© Е.В. Крейнин, А.А. Кяргес, 2007

УДК 553.98

Е.В. Крейнин, А.А. Кяргес

СТРАТЕГИЯ РАСШИРЕНИЯ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Семинар № 12

Постановка задачи

Ограниченность доступных запасов нефти и природного газа (по современным экспертным оценкам их хватит на 30-50 лет) диктует необходимость поиска новых нетрадиционных источников углеводородного сырья. Промышленная эксплуатация этих новых источников могла бы компенсировать в будущем постепенное исчерпание традиционных нефти и природного газа. При этом речь идет не только о теплоэнергетическом их использовании, но и химическом. В энергетике прогнозируется появление альтернативных источников (атомная, солнечная энергия и др.), в химическом же производстве нельзя обойтись безе углеводородного сырья.

Основным источником углеводородного сырья может стать уголь, запасы которого колоссальны (по некоторым экспертным оценкам его хватит на 500 и более лет).

Имеется целая группа источников углеводородного сырья, эффективное промышленное освоение которых даже в долгосрочной перспективе проблематично. К таким нетрадиционным источникам могут быть отнесены тяжелые (высоковязкие) нефти, природные битумы и нефтенасыщенные породы с низким коэффициентом проницаемости. Мировые запасы этих нетрадиционных источников нефтяного сырья оцениваются в 400-500 млрд т.

Особое место среди трудноизвлекаемых нетрадиционных топлив занимают газогидратные месторождения, запасы которых в мире составляют 10^{12}–10^{13} т н.э. (т нефтяного эквивалента). При этом большая их часть (98 %) рассредоточена в акваториях Мирового океана на глубине до 700 м в донных осадочных породах и лишь 2 % — в прибрежной материковой полосе.

Освоение перечисленных нетрадиционных источников углеводородного сырья возможно лишь с помощью новых технологических решений. Одно из таких предлагаемых решений основано на окислении и нагреве пласта топлива, превращении части его в новое агрегатное состояние, изменении благодаря этому теплофизических параметров топлива и коллектора пласта, обусловливающих повышение степени извлечения углеводородного сырья [1].

Уголь

Сегодня в России уголь пока практически не используется в качестве источника углеводородного сырья. Главная сфера его использования — это энергетическое сжигание. По большому же счету, он может быть источником углеводородов.

Еще в 60-е годы прошлого столетия ряд ученых обосновывали, в том числе и технически, энерготехнологическое ис-

пользование угля [2]. Согласно этой технологии уголь первоначально подвергается пиролизу, образовавшийся полукокс используется как энергетическое топливо, а сконденсированные смолы (в основном ароматические углеводороды) — в качестве химического сырья и жидкого топлива.

Другим направлением энерготехнологического использования угля является его подземная газификация. Получаемый газ (в зависимости от применяемого дутья — от воздуха до технического кислорода) может использоваться энергетически и в качестве синтез-газа для получения жидких топлив и заменителя природного газа. Широкая гамма смоляных фракций, получаемых попутно в наземном комплексе, направляется на переработку в химическое производство.

Разработана новая технология подземной газификации угольных пластов [1], позволяющая устойчиво получать газ заданного состава (в зависимости от содержания O_2 в дутье и присадки к нему водяного пара). Получаемый синтез-газ ($CO + H_2$) после отмывки от него диоксидом углерода (CO_2) имеет теплоту сгорания до 11-12 МДж/м^3.

В последние годы зарубежные нефтяные компании, в частности, ”Шелл” проявляют повышенный интерес к процессам термического (пиролизного) воздействия на угольные и нефтеносные пласты с целью получения углеводородного сырья [3].

Это свидетельствует о перспективности термической подземной переработки топливных пластов, задача российских ученых и инженеров заключается в сохранении отечественного приоритета.

Угольные (каменноугольные) пласты являются также источником метана. Сорбированный метан (метаноносность каменноугольных пластов достигает 45-50 м^3/т), с одной стороны, является причиной взрывов в угольных шахтах, а с другой стороны, ценным углеводородным сырьем. Задача заключается в изыскании эффективных технологий разупрочнения угольного пласта и разрушения крепкой физико-хими-ческой сорбционной связи ”уголь–метан”.

Существующие технологии извлечения угольного метана основаны на применении процесса гидроразрыва через вертикальные скважины или бурении протяженных горизонтальных скважин по угольному пласту.

Эти технологии широко внедрены первоначально в США, а позднее — в Китае, Индии, Австралии и др. странах. В 2003-2004 гг. в США добывали ежегодно 40-45 млрд м^3 угольного метана.

В России же (в Кузбассе, Воркутинском месторождении и Восточном Донбассе), несмотря на доказанные запасы метана около 13 трлн м^3, полезное его использование чрезвычайно мало. При этом около 2 млрд м^3 угольного метана (в основном с вентиляционной шахтной струей) выбрасывается в атмосферу, нанося ей ущерб в виде парникового эффекта.

Разработаны новые технологии интенсивного извлечения угольного метана, запатентованные блоком российских патентов [1]. Суть их заключается (в одном случае) в осуществлении гидроразрыва угольного пласта пневмогидравлическим воздействием (“вода–воздух”). Ударное (знакопеременное) воздействие на щель гидроразрыва обеспечивает ее межскважинную кавитацию и не требует применения пропанта для закрепления щели.

Второй предлагаемый способ основан на розжиге угольного пласта в щели гидроразрыва или буровом горизон-

тальном канале и продувке горячих продуктов горения (CO_2, N_2 и H_2O) через угольный массив. Это, с одной стороны, приводит к резкому возрастанию (на несколько порядков) коэффициента газопроницаемости (массива), и с другой стороны, к десорбции (замещению) угольного метана диоксидом углерода и азотом.

Задача заключается в целенаправленной реализации этих технологий интенсивной добычи угольного метана не путем бурения многочисленных добычных скважин, а путем эффективных технических решений разупрочнения угольного массива через ограниченное количество эксплутационных скважин.

Нефть

Практическая неосвоенность месторождений трудноизвлекаемых тяжелых нефтей и битумов диктует необходимость разработки новых высокоэффективных технологий повышения нефтеотдачи. Известные методы теплового воздействия путем нагнетания в пласт через скважины водяного пара и горячей воды, а также горячих продуктов горения нефти при внутрипластовом движущемся очаге горения (ВДОГ) оказались малопригодными для месторождений высоковязких нефтей и природных битумов [4].

На наш взгляд, гораздо более эффективным техническим решением является создание очага горения в горизонтальном буровом канале [1]. При этом процесс разжижения нефти (путем резкого снижения ее вязкости) осуществляется в две стадии.

Во-первых, горизонтальный буровой канал термически прорабатывается путем перемещения по нему очага горения, благодаря чему создается искусственный коллектор повышенной дренирующей способности.

Во-вторых, на месторождении высоковязкой нефти бурится серия горизонтальных каналов (например, параллельно расположенных), каждый из них термически прорабатывается, а затем одни из них эксплуатируются для нагнетания воздуха, а через другие (добычные) извлекается нефть искусственно пониженной вязкости.

Обе стадии термического воздействия на нефтеносный пласт аналитически диагностируемы благодаря разработанным математическим моделям.

Газовые гидраты

Природные газовые гидраты представляют собой кристаллические соединения типа $M{\cdot}nH_2O$, в которых вокруг газа с молекулярным весом M удерживается n молекул воды через водородные связи. Один объем воды связывает 70-120 объемов газа, при этом газовые гидраты нестабильны, т.к. с изменением температуры и давления идет перестройка кристаллической структуры [5].

Термобарические условия в газогидратном месторождении следую-щие: начальное пластовое давление — 7-8 МПа, температура — минус 8-12 ^{0}С. Для перевода гидратов в газообразное состояние необходимо либо повысить температуру, либо понизить давление.

Предлагается скважинная конструкция с горизонтальными буровыми каналами по высоте газогидратной залежи, через которые путем сжигания части газового гидрата осуществляется прогрев залежи и извлечение газообразной фракции через добычные скважины на поверхность [1]. Естественно это нетрадиционное решение нуждается в экспериментальной проверке в природных условиях.

Заключение

Запасы сегодня трудноизвлекаемых источников углеводородного сырья колоссальны. Вовлечение их (хотя бы по-

этапно) в топливно-энергети-ческий кругооборот могло бы продлить углеводородную эпоху.

Необходимы новые нетрадиционные технологии их добычи. В настоящее время разработаны такие технические решения, часть из которых реализована в том или ином виде в природных условиях, а другая часть только осмысленна и подтверждена теплофизическими и конструктивными предложениями [1].

Проблема заключается в необходимости инвестирования этих технических решений (несмотря на наличие определенной степени риска эффективного возврата инвестиций) и понимания того, что широкая практическая отдача возможна лишь через 10-15 лет. Только в этом случае к моменту начала исчерпания традиционных источников углеводородного сырья могут появиться новые его источники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крейнин Е.В.* Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье. — М.: ООО ”ИРЦ Газпром”, 2004. — 302 с.
2. *Чуханов З.Ф., Хитрин Л.Н.* Энерготехнологическое использование топлив. — М.: Изд. АН СССР, 1960 — Вып. 1, 1962 — Вып. 2.
3. *Патенты* США: № 6725921 BB и № 6725928 BB, Изобр. стран мира, 2005, Вып. 63, № 8; № 6739394 BB, Изобр. стран мира, 2005, Вып. 63, № 10; № 6745837 BB, Изобр. стран мира, 2005, Вып. 63, № 11.
4. *Бурже Ж, Сурио П., Комбарну М.* Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. — М.: Недра, 1988. — 422 с.
5. *Макогон Ю.Ф. и др.* Научное открытие СССР № 75 ”Свойство природных газов в определенных термодинамических условиях находиться в земной коре в твердом состоянии и образовывать газогидратные залежи” // Открытия, изо-бретения, товарные знаки. — 1970, № 10.

Коротко об авторах

Крейнин Е.В., Кяргес А.А. – ОАО “Промгаз”.