media. Cracks are formed either during coalification of rock or by tectonic motions, so the layers are divided into blocks. The block has sorbed gas, stripping in a diffusion form. The cracks and micropores have free gas, moving in them in the filtration mode. Coal permeability depends not only on the number of cracks, but also on their disclosure. Efficiency of methane extraction is time, reservoir pressure, permeability, wellhead pressure, etc. There are several stages of methane extraction, corresponding to different stress-strain states of the formation. The paper gives a value (83.7 billion m³) of gas resources in coal basins of Russia. Pilot commercial production of gas from coal beds has been carried out in Russia from 2010 on the Taldinsky field of Kuzbass, where it is simultaneously utilized for local needs.

Keywords: unconventional gas, specifics of gas-bearing coal, development methods, resources of the country, prospects

References

- Agapov A.E., Kaplunov Yu.V., Shpirt M.Ya. Parnikovyie vozdeystviya gazoobraznykh produktov dobychi (pererabotki) ugley i osnovnyie vozmozhnyie meropriyatiya po ego snizheniyu [Greenhouse effects of light-end products of coal production (processing) and main possible mitigation measures]. *Shakhty: YuGO AGN*. 2002. 110 p. (In Russ.)
- Desyatkin A.S., Strel'chenko V.V. Otsenka i prognoz osnovnykh geologo-promyslovykh kharakteristik ugot'nykh plastov dlya dobychi metana [Assessment and forecast of the main geological field characteristics of coalbed for methane production]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2010. No. 7. Pp. 18-21. (In Russ.)
- Ermolaev A.I., Khaydina M.P. Issledovanie degazatsii uglya i dobychi

metana iz ugot'nykh otlozheniy [Study of coal degassing and methane production from coal deposits]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2008. No. 1. Pp. 45-47. (In Russ.)

Khaydina M.P. Sovremennye problemy dobychi metana iz ugot'nykh otlozheniy [Modern problems of methane production from coal deposits]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2010. No. 7. Pp. 12-13. (In Russ.)

Khryukin V.T., Storonskiy N.M., Sizikov D.A., Kiril'chenko A.V., Shvachko E.V. Zapasy metana v ugot'nykh plastakh – real'nyy rezerv rasshireniya syr'evoy bazy OAO «Газпром» [The reserves of methane in coal bed – a real reserve of expansion of raw materials base of «Gazprom» JSC]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2009. No. 13. Pp. 17. (In Russ.)

Koshelets A.V. Ekonomicheskiy potentsial promyshlennogo osvoeniya resursov metana ugot'nykh plastov v sovremennoy Rossii [The economic potential of industrial development of coalbed methane resources in modern Russia]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2012. No. 9. Pp. 86-89. (In Russ.)

Kreynin E.V. Ekologicheski chistye tekhnologii zameny prirodnogo gaza uglem [Green technologies of natural gas replacing by coal]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2008. Special issue No. 8 (621). Pp. 83-85. (In Russ.)

Puchkov L.A., Sastunov S.V. Osvoenie uglegazovykh mestorozhdeniy: osnovnyie tekhnologicheskie resheniya [Development of Coal and Gas Deposits: the main technological solutions]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2010. No. 7 (648). Pp. 26-29. (In Russ.)

Slastunov S.V., Kolikov K.S., Agarkov A.V. Struktura ugot'nogo plasta i osobennosti izvlecheniya ugot'nogo metana [The structure of the coal bed and features of extraction of coalbed methane]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2009. Special Issue No. 13 (633). Pp. 18. (In Russ.)

Slastunov S.V., Kolikov K.S., Ermak G.P. Ugot'nyy metan: dobycha ili degazatsiya [Coal Bed Methane: degassing or production]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2012. No. 10. Pp. 60-62. (In Russ.)

Surin E.V. Razvitie dobychi metana ugot'nykh plastov v Kuzbasse [The development of coal bed methane production in Kuzbass]. *Газовая промышленность = Gas industry*. 2012. No. 10. Pp. 63-65. (In Russ.)

For citation: Yurova M.P. The Prospects and Opportunities to Use Coal Bed Methane as Unconventional Energy Source. *Georesursy = Georesources*. 2016. V. 18. No. 4. Part 2. Pp. 319-324. DOI: 10.18599/grs.18.4.10

Information about author

Margarita P. Yurova – PhD in Geology and Mineralogy, Leading Researcher, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Russia, 119333, Moscow, Gubkin str., 3
Phone: +7(499)135-71-81, e-mail: mpyurova@mail.ru

Manuscript received October 08, 2016