

ОЦЕНКА НА МЕТОДИТЕ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА СОРБЦИОННИТЕ ПРОЦЕСИ ВЪВ ВЪГЛИЩНИ ПЛАСТОВЕ

Любомир Геров, Лъчезар Георгиев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; LGerov@mgu.bg, lucho_sdng1@yahoo.com

РЕЗЮМЕ. В последно време нараства отново интереса към Добруджанският въглищен басейн, като потенциален обект за добив на въглищен газ (CBM). В тази връзка са оценени основните методи за изследване на сорбционните процеси във въглищни среди и са анализирани наличните данни за газосъдържанието.

Evaluation of methods for the study of sorption processes in coal seams

Lyubomir Gerov, Luchezar Georgiev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; LGerov@mgu.bg, lucho_sdng1@yahoo.com

ABSTRACT. Nowadays as potential object for production of coalbed methane the interest of Dobrudza carbon basin is increased. In this connection the new methods of development of the sorption processes in coal seams are evaluated and base data for gas contents are analyzed.

Въведение

През последните години нараства значително промишления добив на газ от въглищни находища, наречен CBM (Coalbed methane) (Vello, 2001). Според съвременните схващания, основното количество газ, съдържащ се във въглищата, се намира в сорбирано състояние. Сорбирането на газ от въглищата, т.е. концентрирането на газовите молекули върху откритите повърхности на сорбента под действието на молекулярните сили е сложен процес, при който едновременно се извършва адсорбция, абсорбция и хемосорбция. Характерните особености на тези процеси се определят преди всичко от свойствата на средата (Pinczewski, 2005) свойствата на газовата и течните фази и термобаричните условия. В последните години у нас нараства отново интереса към Добруджанското въглищно находище като обект за добив на CBM газ. Според (Николов, 2000) природната газоносност на въглищата от това находище е в размер на 13 cm³/g горима маса, а потенциалното съдържание на газ е възможно да е над 20 млрд. m³. За значителни възможности за добив на газ от въглищата на това находище се допуска в (Милчев и др., 2007), където количеството на метан е оценено до 20-25 m³ на тон въглища и от (Дерменджиев и др., 2007) според който относителната метанообилност на добруджанските въглища ще надхвърли 20 m³ на тон въглища.

Основната цел на доклада е да се направи оценка на използваните методи за определяне на някои от характеристиките на сорбционните процеси, свързани преди всичко с възможността за разглеждане на находището като потенциален обект добив на CBM газ.

Кратки сведения за Добруджанския въглищен басейн

Добруджанският въглищен басейн се намира в югоизточната част на Южна Добруджа. В неговите граници са установени три находища: Добруджанско, Калиакренско и Наневско. Генетичните граници на басейна са неизвестни поради интензивно проявените постгенетични тектонски и ерозионни процеси.

Историята на изучаване на басейна се разделя на три етапа (Христов, Стефанова, 1988): първи етап (откриване) от 1963 до 1970 г. – през този период са прокарани първите десет сондажа през 5 km, с което е оконтурена значителна площ с различна въгленосност и широка гама от черни въглища; втори етап, обхваща периода от 1970 до 1979 г. – през този период в оконтурената промишлена площ се прокарат множество сондажи в мрежа 1000/1000 m; трети етап, обхваща периода 1979-1986 г. – през това време изследванията се задълбочават в резултат на проведените в голям обем проучвателни работи.

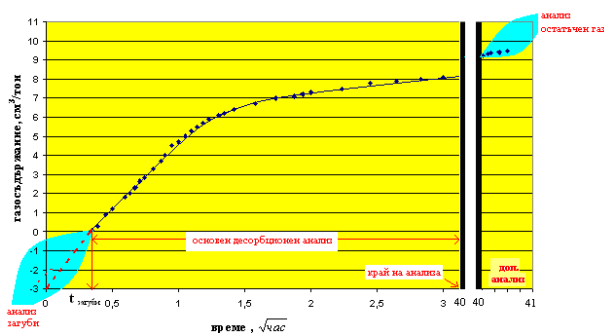
Методи за изследване на сорбционни процеси във въглищни пластове

При изучаване газоносността на въглищните пластове се определя количественото съдържание на сорбирания газ, неговия състав, както и редица параметри, характеризиращи сорбционния процес: сорбционно време дифузионна константа и др. (Mavor et al., 1990). Получените количествени параметри се свързват с типа на въглищата и техните физико-химични свойства. Като обект за добив на CBM газ въглищата се изследват и с цел

да се определят техните капацитетно-филтрационни свойства и промяната им при термобаричните условия.

За целта към настоящия момент се използват следните методи и стандарти: лабораторни методи за определяне съдържанието на сорбиран газ във въглищни проби (процедури на Ticora Geosciences, SGS Group и др); стандарти – ASTM D 5142 (за определяне на остатъчна влага във въглищните проби и пепелно съдържание), ASTM D 4239 C (за определяне на обща сяра), ASTM D5016 (за определяне на сяра и пепел), ASTM D 5865 (за определяне на калоричността на въглищата), ASTM D2799 (за определяне на минералният състав) и ASTM D2798 (за определяне на отражателна способност).

Като основен метод за изследване се е наложил метода на десорбционните камери, същността на който е показан на фиг. 1.



Фиг. 1. Същност на метода на десорбционните камери

При този метод ядковият образец се дегазира при контролирано изменение на налягането и постоянна температура в дегазационна камера в течение на продължителен период от време. В течение на основния период се анализира непрекъснато съставът и количеството на десорбиран газ. След завършване на основния процес ядковият материал се дезинтегрира до размери 40-60 mesh и се изследва отново за определяне на остатъчния (свързания) газ. Екстраполирането на получената десорбционна зависимост дава възможност за оценяване на количествата на "изгубения" газ за времето от откъсването на ядката на забоя на сондажа до поместването и в херметичната камера.

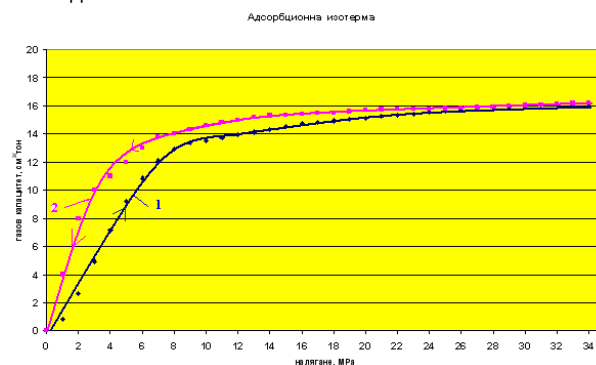
От проведените лабораторни изследвания се получават резултати за: състава на газа, обема на сорбиран газ, обема на остатъчния газ, обема на "изгубения газ", общия обем от газ, както и общото газосъдържание, изразено в m^3 на тон въглища.

Една от основните цели на изследването е и построяване на адсорбционна изотерма. Изотермата представлява функционално отношение на адсорбционния газов капацитет на въглищата и налягането при постоянна температура, описван от уравнението на Langmuir (Mavor et al., 1990). Като правило използвания газ при този вид експериментални изследвания е метанът. Получените резултати могат с известно приближение да се използват за определяне на запасите от адсорбиран газ на място. На фиг. 2, зависимост 1, е показана примерна адсорбционна изотерма. Съвременният подход при изучаване на този

процес е да се изследва и процеса на десорбция т.е. да се изясни и характера на хистерезисните процеси (зависимост 2 на фиг. 2).

Когато обектът се изследва като потенциален за добив на СВМ газ е задължително да се изследват капацитетно-филтрационните параметри: макро и микро пукнатинност, порово-пукнатинна вместимост, абсолютна и фазова проникваемост, деформируемост, филност, капиларност и др. Обикновено въглищният пласт се разглежда като среда с двойна порестост т.е. въглищна матрица с микро, нано и мезо пори и пукнатинна система с микро и макро размери.

За целта в практиката се използват стандартни и специализирани лабораторни комплекси (Kovscek, 2006) и специални методики за хидрогазодинамични изследвания на сондажите.



Фиг. 2. Сорбционни изотерми

Изследвания проведени за определяне газоносността на въглищните пластовете в Добруджанското въглищно находище

Най-пълно изследванията на газоносността¹ на Добруджанското въглищно находище са представени в (Стоянов и др., 1998) с оглед проектирането на вентилационни системи. Използвани са следните методи.

Изучаване на качествения състав на газа

Същността на метода се заключава в това, че след изваждане на ядката посредством двустенна ядкова тръба от проучвателните сондажи на повърхността, се отбират проби от въглищата, които се поставят в метални херметични чаши. Последните се доставят в лабораторията за дегазация и анализ на газа.

Дегазацията на пробите се извършва при температура 90°C във водна баня. По състава на газа се установява газовата зоналност, а по количеството на метана – дълбочината на залягане на горната граница на метановата зона. Този метод се използва с успех в зоната на газовото изветряне и в горната част на метановата зона. По този метод са изследвани 150 броя въглищни проби от различни въглищни хоризонти от 38 сондажи.

Полученото количество газ е определено като остатъчна газоносност. Данните за остатъчната газоносност са дадени в тегловни проценти и в cm^3 , след което се преизчисляват на cm^3/g маса и cm^3/g г.м. (cm^3 на грам горима маса) или в m^3/ton .

¹ Използвана е терминологията на източника

По своята същност методът е близък до разгледаният метод на десорбционните камери. Определената чрез този метод остатъчна газоносност се изменя в широки граници, като максималната и стойност е 9.21 cm³/g горима маса (Николов, 2000).

Определяне на остатъчната газоносност след свободно изтичане на газа, посредством херметични чаши

Опробването се извършва по следният начин: от извадената ядка се взема около 1 m чисти въглища. Последните се счукват до големина 13-25 mm и 1-3 mm, пресяват се и се квартоват. Три минути след изваждането на ядката се взема проба с диаметър на зърната 13-25 mm и се поставят в херметична чаша. След това проби с едрина на зърната 1-3 mm се отбират на 10, 20, 30, 60, 120 и 180 минути. Вземите проби се изпращат незабавно в специализирана лаборатория за дегазация и анализ.

Основната задача на този метод е да се установят измененията в качествения и количествения състав на газа през различни периоди от вземане на пробите. По този метод са изследвани 76 броя проби от четири въглищни пласта от два сондажа.

Определяне на природната газоносност

Чрез този метод опробването е извършвано с помощта на специален прибор – ядкогазосборник, който позволява да се вземат проби от въглища и газ в естественото им съотношение и да се определи съдържанието на газа в ядката, близо до естественото.

Целта на метода е да се определи количеството на “природната газоносност” на въглищните пластове и нейното изменение – площно и в дълбочина. Вземите проби с ядкогазосборник се изпращат в химическа лаборатория за дегазация и анализ.

По този метод са изследвани 37 броя въглищни проби от 14 сондажи. По обем този вид опробване не е напълно задоволително, но е достатъчно за оценка на природната газоносност (Стоянов и др., 1998) Определената по този начин природна газоносност достига до 13 cm³/g горима маса. Разликата между тази стойност и стойността на остатъчната газоносност (9.2 cm³/g) може да се обясни с частичното присъствие на свободен газ (основно азот) в ядковия материал, присъствието на разтворен в пластовата вода газ и загубите от газ, регистриращи се при първия метод.

Косвено определяне на природната газоносност, чрез определяне на потенциалната метаноемкост²

Природната метаноемкост се определя от възможната метаноемкост на въглищата при определени условия на залягане на пластовете – налягане на газа и температура. От своя страна метаноемкостта на въглищата се определя от техните сорбционни свойства, т.е. сорбционни възможности. По този метод са изследвани 51 образец, при условия: температура 30-40 °C и нарастващо налягане от атмосферно до 5 МПа. Получени са стойности на на

максималната газоносност, достигащи до 13.3-13.4 cm³/g въглища.

Комплексен метод за определяне на газоносността на вместващите скали, посредством геофизични изследвания

Този метод се основава на използването на непрекъснат газов каротаж на излизащата от сондажа промивна течност в процеса на сондиране. Използването на метода е оценено като неефективно през етапа на детайлното проучване (Стоянов и др., 1998).

В състава на газа от въглищата, получаван по първите три метода са установени компонентите метан, азот, въглероден двуокис, водород и хелий изменящи се в широки граници.

Заклучение

В резултат от направената оценка на методите за изследване на сорбционните процеси във въглищни среди и оценката на използваните методи за оценка на газосъдържанието на въглищата от Добруджанското находище могат да се направят следните изводи:

1. Съществува съществено различие в терминологията и в количественото представяне на получените резултати за газосъдържанието на въглищата в Добруджанското въглищно находище.
2. Проведените изследвания и получените резултати са съответствали на поставената задача – обезпечаване на безопасни условия за руднична разработка на Добруджанското находище.
3. Получените данни за остатъчната газоносност, природната газоносност и максималната газоносност се базират на ядков материал от участък Македонка. Характеризират се със значителна качествена и количествена изменчивост, както по площ, така и по дълбочина и не би следвало да се използват за други участъци от находището.
4. За определяне на оптималните условия на възможен добив на СВМ газ е необходимо извършване на нови детайлни лабораторни изследвания на ядкови образци, от находището, както и изследвания на насищащите ги флуиди (газ и пластова вода) с използване на съвременни методи и съоръжения.

Литература

- Дерменджиев, К., М. Милчев, К. Бочев 2007. Трябва ли да се откажем от два милиарда тона черни въглища в Добруджанския басейн. – *Минно дело и геология*, 6, 17-20.
- Николов, З. 2000. Добруджанският въглищен басейн – потенциален източник на природен газ. – *Минно дело и геология*, 6-7, 43-47.
- Милчев, М., С. Зафиров, К. Бочев. 2007. Технологични и икономически възможности за експлоатация на Добруджанския въглищен басейн. – *Минно дело и геология*, 2, 15-19.

² Използвана е терминологията на източника

- Стоянов, И., В. Парашкевова, И. Косев, З. Николов, Ж. Паунов, Й. Йорданова и др. 1998. Доклад за резултатите от проведените детайлни геологопроучвателни работи в участък "Македонка" от Добруджанския възлищен басейн през периода 1965-1985 год. Геофонд.
- Христов, З., Е. Стефанова. 1988. Геология на Добруджанския възлищен басейн. С., Техника, 165 с.
- Annual Book of ASTM Standards. 2001, Vol. 05.05 Gaseous Fuels; Coal and Coke. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- Kovscek, T. 2006. CO₂ Sequestration and Enhanced Coalbed Methan Recovery. GCEP Research Symposium.
- Marshall, J. Coalbed methane opportunities in Bulgaria. – *World Coal*, 7, 3, Sept.
- Mavor, M. J., L. B. Owen, T. J. Pratt. 1990. Measurement and Evaluation of Coal Sorption Isotherm Data. – *Paper SPE 20728 presented at the 1990 Annual Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers, New Orleans, Louisiana, 23-26 September.*
- Pinczewski, W. 2005. *Coal Bed Methan Reservoir Simulation Studies*. NSW.
- Vello, A., T. Brian. 2001. A long term view for unconventional gas. – *Annual Energy Outlook Conference 2001*. Washington, D.C.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Сондиране и добив на нефт и газ", ГПФ