

## ВЪГЛИЩЕН МЕТАН – ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИЗВЛИЧАНЕ

**Димитър Т. Мерачев**

*"Овергаз Инк." АД, 1407 София; dimitar\_merachev@overgas.bg*

**РЕЗЮМЕ.** Един от методите за осигуряване на горива от нетрадиционен източник, добиващ все повече популярност, е CBM (coal bed methane – метан от въглищни пластове). Методът намира приложение във въглищни пластове, залягащи на по-голяма дълбочина, където минната технология за добиването им е трудно приложима. За извличането на въглищен метан се използват различни технологии, като целта на всяка една от тях е повишаване на проникваемостта въглищния пласт. Изборът на подходяща технология следва да бъде съобразен с геоложкия строеж на басейна и петрофизичните параметри на въглищния пласт. Комбинираното използване на различните технологии осигурява високи дебита от газ за сравнително дълъг период от време.

### COAL BED METHANE – TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION

*Dimitar T. Merachev*

*"Overgas Inc.", 1407 Sofia; dimitar\_merachev@overgas.bg*

**ABSTRACT.** One of the methods for fuel production from unconventional sources is coalbed methane (CBM). This method finds application in deep buried non-mineable coal seams. There are different technologies for coalbed methane production and the purpose of each one of them is to increase the permeability of coal seams. The choice of different technology must be suitable with geological structure of the basin and petrophysical parameters of coal seam. Combined application of different technologies will ensure high volumes of methane for a long time.

В световен мащаб все повече средства се инвестират в добива на горива от нетрадиционни източници. Към нетрадиционните източници се отнасят: газохидратите, остатъчните запаси от нефт в находищата, метанът от въглищните пластове, битумолитите, водоразтвореният газ. За някои от тези източници се инвестират средства за създаване на технология за добив, други вече намират приложение и задоволяват част от потребностите на гориво. Особено внимание се обръща на добива на сорбиран метан от въглищните пластове.

При изучаването на метановия потенциал на въглищните басейни е нужно изясняване на тектонските условия и площната издържаност на въглищните пластове. Необходимо е изясняването на хидрогеоложките условия с цел изучаване на зоните с повишена минерализация на подземните води. Тези зони са индикатор за изолирана хидродинамична система, в която количествата сорбиран газ са с високо съдържание.

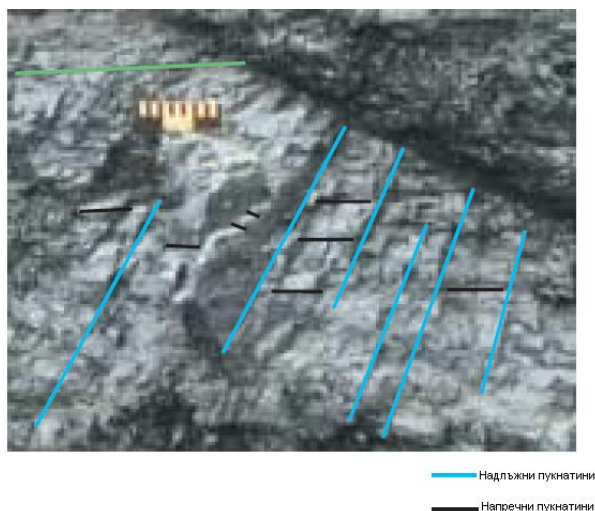
За изучаването на въглищните пластове е нужно да се изяснят следните условия (Mavor, Nelson, 1997), а именно:

- фиксиране на изолирана хидродинамична система;
- високо газосъдържание на въглищния пласт;

- оценка на водния ресурс;
- оценка на площта, следваща да бъде дренирана (т.е. количеството вода, което следва да се добие за извличане на метановия ресурс);
- изясняване на физичните параметри на пластове (проницаемост, пукнатинна вместимост);
- сорбционна способност на пластове, съгласно сорбционната крива на Лангмур;
- пепелност, ранг, тип и дълбочина на залягане на въглищата.

Газосъдържанието във въглищните пластове варира в различни граници и е функция от състава на въглищата, дълбочината на залягане, историята на геоложко развитие на басейна и миграцията на газа. Счита се, че въглищата, богати на витринит и липтинит, могат да генерират големи количества газ. Битуминозните въглища са основна цел при търсенето на въглищен метан. Движението на флуидите във въглищните пластове се контролира от процеса на дифузия.

За разлика от традиционните резервоари въглищните пластове играят ролята на генериращи, изолиращи и вместващи скали. Въглищните резервоари са представени единствено под формата на пластове, съдържащи ортогонални пукнатини, които с надлъжна и/или напречна ориентация спрямо напластяването (фиг. 1).



Фиг. 1. Разпределение на пукнатините във въглищен пласт

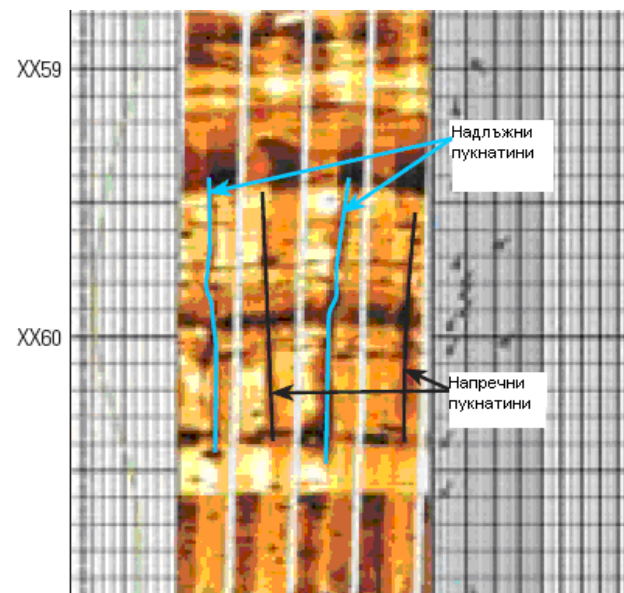
Метанът във въглищните пластовете съществува в две състояния – свободно и сорбирано. Той е продукт на естествената въглефикация. Генерирането му протича под влияние на термобаричните условия в земните недра и се изразява в преобразуване на въглищното вещество на молекулно ниво. В резултат на тази трансформация се отделя метан, който се натрупва в пластовете или мигрира във вместващите скали-колектори. Част от газа е физически свързан с органичното вещество, а друга е под формата на свободен газ в пукнатините и порите. С увеличаване на дълбочината на залегане на въглищните пластовете нараства температурата и съответно доминираща роля имат геохимичните процеси.

В процеса на изучаване на възможностите на въглищните пластовете за отдаване на сорбиран метан е нужно използването на редица методи – геоложки, сондажни, геофизични и лабораторни. Необходима е интерпретация на комплекса от изследвания, които да включват характеристични параметри на въглищния пласт, като: дебелина; площна издържаност; структурно положение; газосъдържание; налягане; проницаемост.

При изучаването на въглищните басейни е необходимо провеждането на 3D сеизмични проучвания. Поради тяхната висока разрешаваща способност (в рамките на 1 m) могат да бъдат получени данни за микротектониката на басейна, което е от особено важно значение за извличането на въглищен метан.

При прокарването на сондажи е необходимо прилагането на подходящ комплекс от каротажни изследвания, които да бъде съобразен с изискванията при изучаване на въглищни пластовете. Най-широко приложение намира сравнително новият метод наречен Микрофокусираща сканираща система (FMI – Fullbore Formation Micro-Imager) (Тенчов, 2005; Schlumberger, 2003).

Методът дава възможност да се идентифицират надлъжните и напречните пукнатини (фиг. 2), наклоните и простирането на пластовете.



Фиг. 2. Геофизичен метод FMI при изучаване на въглищни пластовете

Ядровото сондиране е задължителен елемент в процеса на изучаване на метановия потенциал на въглищните пластовете и особено с насочеността си за изучаване в лабораторни условия на параметрите за подбор на подходящи технологии за извличане на метан (Jenkins et al., 2007). Тези параметри са следните:

- газосъдържание на въглищните пластовете;
- стойности на сорбионната крива на Лангмюр;
- време за адсорбция на реагента;
- време за десорбция на реагента;
- влажност на въглищния пласт;
- пепелно съдържание на въглищния пласт;
- порестост на въглищния пласт;
- проницаемост въглищния пласт.

Съществуват няколко технологии за извличане на метана от въглищните пластовете: чрез дрениране на въглищните пластовете; чрез нагнетяване на CO<sub>2</sub>; чрез нагнетяване на N<sub>2</sub>.

Тези технологии за извличане на метана от въглищните пластовете са насочени към "физически" свързания газ. За освобождаването на този газ са правени серия от изследвания в различни типове въглищни басейни.

При прилагането на всека една от тези технологии се цели да се увеличи проницаемостта на въглищните пластовете. Поради факта, че въглищата имат много малка проницаемост, икономически целесъобразното извличане на въглищният метан може да бъде реализирано в напукани зони, характеризиращи се по-висока проницаемост. Поради ниската проницаемост хидравличната интервенция върху пластовете е задължителен процес за ефективен добив. Световният опит показва, че съществено влияние върху метаноотдаването оказва също така последователното нагнетяване на различни реагенти.

За момента най-широко приложение намира *технологията на дрениране* на въглищните пластовете. При нейното прилагане се прокарват сондажи, чиято цел е снижаване на пластовото налягане до критични стойности.

Това предизвиква десорбиране на въглищния газ. Тестовите, свързани с приложението на този тип технология, се наричат – FALL OF TEST (или тест при спадане на налягането). Голяма част от сондажите, предназначени за добив на въглищен метан, добиват значително количество вода и малки обеми от газ. В даден етап от време на добива обемите вода намаляват за сметка на увеличения обем добит газ. Газът, които се отделя, е разтворен във водата и следва да се сепарира. При използването на този тип технология не се наблюдава стабилизация на добитите количества. Първоначално следва да се извлече голямо количество вода за да започне метаноотдаване. Обикновено за да започне метаноотдаване от един въглищен пласт с проницаемост около 5 mD и дебит на вода под 1l/sec е необходимо дрениране в продължение на 1 година. След започване на метаноотдаването сравнително бързо се реализира висок добив, който спада във времето.

При прилагането на *технологите с нагнетяване на азот или въглероден диоксид* се цели увеличаване на метаноотдаването. След нагнетяването на реагента стартира процес на адсорбция във въглищния пласт. По предварително изучени в лабораторни условия проби са определени стойности на параметрите на сорбционна метаноемкост, време за адсорбция и десорбция. Счита се, че времето необходимо за адсорбция на реагента и десорбция на газа е около 1 месец. Разликата между двете технологии, свързани с нагнетяване на различните реагенти, се изразява в продуцираните количества газ. При използването на азот се реализират високи дебита, но за кратък период от време. При нагнетяването на въглероден диоксид се постигат по-малки дебита, които остават фиксирани за по дълъг период от време.

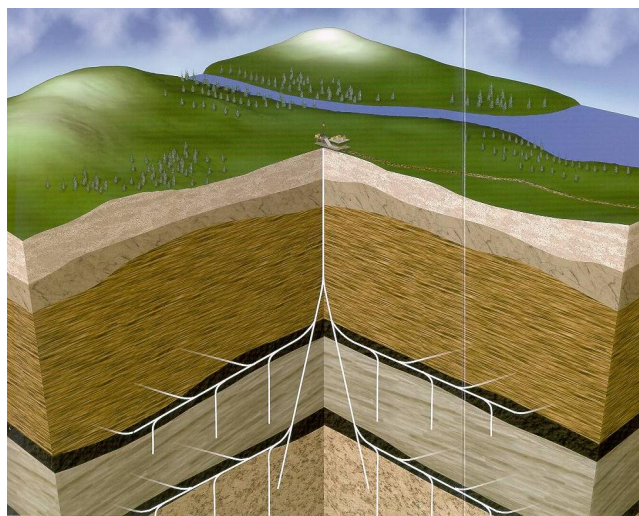
В зависимост от технологията, която следва да бъде избрана за извличане на въглищен метан, следва да се прокарат различни типове сондажи. В последните години все по голяма популярност придобиват хоризонталните сондажи. При тях се просондирват серия от хоризонтални участъци във въглищния пласт (фиг. 3). По този начин се покрива максимално въглищният пласт, осигурява се по-голяма площ за дрениране и се спестяват средства, тъй-като сондажната площадка е само една. При прокарането на хоризонталните участъци се използва т.нар. "небалансирано сондиране", т.е. налягането на промивната течност не бива да превишава пластовото налягане. По този начин се предпазва пластът от навлизане на флуид в пукнатинната система на резервоара. Сондажи с хоризонтални участъци намират приложение при използването на технологията на дрениране на въглищните пластове.

При прилагането на технологиите, свързани с нагнетяването на реагенти, се използват вертикални сондажни изработки. Те се разполагат в равномерна квадратна мрежа като в центъра се намира нагнетателният сондаж. Чрез симулационни модели, съобразени с физичните параметри на въглищния пласт, се определя зоната на проникване на реагента и по този начин се фиксира разстоянието между отделните сондажи. Така се избягва проникване на реагента в някои от добивните сондажи. След като реагентът бъде

адсорбиран започва процес на десорбция на метана. Негативите при използването на технологии, свързани с нагнетяването на реагент посредством един нагнетателен сондаж и няколко добивни в съседство, са свързани с високата капиталоемкост на този процес. Нужно е изграждането на няколко сондажни площадки. Всеки един от добивните сондажи следва да се свърже с тръборпровод до сепараторна станция. Нагнетателните сондажи се оборудват със сложна и скъпоструваща апаратура.

Използването на комбиниран подход при технологиите за извличане на метан от въглищните пластове може да гарантира високи дебита за по-дълъг период от време. Ако например се използва технология за дрениране на въглищния пласт посредством хоризонтални сондажни изработки и паралелно с това в някои от хоризонталните участъци се нагнетява реагент, то могат да се достигнат високи дебита от газ, които с помощта на реагента ще се задържат за по-дълго време.

След прокарането на сондажите следва да се направи интервенция на пласта с цел повишаване на неговата проницаемост. В последно време широка популярност добива пулсовата перфорация, която с помощта на ултразвук повишава напукаността и съответно проницаемостта на пласта.



**Фиг. 3. Схема с разположение на хоризонталните участъци в отделни въглищни пластове**

Въглищният метан е ресурс, който следва да бъде оползотворен и неговото извличане в последните години предизвиква все по голям интерес. Използването на различни видове технологии за извличане може да осигури и различни дебита от газ за различни периоди от време. Комбинираното използване на технологията за дрениране на въглищния пласт с тези, свързани с нагнетяване на реагенти, може да осигури висок и стабилен добив във времето. Фактът, че въглищните пластове усвояват добре (сорбират) въглеродния диоксид, дава съществено предимство на прилагането на тези технологии, поради нарастващото безпокойство от парниковия ефект, предизвикан от главоломно растящите вредни емисии в атмосферата, в това число и въглероден диоксид.

## Литература

Тенчов, Г. 2005. *Содажна геофизика за нефт и газ*. С., Херон Прес, 223 с.

Jenkins, C., D. Fryeder, J. Smith, G. Starley. 2007. Coalbed methane. – In: *Lake, L. W. (Editor-in-Chief). Petroleum Engineering Handbook. Vol. VI.*

*Schlumberger*. 2003. *Oil Field Review*.

Mavor, M., C. Nelson. 1997. *Coalbed Reservoir Gas-in-Place Analysis*. Gas Research Institute, Chicago.

Препоръчана за публикуване от  
Редакционен съвет, ГПФ