

# ГАЗ ИЗ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ И ЕГО МЕСТО В ЭНЕРГЕТИКЕ БУДУЩЕГО

Самуил Аксельрод, Яков Басин

Вокруг проблемы газа из сланцев в мировых СМИ возник форменный ажиотаж. В её освещении приняли участие политически ангажированные журналисты, часто далёкие от понимания сути дела, и даже политические деятели и представители крупного международного бизнеса. Вот пример сообщения, помещённого в компетентном и уважаемом источнике *"The Financial Times"* (Великобритания) в статье Гидеона Рахмана (*Gideon Rachman*) "Сланцевый газ изменит мир" (*Shale gas will change the world*), фрагменты из которой, цитируемые ниже, наглядно отражают настроения этих кругов. «Я, конечно, прикусываю язык и молчу, когда встаёт какой-нибудь делегат с блеском в глазах и напыщенно произносит: "Сланцевый газ!". Такие разговоры на конференциях являются отражением растущего возбуждения в США и Европе по поводу того, что мы, возможно, нашли решение одной из самых обременительных проблем во внешней и экономической политике – проблемы энергетической безопасности. Десятилетиями американские политики обещали обеспечить стране "энергетическую самостоятельность" и ликвидировать зависимость США от иностранных поставок. Однако в действительности Америке в будущем грозила растущая зависимость от нефтяных и газовых поставок из целого ряда нестабильных, недружественных и авторитарных стран. Тем временем, Европейский Союз начал проявлять растущую обеспокоенность по поводу своей зависимости от поставок природного газа из России. Это связывается, в основном, со склонностью Москвы оказывать давление на соседнюю Украину путём прекращения газовых поставок. Вдобавок ко всем этим опасениям США и Европы появилось еще одно: альтернативных газовых поставщиков очень мало, и один из них – это Иран.

Давно уже известно, что в недрах США могут скрываться огромные запасы нетрадиционного топлива – сланцевого газа. До недавнего времени эти месторождения было очень трудно разрабатывать. **Однако появившиеся недавно передовые технологии показывают, что многие экономические и технические проблемы, связанные с освоением месторождений сланцевого газа, вполне решаемы.** За последние три года добыча такого газа в США резко выросла. В этом году Соединенные Штаты обогнали Россию и впервые за десятилетие стали самой крупной в мире газодобывающей страной. Рост добычи сланцевого газа, который можно использовать для выработки электроэнергии, снижает зависимость от добываемого в стране угля, являющегося "грязным" топливом. А если усовершенствовать машины, работающие на электричестве и газе, то благодаря сланцевому газу удастся также снизить зависимость от ближневосточной нефти.

ЕС и Китай также приходят в волнение при мысли о том, что и они вскоре смогут воспользоваться этим "золотым дном" из сланцевого газа. Запасы нефти и газа в Северном море истощаются, но британцы надеются, что им удастся открыть пригодные к использованию запасы сланцевого газа. Поляки, у которых есть собственные, особые причины опасаться энергетической зависимости от России, также думают, что у них имеются пригодные к эксплуатации месторождения. Геополитические последствия всего этого уже удаётся ощутить. В последние месяцы западные официальные лица отмечают всё больше дружелюбия со стороны России. Кое-кто полагает, что Россия уже начала перестраивать свою внешнюю политику в ответ на резкое снижение цен на газ и на изменения, происходящие на мировых энергетических рынках» (конец цитаты).

По «Газосланцевой проблеме» есть высказывания ещё более экстремальные. Израильский учёный, профессор физики Марк Перельман пишет: «США уже в 2009 г. скачком заняли первое место в мире по добыче газа, обогнав "Газпром" и прочих арабов. Разведанные запасы на континентальной части США обеспечивают их потребности, по крайней мере, на 100 лет вперёд, и ни в каком импорте они уже не нуждаются (более того, могут приостановить экологически опасные бурения глубоководных скважин на шельфе). Обильные запасы сланцев имеются во Франции, Голландии, Германии, Польше, Украине и др. Они тоже освобождаются, в принципе, от необходимости импорта. (Вспомните "газовые войны" Россия-Украина прошлых зим!) Большие запасы сланцев имеются, как будто, в Китае, Индии, Австралии, но там ещё не начиналась их промышленная разработка. Себестоимость добычи сланцевого газа выше, чем свободно фонтанирующего газа нефтяных месторождений. Но если учесть стоимость транспортировки через несколько стран, претензии монополистов, их политическое давление и т.п., то цены будут не столь уж различны. (Не потому ли Путин сразу на 30% уменьшил стоимость газа для Украины?). Печальна, вероятно, участь проектируемых и строящихся газопроводов типа Южный поток, Северный поток, Набукко и т.п. Вряд ли они теперь будут достроены, скорее, превратятся в крупнейшие в мире источники металлолома. (Может, стоит пожалеть экс-канцлера Германии Шрёдера, сменившего политическую карьеру на пост вице-президента одного из газопроводов, и начать собирать ему на прожитие?)»

Это типичные высказывания, подобные им можно найти во многих западных СМИ.

Что же послужило причиной такого ажиотажа в СМИ с такими экономическими и политическими прогнозами? В 2009 г. в США добыча газа действительно превысила добычу в России, и страна вышла на первое место в мире. Точнее, США вернули себе первое место. Напомним: многие годы, начиная с 80-х годов (после освоения на полную мощность гигантских месторождений газа на севере Зап. Сибири), СССР, а затем Россия обогнала США и заняла первое место в мире по добыче газа и по его запасам. США, в эти годы прочно занимая второе место по добыче, всегда оставались на первом месте по потреблению газа. До 2007 года добыча в этой стране медленно падала, а цены на газ на мировом и внутреннем рынке росли. Дефицит газа для внутреннего рынка компенсировался импортом газа из Канады, Мексики по трубопроводам и поставками сжиженного газа (СПГ) морским путём. В Бостон СПГ поступает, в основном, из южноамериканского государства Тринидад и Тобаго. В перспективе представлялось, что США станет экспортёром всё больших объёмов СПГ, в том числе из России. Но в 2008 г. добыча в США выросла сразу на 7,5% (на 41,5 млрд. куб.м). В том же году из сланцев добыли 51,7 млрд. куб.м. В 2009 г. рост объёмов добычи газа из сланцев продолжался и составил более 80 млрд, (свыше 12% всей газодобычи), в основном (70%) из одного месторождения *Barnett*, принадлежащего компании *Chesapeake Energy*. Для сравнения, в России за тот же год добыча упала на 12,5% и составила 582 млрд.; причина этого падения добычи – чисто экономическая – уменьшение платёжеспособного спроса на газ на внешнем и внутреннем рынках в связи с разразившемся глобальным экономическим кризисом.

В США открыты крупные месторождения газоносных сланцев в пяти газоносных регионах: *Haynesville, Barnett, Fayetteville, Marcellus, Woodford*. Суммарная добыча из этих 5-ти регионов прогнозируется в следующих объёмах: 2010 г. – 60 млрд. куб. м, 2012 г. – 95 млрд. куб. м, 2015 г. – 175 млрд. куб.м. Затраты добывающих компаний на добычу газа из сланцев на сегодняшний день находятся в диапазоне от 110 до 180 долларов за 1000 куб.м.

В конце 2009, реагируя на успехи в области промышленной добычи газа из сланцев, организация *Potential Gas Comittec*, которая занимается в США оценкой ресурсов природного газа, проанализировала геологические материалы и радикально изменила оценку ресурсов газа в стране. Согласно оценке этой организации, ресурсы газа в стране

следует увеличить с 38,8 трлн. куб. м до 52 трлн. куб. м, прибавив за счёт сланцев 18,4 трлн. куб. м. Министерство энергетики США пошло ещё дальше, увеличив ресурсы газа до 58,7 трлн. куб.м. Высказывались и ещё более оптимистические мнения, что газ из сланцев может эти ресурсы увеличить в 9 раз, и тогда объёмы газа в земле в энергетическом эквиваленте будут выше, чем ископаемого угля. Газоносные сланцы выявлены повсеместно, где есть мощная толща осадочных пород. Есть они и в Европе, в частности, в Польше, Нидерландах, Германии, Испании, Болгарии, Англии и Франции. Крупные нефтегазовые компании начали раскупать перспективные земли в ряде стран Европы. Вот почему политики и экономисты этих стран заговорили о газовой независимости от импорта газа из России в ближайшем будущем. Насколько оправдан такой прогноз?

Начнём с «кликбеза». Что такое глинистый сланец? Глинистые породы составляют большую часть всех осадочных отложений, практически в любой части Земного шара, где есть мощная толща осадочных пород, и на суше, и под дном морей и океанов. Различают два основных типа этих отложений: собственно глины и глинистые сланцы. Глины – мягкая пластичная порода, практически непроницаемая. Благодаря этому её свойству, глина задерживает движение пластовых флюидов и тем самым обеспечивает возможность накопления под глинами в пористых проницаемых породах нефти и газа. Так образуются традиционные месторождения этих полезных ископаемых. Глины состоят из смеси глинистых минералов. По химическому составу эти минералы представлены алюмосиликатами с примесями других элементов. Они также содержат воду, связанную химически и физически (адсорбированную). Связанная вода придаёт глине пластические свойства. Глинистые сланцы – это те же глины, измененные (метаморфизованные) на большой глубине под действием высоких давлений и температур. Эти изменения приводят к потере воды глинистыми минералами (дегидратации), порода теряет пластичность и становится хрупкой и трещиноватой. Поэтому глинистые сланцы, в отличие от глин, обладают проницаемостью, хотя и очень низкой. Сланцы, содержащие газ и представляющие интерес как объекты для газодобычи, – это особые т.н. горючие сланцы. В отличие от обычных глинистых сланцев горючие сланцы содержат органическое вещество – кероген, похожий на уголь. Кероген, как и уголь, содержит углерод, но, кроме углерода, в его состав входят твёрдые высокомолекулярные углеводороды. Эти углеводороды способны преобразовываться в низкомолекулярные гомологи: в нефть, конденсат и газ - метан. Так образуются и глинистые газоносные сланцы, в которых газ заполняет поры, соединённые между собой трещинами. По этим трещинам газ транспортируется в ствол скважины. Из-за слабой проницаемости и низкой эффективной пористости удельная продуктивность вскрытого скважиной газоносного пласта (продуктивность на единицу толщины газоносного пласта) уступает скважинам, эксплуатирующим традиционные газоносные пласты, на один - два порядка. Слабая проницаемость повинна не только в низкой удельной продуктивности скважины, но и в малом радиусе питания её, от которого зависит площадь вокруг скважины, откуда может быть извлечён газ. Малый радиус питания в сочетании с низкой эффективной пористостью (долей объёма породы, заполненной газом) приводит к тому, что добыча на скважину будет примерно на порядок меньше, по сравнению с традиционными газоносными пластами при прочих равных условиях. Поэтому, чтобы выбрать запасы газа, содержащиеся в сланцах, необходимо разбуривать площадь месторождения плотной сеткой скважин, примерно такой же, какая применяется на месторождениях нефти. На том же месторождении газоносных **сланцев Barnett** только в 2006 г. было пробурено столько скважин, сколько примерно эксплуатируется на всех месторождениях газа в России.

В сообщениях СМИ о потрясающих успехах американской компании *Chesapeake Energy*, пионерах разработки газоносных сланцев, подчёркивается, что эта компания добилась повышения добычи газа благодаря применению новых высокоэффективных методов эксплуатации: бурению горизонтальных стволов и многократных гидроразрывов пласта (ГРП). Действительно, эти методы интенсификации притока газа и нефти позволяют существенно повысить добывные возможности скважин на месторождениях углеводородов. Но эти методы широко применяют и на традиционных месторождениях, начиная с семидесятых годов. Их постоянно совершенствуют, и сегодня они, по существу, являются стандартными методами современной технологии нефте-газодобычи. Их прямое назначение – повысить рентабельность эксплуатации газо-нефтеносных объектов с трудно извлекаемыми запасами нефти и газа за счёт увеличения притока углеводородных флюидов. В частности, методика массивированного многократного ГРП в семидесятых годах разрабатывалась для освоения т.н. плотных газоносных песчаников, открытых на территории штата *Wyoming* и в соседних с ним штатах, содержащих большие запасы газа. Эти плотные песчаники во многом подобны по своим фильтрационно-ёмкостным свойствам газоносным сланцам. Сведения об этих методах может получить в поисковых системах интернета любой желающий. Спрашивается, где же та новизна технологии, которая обеспечит победу «сланцевой революции, в одной отдельно взятой стране США, а затем и во всемирном масштабе»? Именно этот факт недобросовестной информации в цитированных выше СМИ и многих других ставит под сомнение оптимистическую информацию по проблеме широкого использования газа из глинистых сланцев

О чём говорит опыт эксплуатации пока единственного месторождения газоносных сланцев – *Barnett*, на котором организована добыча газа в крупных масштабах? Глубина продуктивных отложений на этом месторождении (2000 – 2500) м, толщины газоносных сланцев от 30 м до 200 м, общая пористость 4-5%. Проект разработки предусматривал добычу 36,5 млрд. куб. м двадцатью тысячами скважин. В 2006 г. было добыто 20 млрд. куб. м газа из 6080 скважин, примерно 3,3 млн. куб. м на скважину за год. К концу 2008 г. на этом месторождении было пробурено ещё 11800 скважин и добыто 35,8 млрд. куб.м. С учётом работы ранее пробурённых скважин годовая добыча на скважину за два года упала, по-видимому, в 2 раза. В 2009 г. было добыто только 22 млрд. куб.м. Следовательно, добыча из вновь пробурённых скважин не смогла компенсировать падение добычи из ранее пробурённых скважин. Предполагаемое среднее время работы скважины на этом месторождении менее 10 лет. Динамика добычи во времени по отношению к первоначальной величине притока газа из скважины составляет: 74% к концу 1-го года, 33% – 2-го, 21% – 3-го, 16% – 4-го, 13% – 5-го, 11% – 6-го. Добыча на одну скважину до полного истощения запасов может составить максимум 50 млн. куб. м. В среднем же суточный дебит составляет 6,26 тыс. куб. м/сут. [1]. Продажная цена газа в США в середине 2010 года – \$170/тыс. куб. м. Тогда, с учётом указанного среднего суточного дебета, за год средний доход от одной скважины составит около \$400 тыс. Бурение скважины с горизонтальным стволом стоит \$(3-4) млн. а на одну операцию ГРП тратится \$(100 - 200) тыс. Как видно из приведённых данных, даже без учёта оперативных расходов и оплату транспортировки газа, сегодняшние цены на газ делают добычу газа из сланцев на месторождении *Barnett* не окупаемой. Результаты эксплуатации газоносных сланцев на этом месторождении, как мы видим, не столь успешны, как это представляется в средствах массовой информации. Финансовое положение компании (оператора на этом месторождении) подтверждает этот вывод. По состоянию на 2009 г. долг *Chesapeake Energy* составляет \$14,4 млрд.

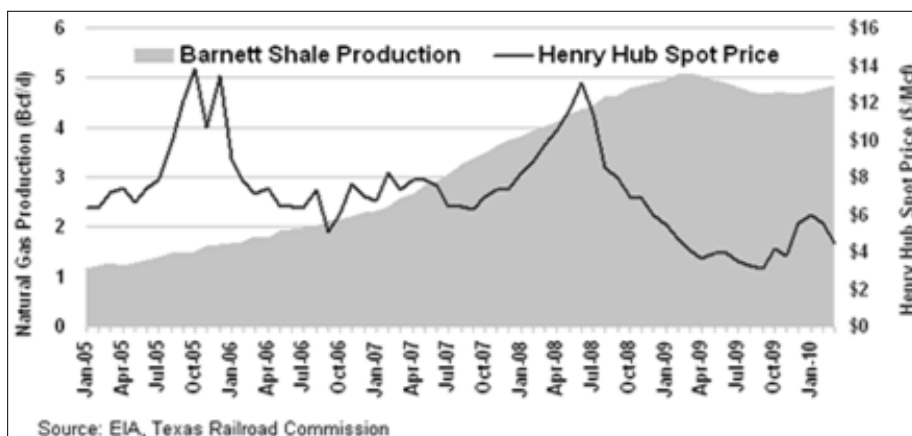
Можно предположить, что нынешний ажиотаж вокруг газоносных сланцев является результатом грамотной пиар-кампании и не отражает реальной экономической

значимости добычи газа из сланцев. Эта кампания запущена, в частности, с целью повлиять на мировые цены на природный газ и на объёмы поставок газа из стран-экспортёров газа. Это предположение пока подтверждается итогами первого квартала 2010 г.: общая добыча в США не изменилась, а замещения импорта СПГ газом из сланцев не происходит, наоборот, этот импорт вырос на 60% в сравнении с 2009 г.

Тем не менее, отвергать перспективы добычи газа из сланцев в ближайшем и, тем более, в отдалённом будущем нет оснований. Широкое распространение газовых месторождений с огромными потенциальными запасами в этом типе осадочных пород – установленный наукой и практикой факт. Сегодня эти месторождения могут успешно эксплуатироваться на локальном уровне как источник ресурсов газа, компенсирующий снижение объёмов добычи из-за истощения запасов традиционного газа в регионах с развитой транспортной инфраструктурой газораспределения и гарантированным спросом на газ. Именно такая благоприятная ситуация сложилась в штате Техас, старом газодобывающем регионе, где и была осуществлена массовая эксплуатация газа из сланцев на месторождении *Barnett*, расположенном на севере Техаса.

Итак, геологической науке и газодобывающей практике давно известно: глинистые сланцы – возможные объекты добычи из них газа, то же относится и к технологии добычи газа из подобных объектов. Такие объекты в нефтегазодобывающей промышленности имеют общее название: месторождения нефти и газа с трудно добываемыми запасами этих полезных ископаемых. (Термин «нетрадиционные ресурсы нефти и газа» и трудно добываемые их запасы, по существу, – синонимы). Постоянно разрабатываются и совершенствуются методы эксплуатации таких объектов в связи с истощением более богатых месторождений, извлечение нефти и газа из которых требует меньших затрат. Наиболее остро эта проблема стоит в такой стране с богатой историей нефтегазодобывающей промышленности, как США. В этой стране истощение нефтегазоносных ресурсов ощущается особенно болезненно, поскольку вся инфраструктура экономики и обеспечения бытовых потребностей населения опирается на доступность этих источников энергии. Поэтому в Сев. Америке должны в наибольшей степени прилагаться самые энергичные усилия для освоения трудно добываемых запасов газа и нефти. Тем более что углеводородных ресурсов этого типа на территории США и Канады действительно очень много, а ресурсы газа в глинистых сланцах далеко не единственный их источник. Если этого не делать, то результатом истощения собственных традиционных углеводородных ископаемых ресурсов будет зависимость от их импорта, что угрожает уже экономической и политической безопасности страны.

Как следует из вышеприведённого анализа, появление на американском газовом рынке нового масштабного источника газа, добываемого из глинистых сланцев, не обязано возникновению каких-то серьёзных новаций в технологии газодобычи. Что же послужило истинной причиной «сланцевой» революции?



**Natural Gas Production in the Barnett Shale 2005-2010**

Рис.1

На рис.1 показано, как менялась рыночная цена за 1000 куб. футов газа (*Spot Price \$ Mcf*) и – параллельно ей – годовые объёмы добычи газа, в млрд. куб. футов/сут. (*Production Bcf/d*) из сланцев на месторождении *Barnett*. Как видно из графиков на рис.1, цена газа меняется за 5 лет, 2005 – 2010 г., с 3-х до 14-ти долларов за один *Mcf* (с 106 до 496 долларов за 1000 куб. м.). Добыча сланцевого газа на этом месторождении началась с 2002 г., когда поднялась цена на газ вслед за ростом цен на нефть. Рост продолжался до апреля 2009 г. Затем рост остановился, очевидно, (как это следует из графика на рис.1) из-за падения цены ниже себестоимости добычи газа.

Пойти на резкое сокращение добычи газа и тем самым пытаться повлиять на его цену на американском рынке (как это сделал Газпром в России) компания *Chesapeake Energy* позволить себе не может: надо выплачивать проценты по кредитам, чтобы не обанкротиться. Компания попала в тяжёлое положение из-за неожиданно разразившегося экономического кризиса. Если кризис будет продолжаться и цены на газ надолго сохранятся на уровне 2010 г., компании без помощи правительства будет трудно избежать банкротства, а пиар-кампания её не спасёт. Такое серьёзное дело, как освоение ресурсов сланцевого газа, (что, впрочем, относится и к другим трудно добываемым ископаемым углеводородам, о чём написано выше), от которых в будущем будет зависеть энергобезопасность страны, непозволительно доверить «невидимой руке свободного рынка». Компаниям, которые берут на себя ответственность за создание новых технологий разработки таких объектов и организацию их промышленной эксплуатации, правительство должно оказывать всестороннюю помощь в рамках целевой государственной программы.

#### Источники

1. А.Г. Коржубаев. д.э.н. проф. Сланцевый газ: пора закрывать «Газпром»? «Наука в Сибири», №13, апрель 2010 (еженедельная газета СО РАН).
2. Валерий Ненахов. (Эксперт Российского газового общества). Информационно-дискуссионный портал *Newsland*, 21 марта 2010 г.  
<http://newsland.ru/News/Detail/id/477690/>
3. Николас Уотсон (*Nicholas Watson*). Можно положиться на сланцевый газ. *Business Europe*. Великобритания, 21 января 2010 г.
4. Сланцевый газ (обзорная статья в Интернете). 14 февраля 2010 г.  
<http://energyfuture.ru/slancevyj-gaz-ochen-xoroshaya-obzornaya-statya>