

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Александр Юрьевич СОЛОДОВНИКОВ<sup>1</sup>  
Дмитрий Александрович СОЛОДОВНИКОВ<sup>2</sup>

УДК 662 (571.1)

### К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ

<sup>1</sup> доктор географических наук, доцент,  
начальник научно-исследовательского отдела экологии  
Тюменского отделения «СургутНИПИнефть»  
solodovnikov\_au@surgutneftegas.ru

<sup>2</sup> магистрант, Институт Наук о Земле,  
Тюменский государственный университет  
solodovnikov-dmitriy@mail.ru

#### Аннотация

В статье рассматриваются экологические последствия разработки месторождений сланцевой нефти. Нефтеносные сланцы встречаются во многих районах мира, и, по предварительным оценкам, нефти в них содержится гораздо больше в традиционных коллекторах. Однако их разработка сопряжена со многими сложностями, включающих помимо технических и значительное воздействие на окружающую среду и недра всей технологической цепочки освоения месторождения. Сланцевая нефть относится к трудноизвлекаемым запасам. Необходимость разработки месторождений с низкими коллекторскими свойствами обусловлена тем, что запасы традиционной нефти во многих районах мира истощаются. Для восполнения ресурсной базы проводятся работы по учету тех горных пород, которые ранее относились к неперспективным. Таких углево-

---

**Цитирование:** Солодовников А. Ю. К вопросу об экологических последствиях добычи сланцевой нефти / А. Ю. Солодовников, Д. А. Солодовников // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2017. Том 3. № 1. С. 6-19.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-1-6-19

родоросодержащих пород насчитывается более десятка, но наибольшую известность получили те, которые содержат так называемую сланцевую нефть.

Учитывая, что сланцевая нефть заключена в коллекторах с плохими емкостными свойствами, то при ее добыче приходится использовать такие методы повышения нефтеотдачи пластов, которые негативным образом сказываются на естественном состоянии окружающей среды. В числе таких методов наибольшее распространение получил метод гидроразрыва пласта. Его особенностью является высокая энерго- и водоемкость в сочетании с использованием большого количества химических веществ и соединений, которые способствуют аккумуляции нефти в конкретной точке и возможности ее подъема на дневную поверхность.

В странах Северной Америки — пионерах добычи сланцевой нефти — уже осознали, что добыча такой нефти представляет не только дорогостоящее мероприятие, но и экологически вредное, наносящее ущерб не только окружающей среде, но и населению. Во многих уголках США и Канады местное население совместно с экологическими организациями через законодательные инициативы отстаивает свои экологические интересы. В этой ситуации жителям России, живущим в нефтяных районах, будет полезным знать, с чем им придется столкнуться в будущем, когда начнется добыча сланцевой нефти, и как отстаивать свои интересы.

#### **Ключевые слова**

Углеводороды, сланцы, сланцевая нефть, недра, окружающая среда, воздействие, загрязнение, экологический мониторинг.

**DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-1-6-19**

#### **Постановка проблемы**

В начале XXI в. одной из самых обсуждаемых тем в нефтегазовом секторе стала нехватка в обозримом будущем углеводородов и, как следствие, необходимость их замены на другие источники энергии, или использование так называемых «нетрадиционных» углеводородов — нетрадиционной нефти и нетрадиционного газа. Нетрадиционная нефть — это нефть, которая добывается или извлекается с помощью иных методов, а не обычным — через нефтяную скважину. К нетрадиционному газу относится метан угольных пластов, водорастворенный газ и газовые гидраты, но, в отличие от нефти, они добываются классическими методами.

В соответствии с данными Международного энергетического агентства (IEA), источниками нетрадиционной нефти являются горючие сланцы, нефтеносные пески на основе синтетической сырой нефти и производных продуктов, жидкие углеводороды на основе углей, жидкие углеводороды на основе биомассы, жидкие углеводороды, связанные с химической переработкой природного газа, экстра тяжелые нефти и нефтяные пески. В своем исследовании мы остановимся на рассмотрении экологических последствий добычи нефти, содержащейся в сланцевых породах, или сланцевой нефти.

Сланцы — это общий петрологический термин, охватывающий целый ряд твердых многослойных пелитовых пород, таких как сланец, глинистый известняк, аргиллит, алевролит и мергель [3]. Поэтому не случайно нефтяные сланцы за последние 100 лет имели разные названия. Их называли кеннельский уголь, болотный уголь, квасцовый сланец, битуминит, стелларит, альбертит, газовый уголь, водорослевый уголь, волонгит, торбанит, кукерсит и др. Часть из этих названий используется для некоторых видов нефтяных сланцев и сегодня [1].

Месторождения и проявления сланцевой нефти открыты во многих государствах мира. По данным Министерства энергетики США, мировые ресурсы сланцевой нефти в 2013 г. в 42 странах мира оцениваются в 345 млрд барр. (из которых 75 млрд приходилось на Россию, 58 млрд — на США и 32 млрд барр. — на Китай; рис. 1), а по данным Управления энергетической информации США — в 1,5–5,7 трлн барр. [9]. Всего в мире можно выделить более десятка государств, в которых возможно производство нефти из сланцев.

### Результаты исследований

Разработка нефтесодержащих сланцев оказывает негативное воздействие на недра и окружающую среду. Основными объектами воздействия выступают машины и механизмы, используемые при бурении и проведение в скважинах технологии гидроразрыва пласта, закачка в пласт различных растворов и др. (рис. 2).

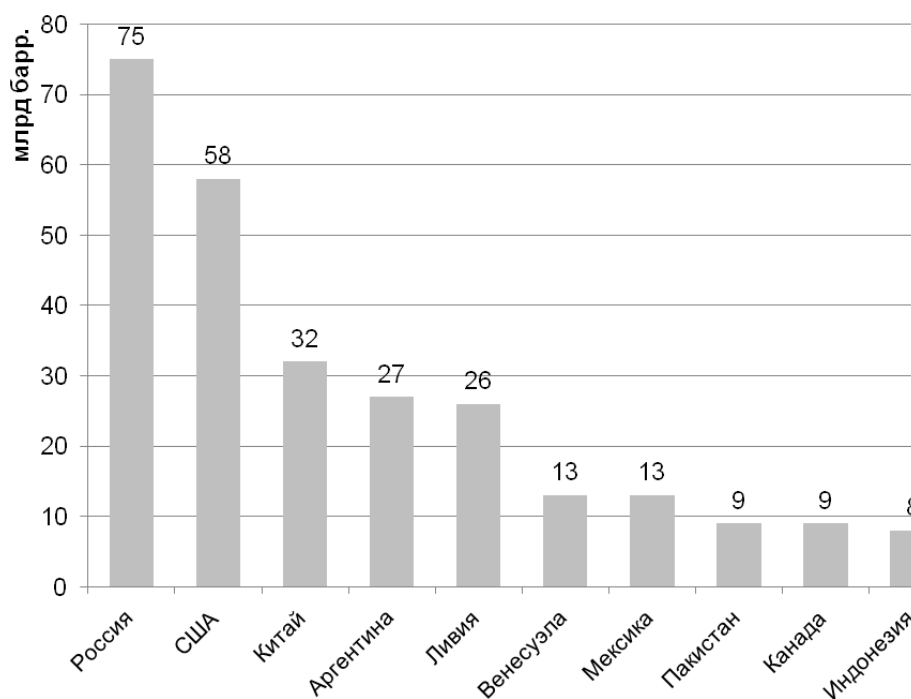


Рис. 1. Страны с наибольшими технически извлекаемыми ресурсами сланцевой нефти. Источник: [2]

Fig. 1. The countries with the most technically extracted shale oil resources. Source: [3]

Недра подвергаются воздействию вследствие бурения, сопровождаемого применением технологий по повышению нефтеотдачи пластов. Это приводит к нарушению сплошности геологических пластов, активизации эндогенных геологических процессов, загрязнению геологического разреза и подземных вод. При этом загрязнение возникает лишь в тех случаях, когда допускаются

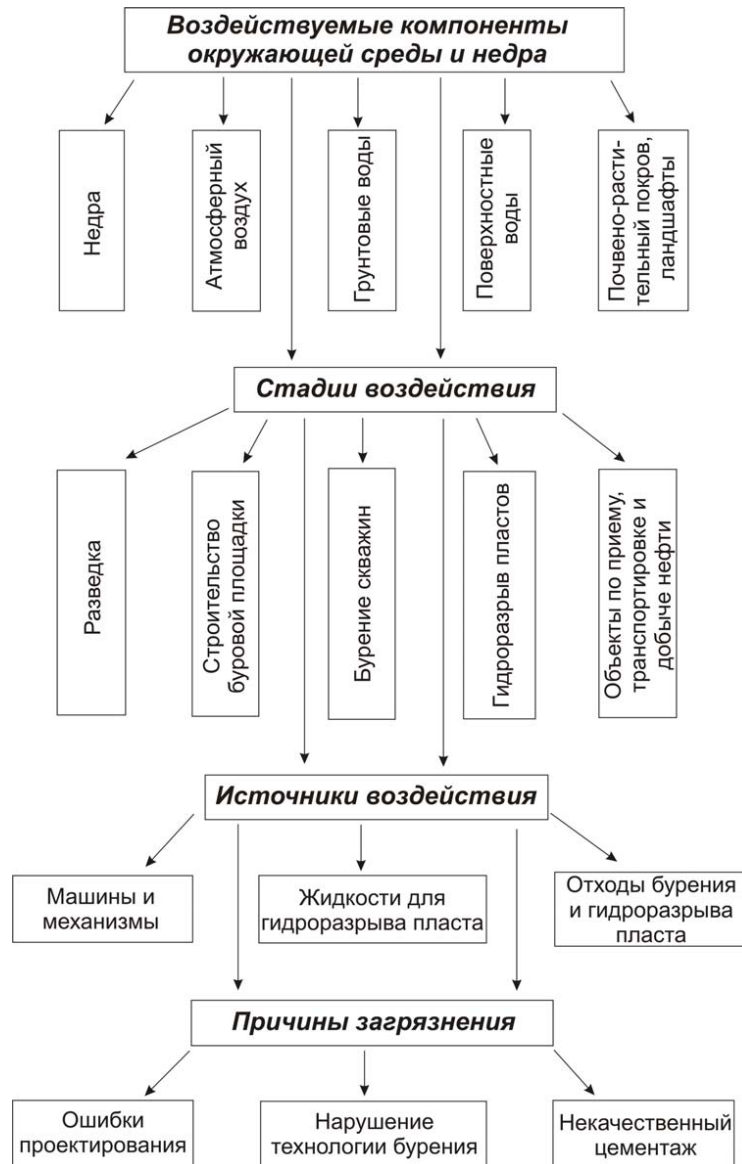


Рис. 2. Стадии и источники воздействия на окружающую среду и недра при разработке нефтесодержащих сланцев

Fig. 2. The stages and sources of impact on the environment and the subsoil in the development of the oil-bearing shales

ошибки в проектировании, нарушении технологии бурения и строительства скважины.

Из компонентов природы наибольшему воздействию подвергаются атмосферный воздух, грунтовые и поверхностные воды, почвенно-растительный покров, ландшафты. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации как в отечественной, так и иностранной литературе. Такая же ситуация фиксировалась и нами при неоднократном нахождении на территории буровых площадок при анализе результатов экологического мониторинга.

В отличие от недр, опасность для окружающей среды представляют все стадии технологической цепочки производства — разведка, строительство буровой площадки, бурение скважин, гидроразрыв пласта, извлечение нефти на поверхность, ее подготовка, транспортировка и хранение.

Проблема проведения процедуры оценки воздействия на окружающую среду в местах добычи сланцевой нефти и определения последствий ее добычи стоит очень остро. Острота этой проблемы отчетливо наблюдается в тех странах, где добыча сланцевой нефти поставлена на промышленную основу. Это касается прежде всего США и Канады. При этом специфика ее добычи еще и в том, что при разработке месторождений, содержащих сланцевую нефть, применяется метод бурения одиночными скважинами, на которых производится гидроразрыв пласта. Для проведения этой операции нужно большое количество машин и механизмов, размещение которых приводит к увеличению отвода земель в несколько раз. При перемещении оборудования с одной скважины на другую требуется создание технологических проездов и т. п. Все это усиливает степень воздействия и в конечном итоге формирует общий пресс воздействия и последствия воздействия.

Для примера приведем перечень оборудования, необходимого для проведения ГРП. Оно включает в себя следующие механизмы и агрегаты: установки насосные, смесительные, гидратационные, для сбора данных, контроля и управления процессом ГРП, для нагрева технологической жидкости (воды), для транспортировки и дозирования химических реагентов, специализированные транспортные средства для транспортировки технологического оборудования, блоки манифольдов высокого давления, емкости, пропантовозы. Схематически их расположение на скважине показано на рис. 3.

Как уже было сказано выше, месторождения сланцевой нефти занимают большие площади (например, в США от 13 до 245 тыс. км<sup>2</sup>), продуктивные пласты располагаются на глубине от нескольких сотен до нескольких тысяч метров, а толщина пласта варьирует от нескольких метров до нескольких десятков метров. Даже однократный гидроразрыв пласта, который проводится под давлением жидкости от 500 до 1 500 атмосфер, разрушает породу вблизи продуктивной скважины на площади в несколько квадратных километров и по вертикали на несколько сотен метров. Сброс давления приводит к возникновению многочисленных микросейсмических явлений, эффект которых проявляется прежде всего вблизи продуктивной скважины. Количество этих микросейсмических явлений может составлять несколько сотен, а величина варьировать от 1,6 до 3,6 баллов по шкале Рихтера.

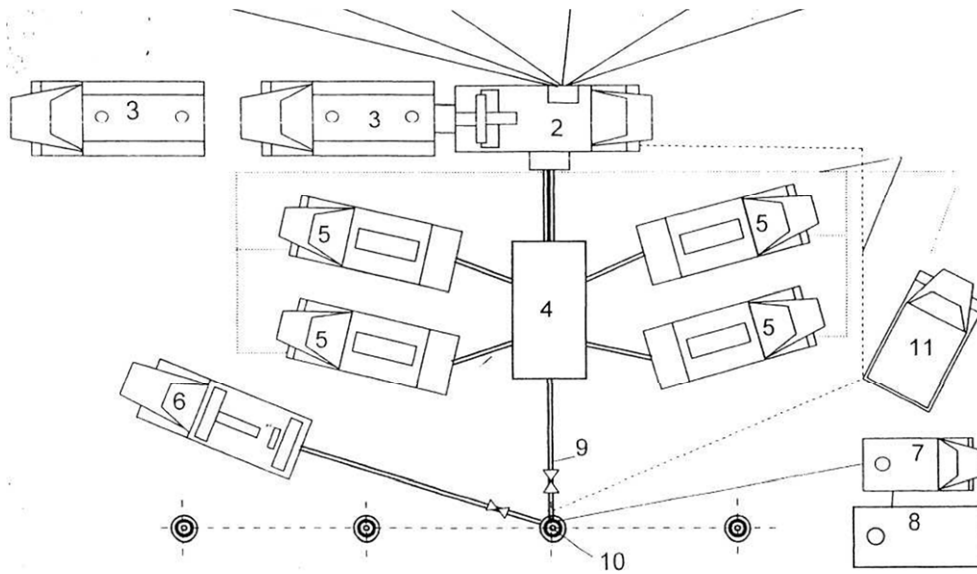


Рис. 3. Схема размещения оборудования на площадке проведения строительных работ. Обозначения: 1 — технологические емкости; 2 — смеситель (блендер); 3 — песковоз; 4 — блок манифольдов; 5 — насосные агрегаты; 6 — насосный агрегат ЦА-320; 7 — кислотовоз УНЦ; 8 — емкость для кислоты; 9 — манифольдные линии; 10 — скважина; 11 — станция управления; 12 — контрольно-измерительные линии; 13 — автоцистерна; 14 — машина хим. добавок  
 Примечания: 1. схема может изменяться в зависимости от расположения скважин и нефтепромыслового оборудования; 2. расстояние между спецтехникой и технологическими емкостями должно быть не менее 1 метра; 3. агрегаты устанавливаются кабинами от устья скважины (пункт 3.11.1.9. правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности); 4. расстояние между агрегатами и скважиной не менее 10 метров; 5. кислотовоз УНЦ (7) и емкость для кислоты (8) используются при необходимости технологического процесса.  
 Источник: Составлено авторами

Fig. 3. The scheme of equipment placement on the construction works site  
 Designations: 1 — technological containers; 2 — mixer (blender); 3 — sand carrier; 4 — manifold block; 5 — pump units; 6 — pump unit TsA-320; 7 — acid carrier UNTs; 8 — acid container; 9 — manifold lines; 10 — well; 11 — control station; 12 — control and measuring lines; 13 — tank truck; 14 — machine with chem. additives  
 Notes: 1. the scheme may vary depending on the location of wells and oilfield equipment; 2. the distance between special equipment and technical containers should be at least 1 meter; 3. the units are installed by the cabs from the wellhead (clause 3.11.1.9 of the safety rules in the oil and gas industry); 4. the distance between the units and the well is at least 10 meters; 5. the acid carrier UNTs (7) and the acid container (8) are used when the technological process is necessary.  
 Source: Composed by authors

Несмотря на то, что основные сейсмические явления обнаруживаются вблизи продуктивной скважины в сланцевом пласте, при определенных геологических условиях сейсмические волны могут достигать и поверхности Земли. Так, в 2011 г. при проведении компанией Cuadrilla Resources гидроразрыва пласта на месторождении Presse Hall, расположенном недалеко от города Блэкпул (Великобритания), были зарегистрированы два землетрясения, оцененные в 2,3 балла по шкале Рихтера [8]. Специально проведенные исследования показали, что зафиксированные землетрясения были вызваны именно операциями гидроразрыва. Более того, было установлено, что в районе освоения сланцевого месторождения и в дальнейшем могут происходить сейсмические явления, однако их величина не должна превышать 3 балла по шкале Рихтера, что не представляет существенной угрозы для различных объектов хозяйственной деятельности и природных экосистем.

Есть данные, что подобные случаи были зарегистрированы в штатах Арканзас, Оклахома и Огайо в США. В Арканзасе, который сам по себе отличается повышенной сейсмичностью, после начала освоения сланцев число подземных толчков увеличилось в несколько раз. Землетрясения, в свою очередь, повышают вероятность утечек из газовых скважин или нефтяных, по которым совместно собираются нефть и газ.

Землетрясения, связанные с разработкой нефти и газа, фиксировались неоднократно и в России. В частности, в Тюменской области опускания земной коры, сопровождаемые небольшими землетрясениями, отмечались в районе Нефтеюганска в 1980-х гг.

При этом следует учитывать, что такие последствия возникают при проведении однократного гидроразрыва пласта. В настоящее время широкое распространения получила практика 5–7 одновременных гидроразрывов пласта. В 2016 г. НК «Газпром нефть» на одном из месторождений Тюменской области провела 30-кратный гидроразрыв пласта. Как это повлияло на недра, пока информации нет, но можно предположить, что геологическая сплошность пластов явно подверглась сильному воздействию.

Буровые работы также способствуют загрязнению подземных вод. Это происходит следующим образом. Во вскрытом скважиной интервале может возникнуть гидравлический канал связи между проходимыми пластами. При этом вскрытые пласты могут сообщаться между собой, что приводит к перетокам флюидов (нефти, минерализованных или термальных вод, а также жидкостей, закаченных в скважину) между пластами. Содержащиеся в нефтеносных пластах флюиды могут мигрировать к поверхности Земли, загрязняя по дороге подземные и грунтовые воды, а при выходе на дневную поверхность — поверхностные воды, почвенно-растительный покров, атмосферный воздух. В частности, такая ситуация была описана [5] при оценке геохимических особенностей гидрогенных ландшафтов правобережья Средней Оби.

Как известно, основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в районах нефтегазодобычи являются подземные воды; нетрудно предположить, что их загрязнение продуктами бурения и гидроразрыва пластов



сделает их непригодными для потребления человеком. Каким образом можно компенсировать потери населением чистой питьевой воды в условиях отсутствия иных источников питьевого водоснабжения, ответить сложно.

По степени воздействия на окружающую среду наибольшее воздействие связано с проведением непосредственно гидроразрыва пласта. Это обусловлено тем, что в сланцевые пласты закачивается не просто большое количество жидкости, а именно содержащихся в ней химических элементов. В научной литературе упоминаются и 500, и 700 наименований. Причем многие из этих веществ обладают не только острым токсическим действием, но и мутагенными и канцерогенными свойствами (таблица 1). Хотя по общему объему доля химических соединений, как правило, не превышает 2% от общего объема жидкости для гидроразрыва. Остальные 98% — это вода и песок. Иногда вместо песка используют специальные мелкие гранулы. В наши дни наибольшее распространение получили шарики, изготовленные из полимеров. В целом рецептура реагентов, применяемых при проведении ГРП, не раскрывается. Производители ссылаются на коммерческую тайну.

По той же схеме, что и грунтовые воды, загрязняются и подземные воды. При глубоком залегании сланцевых пластов вероятность достижения грунтовых вод остатками жидкости гидроразрыва крайне невелика, однако при неглубоком залегании пластов эта вероятность может возрасти.

Несмотря на то, что добыча сланцевой нефти наносит вред окружающей среде, исследований по определению загрязнения в результате проведения горнопромышленных работ очень мало. Даже если они проводятся, результаты почти не публикуются. Чаще всего в литературе можно найти публикации для месторождений США и Канады, но только по тем месторождениям, по которым правительства этих стран сделали недропользователям некоторые налоговые преференции. Если месторождения разрабатываются за счет средств недропользователя, результаты исследований по экологии в открытой печати не публикуются. Тем не менее, в тех же США местное население отмечает, что при разработке месторождения Bakken наблюдается повсеместное загрязнение грунтовых вод.

Как и подземные воды, поверхностные воды подвергаются воздействию по нескольким направлениям. Во-первых, добыча сланцевой нефти — это водоемкий процесс. Для бурения одной скважины требуется объем воды, которого хватит для потребления в течение года 1 тыс. чел., или около 7 барр. на 1 барр. нефти [10]. При однократном гидроразрыве потребление свежей воды на стандартном месторождении составляет 27–86 млн м<sup>3</sup>, на этот объем воды расходуются 0,5–1,7 млн м<sup>3</sup> химикатов. На каждой тысячной скважине может проводиться до 12 гидроразрывов. Таким образом, закаченная в недра вода — это безвозвратные потери. Особенно это актуально для маловодных регионов и стран. Например, в США к таким регионам относятся Техас и Калифорния, из стран — Израиль, Иордания, Марокко. Во-вторых, это химически зависимый процесс, т. к. для добычи сланцевой нефти вместе с водой в недра закачивается огромное количество химикатов под высоким давлением. В-третьих, закаченная жидкость разрушает пласты горючего сланца и высвобождает большое количе-



ство сланцесодержащей жидкости, которая под действием разных сил начинает выходить на поверхность из недр, загрязняя поверхностные воды. В-четвертых, в ходе работы бурового оборудования вода загрязняется метаном и радиоактивными веществами, которые вымываются из вмещающих пород.

Таблица 1

**Характеристика некоторых веществ, используемых в жидкостях для гидроразрыва пласта**

Table 1

**The characteristics of some substances used in fluids for hydraulic fracturing of the reservoir**

Вещество	Водная токсичность (хроническая)	Острая токсичность	Канцерогенность *	Мутагенность *
1,2-бензотиазолин-2-он, 1,2-бензотиазолин-3-он, 1,2,4-триметилбензол, 2-пропин-1-ол/ пропаргиловый спирт, 3,5,7-триаза-1-азониатрицикло [3.3.1.13,7] декан, 1-(3-хлоро-2-пропенил), водный аммиак, диоксид хлора, сульфат меди (II), янтарный альдегид, хлорацетат натрия, тетрагидро-3,5-диметил-2Н-1,3,5-тиадиазин-2-тион	да	да		
1,4-диоксан			Carc 2	
2-бутоксигэтанол уксусный ангидрид, аммиак, хлорид аммония, дифторид гидроаммония, персульфат аммония / пероксидисульфат диаммония, бутан-1-ол, диэтиленгликоль, этан-1,2-диол / этиленгликоль, этилбензол, соляная кислота, перекись водорода, метанол, гидроксид калия, бисульфат натрия		да		
Акриламид, сополимер этиленгликоля с окисью этилена		да	Carc 1B	Muta 1B
Бензол			Carc 1A	Muta 1B
Формальдегид		да	Carc 2	
Гидроксиламин гидрохлорид, нафталин, тиомочевина	да	да	Carc 2	
Растворитель нефти			Carc 1B	Muta 1B

Примечание: \* — классификация по IARC. Источник: [7]

Notes: \* — the classification according to IARC. Source: [8]

Почвенно-растительный покров подвергается постоянному воздействию со стороны возводимых буровых площадок и со стороны рабочих жидкостей буровых скважин. При этом, если воздействие от буровых площадок ограничивается механическим воздействием, то воздействие от бурящихся скважин — химическим воздействием, как то: испарение вредных химических элементов во время заправки технологического оборудования и непосредственно в процессе работы бурового оборудования. Кроме того, всегда есть риск утечки токсичных жидкостей из прудов-отстойников, а также неконтролируемых фонтанных выбросов.

Не меньшее воздействие среди природных сред испытывает атмосферный воздух. От того, в каком состоянии он находится, зависит в конечном итоге благополучие проживающего населения. Загрязнение воздуха происходит от работающей техники, процесса бурения и проведения ГРП. Если работы ведутся в штатном режиме, то объемы выбросов от вышеперечисленных мероприятий незначительны. Так, при проведении нами расчетов объемов выбросов загрязняющих веществ от проведения ГРП скв. 24 Чиканского месторождения (Иркутская область) было установлено, что число загрязняющих веществ составляет 15, количество образующихся отходов — 0,14 т, из них 51% приходится на 2 вещества — оксид углерода и керосин.

Опасность заключается в выбросах парниковых газов, которые высвобождаются из недр земли при нарушении технологии бурения скважин или при аварийных ситуациях. Это происходит в основном на газовых, газоконденсатных, реже нефтегазоконденсатных месторождениях. На нефтяных месторождениях такое бывает очень редко. Здесь поступление парниковых газов, прежде всего углекислого газа, происходит в штатном режиме при добыче нефти.

По данным ряда исследований, вред сланцевого сырья для климата сравним с вредом от использования угля, а утечка метана при добыче сланцевого газа как минимум на треть выше, чем при добыче природного газа.

Энергетический институт Колорадо в тесном сотрудничестве с правительством США представил результаты расчетов, согласно которым инфраструктура добычных проектов, рассчитанных на добычу 90 млн т нефти в год, будет производить одновременно более 350 млн т углекислого газа в год. Это составляет около 5% от текущих годовых выбросов парниковых газов США (7,26 Гт CO<sub>2</sub>) [9].

Мер по сокращению так называемых неконтролируемых выбросов в атмосферу на сегодняшний день известно две, и они сводятся к следующему: а) контролируемое сжигание природного газа, выделяемого при добыче нефти и газа (англ. flaring); б) контролируемый выпуск газа прямо в атмосферу (англ. venting), которые явно нельзя отнести к экологически безопасным методам. Известны еще и так называемые технологии «зеленого» освоения скважины (Reduced Emission Completion (REC), green completions). Такие технологии помогают отделить метан и, предварительно очистив его, пустить по трубам, вместо того чтобы сжигать его или напрямую выпускать в атмосферу [6]. Такой подход прокладки таких труб перед началом бурения активно используются в США, аналогичные требования планируется ввести и на уровне ЕС.

Причиной загрязнения атмосферного воздуха являются также воды обратного притока. Эти воды, содержащие как исходные химикаты, используемые при гидроразрыве пласта, так и вещества, вымытые из вмещающих пород, поступают в специальные наземные хранилища. В результате летучие органические соединения, в число которых входят бензол, толуол, кумол, формальдегид, окись этилена и др., испаряются и поступают в атмосферный воздух. Кроме того, опасные летучие вещества могут поступать в атмосферный воздух и через оголовок скважинного оборудования. При этом, как отмечает [7], это тем более вероятно, поскольку на некоторых сланцевых месторождениях существует практика испарять накопившиеся воды обратного притока с помощью специальных водяных пушек.

Помимо загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами существует и «акустическое» загрязнение, обусловленное эксплуатацией различного оборудования на буровой площадке и транспортных средств, обеспечивающих производственный процесс. При этом уровень акустического загрязнения обусловлен удаленностью скважины. Так, на расстоянии 100 м от скважины минимальное значение уровня шума составляет 53,5 дБ(А), максимальное — 60,4, на расстоянии 500 м — 37,2 и 42,4 дБ(А) соответственно. Эти параметры сопоставимы с параметрами, рассчитываемыми нами при проектировании скважин в границах селитебных территорий.

Стоит отметить, что современные технологии позволяют сделать уровень выбросов при добыче сланцевой нефти допустимым за счет эффективного использования угарных газов в качестве теплоносителей, а также за счет установки сажеуловителей для наружных реторт. Самым действенным мероприятием является недопущение аварийных ситуаций при работе со скважинами.

Таким образом, учитывая, что добыча нефти из сланцев сопряжена с повышенными факторами воздействия на окружающую среду, в местах ее добычи, как и в местах добычи традиционной нефти, необходимо на постоянной основе проводить экологический мониторинг природных сред. При этом в первую очередь наблюдение должно осуществляться за состоянием подземных, грунтовых и поверхностных вод, атмосферным воздухом и местами размещения отходов бурения с отходами ГРП.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байков Н. В. Перспективы разработки месторождений сланцевой нефти (часть 1) / Н. В. Байков, Е. Н. Байкова // Нефтяное хозяйство. 2013. № 5. С. 120–123.
2. Гаранина О. Л. Перспективы добычи сланцевой нефти в США и последствия для мирового рынка нефти / О. Л. Гаранина // Проблемы национальной стратегии. 2014. № 4(25). С. 185–204.
3. Горная энциклопедия. URL: <http://www.mining-enc.ru> (дата обращения: 18.01.2017).
4. Грушевенко Е. В. Сланцевая нефть: технологии, экономика, экология / Е. В. Грушевенко, Д. А. Грушевенко // Экологический вестник России. 2013. № 5. С. 28–33.

5. Даниленко Л. А. Гидрогенные ландшафты правобережья Средней Оби и их геохимические особенности / Л. А. Даниленко, Л. А. Малышкина, А. Ю. Солодовников, А. А. Хатту // Нефтяное хозяйство. 2003. № 11. С. 22–26.
6. Двенадцатова Т. И. Экологическая изнанка сланцевой революции / Т. И. Двенадцатова // НефтьГазПраво. 2015. № 6. С. 36–46.
7. Соловьянов А. А. Экологические последствия разработки месторождений сланцевого газа / А. А. Соловьянов. М.: Зеленая книга, 2014. 60 с.
8. Сорокин С. Н. Основные проблемы и перспективы добычи сланцевого газа / С. Н. Сорокин, А. А. Горячев // Сб. ст. по итогам научно-образовательной конференции «Экономика энергетики как направление исследований: передовые рубежи и повседневная реальность». М., 2012. С. 123–132.
9. Ступакова А. В. К оценке ресурсов и запасов сланцевой нефти / А. В. Ступакова, Г. А. Калмыков, Н. П. Фадеева, А. Х. Богомолов, Т. А. Кирюхина, Н. И. Коробова, В. В. Мальцев, Н. В. Пронина, Р. С. Сауткин, А. А. Сулова, Т. А. Шарданова // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2015. № 3. С. 3–10.
10. Эволюция мировых энергетических рынков и ее последствия для России / под ред. А. А. Макарова, Л. М. Григорьева, Т. А. Митровой. М.: ИНЭИ РАН-АЦ при Правительстве РФ, 2015. 400 с.

**Alexander Yu. SOLODOVNIKOV<sup>1</sup>**  
**Dmitriy A. SOLODOVNIKOV<sup>2</sup>**

## **THE ECOLOGICAL INFLUENCE OF SHALE OIL EXTRACTION**

<sup>1</sup> Dr. Sci. (Geogr.), Associate Professor,  
Chief of Scientific-Research Ecological Department  
of “SurgutNIPIneft” Tyumen Branch  
solodovnikov\_au@surgutneftegas.ru

<sup>2</sup> Master Degree Student, Institute of Earth Sciences,  
Tyumen State University  
solodovnikov-dmitriy@mail.ru

### **Abstract**

The article observes the ecological influence of shale oil extraction. Oil shales are located all over the world and contain far more oil supplies than in traditional collectors. Nevertheless, their development is always accompanied by different technical difficulties and the influence on the environment during the whole process of the development. Shale oil is a difficult to extract resource. The development of oil fields with low collecting ability is determined by the fact that the traditional resources of the world are more and more exhausted year-by-year. To recharge the resource base, works are carried out to account the rock formations that previously were considered as unperspective. There are many of such hydrocarbons, but the greatest notability belongs to those that have shale oil in their composite.

The shale oil extraction greatly influences the environment due to its location in collectors with low capacity parameters. One of the methods of shale oil extraction is the hydrofracturing. Its main characteristics are high water and energy use with the accompanying of the great amounts of different chemicals that accumulate oil in a certain location and help it to dwell on the surface. In the North American countries, where the shale oil extraction began, the governments realized its dangers in different ecological and population aspects. In many states of the USA and Canada, different ecological organizations allied with the locals in protecting their ecological rights. It would be useful for the Russians that live in oil extraction districts to know what may happen to them, when the industry of shale oil extraction comes to them.

---

**Citation:** Solodovnikov A. Yu., Solodovnikov D. A. 2017. “The Ecological Influence of Shale Oil Extraction”. Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 3, no 1, pp. 6-19.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-1-6-19

---

**Keywords**

Hydrocarbons, shales, shale oil, core, environment, influence, pollution, Ecological monitor.

**DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-1-6-19**

**REFERENCES**

1. Baikov N. V., Baikova E. N. 2013. "Perspektivy razrabotki mestorozhdeniy slantsevoy nefi (chast' 1)" [The Perspectives of Shale Oil Fields Development (Part 1)]. *Neftyanoe khozyaistvo*, no 5, pp. 120–123.
2. Danilenko L. A., Malyshkina L. A., Solodovnikov A. Yu., Khattu A. A. 2003. "Gidrogennye landshafty pravoberezh'ya Sredney Obi i ikh geokhimicheskie oso-bennosti" [Hydrologic Landscapes of the Right Bank of the Middle Ob and Their Geochemical Features]. *Neftyanoe khozyaistvo*, no 11, pp. 22–26.
3. Dvenadtsatova T. I. 2015. "Ekologicheskaya iznanka slantsevoy revolyutsii" [The Ecological Back of Shale Revolution]. *NeftGazPravo*, no 6, pp. 36–46.
4. Garanina O. L. 2014. "Perspektivy dobychi slantsevoy nefi v SShA i posledstviya dlya mirovogo rynka nefi" [The Perspectives of American Shale Oil Extraction and Its Influence on the World Oil Market]. *National Strategy Issues*, no 4(25), pp. 185–204.
5. Gornaya encyclopedia [Mountain Encyclopedia]. Accessed on January 18, 2017. <http://www.mining-enc.ru>
6. Grushevenko E. V., Grushevenko D. A. 2013. "Slantsevaya nef': tekhnologii, ekonomika, ekologiya" [Shale Oil: Technology, Economy, Ecology]. *Ecologicheskii vestnik Rossii*, no 5, pp. 28–33.
7. Makarov A. A., Grigoriev L. M., Mitrova T. A. (eds). 2015. "Evolyutsiya mirovykh energeticheskikh rynkov i ee posledstviya dlya Rossii" [The Evolution of World Energy Markets and Its Influence on Russia]. Moscow: Energy Research Institute of RAS–Analytical Center for the RF Government.
8. Solovyanov A. A. 2014. *Ekologicheskie posledstviya razrabotki mestorozhdeniy slantseвого gaza* [The Ecological Influence of Shale Gas Extraction]. Moscow: Zelenaya Kniga.
9. Sorokin S. N., Goryachev A. A. 2012. "Osnovnye problemy i perspektivy dobychi slantseвого gaza" [Main Problems and Perspectives of Shale Gas Extraction]. In: Proceedings of the popular science conference "Ekonomika energetiki kak napravlenie issledovaniy: peredovye rubezhi i povsednevnaya real'nost'" [Energetics Economy as the Way of Research: The Ways and the Realities] (Moscow), pp. 123–132.
10. Stupakova A. V., Kalmykov G. A., Fadeeva N. P., Bogomolov A. Kh., Kiryukhina T. A., Korobova N. I., Maltsev V. V., Pronina N. V., Sautkin R. S., Suslova A. A., Shardanova T. A. 2015. "K otsenke resursov i zapasov slantsevoy nefi" [The Accounting of Resources and Supplies of Shale Oil]. *Moscow University Geology Bulletin*, no 3, pp. 3–10.