

Р. С. Газизов, Н. Л. Солодова, Н. А. Терентьева

СЛАНЦЕВЫЙ ГАЗ*Ключевые слова: сланцевый газ, ресурсы, добыча, перспективы, экология, проблемы.**В статье приводятся данные по природе образования, распространенности сланцевого газа, технологии его добычи, перспективам добычи в разных регионах мира и связанными с ней экологическими проблемами.**Keywords: shale gas, resources, production, prospects, environment, difficulty.**The article presents the data on the nature of forming, the prevalence of shale gas, the production technology, prospects of production in different regions of the world and the related environmental problems.*

Сланцевым газом называется метан, содержащийся в сильно глинизированных плотных породах: алевритах, аргиллитах и сланцах. Месторождения сланцевого газа занимают большие площади, но отличаются высокой рассеянностью и крайне низкой проницаемостью, которая в тысячи раз меньше, чем у обычных газовых пластов. Поэтому их вместе с залежами угольного метана и газа плотных песчаников относят к «нетрадиционным ресурсам». По мнению некоторых ученых их правильнее называть «трудноизвлекаемые ресурсы газа» [1,2,3].

Многие страны обладают значительными запасами сланцев, однако чтобы добывать из них газ, требуется, чтобы сланец обладал строго определенными характеристиками. По внешним признакам совершенно невозможно определить насколько продуктивным будет то или иное месторождение сланцевого газа. По этой причине разработка сланцевых месторождений довольно рискованный бизнес.

Таблица 1 – Потенциальные ресурсы сланцевого газа в мире

Страна	Трлн м ³	%
Северная Америка	52,0	26,4
США	24,1	12,3
Мексика	17,0	5,5
Канада	10,9	8,6
Южная Америка	30,6	15,6
Аргентина	21,0	10,7
Бразилия	6,3	3,2
Чили	1,8	0,9
Прочие	1,5	0,8
Европа	15,8	8,0
Польша	5,2	2,6
Франция	5,0	2,7
Норвегия	2,3	1,2
Прочие	3,2	1,6
СНГ	29,2	14,8
Россия	25,0	12,7
Украина	1,2	0,6
Прочие	3,0	1,5
Ближний Восток	17,0	8,6
Африка	26,6	13,5
ЮАР	11,0	5,6
Ливия	8,1	4,1

Алжир	6,5	3,3
Прочие	1,0	0,5
АТР	25,6	13,0
Австралия	11,1	5,5
Китай	10,9	5,6
Индия	1,8	0,9
Прочие	1,8	0,9
Итого	196,7	100,0

Таблица 2 – Прогноз добычи сланцевого газа в мире, млрд м³ (средние значения)

Регион, страна	2010г	2015г	2020г	2025г	2030г
Северная Америка	134	179	198	231	257
США	126	168	183	210	230
Канада	8	10	12	16	21
Мексика	0	1	3	5	6
Южная Америка	0	1	7	10	13
Аргентина	0	1	4	6	9
Бразилия	0	0	2	3	3
Прочие	0	0	1	1	1
Европа	0	0	8	13	16
Польша	0	0	3	6	6
Франция	0	0	2	3	3
Германия	0	0	1	1	2
Прочие	0	0	2	3	5
СНГ	0	0	1	2	6
Россия	0	0	0	0	3
Украина	0	0	1	2	2
Прочие	0	0	0	0	1
Ближний Восток	0	0	0	0	2
Африка	0	0	2	3	5
ЮАР	0	0	1	2	3
Прочие	0	0	1	1	2
АТР	0	1	13	15	16
Китай	0	1	7	7	7
Австралия	0	0	2	4	5
Индия	0	0	1	1	1
Прочие	0	0	3	3	3
Мир в целом					
Газ всего	3136	3562	3977	4369	4563
Доля сланцевого газа, %	4,27	5,08	5,76	6,27	6,90

Специалисты сильно расходятся в оценке запасов сланцевого газа, поскольку оперируют разными понятиями. Потенциально возможные ресурсы планеты составляют примерно 200 трлн. м³. Чтобы их разведать потребуется 30-50 лет, и полученная при этом цифра геологических запасов вероятно будет в 1,5-3 раза меньше [4,5,6].

Еще сложнее определить, какую часть из них можно отнести к доказанным запасам, пригодным для потенциальной разработки. Сланцевый газ не подстилается водой и не ограничивается сверху крышкой, поэтому традиционные методы подсчета запасов здесь невозможны. Для достоверности оценки необходимо разбурить огромные по площади участки с плотной сеткой разведочных скважин, что потребует огромных капитальных вложений при высоких геологических и экономических рисках [7,8].

В числе ключевых геолого-промысловых характеристик сланцевого газа американские и европейские исследователи выделяют шесть параметров [11].

1. Глубина залегания. Минимальной глубиной для перспективного газоносного комплекса считается 1000 м, при меньших глубинах падает давление, что препятствует рентабельной газодобыче. При глубинах свыше 7-8 км возникают осложнения в силу аномально высоких температур и давления, возрастают издержки добычи.

2. Толщина продуктивной зоны. Для сланцевых коллекторов минимальная толщина 25 м считается достаточной для начала разработки, однако большая толщина остается предпочтительной. Опыт разработки месторождений сланцевого газа в США показал, что оптимальной толщиной пласта при бурении горизонтальных скважин считается 125-150 м, именно при этом условии достигалась наивысшая производительность скважин.

3. Термическая зрелость. Для того, чтобы произвести достаточно газа, в сланцах должна образовываться главная зона газонакопления, т.е. зона перехода от жирного газа к сухому.

4. Типы керогена. Приемлемая газоносность сланцев предполагает наличие керогенов с показателем содержания общего органического углерода не менее 2%.

5. Газоносность. Этот показатель напрямую зависит от термической зрелости и качества керогенов. Для продуктивной разработки сланцев необходима их газоносность не ниже 2,3 м³/т. При этом очень важно наличие примесей в газе: CO₂, N₂ или H₂S, которые снижают качество газа и рентабельность разработки.

6. Хрупкость (ломкость). Для осуществления эффективного гидроразрыва пласта сланцы должны быть достаточно хрупкими. По европейским сланцам исследования их хрупкости практически не проводились. Считается, что кальциевые аллургиты более ломки, чем так называемые пластичные сланцы, содержащие высокий процент воды и

способные плавно деформироваться под воздействием геостатических нагрузок.

Для оценки хрупкости сланцев определяют также содержание в них кремния: если этот показатель превышает 40%, сланцы считаются достаточно хрупкими для проведения гидроразрыва пласта [7].

В зависимости от способа образования сланцевого газа выделяют биогенный и термогенный газ. Первый образуется в результате биодegradации исходного органического вещества аэробными и анаэробными микроорганизмами на глубине 75-670 м, термогенный газ образуется в результате более значительного катагенетического преобразования пород на глубине свыше 1000 м, тогда как микробиальные преобразования органического вещества там фактически отсутствуют [9].

Потенциальная нефтегазоносность сланцев установлена давно (в СССР еще в 30-40-е годы 20 века). Россия обладает крупными запасами сланцевого газа. Этот газ наблюдается, например, в отложениях рифея Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, он был найден на Енисейском кряже, где даже были зафиксированы выходы на поверхность битуминоидов. Известны в России и другие сланцевые месторождения газа и нефти. Но дебиты их настолько незначительны, что при наличии в этих же местах «традиционных» запасов добывать из них углеводороды никому не приходило в голову [1,5].

Благодаря наличию богатых ресурсов «традиционного» природного газа, у нас в стране уделяется не столь много внимания нетрадиционным источникам. Однако успешный мировой опыт, наличие эффективных технологий свидетельствует о значительном экономическом потенциале. «Нетрадиционные» источники газа играют все большую роль в развитии мирового топливно-энергетического комплекса. Зарубежный опыт их промышленной разработки имеет многолетнюю историю, но наиболее интенсивно отрасль развивается в последнее десятилетие.

Столь бурный рост связан со значительным технологическим прогрессом и возможностью рентабельно извлекать газ, добыча которого считалась невозможной или экономически нецелесообразной.

Первая коммерческая газовая скважина в сланцевых пластах была пробурена в США еще 1821 году в штате Нью-Йорк, однако масштабное промышленное производство сланцевого газа было начато лишь в 2000-х годах компанией Devon Energy в Техасе [6,8].

В 2002 году там пробурена первая горизонтальная скважина. С тех пор в Соединенных Штатах произошел резкий рост добычи сланцевого газа, в результате чего США выбились в мировые лидеры добычи газа (611 млрд м³/год), причем около 50% от добычи приходится на нетрадиционные источники – метан из угольных пластов и сланцевый газ. В 2010 г. на сланцевый газ

приходилось 23% всей добычи природного газа США [2,8].

Крупнейший американский газовый проект Marcellus Shale находится в начальной стадии развития. Огромный пласт мощностью от 880 – 80 м протянулся от штата Нью-Йорк до штата Теннесси. Общая площадь его составляет 140 тыс. км², глубина залегания – 700-8000 м. По различным оценкам геологические запасы могут находиться в пределах 4,5-15,2 трлн м³, что соответствует газонасыщенности пород 0,32-1,0%. Коэффициент извлечения газа в рамках проекта принят равным 0,1.

Для освоения месторождения потребуется пробурить от 100 до 220 тыс. скважин стоимостью 3-4 миллиона долл. каждая. Таким образом минимальный объем капитальных вложений только на бурение скважин должен составить 300 млрд долл. или 197 долл./тыс. м³ прогнозируемой добычи газа. Огромные вложения нужны потому, что как уже указывалось выше, сланцевый газ является сильно рассеянным полезным ископаемым. Средняя плотность извлекаемых запасов Marcellus Shale составляет 3,5-10,0 млн м³ на 1 м²/год. Обычная газовая скважина дает такой объем за месяц, а хорошая за неделю [1].

Несмотря на большие затраты, добыча сланцевого газа за короткий срок изменила ситуацию на американском газовом рынке, вместо импорта газа американский сланцевый газ будет экспортироваться на иностранные рынки.

Произшедший бурный рост разработки трудноизвлекаемых запасов США изначально связан с истощением традиционных месторождений. Падение добычи газа в США привело к необходимости повышения эффективности газового бизнеса. Важным фактором, способствовавшим росту добычи газа в США в 80-е г.г. в условиях истощения традиционных месторождений, стало снижение налоговой нагрузки на производителей, добывающих природный газ из битуминозных песчаников, угольных пластов и черных сланцев. В 2005 г в условиях резкого роста цен на энергоносители и сокращения добычи природного газа правительство США предприняло дополнительные меры для стимулирования газовой отрасли. Были существенно сокращены налоги на добычу газа и увеличены обязательные отчисления в пользу землевладельцев, которые стали охотнее заключать контракты с добывающими компаниями.

В технологическом плане происходило массовое развитие горизонтального бурения и операций многоступенчатого гидроразрыва пласта (ГРП). В результате добыча сланцевого газа за 5 лет выросла более чем в 6,6 раза [7,8].

Наиболее крупное месторождение Barnett Shale находится на севере Техаса. Здесь содержащиеся метан породы залегают на глубине от 450 до 2000 м на площади 13 тыс. км². Мощность пласта изменяется от 12 до 270 м. Число скважин к 2011 году превысило 15 тысяч штук. Для первых операций ГРП потребовалось примерно 1000 т воды и 100 т песка. В настоящее время для одной

операций ГРП требуется примерно 4000 т воды и 200 т песка. В среднем в течение года на каждой скважине проводится три ГРП.

В 2009 г. сланцевая лихорадка дошла до Европы. Огромные площади газосодержащих сланцев найдены в Нидерландах, Польше, Франции, Швеции и других европейских странах. Сланцевые проекты готовятся к реализации в Китае, Индии, Аргентине, Австралии. В отрасль пришли крупные нефтегазовые корпорации. Однако за пределами США и Канады в Европе, Китае, Индии, Австралии геолого-разведочные работы находятся в начальной стадии. Оценки и прогнозы можно делать пока только на основе аналогий с бассейнами Северной Америки. По оценке авторов [3] после проведения геолого-разведочных запасов сланцевого газа с учетом экологических, технологических и экономических ограничений составит не более 12 трлн м³. Что касается стоимости извлечения сланцевого газа, то условия работы в США и Европе очень разные. По некоторым данным цена полного цикла в США составляет 130 долларов за 1 тыс. м³ газа, в то время как в Швеции-320, а в Польше 280 долларов.

Газовая карта мира складывалась на протяжении десятилетий, и в ней доминируют несколько ключевых экспортеров, в числе которых Россия, Алжир, Катар. Газопроводы, которые соединяют Сибирские месторождения «Газпрома» с потребителями в Европе, или танкеры с сжиженным газом, которые перевозят газ из Персидского залива или Брунея в Японию, сформировали структуру взаимозависимости поставщиков и потребителей, но сейчас эти отношения могут сильно измениться. Все больше стран от Аргентины до ЮАР, от Мексики до Польши проявляют интерес к Запасам сланцевого газа [8].

В ближайшее время может появиться целый ряд новых производителей и экспортеров, что может означать, что будущее для ведущих производителей, таких как «Газпром», может оказаться менее предсказуемым, чем казалось ещё недавно [8].

Сланцевый газ продолжает менять расстановку сил в мировой энергетике. Несмотря на вызванное низкими ценами снижение темпов роста добычи в США, объемы производства в 2011 году составили половину всего экспорта сжиженного природного газа из Катара. Как считают в Международном энергетическом агентстве (МЭА), к 2017 году объемы добычи в США увеличатся на 17 %, с 653 до 769 млрд. м³. Это позволит им обойти Россию и стать крупнейшим производителем в мире. Добыча газа в России за этот же период, как ожидается, возрастет с 659 до 757 млрд. м³ [10]. Еще одним последствием резкого роста добычи газа и невероятной низких цен на него на американском континенте (меньше двух долларов за 1 BTU в США, от 6 до 8 долларов в Европе, от 16 до 18 долларов в Японии) может стать расширение использования газа на американских электростанциях: к 2017 году оно может выйти на один уровень с углем, который доминирует в

американской электроэнергетике на протяжении целого века.

В целом же, как считают в МЭА, к 2017 году мировая потребность в газе вырастет в несколько раз с 576 млрд. до почти 4 трлн. м³. Китай станет третьим по величине потребителем газа в мире после США и России.

Некоторые потребители российского газа, в частности Польша и Украина, активно ведут разведку собственных запасов сланцевого газа и надеются добывать его в промышленных масштабах уже через несколько лет [7]. Добыча только на двух месторождениях (под Донецком и Львовом) должна дать не менее 15 млрд. м³ газа, что лишь немногим меньше добычи всего природного газа на Украине в 2010 году, которая покрыла 36% внутренних потребностей страны. Китай, еще один потенциальный импортер российского газа, имеет огромные запасы сланцевого газа. Власти КНР сделали их разработку одним из приоритетов 12-й пятилетки (2011 – 2015 гг.). Предполагается, что к ее окончанию добыча составит 6,5 млрд. м³. Потенциальных же запасов Китая может хватить, чтобы удовлетворить внутренние потребности в природном газе на двести лет [11].

Европа обладает почти 1/10 частью общемировых недоказанных геологических запасов сланцевого газа. По оценкам МЭА (2011 г.) в Европе технически извлекаемые запасы сланцевого газа в крупных странах распределяются следующим образом: Германия - 8 трлн. ф³, Норвегия – 83 трлн. ф³, Франция – 180 трлн. ф³, Польша – 187 трлн. ф³ [11, 12].

Польша имеет в настоящее время доказанные запасы сланцевого газа в объеме от 12,4 до 27,4 трлн. ф³, а максимальный объем доказанных запасов составляет 68,6 трлн. ф³, которых может хватить, по меньшей мере, на 24 года при текущем темпе потребления. Предполагается, что запасы сланцевого газа страны в 2,5 – 5,5 раз больше запасов традиционных природного газа. Крупные международные нефтяные компании такие как, Exxon Mobile, Conoco Philips, Talisman Energy и др. уже запаслись значительными участками в перспективных нефтегазоносных бассейнах страны.

Однако негативный опыт с двумя принадлежащими Exxon Mobile разведочными скважинами и последующим выходом компании из сланцевого рынка Польши вызвал сомнения по поводу перспективности этих разработок [11]. Если бы польские ресурсы представляли бы собой реальную ценность, то американцы не отказались бы от них с такой легкостью. Если учесть, что именно их холдинги породили сланцевую лихорадку, напрашивается вывод, что их цель сделать более сговорчивыми неуступчивых русских [13].

Похожую позицию занимают и в Китае, который хотел и начал форсировать разработки сланцевого газа, пока предпочитает не говорить об этом всерьез. Хотя в октябре 2010 г. Министерство природных ресурсов Китая учредило национальный исследовательский центр сланцевого газа, куда

вошли четыре китайские компании и ряд зарубежных партнеров (Shell, Chevron, BP и др.), имеющие планы на развитие бизнеса по добыче сланцевого газа в Китае.

Начальные суммарные ресурсы сланцевого газа КНР оцениваются в 36,8 трлн. м³. Извлекаемые ресурсы на глубине менее 2 тыс. м составляют 10,87 трлн. м³, доказанные запасы 102,3 млрд. м³. Оценки основаны на предельных геологических и технологических возможностях без учета экологических, экономических и социальных факторов. Реально добыча сланцевого газа в КНР не превысит 5-7 млрд. т после 2020 года [1]. Проекты по добыче и разведке сланцевого газа сконцентрированы в бассейне Сычуань. Этот регион является одним из наиболее развитых газодобывающих районов в Китае с разветвленной газотранспортной системой, что является чрезвычайно важным при добыче низконапорного сланцевого газа.

Несмотря на все эти действия, не исключено, что в Пекине, приняв во внимание заокеанский опыт тоже захотели сыграть на страхах России потерять рынок сбыта своего природного газа.

Все это может означать, что так называемая, сланцевая революция в мире пока похожа на «революцию умов» и по-настоящему может состояться лишь при активации определенных политических, инфраструктурных и технологических усилий [12, 14].

По состоянию на 2011 г. в России не проводилась даже первичная оценка запасов сланцевого газа и его геологоразведка. По различным оценкам ресурсы сланцевого газа в России варьируются от 20 до 100 трлн. м³.

Нынешняя ситуация со сланцевым газом напоминает отчасти то, что происходило с атомной энергетикой. На заре строительства АЭС с ней связывали долгосрочное решение энергетических потребностей при низких затратах. Но, как и с ядерной энергетикой, добыча сланцевого газа вызывает много вопросов по поводу экологических последствий.

Особенность технологии добычи сланцевого газа состоит в непрерывном бурении большого числа скважин, поскольку, как показывает практика, через год дебит скважины падает до 80%. Концентрация газа в сланце значительно меньше, чем в угле и природных газовых месторождениях. Она находится в пределах от 0,2 до 3,2 млрд. м³/км², что в 50-100 раз меньше, чем в традиционных месторождениях газа. Низкая концентрация газа в породе приводит к тому, что пробуренные скважины быстро теряют свой дебит [15,16,17].

В настоящее время для увеличения дебита и продолжения эксплуатации газосланцевых скважин применяют технологии бурения горизонтальных скважин и гидроразрыв пласта. Однако эти методы имеют высокую сложность и стоимость. Так, стоимость горизонтальной скважины выше, чем традиционной вертикальной в среднем в 4 раза, а

стоимость только одной операции гидроразрыва пласта составляет около 250 тыс. долл. США.

При добыче сланцевого газа по технологии горизонтального бурения вместо множества одиночных вертикальных скважин пробуривается одна, от которой затем на большой глубине расходятся горизонтальные скважины различной длины (до 1 км и более). Горизонтальное бурение следует отнести к числу наиболее значительных технологических достижений нефтяной и газовой промышленности. Оно было запатентовано еще в 19 веке, но на протяжении столетия этот метод применяли весьма ограниченно. Обычно на бурение горизонтальных скважин тратится примерно в 2,5 раза больше времени, чем вертикальных.

После пробуривания в скважины закачивается под давлением смесь песка, воды и химикатов для процесса гидроудара. Гидроударом разрушают перегородки газовых карманов, что позволяет собрать сланцевый газ с большой территории и откачать его через вертикальный ствол. На некоторых скважинах для поддержания устойчивого дебита операцию гидроразрыва пластов приходится повторять по 10 раз в год. Как правило, для осуществления одного гидроразрыва в скважину необходимо заливать до 4 тыс. т воды и засыпать до 200 т песка, строить трубопроводы и дороги, откачивать грязную воду.

Однако, даже несмотря на применение технологии бурения горизонтальных скважин и гидроразрыва продуктивность уже действующих скважин падает гораздо быстрее, чем на традиционных месторождениях. Так, если средний «срок жизни» газовых скважин на традиционных месторождениях США составляет 30-40 лет, то около 15% сланцевых, пробуренных в 2003 году, через 5 лет полностью исчерпали свой ресурс [7].

С учетом технологической сложности извлечения газа из сланцевых пород, реальные затраты на добычу сланцевого газа, по оценкам специалистов составляют от 150 до 300 долл. США на 1 тыс. м³, что примерно в 10-15 раз дороже, чем себестоимость добычи традиционного природного газа из газовых месторождений. При этом следует учитывать, что сланцевый газ добывают, как правило, в непосредственной близости от потребителей, что исключает существенные транспортные расходы.

На сегодня технологии добычи сланцевого газа – горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта – запрещены во Франции и Болгарии, временно приостановлены в Британии, ЮАР, канадской провинции Квебек, на севере Испании и в штате Нью-Йорк [15].

Преимуществом сланцевого газа является близкое расположение к центрам потребления, но этот же фактор накладывает дополнительные экологические ограничения. В нефтегазовой отрасли нет примеров столь мощного воздействия на недра, как при добыче сланцевого газа, которая связана со значительным нарушением целостности недр, большой площадью и высокой плотностью проведения буровых работ.

Основные угрозы для реализации сланцевых проектов в плотнозаселенных регионах (Европа, Китай, США) – это изъятие значительных площадей из традиционного использования, нарушение сложившегося уклада.

В большинстве случаев причиной запретов или мораториев стали обвинения в том, что добыча сланцевого газа ведет к масштабным экологическим последствиям. Метан, часто с ним сероводород, а также химические реагенты, проникают в подземные воды и системы водоснабжения, делая воду не пригодной для использования в быту и промышленности. Против отрасли сыграло и то, что когда жители районов добычи газа попытались узнать, какие именно химические реагенты используются в смеси для гидроразрыва, компании отказались разглашать эту информацию, ссылаясь на коммерческую тайну. Даже если гидроразрыв происходит в очень глубоких слоях, значительно глубже, чем подземные воды, то они могут быть загрязнены в результате очистки смеси после добычи газа.

При освоении газосланцевых месторождений нельзя не учитывать, что сланцевый газ отличается повышенным содержанием радона. Радон – это продукт естественного распада природного урана, содержащегося в сланцах и гранитах. Уран добывают именно из сланцев, причем наиболее высоким содержанием урана характеризуются углеродисто-кремнистые сланцы. Воду, которую выкачивали в результате добычи сланцевого газа на одном из американских месторождений проверяли в Департаменте защиты окружающей среды, штата Нью-Йорк, в результате чего выяснилось, что в образцах содержится радий-226, причем в концентрациях, превышающих ПДК в 267 раз [17,19].

Операция гидроразрыва почти всегда сопровождается загрязнением вод, вышележащих горизонтов, что может привести к масштабному загрязнению воды, используемой для питьевых и хозяйственных целей. Анализ, проведенный в американском штате Вайоминг, где находится одна из крупных залежей, показывает, что эти химические вещества способны проникать в подпочвенные воды. В частности, они были обнаружены в окрестных колодцах.

Кроме того, геологи предупреждают, что закачивание воды для гидроразрыва может привести к деформации земной коры. Часть воды после гидроразрыва откачивают, но под землей ее остается 50%. В результате вероятны техногенные подвижки различных участков пласта. Самые неприятные последствия таких процессов – мощные оползни в расположенных выше глинистых отложениях.

Некоторые критики обвиняют отрасль в проседании грунтов и даже землетрясениях. С 2001 года число землетрясений в центральной части США (где активнее всего идет бурение) с магнитудой 3 балла по шкале Рихтера, резко возросло. В 2011 году число землетрясений в 6 раз превысило среднегодовой уровень XX века. По оценкам центра исследований землетрясений

Университета Мемфиса, землетрясения вызываются закачиванием воды в глубокие слои недр под высоким давлением. Исследования в Британии подтвердили, что два землетрясения у Блэкпула на северо-востоке Англии, были вызваны именно этой технологией. Хотя большинство землетрясений незначительны (3-5 баллов по шкале Рихтера), активисты-экологи предупреждают, что бурение сланцевого газа может оказаться бомбой замедленного действия. О потенциальном воздействии сланцевой промышленности на здоровье людей был подготовлен доклад Министра охраны окружающей среды Канады, который не был опубликован, поскольку он видимо содержит данные, весьма неприятные для нефтегазовых компаний [17,19].

Из последствий воздействия сланцевой промышленности на здоровье человека сейчас называются не только загрязнение почвы и грунтовых вод, но также рост онкологических заболеваний и заболеваний дыхательных путей у людей и животных в районах, расположенных рядом с производственными комплексами.

В будущем меры по снижению негативного воздействия добычи сланцевого газа на окружающую среду окажут существенные влияния на повышение себестоимости сланцевого газа.

Кроме всего прочего, технологии добычи сланцевого газа серьезно меняют ландшафты, так как требуется установка гораздо большего числа буровых установок на единицу площади, чем при добычи традиционного газа.

Сланцевый газ проигрывает традиционному сланцевому газу по всем технологическим и экономическим показателям, кроме расстояния транспортировки и, в некоторых случаях, природно-климатических условий. Поэтому добыча сланцевого газа позволяет решить проблемы локального газообеспечения в течение ограниченного временного интервала (не более 15-17 лет).

Сланцевый газ не исчезнет, его добыча продолжится, но темпы ее роста могут заметно упасть, снизив давление на мировой рынок.

При опережающем технологическом развитии и сближении цен с традиционным газом, сланцевый газ имеет право на существование. Он будет менее рентабельным, чем традиционные источники, но те страны, которые не имеют доступа к крупным месторождениям, будут развивать это направление энергообеспечения. Сегодня уже ясно главное: на мировом энергетическом рынке наступает время перемен.

Сланцевый газ это только одно из многих направлений развития альтернативной энергетики XXI века, которые будут все более развиваться по мере истощения и удорожания традиционных энергоресурсов – нефти, природного газа, угля [20, 21].

В России наличие сланцевого газа установлено десятки лет назад в пределах Тимано-Печорской провинции, Сибирской платформы и в ряде других районов, однако экономической

целесообразности в его добычи пока нет, и в ближайшие годы не предвидится.

Он может рассматриваться как источник промышленной газодобычи пока что лишь в долгосрочной перспективе, в первую очередь из-за огромных ресурсов традиционного природного газа. Еще одна причина, по которой отечественная газовая промышленность вряд ли сможет наладить освоение собственных ресурсов сланцевого газа – отсутствие технологий, необходимых для рентабельной промышленной добычи сланцевого газа [4, 21].

Разработка сланцевого газа из сланцев Тимано-Печерского и Вычегодского бассейнов может осложниться из-за возможности поступления в продукцию сероводорода, поскольку в керогене Юрских сланцев отмечено высокое содержание органической серы (~3%) [21].

В заключение можно сказать, что хотя сегодня в России роль нетрадиционных источников незначительна, в перспективе нетрадиционные газы, в том числе сланцевый, могут и должны восполнять собой топливно-энергетический баланс, то есть они являются ощутимым резервом углеводородного сырья.

Для того, чтобы нетрадиционные источники через 10-15 лет могли быть задействованы, необходимо уже сейчас начать их активно реальное освоение. Должны быть сооружены демонстрационные (пилотные) модули, на которых будут отработаны и освоены соответствующие технические решения и технологические регламенты их промышленной эксплуатации. Израсходованные сегодня на это инвестиции не только обеспечат завтра энергетическую устойчивость страны, но и будут скомпенсированы лицензионными соглашениями зарубежных компаний [20, 22].

Уже сейчас заключен контракт на миллиарды долларов между одним из крупнейших концернов США Exxon Mobile и крупнейшим производителем нефти в России «Роснефть». Они совместно будут добывать сланцевый газ в Канаде и США. При помощи американской технологии в России смогут приступить к разработке своих месторождений сланцевого газа в Восточной Сибири, а американцы получили возможность участия в добычи нефти и газа в Арктике и Черном море [23].

Литература

1. *Коржубаев А.Г.* Сланцевый газ в системе газообеспечения: сырьевая база, условия освоения и прогноз добычи / А.Г. Коржубаев, И.В. Филимонова, Л.В. Эдер // Газовая промышленность. Приложение к журналу. – 2012. – №676. – С.70-77.
2. *Пучков Л.В.* Извлечение метана из угольных пластов / Пучков Л.В., Сластунов С.В., Колинов К.С. – М.: МГТУ, 2002. – 383 с.
3. *Высоцкий В.И.* Ресурсы сланцевого газа и прогноз их освоения / В.И. Высоцкий // ИнфоТЭК. – 2012. – №1. – С.51-53.

4. Высоцкий В.И., Дмитриевский А.Н. Мировые ресурсы нефти и газа и их освоение // Российский химический журнал. – 2008. – №6 – с.8-24.
5. Валеев Б.М. Природа и особенности пространственного распространения нетрадиционных ресурсов углеводородов и их скоплений / Б.М. Валеев // Газовая промышленность. Спецвыпуск. Нетрадиционные ресурсы нефти и газа. – 2012. – №676. – С.9-15.
6. Савельев К. Чужой газ / К. Савельев // Нефть России. – 2011. – №6. – С.46-49.
7. Гафаров Н.А. Нетрадиционные газовые ресурсы Западно Европы: оценки потенциала и геологоразведка / Н.А. Гафаров, А.И. Глаголев. / Газовая промышленность. Спецвыпуск. – 2012. – №676. – С.23-28.
8. Коржубаев А.Г. Газовый баланс США: состояние и перспективы / А.Г. Коржубаев, Л.В. Эдер // Нефтегазовая вертикаль. – 2005. – №12. – С.37-45.
9. Макаревич В.Н. Проблемы освоения биогенного сланцевого газа на Северо-Западе России / В.Н. Макаревич, И.Р. Макаревич, А.А. Суханов // Газовая промышленность. Приложение к журналу. – 2012. – №676. – С.77-80.
10. Парфирьева Е.Н. Перспективы развития мирового нефтегазохимического комплекса / Е.Н. Парфирьева, Ю.В. Пантелева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т.15. – №12. – С. 177–182.
11. Никитина А. GLOBAL DATA: Сланцевые планы Восточной Европы / А. Никитина // Нефтегазовая вертикаль. – 2012. – №15-16. – С.36-37.
12. Анненкова А. Газовый туман / А. Анненкова // Нефть России. – 2012. – №8. – С.3-4.
13. Кириллов Н.Г. Сланцевый газ: мифы и реальность / Н.Г. Кириллов // Газовая промышленность. – 2010. – №11. – С.17-19.
14. Коржубаев А.Г. Газовый комплекс России: перспективны развития, возможности международной кооперации, или необходимо ли создание газовой ОПЕК / А.Г. Коржубаев // Бурение и нефть. – 2010. – №9. – С.6-10.
15. ТОПНЕФТЕГАЗ. Деловая информация. – 2012. – №516. – С.48.
16. Егоров А.И. Угленосные и горючесланцевые формации на европейской части СССР / А.И. Егоров. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост.ун-та. – 1985. – 192 с.
17. Коржубаев А.Г. Эхо сланцевой революции. Минусы добычи нетрадиционного газа пока перевешивают плюсы / А.Г. Коржубаев, А.Г. Хуршудов. // Нефть России. – 2010. – №12. – С.24-28.
18. Коржубаев А.Г., Хуршудов А.Г. Большие надежды, скромные планы. // Нефть, газ, Евразия. – 2010. – №12. – с.24-28. (?? так же как и в 16.)
19. Марков Н. Словно меж двух огней / Н. Марков // Нефть России. – 2012. – №9. – С.22-25.
20. Дмитриевский А.Н. Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья / А.Н. Дмитриевский, В.И. Высоцкий // Вестник ОНЗ РАН. 2001. – Т.2 – №Z. – doi : 10.2205/2010 №Z000014.2010
21. Бурляев М. Есть ли будущее у сланцевого газа в России / М. Бурляев // Нефть и жизнь. – 2011. – №4. – С.10-12.
22. Якуцени В.П. Нетрадиционные ресурсы углеводородов – резерв для восполнения сырьевой базы нефти и газа России / В.П. Якуцени, Ю.Э. Петрова, А.А. Суханов // Нефтегазовая технология. Теория и практика: Электр.научн.журн. – 2009. – Т.4. – №1 <http://www.ngtp.ru/rub/9/11, 2009.paf>.
23. Авилова В.В. Нарастающие риски в секторе добычи углеводородного сырья как стимул для активизации его комплексной переработки / В.В. Авилова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №23. – С.139-141.

© Р. С. Газизов – студ. КНИТУ; Н. Л. Солодова – кнад. хим. наук, доц. каф. ХТПНГ КНИТУ; Н. А. Терентьева – ст. препод. той же кафедры, terenteva@kstu.ru.