

## МЕТАН И УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ – ВАЖНЕЙШИЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ КИТАЯ В XXI ВЕКЕ

Чай Л. (КНР)

Научный руководитель – профессор Сиднев А. В.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

В Китае, в условиях роста экономического развития, существенно обострилось противоречие предложения и спроса энергии. В связи с чрезмерной зависимостью от сжигаемых ископаемых энергий (угля), выбросы значительных масс двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) привели к парниковому эффекту и поставили Китай в затруднение с окружающей средой. Китай – крупная страна; её энергетика сегодня обусловлена добычей угля. В то же время при добыче угля выброс метана (CH<sub>4</sub>) в атмосферу, согласно статистическим данным ООН, уже превысил 19 млрд. м<sup>3</sup>. Китай занимает первое место в мире по выбросу метана. Однако, метан – это чистая энергия, её ресурс очень велик в Китае.

В структуре энергетического потребления Китая доля угля составляет 68%. Это выше среднего мирового показателя (26,5%) и выше среднего уровня развитых стран (21,3%). 85% углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в атмосфере Китая сформировались в результате сжигания угля. В 2002 г. китайский общий выброс CO<sub>2</sub> достигал 3 млрд. т и составлял 13,6% мирового общего выброса, являясь вторым крупнейшим источником выбросов после США. Китай и дальше будет опираться главным образом на ископаемые топлива, особенно уголь, в качестве основного источника энергии. Предполагается, что в 2030 г. общая сумма выброса CO<sub>2</sub> в Китае достигнет 6,7 млрд.т, что составит 17,6% от мировых. Это будет крупнейший источник выбросов. В этом случае возникнет проблема поиска эффективных путей и мест для хранения парникового газа (CO<sub>2</sub>) в XXI веке в качестве стратегического сырья.

Газ угольных пластов является нетрадиционным природным газом. Он формируется в угольных пластах и там же сохраняется. Главной составной частью его является метан в количестве 95 – 98% от общей газовой массы.

Он также известен как “Ваз” в угольной шахте. В последние 20 лет газу угольных пластов уделяется особое внимание как ресурсу высококачественного чистого нового источника энергии. В настоящее время США, Канада и др. сделали некоторые успехи в добыче метана угольных пластов.

Следовательно, эффективно управляя выбросами парникового газа (CO<sub>2</sub>) и добычей метана (CH<sub>4</sub>) при вскрытии угольных пластов, можно сделать очень важный шаг в улучшении энергетической структуры Китая и в сокращении нагрузки на окружающую среду.

Китай очень богат ресурсами метана угольных пластов. По оценке “Комиссии национальных ресурсов нефти и газа” в 2003 году, при глубине меньше 2000м ресурсы угля составляют 6 трлн. т.; оцененная площадь угольных пластов с метаном 375 тыс. км<sup>2</sup>. Геологические ресурсы метана 37 трлн. м<sup>3</sup>, плотность геологических ресурсов - 0.1 млрд. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. В данной оценке ресурсов рассчитывались только извлекаемые ресурсы метана угольных пластов при глубине захоронения меньше 1500м. Они составляют 11 трлн.м<sup>3</sup>.

Ресурсы метана угольных пластов в Китае в основном распространены в восточных, центральных, западных и южных четырех основных областях (таблица):

Таблица

бласти	ресурсы угля ( $10^8$ т.)	площадь (км <sup>2</sup> )	Геологические рес. ( $10^8$ м <sup>3</sup> )	Плотность рес. ( $10^8$ м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup> )	И звл.рес. ( $10^8$ м <sup>3</sup> )	Доля геол. рес. (%)	Доля изв. рес. (%)
ос.	1 6702,87	100 434,93	113 183,7	1 ,31	43 176,69	3 0,75	3 9,72
ент.	2 0627,95	128 530,41	104 676,36	0 ,81	19 981,32	2 8,44	1 8,83
ап.	1 8622,33	101 334,21	103 592,06	1 ,02	28 583,20	2 8,14	2 6,29
ж.	3 568,17	440 52,89	466 21,85	1 ,06	16 963,68	1 2,66	1 5,61
-Г	2 ,26	601 ,	44, 34	0 ,07	0, 00	0 ,01	0 ,00
ум.	5 9523,58	374 953,44	368 118,32	0 ,98	10 8704,88	1 00,	1 00,

В Китае, после многочисленных тектонических движений в мезозое и кайнозое в седиментационных бассейнах установились сложные геологические явления. Ли Го Юй, Чжан Ц. и др. отмечали, что тектонические деформации нефтяных коллекторов и угольных пластов очень сильны. Многослойные эффузивы и метафорфические изменения их от многих источников внутреннего тепла земли очевидны. Они привели к перераспределению метана угольных пластов по всему разрезу и структурам, что вызывает сегодня трудности в добыче китайского метана ( $\text{CH}_4$ ). При всех сложных геолого-тектонических условиях коллектора газа обладают высокой неоднородностью, низкой проницаемостью и анизотропностью. С другой стороны - давление в коллекторе и газонасыщенность - низкие. Поэтому зарубежные технологии добычи метана из угольных пластов непосредственно в Китае еще не применяются. Необходимо исследовать еще много раз и решить ряд практических вопросов в применении данных технологий.

Метан угольных пластов в адсорбированном, растворенном и свободном состояниях формируется и закладывается в угольных коллекторах или в пластах подошвы и кровли. Подавляющая часть адсорбированного метана находится непосредственно в угольных пластах и занимает 80% в общих его запасах. С поверхности земли он является главным объектом бурения. При вскрытии необходимо снизить пластовое давление до отметки ниже критического давления десорбции. Метан должен десорбироваться из угольных пластов, поэтому надо постоянно вытеснять его и пластовую воду. Эта технология добычи метана с применением вытеснения водой, называется "технологией истощения пластового давления". В зависимости от проявления различных факторов - малой амплитуды структуры, низкого давления и др. понижается и процент извлечения. Результаты показывают, что с применением данной

технологии можно извлекать до 50% ресурсов – метана угольных пластов. Длинный производственный цикл от бурения скважин до извлечения метана угольных пластов создает низкие экономические выгоды. Это препятствует развитию комплексного освоения угольных пластов. В настоящее время технология добычи метана из угольных пластов при закачивании газа  $\text{CO}_2$  находится в стадии исследования и опытной разработки. В зависимости от сложности геологических условий состояния коллекторов–углей, данная технология не всюду может применяться. Ее нужно и дальше усовершенствовать.

Герметизация угольных пластов является одним из геологических условий закачивания газа  $\text{CO}_2$  и хранения его в коллекторах. Углекислый газ может вытеснить метан угольных пластов. Исследования показывают, что разность между воздействиями разных молекул газов в коллекторах–углях приводит к адсорбируемости угольных пластов к газам разных компонентов. Эта разность связана с разными точками кипения адсорбатов при одинаковых давлениях. Чем точка кипения адсорбата выше, тем адсорбируемая способность угольных пластов больше. Адсорбируемая способность пластов постепенно снижается из газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2$ .

Большое количество экспериментов показывает, что адсорбируемая способность  $\text{CO}_2$  приблизительно в два раза больше чем метана- $\text{CH}_4$  в коллекторах–углях, т.е. на внутренних поверхностях угольных пластов две молекулы  $\text{CO}_2$  могут вытеснить одну  $\text{CH}_4$ . Также, в присутствии различных газов в коллекторах–углях их адсорбируемая способность носит избирательный характер.

Можно с двух сторон решать ключевые проблемы в технологии увеличения добычи метана угольных пластов: 1. стимулировать быструю десорбцию метана угольных пластов для его хранения в свободном состоянии в коллекторах–углях; 2. повышать диффузию метана угольных пластов из матриц в микропоры и трещины, расширять приток газа и повышая проницаемость коллектора–угля.

Данные исследований показывают, что при закачивании газа  $\text{CO}_2$  в угольные пласты можно эффективно решить вышеупомянутые два вопроса:

1. Адсорбируемость угольных пластов к газу  $\text{CO}_2$  сильнее, чем к  $\text{CH}_4$  даже в присутствии других газов в коллекторах–углях. Метан угольных пластов может быстро десорбироваться и повышать активность свою уже в свободном состоянии.

2. В зависимости от закачивания газа  $\text{CO}_2$  в коллекторы–угли, некоторые из них будут растворяться в воде и образовывать кислотные водные растворы, обладающие относительно низким поверхностным напряжением и межфазовым натяжением. Эти растворы обладают коррозионной способностью и могут удалить закупоривание некоторых минералов и эффективно предотвратить набухание и растворение глинистых минералов. Таким образом предполагается повысить проницаемость коллекторов–углей.

Применение технологии добычи метана из угольных пластов при закачивании газа  $\text{CO}_2$  не может снижать давление в коллекторах–углях, как и не может снижать проницаемость. Поэтому можно поддерживать энергию коллекторов–углей таким образом, чтобы не только стимулировать добычу метана, но и значительно повышать процент извлечения метана из угольных пластов.

Технология “ $\text{CO}_2$ —ЕСВМ” является новой, обладающей высокой эффективностью увеличения производства и коротким его циклом. Газ  $\text{CO}_2$  устойчиво сохраняется в коллекторах–углях. Мы уверены, что эта технология может сыграть активную роль для совершенствования окружающей среды, регулирования структуры энергии и содействия развитию национальной экономики в Китае.