

СЛАНЦЕВЫЙ ГАЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВИД ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА

SHALE GAS AS PERSPECTIVE TYPE FOSSILIZED FUEL

Арутюнов Татос Владимирович

аспирант кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
arutyunov-tatos@mail.ru

Arutyunov Tatos Vladimirovich

Postgraduate student of pulp oil and gas
deal of the name of the professor
G.T. Vartumyan,
Kuban State University of Technology
arutyunov-tatos@mail.ru

Аннотация. В статье приведена краткая характеристика ресурса, рассмотрена история формирования производства, показаны месторождения сланцевого газа в мире и перспективы его разработки. Рассмотрена технология добычи сланцевого газа и переработка сланцевого газа в дизельное топливо. Сделан анализ предпосылок развития мировой разработки сланцевых месторождений. Показаны экологические и производственные проблемы, связанные с добычей и транспортировкой сланцевого газа.

Annotation. In article is brought short feature of the resource, is considered history of the shaping production and are shown the deposits of shale gas in the world and prospects of its development. Considered technology of the mining the shale gas and conversion of the shale gas in diesel oil. It is made analysis of the premises of the development of the world development shale deposits. They are shown ecological and production problems, connected with mining and transportation of the shale gas.

Ключевые слова: сланцевый газ, запасы сланцевого газа, месторождения сланцевого газа, технология добычи сланцевого газа, гидравлический разрыв пласта, переработка сланцевого газа, сланцевая революция.

Keywords: shale gas, spares of the shale gas, deposits of shale gas, technology of the mining the shale gas, hydraulic breakup of layer, conversion of the shale gas, shale revolution.

Краткая характеристика ресурса

Сланцевый газ представляет собой разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований, коллекторах, в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. Образуется в результате анаэробных химических процессов (процессов разложения органических веществ). Сланцевый газ состоит преимущественно из метана, но также в его состав входят и другие газы с разным процентным содержанием. Его примерному составу отвечает следующее содержание компонентов: H_2 — 25–40 %; CH_4 — 14–17 %; CO — 10–20 %; CO_2 — 10–20 %; C_2H_4 и другие углеводороды — 4–5 %; N_2 — 22–25 %; O_2 — не более 1 %. Как и любое вещество, сланцевый газ обладает рядом свойств. Плотность газа колеблется от 0,7–0,9 кг/м³. Температура газоокислородного пламени составляет 2000 °С. Низшая теплота сгорания 12,6–14,3 МДж/м³.

Запасы сланцевого газа сосредоточены в глинистых сланцах, это те же глины, изменённые (метаморфизованные) на большой глубине под действием высоких давлений и температур. Порода теряет пластичность и становится хрупкой и трещиноватой, обладает очень низкой проницаемостью. Сланцы, содержащие газ — это особые горючие сланцы. В отличие от обычных глинистых сланцев, горючие сланцы содержат органическое вещество — кероген, похожий на уголь. Содержание керогена является качественным показателем газовой эффективности сланца. К наиболее термически зрелым сланцам относят месторождения «сухого газа» с керогеном, относящимся к типу III. Менее термически зрелые месторождения, относящиеся к типу II, образующие влажный конденсат, будут давать газ с примесями конденсата. Менее зрелые сланцы с керогеном типа I являются нефтеносными, то есть содержащими нефть в сланцевых депозитах. При оценке месторождений нужно понимать, что объём доступного газа в сланцевом слое прямо пропорционален толщине сланца. Очевидно, что наиболее выгодными являются толстые и термически зрелые сланцы. Запасы отдельных газовых коллекторов невелики, но они огромны в совокупности и требуют специальных технологий добычи.

Сланцевые залежи встречаются на всех континентах, поэтому практически любая энергозависимая страна может себя обеспечить необходимым энергоресурсом.

Этот энергоресурс вызывает повышенный интерес мировой общественности по причине совмещения в себе качеств ископаемого топлива и возобновляемого источника.

Объёмы сланцевых комплексов сегодня в России не оценены, поскольку для проведения такой оценки требуется существенный объём бурения глубоких скважин и выполнения специальных технических мероприятий [1].

История формирования производства

Первая коммерческая газовая скважина в сланцевых пластах была пробурена в США в 1821 году Вильямом Хартом, который считается в США «отцом природного газа».

Начало промышленной добычи газа из сланцев относится к 80-м годам прошлого столетия, когда в штате Техас (Техас) стали бурить неглубокие вертикальные скважины и начали извлекать газ из глинистых сланцев каменноугольного возраста (формация Barnett (Барнетт)). Высокая себестоимость добытого газа из сланца первоначально была связана с тем, что для поиска бурились многочисленные вертикальные скважины, проводился гидроразрыв пласта и откачивался газ. Сначала дебиты скважин были невелики, но постепенно технология добычи совершенствовалась. 2002 год — точка отсчёта современного технологического этапа — бурение горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом и закачкой проппантов. Применение горизонтального бурения значительно сократило себестоимость добытого газа [2].

Благодаря резкому росту его добычи, названному «газовой революцией», в 2009 году США стали мировым лидером добычи газа (745,3 млрд куб. м), причём более 40 % приходилось на нетрадиционные источники (метан из угольных пластов и сланцевый газ). С помощью метода стратосферного анализа оценивают местоположения сланцевых месторождений газа. По оценке Energy Information Administration (EIA) месторождения сланцевого газа разрабатываются в 48 странах мира.

В настоящее время сланцевый газ добывается практически во всех развитых и развивающихся странах и экспортируется в другие страны или используется в собственной промышленности.

Месторождения сланцевого газа в мире и перспективы его разработки

Оценка запасов (ресурсов) углеводородов из сланцевых отложений — один из наиболее принципиальных, сложных и спорных вопросов. От достоверности оценки перспектив выработки запасов сланцев зависит целесообразность создания, окупаемость и риски (инвестиционные и предпринимательские) производства.

Первопричина сложности оценивания текущего состояния сланцевых месторождений — природа нетрадиционных ресурсов УВ, их рассеянность по большой площади, низкая пригодность для описания состояния структурными, стратиграфическими, литологическими и прочими традиционными методами [3].

По оценкам специалистов, залежи сланцевого газа в недрах земли огромны, но оценка запасов считается условной и отличается в зависимости от метода оценки. Таким же спорным вопросом считается версия о возобновляемости сланцевого газа, связанная с гипотезой о водородной дегазации Земли. По этой гипотезе, метан в сланцах образуется постоянно, начиная с глубокой древности до современности, в связи с реакцией водорода, поднимающегося из глубин земли, с керогеном — органикой сланцев.

С учётом вышеприведённых фактов, учитывая негативные факторы, связанные с несовершенной технологией добычи и загрязнением окружающей среды, сланцевый газ всё равно является наиболее перспективным энергоресурсом в долгосрочной перспективе. Общий объём сланцевого газа в течение прошедших 10 лет все эксперты оценивали в 456 трлн м³. По данным годового отчёта Energy Information Administration (EIA), объём запасов сланцевого газа США на 2011 год составляет 72 трлн м³, из них технически извлекаемые запасы — 24 трлн м³. В то же время по данным Международного энергетического агентства (МЭА), на основании исследований нетрадиционные запасы газа составляют всего 4 % от доказанных запасов природного газа.

В России, по данным отчёта компании ОАО «Газпром», нетрадиционные запасы газа составляют 83,7 млрд м³. В осадочных породах, на Восточно-Европейской платформе, широко представлены сланцы разной мощности и зрелости, которые могут быть

перспективными для разработки. Стоит выделить на Русской платформе Балтийский щит и Польско-Литовскую впадину, находящуюся на территории Польши и Западной Украины, и Днепровско-Донецкую впадину — на территории Украины, обладающие запасами зрелого сланца. На российской части Балтийского щита в Южно-Скандинавской области имеются незрелые сланцы возрастом 2,8 млрд лет, более зрелые сланцы расположены в Центрально-Кольском блоке. По информации компании «Shell», сланцы Швеции, находящиеся в этом районе, бесперспективны.

В [4] отмечено, что характеристики ресурсной базы по России могут рассматриваться только как предварительные. Причина — в несоизмеримо меньшей изученности в первую очередь глубоким бурением территории России (22 м/км² против 250–360 м/км² в США), а также в отсутствии специальных тематических исследований сланцевых толщ как объекта эксплуатации.

Таким образом, оценки запасов и ресурсов нефтегазоносных сланцев по регионам мира на настоящее время могут рассматриваться как приблизительные и в ряде случаев недостоверны. Причины этого заключаются в слабой изученности ресурсной базы во многих регионах, а также в уровне достоверности применяемых методов оценки ресурсов.

Технология добычи сланцевого газа

Сланцевый газ является разновидностью природного газа, образовавшегося в недрах земли. Современная технология добычи сланцевого газа подразумевает бурение одной вертикальной скважины и нескольких горизонтальных скважин длиной до 2–3 км. В пробуренные скважины закачивается смесь воды, песка и химикатов, в результате гидроразрыва разрушаются стенки газовых коллекторов, и весь доступный газ откачивается на поверхность. Процесс горизонтального бурения проводится посредством инновационной методики сейсмического моделирования 3D GEO, которая предполагает сочетание геологических исследований и картирования с компьютерной обработкой данных, включая визуализацию. При бурении горизонтальной скважины важно соблюдать правила бурения, к чему относится, например, выбор правильного угла бурения, соответствующего углу наклона сланцевого пласта. Скважина должна пролегать сугубо в толще сланцевого пласта на достаточном расстоянии от его границ, в противном случае метан мигрирует через трещины и другие отверстия в верхний слой осадочных пород. Газовые коллекторы в сланцевом пласте также имеют свои отличия и сконцентрированы:

- в порах сланца аналогично хранению газа в плотном песке;
- в виде скоплений возле источника органических веществ подобно метану в угольных пластах;
- в виде скоплений в природных переломах.

Как и в других газовых месторождениях, газ мигрирует из области высокого давления в область низкого давления, поэтому технология газодобычи основана на создании областей с переменным давлением. Используется горизонтальное бурение с мультитотводами на одной глубине, а также многоступенчатые горизонтальные скважины с длиной горизонтального отвода до 2 км (рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная схема добычи сланцевого газа (фото пресс-службы МЭА)

Технология гидроразрыва пласта была разработана в 1953 году академиком С.А. Христиановичем совместно с Ю.П. Желтовым в Институте нефти АН СССР. Для разработки эффективной технологии горизонтального бурения с гидроразрывом пласта понадобилось около 20 лет экспериментов.

Существует целый набор геохимических параметров, которые обуславливают условия добычи сланцевого газа, а, соответственно, определяют себестоимость и стоимость результирующего продукта. Прежде всего, существенно влияет на себестоимость добычи содержание глины в жёстких песках, которая поглощает энергию гидроразрыва, что требует увеличения объёма используемых химикатов. Каждое месторождение имеет уникальный объём диоксида серы, поэтому, чем ниже этот показатель, тем выше цена реализации газа.

Наиболее выгодными считаются «хрупкие» сланцы с большим содержанием диоксида кремния, эти месторождения содержат естественные переломы и трещины. Одна из причин, что месторождение является продуктивным, связана с высоким содержанием кварца в сланце — 29–38 %, порода сланца становится очень хрупкая, поэтому требуется меньшая мощность гидроразрыва.

Наиболее сложным для бурения считается месторождение с высоким давлением в породах, а также его значительными скачками. При глубине бурения 3200–4100 м давление составляет 675 атм.

Переработка сланцевого газа в дизельное топливо

Рекордно низкие цены на природный газ больно ударили по производителям, но существует технология, которая может превратить дешёвый газ в дизельное топливо. Сейчас галлон дизельного топлива стоит 4 доллара (примерно 30 рублей за литр), а цена на газ составляет около 2,30 долларов за миллион британских термических единиц. С 2008 газ подешевел в 7 раз.

Обилие и доступность природного газа в США даёт возможность использовать топливо по-новому, растёт энергетическое «разнообразие» и получение от этого экономических и экологических выгод. В компании считают, что разница между нефтяными и газовыми ценами позволяет начать строительство предприятий по переработке газа в дизельное топливо и авиационный керосин. Две компании планируют сейчас строительство подобных заводов — «Shell» на побережье Мексиканского залива и южноафриканская «Sasoil» на побережье Луизианы.

Правда, существуют определённые риски, связанные с колебанием цен на газ. Подобные предприятия стоят миллиарды долларов, и у них большие сроки окупаемости. И для того, чтобы производство было рентабельным, цена на газ должна оставаться низкой в течение 20-30 лет. Управление энергетической информации США приводит данные, в которых оптимальное соотношение цен для данных предприятий выглядит так: 100 долларов за баррель и 6 долларов за миллион БТЕ газа.

Новая технология аналогична получению жидкого топлива из угля (процесс Фишера — Тропша). Метод был разработан в Германии 90 лет назад как способ компенсировать дефицит нефти большими запасами угля. Последние разработки учёных позволили применить этот метод к газу. В общих чертах процесс переработки выглядит так: природный газ, кислород и вода подаются в реактор. Там под действием катализаторов, температуры и давления происходит процесс перегонки. Результатом является дизельное топливо, авиационный керосин и ряд других нефтепродуктов, но, к сожалению, пока такой процесс получения бензина из газа очень дорог.

Сланцевый газ на мировом рынке

Анализ предпосылок развития мировой разработки сланцевых месторождений позволяет говорить о возникновении естественных рыночных регуляторов, которые приводят к процессам самоорганизации на энергетическом рынке. При возникновении естественной монополии на любом микрорынке, в качестве которого в данном случае выступает рынок газа, иницируются процессы по внедрению продуктов-заменителей, на роль которых претендует сланцевый газ.

Продукты-заменители являются эффективным регуляторным механизмом, которые увеличивают эластичность спроса природного газа. При значительном дисбалансе цен на газ, который стал наблюдаться в различных регионах мира, стали перераспре-

деляться газовые потоки и изменяться структура рынка. В результате роста производства сланцевого газа в США, снижения объёма импорта, а также последующего обвала цен на газ в США, бывшие газовые потоки сжиженного газа, которые ранее предназначались для США, были перераспределены в регион с более высокими ценами. Этим регионом, имеющим неэластичный спрос на газ, стала Европа.

Появления продукта-заменителя в виде LNG-газа будет оказывать значительное влияние на рынок Европы вплоть до момента насыщения рынка, то есть приведёт к некоторому снижению цен на газ (10–25 %) и ограничению влияния ОАО «Газпром» на рынке ЕС. В 2011 году увеличение потребления газа за счёт отказа стран ЕС от атомных электростанций изменило направление спроса, увеличило потребление газа и частично компенсировало снижение цены за счёт импорта LNG-газа.

Естественным регулятором цен на газ в 2011 году для Азии стали землетрясения. Благодаря природным катаклизмам и отказу от АЭС, увеличился импорт LNG-газа, а цены в азиатском регионе увеличились практически вдвое. Увеличение спроса на газ в Азии в 2011 году опять стабилизировало цены в Европе за счёт оттока поставок. По данным исследователей, мировой спрос на LNG-газ в первом полугодии 2011 года показывает увеличение на 8,5 %, до конца года эта цифра выросла до 12 %. Основными покупателями LNG-газа являются Великобритания, Япония, Южная Корея и Индия. Увеличение потребления LNG-газа в Европе свидетельствует о желании стран снизить влияние российского газа на свою экономику, поэтому, чем больше будет разница между трубным газом и сжиженным, тем больше страны будут ориентироваться на поставки сжиженного газа.

В настоящий момент распределение цены на газ имеет следующий вид:

- средняя биржевая цена в ЕС на природный газ составляет \$ 320 за тыс. м³;
- биржевая цена на газ в США — \$ 147 за тыс. м³;
- цена российского трубного газа в ЕС составляет \$ 360–403 за тыс. м³;
- цена за LNG-газ в Азии — \$ 540 за тыс. м³;
- спотовые цены на рынке ЕС составляли \$ 260–290 за тыс. м³.

Ценовая неоднородность мирового газового рынка, безусловно, повлечёт перераспределение газового ресурса. В ближайшие годы потребление газа будет расти в Азии за счёт роста объёма потребления и снижения запасов. Газосланцевые потоки США после расширения газотранспортной инфраструктуры будут направлены, прежде всего, в Южную Америку и Азию, что повлечёт увеличение предложения в Европе за счёт перераспределённых газовых потоков, ранее направленных в Азию.

В ближайшие годы наращивать поставки в европейской части будет Катар, который лишился рынка США в связи с увеличением добычи из сланца. Объём газового экспорта Катара в Европу в первом полугодии 2011 года вырос на 35 %. Газотранспортная система Евросоюза является сбалансированной и позволяет эффективно распределить поставки при недостатке энергоресурсов в сторону одного из продуктов-заменителей.

Значительное изменение структуры европейского рынка может произойти после ввода в промышленную эксплуатацию сланцевых месторождений в Польше. На сегодняшний день ЕС в ближайшей перспективе планирует отказаться от российского газа и развивать региональную добычу. Активная разведка месторождений в Польше 22 компаниями подразумевает, что в 2015 году предполагается практически одновременный запуск скважин в эксплуатацию. Изменение структуры европейского рынка будет более значительным, если европейцам удастся обеспечить согласованный запуск газовых проектов, которые могут составить одновременную конкуренцию российским газовым поставкам. В связи с финансовым кризисом в Европе можно предположить, что ЕС не удастся добиться согласованного старта газовых проектов, что в значительной мере сократит влияние сланцевого газа на европейский энергетический рынок. Важной характеристикой сланцевого газа является его близкое расположение к конечному потребителю. Высокая стоимость газодобычи будет компенсирована низкой стоимостью транзита.

Структура и тенденции газового рынка

На сегодняшний день природный газ является наиболее перспективным видом ископаемого топлива в рамках мирового энергообеспечения, так как предполагает самый низкий выброс углекислоты в атмосферу и успешно заменяет уголь. Использование природного газа также более предпочтительно в рамках Европейской программы по

борьбе с изменением климата и Конвенции ООН об изменении климата. В дополнение к РКИК в 1997 году в Японии был принят общеизвестный Киотский протокол, который регулирует суммарный среднегодовой уровень выброса CO₂ странами-участниками. Таким образом, промышленно-развитые страны в рамках борьбы с техногенным кризисом с каждым годом попадают всё в большую зависимость от природного газа. Это становится предметом активных действий с целью поиска товаров-заменителей. На роль альтернативы российскому газу в краткосрочной перспективе претендует сжиженный газ, в долгосрочной перспективе — сланцевый газ. Существенные сланцевые запасы газа найдены на европейской территории, что позволяет говорить о будущей энергетической независимости ЕС, прежде всего, от России.

Технология добычи сланцевого газа уже существует на протяжении 100 лет. Её актуальность была признана в результате устойчивого увеличения спроса, недостатка ресурса и увеличения стоимости природного газа, добываемого традиционным путём. Себестоимость добычи сланцевого газа по данным разных компаний колеблется в промежутке 100–283 USD за 1000 м³, поэтому добыча газа из сланца при повышении цен на газ имеет чисто экономические причины. Первой страной, использовавшей у себя потенциал добычи сланцевого газа, стала США, которые не только нарушили планы ОАО «Газпром», но и в 2009 году забрали у России пальму первенства крупнейшего мирового газодобытчика. В настоящий момент эксперимент с добычей сланцевого газа проводится в Европе, надеющейся повторить опыт США.

«Сланцевая революция»

Начало добычи сланцевого газа — самое важное событие в энергобизнесе за последние 50 лет. Его результатом стало перепроизводство газа и обвал цен в Северной Америке. В 2009 году США обогнали Россию по объёмам добычи природного газа. По состоянию на 2012 год газ в США стоит существенно дешевле, чем в России, которая обладает крупнейшими в мире разведанными запасами газа. Дальнейшее падение цен ожидается после строительства мощностей для экспорта сжиженного газа за пределы Северной Америки. В августе 2012 года российская газовая компания ОАО «Газпром» и его партнёры объявили о приостановке разработки Штокмановского месторождения, откуда сжиженный газ предполагалось направлять в США. В то же время компания «Exxon Mobil» вынуждена была отказаться от разработки крупных месторождений сланцевого газа в Польше и Венгрии, ибо они оказались нерентабельными. Ранее польские власти планировали начать добычу газа в 2014 году, рассчитывая, что имеющихся запасов хватит на несколько десятков лет. «Сланцевая революция» — это обозначение внедрения в промышленную эксплуатацию технологии добычи газа из залежей сланцевых пород («сланцевый газ»), которое произошло в США в начале XXI века и привело к падению мировых цен на природный газ. Минэнерго предлагает не бояться всемирной «сланцевой революции», а предлагает правительству начать добычу «сланцевых» газа и нефти и узнать, сколько имеется таких ресурсов в стране и где эти месторождения находятся. Промышленная добыча газа и нефти из сланцев России ещё долго будет не нужна, но ей интересны американские технологии. Их будут отрабатывать на специальном полигоне и на малых региональных месторождениях. Стране эти энергоносители пока не нужны — у неё достаточно более дешёвых «обычных» месторождений, но министерство очень интересуется американскими технологиями, которые и позволили провести в США «сланцевую революцию». Эти технологии, которые вот-вот захватят весь мир, должны быть освоены и в России. Предполагается, что этим займутся госкомпании «Роснефть» и «Газпром».

В настоящее время российскими компаниями пришло осознание, что сланцевая революция — это серьёзно, а её распространение по миру — в виде технологий добычи и танкеров со сжиженным газом — неизбежно. Несмотря на то, что Минэнерго продолжает убеждать в отсутствии сланцевой угрозы, правительство (которое не очень этому верит) стоит на той позиции, что сланцы добывать хоть и сложно, невыгодно и неэкологично, но надо. Хотя бы из-за того, что стране неплохо было бы освоить американские революционные технологии, т.е. горизонтальное бурение вместе с гидроразрывом пластов. Кроме того, сланцевый газ может стать локальным источником энергии в тех регионах, которые не подключены к магистральным газопроводам (северные районы, Дальний Восток, Сибирь).

Пока геологическое изучение горючих сланцев России не проводилось. Нет не только данных о том, сколько может храниться сланцевого газа в недрах России, но и даже примерных областей его залежей. Минэнерго предлагает начать разработку сланцев уже с 2015 года.

Экологические проблемы, связанные с добычей и транспортировкой сланцевого газа

Технология добычи сланцевого газа, как любая промышленная технология, подразумевает позитивные и негативные стороны. Существовало мнение, что:

- разработку сланцевых месторождений с использованием глубинного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах можно проводить в густозаселённых районах (единственной проблемой будет использование тяжёлого транспорта);

- значительные сланцевые месторождения газа находятся в непосредственной близости от конечных потребителей;

- добыча сланцевого газа происходит без потери парниковых газов.

Однако после 10 лет эксплуатации скважин были выделены следующие проблемы:

- 1) технология гидроразрыва пласта требует крупных запасов воды вблизи месторождений, для одного гидроразрыва используется смесь воды (7500 тонн), песка и химикатов. В результате вблизи месторождений скапливаются значительные объёмы отработанной загрязнённой воды, которая не утилизируется добытчиками с соблюдением экологических норм;

- 2) как показывает опыт разработки Barnett Shale, сланцевые скважины имеют гораздо меньший срок эксплуатации, чем скважины обычного природного газа;

- 3) формулы химического «коктейля» для гидроразрыва в компаниях, добывающих сланцевый газ, являются конфиденциальными. По отчётам экологов, добыча сланцевого газа приводит к значительному загрязнению грунтовых вод толуолом, бензолом, диметилбензолом, этилбензолом, мышьяком и др. Некоторые компании используют солянокислотный раствор, загущенный с помощью полимера. Для одной операции гидроразрыва используется 80-300 тонн химикатов;

- 4) при добыче сланцевого газа имеются значительные потери метана, что приводит к усилению парникового эффекта;

- 5) добыча сланцевого газа рентабельна только при наличии спроса и высоких цен на газ.

Химическая смесь компании «Halliburton» составляет около 1,53 % от общего раствора и включает: соляную кислоту, формальдегид, уксусный ангидрид, пропаргиловый и метиловый спирты, хлорид аммония. В целом газодобывающими компаниями для добычи газа используется около 85 токсичных веществ, некоторые из них имеют следующее предназначение:

- соляная кислота способствует растворению минералов;
- этиленгликоль противостоит отложениям на внутренних стенках труб;
- изопропиловый спирт, гуаровая камедь и борная кислота используются в качестве загустителей и веществ, поддерживающих вязкость;
- глютаральдегид и формамид противостоят коррозии;
- нефть в лёгких фракциях используется для снижения трения;
- пероксодисульфат аммония противостоит распаду гуаровой камеди;
- хлорид калия препятствует химическим реакциям между жидкостью и грунтом;
- карбонат натрия или калия — для поддержки баланса кислот.

В настоящий момент наносимый вред экологии региона сланцевого бассейна в Пенсильвании носит характер экологической катастрофы. Именно экологическая проблема наряду с использованием большого количества воды для осуществления гидроразрыва является наиболее острой для развития сланцевой добычи в густонаселённых районах. Несмотря на то, что гидроразрывы проводятся гораздо ниже уровня грунтовых вод, токсичными веществами заражён почвенный слой, грунтовые воды и воздух. Это происходит за счёт просачивания химических веществ через трещины, образовавшиеся в толще осадочных пород, в поверхностные слои почвы. В некоторых районах Пенсильвании в колодцах можно поджечь воду. В результате действий экологов (закон о «Чистой воде США» от 2005 года), вышло предписание для всех газодобывающих

компаний, добывающих УВ из сланцевых месторождений, раскрыть формулу химических коктейлей, а также снизить химическую нагрузку на экологию региона. Также стоит отметить, что наиболее успешные сланцевые месторождения относятся к палеозойской и мезозойской эре, имеют высокий уровень гамма-излучения, который коррелирует с термической зрелостью сланцевого месторождения. В результате гидроразрыва радиация попадает в верхний слой осадочных пород, в районах сланцевой добычи газа наблюдается повышение радиационного фона.

Возникают серьезные вопросы об экологическом риске и здоровье человека. Кроме того, предполагается, что гидроразрыв может привести к возникновению небольших землетрясений. 1 сентября 2011 года в Брюсселе опубликован отчет последних исследований Агентства по охране окружающей среды США, в котором приведены неоспоримые факты, что выбросы парниковых газов при добыче сланцевого газа больше, чем у угля, нефти и обычного газа; общий объем потерь метана при добыче газа составляет 3,6–7,9 %.

Производственные проблемы, связанные с добычей и транспортировкой сланцевого газа

Как и другие природные газы, сланцевый газ это смесь газов в различной пропорции. В состав сланцевого газа может входить сероводород, что делает невозможным его транспортировку и сжигание без очистки. Выделить из газа сероводород легко только в лабораторных условиях. В промышленных масштабах это невероятно сложно. Проще построить нефтеперерабатывающий завод и дешевле раза в три-четыре.

Дело в том, что сероводород — это яд со специфическим запахом, к тому же повышенной взрывоопасности. Но он ещё и горит, причём склонен к самовоспламенению, так что может рвануть в любой момент. Потому его ни по трубам, ни в цистерне нельзя транспортировать. А ведь для того, чтобы его доставить на газоочистительный завод, необходимо его по трубам транспортировать.

Более 80 % извлекаемых запасов сланцевого газа из любой скважины добывается в течение первого года, поэтому требуются многие сотни скважин на каждом месторождении.

Первым свойством, снижающим полезность сланцевого газа, является его низкая теплотворная способность. У него она равна 0,57, а у природного газа, с которым сланцевый газ вроде бы собирается конкурировать, теплотворная способность — 1,17. Поэтому все компании держат в секрете состав своих месторождений. Добываемый на месторождении Олбани (США) газ с низким содержанием сероводорода. Польский и особенно украинский газ явно содержит сероводород, постепенно переходящий в H_2SO_4 , а возможно и с содержанием радона.

При операциях гидроразрыва между скважинами циркулирует множество грузовиков-цистерн, ведь для вытеснения газа требуются огромные объёмы воды с примесью химикатов. Поднимающийся из скважины загрязнённый обратный приток надо очищать.

В качестве заключения

Добыча сланцевого газа в XXI веке ещё только набирает свои обороты в производстве, но, несмотря на короткий производственный цикл, пагубно отражается на экологии районов. Этот вид топлива активно заменяет традиционные энергетические источники, такие как природный газ, уголь и даже дизельное топливо. Но технология добычи сланцевого газа требует более безопасного и экологически чистого метода разработки, т.к. оказывается огромное воздействие на биосферу. Для того чтобы начать добычу топлива, требуются большие затраты, связанные как с природными ресурсами (вода, песок), так и химическими веществами, которые закачиваются в недра и «отравляют» районы вокруг района добычи.

Исследования подчёркивают необходимость дальнейшего совершенствования технологии добычи сланцевого газа с целью контроля выбросов метана, загрязнения почвы и грунтовых вод, учитывая высокий уровень неопределённости в оценочных цифрах. К сожалению, на фоне картины истощения традиционных запасов газа сланцевый газ не сможет стать в ближайшее время достойной альтернативой природному газу, так как не соответствует современным экологическим требованиям к энергоре-

сурсу. Перспективы крупной добычи сланцевого газа в настоящее время имеются только в слабозаселённых районах и в странах, которые согласны на снижение экологической безопасности. Иногда стоит задуматься над тем, что важнее: окружающая нас природа или экономическое развитие страны.

Литература:

1. Арутюнов Т.В. Общие представления о нетрадиционных ресурсах углеводородов // Научно-практический журнал «Аспирант». – 2015. – № 1. – С. 29–32.
2. Арутюнов Т.В., Савенок О.В. Состояние, тенденции и перспективы выработки запасов углеводородов из сланцевых отложений // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 4. – С. 39–51.
3. Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А., Савенок О.В. Перспективы разработки месторождений сланцевых отложений // Фундаментальные проблемы науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. 23 января 2015 г. – Уфа : РИО МЦИИ ОМЕГА САИНС, 2015. – С. 126–135.
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. Сланцевая революция [Электронный ресурс]. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Сланцевая_революция
6. Ярошинская А. Сланцевый кошмар для России [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.rosbalt.ru/main/2010/03/13/719852.html>
7. Хайтун А.Д. Сланцевой революции пока не произошло [Электронный ресурс] . – URL : http://www.ng.ru/energy/2011-01-11/12_revolution.html
8. Американский сланцевый газ как экономическое оружие («United Press International», США) [Электронный ресурс]. – URL : <http://inosmi.ru/usa/20110721/172311017.html>
9. Svargaman. Сланцевый газ подробно [Электронный ресурс]. – URL : <http://voprosik.net/slancevyj-gaz-podrobno/>
10. Зеленцова Ж. Сланцевый газ, мифы и перспективы мировой добычи [Электронный ресурс]. – URL : <http://pronedra.ru/gas/2011/12/23/slancevyj-gaz>
11. Технология добычи сланцевого газа [Электронный ресурс] . – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/3c0b65635a2bd68b4c43a89521206c36_0.html

References:

1. Arutyunov T.V. General ideas of nonconventional resources of hydrocarbons // Scientific and practical magazine «Aspirant». – 2015. – No. 1. – P. 29–32.
2. Arutyunov T.V., Savenok O.V. Sostoyaniye, tendencies and prospects of development of reserves of hydrocarbons from slate deposits // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 4. – P. 39-51.
3. Arutyunov T.V., Arutyunov A.A., Savenok O.V. Prospects of development of fields of slate deposits // Fundamental problems of science: collection of articles of the International scientific and practical conference. On January 23, 2015 – Ufa : RIO MTsII SAYNS OMEGA, 2015. – P. 126–135.
4. Grigoriev G.A., Afanasyeva T.A. Prospects of industrial development of nonconventional resources of gas in Russia // Oil and gas geology. Theory and practice. – 2012. – V. 7. – No. 2.
5. Slate revolution [An electronic resource]. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Slantsevaya_revolyution
6. Yaroshinskaya A. A slate nightmare for Russia [An electronic resource]. – URL : <http://www.rosbalt.ru/main/2010/03/13/719852.html>
7. Haytun A.D. Slate revolution didn't happen yet [An electronic resource]. – URL : http://www.ng.ru/energy/2011-01-11/12_revolution.html
8. American slate gas as economic weapon («United Press International», USA) [Electronic resource]. – URL : <http://inosmi.ru/usa/20110721/172311017.html>
9. Svargaman. Slate gas in detail [Electronic resource]. – URL : <http://voprosik.net/slancevyj-gaz-podrobno/>
10. Zelentsova Zh. Slate gas, myths and prospects of world production [An electronic resource]. – URL : <http://pronedra.ru/gas/2011/12/23/slancevyj-gaz>
11. Technology of production of slate gas [An electronic resource]. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/3c0b65635a2bd68b4c43a89521206c36_0.html