

К ПЕРСПЕКТИВАМ СЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩ ЯНГАНТАУСКОЙ СВИТЫ

© 2018 г. Р. А. Исмагилов

Реферат. В России работы по созданию сланцедобывающих рудников были начаты в 1916 г. В дальнейшем свыше 70% сланцев стало использоваться как топливо. Одной из территорий Республики Башкортостан, где известны отложения, содержащие в значительных количествах органическое вещество, является южная часть Юрюзано-Сылвенской депрессии. В 1942 г. Н.Г. Чочиа и Д.В. Наливкин выделили свиту битуминозных мергелей, которая получила название янгантауской. Полный разрез этой толщи был описан в районе г. Янгантау. По степени обогащенности органическим веществом в разрезе нижнепермских отложений на г. Янгантау выделяется несколько пачек. Наибольшие содержания органического вещества зафиксированы в верхней пачке, где $C_{\text{орг}}$ колеблется от 5 до 14%. Вышеизложенное свидетельствует о перспективности янгантауской свиты на поиски углеводородов.

Ключевые слова: сланцевый газ, углеводороды, перспективы, гора Янгантау, янгантауская свита

TO THE PROSPECTS OF THE SHALE STRATA OF THE YANGANTAU SERIES

R. A. Ismagilov

Abstract. Shale-producing mines in Russia were established in 1916. Later, more than 70% of the shale was used as fuel. On the territory of the Republic of Bashkortostan, deposits containing significant organic matter are known in the southern part of the Yuryuzano-Sylvenskaya depression. In 1942, N.G. Chochia and D.V. Nalivkin identified a series of bituminous marls, which was called the Yangantau Formation. A complete section of this stratum was described in the vicinity of the mountain of Yangantau. According to the degree of enrichment of organic matter in the section of the Lower Permian deposits, several packs are allocated to the mountain of Yangantau. The highest content of organic matter is fixed in the upper pack, where C_{org} varies from 5 to 14%. The foregoing testifies to the prospects of the Yangantau series for hydrocarbons.

Key words: shale gas, hydrocarbons, prospects, Mount Yangantau, Yangantau series

Сегодня рынок мировой энергетики переживает кардинальные изменения, связанные с началом промышленной добычи сланцевого газа. Еще совсем недавно считалось, что такая добыча невозможна, но развитие технологий, в первую очередь в США, позволило подняться на новый уровень в мировой энергетике.

Что такое сланцевый газ? Это природный газ, добываемый из широко распространенных в мире осадочных, глинистых, газоносных сланцевых пород, минералы в которых располагаются параллельными слоями. По составу сланец это смесь минеральной породы — кварца или полевого шпата — с органическим веществом, смолами. Доля органического вещества в породе колеблется от 2 до 65% [Исмагилов, 2012].

Сланцевый газ состоит преимущественно из метана с примесями сероводорода, углекислого газа, азота, водорода и гелия.

С древности сланцы использовались как горючее, особенно там, где с более качественным топливом были проблемы. Теперь же сланцевую «искусственную нефть» и газ все чаще называют прямыми конкурентами традиционным углеводородам.

В России работы по созданию сланцедобывающих рудников были начаты в 1916 г. в Эстляндской губернии. Позднее рудники появились и в соседней Петроградской. В дальнейшем свыше 70% сланцев стало использоваться как топливо. С помощью термической переработки из них получали смолу, бензин и горючие газы. Кстати, первоначально все газовые плиты Ленинграда снабжались именно сланцевым газом, который поступал по трубопроводу из эстонского Кохтла-Ярве. Из сланца получали лакокрасочные растворители, синтетические смолы, шпалопропиточное масло, дорожный битум и многое другое [Исмагилов, 2006].

Сланцевый газ по характеру залегания существенно отличается от традиционных скоплений его в поровых и трещинных коллекторах. Обычные залежи углеводородов являются водоплавающими, связанными с энергией пластовых вод. Благодаря меньшему удельному весу нефть и газ в них заполняют антиклинальные ловушки и положительные формы подземного рельефа.

В отличие от классических месторождений, в сланцах газовые пузыри непосредственно не связаны между собой и с подстилающими пластовыми водами. По этой причине газ в глинистых сланцах может содержаться в любых структурных формах (антиклиналях, синклиналях, моноклиналях и т.д.), а в скважину поступает не под напором пластовых вод, а под давлением силы сжатия [Исмагилов, 2017].

Одной из территорий Республики Башкортостан, где известны отложения, содержащие в значительных количествах органическое вещество, является южная часть Юрюзано-Сылвенской депрессии.

Присутствие органики в нижнепермских отложениях депрессии привлекало внимание исследователей с давних пор [Паллас, 1973] как одна из возможных причин, объясняющих аномально высокие температуры в недрах горы Янгантау [Нигматулин и др., 1998]. Первые публикации, содержащие данные об условиях накопления нижнепермских отложений, концентрации и содержания в них органического вещества, относятся к первой половине прошлого столетия. Наиболее значимый вклад в изучение этого района внесли Н.М. Страхов [Страхов, Осипов, 1935], С.С. Осипов [1938], изучившие аргиллитово-мергелистую толщу верхней половины артинской свиты.

В 1942 г. над песчано-сланцевой толщей бальзякской свиты артинского яруса нижней перми Н.Г. Чочиа и Д.В. Наливкин выделили свиту битуминозных мергелей (P_{1ar_1jn}), которая получила название янгантауской. Полный разрез этой толщи был описан в районе г. Янгантау, поэтому она и получила такое название. Начиная от г. Салдаш на р. Юрюзань, янгантауская свита прослеживается полосой вдоль северного склона хребта Каратау и вдоль обоих крыльев Месягутовской и Юкаликуевской антиклиналей. Также она пользуется широким распространением в Симской мульде, слагая в основном вершины водоразделов. Лучшие ее обнажения находятся на р. Салдаш, на горах Куткантау, Янгантау, Кантунтау по р. Юрюзань, а также на р. Ай. Сложена янгантауская свита

в основном темно-серыми, почти черными битуминозными мергелями, иногда имеющими неправильную линзовидную слоистость. В наиболее битуминозных разностях количество органического вещества достигает 14,7%, количество нерастворимого остатка в среднем равно 30% [Фаттахутдинов и др., 1978 г.].

Мощность янгантауской свиты колеблется от 260 м на г. Янгантау до 340 м на г. Кантунтау (ниже устья р. Урдали). В Месягутовской скважине и особенно на горе Кантунтау глинистыми сланцами сложена значительная часть разреза, где среди них появляются прослойки песчаников, одновременно увеличивается и ее мощность.

По описанию К.А. и Л.А. Миловидовых [1949 г.] битуминозные мергели на г. Янгантау подразделяются на две разности: тонкослоистую, почти листоватую (толщина слоев от 1 мм до 1 см) и более толстослоистую (толщина слоев от 5 до 20 см и более). Толстослоистая разность битуминозных мергелей залегает в виде линз, которые облекаются тонкослоистой разностью. Величина этих линз от 0,5 до 5–10 м, а мощность от 10 см до 1–2 м. Характер слагающих линзы толстослоистых мергелей колеблется от черных, битуминозных, почти также сильно насыщенных битумом, как и тонкослоистой их разности, до светлых, почти небитуминозных. В последнем случае граница между линзами толстослоистых мергелей и тонкослоистыми битуминозными мергелями бывает резкая. В первом же случае наблюдается постепенный переход от тонкослоистой к толстослоистой разности мергелей.

Тонкослоистая разность является более битуминозной, что выражается в более сильном запахе и в более темном цвете — от темно-бурого до черного. Иногда в тонкослоистой разности мергелей наблюдается подобие косоугольной слоистости. Наибольшие содержания органического вещества зафиксированы в известковых аргиллитах и мергелях верхней пачки, где $C_{орг}$ колеблется от 5 до 14%. Н.М. Страхов и С.С. Осипов выделяли два типа битуминозных сланцев — абдулинский и куткантауский. Первый тип сланцев формировался в мелководном бассейне, второй — в относительно глубоководном.

О.А. Радченко [1938] изучала состав куткантауских сланцев в обнажениях среднего течения р. Юрюзань. Содержание в них $C_{орг}$ достигало 4,7%, а хлороформом извлекалось из породы до 1,04% битумоида или 14% в расчете на органическое вещество (ОВ). В составе последнего $C = 71,03\%$;

H = 5,71%; S = 6,92%; N = 0,96%; O = 15,38%. Низкие концентрации водорода в битумоиде (5,71%) О.А. Радченко объясняла ароматической природой вещества.

На основании микроскопического описания основная масса исследованных пород представлена пелитоморфными, глинисто-карбонатными сильно окремнелыми образованиями.

По степени обогащенности ОВ в разрезе нижнепермских отложений на г. Янгантау выделяется несколько пачек. Это пачка засоленных у поверхности серых, изредка пестроцветных мергелей, вскрытых в интервале 2–38 м в скв. 23, где $C_{\text{орг}} = 0,49–0,83\%$, что отвечает кларковым содержаниям для данного типа пород [Вассоевич, 1973]. Их подстилают известковые аргиллиты и мергели, более глинистые по составу, но совершенно иной, пестрой окраски: от светло-серых до кремовых, красных, бордовых. Ниже залегают такие же известковые и доломитизированные аргиллиты и мергели, в которых содержание $C_{\text{орг}}$ резко повышается — 1,6–5,6%. Образцы пород, отобранных из обнажений, также характеризуются повышенным содержанием $C_{\text{орг}} = 3,1–10,7\%$. По распределению ОВ породы янгантауской свиты не однотипны и в них встречаются прослои как с повышенным ($C_{\text{орг}} > 5\%$), так и с пониженным ($C_{\text{орг}} < 0,1\%$) его содержанием. Чаще всего в породах обнаруживаются концентрации, типичные для нормальных морских образований.

В большинстве случаев органическое вещество сингенетично вмещающим отложениям и находится в расслоенной форме. Общее количество углеводов (УВ) в коренных породах неравномерно и изменяется от 10 г/м³ до 970 г/м³. Более высокие концентрации УВ (255–1680 г/м³) зафиксированы в породах, обогащенных ОВ.

Геохимические исследования С.Г. Фаттахудинова и др. [1978 г.] (табл.) позволили установить содержания и состав рассеянных форм органического вещества в отложениях янгантауской свиты. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

В отдельных зонах бассейна осадконакопления возникали условия, благоприятные для развития планктона, что создавало предпосылки для формирования осадков с повышенными концентрациями ОВ 10–15%.

Анализы показали, что основная масса ОВ сингенетична вмещающим породам.

Колебания концентраций органического вещества в породах изученного разреза — следствие не только условий седиментогенеза. Пестроокрашенные породы (кремовые, светло-серые, красные, бордовые), которые чередуются в разрезе с темно-серыми мергелями и характеризуются низкими содержаниями органического вещества и углеводов, возникли вследствие вторичных гипергенных процессов, прежде всего, медленного окисления под влиянием кислорода воздуха. Органическое вещество в коренных породах изученного интервала в большинстве случаев также затронуто процессами гипергенеза, что объясняет резкое снижение содержаний в них органического вещества и углеводов.

Вышеизложенное свидетельствует о перспективности янгантауской свиты на поиски углеводов.

Литература:

Вассоевич Н.Б., Корчагина Ю.И., Гербер М.И., Митюшин Н.В., Орлова В.С., Фадеева Н.П. Особенности катагенеза рассеянного органического вещества в бедных коллекторами глинистых толщах // Известия АН СССР. Сер. геол. — 1973. — № 4. — С. 116–124.

Таблица

Содержание $C_{\text{орг}}$ нижнепермских отложений горы Янгантау по [Фаттахудинов и др., 1978 г.]

Table

The content of organic carbon of the Lower Permian deposits of Mount Yangantau by [Fattahutdinov et al., 1978 г.]

Район отбора, скв.	Глубина, м	Порода	$C_{\text{орг}}$ %
Гора Янгантау	обнажение	Известковый пиритизированный сланец	10,73
Гора Янгантау, скв. К-5	40–49	мергель	5,4
Гора Янгантау	обнажение	горючий сланец	3,51
Гора Янгантау, скв. 23	20–33	мергель темно-серый	0,83
Гора Янгантау, скв. 23	73–76	брекчия	5,55

Исмагилов Р.А. Перспективы нефтегазонасыщенности зилаирского синклинали Южного Урала // Бурение и нефть. — 2006. — № 7–8. — С. 12–13.

Исмагилов Р.А. Сланцевый газ как новый источник углеводородного сырья // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. IX Межрег. науч.-практ. конф. — Уфа, 2012. — С. 138–140.

Исмагилов Р.А. К вопросу о новом нефтегазогенерирующем объекте (янгантауская свита) // Актуальные вопросы университетской науки. — Уфа, 2017. — С. 74–79.

Нигматулин Р.И., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Бобохов А.С. Геология и генезис тепловых аномалий горы Янгантау / Отд.-ние наук о Земле и экологии АН РБ. — Уфа, 1998. — 70 с.

Осипов С.С. Район горы Куткан-Тай на реке Юрюзани Башкирской АССР // Сборник «Природные газы СССР». — М.: ОНТИ, 1938. — С. 96–104.

Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. — М., 1773. — 395 с.

Радченко О.А. Химическое исследование битуминозных пород района горы Куткан-Тай // Труды НГРИ. — Л., 1938. — 121 с.

Страхов Н.М., Осипов С.С. Битуминозные породы реки Юрюзани: (очерки стратиграфии и литологии) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. — 1935. — Т. 13, № 1. — С. 3–41.

References:

Ismagilov R.A. Perspektivy neftegazonosnosti zilairskogo sinklinoriya YUzhnogo Urala. Burenie i nef't' [Prospects of oil and gas potential of the Zilairian synclinorium of the Southern Urals]. 2006. No 7–8. P. 12–13 (In Russian).

Ismagilov R.A. Slancevyj gaz kak novyj istochnik uglevododnogo syr'ya [Shale gas as a new source of hydrocarbon raw materials] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nyh territorij Materialy IX Mezhracional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii [Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan,

the Urals and adjacent territories. Materials of the IX Interregional Scientific and Practical Conference]. Ufa, 2012. P. 138–140 (In Russian).

Ismagilov R.A. K voprosu o novom neftegazogeneriruyushchem ob"ekte (yangantauskaya svita) [On the issue of a new oil and gas producing facility (Yangantau suite)] // Aktual'nye voprosy universitetskoj nauki sbornik nauchnyh trudov [Actual problems of university science collection of scientific papers]. Ufa, 2017. P. 74–79 (In Russian).

Nigmatulin R.I., Kazanceva T.T., Kamaletdinov M.A., Kazancev YU.V., Bobohov A.S. Geologiya i genезis teplovyh anomalij gory Yangantau [Geology and Genesis of Thermal Anomalies of Mount Yangantau]. Ufa, 1998. 70 p. (In Russian).

Osipov S.S. Rajon gory Kutkan-Tau na reke Yuryuzani Bashkirskoj ASSR [Kutkan-Tau mountain region on the Yuryuzani river of the Bashkir ASSR] // Sbornik "Prirodnye gazy SSSR" [Collection "Natural gases of the USSR"]. Moscow: ONTI, 1938. P. 96–104 (In Russian).

Pallas P.S. Puteshestvie po raznym provinciyam Rossijskoj imperii [Journey to different provinces of the Russian Empire]. Moscow, 1773. 395 p. (In Russian).

Radchenko O.A. Himicheskoe issledovanie bituminoznych porod rajona gory Kutkan-Tau [Chemical study of bituminous rocks of the Kutkan-Tau mountain region] // Trudy NGRI. Leningrad, 1938. 121 p. (In Russian).

Strahov N.M., Osipov S.S. Bituminoznye porody reki YUryuzani (ocherk stratigrafii i litologii) [Bituminous rocks of the river Juruzani (an outline of stratigraphy and lithology)] // Byulleten' MOIP [Bulletin of the Moscow Inter-Parliamentary Assembly of the USSR]. Otd. geol. 1935. V. 13, No 1. P. 3–41 (In Russian).

Vassoevich N.B., Korchagina Iu.I., Gerber M.I., Mitushin N.V., Orlova V.S., Fadeeva N.P. Osobennosti katagenezы rasseiannogo organicheskogo veshchestva v bednykh kollektorami glinistykh tolshchakh [Features of the catagenesis of dispersed organic matter in clay strata poor in collectors] // Izvestiia AN SSSR. Ser. Geol. 1973. No 4. P. 116–124 (In Russian).

Сведения об авторе:

Исмагилов Рустем Айратович, кандидат геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: rustem_ismagilov@bk.ru

About the author:

Ismagilov Rustem Ayratovich, candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: rustem_ismagilov@bk.ru