

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-6>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/139EVN615.pdf>

DOI: 10.15862/139EVN615 (<http://dx.doi.org/10.15862/139EVN615>)

УДК 553.981.2

Маковецкий Алексей Сергеевич¹

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

Россия, Москва²

Аспирант кафедры «Управления природопользованием и экологической безопасностью»

E-mail: makovee@yandex.ru

Вишняков Яков Дмитриевич³

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

Россия, Москва

Заведующий кафедрой «Управления природопользованием и экологической безопасностью»

Доктор технических наук

Профессор

Заслуженный деятель науки РФ

E-mail: vishnyakov1@yandex.ru

Киселёва Светлана Петровна⁴

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

Россия, Москва

Заместитель заведующего кафедрой «Управления природопользованием и экологической безопасностью»

Доктор экономических наук

Профессор

E-mail: svetkiseleva@yandex.ru

Эколого-экономические и технологические аспекты добычи сланцевого газа в Российской Федерации и за рубежом

¹ http://kafedrarium.ru/Маковецкий_Алексей_Сергеевич

² 109542, Москва, Рязанский проспект, 99, стр. 4, каб. ЛК-314

³ http://kafedrarium.ru/Вишняков_Яков_Дмитриевич

⁴ http://kafedrarium.ru/Киселева_Светлана_Петровна

Аннотация. В настоящее время из-за обострения конкуренции за энергоресурсы и прогнозов о скором их истощении, многие государства прикладывают усилия для укрепления собственной энергетической безопасности. Массовая разработка месторождений сланцевого газа в Соединенных Штатах Америки показала, что решение данной проблемы вполне возможно уже в краткосрочной перспективе. Последние пять лет американской «сланцевой революции» уделяется большое внимание. В связи с ростом спроса на газ перспектива освоения газсланцевых месторождений в Европе, Азии, Южной Америке и других регионах обсуждается на различных уровнях: от политики до экологии.

Особое место занимают вопросы технологии извлечения сланцевого газа методом гидравлического разрыва пласта и его влияния на окружающую природную среду.

Автор выделяет в статье основные экологические, технологические и экономические проблемные аспекты добычи сланцевого газа в Российской Федерации и за рубежом. Обозначаются основные перспективы добычи сланцевого газа в условиях технологического развития.

Ключевые слова: сланцевый газ; экологические аспекты; экономические аспекты; технологические аспекты; перспективы; гидравлический разрыв пласта; экологические риски; сейсмические риски; парниковый эффект; технологическое развитие.

Публикация подготовлена в рамках научного проекта РГНФ №15-02-00616 «Разработка механизма эколого-ориентированного технологического развития экономики».

Ссылка для цитирования этой статьи:

Маковецкий А.С., Вишняков Я.Д., Киселёва С.П. Эколого-экономические и технологические аспекты добычи сланцевого газа в Российской Федерации и за рубежом // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/139EVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/139EVN615

Статья опубликована 25.11.2015.

Потребность человечества в энергетических ресурсах, неоспоримо, является одной из первоочередных. Истощение запасов традиционных источников энергии, таких как природный газ и нефть, быстрорастущие темпы энергопотребления, очевидная тенденция к увеличению зависимости от импорта энергоресурсов ряда государств – поспособствовали активному поиску, исследованию и развитию альтернативных источников энергии. В связи с этим особый интерес вызывает разработка газосланцевых месторождений и добыча сланцевого газа, который совмещает в себе качества природного газа и одновременно является возобновляемым источником энергоресурсов.

В мировом сообществе возникает множество споров касательно плюсов и минусов разработки газосланцевых месторождений. Сторонники добычи сланцевого газа говорят о позитивных факторах: возможность добычи сланцевого газа в плотнозаселенных районах и непосредственная близость к конечному потребителю. С другой стороны, противники разработки газосланцевых месторождений приводят ряд негативных и существенных факторов: добыча сланцевого газа нерентабельна, месторождения характеризуются быстрой истощаемостью и падением первоначальных дебитов, в ряде случаев коэффициент извлечения сланцевого газа не превышает 20% и, один из самых существенных минусов – экологические риски в процессе разработки и добычи сланцевого газа.

Основным способом добычи сланцевого газа является технология *гидравлического разрыва пласта* (далее – ГРП) или так называемый фрекинг (от английского «fracking»). Эта технология подразумевает бурение вертикальной и серии горизонтальных скважин длиной от 2 до 4,5 километров. После этого в готовую сеть скважин под высоким давлением подаётся специальная смесь из воды, песка (или специального «расклинивающего агента» – проппанта) и химикатов. Под высоким давлением нагнетаемого раствора в сланцевой породе образуются трещины и расширяются уже имеющиеся, высвобождая сланцевый газ, а песок (проппант) и химикаты не позволяют порам сомкнуться, и таким образом, увеличивается коэффициент проницаемости сланцевых пород.

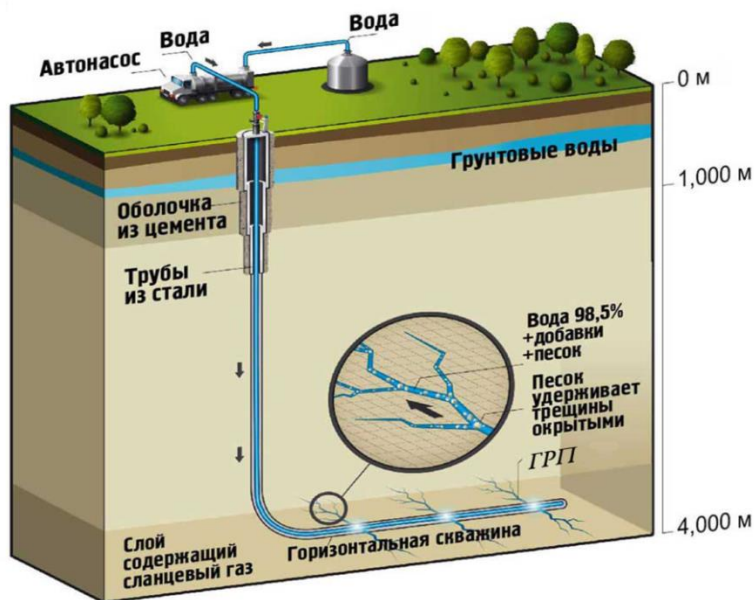


Рисунок 1. Трехмерный макет сланцевой скважины⁵

⁵ Гидравлический разрыв пласта: «да» или «нет». Вестник центра ООН по промышленному развитию «ЮНИДО в России» №10.

Освоение газосланцевого месторождения предполагает разбуривание примерно в 100 раз большего количества скважин, в отличие от традиционных – метановых, а операции ГРП проводимые под высоким давлением, несут угрозу для артезианских скважин и, в связи с формированием обширных пустот в толще земли, фундаментам высотных зданий, расположенных поблизости.

Нельзя не отметить, что применение технологии ГРП подразумевает *увеличенное водопотребление*: для одного гидроудара понадобится от 5 до 20 миллионов литров воды в сочетании с песком и химикатами. Например, для обеспечения тысячи жителей небольшого европейского города в течение одного года необходимо в среднем около 18-19 миллионов литров воды. На операцию гидроразрыва большое влияние оказывают физические свойства жидкости, в особенности ее вязкость. Для того чтобы снизить давление разрыва, в закачиваемую смесь внедряют специальные компоненты, что, определенно, является предпосылкой к ухудшению качества проницаемости пород для воды.

Определенного внимания требуют *токсичные отходы*, поскольку при проведении одной операции ГРП в сланцевую породу закачивается от 80 до 300 тонн высокотоксичных химикатов, содержащих летучие органические соединения и нефтепродукты. Освобождённые из-под земли радиоактивные частицы и тяжелые металлы попадают на поверхность. Подобные отходы испаряются и превращаются в канцерогены в воздухе, оставшаяся часть утилизируется с помощью дорогостоящих технологий или обычно хранится в отстойниках.

Экспертами фиксируются значительные потери метана (3,6-7,9%) при разработке газосланцевых месторождений, что приводит к нарастанию *парникового эффекта*. Очистные сооружения для отработанной смеси после проведения процесса ГРП обычно не подходят для работы с токсичными отходами. Радиоактивные элементы, тяжелые металлы и другие отходы остаются под землей. Износ оборудования для добычи сланцевого газа, просачивания жидкости для ГРП, ее разливы и хранение в отстойниках – все эти факторы в несколько раз увеличивают вероятность загрязнения водоносных горизонтов. В результате ГРП в грунтовых водах были обнаружены толуол, бензол, мышьяк и др. При этом происходит загрязнение не только грунтовых вод, но и обширных площадей земных пород.

Снижение дебита скважины предполагает повторения до пяти раз в год на каждом участке разрабатываемого газосланцевого месторождения операций ГРП. В итоге, по ряду месторождений через 2-3 года зафиксировано падение продуктивности скважины на 70-85%, а территория в районах месторождений сланцевого газа на глазах превращается в пустыню, заполненную высокотоксичными отходами. Несколько десятилетий понадобится, чтобы такие территории стали пригодными для жизни.

На сегодняшний день мировым лидером по добыче сланцевого газа являются США. Однако уже сегодня в ряде американских штатов наблюдается ряд экологических проблем, постепенно приобретающий статус катастрофы. В почвах и питьевой воде в районах разработки газосланцевых месторождений обнаружена концентрация метана, превышающая норму в десятки раз. По некоторым данным в медицинских учреждениях отмечается рост отравлений химическими веществами, также в разы возросло количество онкологических заболеваний в районах, непосредственно прилегающих к зоне добычи сланцевого газа.

При проведении операций ГРП закачиваемая под высоким давлением смесь вызывает разрушительные процессы в самом грунте и в почве, что приводит к сейсмической нестабильности и землетрясениям амплитудой до 4 баллов. Растет число недовольных среди населения, как США, так и других стран, которые активно разрабатывают новые месторождения. Крупные месторождения сланцевого газа обнаружены в Австрии, Англии, Венгрии, Германии, Швеции, Польше, Китае и Украине.

Однако в Австралии в 2011 году наложен запрет на добычу сланцевого газа на 20 лет. Во Франции использование ГРП с июля 2011 года является незаконным. Фрекинг запрещен также в Румынии и Болгарии.

Что касается США, здесь, несмотря на многочисленные протесты общественности, до сих пор активно разрабатываются новые месторождения и бурятся все новые и новые скважины. Например, месторождение Barnett Shale в Техасе разрабатывается уже в течение пяти лет, и количество скважин только в этом одном месторождении уже достигло отметки в 17000. В год бурятся десятки тысяч скважин, некоторые из них уже в процессе бурения оказываются аварийными.

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

- Использование промывочных жидкостей;
- Водопотребление при добыче сланцевого газа методом ГРП;
- Утилизация водного раствора после проведения ГРП;
- Загрязнение грунтовых вод;
- Увеличение активности Йеллоустоунского супервулкана;
- Выбросы;
- Сейсмические риски;
- Поверхностные загрязнения воды и почвы;
- Усиление парникового эффекта;
- Проседание грунта в местах гидроразрывов;
- Потеря урожайности многих сельхозкультур;
- Увеличение онкологических заболеваний и болезней лёгких.

В настоящее время, практически во всех странах, где есть потенциал начала коммерческой добычи сланцевого газа (Великобритания, Франция, Германия и др.), так же и в США, созданы экологические комиссии по рассмотрению возможных экологических катастроф от разработки газосланцевых месторождений. Большое значение для развития сланцевой газодобычи имеют заключения Environmental Protection Agency (EPA) США, которое занимается изучением влияния технологии добычи газа из сланцевых пород на окружающую среду. Окончательные выводы агентство обещает опубликовать в самое ближайшее время.

Использование промывочных жидкостей. Чтобы бур не зажалось горным давлением, при бурении используются промывочные жидкости, содержащие ряд загрязняющих окружающую среду веществ. Экологические организации и ученые опасаются, что по мере расширения добычи сланцевого газа компоненты промывочных жидкостей попадут в водные горизонты, а далее в пищевую цепь.

Водопотребление при добыче сланцевого газа методом ГРП. Технология ГРП требует огромных запасов пресной воды, для одного гидроразрыва используется от 5000 до 20000 тонн смеси воды, песка и химикатов, а таких гидроразрывов десятки на одной скважине. А самих скважин бурят 10–15 штук на 1 кв. км.

Утилизация водного раствора после проведения ГРП. Помимо повышенного водопотребления существующей технологией добычи сланцевого газа, достаточно

актуальным остается вопрос хранения и/или полной очистки водного раствора (смеси), используемого для проведения операций ГРП. Состав такого раствора при проливах может нанести огромный ущерб окружающей природной среде, так как в него входит ряд химических реагентов, которые сохраняют газомещающие поры в сланцевой породе в открытом виде и не позволяют им сомкнуться под большим давлением. Для примера, в карбонатных сланцевых коллекторах кислота используется в качестве реагента, который разъедает стенки пор в газсланцевой породе после проведения мощного гидроудара. Существующая технология позволяет выкачать в лучшем случае 50-60% от общего объема смеси, закачанной под землю, в то же время как оставшаяся часть остается в сланцевой породе. Сторонники добычи сланцевого газа утверждают, что высокотоксичная смесь хорошо изолируется водо и газонепроницаемыми породами и возможность ее миграции в водоносные горизонты ничтожно мала или же вовсе отсутствует. Общественные организации и экологи имеют противоположную точку зрения на этот счет, говоря что такой способ загрязнения окружающей среды является бомбой замедленного действия для всех источников водоснабжения не только вблизи газсланцевых месторождений, но и в соседних регионах и даже странах. Между тем данный вопрос остается открытым и решение данной проблемы отсутствует в настоящий момент.

С другой стороны, водная смесь, которую все же удалось выкачать на поверхность, представляется достаточно серьезной проблемой и для компаний-операторов месторождений и для населения близлежащих городов и поселков. Технологический процесс предполагает накопление водного раствора в цистернах или прудах-отстойниках для последующей переработки и обезвреживания от химических реактивов. Однако по факту, возникают следующие вопросы – стоимость очистки и количество водной смеси, способ очистки и его качество и другие. А ведь в то же время, за один цикл технологического процесса, водный раствор в недрах успевает впитать в себя еще ряд далеко не безвредных компонентов, которые могут быть радиоактивными. Но и хранение смеси в прудах-отстойниках имеет существенный минус – накопленный водный раствор, насыщенный химическими реагентами, будет постепенно испаряться, что естественно, приведет к попаданию токсичных и вредных веществ в атмосферу. В открытых источниках имеется информация о составе химической смеси для проведения ГРП американской корпорацией Halliburton – в общем объеме водного раствора химический коктейль составляет около 1,53%, а в состав входят такие вещества как: формальдегид, соляная кислота, хлорид аммония, уксусный ангидрид, пропаргиловый и метиловые спирты. Другие компании, такие как калифорнийская «Chevron» и «Chesapeake Energy» (Оклахома) используют собственные составы химической смеси. В общем объеме водного раствора она занимает значительно меньший процент – около 0,5%, однако в ее составе используется уже более 80 наименований химических реактивов.

Нельзя не сказать, что в результате деятельности по освоению газсланцевых месторождений, а так же периодически возникающих авариях на объектах сланцевой газодобычи, верхний почвенный слой на площади в десятки гектар теряет свою плодородность, подвергается полному уничтожению и нуждается в проведении мероприятий по рекультивации, что сильно сказывается на себестоимости и качестве применяемой технологии по очистке водного раствора после проведения операций ГРП.

Загрязнение грунтовых вод. Одной из самых обсуждаемых проблем, связанных с освоением газсланцевых месторождений, является загрязнение грунтовых вод. Мощные гидроудары в сланцевых толщах могут вызвать появление микротрещин, через которые газ и химические реактивы для ГРП могут попадать в вышележащие грунтовые слои и водоносные горизонты, которые предназначаются для отбора питьевой воды. [10]

Толуол, бензол, диметилбензол, этилбензол, мышьяк и другие опасные вещества были обнаружены в грунтовых водах около газосланцевых месторождений США. Для проведения одной операции ГРП необходимо применение от 80 до 300 тонн смеси различных химикатов, включающей около 400-500 наименований. Состав такой химической смеси для ГРП в компаниях-операторах газосланцевых месторождений, относится к категории коммерческой тайны и является строго конфиденциальным. Практика закачивания определенных объемов загрязненных сточных вод под землю показывает, что вредные вещества непременно станут появляться в более высоких грунтовых слоях в течение 10-15 лет.

Расстояние от горизонтов питьевой воды до залежей газоносных сланцев на североамериканских месторождениях составляет не менее 100 метров, исключение составляют залежи газоносных сланцев на месторождениях Antrim и New Albany. Для примера, залежи газосланцевого месторождения Marcellus, площадь которого охватывает территорию четырех штатов (Нью-Йорк, Пенсильвания, Западная Вирджиния и Огайо) располагаются на глубине от 1200 до 2500 метров, тогда как максимальная глубина водоносных горизонтов не превышает отметку в 250 метров. Геологи совместно с учеными и специалистами сделали вывод о том, что места гидроударов и подземные источники питьевой воды разделяются друг от друга как минимум девятью слоями низкопроницаемых пород, которые предотвращают любую возможность вертикальной миграции вредных веществ и газов. Американские специалисты в своем отчете от февраля 2012 года приходят к выводам, что загрязнение водоносных горизонтов и грунтовых вод считается маловероятным. [10]

Качество цементирования затрубного пространства обсадной колонны сланцевой скважины считается едва ли не единственным способом попадания вредных веществ и газов в грунтовые воды и водоносные горизонты. Однако к данному моменту внедрение ряда специализированных мер позволяет фиксировать качество цементирования на различных этапах эксплуатации скважины и минимизировать данную проблему. В частности всесторонний мониторинг и тестирование так же дают возможность компаниям-операторам месторождений и государственным органам своевременно предотвращать экологические катастрофы.

Выбросы газа. Во время проведения буровых работ на месторождении сланцевого газа Marcellus (в штатах западная Вирджиния и Пенсильвания) произошедшим газометановым выбросам способствовали горизонтальное бурение в зонах с высоким давлением и закачка под давлением жидкости для проведения операции ГРП. Расследование инцидента в Пенсильвании показало, что противовыбросовая система не выдержала столь высокого давления и дала сбой в самый необходимый момент. А специалисты компании-оператора месторождения в штате Западная Вирджиния сообщили, что столкнулись с метановым карманом на глубине около 350 метров, когда противовыбросовые системы еще не были установлены.

Примеры таких аварий подчеркивают необходимость наличия высококвалифицированных кадров при освоении газосланцевых месторождений, а так же наличия высокоточного оборудования газодобычи.

Сейсмические риски. Процедура однократного ГРП, которая проводится под давлением рабочей жидкости от 500 до 1500 атмосфер, разрушает структуру сланцевой породы около продуктивной скважины на площади в несколько квадратных километров и по вертикали на несколько десятков метров. Перепады давления приводят к появлению многочисленных сейсмических низкомагнитудных явлений, эффект которых проявляется прежде всего вблизи продуктивной скважины. Количество этих микросейсмических явлений может составлять несколько сотен в год, а величина варьироваться от 1,6 до 3,6 баллов по шкале Рихтера.

В то же время, ряд ученых и специалистов говорят о рисках распространения разрушительных процессов и в другие, отличные от сланцевых, слои, что может привести от возникновения провалов в местах гидроударов до проявлений серьезной сейсмической активности вблизи газосланцевых месторождений и за их пределами. Для примера, пробная добыча в Великобритании была заморожена в 2011 году после серии землетрясений в районе разработки газосланцевого месторождения. Документального подтверждения влияния операций ГРП на сейсмическую активность на сегодняшний день нет, однако данные о росте количества низкомагнитудных колебаний в регионах добычи сланцевого газа свидетельствуют об обратном.

В декабре 2014 года в американском штате Оклахома зафиксировано сразу 7 подземных толчков амплитудой от 2,6 до 4,3 балла по шкале Рихтера. Ученые Колумбийского Университета совместно с другими учеными пришли к выводам, что именно разработка сланцевых месторождений привела к такой сейсмической нестабильности.

Согласно данным экспертов академического журнала Американской ассоциации содействия развитию науки Science с 1978 года по 2008 год в штате Оклахома было зафиксировано всего 1-2 землетрясения в год магнитудой от 3 баллов. Когда же в Оклахоме началась добыча сланцевых углеводородов, количество землетрясений стало неуклонно расти – с 1 января 2014 года в штате зафиксировано 240 землетрясений магнитудой более 3 баллов. Оклахома превратилась в самый сейсмоопасный штат США.

Добыча газа в штате Оклахома методом ГРП может провоцировать землетрясения в радиусе до 35 км от их расположения. Как сообщает английская газета Гардиан, ведущий исследователь Geoffrey Abers (Джеффри Эйберс) констатировал, что такое количество повторения подземных толчков не может быть природным и естественным, и вызвано сильным вмешательством человека в слои земной коры путем гидравлического разрыва пластов.

Данная проблема требует дальнейших исследований. От проведения столь частых операций ГРП и способности сланцев легко расщепляться на отдельные пластины, могут возникнуть техногенные катастрофы на поверхности.

Поверхностные загрязнения воды и почвы. Жидкости, используемые для проведения современной операции ГРП, как правило, на 95-98% состоят из воды и пропантов, и небольшую составляющую имеют различные химические реагенты.

Из-за большого количества различных химических реагентов на буровых площадках и большого количества твердых и жидких отходов, получаемых в процессе бурения скважин, существует риск возможности того, что эти вещества загрязнят поверхностные воды и почву во время их транспортировки, хранения и утилизации. [10]

Увеличение активности Йеллоустонского супервулкана. Самый большой вулкан в мире — Йеллоустонская кальдера, расположенный в Йеллоустонском национальном парке США, по мнению многих вулканологов, может начать извергаться в любую минуту.

При этом разработка сланцевых месторождений методом ГРП в штате Вайоминг на северо-западе США в непосредственной близости от Йеллоустонской кальдеры может привести к самым непредвиденным ситуациям, вплоть до извержения (Рисунок 2).

Анализ расплавленной породы Йеллоустонского супервулкана показал, что извержение возможно без каких-то внешних механизмов. Предыдущие извержения Йеллоустона выбросили больше 1000 кубических километров магмы в окружающую среду.

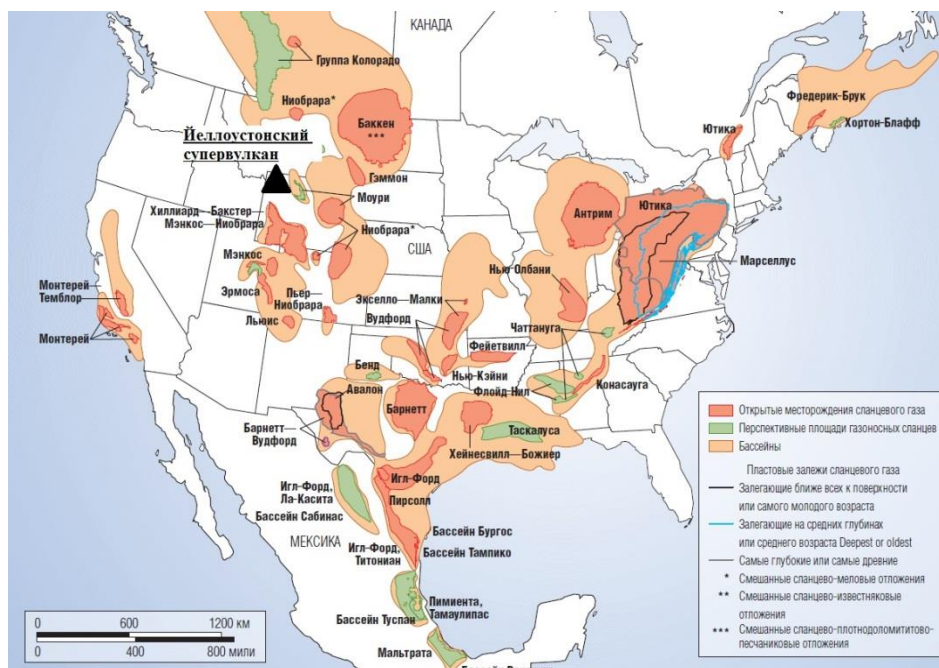


Рисунок 2. Разработка месторождений сланцевого газа в непосредственной близости от самого большого в мире супервулкана, 2011⁶

Этого достаточно, чтобы покрыть большую часть Северной Америки покрывалом пепла толщиной до 30 см. Все, что находится в радиусе 160 км, сразу погибнет, а число жертв может достичь 87 000 человек.

Усиление парникового эффекта. Уровень выбросов парниковых газов в процессе добычи сланцевого газа наибольший по сравнению с добычей угля, нефти и природного газа. При добыче сланцевого газа фиксируются значительные потери метана (3,6-7,9%), что приводит к усилению парникового эффекта.

Проседание грунта в местах гидроразрывов. Добыча сланцевого газа требует извлечение больших масс подземных вод где-то в районе месторождения. А это может вызвать образование дополнительных пустот под землей.

Дополнительные экологические риски. Американские экологи нашли новые негативные эффекты от добычи сланцевого газа. По их мнению, подземные работы могут сказаться на ландшафте наземной части. В настоящее время такой эффект незаметен ввиду локального характера извлечения газа. Прочие опасности для окружающей среды при добыче сланцевого газа ученые также связывают с промышленными шумами.

США занимают первое место в мире добыче сланцевого газа. Проявления экологических рисков можно увидеть уже сегодня в некоторых американских штатах. Вопреки многочисленным протестам общественности, в США до сих пор активно разрабатываются новые газосланцевые месторождения и бурятся новые скважины. Нельзя не отметить, что, по мнению экспертов, добыча сланцевого газа выгодна только при наличии определённого спроса и высоких цен на газ.

⁶ Kuuskraa V., Stevens S., Van Leeuwen T. and Moodhe K.: «World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States», Washington, DC, US DOE EIA, April 2011.

9 января 2015 года на фоне сильного снижения мировых цен на нефть компания WBN Energy, которая занимается добычей сланцевых нефти и газа в Техасе, заявила о банкротстве. Задолженность компании составила порядка 50 млн. долларов.

21 января 2015 года Крупнейший мировой добывающий холдинг ВНР Billiton объявил о снижении добычи нефти и газа на сланцевых месторождениях в США. Компания также уменьшает число буровых установок находящихся в эксплуатации примерно на 40% (с 26 до 16 к июлю 2015 года). Ранее компания обозначала сланцевые программы в США как один из ключевых объектов своих инвестиций.

Ситуация с WBN Energy и ВНР Billiton усиливает опасения, что падение цен на энергоресурсы могут вынудить большое число компаний частично сократить или остановить разработку сланцевых месторождений.

Разведка сланцевого газа ведется в Южной Америке, Африке, Австралии, Европе и Азии. По всему миру нефтегазовые компании занимаются сбором и изучением данных сейсморазведки, бурят разведочные скважины и оценивают пласты с точки зрения возможности добычи газа. В то же время во многих случаях на пути к разработке стоят существенные трудности.

В отличие от разработки сланцев в США, где большая доля деятельности приходится на небольшие компании, в Европе разведкой и разработкой сланцевого газа занимаются преимущественно международные энергетические компании и национальные нефтяные компании. Имея ограниченный опыт разведки и разработки газа в сланцевых пластах, эти компании сотрудничают с компаниями, которые создали отрасль добычи сланцевого газа в Северной Америке.

Помимо отсутствия технического опыта, есть ряд других факторов, препятствующих разработке месторождений сланцевого газа в Европе, Азии и Южной Америке. Серьезной проблемой является поиск источников большого количества воды для бурения скважин и воздействия на пласт, а также ограниченный парк сервисного нефтепромыслового оборудования, особенно такого, которое используется для ГРП. Также, существуют потенциальные вопросы, связанные с землепользованием в густонаселенных районах Западной Европы. В то время как права на добычу полезных ископаемых на большей части территории США регулируются землевладельцами, в других странах это не так, и полезные ископаемые являются собственностью государства. Возможные конфликты между владельцами земельных участков и добывающими компаниями представляют, пожалуй, одну из наиболее серьезных проблем разработки сланцевого газа в Европе. Стремление скорее приступить к разработке месторождений зачастую тормозится нетехническими аспектами, среди которых вопросы геополитики, общественное восприятие и целый ряд других проблем. Несмотря на эти факторы, а также благодаря тому, что месторождения сланцевого газа в США выводят отрасль на качественно новый уровень, интерес к ним в мире вырос.

Мировые ресурсы сланцевого газа достигают 460 трлн. куб. м., ресурсный потенциал в пределах бывшего СССР оценивается в 17,7 трлн. куб. м. [1, с. 25; 4, с. 45]. Используя некоторые корреляционные соотношения, полученные для территории США, В. Высоккий оценивает потенциал сланцевых месторождений в РФ на уровне 20,1 трлн. куб. м.

Вполне очевидно, что приводимые характеристики данной ресурсной базы по Российской Федерации могут рассматриваться только в качестве самого общего ориентира для отрасли. Основная причина этого – в несопоставимо меньшей изученности территории России в первую очередь углубленным бурением (22 м/км² против 250-360 м/км² в США) и в отсутствии специальных научных исследований сланцевых толщ как объекта эксплуатирования.

Любая количественная оценка подобной ресурсной базы основана на интерпретации данных *каротажа* (детальное исследование строения разреза скважины с помощью спуска-подъема в ней геофизического зонда) и образцов керна, а соответствующие методики должны быть «откалиброваны» применительно к специфике каждой залежи, рассматриваемой в качестве перспективного объекта разработки. Это предполагает достижение определенного уровня изученности, минимальный критический порог которой должен быть несопоставимо выше, чем это характерно для территории России.

По мнению экспертов Санкт-Петербургского Всероссийского нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института Г.А. Григорьева и Т.А. Афанасьевой основанием для детальных, всесторонне обоснованных и весьма надежных оценок ресурсного потенциала, полученных, например, для угольного метана в пределах Кузнецкого бассейна, послужило бурение более 6500 специальных газовых скважин. Для корректной оценки потенциала сланцевых толщ также необходимы специальные исследования, в том числе и по керну сланцевых пород и по дебетам из них. Подобных исследований у нас практически не проводилось, так как соответствующие комплексы отложений никогда не были целевыми, а все геологические программы ориентировались на изучение традиционных коллекторов и традиционной ресурсной базы углеводородов [4].

Учитывая в целом более сложные геолого-промысловые характеристики сланцевых месторождений по сравнению с газоносными (в первую очередь, вследствие существенно больших глубин залегания, более сложных условий проведения ГРП и др.) требования к техническому и технологическому потенциалу добывающих компаний поднимаются на существенно более высокий уровень, чем при освоении природного газа.

Еще менее очевидной становится коммерческая привлекательность проектов.

С учетом этих факторов возможное начало реального и значимого по масштабам вовлечения в промышленный оборот ресурсной базы сланцевых толщ в Российской Федерации сегодня, в условиях гарантированной обеспеченности высоких уровней добычи традиционной ресурсной базой, однозначно ожидать не следует. А практическая востребованность сланцевого газа (и, скорее всего, в весьма ограниченных объемах на начальном этапе) отодвигается за пределы среднесрочной перспективы (за 2030 г.).

Публикация подготовлена в рамках научного проекта РГНФ №15-02-00616 «Разработка механизма эколого-ориентированного технологического развития экономики».

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова О. Сланцевый газ: миф или бум? // Нефтегазовая вертикаль. - 2009. - №25-26. - С. 24-28.
2. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Эколого-ориентированное инновационное развитие национальной экономики. М.: «ЦНИТИ «Техномаш», 2009 г.
3. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Обеспечение экологической безопасности горно-металлургического комплекса. (Тезисы доклада) Актуальные проблемы экологической безопасности и здоровья нации: Материалы международной научно-практической конференции. Москва, 2008 г. – М.: МАЭП, 2008.
4. Григорьев Г.А., Афанасьева Т.А. Перспективы промышленного освоения нетрадиционных ресурсов газа в России. Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. - Т.7. - №2.
5. Дмитриевский А.Н., Высоцкий В.И. Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья // Газовая промышленность. - 2010. - №8. - С. 44-47.
6. Киселева С.П. Экологическая безопасность инновационного развития. Монография. Издательство: Першина Р.В., Тамбов, 2013 г.
7. Киселева С.П. Геолого-экономическая оценка и инвестиционная привлекательность месторождений минерального сырья. Журнал актуальной научной информации «Вопросы экономических наук», №3 - 2008. М.: Изд-во «Компания Спутник+», 2008 г.
8. Киселева С.П. Современные проблемы модернизации производства по добыче и обогащению минерального сырья (Тезисы доклада). Реформы в России и проблемы управления-2008. Материалы 23-й всероссийской научной конференции молодых ученых и студентов. Вып.1, М.: ГУУ, 2008 г.
9. Маковецкий А.С. Экологические последствия освоения месторождений сланцевого газа. Материалы научной конференции на тему: «Исследование влияния отраслевой специфики на систему и процессы менеджмента организации». М.: ГУУ 2015 г.
10. Сорокин С.Н., Горячев А.А. Основные проблемы и перспективы добычи сланцевого газа // Сб. ст. по итогам научно-образовательной конференции «Экономика энергетики как направление исследований: передовые рубежи и повседневная реальность». М., 2012. С. 123–132.
11. Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction / Jackson R.B., Vengosh A., Darrah T.H., Warner N.R., Down A., Poreda R.J., Osborn S.G., Zhao K., Karr J.D., Affiliations A. // PNAS. 2013. Vol. 110, №28. July 9. P. 11250–11255.

Рецензия: Статья рецензирована членами редколлегии журнала.

Makovetskiy Alexey Sergeevich
State University of Management
Russia, Moscow
E-mail: makovee@yandex.ru

Vishnyakov Yakov Dmitrievich
State University of Management
Russia, Moscow
E-mail: vishnyakov1@yandex.ru

Kiseleva Svetlana Petrovna
State University of Management
Russia, Moscow
E-mail: svetlkiseleva@yandex.ru

Ecological - economic and technological aspects of shale gas production in the Russian Federation and abroad

Abstract. At present many states are applying forces to strengthen its own energy security because of escalating of competition for energy resources and prognoses of their imminent depletion. The bulk-scale mining of the shale gas fields in the United States of America showed that the solution of this problem is quite possible on a short-term horizon. Over the last five years the considerable attention is given to American "shale revolution". In connection with growing demand for gas the prospect of shale gas field development in Europe, Asia, South America and other regions is being discussed at various levels: from politics to ecology.

The issues concerning technology of shale gas extraction by a penetrating fluid method and its impact on the environment have a special place.

The author highlights in his article the basic ecological, technological and economic problematic aspects of shale gas production in the Russian Federation and abroad. The main prospects of shale gas production under the conditions of technological development are submitted for consideration.

Keywords: shale gas; ecological aspects; economic aspects; technological aspects; prospects; hydraulic fracturing; ecological risks; seismic risks; greenhouse effect; technological development

REFERENCES

1. Vinogradova O. Slantsevyy gaz: mif ili bum? // Neftegazovaya vertikal'. - 2009. - №25-26. - S. 24-28.
2. Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P. Ekologo-orientirovannoe innovatsionnoe razvitie natsional'noy ekonomiki. M.: «TsNITI «Tekhnomash», 2009 g.
3. Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti gorno-metallurgicheskogo kompleksa. (Tezisy doklada) Aktual'nye problemy ekologicheskoy bezopasnosti i zdorov'ya natsii: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moskva, 2008 g. – M.: MAEP, 2008.
4. Grigor'ev G.A., Afanas'eva T.A. Perspektivy promyshlennogo osvoeniya netraditsionnykh resursov gaza v Rossii. Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. – 2012. - T.7. - №2.
5. Dmitrievskiy A.N., Vysotskiy V.I. Slantsevyy gaz – novyy vektor razvitiya mirovogo rynka uglevodorodnogo syr'ya // Gazovaya promyshlennost'. - 2010. - №8. - S. 44-47.
6. Kiseleva S.P. Ekologicheskaya bezopasnost' innovatsionnogo razvitiya. Monografiya. Izdatel'stvo: Pershina R.V., Tambov, 2013 g.
7. Kiseleva S.P. Geologo-ekonomicheskaya otsenka i investitsionnaya privlekatel'nost' mestorozhdeniy mineral'nogo syr'ya. Zhurnal aktual'noy nauchnoy informatsii «Voprosy ekonomicheskikh nauk», №3 - 2008. M.: Izd-vo «Kompaniya Sputnik+», 2008 g.
8. Kiseleva S.P. Sovremennye problemy modernizatsii proizvodstva po dobyche i obogashcheniyu mineral'nogo syr'ya (Tezisy doklada). Reformy v Rossii i problemy upravleniya-2008. Materialy 23-y vserossiyskoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov. Vyp.1, M.: GUU, 2008 g.
9. Makovetskiy A.S. Ekologicheskie posledstviya osvoeniya mestorozhdeniy slantsevogo gaza. Materialy nauchnoy konferentsii na temu: «Issledovanie vliyaniya otraslevoy spetsifiki na sistemu i protsessy menedzhmenta organizatsii». M.: GUU 2015 g.
10. Sorokin S.N., Goryachev A.A. Osnovnye problemy i perspektivy dobychi slantsevogo gaza // Sb. st. po itogam nauchno-obrazovatel'noy konferentsii «Ekonomika energetiki kak napravlenie issledovaniy: peredovye rubezhi i povsednevnyaya real'nost'». M., 2012. S. 123–132.
11. Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction / Jackson R.B., Vengosh A., Darrah T.H., Warner N.R., Down A., Poreda R.J., Osborn S.G., Zhao K., Karr J.D., Affiliations A. // PNAS. 2013. Vol. 110, №28. July 9. P. 11250–11255.