

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ РЕСУРСЫ (ГИДРАТНЫЕ, УГОЛЬНЫЕ И СЛАНЦЕВЫЕ ГАЗЫ) – МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ В РОССИИ

Е.В. Перлова (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

До сих пор нет единого мнения, что понимать под термином «нетрадиционные газовые ресурсы». В 2003 г. Рабочий комитет по поискам и разведке природного газа Международного газового союза предложил геологические, технологические и экономические критерии, по которым газовые залежи можно отнести к тому или иному нетрадиционному типу [1].

Так, по *геологическим критериям* к собственно нетрадиционным газовым скоплениям следует относить газосодержащие объекты, где газ находится не в газообразной, а в сорбированной, водорастворенной и гидратной формах. Существует также категория псевдо-нетрадиционных газовых залежей, где газ находится в свободной (газообразной) форме в низкопроницаемых или глубокозалегающих коллекторах. По *технологическим критериям* залежь можно рассматривать как нетрадиционную, если технология промышленной добычи газа не определена. По *экономическим критериям* для отнесения газовых залежей к нетрадиционным достаточно, чтобы стоимость добычи газа (включая транспортные издержки) превышала его текущую рыночную цену.

В целом актуальность изучения нетрадиционных источников газа обусловлена несколькими причинами.

Во-первых, нетрадиционные источники газа имеют широкое распространение в природе и огромный ресурсный потенциал (рис. 1). Их конкурентоспособность может приблизиться к традиционным скоплениям вследствие истощения «дешевых» газовых ресурсов и ухудшения их структуры, поскольку в разработку вовлекаются все более «мелкие» месторождения, увеличивается доля трудноизвлекаемых запасов и ресурсов и т.д.

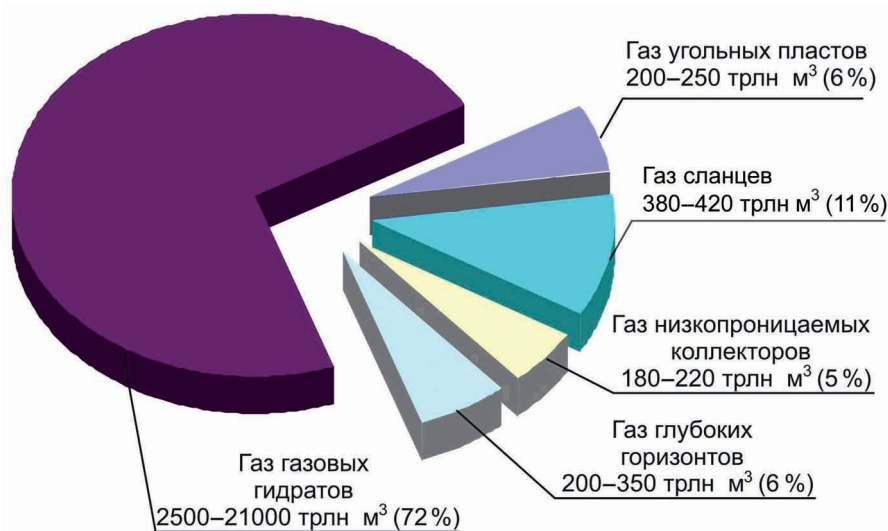


Рис. 1. Мировые ресурсы газа нетрадиционных источников (по оценкам ООО «Газпром ВНИИГАЗ», [2])

Во-вторых, изучение нетрадиционных источников газа важно при планировании внешнеэкономической деятельности, поскольку позволяет своевременно реагировать на изменения мирового экспортно-импортного газового баланса. Так, в настоящий момент в США более 50 % собственной добычи газа приходится на нетрадиционные источники, и эта доля продолжает увеличиваться. В связи с успехами освоения нетрадиционных газовых ресурсов в США многие страны, являющиеся традиционными рынками для российского газа (например, страны Западной Европы), проявляют большую заинтересованность в использовании американского опыта для разработки собственных нетрадиционных газовых ресурсов.

Соотношение геологических (проницаемость, доля свободного газа, глубина залегания), технологических (плотность ресурсов, дебит газа, давление на устье скважины), а также экономических (расстояние до потребителя, цена на газ и др.) параметров определяет перспективность разработки нетрадиционных газовых скоплений. На современном этапе исследований это, скорее, условный критерий, который будет меняться по мере поступления новых данных, разработки новых технологий и т.д.

В настоящее время к перспективным собственно нетрадиционным источникам газа можно отнести природные газогидраты, угольные и сланцевые газы [2, 3].

Ресурсы газа в газовых гидратах и перспективы их освоения в России

Природные газовые гидраты (ГГ) являются клатратными соединениями молекул воды и газогидратообразователя. Перспективы освоения ГГ обусловлены их широким распространением в природе – на континентах в областях распространения многолетнемерзлых пород (низкие температуры разреза), под дном морей и океанов (высокие давления). По современным оценкам, мировые ресурсы метана в гидратном состоянии в земной коре могут составлять 2500–21000 трлн м³.

В мире среди немногочисленных газогидратных исследований, в которых отрабатываются технологии добычи гидратного газа, наиболее представительными являются работы на месторождении Маллик в Канаде (для континентальных газогидратов) и исследования в районе глубоководного желоба Нанкай у берегов Японии (для субаквальных газогидратов).

На месторождении Маллик в рамках многолетней исследовательской программы осуществлен полный комплекс полевых скважинных исследований, проведены лабораторные анализы гидратосодержащих кернов. Успешно реализованы промысловые эксперименты по добыче газа из гидратонасыщенных интервалов. Геологические ресурсы газа в гидратном состоянии здесь оцениваются от 8,8 до 10,2 трлн м³, их плотность составляет 4,15 млрд м³/км² [4].

В районе Нанкайского желоба у берегов Японии уже более 10 лет ведутся разведочные работы. Наличие газовых гидратов в разрезе подтверждено извлеченным гидратосодержащим керном. В целом по шельфу Японского моря ресурсы газа в гидратном состоянии могут составлять от 4 до 20 трлн м³ [5]. Плотность ресурсов оценивается в 0,8 трлн м³ газа на 1 км² площади. Начало промышленной разработки месторождения Нанкай запланировано на 2017 г.

Россия, значительная часть территории которой находится в зоне вечной мерзлоты, обладает благоприятными условиями для формирования и сохранения значительных ресурсов газогидратов.

Специализированных газогидратных исследований на природных объектах в России пока не проводилось. Тем не менее, полученный к настоящему времени фактический материал позволяет оценить прогнозные ресурсы гидратного газа, а также наметить первоочередные полигоны для проведения специализированных геолого-разведочных работ (рис. 2).

В континентальных условиях на территории России ресурсы газогидратного газа, по нашим оценкам, составляют около 400 трлн м³ и сосредоточены в областях распространения многолетнемерзлых пород в пределах нефтегазоносных провинций (НГП) Восточной Сибири, Тимано-Печорской и Западно-Сибирской НГП [6].

Западно-Сибирская НГП является наиболее перспективной для освоения континентальных ГГ. Первоочередными объектами геолого-разведочных работ являются ареалы месторождений севера Надым-Пур-Тазовского региона, где общие ресурсы гидратного газа оцениваются в 110 трлн м³ (см. рис. 2). По совокупности геолого-технологических и экономических критериев первоочередным опытно-промышленным полигоном может служить территория Ямбургского НГКМ.

Субаквальные газогидраты на территории окраинных и внутренних морей России обладают значительным и более «надежным» ресурсным потенциалом [7, 8] из-за большей достоверности параметров, необходимых для оценки ресурсов (см. рис. 2).

Моря арктического и дальневосточного секторов России существенно различаются по перспективам вовлечения в разработку субаквальных газогидратных залежей. Так, в арктическом секторе РФ для Чукотского, Восточно-Сибирского морей и моря Лаптевых характерны низкие оценки гидратоносности вследствие их мелководности. Практически все ресурсы гидратного газа здесь связаны с областями начала континентального склона Северного Ледовитого океана. Прогнозные ресурсы

гидратного газа в Баренцевом и Карском морях значительны, однако крайне неравномерно распределены по площади и сосредоточены в нескольких глубоководных впадинах (см. рис. 2).

Моря дальневосточного сектора – Берингово и Охотское – обладают значительными перспективами гидратоносности. Зона стабильности гидратов метана достигает внушительных мощностей, простираясь на обширные территории этих акваторий. Прогнозные ресурсы гидратного газа Берингова моря могут достигать 63 трлн м³ и приурочены к его юго-западной части.

В Охотском море прогнозные ресурсы гидратного газа существенно меньше – около 17 трлн м³ – однако более «надежны» в силу лучшей изученности акватории. Это позволяет наметить в западной части Охотского моря, в районе впадины Дерюгина, первоочередной полигон для проведения опытно-методических и геолого-разведочных работ на субаквальные газогидраты. Следует также отметить, что этот регион является наиболее удаленным от традиционных источников газа.

Среди южных морей наибольшими перспективами будущего освоения природных газогидратов обладает Черное море из-за значительных ресурсов гидратного газа, расположенных вблизи экспортных транспортных коридоров и потенциальных потребителей УВ. По оценкам болгарских исследователей, ресурсы гидратного газа в Черном море могут достигать 49 трлн м³ [9].

Таким образом, рассматривая перспективы освоения ресурсов гидратного газа в России, необходимо учитывать следующее:

1. В настоящее время оценочная себестоимость добычи гидратного газа значительно превышает аналогичный показатель для традиционных газовых месторождений. Промышленное освоение газогидратных залежей в России станет рентабельным, когда прогресс в технологиях газодобычи обеспечит экономическую целесообразность их разработки (ориентировочно через 15–20 лет).

2. Наибольшими перспективами промышленного освоения обладают континентальные газогидратные скопления, приуроченные к районам с налаженной инфраструктурой добычи и транспортировки газа.

3. Первоочередными объектами для постановки геолого-разведочных работ и опытно-экспериментального бурения на природные газовые гидраты в России являются: территория Ямбургского НГКМ и западная часть Охотского моря в районе Сахалинского шельфа (впадина Дерюгина).

Ресурсы угольного метана и перспективы их освоения в России

Большинство промышленно угленосных бассейнов мира, в том числе в России, фактически являются углегазонасными. В угленосных толщах могут находиться значительные газовые скопления в свободной форме – так называемые «сладкие пятна». Однако, по существующим определениям, на месторождении угольного газа (УГ) большая его часть (до 90 %) должна находиться в трудноизвлекаемой форме твердого раствора с углем, иначе месторождение не относится к нетрадиционным, а является традиционным газовым скоплением во вмещающем угленосном массиве. Поэтому, несмотря на значительные прогнозные ресурсы угольного метана (до 250 трлн м³), его промышленная добыча представляет собой проблему, пока трудно разрешимую с технологической и экономической точек зрения.

Тем не менее, угольный метан во многих странах мира, в том числе и в России, рассматривается в качестве важной составляющей топливно-энергетической базы. Мировой опыт подтверждает возможность и экономическую эффективность широкомасштабной добычи метана из угольных пластов, годовой объем которой в 2005 г. составил: в США – 52 млрд м³, в Канаде – 2,4 млрд м³, в Австралии – 0,7 млрд м³, в Китае – 1,1 млрд м³. В ряде стран (Италия, Германия, ЮАР, Индия, Венесуэла, Аргентина и др.) существуют программы разработки технологий добычи метана из угольных пластов. Однако большая часть метана, добываемого в США из угольных пластов (60–65 %), приходится на традиционные газосодержащие месторождения, в залежах которых газ находится в свободной форме в угленосных формациях бассейна Сан-Хуан [9].

Лидирующее положение в мире по уровню промышленного освоения метана угольных пластов занимают США. Объем добываемого угольного метана в 2005 г. превысил 50 млрд м³, что составляет 9 % от всей годовой добычи природного газа в США. Угольный газ добывается в 40000 скважинах, пробуренных в 20 угольных бассейнах.

Однако угольные бассейны США в настоящее время являются практически единственным примером использования метана угольных пластов в промышленных масштабах. Такая ситуация связана с тем, что добыча и подготовка к магистральному транспорту УГ требуют специального комплекса геолого-промысловых исследований, которые коренным образом отличаются от типовых изысканий на углегазодобывающих скважинах. Это требует изменения конструкций скважин, системы их обустройства, использования другой измерительной аппаратуры, средств герметизации и т.д. и в конечном счете значительных капиталовложений в упомянутые технологии.

Крупные угольные бассейны России соответствуют (а часто и значительно превосходят) по своим характеристикам мировые критерии перспективности добычи угольного метана: метаносность углей, степень их метаморфизма, проницаемость, петрографический состав углей и т.д. [10]. Прогнозные ресурсы угольного газа оцениваются в 50 трлн м³ (см. рис. 2).

С 2003 г. ОАО «Газпром» приступило к реализации проекта по оценке возможности промышленной добычи метана из угольных пластов в Кузбассе [11]. ОАО «Газпром промгаз» обустроило на Талдинской площади экспериментальный полигон, на котором отрабатываются технологии промышленной добычи и использования УГ. Работы выполняются поэтапно с целью снижения геологических и технологических рисков, которыми характеризуются такого рода проекты на ранней стадии их реализации.

С февраля 2010 г. Талдинская площадь Кузбасса официально признана метанугольным месторождением (ООО «Газпром добыча Кузнецк», г. Кемерово, при участии ОАО «Газпром промгаз»).

Освоение ресурсов угольного метана Кузбасса в будущем может расширить ресурсную базу углеводородного сырья ОАО «Газпром», обеспечив широкомасштабную газификацию Кемеровской области и регионов юга Западной Сибири. Опыт, полученный ОАО «Газпром промгаз» в Кузбассе, является для России уникальным и, по сути, пока единственным опытом прикладных исследований нетрадиционных газовых ресурсов с перспективой их промышленной добычи.

Рассматривая перспективы промышленного освоения ресурсов УГ в России, отметим следующее:

1. Первоочередным объектом опытно-промышленной добычи является Талдинская площадь Кузнецкого угольного бассейна (см. рис. 2).

2. Промышленная добыча угольного газа в России длительное время будет оставаться нерентабельной. Попутная добыча шахтного метана для нужд местного газоснабжения уже в настоящее время имеет хорошие перспективы.

3. Исходя из мирового опыта освоения метана угольных пластов, актуальными для России в настоящее время являются поисково-оценочные работы на угольный метан в перспективных районах различных угольных бассейнов с учетом методических наработок, полученных в Кузнецком угольном бассейне.

Ресурсы сланцевого газа и перспективы их освоения в России

Сланец – осадочная порода, состоящая из консолидированных глинистых частиц с крайне низкой газопроницаемостью. Во многих нефтегазовых месторождениях сланцевые формации являются покрывками. При этом в ряде бассейнов пласты сланцев (мощностью иногда до сотни метров) являются источником природного газа. Газ в сланцевых формациях может содержаться благодаря наличию локальной трещиноватой макропористости, в пределах микропор или находиться в адсорбированном состоянии. Газ в сланцах содержится в низких концентрациях и его можно извлечь путем вскрытия и дренажа достаточно больших объемов газосодержащих пород на значительных площадях, используя технологии гидроразрыва.

В настоящее время сланцевый газ (СГ) представляет собой перспективный вид энергетических ресурсов. В США за 10 лет (1996–2006 гг.) добыча газа из сланцев выросла почти на 300 %, с 8 до 31 млрд м³/год [12]. Объем СГ, добываемого в США в семи крупнейших бассейнах, по данным на 2009 г., достиг 67 млрд м³ (более 11 % от общего объема добычи газа в США). За пределами США добыча СГ началась в Канаде; объем добытого газа составил 5 млрд м³ (2,6 % от общего объема добычи газа в стране) [13].

Предполагается, что значительными ресурсами газосодержащих сланцев обладают Нидерланды, Польша, Венгрия, Франция, Швеция и другие европейские страны, а также Китай. Ряд стран ЕС рассматривает СГ как реальную альтернативу поставкам традиционного газа, в том числе из России.

Несмотря на положительный американский опыт, освоение ресурсов СГ, особенно в условиях густонаселенных стран Европы, имеет ряд существенных, часто непреодолимых ограничений.

Рентабельная добыча СГ требует огромных газосборных площадей. В США с их значительной малозаселенной территорией можно бурить десятки тысяч скважин на участках в тысячи квадратных километров. В густонаселенной Европе добывающие компании вряд ли смогут себе это позволить, что резко уменьшает привлекательность проектов по добыче СГ. Значительная часть возможных проектов освоения сланцевого газа в Европе территориально приурочена к курортным (в том числе приморским) зонам Австрии, Польши, Италии, Англии и др.

Кроме того, разработка месторождений СГ имеет серьезные экологические ограничения. В технологии гидроразрыва используются большие объемы воды («одна скважина – одно озеро») с песком и химическими добавками, которые могут проникать в грунтовые воды. Требуется решения проблема сбора, хранения и утилизации отходов бурения, содержащих весь спектр используемых в процессе добычи специфических загрязняющих веществ. В связи с этим экологические ограничения в странах ЕС существенно ограничат прогнозный масштаб освоения СГ в Европе.

В России горючие сланцы распространены в шести основных осадочных бассейнах (см. рис. 2). Следует подчеркнуть, что лишь 7 % мировых ресурсов горючих сланцев приурочено к Европейскому континенту, при этом большинство – к территориям стран Западной и Восточной Европы, а не РФ. Азиатский сектор РФ также существенно уступает по ресурсам горючих сланцев американским континентам.

Для России, по экспертным оценкам ООО «Газпром ВНИИГАЗ», геологические ресурсы сланцевого газа могут составить 6–8 трлн м³. Другие авторы дают более оптимистические оценки – до 20 трлн м³, чуть меньше, чем суммарные оценки тех же авторов для Европы и Китая [13].

В настоящее время все ресурсные оценки СГ для России – сугубо экспертные в силу крайне малой изученности объекта, но, без сомнения, имеют «право на жизнь».

Освоение ресурсов СГ в России осложнено:

1. Слабой геолого-геофизической изученностью, что обусловит низкую эффективность поисково-разведочных работ. В сланцевых бассейнах США изученность на порядок выше, что позволяет составлять геолого-технологические модели, адекватные реальным.

2. Отсутствием специализированных технологий добычи. В России имеется опыт ГРП и горизонтального бурения, однако эти работы были ориентированы на иные объекты. Использование данных технологий для добычи сланцевого газа имеет свою геолого-экологическую специфику.

3. Низкой буровой обеспеченностью работ. В США на объекты сланцевого газа ежегодно бурится несколько тысяч скважин. Такой масштаб бурения в ближайшие десятилетия в РФ экономически не целесообразен и маловероятен.

4. Отсутствием в РФ необходимых экономических стимулов (например, «§ 29 о налоговых льготах» – законодательный акт Конгресса США «О политике в области добычи газа из нетрадиционных источников»). В равной степени это относится ко всем рассмотренным нетрадиционным газовым ресурсам – сланцевым и угольным газам, природным газогидратам.

Для РФ изучение сланцевых газов актуально для мониторинга мировых перспектив его использования в качестве альтернативы российскому газу. Однако для собственной добычи этот вид нетрадиционных газовых скоплений промышленного интереса пока не представляет, в отличие от угольного метана и природных газогидратных залежей.

Список литературы

1. WOC 1 (Exploration, Production and Treatment of Natural Gas) Basic Activities Group report. Proc. of the 22nd World Gas Conference. WOCs Reports. Tokyo, Japan, 2003. P.p. 5–49.
2. Якушев В.С. Ресурсы и перспективы освоения нетрадиционных источников газа в России / В.С. Якушев, Е.В. Перлова, В.А. Истомина, В.А. Кузьминов, Н.Н. Соловьев, Л.С. Салина, Н.А. Махонина, С.А. Леонов. – М.: ИРЦ Газпром, 2007. – 152 с.
3. Mallik 2002 Gas Hydrate Production Research Well Program. Proceedings of the Mallik International Symposium «From Mallik to the Future» in Makuhari, Japan, 2003, 109 p.
4. Takahashi H. Exploration for Natural Hydrate in Nankai-Trough Wells Offshore Japan / H. Takahashi, T. Yonezawa, Y. Takedomi. Paper presented at the 2001 Offshore Technology Conference in Houston, Texas, 30 April – 3 May 2001. OTC 13040.
5. Перлова Е.В. Первоочередные объекты для поиска гидратов метана в надпродуктивных толщах действующих месторождений севера Западной Сибири / Е.В. Перлова, В.С. Якушев, Н.А. Махонина, С.А. Леонов // Полезные ископаемые мирового океана – 4: Материалы Международной конференции 12–15 мая 2008 г., г. Санкт-Петербург. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008 (CD).
6. Perlova E.V. Submarine gas hydrate deposits: from genesis, geology to peculiarities of gas production and treatment / E.V. Perlova, V.S. Yakushev, N.A. Makhonina, S.A. Leonov. Proceedings of 5th International Conference on Gas Hydrates, v. 3 (exploration, resources and environment), Trondheim, Norway, 2005. – P. 771–776.
7. Мазуренко Л.Л. Газовые гидраты Мирового океана / Л.Л. Мазуренко, В.А. Соловьев, Т.В. Матвеева // Газовая промышленность. Спецвыпуск «Газовые гидраты». – 2006. – С. 2–6.
8. Василев А. Оценка пространственного распространения и запасов газогидратов в Черном море / А. Василев, Л. Димитров // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43. – № 7. – С. 672–684.
9. Имра Т.Ф. Получение метана из угольных пластов / Т.Ф. Имра, О.А. Шепелькова и др. // Информационно-аналитический сборник, 2001. – 77 с.
10. Карасевич А.М. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промысловой добычи метана из угольных пластов / А.М. Карасевич, В.Т. Хрюкин, Б.М. Зимаков и др. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. – 64 с.
11. Kuuskraa V.A. Decade of Progress in Unconventional Gas Unconventional gas / V.A. Kuuskraa // OJG Unconventional gas article. – 2007. – № 1. – P. 1–10.
12. Дмитриевский А.Н. Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья / А.Н. Дмитриевский, В.И. Высоцкий // Газовая промышленность. – 2010. – № 8. – С. 44–47.