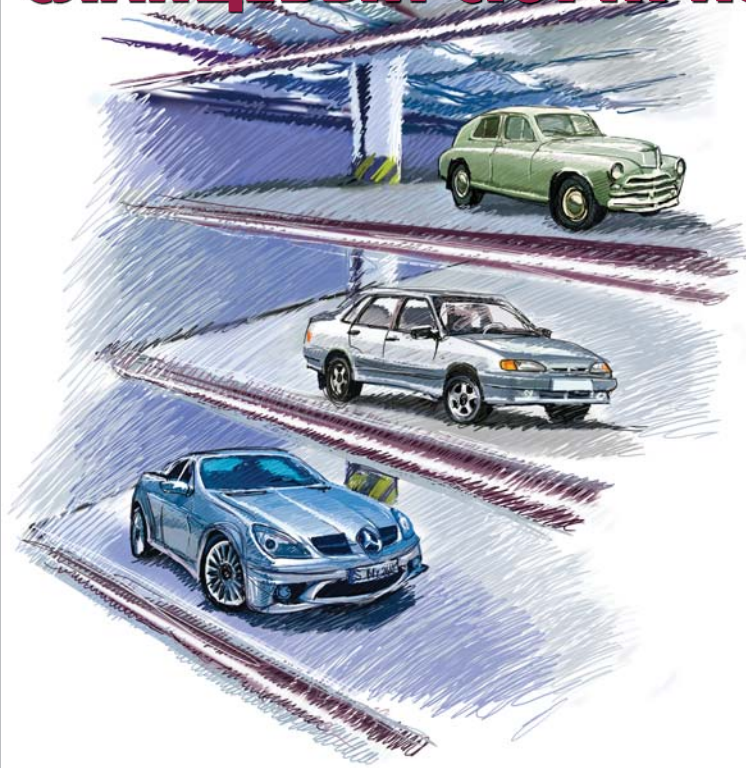


НЕФТЬ ПОД ГАЗОМ: СЛАНЦЕВЫЙ СЮРПРИЗ-2



ОЛГА ВИНОГРАДОВА
«Нефтегазовая Вертикаль»

Сланцевый газ столь неожиданно обрушился на мировые газовые рынки, что они до сих пор не могут прийти в себя. Не меньшие изменения может вызвать промышленная разработка нефтеносных (горючих) сланцев, но уже на нефтяном рынке. Традиционно эксплуатация нефтеносных сланцев всегда была связана только с неглубокими формациями, в которых содержится не нефть, а кероген. Широкомасштабная разработка этих сланцев считается малоперспективной. В последнее время возник возрастающий интерес к «другим» сланцам. Успехи газсланцевой индустрии в США направили внимание нефтяных компаний на глубокозалегающие формации, из которых возможна добыча натуральной нефти горизонтальными скважинами с применением гидроразрыва. Наиболее разбуренные нефтеносные сланцы Ваккен демонстрируют быстрый рост добычи. США объявили сланцы Ваккен одним из самых крупных внутренних источников нефти, нефтяные компании скупают сланцевые участки, пресса заговорила о «нефтяной революции». Появились сообщения о нефтесланцевых проектах в Иордании, Израиле, Узбекистане, Белоруссии... А что со сланцами в России? Ничего... На фоне усиливающегося интереса к нефтяным сланцам в мире сланцевая добыча России успела деградировать.

В Словаре по геологии нефти и газа объясняется, что горючие (нефте-

носные) сланцы — осадочная порода с содержанием от 20% до 60–80% твердой фракции ор-

ганического вещества (ОВ), называемой кероген. При нагревании кероген разлагается с выделением нефтеподобной смолы (сланцевого масла), сухих горючих газов и воды.

Ресурсы: 93% в пяти странах

Общепринятой оценки мировых ресурсов горючих сланцев не существует. Экспертных мнений много, но они противоречивы и часто приводятся без внятных объяснений, что именно имеется в виду: общий объем нефтеносных сланцев, содержащийся в породе кероген, его извлекаемая часть, или синтетическая нефть, которую можно получить при конечной переработке.

Многие оценки, приводимые в современных работах, копируют опубликованные ранее. Понятия «ресурсы» и «запасы» полностью смазаны. Короче, классификация мирового потенциала сланцевой нефти находится на начальной стадии.

В качестве рабочего варианта можно исходить из того, что общие ресурсы нефтеносных сланцев составляют порядка 30 трлн тонн н.э. (см. «Мировые ресурсы нефтеносных сланцев»). По выходу смол (сланцевого масла) за установленные ресурсы можно принять представленную на Мировом энергетическом конгрессе в Монреале в 2010 году оценку Мирового энергетического совета (МИРЭС) в 690 млрд тонн.

Максимальный коэффициент извлечения синтетической нефти при существующих технологиях составляет 25%. Исходя из этого извлекаемые запасы могут составлять 170 млрд тонн, что практически равно мировым запасам традиционной нефти (190 млрд тонн на начало 2011 года).

Учитывая низкий уровень изученности сланцевых формаций во многих регионах мира, можно предположить, что по мере расширения разведочных работ оценка ресурсов и запасов нефти из сланцев будет увеличиваться.

Горючие сланцы известны не менее чем в 40 странах во всех регионах мира, однако географическое распределение принципиально отличается от обычной

нефти: больше всего нефтеносных сланцев в Северной Америке, Европе и Азии, в то время как на Ближнем Востоке они присутствуют только в Израиле и Иордании (см. «География ресурсов сланцевой нефти»).

Абсолютный мировой чемпион — США, где по разным оценкам находится от 70% до 80% мировых ресурсов нефтеносных сланцев. По представленной на Мировом энергетическом конгрессе в 2010 году оценке установленные ресурсы сланцевой нефти в США составляют 3700 млрд баррелей (537 млрд тонн).

Около 80% всех сланцев США приурочены к формации Грин-Ривер. Извлекаемые запасы нефти Грин-Ривер оцениваются в диапазоне от 500 до более 1000 млрд баррелей, что в 4–10 раз больше доказанных запасов обычной нефти в США.

За США, с большим отрывом, следует Китай с запасами 48 млрд тонн, и далее Россия с 35 млрд тонн. Всего в этих странах находится 90% мировых ресурсов горючих сланцев. Следующий уровень — Италия (10 млрд тонн) и Бразилия (11,7 млрд тонн), в остальных странах ресурсы определяются небольшими цифрами. Таким образом, 93% мировых ресурсов сосредоточено на территории пяти стран.

Проблемы освоения

Как и многое новое, горючие сланцы — давно забытое старое. Сланцедобывающая промышленность появилась раньше нефтесланцедобывающей, но преимущественно для целей прямого сжигания породы, подобно углю.

Помимо прямого сжигания из сланцев можно получать сланцевое масло, которое используется как заменитель мазута или может подвергаться дальнейшей переработке для получения более легких сортов нефти. Существуют наземный и подземный способы получения сланцевой смолы.

При наземной разработке добытая шахтным методом порода дробится и направляется на завод, где подвергается перегонке при температуре 900–950 градусов Фаренгейта (500°C) с выделением нефтеподобной смолы

(сланцевого масла), сухих горючих газов и воды. Следующая стадия — переработка в легкую нефть на обычном НПЗ.

Подземный способ получения сланцевого масла предполагает дробление и нагревание сланца до температуры 650–700 градусов Фаренгейта непосредственно в пласте (in situ). Существует несколько модификаций этого метода, но все они находятся на экспериментальной стадии.

В разные периоды добыча горючих сланцев как породы велась в нескольких странах (Франция, США, ФРГ, Австралия, Великобритания, Швеция, НРБ, ЮАР), но наиболее стабильно и масштабно — в СССР (37 млн тонн в 1984 году) и КНР (30–50 млн тонн).

В СССР горючие сланцы добывались на Эстонском, Ленинградском и Кашпирском месторождениях, в объемах соответственно 27,4; 5,0 и 0,8 млн тонн в год товарного сланца.

Основная часть добычи (77%) использовалась для сжигания на ТЭЦ и ГРЭС. Прибалтийская и Эстонская ТЭЦ потребляли около 20 млн тонн горючих сланцев в год. Технологическая переработка сланцев в мазут велась на трех сланцеперерабатывающих предприятиях: в Кохтла-Ярве (Эстония), Заводе «Сланцы» (Ленинградская область) и Кашпирском сланцерегионном заводе в Поволжье.

Промышленное получение жидких углеводородов из сланцев в настоящее время ведется только наземным способом, и только в трех странах — в Китае, Эстонии и Бразилии — с суммарным объемом около 1 млн тонн в год (см. «Добыча сланцевой нефти»).

Производительность жидких углеводородов по отношению к объему отходов породы очень низкая, процесс сопровождается выделением значительных объемов углекислого газа, требует больших затрат воды. Все действующие в настоящее время заводы имеют мощности не более 0,5–0,7 млн тонн нефти в год.

Завод промышленного масштаба, способный выпускать продукцию объемом хотя бы 3 млн тонн в год, должен иметь несколько реторт, каждая объемом не ме-

152908, г. Рыбинск, Ярославская обл., ул. Сысоевская, 23
 тел.: (4855) 282-100
 факс: (4855) 217-788
 www.fobosarm.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

ВМЕСТЕ К СОВЕРШЕНСТВУ

нее 1500 тонн, что по экологическим, экономическим и прочим соображениям практически неосуществимо. Так что расширение наземной разработки сланцев до

Общепринятой оценки мировых ресурсов горючих сланцев не существует, но больше всего нефтеносных сланцев в Северной Америке

крупных промышленных масштабов считается маловероятным.

Малоперспективным выглядит и развитие сланцевой индустрии путем подземной перегонки. К на-

Промышленное получение жидких углеводородов из сланцев ведется только в Китае, Эстонии и Бразилии

стоящему времени разработано множество модификаций технологии in situ, и на экспериментальном уровне возможность их применения считается доказанной. В США в разные годы появлялись

Расширение наземной разработки сланцев до крупных промышленных масштабов считается маловероятным

демонстрационные установки, но как только падали цены, эксперименты замораживались.

Сейчас, в период высоких цен, интерес к сланцевой нефти вновь

на пике. В штатах Колорадо и Юта, районах распространения формации Грин-Ривер, работают более 30 американских компаний. Среди них Chevron, ExxonMobil, Shell Frontier Oil and Gas, Schlum-

В период высоких цен интерес к сланцевой нефти вновь на пике, но ни одного объявленного промышленного проекта пока нет

berger, Anadarko Petroleum Corporation и другие. Всплеск интереса иллюстрируется участвовавшими конференциями и рабочими семинарами, на которых обсуждаются достижения и перспективы освоения нефтеносных сланцев.

«Сланцевые» издержки могут составлять от \$70 до \$100/барр: условие рентабельной промышленной разработки – стабильно высокие цены на нефть

Однако ни одного объявленно-го промышленного проекта пока нет. Главное препятствие связано с затратами. Точного представления о стоимости производства нефти из сланцев нет, поскольку нет действующих проектов. По

Существуют и глубокозалегающие сланцы, в которых природа уже сделала свою часть работы

принятым на сегодня оценкам издержки могут составлять от \$70 до \$100 за баррель в долларах 2007 года.

Стало быть, основным условием рентабельной промышленной разработки являются не только

Успешная добыча сланцевого газа вдохновила нефтяные компании на освоение залегающей ниже нефти

высокие, но и стабильно высокие цены на нефть.

Управление энергетической информации США (EIA) прогнозирует, что при идеальных условиях первый промышленный проект in situ в США появится не ранее 2023 года. Многие эксперты считают этот срок оптимистичным, а

Мировые ресурсы нефтеносных сланцев

Геологические ресурсы нефтеносных сланцев	30 трлн т
Установленные ресурсы	690 млрд т
Извлекаемые запасы	170 млрд т

Источник: Аналитическая служба НГВ, обобщение данных из разных источников

География ресурсов сланцевой нефти

	Установленные (in place) ресурсы сланцев по нефтяному содержанию, млрд тонн
Северная Америка	539,5
США	537,0
Канада	2,5
Европа, в том числе:	53,0
Россия	35,5
Италия	10,0
Эстония	2,5
Белоруссия	1,0
Азия, в том числе:	52,0
Китай	47,6
Узбекистан	1,0
Туркменистан	1,0
Африка, в том числе:	23,0
Конго	14,0
Марокко	8,0
Южная Америка, в том числе	12,0
Бразилия	11,7
Ближний Восток	6,0
Иордания	5,5
Израиль	0,5
Океания	4,5
Австралия	4,5
Мир	690,0

Источник: World Energy Council, 2010 Survey of Energy Resources, USGS

широкомасштабное освоение нефтеносных сланцев на мировом уровне в обозримом будущем маловероятным.

Глубокие сланцы

Все сказанное, включая приведенные выше оценки запасов по миру и отдельным странам, касается нефтеносных сланцев, которые находятся на относительно небольшой глубине. Погружение этих пород в период формирования было недостаточно глубоким для возникновения высоких температур и давления, необходимых для преобразования органического вещества в нефть.

Процесс остановился на стадии керогена. Чтобы перевести кероген в нефть, требуется дополнительный нагрев, что и порождает основные технологиче-

ские и экологические проблемы освоения и увеличивает стоимость процесса.

Но существуют и глубокозалегающие сланцы, в которых природа уже сделала свою часть работы: в условиях высоких температур и давлений произошло преобразование исходного органического вещества до газообразных и жидких углеводородов. Первые сланцевые плеи были нацелены на газ (плеи — принятое в США понятие, подразумевающее совокупность однотипных залежей и одинаковой методики их поисков и разведки). В результате мы имеем «газовую революцию».

Успешная добыча сланцевого газа с применением горизонтального бурения и модифицированных для сланцев технологий гидроразрыва вдохновила нефтяные компании на освоение те-

ми же методами залегающей ниже нефти.

Нефтяные плеи начались с формации Bakken, протягивающейся через штаты Северная Дакота и Монтана в Канаду. Новая технология гидроразрыва, появившаяся в 2008 году, породила буровой бум. К концу 2010 года добыча нефти из сланцев Bakken достигала 458 тыс. баррелей в сутки. В Северной Дакоте добыча нефти из сланцев Bakken ежегодно почти удваивается: она выросла с 28 млн баррелей в 2008 году до 50 млн баррелей в 2009-м и до 86 млн баррелей в 2010 году.

Наиболее восторженные статьи в зарубежных СМИ говорят о приближающейся «нефтяной революции».

В 2008 году USGS (Геологическая служба США) опубликовала отчет по формации Bakken, в котором технически извлекаемые запасы неоткрытой нефти оцениваются в 3–4,3 млрд баррелей (400–580 млн тонн). Эта цифра в 25 раз превосходит предыдущую оценку USGS, сделанную в 1995 году.

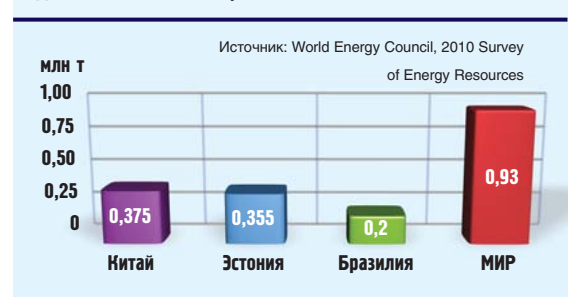
USGS — единственная в США организация, которая публикует оценки технически извлекаемых запасов неоткрытых нефти и газа.

По мнению ряда независимых экспертов, общие запасы нефти формации Bakken, извлекаемые и неизвлекаемые, составляют 18–24 млрд баррелей (2,5–3,3 млрд тонн).

Буровая активность потребовала пересмотра официальной оценки USGS, сделанной в 2008 году. В мае 2011 года Министерство внутренних дел США выпустило пресс-релиз, в котором сообщается, что с октября текущего года USGS приступает к переоценке потенциала формации Bakken. Работа будет завершена через два года.

Необходимость в беспрецедентно скорой повторной оценке вызвана большим количеством новой научной и технологической информации, поступившей от компаний за прошедшие три года после предыдущего исследования. В пресс-релизе МВД США сланцы Bakken опреде-

Добыча сланцевой нефти, 2008 г.



ляются как «формация мирового класса, которая превращается в один из крупнейших источников

Нефтяные плеи начались с формации Bakken: добыча нефти из этих сланцев ежегодно почти удваивается

энергетического сырья на суше страны».

Официальное сообщение правительства США о необходимости пересмотра нефтяного потенциала Bakken с просматриваемым намеком на ожидаемое увеличение оценки внесло допол-

Консультант №1 в России*



Экономия на энергоресурсах

«Не жалея расходов, чтобы сэкономить на всем, на чем можно сэкономить», - утверждал Сэмюел Голдвин, один из основателей медиакорпорации Metro Goldwyn Mayer. Мы поможем Вам сэкономить за счет снижения энергозатрат компании!



группа компаний
ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗ

* 1-е место в рейтинге РА «Эксперт» Консалтинг в области организации производства

WWW.GCE.RU

нительный импульс. Нефтяные плеи начались в сланцах Barnett,

В зарубежных СМИ говорят о приближающейся «нефтяной революции»: нефтяные компании скупают сланцевые земли в США

где ведется добыча газа, в сланцах Eagle Ford, Niobrara и др. Нефтяные компании скупают сланцевые земли в США.

В июле 2011 года ConocoPhillips подписала соглашение с независимой компанией Lario Oil and Gas о покупке лицензионного участка сланцев Niobrara (штат Колорадо). Совсем недавно, в октябре, норвежская Statoil объявила о покупке за \$4,4 млрд амери-

В России известно более 80 месторождений горючих сланцев, но единственное сланцедобывающее предприятие находится в состоянии банкротства

канской компании Brigham Exploration, добывающей нефть из сланцев Bakken и Three Forks. Через пять лет Statoil рассчитывает

Похоже, что всем сланцы нужны, кроме России. Возникает предчувствие, что мы опять упускаем что-то важное...

поднять добычу до 60–100 тыс. баррелей в день по сравнению с текущим уровнем в 21 тыс. баррелей в день.

Горючие сланцы в России

В России известно более 80 месторождений горючих сланцев, которые находятся в Волжском, Прибалтийском (Ленинградская обл.), Печоро-Тиманском и Вычегодском бассейнах. К разведанным месторождениям относятся самое крупное в России Ленинградское месторождение в Ленинградской области, а также Яренгское и Айювинское в Коми, Кашпирское и Озинкское

в Самарской области и Общесыртовское в Оренбургской области.

Общие запасы Ленинградского месторождения оцениваются в 1,1 млрд тонн, что эквивалентно примерно 200 млн тонн нефти. Балансовые запасы ОАО «Ленинградсланец» по двум действовавшим до последнего времени шахтам «Ленинградская» и «Кировская» составляют 167 млн тонн.

«Ленинградсланец» — единственная в России компания, которая до недавнего времени добывала горючий сланец. В середине 1980-х годов добыча достигала максимальных объемов — 5,5 млн тонн горючего сланца в год. В настоящее время лицензионный уровень добычи обозначен в 5,1 млн тонн, а по факту 2004 года (последний полный год добычи) — 0,9 млн тонн.

Единственным потребителем ленинградского сланца было эстонское АО «Нарвские электростанции» по Соглашению о сотрудничестве между Минтопэнерго России и Минэкономики Эстонии от 16.07.97. С 1 апреля 2005 года «Нарвские электростанции» расторгли договор на поставку сланца, предусматривающий переработку 1,2 млн тонн топлива и поставку всей электроэнергии в сети ОАО «Ленэнерго».

В результате добыча прекратилась. В 2006 году мажоритарным акционером АО «Ленинградсланец» стала группа компаний «Ренова», структура Виктора Вексельберга. В 2007 году работы на шахтах на некоторое время возобновились, но предприятие так и не сумело оправиться. В настоящее время единственное сланцедобывающее предприятие России находится в состоянии банкротства с кредиторской задолженностью 1,8 млрд рублей.

В августе этого года 41,75%ный пакет акций ОАО «Завод «Сланцы», который связан производственной цепочкой с «Ленинградсланцем», был продан ООО «Инвестиционно-финансовая компания «Атолл». Пока не ясно, что именно предполагается перерабатывать на заводе, учитывая, что поставка сланцевого сырья остановлена.

Очевидно, что состояние сланцевой индустрии в России удручающее. Между тем, в России есть научные разработки мирового класса. Например, Саратовский государственный технический университет (СГТУ) и некоммерческое партнерство «Новые исследования и технологии» недавно договорились о сотрудничестве по реализации работ СГТУ по добыче и переработке поволжских сланцев. Саратовский проект предполагает добычу и комплексное использование этого сырья в странах-членах ЕврАзЭС, включая Казахстан.

На Петербургском экономическом форуме в 2008 году академику Эдуарду Волкову была вручена медаль лауреата Международной премии «Глобальная энергия» за теоретическое обоснование, создание и внедрение в промышленную эксплуатацию высокоэффективных технологий выработки синтетического топлива из битуминозных сланцев и нефтяных песков, восполняющих часть мировой потребности в энергоресурсах. По разработкам лауреата и сотрудников Энергетического института им. Кржижановского уже начали осуществляться проекты в Иордании, ведутся переговоры о строительстве установок в Израиле, Марокко, США. Но почему-то не в России...

Российская «Интер РАО ЕЭС» будет разрабатывать горючие сланцы, на базе которых планируется к 2014 году построить комплекс для переработки сланцев и электростанцию. Где? В Израиле. «Зарубежнефть» изучит возможность освоения нетрадиционных ресурсов, в первую очередь, нефтеносных сланцев. В Иордании.

ООО «Сибирский промышленный холдинг» предлагает использовать технологию скважинной гидродобычи на месторождении горючих сланцев. В Узбекистане.

Похоже, что всем сланцы нужны, кроме России. На фоне новой волны интереса к нефтяным сланцам в США, которая, если позволят цены, скоро захлестнет другие страны, возникает серьезное предчувствие, что Россия опять упускает что-то перспективно важное... 