

# СЛАНЦЕВЫЙ ГАЗ: МИФ ИЛИ БУМ?

ОЛГА ВИНОГРАДОВА  
«Нефтегазовая Вертикаль»



Трансформирование газового рынка в США за счет газа из глинистых сланцев — это реальность, которую можно проследить не только по заголовкам СМИ, но по цифрам и фактам. Эпоха сланцевого газа началась с бассейна Barnett в Техасе, продолжилась в Fayetteville в Арканзасе и Woodford в Оклахоме, расширилась с появлением проектов Haynesville и Marcellus в США, Horn River и Montney в Канаде.

По состоянию на середину 2009 года из сланцев добывалось 14% всего газа США по сравнению с 2% в 2000 году.

Новые подходы к разработке глинистых сланцев включают технологический триумвират — горизонтальное бурение в сочетании с гидроразрывом и продвинутом сейсмическим моделированием 3D. Ресурсные перспективы дальнейшего развития сланцевой индустрии в Северной Америке измеряются 18 трлн м<sup>3</sup> технически извлекаемого газа.

Наличие глинистых сланцев в других регионах мира известно, но их газоносность пока не оценена. В любом случае без соответствующей экономики производства ресурсы остаются «вещью в себе». По некоторым оценкам, рентабельность разработки сланцевого газа требует уровня цен на газ не ниже \$5–6 за 1 тыс. ф<sup>3</sup> (\$180–200 за 1 тыс. м<sup>3</sup>).

Но тихая газовая революция, похоже, все же произошла. Для России, в частности. Со своим СПГ на американский рынок она приподнялась...

«**Н**а газовом рынке ожидается глобальный передел?» Под таким или подобными названиями появилось множество публикаций в западной и российской прессе о добыче газа из глинистых сланцев. Причем, внезапно и одновременно. Почему?

Отчасти потому, что информация обладает свойством репродуцирования. Достаточно появиться

одному громкому заголовку, как их тут же станет десять, сто, и т.д.

На этот раз тон задал Тони Хейдер, топ-менеджер компании BP, объявивший ренессанс в газовой индустрии США. «Еще пять лет назад простое обеспечение спроса на газ требовало возрастающих объемов импортного газа. Сегодня ситуация принципиально иная: произошла тихая газовая революция», — сообщил он.

Первая интуитивная реакция — слишком быстро и хорошо, чтобы быть правдой.

Но официальная статистика подтверждает, что так и есть. Изменения в газовой индустрии США действительно происходят, причем, в последние три года с невиданной скоростью.

«Тихую газовую революцию» специалисты заметили, наблюдают и анализируют. Широкой об-

щественности стало известно об этом явлении только сейчас потому, что оно получило огласку на Мировом газовом конгрессе в Буэнос-Айресе, самом крупном газовом форуме, который собирается раз в три года. И как раз во время паузы между двумя собраниями, в 2008 году, Департамент по энергетике США (DOE/EIA) в информации по запасам и добыче газа впервые отдельной строкой выделил сланцевый газ.

Наиболее впечатлительные аналитики, подхватив эстафету Т.Хейдера, предсказывают, что под натиском сланцевого газа ныне ведущие страны-производители газа, включая Россию, потеряют свое глобальное влияние и их место займут США, Канада и Китай.

«Газпром» встревожен. В мировой прессе растиражирован комментарий вице-президента компании А.Медведева, о том что «вокруг глинистых сланцев складывается много мифов».

Так что это — миф или реальность? Вот некоторые факты и цифры. Судите сами.

## Факты

Газовые скопления в глинистых сланцах — давно не новость, в США добыча газа из них ведется более ста лет. Тем не менее, наряду с газом из плотных песчанников, угольных пластов и метаном газогидратов их продолжают относить к категории нетрадиционных источников, так как традиционным методом освоения они не поддаются.

Причина «нетрадиционности» глинистых сланцев в их высокой плотности. Из-за предельно низкой проницаемости, т.е. способности пород пропускать флюиды, добыча газа обычными методами неэффективна. Ситуация меняется, если в пластах имеются трещины, которые служат не только полостями для накопления флюида, но и для его миграции. В трещиноватых породах проницаемость резко увеличивается. В течение прошлых десятилетий газ из глинистых сланцев добывался из естественных трещин, что значительно сужало масштаб развития. Без искусственного стиму-

Динамика запасов сухого газа в США (на конец года)



лирования освоение сланцевого газа оставалось на дальней периферии газовой индустрии.

Современная технология разработки глинистых сланцев сочетает горизонтальное бурение, гидроразрыв пласта и трехмерное сейсмическое моделирование. Каждый из этих компонентов давно на слуху, и ответом на ожидаемый вопрос, что здесь нового, будет их совместное применение. Именно сочетанием этих трех методов с технологической оптимизацией и адаптацией к конкретным условиям сланцевых скоплений газа достигнута экономическая рентабельность.

В западной геологической практике широко используется напрямую непереводаемое на русский язык понятие exploration play. Под ним подразумеваются геологические объемы, содержащие однотипные месторождения, поиски и разведка которых ведутся по одной методике и одинаковым комплексом технических средств.

Нетрадиционные источники газа, помимо сложности их разработки, обладают еще одной общей характеристикой: считается, что это не exploration play, а resource play. То есть комплексы пород этого типа имеют столь широкое распространение, что проблема поиска практически отсутствует. Зато существует проблема концентрации и качества ресурсов. Другими словами, риск не обнаружения скопления газа в скважине невелик, но потенциал рентабельности обычно тоже невысокий.

Перспективные поля глинистых сланцев должны включать

определенные характеристики: достаточно компактное ядро наибольшей концентрации ресурса, адекватное поровое пространство (не менее 3% — иначе, где

**Тон задал Т.Хейдер, топ-менеджер компании BP, объявивший ренессанс в газовой индустрии США — сегодня ситуация принципиально иная: произошла тихая газовая революция**

помещаться газу?), высокое пластовое давление (чем выше, тем больше газа вмещают поры), благоприятный температурный ре-

**Наиболее впечатлительные аналитики предсказывают, что под натиском сланцевого газа ныне ведущие страны-производители газа, включая Россию, потеряют свое глобальное влияние и их место займут США, Канада и Китай**

жим (чтобы не проникли жидкие флюиды), и т.п.

Сланцы Barnett в Техасе — в своем роде полигон, на котором началась современная индустрия

**Горизонтальное бурение, гидроразрыв пласта и трехмерное сейсмическое моделирование — сочетанием этих трех методов достигнута экономическая рентабельность**

сланцевого газа. Характеристики залежей сланцев Barnett долгое время считались едва ли не ис-

## Изменения запасов природного газа в США за 2008 год по источникам, трлн ф<sup>3</sup>

	Доказанные запасы сухого газа, 31.12. 07	Открытия в 2008 г.	Ревизия и прочие изменения	Добыча сухого газа в 2008 г.	Доказанные запасы сухого газа, 31.12. 08
Газ из угольных пластов	21,9	1,4	-0,5	-2,0	20,8
Газ из глинистых сланцев	21,7	8,9	4,2	-2,0	32,8
Газ из обычных источников и из плотных песчаников	194,1	19,2	-5,7	-16,5	191,1
<b>Всего</b>	<b>237,7</b>	<b>29,5</b>	<b>-2,0</b>	<b>-20,5</b>	<b>244,7</b>

Источник: DOE/EIA, октябрь 2009 г.  
Примечание: уточненные оценки по сравнению с DOE/EIA, Annual Energy Report 2009 г.

ключительными свойствами, необходимыми для рентабельности разработки. Но потом выяснилось, что диапазон возможностей

**Промышленная добыча газа из глинистых сланцев в мире ведется только в Северной Америке. В июле этого года суммарная производительность составляла 8,55 млн ф<sup>3</sup> в день, или 88 млрд м<sup>3</sup> в годовом исчислении**

гораздо шире. И в этом можно усмотреть еще одну причину феномена столь быстрого взлета разработки глинистых сланцев:

**Газ из всех нетрадиционных источников составляет более половины суммарной добычи в США. Добыча сланцевого газа в 2008 году почти удвоилась относительно 2006 года, выросла на 65% по сравнению с 2007 годом и достигла более 80 млрд м<sup>3</sup>**

до 2004–2005 годов добыча сланцевого газа велась практически только в двух бассейнах — Barnett и Antrim. Остальные проекты один за другим вступили в последние три-четыре года.

**В США почти 80% ресурсов приходится на два новых бассейна — Haynesville и Marcellus. С технически извлекаемыми ресурсами 7 трлн м<sup>3</sup> каждый они бросают вызов всем газовым гигантам в мире**

### Цифры

Промышленная добыча газа из глинистых сланцев в мире ведется

только в Северной Америке — по семи проектам в США и двум проектам в Канаде. В июле этого года суммарная производительность по девяти проектам составляла 8,55 млн ф<sup>3</sup>/день, или 88 млрд м<sup>3</sup> в годовом исчислении. В мировой добыче газа это составляет 3%, что не мало. Примерно столько ежегодно добывают Катар (77 млрд м<sup>3</sup> в 2008 г.) и Алжир (86 млрд м<sup>3</sup> в 2008 г.).

После длительного периода снижения запасов газа в США в 1990-х годах наметилась и в 2000-х усилилась тенденция их роста (см. «Динамика запасов сухого газа в США»). В 1990-х годах это происходило за счет газа из угольных пластов, в 2000-х — благодаря сланцевому газу.

В 2008 году доказанные запасы сланцевого газа увеличились на 51%, или на 11 трлн ф<sup>3</sup>, до 32,8 трлн ф<sup>3</sup> (см. «Изменения запасов природного газа в США за 2008 г.»).

Это составляет 13% всех газовых запасов США (здесь и далее имеется в виду сухой газ, т.е. после потерь и извлечения жидких компонентов). В 2008 году запасы сланцевого газа впервые превзошли доказанные запасы метана из угольных пластов.

Почти 2/3 запасов сланцевого газа связаны с бассейном Barnett, который обеспечил половину их годового прироста — 5,3 трлн ф<sup>3</sup>. Первая скважина в сланцах Barnett была пробурена еще в 1980-х годах, но современная разработка началась в 1995-м. На основе данных раннего периода Геологическая служба США оценивала извлекаемый потенциал комплекса в 3,4 трлн ф<sup>3</sup>. В середине 2000-х годов оценка была скорректирована до 26 трлн ф<sup>3</sup>. На конец 2008 года накопленная добыча из сланцев Barnett соста-

вила 5 трлн ф<sup>3</sup>, доказанные запасы — 20 трлн ф<sup>3</sup>. Остаточные извлекаемые ресурсы, в зависимости от цен на нефть, оцениваются от 15 до 44 трлн ф<sup>3</sup> (см. «Извлекаемые ресурсы газа в глинистых сланцах Barnett»).

По поводу добычи нельзя не отметить, что газ из всех нетрадиционных источников составляет более половины суммарной добычи в США (см. «Добыча газа в США из нетрадиционных источников»).

Добыча сланцевого газа в 2008 году почти удвоилась относительно 2006 года, выросла на 65% по сравнению с 2007 годом и достигла более 80 млрд м<sup>3</sup> (в годовом исчислении) в середине 2009 года (см. «Добыча газа из глинистых сланцев по проектам»). Это составляет более 14% всей добычи газа в США.

В течение последних двух лет в сланцевый бизнес газа, который держали в основном компании среднего ранга, пришли крупные корпорации. В частности, BG Group за \$1,55 млрд приобрела 50% компании Exco Resources Inc., разрабатывающей сланцы в бассейне Haynesville; Statoil заплатила \$3,3 млрд компании Chesapeake за участие в проекте Duvernay Oil Corp. вместе с лицензиями на сланцы Montney в Канаде. Лицензии на разработку сланцев в других бассейнах приобрели Marathon Oil Co., ConocoPhillips и ExxonMobil.

### Перспективы

Собственных расчетов потенциальных ресурсов сланцевого газа Энергетический департамент США не имеет и в своем исследовании «Modern shale gas. A PRIMER» (апрель 2009 г.) использует оценки международного консалтингового агентства Navigant Consulting (с которыми, по-видимому, согласен).

Исходя из них, начальные потенциальные ресурсы по семи проектам газовых сланцев в США составляют 2850 трлн ф<sup>3</sup>, или 80 трлн м<sup>3</sup>, а технически извлекаемая часть — 649 трлн ф<sup>3</sup>, или 18 трлн м<sup>3</sup> (см. «Сравнительные данные по проектам глинистых сланцев в США»). Близкую оценку дает Potential Gas Committee (США).

Почти 80% ресурсов приходится на два новых бассейна — Haynesville и Marcellus. С технически извлекаемыми ресурсами 7 трлн м<sup>3</sup> каждый они бросают вызов всем газовым гигантам в мире.

Помимо «великолепной семерки», в США есть еще порядка двух десятков районов распространения газоносных сланцев, которые находятся на разных стадиях оценки. Понятно, что путевку в жизнь получают далеко не все из них. Наибольшие ожидания связаны со сланцами Ford в Южном Техасе и Woodford-Cana на западе Оклахомы.

В Канаде, помимо двух разрабатываемых проектов, перспективные территории выявлены в Британской Колумбии, Альберте, Саскачеване, Онтарио, Квебеке. Ресурсный потенциал оценивается в широких пределах от 86 трлн ф<sup>3</sup> до 1000 трлн ф<sup>3</sup>. Агентство IN-GAA придерживается умеренных значений в 115 трлн ф<sup>3</sup>.

В освоении газовых сланцев США и Канада ушли далеко вперед, но Северной Америкой их распространение не ограничивается. Мировые ресурсы сланцевого газа оцениваются в 456 трлн м<sup>3</sup>. В Китае сланцевые поля разделены на четыре крупные провинции с суммарными ресурсами 21–45 трлн м<sup>3</sup>. Однако разведочные работы здесь только начинаются, и эти оценки сделаны на основе геологических аналогий с бассейнами Северной Америки.

На начальной стадии находятся оценочные работы и в других регионах мира. В Европе Shell приступила к разведке сланцев Alum в Швеции, ConocoPhillips и BNK Petroleum Inc — в Балтийском бассейне в Польше, Eurenergy Resources Corp. и Toreador Resources Corp. — в Парижском бассейне во Франции. В других бассейнах Европы оценочные работы начинают ExxonMobil Corp., OMV AG, и StatoilHydro.

По геологическим показателям высоко оцениваются перспективы в Австралии, где сланцевой разведкой в бассейне Cooper занимаются Santos Ltd., Beach Petroleum Ltd. и Drillsearch Energy Ltd.

### Извлекаемые ресурсы газа в глинистых сланцах Barnett, трлн ф<sup>3</sup>

	На конец 2008 г.
Накопленная добыча	5
Доказанные запасы	20
Остаточные извлекаемые ресурсы	15–44

Источник: Oil & Gas Journal, 2009 г., остаточные ресурсы — со ссылкой на Advanced Resources

Значительное распространение глинистых сланцев известно в Северной Африке (Алжир, Марокко), Южной Америке (Колумбия и Венесуэла) и в России.

### Экономика

Нетрудно заметить, что предпосылки сланцевого бума возникли в период самых высоких цен на газ. В 2009 году цены упали, но пока разработка сланцевого газа идет в активном режиме, а добыча продолжает расти.

При каких условиях темп развития индустрии сохранится? Стоимость производства сланцевого газа сильно зависит от конкретных условий и может различаться не только от бассейна к бассейну, но и от скважины к скважине. Соответственно и оценки разные. В основном не слишком оптимистичные.

Например, в бассейне Barnett производство считается рентабельным при ценах Henry Hub \$5,4–7,39 за млн БТЕ (\$193–264 за тыс. м<sup>3</sup>), в бассейне Fayetteville — выше \$5,95 за млн БТЕ (\$212 за тыс. м<sup>3</sup>), в бассейне Woodford — более \$7,24 за млн БТЕ (\$258 за тыс. м<sup>3</sup>).

Не претендуя на полный охват, можно обобщить, что по оптимистическим оценкам производство сланцевого газа рентабельно при газовых ценах \$5–6 за тыс. ф<sup>3</sup>. В самых насыщенных частях сланцевых бассейнов точка безубыточности (break-even point) может достигаться при ценах \$4–5 за тыс. ф<sup>3</sup>.

По умеренным оценкам точка безубыточности, при условии учета всех затрат (включая покупку земли и т.п.) достигается при \$6–8 за тыс. ф<sup>3</sup>. Пессимисты считают, что стоимость производства составляет порядка \$7–8 за тыс. ф<sup>3</sup>, и прогнозируемые на 2010 год це-

### Добыча газа из глинистых сланцев по проектам, млн ф<sup>3</sup>/день

Проект	Производительность на июль 2009 г.
Barnett (США, Техас)	4 800
Fayetteville (США, Арканзас)	1 300
Haynesville (Луизиана, Арканзас, США)	900
Woodford (США, Оклахома)	500
Antrim (США, Мичиган)	350
Marcellus (США, Аппалачи)	200
Lower Huron (США, Олбани)	200
Montney-Doig (Канада)	300
Horn River (Канада)	100
<b>Всего</b>	<b>8 550</b>

Источник: Oil & Gas Journal

ны на газ смогут выдержать только компании с надежным хеджированием.

### Мировые ресурсы сланцевого газа оцениваются в 456 трлн м<sup>3</sup>. В Китае сланцевые поля разделены на четыре крупные провинции с суммарными ресурсами 21–45 трлн м<sup>3</sup>

Вот несколько примеров стоимостных параметров разработки по бассейнам.

В бассейне Fayetteville полные затраты на скважину с начальной

### Оптимистическая точка безубыточности — \$5–6 на тыс. ф<sup>3</sup>, умеренная достигается при \$6–8 на тыс. ф<sup>3</sup>, пессимисты считают, что стоимость производства составляет порядка \$7–8 на тыс. ф<sup>3</sup>

производительностью 3 млн ф<sup>3</sup> в день (30-дневный режим испытания) в среднем составляют \$2,9 млн. Несмотря на низкие цены на газ, активные работы здесь продолжаются.

### Темпы роста добычи газа из глинистых сланцев в США можно назвать революционными, но США не будут экспортером газа, как страшат некоторые аналитики

В бассейне Woodford затраты выше и объемы бурения в этом году значительно снизились. Основной оператор в этом бассейне,

## Добыча газа в США из нетрадиционных источников, трлн ф<sup>3</sup>

	2006 г.	2007 г.	2008 г.*	2009 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2030 г.
Глинистые сланцы	1,07	1,17	1,63	2,17	2,31	2,64	2,97	4,15
доля в суммарной добыче	5,8%	6,1%	7,9%	10,4%	11,3%	13,0%	13,8%	17,6%
Угольные пласты	1,84	1,84	2,02	1,95	1,79	1,76	1,78	2,01
доля в суммарной добыче	10,0%	9,5%	9,8%	9,3%	8,8%	8,7%	8,3%	8,5%
Плотные песчаники	5,71	6,15	6,76	6,78	6,54	6,55	6,62	7,10
доля в суммарной добыче	30,9%	31,9%	33,0%	32,5%	32,0%	32,2%	30,8%	30,0%
<b>Суммарная добыча сухого газа в США</b>	<b>18,48</b>	<b>19,30</b>	<b>20,50</b>	<b>20,86</b>	<b>20,38</b>	<b>20,31</b>	<b>21,48</b>	<b>23,60</b>
доля нетрадиционного газа в суммарной добыче	46,7%	47,5%	50,7%	52,2%	52,1%	53,9%	52,9%	56,1%
<b>Потребление газа в США</b>	<b>21,65</b>	<b>23,05</b>	<b>23,44</b>	<b>23,14</b>	<b>22,57</b>	<b>22,77</b>	<b>23,43</b>	<b>24,36</b>
<b>Импортные потребности</b>	<b>3,17</b>	<b>3,75</b>	<b>2,94</b>	<b>2,28</b>	<b>2,19</b>	<b>2,46</b>	<b>1,95</b>	<b>0,76</b>

Источник: DOE/EIA, Annual Energy Report 2009 г., с модификацией «Нефтегазовая Вертикаль»

\*см. уточненные данные «Изменения запасов природного газа в США за 2008 г.»

компания Newfield, начала освобождаться от буровых установок. По оценкам компании CNX, в бассейн Marcellus, где работы

### Вопреки предсказаниям, через 10–20 лет Европа и Китай не смогут обходиться без импортного газа; пока потенциал газа из глинистых сланцев еще даже не оценен

фактически только начинаются, стоимость восьми горизонтальных скважин с начальной производительностью 4,1 млн ф<sup>3</sup> в день в среднем составляет \$3,5 млн за скважину.

Бассейн Haynesville 00 восходящая звезда сланцевой Амери-

### Грандиозные планы «Газпрома» в отношении поставок СПГ на рынок США находятся под угрозой. Россия со своим СПГ на этот рынок опоздала...

ки, которой еще в 2007 году практически не существовало. Работающие там компании пока только оценивают первые результаты. Скважины, пробуренные в самых продуктивных частях, часто выдают начальную производитель-

ность на уровне 20 млн ф<sup>3</sup> в день (24-часовой режим испытания). Скважины дорогие, но при внедрении некоторых усовершенствований их стоимость может быть снижена. По оценкам, производство в ядре газоносности рентабельно при ценах Henry Hub \$4 за млн БТЕ.

### Выводы

(1) Да, действительно, темпы роста добычи газа из глинистых сланцев в США можно назвать революционными, ибо добываемые объемы газа уже сейчас формируют рынок, влияют на цены и открывают принципиально новую картину газового будущего США. Однако эти успехи чреваты возникновением ценовой ловушки (больше газа — ниже цены на рынке), что будет служить естественным ограничителем дальнейшего роста.

Именно рост добычи газа из сланцев в первую очередь способствовал резкому падению цен на американском рынке в 2009 году. Что называется, «за что боролись, на то и напоролись».

(2) Нет, США не будут экспортером газа, как страшат некоторые аналитики. По прогнозам DOE/EIA, газовый рынок останет-

ся импортозависимым на всю перспективу до 2030 года.

(3) Нет, вопреки предсказаниям, что через 10–20 лет Европа и Китай смогут легко обходиться без импортного газа, в обозримой перспективе Западная Европа и Азия не смогут достичь самообеспеченности или даже заметно снизить зависимость от ввозного газа, потому что потенциал газа из глинистых сланцев еще даже не оценен.

(4) Да, грандиозные планы «Газпрома» в отношении поставок СПГ на рынок США, в основном со Штокмановского месторождения и по нарождающемуся проекту «Ямал СПГ», находятся под угрозой.

DOE/EIA ожидает, что хотя США и останется нетто-импортером газа, импортная зависимость драматически сократится — с 3–4 трлн ф<sup>3</sup> в настоящее время до 0,8 трлн ф<sup>3</sup> в 2030 году (см. «Добыча газа в США из нетрадиционных источников»). Недостающие объемы вполне обеспечат трубопроводы из Канады и СПГ по уже действующим контрактам из Тринидада и Катара.

Россия со своим СПГ на этот рынок опоздала. О чем «Нефтегазовая Вертикаль», товарищ «Газпром», вас неоднократно предупреждала! 

### Сравнительные данные по проектам глинистых сланцев в США

Бассейн	Barnett	Fayetteville	Haynesville	Marcellus	Woodford	Antrim	Lower Huron
Площадь, кв. миля	5 000	9 000	9 000	95 000	11 000	12 000	43 500
Эффективная мощность, ф	100–600	20–200	200–300	50–200	120–220	70–120	50–100
Начальный потенциал in-place, трлн ф <sup>3</sup> *	327	52	717	1 500	23	76	160
Технически извлекаемые ресурсы, трлн ф <sup>3</sup> *	44,0	41,6	251,0	262,0	11,4	20,0	19,2

Источник: Modern shale gas. A primer, DOE USA, Office of Fossil Energy

\*оценка по ресурсам — со ссылкой на Navigant Consulting, 2008 г.

# 7-я Международная выставка **НЕДРА - 2010**

## Изучение. Разведка. Добыча

6 - 8 апреля 2010 г., Москва  
Всероссийский Выставочный Центр



При поддержке:

Комитета Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды,  
Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии,  
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации.

Организаторами выставки являются:

Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации,  
Федеральное агентство по недропользованию,  
ООО "Экспроброкер."

Научно-техническая конференция "Нанотехнологии в геологии и инновационные направления развития минерально-сырьевого комплекса России"

6-й Фестиваль авторской геологической песни  
"Люди идут по свету".

Контактная информация:

Тел/факс: (499) 760-31-61, (499) 760-28-15, (499) 760-26-48.

E-mail: expo-salon@rambler.ru,

www.nedraexpo.ru

