



УДК (553.983+551.231):551.72/.733.3(571.5)

О ВОЗМОЖНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ СЛАНЦЕВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В. С. Старосельцев, К. В. Старосельцев

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Перспективы получения сланцевых углеводородов в Восточной Сибири большинство специалистов связывают с битуминозными аргиллитами нижнего кембрия. Тем не менее следует учитывать и возможность получения сланцевой нефти и (или) газа из битумонасыщенных пород основания рифея на западных склонах Анабарской антеклизы, а также из нижнепротерозойских пород на территории Ангаро-Котуйского рифтогенного прогиба. Рассматривается вопрос о перспективах битуминозных раннесилурийских сланцев обширного бассейна Тунгусской синеклизы, прежде всего в пределах поднятий кровли венд-силурийского структурного яруса. Приводятся результаты изучения антраксолит-цеолит-кварцевой ископаемой фумаролы в нижнетриасовом туфогенном горизонте бассейна оз. Верхняя Агата – прямого индикатора активизации процессов образования углеводородов в залегающих ниже граптолитовых аргиллитах нижнего силура. Обосновывается необходимость присвоения таким источникам углеводородов статуса резервных, поскольку при их разработке велика опасность для экологии уникальных природных ландшафтов и животного мира региона.

Ключевые слова: сланцевые углеводороды, Тунгусская синеклиза, битуминозные сланцы, венд-силурийский структурный ярус, ископаемая фумарола, экологическая безопасность.

ON THE POSSIBILITY OF ADDITIONAL PRODUCTION PROSPECTS FOR SHALE HYDROCARBONS IN EASTERN SIBERIA

V. S. Staroseltsev, K. V. Staroseltsev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

Most specialists associate prospects for the production of shale hydrocarbons in Eastern Siberia with bituminous argillites of the Lower Cambrian. Nevertheless, one should take into account the possibility of production of shale oil and (or) shale gas from bitumen-saturated rocks of the Riphean basement on the western slopes of the Anabar anticline, as well as from the Lower Proterozoic rocks in the Angara-Kotui rift trough. The article also deals with the subject of prospects for the bituminous Early Silurian shales of the Tunguska syncline vast basin, primarily within the roof elevations of the Vendian-Silurian structural stage. Results of the study of anthraxolite-zeolite-quartz fossil fumaroles in the Lower Triassic tuffaceous horizon of the Upper Agata Lake basin are given. The Upper Agata Lake is a direct indicator of activation of the hydrocarbon formation processes in the underlying Lower Silurian graptolitic argillites. The expectation that such hydrocarbon sources are numbered with hydrocarbon reserved ones is substantiated because of very serious ecological damage for the unique natural landscapes and fauna of the region during its development.

Keywords: shale hydrocarbons, Tunguska syncline, bituminous shales, Vend-Silurian structural stage, fossil fumaroles, environmental safety

DOI 10.20403/2078-0575-2018-1-56-60

Основные перспективы получения сланцевых углеводородов в Восточной Сибири большинство исследователей связывают с битуминозными аргиллитами куонамской и иниканской свит нижнего кембрия. Наряду с этим нельзя не учитывать возможность получения сланцевого газа и (или) нефти из битумонасыщенных терригенных пород основания рифея на западных склонах Анабарской антеклизы, а также частично из насыщенных битумами, хотя и интенсивно метаморфизованных подстилающих их нижнепротерозойских пород на территории северного окончания Ангаро-Котуйского рифтогенного прогиба, расположенного западнее [3]. Как показано в работе В. С. Старосельцева и Л. А. Кроль [4], здесь, судя по результатам анализа сейсморазведочных данных (с использованием РЕАПАК+РК технологий) по региональному профилю «Алтай – Северная Земля» и расщелк к нему в районе Чириндинской параметрической скв. 271, вполне вероят-

но распространение нижнепротерозойских битуминозных отложений. Они, скорее всего, и послужили источником насыщения битумами красноцветных песчаников в основании мукунской серии нижнего рифея на западных склонах Анабарской антеклизы.

Кроме того, представляется целесообразным рассмотреть вопрос о возможности извлечения сланцевых углеводородов из битуминозных раннесилурийских (ландоверийского яруса) сланцев в пределах обширного бассейна Тунгусской синеклизы. При этом необходимо подчеркнуть, что площадь распространения указанных сланцев измеряется сотнями тысяч квадратных километров (рис. 1) при крайне редкой плотности населения. Последнее обстоятельство представляется крайне важным для организации добывающих скважин без нанесения обычного в этом процессе вреда при использовании грунтовых вод для бытовых нужд населения.

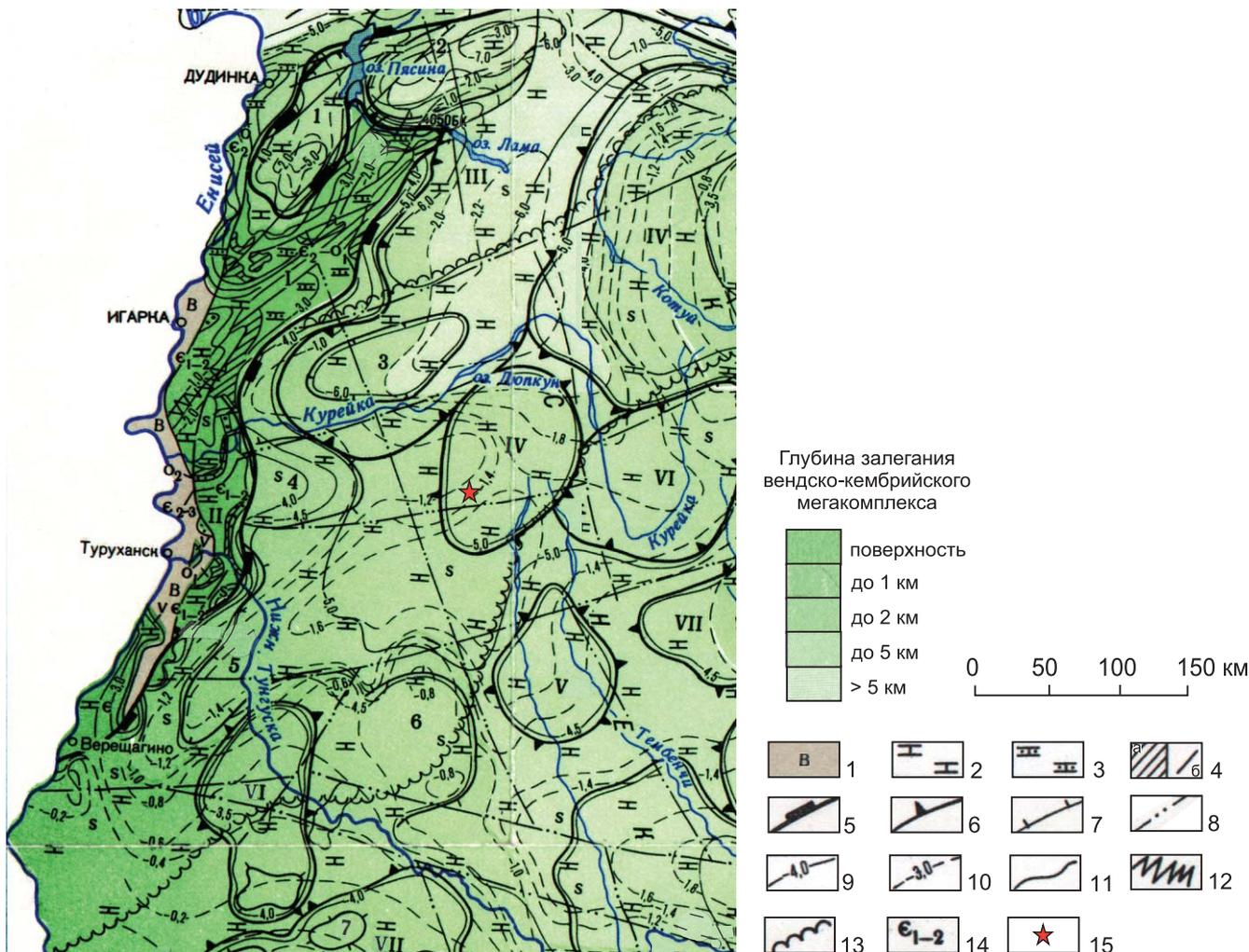


Рис. 1. Фрагмент тектонической карты вендско-силурийского мегакомплекса Сибирской платформы

1 – мегакомплексы основания (в погруженном состоянии); ассоциации формаций: 2 – карбонатная, 3 – глинисто-карбонатная, 4 – долеритовые образования более молодого возраста, тела: а – пластовые, б – секущие; дислокационные характеристики, контуры пликативных структур: 5 – надпорядковых (антеклиз, синеклиз, ступеней, региональных и краевых прогибов), 6 – первого порядка (сводов, выступов, мегавалов, седловин, впадин), 7 – второго порядка (куполовидных поднятий, валов, структурных мысов, котловин); 8 – дизъюнктивные нарушения с неясной кинематикой, выделенные по комплексу геолого-геофизических данных; изогипсы: 9 – подошвы, 10 – кровли; границы: 11 – распространения формаций, 12 – формационных замещений по латерали, 13 – распространения погребенных рифогенных отложений кембрия, 14 – возрастные индексы формаций; 15 – место выхода фумаролы на дневную поверхность; структуры I порядка: I – Хантайско-Рыбнинский мегавал, II – Курейско-Бакланихинский мегавал, III – Курейско-Хетская впадина, IV – Анамский свод, V – Юктелыйский свод, VI – Сурингдаконский свод, VII – Бахтино-Учаминский выступ; структуры II порядка: 1 – Норильско-Вологочанский прогиб, 2 – Хараелахско-Иконский прогиб, 3 – Верхнекулумбинская котловина, 4 – Пашкинский структурный мыс, 5 – Нижнетунгусский структурный залив, 6 – Бильчанский структурный мыс, 7 – Сурингдаконское куполовидное поднятие

Граптолитовые сланцы в ниже-среднелландоверийских отложениях силура северо-запада Сибирской платформы представлены толщей (мощностью до 50 м) темно-серых и сажисто-черных аргиллитов и мергелей с повышенным (до 6,1–7,1 %) содержанием органического вещества, что неоднократно описывалось в отчетах о НИР А. Э. Конторовича, П. Н. Соболева и других специалистов СНИИГГиМС и ВНИГРИ. В самих граптолитовых сланцах кварцевый терригенный материал как энергетический элемент практически отсутствует, но в вышележащих каменноугольных и пермских отложениях он распространен достаточно широко,

что может использоваться при освоении сланцевых углеводородов.

Приведенный на рис. 1 фрагмент структурно-тектонической карты кровли венд-силурийского структурного яруса Сибирской платформы [1] охватывает территорию распространения нижнесилурийских граптолитовых битуминозных аргиллитов суммарной толщиной в первые десятки метров, залегающих на 250–300 м ниже кровли этого структурного яруса. Поэтому такая карта может быть надежным ориентиром для прогноза наиболее вероятных мест, благоприятных для концентрации сланцевых углеводородов. В первую очередь к ним



Рис. 2. Антраксолит-цеолит-кварцевая ископаемая фуларола (общий вид поперечного скола)

могут относиться крупные и средние по размерам замкнутые и полузамкнутые поднятия кровли венд-силурийского структурного яруса.

Именно в пределах такого поднятия в бассейне оз. Верхняя Агата в 1983 г. в туфогенном горизонте между базальтовыми покровами внутри раннетриасовой толщи на первом снизу правом притоке р. Эранкан, впадающей в оз. Верхняя Агата, К. В. Старосельцевым было обнаружено и детально изучено [5] субвертикальное трубообразное тело диаметром около 8 см (рис. 2), представляющее собой антраксолит-цеолит-кварцевую ископаемую фуларолу. Макроскопически на ее поперечных срезах отчетливо выделяются две концентрические зоны: внутренняя черная и внешняя желтовато-белая. Диаметр первой зоны в пределах штуфа высотой около 10 см увеличивается сверху вниз с 4 до 5 см при приблизительно одинаковом общем диаметре изученной части тела.

При микроскопическом изучении шлифов из различных участков обеих зон, а также по данным рентгеноструктурного и химического анализов выявлены следующие особенности их строения и состава. Внешняя желтовато-белая зона сложена кварцевыми микросферолитами (около 60 %)

и цеолитами группы гейландита пластинчатого габитуса (около 40 %). Внутреннюю черную зону составляют изометричные кварцевые стяжения, обильно пропитанные и сцементированные рентгеноаморфными окислами железа и углеродистым веществом (рис. 3), по данным термического анализа метаморфизованным до антраксолитовой стадии. Периферическая часть зоны обогащена железистым материалом и обеднена углеродистым веществом относительно центральной. Граница между ними под микроскопом довольно резкая. По особенностям взаимоотношения описанных зон можно предположить, что сначала образовалась кварц-гейландитовая трубка с относительно проницаемой внутренней частью, лишенной цеолитов, которая при повторной активизации была пропитана углеводородами и оксидами железа.

Расположение такой трубки над сводовой частью структурного мыса на кровле венд-силурийского структурного яруса (см. рис. 1) вполне может свидетельствовать об активизации процессов образования углеводородов в нижнесилурийских граптолитовых аргиллитах, залегающих на глубине около 1,5 км. В настоящее время над этим структурным мысом практически нет даже мелких населенных пунктов, что позволяет организовать на поверхности размещение буровых установок для оценки перспектив получения сланцевых углеводородов из нижнесилурийских битуминозных отложений.

Следующим участком, перспективным для организации проверочного бурения с целью получения сланцевой нефти, можно считать район Бильчанского структурного мыса в бассейне р. Тутончана, где (по данным параметрического бурения) граптолитовый горизонт нижнего силура, включающий интрузию раннетриасовых долеритов, суммарной толщиной 403 м вскрыт на глубине 1243–1783 м. Площадь нефтегазосбора в пределах Бильчанского структурного мыса составляет 6 тыс. км².

Позднее перспективность граптолитовых пород на нетрадиционные углеводороды также от-

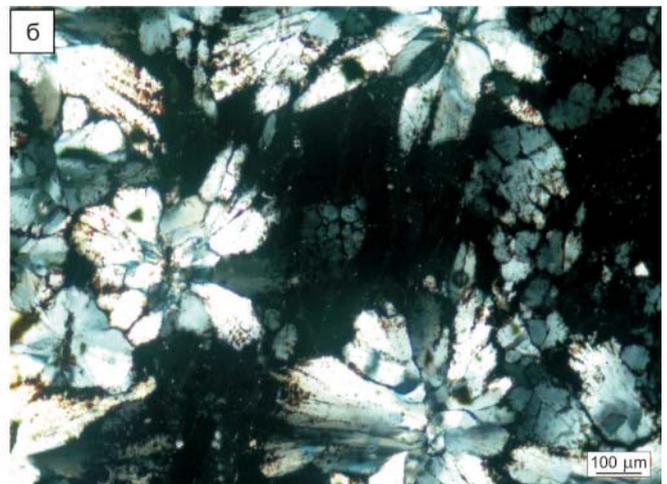
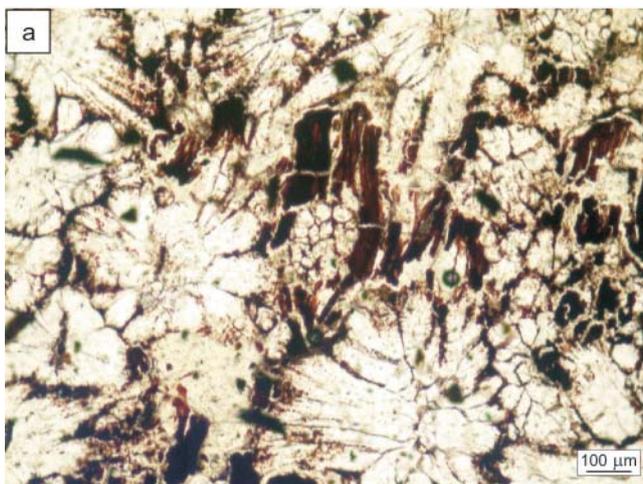


Рис. 3. Антраксолит-кварцевая порода внутренней зоны фуларолы в шлифе: а – без анализатора, б – николи скрещены

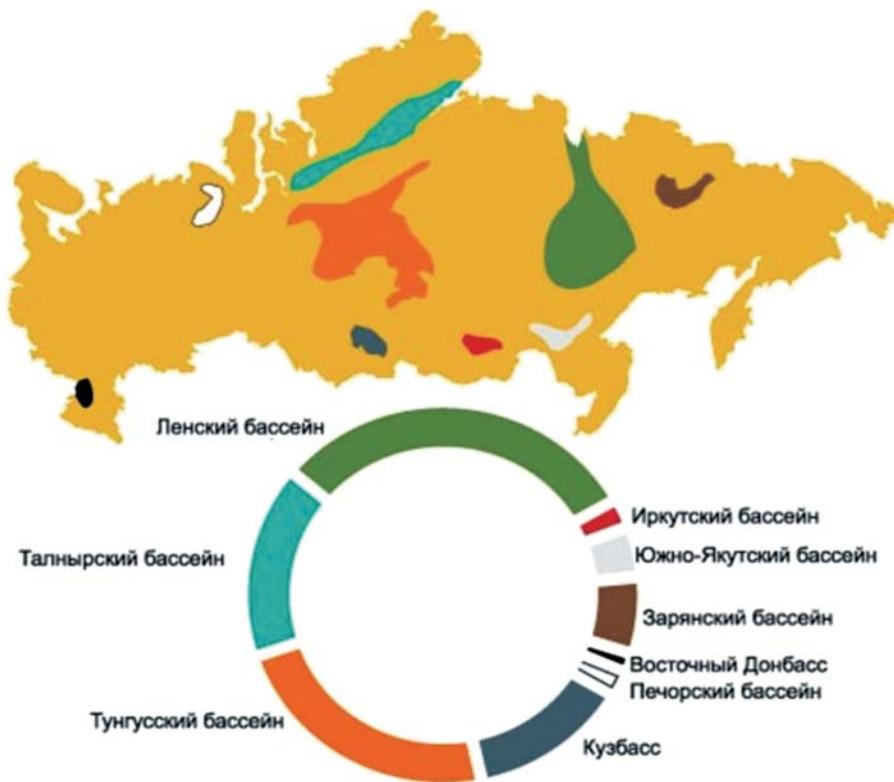


Рис. 4. Бассейны нетрадиционного газа в России (по [2])

ражена (рис. 4) в учебном электронном текстовом издании 2016 г. Уральского университета [2] и в обзоре ОАО НПЦ «Недра» 2012 г. [6]. Описанное в настоящей статье проявление битуминозной палеофумаролы приурочено к юго-западной расширенной части Тунгусского бассейна, показанного на рис. 4.

Несмотря на охарактеризованные перспективы извлечения запасов сланцевых УВ, хотелось бы выразить надежду, что они так и останутся в качестве некоего резервного (форс-мажорного) топливно-энергетического запаса для нужд страны. Помимо грунтовых вод для населения, уникальность природных ландшафтов и биоценозов территории Тунгусской синеклизы и Анабарской антеклизы также требует чрезвычайно бережного отношения к их сохранности и экологической безопасности. В добывающих сланцевую нефть странах уже нанесен ущерб экологии. Кроме того, стремительное развитие поисков и технологий использования альтернативных источников энергии требуют разумного подхода к проблеме. Необходимо эффективное извлечение еще имеющихся традиционных углеводородов и инновационных методов их переработки в сочетании с постепенным переходом к комплексному высокотехнологичному использованию всех возможных природных видов энергии (и прежде всего практически неисчерпаемой солнечной).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мегакомплексы** и глубинная структура земной коры нефтегазоносных провинций Сибирской платформы: Тр. СНИИГГиМС / под ред. В. С. Суркова. – М.: Недра, 1987. – 204 с.

2. **Сидорова Л. П., Султанбекова Е. Е., Стригунова Е. Е.** Сланцевый газ и сланцевая нефть. Получение и экологический ущерб: Учебное электронное текстовое издание. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. – Точка доступа: http://study.urfu.ru/Aid/Publication/13530/1/Sidorova_3_SN.pdf.

3. **Старосельцев В. С.** Актуальные проблемы тектоники нефтегазоперспективных регионов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 212 с.

4. **Старосельцев В. С., Кроль Л. А.** Раннепротерозойский комплекс севера Ангаро-Котуйского рифтогенного рифейского прогиба и его возможное влияние на нефтегазоносность // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2 (18). – С. 16–24.

5. **Старосельцев К. В., Старосельцев В. С.** Антраколит-цеолитовая ископаемая фумарола в триасовых вулканитах севера Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. – 1987. – № 3. – С. 113–117.

6. **Цветков Л. Д., Цветкова Н. Л.** Сланцевые углеводороды (библиографический обзор). – Ярославль: ОАО НПЦ «Недра», 2012. – 300 с.

REFERENCES

1. Surkov V.S. ed. [Megacomplexes and deep structure of the Earth's crust of the petroleum provinces at the Siberian Platform]. *Trudy SNIIGGiMS –SNIIGGiMS Proc.*, Moscow, Nedra Publ., 1987. 204 p. (In Russ.).

2. Sidorova L.P, Sultanbekova E.E., Strigunova E.E. *Slantsevyy gaz i slantsevaya neft'. Polucheniye i ekologicheskiy ushcherb* [Shale oil and shale gas. Production and ecological damage]. Ekaterinburg, Ural Federal University Publ., 2016. Available at: http://study.urfu.ru/Aid/Publication/13530/1/Sidorova_3_SN.pdf.



urfu.ru/Aid/Publication/13530/1/Sidorova_3_SN.pdf. (In Russ.).

3. Staroseltsev V.S. *Aktual'nye problemy tektoniki neftegazoperspektivnykh regionov* [Current problems of tectonics in oil-and-gas-promising regions]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008. 212 p. (In Russ.).

4. Staroseltsev V.S., Krol L.A. [Early Proterozoic complex of the northern Angara-Kotuy rift Riphean trough and its possible influence on petroleum potential]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri* –

Geology and Mineral Resources of Siberia, 2014, no. 2 (18), pp. 16–24. (In Russ.).

5. Staroseltsev K.V., Staroseltsev V.S. [Anthraxolite-zeolitic fossil fumaroles in Triassic vulcanites of the northern Tunguska syncline]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1987, no. 3, pp. 113–117. (In Russ.).

6. Tsvetkov L.D., Tsvetkova N.D. *Slantsevye uglevodorody* [Shale hydrocarbons]. Yaroslavl, OAO NPTS Nedra Publ., 2012. 297 p. (In Russ.).

© В. С. Старосельцев, К. В. Старосельцев, 2018