

Типы органического вещества и генерационный потенциал кунгурских терригенных отложений севера Предуральского краевого прогиба

Различные генерационные возможности пермских угленосных отложений обусловлены, в первую очередь, присутствием в породах многокомпонентного органического вещества (ОВ) и его катагенетической преобразованностью. Значительное снижение углеводородного потенциала происходит за счет широкого распространения ОВ IV типа. Проведенные исследования нацелены на установление качественного состава ОВ, оценку его потенциала и площадное распространение выделенных типов. В работе представлены результаты углепетрографических и пиролитических исследований кунгурских отложений в районах севера Предуральского краевого прогиба. Охарактеризован средний состав ОВ, показана связь содержания микрокомпонентов исходного ОВ с обстановками осадконакопления и выявлены зоны преимущественного распространения ОВ II, III и IV типов. Проведена оценка пиролитических показателей и выявлены области распространения пород с различным углеводородным потенциалом. Установлено повсеместное распространение пород характеризующихся низким углеводородным потенциалом, повышение этого показателя зафиксировано лишь локально, в пределах восточной оконечности Хорейверской впадины, гряды Чернышева, юга Варандей-Адзвинской структурной зоны и северо-востока Косью-Роговской впадины. Терригенные отложения кунгурского возраста на большей части исследуемой территории обладают низкими нефтегазопродуцирующими свойствами и не способны генерировать УВ в промышленных масштабах.

Ключевые слова: пермские угленосные отложения, органическое вещество, углепетрография, водородный индекс, генерационный потенциал.

Введение

Интерес к угленосным отложениям, как возможным нефтегазоматеринским, со стороны многих исследователей проявился с конца прошлого столетия (Hunt, 1991; Голицын и др., 1992; Petersen, 2006). Пермские терригенные отложения на территории Тимано-Печорского бассейна содержат значительное количество многокомпонентного органического вещества (ОВ), обладающего различными генерационными возможностями. Проведенные ранее исследования пермских отложений показали снижение генерационных возможностей за счет присутствия в составе ОВ инертнитовых компонентов (Органическая геохимия ..., 2004; Процько, Анищенко, 2008). Задачей наших исследований являлось установление качественного состава ОВ, оценка его генерационных возможностей и площадное распространение выделенных типов.

Фактический материал

Пермские терригенно-угленосные отложения кунгурского возраста распространены на всей части севера Предуральского краевого прогиба. Разрез состоит из прослоев песчаников, алевроли-

тов, аргиллитов, углистых аргиллитов и углей и представлен прибрежно-морскими и континентальными отложениями, составляющими угленосную формацию. Основные участки угленакопления расположены на северо-востоке Косью-Роговской и юго-востоке Кортаихинской впадин, к западу замещающиеся глинисто-карбонатными породами лагунно-морского генезиса (Македонов, 1965). Для этого времени образования основных продуктивных пластов углей, по данным проведенных ранее исследований (Македонов А.В.), выделяется несколько палеогеографических зон (Рис. 1). Нами было проанализировано порядка 250 шлифов и ан-

Зоны	Фашии и обстановки осадконакопления (Македонов, 1965)	Мощность, м	Угле-носность, %	Состав ОВ, %				
				Vt	It	Lt		Sm
						R, Sp, K	Al	
I	Сильно опресненные лагунные и лагунно-дельтовые фашии - мористо-лагунные отложения с морской и солоноватой-водной фауной и конкрециями смешанного состава	400 600	-	80	20	-	-	-
II	Лагунно-баровый осадочный комплекс с неустойчивой соленостью вод и локальными участками болотного угленакопления	400 530	3 1,2	15- 97	1- 70	0,1-40	6- 10	-
III	Отложения лагунно-барового генезиса с морской фауной и резким сокращением угленосности.	Север 330 410	1,2 0,2	10- 95	5- 85	1-50	0,1- 1	1- 20
		Юг 170 120	2,0 0,7					
IV	Отложения прибрежного морского мелководья в виде заливов и слабоопресненных лагун	Восток 120 130	1,0 0,3	5- 65	3- 95	2-15	40- 43*	37*
		Запад 60 70	-					

Таблица. Характеристика состава органического вещества в различных фашиальных обстановках. Средняя мощность: над чертой - P_{rd}, под чертой - P_{aj}; A - зольность, Vt - витринит, It - инертнит, Lt - липтинит, Sp - споринит, R - резинит, K - кутинит, Al - альгинит, Sm - сорбомикстинит; * по данным Песецкой В. А. и Журковой А.В. (Топливо-энергетическая база ..., 1991).

шлифов пород, выполнены пиролитические и геохимические исследования по 32-м разрезам скважин, угольных шахт и естественных выходов (рр. Кожым и Воркута). Дополнительно был проанализирован фондовый и опубликованный материал по петрографическому составу углей, строению разрезов скважин, обнажений и угольных месторождений, а также данных палеогеографических исследований, проведенных в пределах Печорского угольного бассейна.

Микрокомпонентный состав органического вещества

В изученных угленосных толщах содержание органического углерода (C_{org}) колеблется в пределах от 0,3-3 % в алевритах и песчаниках и до 5-60 % в глинисто-углистых породах. По компонентному составу ОВ выделяется три

основные группы: витринита, инертинита и липтинита (Рис. 2). Основными компонентами в составе ОВ являются витринит и инертинит (Табл.). В зависимости от фациальных условий накопления осадков содержание витринита колеблется от 10 до 100%. Окисленные компоненты группы инертинита распространены во всех литологических типах пород и нередко встречаются в большом количестве (до 60%). Компоненты липтинитовой группы не имеют широкого распространения и обнаружены в породах озерно-болотного, лагунного и барового генезиса. Их содержание также варьирует в широком диапазоне от 3-5 до 40-60 %.

Данные петрографического состава ОВ были сопоставлены с распространением литолого-фациальных зон на исследуемой территории. Так, для каждой зоны можно выделить некоторые особенности состава ОВ (Рис. 1, табл.).

I – зона сильно опресненных лагунных и лагунно-дельтовых фаций. Здесь присутствуют мористо-лагунные отложения с морской и солоновато-водной фауной (Македонов, 1965). Для этих образований характерно многокомпонентное ОВ хорошей сохранности, со значительным содержанием липтинита и малым содержанием инертинита. Зольность углей в рассматриваемой зоне может быть повышенной благодаря привнесу терригенного материала реками. II – зона развития лагунно-барового комплекса с неустойчивой соленостью вод. Присутствуют локальные участки с болотным угленакоплением, преимущественно на северо-восточной окраине зоны. В этой зоне распространены основные месторождения углей, характеризующихся резким преобладанием витринита (до 80%) над инертинитом ~20% и невысокой зольностью. III – зона подавляющего развития лагунно-баровых отложений с морской фауной и резким сокращением угленосности. Так же, как в предыдущей зоне, в ОВ рассматриваемой области преобладают витринитовые компоненты, а зольность не превышает 25%. IV – зона прибрежного морского мелководья в виде заливов и слабо опресненных лагун. В

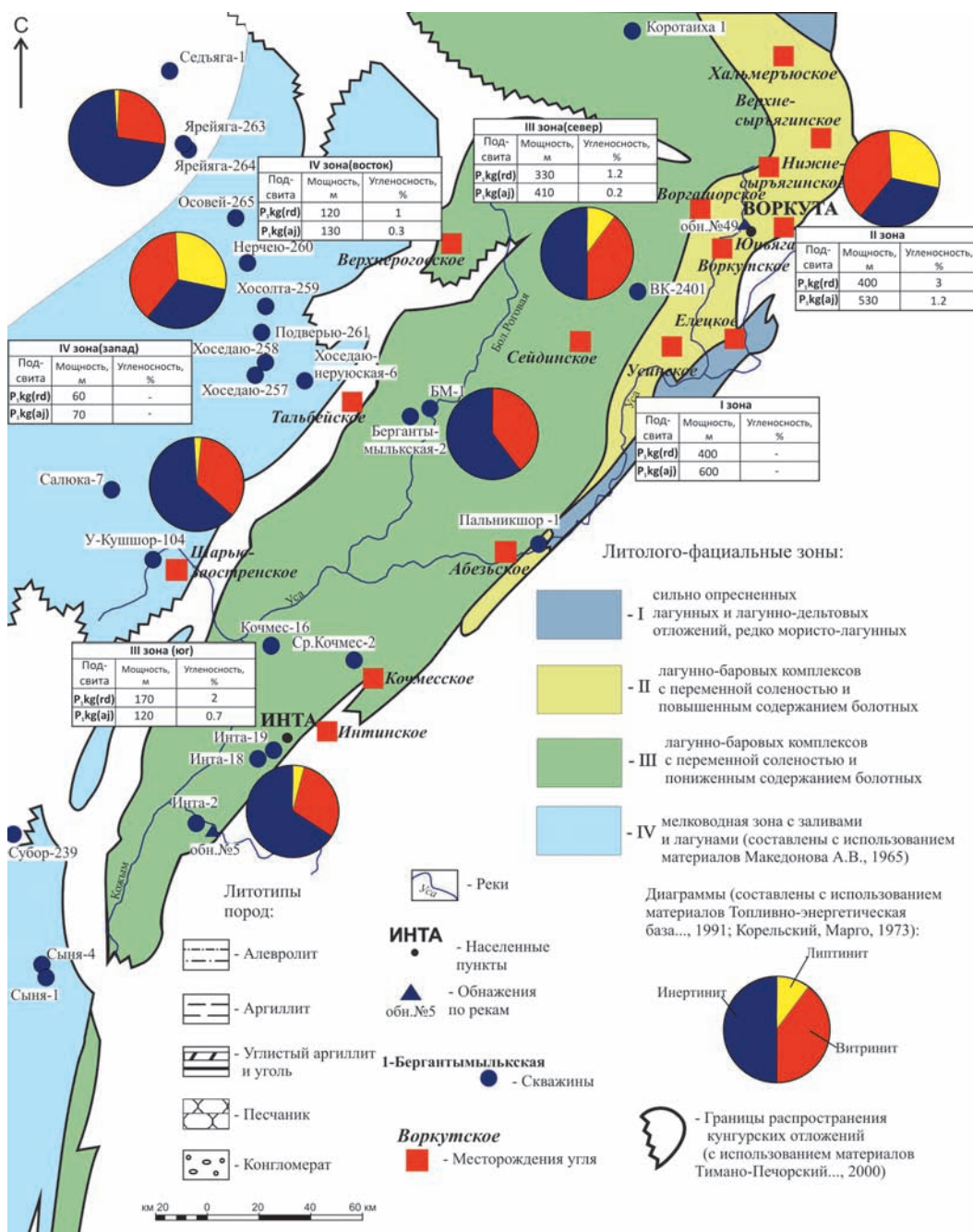


Рис. 1. Состав органического вещества в породах кунгурского возраста и развитие литолого-фациальных зон на территории севера Предуральского краевого прогиба (составлено по: Македонова А.В., 1965; Тимано-Печорский..., 2000; Угленосная формация..., 1990; Топливо-энергетическая база..., 1991; Карельский, Марго, 1973 с дополнениями).

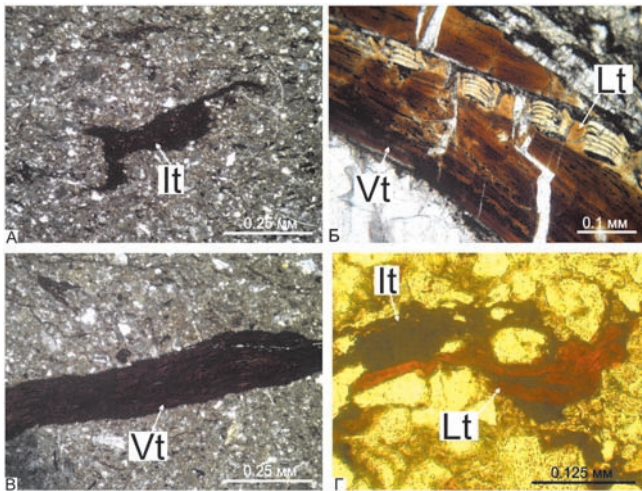


Рис. 2. Включения органического вещества в породах: а, в – аргиллиты, обн. 49 (лекворкутская свита), р. Воркута; б, г – песчаники, обн. 5 (кожымрудницкая свита), р. Кожым; компоненты групп: lt – инертинита, Vt – витринита, Lt – липтинита.

разрезе наблюдается неясно-ритмичное чередование песчаников, алевролитов и аргиллитов. В компонентном составе ОВ содержание витринита составляет 55%, инертинита 35-60%, зольность достигает 35%.

Из обстановок, где накапливались повышенные содержания ОВ II типа, можно отметить зоны распространения прибрежных равнин и лагун с затрудненным водообменом, характерные для II, III и IV областей (Рис. 1). В зонах развития лагунных участков накапливается значительное количество липоидного вещества водорослевого состава. Этот тип ОВ, формирующий в том числе и угли, отмечен во многих пластах значительной части разреза угленосной толщи, охватывающей верхи воркутской серии. Зоны распространения сапропелево-гумусовых углей встречены на Воргашорском, Усинском и Воркутском месторождениях. Есть сведения о наличии их на Сейдинском и Интинском месторождениях (Шуреков, 1991). В сапропелево-гумусовых углях и озерных аргиллитах на Воргашорском месторождении обнаружены остатки водорослей Pila в концентрациях до 8% (Ка-

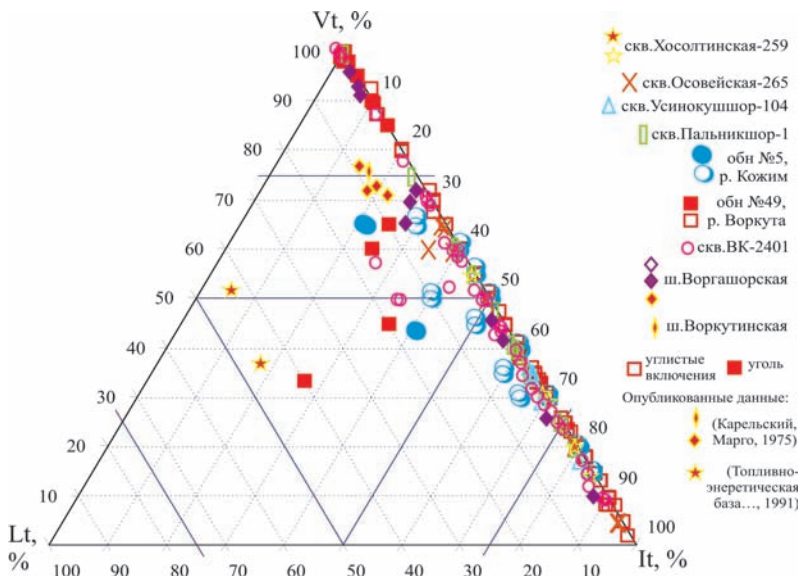


Рис. 3. Компонентный состав органического вещества в породах кунгурского возраста (составлено по: Топливо-энергетическая база..., 1991; Карельский, Марго, 1973, с дополнением).

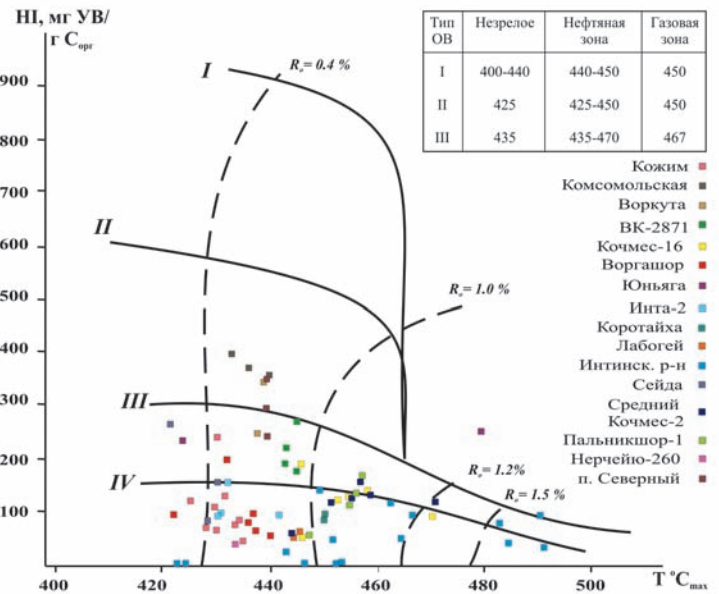


Рис. 4. Изменение водородного индекса в породах кунгурского возраста (составлено по: Органическая геохимия ..., 2004, с дополнением).

рельский, Марго, 1973). В пределах распространения зон мелководно-морских и лагунных отложений, находящихся к западу от прогиба (Варандей-Адзвинская структурная зона, Хорейверская впадина), для прослоев углей отмечается высокая зольность (более 35%) и преобладание в их составе инертинитовых компонентов. Здесь же, по данным Песецкой В.А. и Жуковой А.В., в алевролитах Хосолтинской площади встречено до 43% компонентов коллоальгинита (Топливо-энергетическая база..., 1991).

В целом, в компонентном составе ОВ кунгурских отложений на исследуемой территории отмечается преобладание окисленного ОВ IV типа (Рис. 3). Инертинитовые компоненты значительно распространены в центральной зоне Косью-Роговской впадины, что отрицательно сказалось на генерационных возможностях пермских толщ.

Углеводородный потенциал

Для оценки генерационных возможностей важное значение имеют состав компонентов ОВ и катагенетическая преобразованность толщ. Катагенетическая зональность пермских отложений на территории севера Предуральяского краевого прогиба изменяется от протокатагенеза (ПК) до апокатагенеза (АК). На большей части изученной территории катагенез ОВ кунгурских отложений находится на стадии МК₁-МК₂ (Органическая геохимия ..., 2004). Нарастание уровня катагенеза происходит в северо-восточном направлении и достигает градации АК₂ в пределах Коротаихинской впадины.

Данные пиролитических исследований позволяют оценить углеводородный потенциал и выявить генерационные возможности кунгурского комплекса. При анализе были использованы результаты пиролитического анализа (Rock-Eval), полученные для углей и аргиллитов по 20 разрезам скважин, обнажений и угольных шахт (Рис. 4). По результатам пиролитического анализа было определено значение водородного индекса (HI, мг УВ/г C_{орг}) от 30 до 400, с преобладанием значений в пределах 150 мг УВ/г C_{орг}.

Значения HI более 150 мг УВ/г $C_{орг}$ характерны, в основном, для северных районов исследуемого участка (Воркутская ступень), где, как отмечалось ранее, встречаются значительные содержания микрокомпонентов ОВ II типа (Рис. 1). Для остальных разрезов, сосредоточенных в центральной части исследуемой территории, свойственны низкие значения показателя $HI \leq 150$ кг УВ/г $C_{орг}$. Значения HI были пересчитаны на тонну ОВ и нанесены на схему изменения углеводородного потенциала (Рис. 5). Площадное распределение значений показателя HI свидетельствует о низком углеводородном потенциале (≤ 150 кг УВ/т ОВ) пород на большей части исследуемой территории (Рис. 5). В пределах северо-восточной оконечности Воркутинского района располагается зона повышенных значений HI (200-400 кг УВ/т ОВ). Резкое снижение HI восточнее зоны максимума происходит за счет повышения уровня катагенетической зрелости кунгурских толщ. В пределах Варандей-Адзвинской структурной зоны для пород кунгурского возраста также отмечается относительное повышение углеводородного потенциала до 300-350 кг УВ/т ОВ, которое, несмотря на низкую преобразованность ОВ, обусловлено, в первую

очередь, повышенным содержанием в породах ОВ II типа. На большей части исследуемой территории, по данным как петрографического, так и пиролитического анализа, породы кунгурского возраста характеризуются низким углеводородным потенциалом, а породы со средними и высокими генерационными показателями имеют лишь локальное распространение.

Заключение

В результате проведенных исследований удалось установить следующее.

1. В породах кунгурского возраста отмечается преобладание ОВ III, IV типов с низкими значениями водородного индекса ≤ 150 кг УВ/т ОВ.

2. В пределах западной зоны развития лагунных и мелководно-морских отложений высокий УВ потенциал, характерный для водорослевых компонентов, значительно снижается за счет повышенных содержаний инертинита, и составляет 150-250 кг УВ/т ОВ.

3. На востоке рассматриваемой области за счет значительного содержания липтинитового ОВ (преимущественно наземного происхождения – остатки спор, пыльцы, кутикулы, смолы и водоросли озерного генезиса) величина HI меняется от 200 до 400 кг УВ/т ОВ.

4. Значения водородного индекса в породах на большей части исследованной территории сильно занижены (35-100 кг УВ/т ОВ) за счет повсеместного распространения инертинита в составе ОВ. Однако, имеются две области повышенных значений, обусловленные особым составом ОВ. В первой (западной) области (Рис. 5) в пределах Варандей-Адзвинской структурной зоны повышение HI (до 200 кг УВ/т ОВ) происходит за счет появления ОВ II типа (коллоальгинит). Во второй зоне (Воркутинский район) за счет повышенного (до 40%) содержания ОВ липоидного состава отмечается увеличение HI (300-350 кг УВ/т ОВ). Несмотря на частичную реализацию, УВ потенциал остался на высоком уровне, вероятно, за счет большого количества водорослевых компонентов.

В целом, породы кунгурского возраста на большей части территории Косью-Роговской впадины являются малоперспективными с точки зрения генерационных возможностей, что, в первую очередь, обусловлено значительным распространением органического вещества III и IV типов. Таким образом, кунгурские терригенные отложения в рассмотренном регионе обладают низкими нефтегазоп-

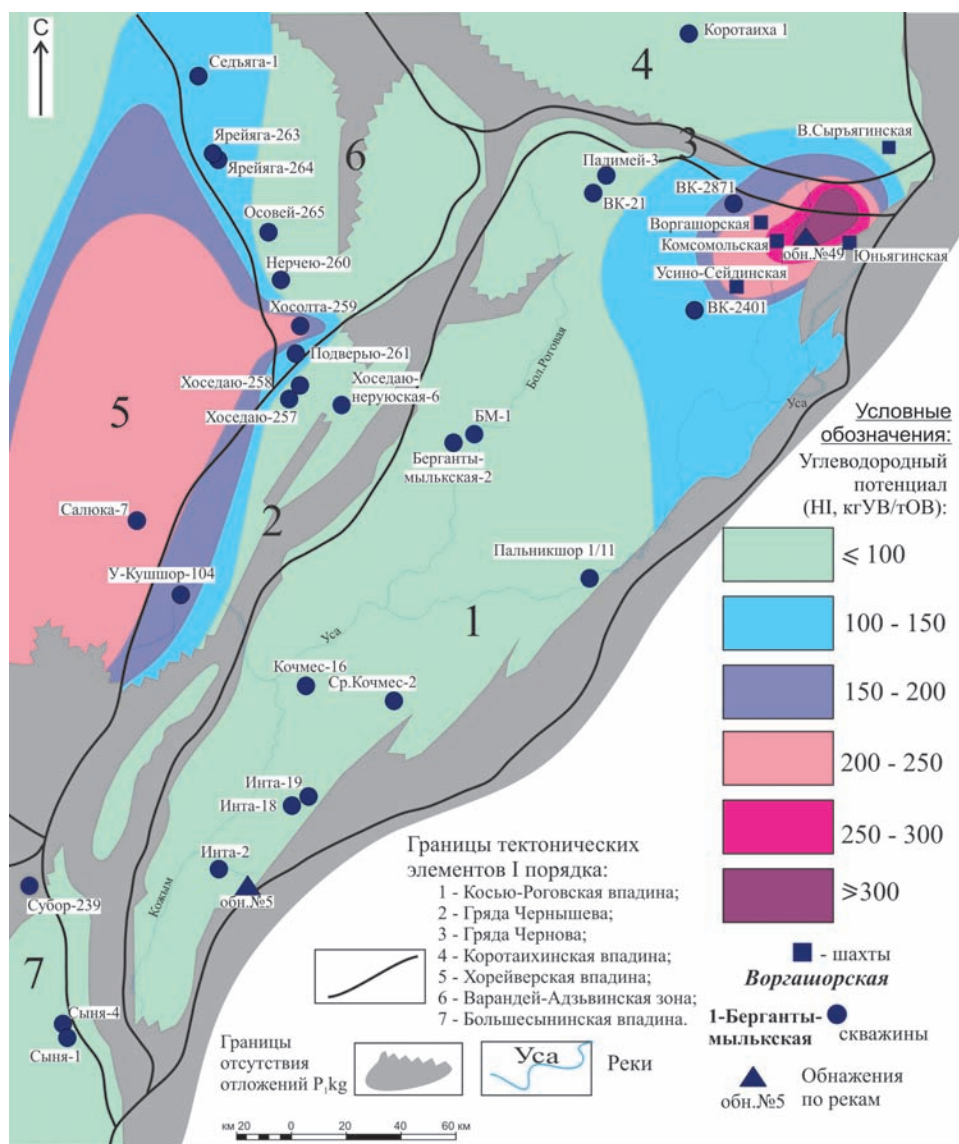


Рис. 5. Углеводородный потенциал кунгурских отложений севера Предуральского краевого прогиба и прилегающих территорий (составлена Процько О.С., Анищенко Л.А. по: Органическая геохимия ..., 2004, с дополнением).

родуцирующими свойствами и не способны генерировать УВ в промышленных масштабах. Их вклад в возможные скопления УВ выше по разрезу не значителен.

Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 12-5-6-012-АРКТИКА).

Литература

- Hunt J.M. *Org. Geochem.* 1991. V. 17. Pp. 673-680.
 Petersen H.I. The petroleum generation potential and effective oil window of humic coals related to coal composition and age. *Int. J. Coal Geol.* 2006. V. 67. Pp. 221-248.
 Голицын М.В., Голицын А.М., Андросон Б.Н. и др. Угли Западной Сибири. *Известия вузов. Геол. и разв.* 1992. № 2. С. 75-83.
 Карельский В.П., Марго Л.Н. Палеогеография распространения и некоторые особенности образования сапропелево-гумусовых углей в Воркутском районе. *Проблемы геологии и географии Северо-Востока европейской части СССР. Известия Коми фил. ГО СССР.* Вып. 16. 1973. С. 4-9.
 Македонов А.В. История угленакопления в Печорском бассейне. Л.: Наука. 1965. 250 с.
 Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральяского прогиба. СПб.: Наука. 2004. 214 с.

Процько О.С., Анищенко Л.А. Распределение инертинита в различных толщах перми Тимано-Печорского бассейна. *Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: Мат. V Всерос. литолог. сов.* Екатеринбург. 2008. С. 189-192.

Тимано-Печорский седиментационный бассейн: Атлас геологических карт. Н.И. Никонов, В.И. Богатский, В.В. Мартынов и др. Ухта: ТПНИЦ. 2000. 64 с.

Топливо-энергетическая база Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар. 1991. 304 с.

Угленосная формация Печорского бассейна. Отв. ред. В.А. Дедеев. Л.: Наука. 1990. 176 с.

Шуреков Н.А. О гидрогеологической и геологической сущности угленосных формаций. Казань. Изд-во КГУ. 1991. 139 с.

Сведения об авторах

Ольга Сергеевна Процько – младший научный сотрудник лаборатории Геологии нефтегазоносных бассейнов.

Ольга Викторовна Валяева – канд. геол.-мин. наук, научный сотрудник лаборатории Органической геохимии.

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54.

Тел: (8218) 20-39-81.

Types of Organic Matter and Generation Potential of Kungurian Terrigenous Deposits of Preduralsky Fore Deep

O.S. Protsko, O.V. Valyaeva

Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
 procko@geo.komisc.ru, valyaeva@geo.komisc.ru

Abstract. Different generation capabilities of Permian coal-bearing deposits are determined primarily by presence of multicomponent organic matter in rocks and its catagenic maturity. Significant reduction of hydrocarbon potential is due to the wide distribution of IV type organic matter. Conducted researches are aimed at establishing the qualitative composition of organic matter, its potential estimation and areal distribution of selected types. The paper presents results of coal petrographic and pyrolytic studies of Kungurian deposits in the northern part of Preduralsky Fore Deep. The average composition of organic matter is characterized, connection between microcomponent composition of original organic matter and sedimentation conditions are shown, and primary spread areas of II, III, IV type organic matter are identified. Pyrolytic indicators are evaluated and distribution areas of rocks with different hydrocarbon potential are detected. Rocks with low hydrocarbon potential are widely spread, hydrocarbon potential increases only locally, within eastern end of Khoreyversky depression, Chernyshev ridge, southern Varandey-Adzvin'sky structural zone and north-eastern Kos'yu-Rogovsky depression. Terrigenous deposits of Kungurian age have low oil and gas producing properties in most parts of area being studied and are not capable to generate hydrocarbons in industrial scale.

Keywords: Permian coal-bearing deposits, organic matter, coal petrography, hydrogen index, generation potential.

References

- Hunt J.M. *Org. Geochem.* 1991. V. 17. Pp. 673-680.
 Petersen H.I. The petroleum generation potential and effective oil window of humic coals related to coal composition and age. *Int. J. Coal Geol.* 2006. V. 67. Pp. 221-248.
 Golitsyn M.V., Golitsyn A.M., Androson B.N. et al. Ugli Zapadnoy Sibiri. [Coal of the Western Siberia]. *Izvestiya Vuzov. Geologiya i razvedka* [Proceedings of the universities. Geology and Development]. 1992. N 2. Pp. 75-83.
 Karel'skiy V.P., Margo L.N. Paleogeografiya rasprostraneniya i nekotorye osobennosti obrazovaniya sapropel'evykh i gumusovykh ugley v Vorkut'skom rayone [Palaeogeography of the distribution and some

aspects of the formation of sapropelic-humic coals in the Vorkuta region]. *Problemy geologii i geografii Severo-Vostoka evropeyskoy chasti SSSR. Izvestiya Komi fil. GO SSSR* [Problems of geology and geography of the North-East of the European part of the USSR. Proceedings of the Komi branch USSR]. Is. 16. 1973. Pp. 4-9.

Makedonov A.V. Istoriya uglenakopleniya v Pechorskom bassejne [History of coal accumulation in the Pechora basin]. Leningrad: «Nauka» Publ. 1965. 250 p.

Organicheskaya geokhimiya i neftegazonosnost' perm'skikh otlozheniy severa Predural'skogo progiba [Organic geochemistry and hydrocarbon potential of the Permian deposits of the North Pre-Ural fore deep]. Saint-Petersburg: «Nauka» Publ. 2004. 214 p.

Prots'ko O.S., Anisichenko L.A. Raspreделение inertinita v razlichnykh tolschakh permi Timano-Pechorskogo basseyna [Inertinite distribution in different Permian strata of the Timan-Pechora Basin]. *Typy sedimentogeneza i litogeneza i ikh evolyutsiya v istorii Zemli: Mat. V Vseros. litologicheskogo soveschaniya* [Types of sedimentogenesis and lithogenesis and their evolution in the history of the Earth: Proc. V All-Russian lithological meeting]. Ekaterinburg. 2008. Pp. 189-192.

Тимано-Печорский седиментационный бассейн: Атлас геологических карт [Timan-Pechora sedimentary basin: Atlas of Geological Maps]. N.I. Nikonov et al. Ukh'ta: «TPNITs». 2000. 64 p.

Топливо-энергетическая база Европейского северо-востока СССР [Fuel and energy sector of the north-east the European USSR]. Syktyvkar. 1991. 304 p.

Угленосная формация Печорского бассейна [Pechora coal formation]. Ed. V.A. Dedeev. Leningrad: «Nauka» Publ. 1990. 176 p.

Шуреков Н. А. О гидрогеологической и геологической сущности угленосных формаций [On the hydrogeological and geological nature of coal-bearing formations]. Kazan: «Kazansk. university» Publ. 1991. 139 p.

Information about authors

Olga S. Protsko – Junior researcher of the Laboratory of oil and gas bearing basins Geology.

Olga V. Valyaeva – Cand. Sci. (Geol. and Min.), researcher of the Laboratory of organic geochemistry.

Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 167982, Syktyvkar, Russia, Pervomayskaya str. 54. Tel: +7 (8218) 20-39-81.