

А. Р. Галеева, О. В. Газизова

**СЛАНЦЕВЫЙ ГАЗ: РЕВОЛЮЦИЯ НА МИРОВОМ СЫРЬЕВОМ РЫНКЕ**

*Ключевые слова: сланцевый газ, сланцевая революция, сжиженный природный газ (СПГ), экологические проблемы добычи сланцевого газа.*

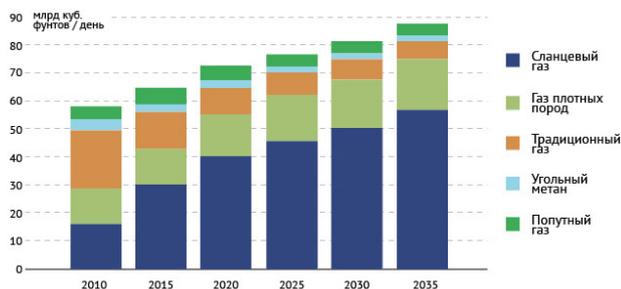
*В данной статье рассматривается одно из самых резонансных явлений XXI века – развитие добычи газа из сланцевых пород. Технологический порыв в этой сфере по праву можно назвать революционным, вызвавший широкий интерес к возможности добычи сланцевого газа во многих странах. Авторы рассмотрели факторы, ограничивающие добычу сланцевого газа по странам, исследовали экологические проблемы добычи сланцевого газа.*

*Keywords: shale gas, shale revolution, liquefied natural gas (LNG), environmental problems of shale gas production.*

*This article examines one of the most resonant phenomena of the XXI century - the development of gas production from shale rock. Technological rush in this area can truly be called revolutionary, caused wide interest in the possibility of shale gas production in many countries. The authors considered the factors limiting production of shale gas over the countries, investigated environmental problems of shale gas production.*

В последние годы структура глобального газового рынка стремительно меняется. Из сегментированного на региональные кластеры он постепенно превращается в глобальный. Эти изменения связаны, в первую очередь, с возрастающей ролью глобального рынка сжиженного природного газа (СПГ) по сравнению с региональными рынками трубопроводного газа.

Второй важнейшей тенденцией на рынке газа является рост объемов газа, добытого из альтернативных источников, в первую очередь, из сланца и песков. Пионерами по развитию производства альтернативного газа являются страны Северной Америки. По оценкам Международного энергетического агентства, в 2000 г. доля сланцевого газа в структуре общей добычи газа США не превышала 1%, в 2012 г. она достигла 37 % (254 млрд. м<sup>3</sup>), а к 2035 г. по прогнозам достигнет 60% (рис.1), что означает, США станут крупнейшими в мире производителями газа, потеснив с первого места Россию [1].



**Рис. 1 – Структура добычи природного газа в США (прогноз) [2]**

Основным катализатором предстоящих глобальных изменений станет «сланцевая революция», уже сегодня меняющая мировую энергетическую карту. Напомним, что термином «сланцевая революция» назван произошедший в США прорыв в технологиях по добыче газа и нефти из залежей сланцевых пород. «Сланцевая революция» привела к обвалу газовых цен на американском рынке, запустив волну структурных сдвигов на мировом энергетическом рынке.

О существовании запасов сланцевого газа и нефти во всем мире было известно еще с XIX века, однако их добыча долгое время была нерентабельной. Особенность сланцевых пород заключается в том, что потенциально они содержат огромные объемы углеводородов, однако пласты плотно перемешаны с крупными сланцами, что крайне затрудняет добычу нефти и газа. Извлечь их можно при помощи геологических встрясок, которые позволяют нефти и газу перемещаться в более доступные для добычи пласты. Основанный на этой идее метод гидравлического разрыва пласта (ГРП) был впервые применен еще в 1947 г., однако до недавнего времени был недостаточно эффективным.

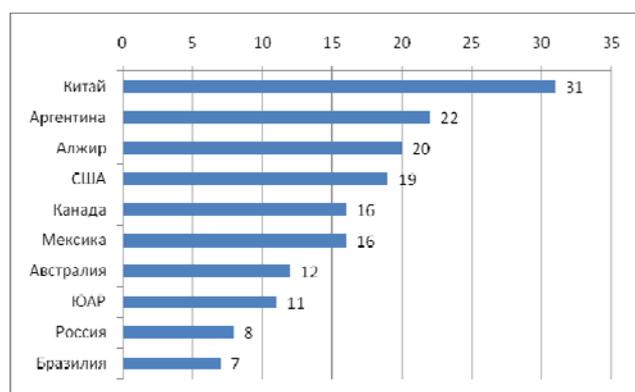
Так как массовая добыча газа в Северной Америке – сравнительно новая тенденция, инфраструктура оказалась не готова к этому явлению. Еще лет десять назад США рассматривались как импортер газа, и в них строились СПГ-терминалы для импорта, а не экспорта газа. В результате сегодня Северная Америка не имеет собственных экспортных СПГ-мощностей.

Первый экспортный СПГ-терминал будет построен только к концу 2015 г., а это значит, что первые поставки американского газа на экспорт могут начаться не раньше 2016 г. Суммарная мощность одобренных терминалов, которые будут вводиться с 2016-го по 2020 г., составляет 118 млрд. м<sup>3</sup> газа (табл.1). Одобрены проекты по строительству терминалов будут вводиться постепенно вплоть до 2020 года, проекты после этой даты еще не одобрены.

Пока развитие добычи сланцевого газа напрямую сказалось только на рынке Северной Америки и проявилось в резком снижении внутренних цен на газ в США. На другие рынки добыча сланцевого газа в США пока оказывает скорее психологическое действие. Запасы этого газа обнаружены во многих странах, таких как Польша, Венгрия, Украина и ряд других, что дало надежду правительствам этих стран на получение энергетической независимости (рис. 2). Развитие промышленной добычи сланцевого газа в США дает пример успешной разработки запасов так называемого газа из нетрадиционных источников в целом.

**Таблица 1 – Основные запланированные мощности по экспорту СПГ в Северной Америке [1]**

Проект	Компания	Мощность, млн. м <sup>3</sup> /сут.	Год ввода
Канада			
Kitimat	Apache/EOG/EnGana	35	2015
BC LNG	LNG Partners/Haisla	5	?
Kitimat LNG Exports	Kogas/Mitsubishi/CNPC/Shell	50	?
Progress/Petronas	Petronas/Progress Energy	25	?
США			
Sabine Pass Export	Cheniere	60	2015
Cove Point	Dominion	30	2016
Freeport LNG Export	Freeport/ Macquarie	80	2016
Cameron LNG Export	Sempra	50	?
Gulf Coast LNG Export	Gulf Coast LNG	80	?
Corpus Christi Export	Cheniere	50	?
Kenai LNG	ConocoPhillips	5	?



**Рис. 2 – Страны-лидеры по ресурсам сланцевого газа, трлн. м<sup>3</sup> [3]**

Сегодня сланцевая революция создала условия для нового энергетического будущего не только в Америке, но и во всем мире. Заинтересовался производством сланцевого газа на своей территории и Китай. Он представил «План разработки сланцевого газа на 2011-2015 гг.», который имеет целью добыть 6,5 млрд. м<sup>3</sup> к 2015 году, а к 2020 году расширить добычу до 100 млрд. м<sup>3</sup>. Для обеспечения таких производственных темпов потребуются пробурить около 20 тыс. скважин и вложить значительные средства как в бурение скважин, так и в

сопутствующую инфраструктуру. Правительство КНР готово субсидировать добычу сланцевого газа. В частности, по заявлению Министерства финансов КНР, в период до 2015 года добывающим компаниям будут предоставляться государственные субсидии в размере 400 юаней на 1 тыс. м<sup>3</sup> добытого газа.

В 2012 г. в Китае было извлечено 30 млн. м<sup>3</sup> сланцевого газа, а в 2013 г. уже 200 млн. м<sup>3</sup>. Таким образом, за год КНР увеличила производство газа из нетрадиционных источников почти в семь раз. Китай, вероятно, уже к 2025 г. войдет в тройку крупнейших производителей газа наряду с Россией и США.

Тем не менее, страна сталкивается с особыми проблемами. По сравнению с США, залежи сланцевого газа Китая расположены в гористой местности под землей на глубине от 1500 до 4000 м (в США на глубине 800-2600 м). Таким образом, это делает доступ к залежам более затрудненным и дорогим. Применяемые в США технологии ГРП и горизонтального бурения не всегда подходят для Китая. Еще одной сложностью является нехватка готовой инфраструктуры. Существуют большие проблемы с пресной водой.

Сланцевый бум в США вдохновил также ряд европейских стран, прежде всего Великобританию и Польшу, начать разведку сланцевого газа на своих территориях. Однако по данным британской исследовательской организации Chatham House, успешной коммерческой разработке сланцевых проектов в Европе препятствует целый ряд факторов: сложная геология местности, густонаселенность, строгое регулирование в области защиты окружающей среды, а также недостаток финансовых стимулов и налоговых льгот. Впрочем, по мнению аналитиков организации, сланцевый газ еще сыграет свою роль в Европе, но не раньше чем через 5-10 лет.

Члены ЕС ведут ожесточенные дискуссии о возможных перспективах сланцевой промышленности (табл. 2). Так, несмотря на стремление многих европейских государств к повышению энергетической независимости и сокращению импорта энерго-ресурсов, развитие сланцевой газодобычи сталкивается со значительным противодействием экологических институтов. 19 сентября 2012 года Комитет по энергетике и Комиссия по окружающей среде Европарламента приняли резолюцию относительно ГРП и разработки нетрадиционных залежей нефти и газа, где отмечается, что разведка залежей сланцевой нефти и газа в ЕС должна быть подкреплена «жесткими режимами регулирования». К тому же из-за высокой себестоимости добычи, обусловленной географическими особенностями территорий, рентабельность сланцевых проектов в Европе гораздо ниже, чем в США.

Франция запретила добычу сланцевого газа, ссылаясь на экологический вред при разрыве гидроразрыва. Германия ввела мораторий на добычу сланцевого газа. Эти инициативы встречают непонимание и отпор в восточноевропейских странах, прежде всего в Польше, которые делают большую ставку на развитие собственной газодобычи из сланцевых формаций [4].

**Таблица 2 – Факторы, ограничивающие разработку сланцевого газа по странам [1,3]**

<b>США</b>
Родоначальник технологии и обладатель наиболее развитой отрасли добычи.
<b>Китай</b>
Пробурено около 20 скважин. Принята госпрограмма развития сектора добычи сланцевого газа. Существуют большие проблемы с пресной водой, несовершенством лицензирования.
<b>Аргентина</b>
Первая успешная горизонтальная скважина в августе 2011 г. Мало воды в непосредственной близости от месторождений. Государство жестко регулирует рынок, держа низкие цены на газ для потребителей. Недавняя национализация YPF Repsol тоже не способствует приходу иностранных инвесторов с современными технологиями.
<b>Австралия</b>
Ограниченные буровые мощности, наличие значительных традиционных ресурсов, мало воды, сланцы содержат в основном сухой газ без конденсата. Географическая обособленность страны делает необходимой параллельное строительство терминалов СПГ, которые сразу делают добычу сланцевого газа менее рентабельной.
<b>Южная Африка</b>
Действует запрет на ГРП, мало воды, большие ресурсы традиционного газа в регионе.
<b>Алжир</b>
Параллельно присутствуют большие запасы традиционного газа, мало воды. В ближайшем будущем добыча маловероятна.
<b>Франция</b>
Развитие добычи сланцевого газа приостановлено в связи с запретом на использование гидроразрыва пласта.
<b>Великобритания</b>
Поддержка добычи сланцевого газа Правительством страны. Большие залежи на шельфе, но добыча там пока экономически неэффективна.
<b>Германия</b>
На данный момент планов по добыче сланцевого газа нет, однако возрастающая зависимость Германии от российского и норвежского газа, наряду с сокращением атомных мощностей по выработке электроэнергии, может привести к развитию темы сланцевого газа в стране.
<b>Норвегия</b>
Страна не обладает ресурсами сланцевого газа, успешно эксплуатирует традиционные месторождения газа
<b>Польша</b>
Интерес к добыче сланцевого газа падает: ExxonMobil, Marathon Oil, Talisman выходят из проектов по разработке сланцевых месторождений в связи с неутешительными результатами бурения разведочных скважин
<b>Испания</b>
На данный момент существуют планы по разработке сланцевых месторождений, однако сейсмо-разведка, запланированная компанией Repsol на

июль 2013 г., отложена на неопределенный срок.
<b>Украина</b>
\$10 млрд. СП с Shell по разработке Юзовского сланцевого месторождения. Запланировано бурение 15 скважин, после чего будут приниматься дальнейшие решения об инвестициях в разработку

Развивая внутреннюю добычу сланцевого газа, США получают значительные выгоды, выходящие далеко за пределы исключительно энергетического аспекта удовлетворения текущего спроса на энергоресурсы. Развитие сланцевого газа создает определенный импульс развитию экономики и увеличению количества рабочих мест в стране. Благодаря «сланцевой революции» длительный понижающий тренд динамики занятости в секторе добычи нефти и газа США сменился оживлением — занятость здесь возросла на 62% по сравнению с уровнем 2003 года.

Не менее важен положительный эффект от многолетнего поддержания низких внутренних цен на газ на фоне избытка его предложения. Используемый для производства широкого спектра промышленных товаров относительно более дешевый газ создает конкурентные преимущества американской продукции. Так, средняя цена газа для промышленности по итогам 2012 года составила 136,6 долл./тыс. куб. м, сократившись на 60% по сравнению с 2008 г [4]. Кроме того, низкие цены на газ способствуют сокращению цен на электроэнергию, что благоприятно сказывается на потребительском секторе. По прогнозам аналитиков, текущие цены на электроэнергию были бы примерно на 10 % выше, в случае если бы не было столь резкого прироста добычи сланцевого газа. Также низкие цены на газ и электроэнергию в некоторой степени будут благоприятствовать процессу роста промышленности США за счет территориальной переориентации и наращиванию экспортного потенциала страны. На этом фоне к 2035 году за счет пониженных цен на газ ожидается дополнительный рост промышленного производства на 4,7%.

Преимуществом добычи сланцевого газа в отличие от крупнейших традиционных месторождений также является приближенность к центрам потребления. Но этот же фактор накладывает дополнительные ограничения по экологии. Добыча сланцевого газа сталкивается и с серьезными экологическими ограничениями ввиду большого охвата площадей и значительного и интенсивного нарушения целостности недр.

Среди основных экологических проблем, приписываемых разработке газосланцевых плеев, можно выделить следующие:

- загрязнение грунтовых вод;
- выбросы в атмосферу;
- сейсмические риски;
- поверхностные загрязнения воды и почвы.

Экологические проблемы при добыче сланцевого газа связаны, в первую очередь, с утилизацией отработанной жидкости после ГРП. Для извлечения нетрадиционного сланцевого газа, используется

способ «гидроразрыва». Для этого в скважину под достаточным давлением закачивается разрывающая жидкость, которая образует трещины в сланцевой породе. Состав жидкости для гидроразрыва является секретом компании и чрезвычайно токсична. Кроме того, отработанная ГРП-жидкость может вынести на поверхность растворенные токсичные включения из сланца, в том числе радиоактивные. В среднем, за время работы одной скважины в нее может быть закачено от 3 до 8 миллионов американских галлонов (11,5-30 млн. л) воды. Поскольку счет идет на миллионы галлонов закачиваемой под землю воды, происходят случаи утечки разрывающей жидкости в окружающие породы. При недостаточном контроле количество просачивающейся жидкости может превышать 70% от закачанного объема.

В настоящее время основные опасения связаны с опасностью загрязнения грунтовых вод. Фермерские области Пенсильвании и других штатов, в которых широко распространена технология ГРП, сообщают, что их водные источники стали настолько токсичны, что вода непригодна для питья.

Научно подтверждена повышенная вероятность микроземлетрясений в местах, где производился ГРП, а также в местах, где отработанная жидкость закачивается в подземные полости на утилизацию.

К более долгосрочным и наименее изученным эмпирически проблемам относится возможность утечек газа в атмосферу на этапе строительства и эксплуатации скважины. Основные утечки происходят при проведении ГРП в момент выкачивания смеси и последующего выбуривания мусора и технологических перегородок из перфорированного участка скважины, поскольку скважина в этот мо-

мент уже дает максимальную газоотдачу, но еще не подключена к системе переработки газа.

Временный и незначительный по объемам характер добычи на каждой отдельной скважине (дебит скважины быстро падает со временем) создает предпосылки для недостаточного контроля над соблюдением норм безопасности по окончании эксплуатации скважины [1, 5, 6].

Перспективы добычи сланцевого газа, безусловно, велики, что подчеркивает значимость и перспективность исследования данной темы, «сланцевая революция» оказывает большое влияние на изменение мирового газового рынка уже сейчас.

### Литература

1. Природный газ: краткий обзор мировой отрасли и анализ сланцевого бума. Центр макроэкономических исследований Сбербанка России., 2012 - 19 с.
2. Белогорьев А. Как высокие цены на нефть и газ помогают развитию экономик США и Китая. 2012. Электронный ресурс Режим доступа: <http://www.forbes.ru/sobytiya-column/rynki/229457>
3. Назаров А., Хромушин И., Дорохов А. Сланцевый газ. Отраслевой обзор. Газпромбанк. 2013. Электронный ресурс Режим доступа: [http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/bb3/gpb\\_shale\\_gas\\_report.pdf](http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/bb3/gpb_shale_gas_report.pdf)
4. А.Д.Степанов, А.М. Белогорьев Будущее сланцевого газа и политический императив. Академия энергетики: № 3 (53). – Спб.: Издательский дом «Президент-Нева», 2013, с. 34-38.
5. О.В. Газизова, А.Р. Галеева. Вестник Казанского технологического университета: Т.16. № 18; М-во образ. и науки России, Казан.нац.исслед.технол.ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.- с. 266. экол
6. О.В. Газизова, А.Р. Галеева. Вестник Казанского технологического университета. № 5, 2009, с. 7-14.

---

© **А. Р. Галеева** – асс. каф. экономики КНИТУ, [kstu@bk.ru](mailto:kstu@bk.ru); **О. В. Газизова** – канд. тех. наук, доц. той же кафедры, [trolvi@rambler.ru](mailto:trolvi@rambler.ru).

**A. R. Galeeva** - fssistant lecturer of Kazan National Research Technological University, [kstu@bk.ru](mailto:kstu@bk.ru); **O. V. Gazizova** - Candidate of Science (Engineering) of Kazan National Research Technological University, [trolvi@rambler.ru](mailto:trolvi@rambler.ru).