

Промышленная добыча нефти из горючих сланцев и перспективы изменения конфигурации мирового рынка нефти

Т.В. Полякова

Мировой рынок нефти стремительно меняется, возникает новый глобальный центр мировой нефтедобычи – Северная Америка, добычные возможности которого, по оценкам экспертов международных энергетических организаций, превосходят Ближний Восток. Это стало возможным благодаря началу промышленной добычи нефти из горючих сланцев. Статья посвящена проблемам и перспективам разработки месторождений сланцевой нефти в США и влияния роста ее добычи на изменение конфигурации мирового рынка нефти.

В настоящее время хорошо известно, что пик мировой добычи традиционной нефти неизбежен, и мировая экономика уже вступила в период выхода на так называемое «холмистое плато» мировой добычи. Поэтому представляет научный и практический интерес исследование ситуации с развитием новых технологий, позволяющих добывать нетрадиционные виды нефти, запасы которых в несколько раз превышают запасы традиционной нефти. Запасы нетрадиционных видов нефти (битуминозные пески, горючие сланцы) расположены в основном в Северной Америке. (Рис. 1).

США обладают огромными запасами горючих сланцев, расположенных в основном в штатах Колорадо, Северная Дакота, Техас, Калифорния, Юта, Вайоминг и др. Термин «горючий сланец» в основном относится к любой осадочной породе, содержащей твердые битумные материалы, ко-

торые при нагревании породы преобразуются в нефтепродукты. Для получения нефти из горючих сланцев их необходимо разогреть – тогда битумы переходят в жидкое состояние. Этот процесс известен как ретортинг. Горючие сланцы относятся и к осадочной породе, пропитанной традиционной нефтью, в которой нет подземных полостей, где собирается нефть.

Крупнейшие в мире месторождения горючих сланцев находятся в бассейне реки Грин Ривер (Green River), который располагается на части штатов Колорадо, Юта и Вайоминг. Оценки геологических ресурсов сланцевой в этом регионе колеблются от 1,5 до 1,8 трлн баррелей нефтяного эквивалента. Не все геологические ресурсы можно извлечь. Оценка извлекаемых запасов нефти из находящихся там сланцев колеблется от 1,1 трлн до 500 млрд баррелей нефти. Для целей стратегического видения ситуации достаточно того, что

любая цифра этого диапазона очень высока. Например, если взять среднюю оценку диапазона в 800 млрд баррелей, то это более чем втрое превышает доказанные запасы нефти Саудовской Аравии. Спрос на нефтепродукты в США колеблется вокруг примерно 20 млн баррелей в сутки. Если бы горючие сланцы покрывали четверть этого спроса, то 800 млрд баррелей извлекаемых запасов сланцевой нефти хватило бы более чем на 400 лет.

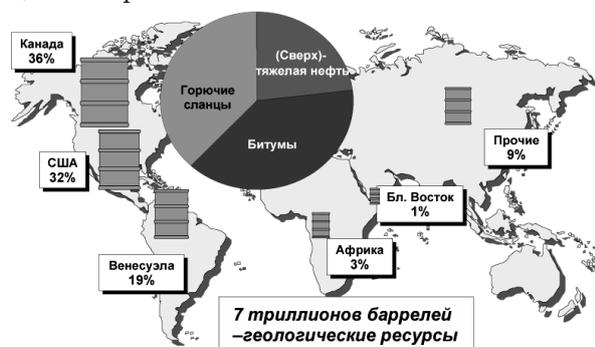


Рис. 1. Распределение нетрадиционных видов нефти в мире.

Источник: Harper F. Oil Peak – A Geologist's View. BP Energy Institute, November 2004. URL: www.aspo-australia.org.au/PPT/HarperBP.ppt (дата обращения: 17.02.2012).

США обладают огромными запасами горючих сланцев, расположенных в основном в штатах Колорадо, Северная Дакота, Техас, Калифорния, Юта, Вайоминг и др. Термин «горючий сланец» в основном относится к любой осадочной породе, содержащей твердые битумные материалы, которые при нагревании породы преобразуются в нефтепродукты. Для получения нефти из горючих сланцев их необходимо разогреть – тогда битумы переходят в жидкое состояние. Этот процесс известен как ретортинг. Горючие сланцы относятся и к осадочной породе, пропитанной традиционной нефтью, в которой нет подземных полостей, где собирается нефть.

Крупнейшие в мире месторождения горючих сланцев находятся в бассейне реки Грин Ривер (Green River), который располагается на части штатов Колорадо, Юта и Вайоминг. Оценки геологических ресурсов сланцевой в этом регионе колеблются от 1,5 до 1,8 трлн баррелей нефтяного эквивалента. Не все геологические ресурсы можно извлечь. Оценка извлекаемых запасов нефти из находящихся там сланцев колеблется от 1,1 трлн до 500 млрд баррелей нефти. Для целей стратегического видения ситуации достаточно того, что любая цифра этого диапазона очень высока. Например, если взять среднюю оценку диапазона в 800 млрд баррелей, то это более чем втрое превышает доказанные запасы нефти Саудовской Аравии. Спрос на нефтепродукты в США колеблется вокруг примерно 20 млн баррелей в сутки. Если бы горючие сланцы покрывали четверть этого спроса, то 800 млрд баррелей извлекаемых запасов сланцевой нефти хватило бы более чем на 400 лет.

Запасы горючих сланцев в западной части Соединенных Штатов в течение почти столетия

рассматривались как замена традиционных источников нефти. Но экономика производства нефти из горючих сланцев неизменно отставала от экономики добычи обычной нефти. Когда мировые цены на нефть составляли \$ 3 за баррель в 1960 г. и начале 1970-х гг., оценки рентабельной цены сланцевой нефти составляли около \$ 6 за баррель. В конце 1970-х гг. мировые цены на нефть выросли до \$ 15 за баррель, но и оценки рентабельной цены сланцевой нефти также резко возросли до \$ 20–\$ 26 за баррель¹. Зимой 1979/80 г. из-за иранского кризиса цены на нефть подскочили вновь. Также подросла до более чем \$ 45 за баррель и оценка рентабельности добычи сланцевой нефти².

В 2003 г. в Бюро по управлению земельными ресурсами Министерства внутренних дел США была создана целевая группа по горючим сланцам. В ее задачу входила оценка возможностей и перспектив развития добычи горючих сланцев на федеральных землях. В начале 2004 г. Канцелярия заместителя помощника секретаря по запасам нефти Министерства энергетики США опубликовала доклад³, в котором утверждалось: «Развитие добычи горючих сланцев обещает обеспечить нации безопасный доступ к стратегически важному топливу, который обеспечит поступательное развитие экономики, удовлетворение потребностей национальной обороны и выполнения международных обязательств».

В 2005 г. Бюро по управлению земельными ресурсами объявило о том, что «стоит предпринять шаги с целью облегчить исследования и разработки, касающиеся добычи горючих сланцев»⁴ и что оно выделяет небольшие участки земли для сдачи в аренду для технологических исследований, разработок и демонстрационных проектов в штатах Колорадо, Юта и Вайоминг. Эти события поставили вопрос о том, что горючие сланцы могли бы стать технически и экономически жизнеспособной альтернативной традиционной нефти.

Для оценки американских ресурсов нефтяных сланцев обычно используются две меры: геологические ресурсы и извлекаемые ресурсы. В оценках, подготовленных Геологической службой США (U.S. Geological Survey – USGS), существует градация геологических ресурсов в зависимости от количества галлонов нефти, которые можно извлечь из тонны сланцев. Богатые залежи содержат от 25 до более 50 галлонов на тонну породы и являются наиболее привлекательными для начальной разработки. Запасы с содержанием нефти менее 10 галлонов на тонну, как правило, не учитываются в качестве геологических ресурсов, ибо принято считать, что такое низкое содержание нефти не оправдывает затраты на добычу и переработку. Тем не менее стандарты ресурсов горючих сланцев нет. Различные оценки ресурсов включают в себя различные минимальные оценки полезного компонента, что затрудняет процесс суммирования и сравнения различных оценок. Если не указано иное, оценки геологических ре-

сурсов включают все горючие сланцы с содержанием нефти более 15 галлонов на тонну породы.

Как отмечалось выше, крупнейшие в мире месторождения горючих сланцев Пайсенс (Piceance), Уинта (Uinta), Грин Ривер (Green River) и Вашакки (Washakie) находятся в бассейне Зеленой реки (Green River Formation). Оценки геологических ресурсов нефти в бассейне Грин Ривер составляют от 1,5 трлн баррелей до 1,8 трлн баррелей. Около 1 триллиона баррелей приходится на месторождение Пайсенс, а это означает, что этот бассейн площадью 1200 квадратных миль в Западном Колорадо располагает таким же количеством нефти, сколько имеется доказанных запасов нефти во всем мире. Месторождение Пайсенс содержит около половины триллиона баррелей нефти в отложениях, содержащих более 25 галлонов на тонну породы⁵.

Большинство горючих сланцев содержится в пластах толщиной более 500 футов и находятся в осадочных породах под землей на глубине 500 футов и более, хотя на некоторых месторождениях имеются пласты толщиной более 2000 футов, покрытые более чем 1000 футов вскрышных пород. Потенциальная продуктивность акра поверхности земли огромна и доходит до 2,5 млн баррелей⁶. Это намного больше продуктивности всех известных в мире запасов нефти.

Извлечение нефти из горючих сланцев является более сложной задачей, чем добыча обычной нефти. Углеводороды в сланцевых породах присутствуют в виде твердых, битумных материалов и, следовательно, не могут перекачиваться непосредственно из геологического пласта. Порода должна быть нагрета до высокой температуры, и, как следствие, жидкие фракции разделяются и собираются. Процессы добычи сланцевой нефти, как правило, делятся на две группы: добыча подземным или открытым способом с последующим ретортигом на поверхности.

При наземном ретортинге горючие сланцы добываются традиционным способом и поставляются на нефтеперерабатывающий завод. После нагревания и удаления твердых компонентов жидкий продукт преобразуется в нефть, которая поступает в трубопроводную систему. После ретортинга истощенные сланцы охлаждаются и утилизируются в ожидании возможной рекультивации.

Сланцы можно добывать, используя один из двух методов: подземная добыча с использованием камерно-столбовой системы разработки или открытые горные работы. В общем, открытые горные работы являются наиболее эффективным подходом к добыче горючих сланцев. С помощью камерно-столбовой добычи можно извлечь около 60% геологических запасов при условии, что толщина пласта составляет не менее 100 футов. Большинство высококачественных горючих сланцев образуют более или менее непрерывные залежи толщиной от 500 до более чем 2000 футов⁷. Поверхностная добыча обеспечивает более высокий коэффициент извлечения породы. Но

толщина месторождений горючих сланцев, объем вскрышных работ, а также наличие подземных вод препятствуют поверхностной добыче.

Добыча и последующий ретортинг на поверхности является технически эффективным подходом к производству сланцевой нефти, однако существуют ограничения по себестоимости добытой с использованием такого рода технологии сланцевой нефти. Считается, что издержки добычи на первом в своем роде заводе по производству сланцевой нефти составляли от \$ 17 до \$ 23 (в ценах 2005 г.) за баррель⁸. Учитывая эти оценки себестоимости, можно полагать, что цена на легкую нефть с низким содержанием серы, такую, как сорт West Texas Intermediate, должна быть по крайней мере в диапазоне от \$ 70 до \$ 95 за баррель для того, чтобы первое в своем роде наземное промышленное производство сланцевой нефти стало прибыльным.

Производственные издержки будут снижаться, по мере того как заработают и на основе полученного опыта начнут улучшать свои показатели первые коммерческие предприятия. Несколько исследований посвящены изучению ожидания снижения себестоимости добычи и поверхностного ретортинга горючих сланцев⁹. Эти исследования показывают, что как только с помощью этой технологии будет произведено 500 млн баррелей сланцевой нефти, производственные издержки могут снизиться на 35–70 процентов по сравнению с началом производства. Так, если в начальный период работы предприятия издержки составляли от \$ 70 до \$ 95 за баррель, то при выходе на 1 млн баррелей в год эти издержки снизятся до \$ 35–\$ 48 за баррель.

В начале 1980-х гг. специалисты Исследовательского центра компании «Шелл» (Shell), в Хьюстоне, предложили совершенно иной тип перегонки на месте, которую они назвали процессом преобразования «in-situ». В этой технологии объем сланцев нагревается электрическими нагревателями, расположенными в вертикальных стволах, просверленных по всей толщине сланцевой залежи. Чтобы получить равномерный нагрев в течение разумного периода времени, сверлятся от 15 до 25 нагревательных скважин на 1 акре. После нагревания в течение двух-трех лет целевой объем залежи достигает температуры от 650 до 700 градусов по Фаренгейту. Этого очень медленного нагревания до относительно низкой температуры (по сравнению с плюс 900 градусов по Фаренгейту при поверхностном ретортинге) достаточно, чтобы вызвать химические и физические изменения, необходимые для освобождения нефти из сланцев.

При этом в энергетическом эквиваленте получается около двух третей жидких продуктов и одна треть газа, близкого по составу к природному газу. Полученный продукт собирается в специальной скважине, расположенной в пределах зоны нагрева. В рамках подготовки участка компания «Шелл» использовала технику заморозки участка земли, на котором велась добыча, для создания подземного барьера по периметру зоны добычи.

«Замороженная стена» создается путем оборота охлажденной жидкости через ряд скважин, пробуренных по периметру зоны добычи. В дополнение для предотвращения попадания грунтовых вод в зону добычи стена заморозки предохраняет углеводороды, образующиеся в процессе ретортинга, от утечек по периметру во время обогрева грунта, добычи и последующего охлаждения грунта.

Нефть, добываемая таким образом, будет химически стабильной и состоять исключительно из дистиллятов (то есть не содержащей примесей). Раз так, то нефть может направляться непосредственно на НПЗ. При этом в отличие от нефти, полученной в процессе поверхностной перегонки, не требует дальнейшей переработки. Последующая очистка такой нефти включает в себя паровую обработку для удаления оставшихся летучих углеводородов, охлаждения грунта, разморозки «замороженной стенки» по периметру и рекультивации участка, на котором велась добыча.

Компания «Шелл» опробовала эту «in situ» технологию в очень небольших масштабах на месторождении Пайсенс. Тепловая энергия, необходимая для этого процесса составляет примерно одну шестую энергетической ценности извлеченного продукта, то есть коэффициент EROEI равняется 6. Это достаточно высокий коэффициент отдачи энергии на вложенную энергию. Испытания показали, что процесс может быть технически и экономически жизнеспособным. Такой подход не требует подземных горных выработок и, следовательно, рекультивации земель. Самое главное, что технология, предложенная компанией «Шелл», может быть реализована без масштабного воздействия на земную поверхность, которое характерно для наземного ретортинга. Последствия воздействия на окружающую среду при использовании такой технологии исключительно малы.

Но развитие технологий не стоит на месте. Технология добычи «in situ» в самое последнее время была значительно усовершенствована. Вместо бурения множества вертикальных скважин бурится гораздо меньше на квадратный акр земли горизонтальных скважин. В остальном применяется все тот же метод подземного ретортинга. При этом не нарушается земельный ландшафт и сама технология менее затратна. Нефтепродукты, производимые по этой технологии, будут конкурентоспособными при мировой цене на нефть порядка –25 долларов за баррель¹⁰.

Однако расходы на добычу, скорее всего, возрастут по мере поступления информации. Независимой оценки себестоимости добычи сланцевой нефти нет. Необходимо отметить, что эта смета расходов существенно ниже, чем смета расходов на поверхностный ретортинг. Компания Рэнд Корпорэйшен (Rand Corporation) в 2005 г. представила примерный график (табл. 1) выхода на коммерческую эксплуатацию технологий по добыче сланцевой нефти. По ее подсчетам, промышленная добыча могла бы начаться не ранее чем через 12 лет, то есть в 2017 г.¹¹.

Таблица 1

Этапы коммерческой реализации сланцевых технологий.

Стадия развития	НИОКР	Опытное производство	Начало промышленной эксплуатации	Рост добычи
Размер установок	Лабораторные исследования	1000–5000 барр./сут.	> 50 000 барр./сут.	> 100 000 барр./сут.
Лет на переход	0	6–8	12–16	>20 >30
Размер добычи (млн барр./сут.)	н/д	н/д	>0,1	>1 >3

Источник: Bartis J.T., et al. Oil Shale Development in the United States: Prospects and Policy Issues / Santa Monica, California: RAND Corporation. - 2005. Суст. Требования: Adobe Acrobat. URL: www.rand.org/pubs/monographs/2005/RAND_MG414.pdf. (дата обращения: 15.11.2011).

Однако события развиваются гораздо быстрее. Добыча сланцевой нефти и газового конденсата значительно выросла на нескольких сланцевых месторождениях в Соединенных Штатах, причем темпы прироста добычи содержат двузначную цифру. Так, в Северной Дакоте, например, общая добыча жидких углеводородов выросла почти на 150% с 2005 г., что связано в первую очередь с наращиванием добычи сланцевой нефти в провинции Баккен (которая занимает и часть штата Монтана). Осадочные породы этого месторождения пропитаны традиционной нефтью без наличия подземных ловушек. Поэтому добыча этой нефти не требует разогрева и подземного ретортинга, а используется технология горизонтального бурения и множественных гидроразрывов пласта, аналогичные применяемым при добыче сланцевого газа.

Используя этот метод, операторы увеличили добычу на Баккене примерно с 1 млн баррелей в 2005 г. до почти 50 млн баррелей в 2009 г. Извлекаемые запасы месторождения Баккена, по официальным оценкам, составляют 3,65 млрд баррелей, хотя компания «Континентал», крупнейший арендатор участков в этом районе, публично заявила, что по данным компании, ее извлекаемые запасы на данном месторождении составляют более 90 млрд баррелей. В ноябре 2011 г. добыча на Баккене выросла до 510 тыс. баррелей в сутки, а в январе 2012 г. уже достигла 546 тыс. баррелей в сутки. Как ожидается, в 2012 г. добыча на Баккене легко превысит 700 тыс. баррелей в сутки и в 2015 г. достигнет 1 млн баррелей в сутки. Добыча нефти на Баккене быстро растет, что отражают два фактора – рост количества добывающих скважин, а также повышение производительности на одну скважину.

На месторождении Барнетт, в Техасе, общая добыча жидких углеводородов выросла более чем в два раза (продукция из горизонтальных скважин с 2005 по 2009 г. увеличилась примерно в шесть раз).

Добыча жидких углеводородов на месторождении Вудфорд, в Оклахоме, превысила 1 млн баррелей в 2009 г., что на 83% больше по сравнению с 2008 г. и почти в восемь раз больше, чем в 2007 г.

На месторождении Игл Форд (Eagle Ford), в Техасе, добыча жидких углеводородов в 2009 г. выросла более чем в пять раз по сравнению с предыдущим годом, и превысила 5 млн баррелей в 2010 г.

Добыча сланцевых жидких углеводородов на месторождении Марцелл, в Аппалачах, выросла почти в четыре раза в 2009 г. по сравнению с предыдущим годом. Ожидается ее дальнейший значительный рост.

В общей сложности в 2011 г. добывалось около 1 млн баррелей в сутки сланцевой нефти – это почти 10% потребностей в импорте США. К 2020 г., по прогнозам, добыча сланцевой нефти может достичь 5 млн баррелей в сутки. Однако уже сейчас ясно, что добыча опережает самые оптимистичные прогнозы и растет по экспоненте очень быстрыми темпами (рис. 2).

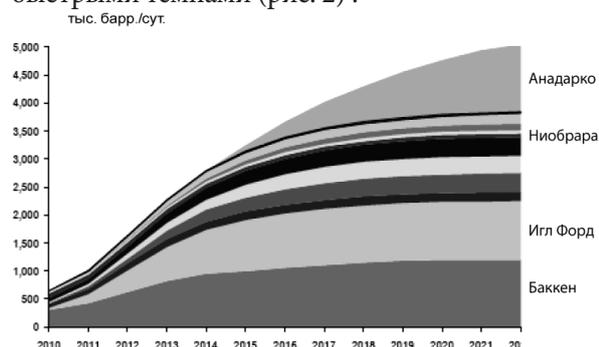


Рис. 2. Прогноз добычи сланцевой нефти по месторождениям к 2022 г.

Источник: Lee E.G., Kleinman S.M., Morse E.L., Doshi A., Ahn D.P., Yuen A. Energy 2020: North America, the New Middle East? Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, 20 March 2012. Суст. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://fa.smithbarney.com/public/projectfiles/ce1d2d99-c133-4343-8ad0-43aa1da63cc2.pdf>. (дата обращения: 09.03.2012).

За последние 5 лет рынок нефти в Северной Америке стал самым быстрорастущим рынком в мире. Практически начавшаяся широкомасштабная промышленная добыча нефти из горючих сланцев ведет к изменению всей структуры мирового рынка нефти и превращению этого региона в новый «Ближний Восток»: добыча нефти в Северной Америке может вырасти с 15 млн баррелей в сутки в конце 2011 г. до 27 млн баррелей в сутки к 2020 г.¹². При этом внутреннее потребление нефти в США будет неуклонно снижаться. США в 2011 г. фактически уже превратились из нетто-импортера жидких углеводородов в его нетто-экспортера. К 2015 г. США могут выйти на первое место в мире по уровню добычи нефти, обогнав Саудовскую Аравию и Россию (рис. 3). И потенциально США могут превратиться в крупного экспортера нефтепродуктов и сырой нефти. Это будет зависеть только от принятия соответствующих политических решений.

Мировой рынок нефти стремительно меняется, возникает новый глобальный центр мировой нефтедобычи – Северная Америка, добычные возможности которого по оценкам экспертов международных энергетических организаций превосходят Ближний Восток. Соответственно

неизбежно изменится географическая структура и направления мировых экспортно-импортных поставок нефти. Прежде всего решение стратегической задачи США – преодоление зависимости от поставок из политически нестабильных стран Ближнего Востока – высвободит для поставок на мировой рынок дополнительные объемы нефти порядка 80–90 млн тонн. Учитывая медленное сокращение внутреннего потребления нефти в ЕС и стратегическую цель европейцев максимально диверсифицировать поставщиков нефти, представляется вероятным обострение конкуренции на европейских рынках и возможное сокращение присутствия на них России рынках, что подтверждается также прогнозами Международного энергетического агентства¹³.

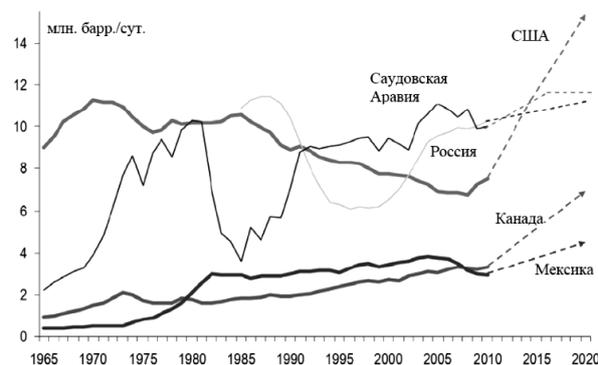


Рис. 3. Сравнение объемов добычи нефти ведущих нефтедобывающих стран.

Источник: Lee E.G., Kleinman S.M., Morse E.L., Doshi A., Ahn D.P., Yuen A. Energy 2020: North America, the New Middle East? Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, 20 March 2012. Суст. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://fa.smithbarney.com/public/projectfiles/ce1d2d99-c133-4343-8ad0-43aa1da63cc2.pdf>. (дата обращения: 09.03.2012).

Вследствие этого вполне вероятно изменение направления общего вектора энергетической политики России на Восток. Построенные в Восточной Сибири трубопроводы являются очень важными с точки зрения такого изменения: они во многом будут способствовать новому позиционированию России на мировом нефтяном рынке. Оно будет заключаться в занятии рыночной ниши и обеспечении стабильных поставок в те регионы, от которых зависит мировой экономический рост, а сегодня это страны Юго-Восточной Азии и другие страны зоны АТР.

Благодаря значительным энергетическим ресурсам, Россия продолжает оставаться одним из основных участников мировой системы энергообеспечения на ближайшие десятилетия. Может показаться, что предполагаемый высокий спрос и цены на ископаемые виды топлива в мире гарантируют России благоприятные перспективы, однако задачи, стоящие перед страной в энергетическом секторе, во многих отношениях не менее значительны, чем размер природных ресурсов. Основные разрабатываемые нефтяные месторождения Западной Сибири будут неизбежно истощаться, поэтому возникла необходимость разработки новых, более доро-

■ Экономика

гостоящих в эксплуатации месторождений не только в Западной Сибири, но и в Восточной Сибири и Арктике. По прогнозу Международного энергетического агентства¹⁴, добыча нефти в России стабилизируется на уровне 10,5 млн барр./сут., а к 2035 г. несколько снизится – до 9,7 млн барр./сут.

В силу изменения географии российской добычи нефти неизбежно будет меняться и экспортная география. Основное направление российского экспорта сохранится, и нефть продолжит поступать на традиционные рынки в Европе, но набирает обороты сдвиг в направлении азиатских рынков. В результате доходы от российского экспорта диверсифицируются: доля Китая в объеме российских нефтегазовых экспортных доходов увеличится с 2% в 2010 г. до 20% в 2035 г., тогда как доля Европы снизится с 61% до 48% (рис. 4).

Учитывая внешнеэкономические интересы страны, глобальные и региональные процессы в мировой экономике, Россия заинтересована в:

- диверсификации поставок нефти на экспорт на емкие и динамично растущие рынки стран Азиатско-Тихоокеанского региона за счет перенаправления части объемов нефти с имеющего ряд ограничений в росте европейского рынка;

- обеспечении выхода на рынки сбыта, минуя транзит;

- получении долгосрочных гарантий закупок российской нефти и нефтепродуктов;

- создании и участии в совместной эксплуатации на территории стран-импортеров производственной, транспортной и распределительной инфраструктуры нефти и нефтепродуктов.

Polyakova T. V. Commercial production of oil from oil shale and possible changes in the world oil market configuration.

Summary: *The world oil market is changing rapidly, there rises a new global center of world oil production – North America, which production opportunities are estimated by experts as outperforming those of Middle East. This is made possible thanks to inception of commercial oil production from oil shale in North America. The article deals with the problems and prospects of the development of shale oil in the U.S. and the impact of the growth of its production on the configuration of the world oil market.*

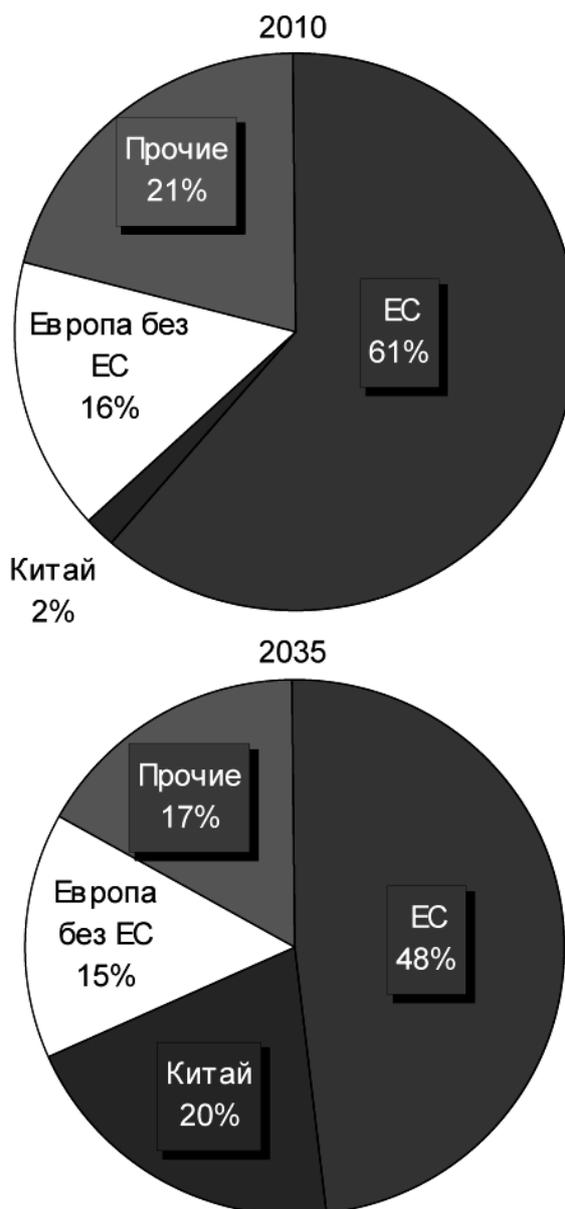


Рис. 4. Структура доходов России от экспорта энергоносителей и ее прогноз на 2035 г.

Источник: World Energy Outlook 2011. International Energy Agency. Russia remains a cornerstone of the global energy economy. Press lunch. 09 Nov. 2011. Сум. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2011> (дата обращения: 22.03.2012).

Ключевые слова

Мировой рынок нефти, горючие сланцы, добыча, технологии, сланцевая нефть США

Keywords

World oil market, oil shale, production, technology, USA shale oil

Примечания

1. Merrow E. W. Constraint on the Commercialization of Oil Shale. - Santa Monica, California: RAND Corporation. R-2293-DOE. 1978. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: www.rand.org/pubs/reports/2006/R2293.pdf. (дата обращения: 10.11.2011).
2. An Assessment of Oil Shale Technologies / National Research Council. - Office of Technology Assessment (OTA). U.S. Congress, Washington, D.C. 1980. Volume I. June. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: www.fas.org/ota/reports/8004.pdf. (дата обращения: 10.12.2011).
3. Johnson H. R., Crawford P. M., Bungler J. W. Strategic Significance of America's Oil Shale Resource: Assessment of Strategic Issues. Washington, D.C. 2004. Volume I. March. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: www.fossil.energy.gov/programs/.../npr_strategic_significancev1.pdf. (дата обращения: 10.12.2011).
4. Potential for Oil Shale Development: Call for Nominations. / U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. 2005. Vol. 70. №110. June 9. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2009-01-15/pdf/E9-525.pdf>. (дата обращения: 10.12.2011).
5. Domestic Unconventional Fossil Energy Resource Opportunities and Technology Applications. Report to Congress. / US Department of Energy. 2011. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/publications/EPreports/2011-005539-unc-fe-report-congress-final-oct-2011.pdf>. (дата обращения: 15.10.2011).
6. Ibid.
7. Domestic Unconventional Fossil Energy Resource Opportunities and Technology Applications. Op. cit.
8. An Assessment of Oil Shale Technologies. / National Research Council, Office of Technology Assessment (OTA). U.S. Congress: Washington, D.C. 1980. Volume I. June. URL: http://www.princeton.edu/~ota/disk3/1980/8004_n.html. (дата обращения: 02.10.2011).
9. Merrow E.W. An Analysis of Cost Improvement in Chemical Process Technologies / Santa Monica, California: RAND Corporation: R-3357-DOE. - 1989. URL: <http://www.rand.org/pubs/reports/R3357.html>. (дата обращения: 02.10.2011); Hess R. Review of Cost Improvement Literature with Emphasis on Synthetic Fuel Facilities and the Petroleum and Chemical Process Industries / Santa Monica, California: RAND Corporation. - N-2273-SFC. - 1985. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://www.rand.org/pubs/notes/2007/N2273.pdf>. (дата обращения: 01.10.2011).
10. Fletcher S. Efforts to Tap Oil Shale's Potential Yield Mixed Results // Oil and Gas Journal. – 2005. - April 25. - p. 26.
11. Ibid., p. 26
12. Lee E.G, Kleinman S.M., Morse E.L., Doshi A., Ahn D.P., Yuen A. Energy 2020:North America, the New Middle East? Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, 20 March 2012. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://fa.smithbarney.com/public/projectfiles/ce1d2d99-c133-4343-8ad0-43aa1da63cc2.pdf/>. (дата обращения: (09.03.2012).
13. Hoesven M. Presentation of World Energy Outlook 2011 / International Energy Agency. Moscow: Skolkovo School of Management. - 2011. - November 11. Сист. требования: Adobe Acrobat. URL: http://energy.skolkovo.ru/upload/medialibrary/620/WEO-2011_Moscow_11_November_presentation_Skolkovo.pdf. (дата обращения: 17.02.2012).
14. Ibidem.