

УДК 622.817.47

Т.А. Киряева (кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института угля СО РАН)

М.В. Писаренко (кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института угля СО РАН)

Оценка ресурсов метана в Кузбассе

Выполнена оценка ресурсов угольного метана Кузнецкого угольного бассейна по геолого-экономическим районам на основе представлений о том, что состояние углеметановых геоматериалов характеризуется тремя формами: свободная, сорбированная и в основном твердый углегазовый раствор (ТУГР), и с учетом угленасыщенности.

Работа выполнена с поддержкой финансирования по проекту РФФИ № 10-05-98015 «Комплексный анализ ресурсов угольного метана Кузбасса для обеспечения его крупномасштабной добычи и использования».

Ключевые слова: ЗАПАСЫ, РЕСУРСЫ, УГОЛЬ, МЕТАН, ГАЗОНОСНОСТЬ, УГЛЕМЕТАНОВЫЕ ГЕОМАТЕРИАЛЫ

Прогнозные ресурсы метана в основных угольных бассейнах России, по данным Газпрома (1990 г.), составляют 83,7 трлн м³ (рисунок 1), что соответствует примерно трети прогнозных ресурсов природного газа страны [1]. Прогнозные ресурсы метана в Кузбассе по тем же данным оцениваются в 13,1 трлн м³.

Эта оценка выполнена по имеющимся геологоразведочным данным с учетом разработанных в 50-х годах прошлого века под руководством академика А.А. Скочинского положений теории сорбции. Однако уже на глубинах в 500 м газоносность пласта вдвое превышает пределы сорбционной способности угля, установленные в лабораторных условиях, что и заставляет искать более совершенные представления об углеметановом веществе.

Содержащийся в угольных пластах метан способен создавать давление в загерметизированных на глубинах 500-700 м объемах скважин до 40-60 атм. Установлено, что, несмотря на высокое давление, он очень медленно выделяется из неразгруженных от горного давления угольных пластов. Его нельзя рассматривать как свободный газ, т.к. он миллионы лет сохраняется в составе углеметанового вещества, находясь достаточно близко к дневной поверхности при вполне значимой для этого периода времени проницаемости пласта. Аналогичная ситуация и в окрестности горных выработок, когда за небольшой (15 м) зоной газоистощения газокинетические характеристики пласта сохраняются десятки лет. Границу этой зоны иногда называют «газовым барьером». Природа его существования в какой-то мере раскрывается в гипотезе о формировании твердых углеметановых растворов (ТУГР) и последующих работах отечественных ученых в этом направлении [2, 3, 4]. Сущность ее в следующей особенности.

Основной объем метана в угле находится в межмолекулярном пространстве по типу однофазного двухкомпонентного твердого раствора внедрения, образование которого обусловлено тем, что сформировавшийся в процессе метаморфизма угольного вещества газообразный метан частично выделился в виде свободного газа, а частично заполнил вакансии (пустоты) в молекулярной структуре и межмолекулярных промежутках угля. В 1984 г. Эттингер И.Л. [5] опубликовал статью о том, что угольный пласт нужно рассматривать как твердый углегазовый раствор, не снимая способности угля содержать в себе свободную и сорбированную формы существования метана. В 1994 г. научное открытие российских ученых подтвердило эти представления. Были получены результаты, устанавливающие, что состояние углеметановых геоматериалов характеризуется тремя формами: свободная, сорбированная и в основном твердый углегазовый раствор (ТУГР). Газосодержание раствора определяется его напряженным состоянием. Снижение напряжений обуславливает необратимый распад раствора и переход метана в свободное и сорбированное состояния с последующим газоистощением пласта.

На рисунке 2 представлены зависимости от глубины залегания пласта:

- количество газа, которое может сорбироваться в угле при гидростатическом давлении;
- количества свободного и адсорбированного метана, определяемые по установленным ИУ СО РАН небольшим уточнениям известных зависимостей [6];
- данные геологической разведки газоносности пласта;
- количества растворенного метана – разность между фактической газоносностью и содержанием свободного и адсорбированного метана.

Полученные зависимости позволяют более уверенно оценивать газоносность угольных пластов больших глубин, где данные геологоразведки крайне ограничены.

По геологическому строению Кузнецкий бассейн представляет собой межгорную обширную впадину, так называемую Кузнецкую котловину. Заполняющие ее угленасыщенные отложения относятся к верхнепалеозойскому и мезозойскому возрастам. Комплекс морских осадочных пород, выходящих по периферии котловины и подстилающих угленосные отложения, представлен всеми системами нижнего палеозоя от кембрия до карбона – зарубинской и мозжухинской сериями [7].

На породах мозжухинской серии залегают угленосные отложения, в состав которых входят четыре серии: балахонская и кольчугинская (палеозойского возраста), мальцевская и тарбаганская (мезозойского возраста).



Рисунок 1 - Прогнозные ресурсы метана в основных угольных бассейнах России по данным Газпрома

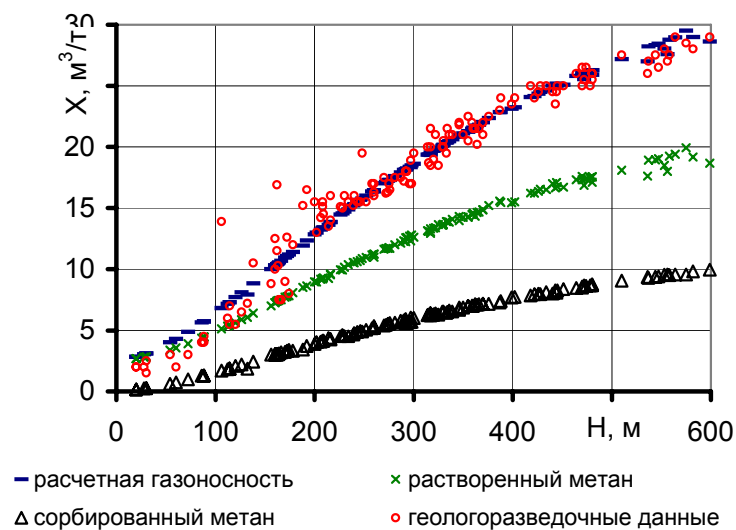


Рисунок 2 - Зависимость структуры газоносности пласта 5 Чертинского месторождения Кузбасса от глубины залегания

Промышленная угленосность Кузнецкого бассейна связана с отложениями верхнего палеозоя - балахонской и кольчугинской сериями. Балахонская серия расчленяется на остроговскую, нижнебалахонскую и верхнебалахонскую подсерии (снизу вверх) [7].

Кольчугинская серия в пространственном отношении приурочена к срединной части бассейна, расчленена на кузнецкую, ильинскую и ерунаковскую подсерии.

Угли балахонской серии представлены марками от КЖ до Т, кольчугинской серии – от Д до КЖ.

В бассейне выделяется 25 геолого-экономических районов (рисунок 3). Промышленным освоением охвачена не вся территория бассейна. Изученность угленосных отложений также значительно колеблется.

Практически на всех угольных месторождениях, за исключением зон с многочисленными тектоническими нарушениями закрытого типа, основной объем ресурсов метана заключен в угольных пластах, пропластках и прослойках. Поэтому расчет ресурсов метана зависит от количества угля, заключенного в недрах.

Официально принятая оценка угольной сырьевой базы Кузнецкого бассейна базируется в основном на методических принципах, сформировавшихся в конце 50-х и начале 60-х годов прошлого столетия. Подсчетные параметры кондиций включают характеристики мощности и зольности угольных пластов с учетом направления промышленного использования углей, но не учитывают горно-геологических условий, в значительной мере определяющих возможность и целесообразность разработки месторождений. Результаты оценки, суммированные в Государственном и Отраслевом балансах запасов угля и материалах подсчета прогнозных ресурсов, дают объективное представление о состоянии угольного ресурсного потенциала региона или отдельных площадей. Однако они недостаточны для дифференциации ресурсов по экономической эффективности их промышленного значения. Поэтому геологическими службами каждый год производится списание экономически неэффективных запасов с Государственного баланса, но которые, тем не менее, остаются в недрах.

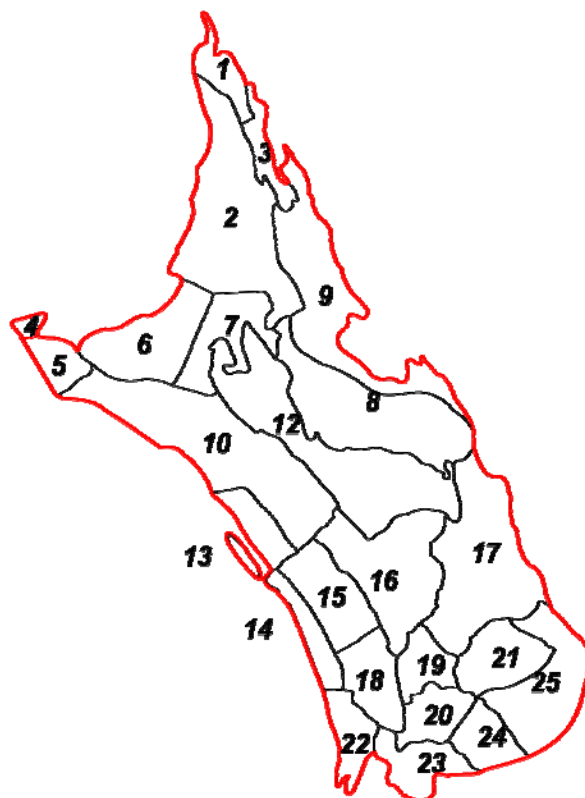
Расчеты объемов угольных ресурсов Кузнецкого бассейна основываются на данных геологоразведочных работ, которые были проведены в основном до 1980 г., поэтому исходная информация принята по отчету переоценки ресурсов по состоянию на 01.01.1979 [8]. Отметим, что этому году соответствовало максимальное значение балансовых запасов.

Предельная глубина подсчета прогнозных ресурсов составляет 1800 м (горизонт –1500 м (абс.)) для каменных углей и 600 м (горизонт –300 м (абс.)) для бурых углей. Интервал глубин распределения прогнозных ресурсов принят равным 300 м.

Ресурсы углей были подсчитаны по кольчугинской серии, верхнебалахонской и нижнебалахонской подсериям.

Подсчет общих оставшихся ресурсов угля по состоянию на 01.01.2010 г. производился следующим образом. Количество угля, добытого с 1979 по 2009 гг., распределенного по глубинам и геологическим сериям, вычиталось из общих ресурсов угля по состоянию на 01.01.1979 г. Принятый подход позволил оценить общие ресурсы угля, включая списанные с баланса, но остающиеся в недрах.

При оценке ресурсов метана глубина залегания верхней границы зоны метановых газов от поверхности в Кузбассе принята 75 м с природной метаноносностью угля до 3 м³/т.



Цифры на схеме	Район	Ресурсы угля, млн т	Ресурсы метана, трлн м ³
1	Анжерский	1859	0,069
2	Кемеровский	28670	0,825
4	Завьяловский	2346	0,073
6	Титовский	19598	0,637
7	Плотниковский	28475	0,723
8	Салтымаковский	60018	1,643
9	Крапивинский	33137	0,852
10	Ленинский	100730	2,308
11	Беловский	4596	0,099
13	Бачатский	1729	0,060
14	Прокопьевско-Киселёвский	19022	0,698
15	Ускацкий	7153	0,200
16	Ерунаковский	92540	2,006
17	Терсинский	32852	0,752
18	Араличевский	16266	0,543
19	Байдаевский	8749	0,237
20	Осиновский	5313	0,158
22	Бунгуро-Чумышский	26043	0,660
23	Кондомский	40283	1,214
24	Мрасский	23989	0,682
25	Томь-Усинский	53916	1,469
Итого:		607274	15,9

Рисунок 3 – Схема расположения геолого-экономических районов Кузнецкого угольного бассейна с оценкой ресурсов угля и метана

Окончательная выборка данных о газоносности пластов бассейна содержит информацию по 13900 пластопересечениям.

На рисунках 4 и 5 приведены примеры изменения газоносности с глубиной залегания пластов для некоторых серий и подсерий Кузбасса [2]. Для каждой из них устанавливались средние значения газоносности, которые аппроксимированы выражением, соответствующим трем формам существования метана в угольных пластах. Этот прием вполне удовлетворительно зарекомендовал себя в работах М.А. Ермакова [9, 10].

Ресурсы метана рассчитывались следующим образом. Для каждой серии или подсерии угленосных отложений значения газоносности до глубины 1800 м с интервалом 300 м рассчитывались по полученному уравнению, а затем умножались на ресурсы угля.

Из рисунков 4 и 5 видно, что разброс значений газоносности даже для одной отдельно взятой серии достаточно велик, поэтому можно говорить только о сугубо оценочном характере расчетов.

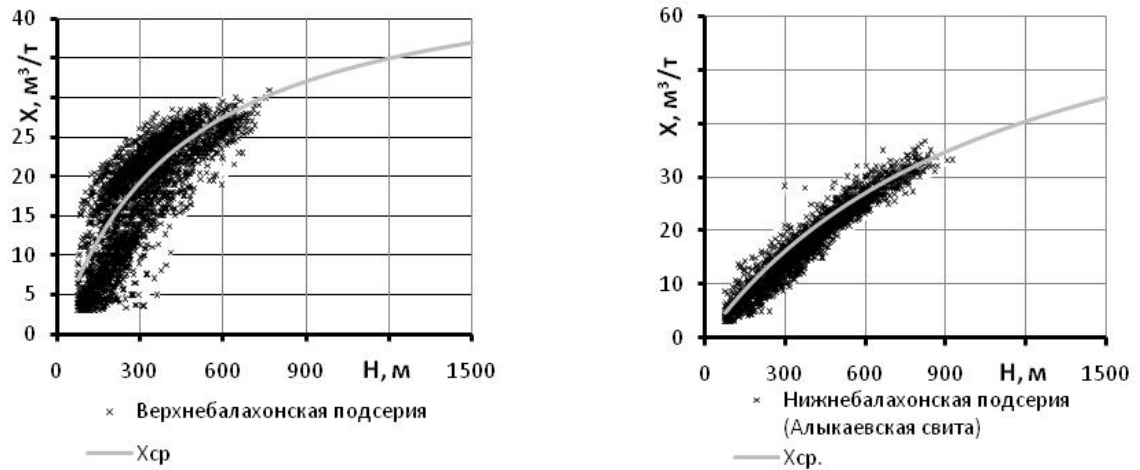


Рисунок 4 - Изменение газоносности с глубиной залегания пластов Балахонской серии Кузбасса

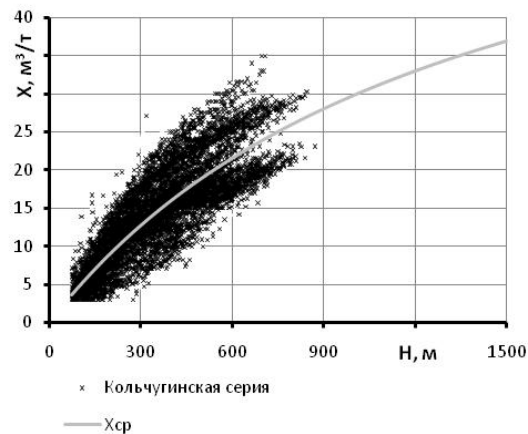


Рисунок 5 - Изменение газоносности с глубиной залегания пластов Кольчугинской серии Кузбасса

Получено следующее распределение ресурсов метана по глубинам стратиграфических структур Кузбасса:

- 0-300 м - 1,96 трлн м³;
- 300-600 м - 2,22 трлн м³;
- 600-1200 м – 6,63 трлн м³;
- 1200-1800 м – 5,13 трлн м³.

Следует отметить, что оценка ресурсов метана в Кузнецком угольном бассейне выполнена по 21 району (рисунок 3). Это объясняется тем, что в Доронинском, Тутуяском, Барзасском и Центральном районах, хотя и имеются ресурсы углей, однако данные геологической разведки свидетельствуют о низком содержании метана в угленосной толще этих районов.

Общие ресурсы метана в Кузбассе по принятой в данной работе методике оцениваются в 15,9 трлн м³.

Сравнивая полученную величину с ранее известной [8] в 13,1 трлн м³, можно заключить, что некоторое увеличение результатов подсчета ресурсов вполне ожидаемо, т. к. использование представлений о твердом углегазовом растворе позволяет точнее оценивать установленные геологоразведкой тенденции роста газоносности пластов больших глубин, где минимальная пустотность и повышенная температура снижают содержание свободного и адсорбированного газа.

В то же время нахождение основной части метана в составе твердого раствора указывает, что промышленное извлечение и использование газовых ресурсов бассейна потребует создания принципиально новых технологий воздействия на углеметановые пласты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Сайт ОАО «Газпром» [Электронный ресурс] - М.: Газпром, 2010-. – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/production/extraction/metan/>, свободный. Загл. с экрана.
- 2 Бобин, В.А. Сорбционные процессы в природном угле и его структура / В.А. Бобин. – М.: ИПКОН АН СССР, 1987. – 135 с.
- 3 Айруни, А.Т. Способы борьбы с выделениями метана на угольных шахтах / А.Т. Айруни, – М.: ЦНИЭИУголь, 1991. – 64 с.
- 4 Малышев, Ю.Н. Методы прогноза и способы предотвращения выбросов газа, угля и пород / Ю.Н. Малышев, А.Т. Айруни, Ю.Л. Худин, М.И. Большинский. – М.: Недра, 1995. – 352 с.
- 5 Эттингер, И.Л. Растворы метана в угольных пластах // Химия твердого топлива. - 1984. - №4. - С. 28-35.
- 6 Полевщиков, Г.Я. Физико-химические особенности метастабильных состояний углеметановых пластов / Г.Я. Полевщиков, Т.А. Киряева // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды: материалы конференции (с участием иностранных ученых). – Новосибирск, 2007. – Т.1. -С.290-293.
- 7 Угольная база России. Том II. Угольные месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны: месторождения Алтайского края и Республики Алтай). - М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. - 604 с.
- 8 Алимов, А.И. Ресурсы углей Кузнецкого бассейна (по состоянию на 01.01.1979 г.). Переоценка прогнозных запасов углей Кузбасса / А.И. Алимов, А.И. Лежнин, Р.В. Зимина [и др.]. - Новокузнецк, 1979. – Т. II. -С.158.
- 9 Ермеков, М.А. Пути совершенствования прогнозов газоносности угольных пластов и газобильности выработок шахт в Карагандинском бассейне/ М.А. Ермеков // Проблемы современной рудничной аэрологии. - М.: Наука, 1974. – 262 с.
- 10 Ермеков, М.А. О применимости теории Лэнгмюра к изучению метаноемкости ископаемых углей / М.А. Ермеков, О.Ш. Ортенберг // Известия вузов. Горный журнал. -1976. - № 1.

METHANE RESOURCES EVALUATION IN KUZBASS

T.A. Kiriaeva, M.V. Pisarenko

Evaluation of coal methane resources in different geological-economic districts of Kuznetsk coal basin was fulfilled on the concept basis that condition of coal-methane geomaterials is characterized by three forms: free, retained and mainly solid coal-gas solution (SCGS) and subject to coal saturation.

The work is done with financial support of the project RFFI No. 10-05-98015 «Complex analyses of coal methane in Kuzbass in order to provide it's wide-scale extraction and use».

Key words: RESERVES, RESOURCES, COAL, METHANE, GAS CONTENT, COAL-METHANE GEOMATERIALS

Киряева Татьяна Анатольевна

E-mail: kiryaevata@iss.kemsc.ru

Писаренко Марина Владимировна

E-mail: mvp@iss.kemsc.ru