

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ГЕОХИМИЯ УГЛЕЙ КУНГУРСКОГО ВОЗРАСТА СЕВЕРА ПРЕДУРАЛЬСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА

О.С. Котик*, О.В. Валяева

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

В статье представлены результаты углепетрографических и геохимических исследований углей кунгурского яруса нижней перми севера Предуральского краевого прогиба. По углепетрографическому составу угли подразделяются на двух- и трехкомпонентные с преобладанием группы витринита. Формирование углей основных зон угленакопления происходило в условиях низинных болот. Характер распределения n-алканов и изопреноидов в углеводородной фракции битумоидов свидетельствует о присутствии трех типов органического вещества: сапропелевого, гумусового и смешанного.

Ключевые слова: угли кунгурского возраста, условия формирования, углепетрография, типы органического вещества, битумоиды, n-алканы

DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.5>

Для цитирования: Котик О.С., Валяева О.В. Органическое вещество и геохимия углей кунгурского возраста севера Предуральского краевого прогиба. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 2. С. 117-121. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.5>

Введение

Пермские угленосные отложения содержат значительное количество органического вещества (ОВ), максимум концентрации которого характерен для областей распределения угленосной формации. Формирование углей и пород кунгурского возраста происходило в различных обстановках. Условия накопления непосредственно влияют на состав исходного ОВ углей и определяют его доминирующий тип. Исследование углей проводилось по 6 разрезам (Рис. 1) кунгурских отложений по рр. Воркута, Кожым, руч. Боковому и шахт Воркутского угленосного района (Воркутинской, Воргашорской, Юньягинской). Дополнительно использовались опубликованные данные по углям Воркутского и Воргашорского месторождений (Корельский, Марго, 1975). Угленосным отложениям, подобным рассматриваемому комплексу, в настоящий момент уделяется большое внимание многих исследователей. Оценка свойств нефтегазоматеринских пород неотделима от определения типа исходного ОВ и уровня его катагенетической зрелости. Установление состава ОВ и его условий накопления являются первоочередными задачами для характеристики типа исходного вещества пород. В настоящей работе основное внимание уделялось составу углей и их условиям формирования, которые оказывают непосредственное влияние на свойства углистого вещества и продукты его переработки.

Методика исследований

Результаты углепетрографических исследований совместно с данными органической геохимии позволяют определить тип ОВ, его состав и условия образования углей. Проведенные углепетрографические исследования углей характеризуют состав ОВ, условия его накопления и уровня катагенетического преобразования. Дополнительно к углепетрографическим исследованиям

использовались результаты пиролиза по методу Rock-Eval (ВНИГНИ, г. Москва), которые позволяют определить тип ОВ, его генерационный потенциал (НП, мг УВ/г C_{opr}) и степень катагенетического преобразования ($T_{max}^{opr}, ^\circ C$). Химико-битуминологические исследования включали определение содержания органического углерода ($C_{opr}, \%$) и хлороформенного битумоида (ХБА, %). Еще одним из используемых методов является газовая хроматография (ГХ), результаты которой также характеризуют доминирующий тип ОВ, условия его накопления и преобразования при катагенезе. В целом, проведенный комплекс методов дает более полную информацию о составе ОВ и его свойствах.

Углепетрография и условия формирования

Рассматриваемые угли отвечают различным маркам – от длиннопламенных (р. Кожым) до газовых (в шахтах Воркутского района). Изменения марочного состава и соответственно степени метаморфизма углей происходят в северо-восточном направлении, что неоднократно отмечалось многими исследователями (Угленосная формация..., 1990; Анищенко и др., 2004). Данные углепетрографических исследований, в частности компонентного состава, были нанесены на диаграмму соотношения микрокомпонентов ОВ (Рис. 2). Основная часть углей, сосредоточенных в верхнем угле и вдоль оси Vt-It диаграммы, характеризуется инертинито-витринитовым (It-Vt) составом. Часть углей, смещенных к центру диаграммы, состоят из трех групп компонентов: липтинита, инертинита и витринита.

Наиболее разнообразным составом характеризуются угли левкоркутской свиты обн. 49 р. Воркута и шахты Воркутинская. Разброс значений компонентов Vt и It указанных разрезов составляет 60-100 %. По составу микрокомпонентов угли разделяются на две группы: двухкомпонентные и трехкомпонентные. Угли, состоящие из трех групп: витринита (Vt), инертинита (It) и липтинита (Lt), с различной долей (5-40 %) последнего, встречаются во всех изученных разрезах (Рис. 3).

* Ответственный автор: Ольга Сергеевна Котик
E-mail: procko@geo.komisc.ru

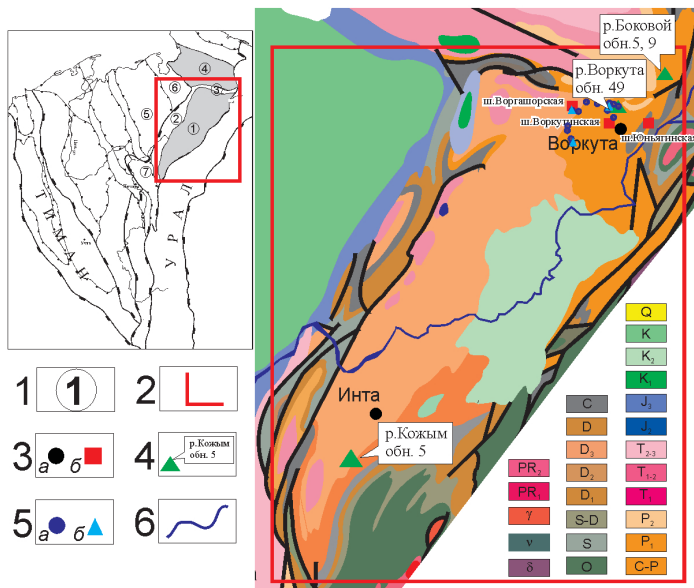


Рис. 1. Геологическая карта района исследований: 1 – номера тектонических элементов; 2 – граница района исследований; 3-5 – изученные разрезы и их номера; 3 – города (а), шахты (б); 4 – обнажение; 5 – находки сапропелево-гумусовых углей: а – пакет п, б – пакет т (по данным (Корельский, Марго, 1975)); 6 – реки. Тектонические элементы. 1 – Косью-Роговская впадина, 2 – гряда Чернышева, 3 – гряда Чернова, 4 – Кортаихинская впадина, 5 – Хорейверская впадина, 6 – Варандей-Адзвйинская структурная зона, 7 – Большесынинская впадина

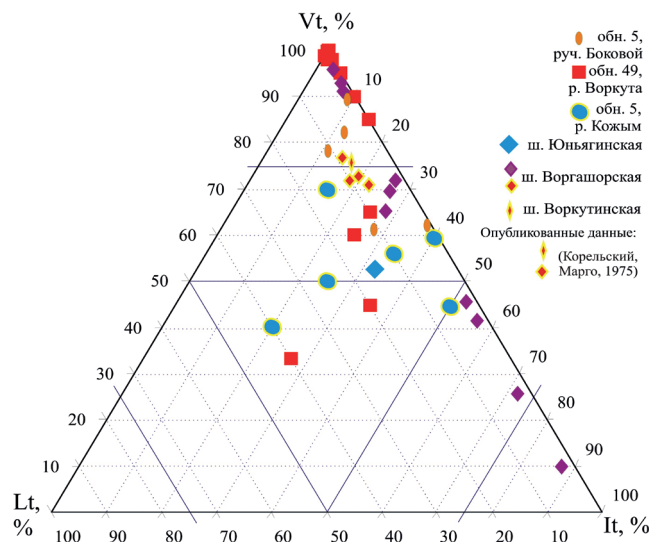


Рис. 2. Угленетрографический состав углей кунгурского яруса нижней перми

Группа витринита представлена телинитом, коллотелинитом и гелинитом. Все компоненты встречаются в углях в различных соотношениях. Наибольшее содержание телинита определено в углях шахты Комсомольская Воркутского района (Рис. 3 а, б). Телинит нередко встречается в виде линз и невыдержанных прослоев в коллотелините (Рис. 4 е). Коллотелинит (Рис. 3 с, д; Рис. 4 с-е) и гелинит (Рис. 3 а, б, Рис. 4 а, б) формируют линзы и целые прослои.

Инертинитовые компоненты представлены фюзинитом (Рис. 4 а, с), инертдетринитом (Рис. 4 б, ф), семифюзинитом (Рис. 3 д), микринитом, макринитом и фунгинитом (Рис. 4 г). Группа липтинита встречается в различных количествах в виде линз и включений резинита (Рис. 3 с, д)

в коллинитовой основной массе, также определены различные форменные включения – споринит (Рис. 4 б), кутинит, липтодетринит (Рис. 4 а), редко альгинит.

Максимальные содержания Lt определены в углях обн. 49, где встречено наибольшее количество кутинита, споринита и в меньшей степени резинита. В углях Воркутского района с небольшими содержаниями компонентов группы липтинита (до 10 %) и высокой зольностью встречены остатки водорослей (альгинит). Наличие смешанного ОВ II-III типа в указанных разрезах подтверждается данными пиролитических исследований, в частности водородного индекса (НИ). НИ углей смешанного типа изменяется от 150 до 400 мг УВ/г C_{орг}. По доминирующему составу ОВ в углях встречаются III, II – III, III – IV и VI типы. Преобладание того или иного типа ОВ обусловлено различиями в условиях накопления и источниках органического материала. Наличие большого многообразия типов ОВ свидетельствует о присутствии разнообразных источников поступления материала и, в конечном счете, о различии свойств углей.

Условия формирования угольных пластов играют первостепенную роль в сложении углей. В настоящее время используются различные индексы, на основании которых строятся диаграммы, где выделяются области с отличиями в условиях угленакопления. В данной работе нами были использованы индексы Дисселя (Diessel, 1992), учитывающие постоянство влажных условий и скорость захоронения осадка. ТПИ и GI являются показателями сохранности структуры и гелификации, соответственно (Рис. 5). Индекс сохранности структуры (ТПИ) оценивается при помощи дроби, в числителе которой сумма структурных компонентов, а в знаменателе – бесструктурных:

$$TPI = \frac{\text{Теловитринит} + \text{Семифюзинит} + \text{Фюзинит}}{\text{Детритовитринит} + \text{Макринит} + \text{Инертдетринит}}$$

В условиях окисления (низкий уровень воды или проточные воды) происходит разложение ОВ и растительной структуры. В анаэробных условиях с низкой бактериальной активностью структура сохраняется.

Второй индекс (GI) – индекс гелификации (гомогенизации) – служит для определения обводненности. Он

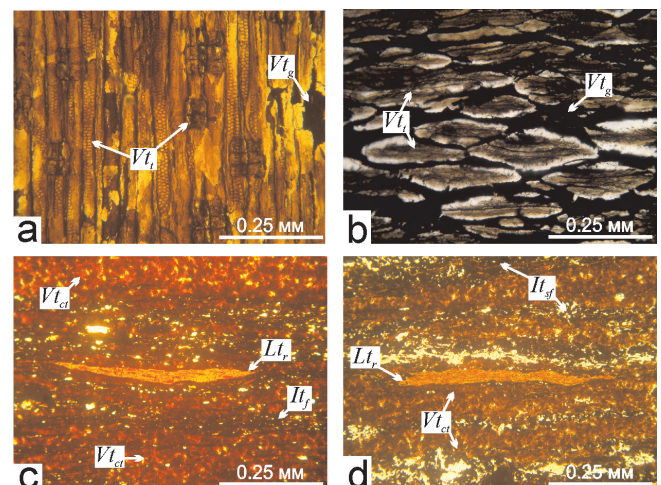


Рис. 3. Фото шлифов углей в проходящем свете: а – б – ш. Комсомольская; с – д – ш. Воргаширская. Условные обозначения к рис. 3, 4: Vt – группа витринита, Vt_г – телинит, Vt_{ct} – коллотелинит, Vt_г – гелинит, It – группа инертинита, It_г – фюзинит, – семифюзинит, Lt – группа липтинита, Lt_г – резинит

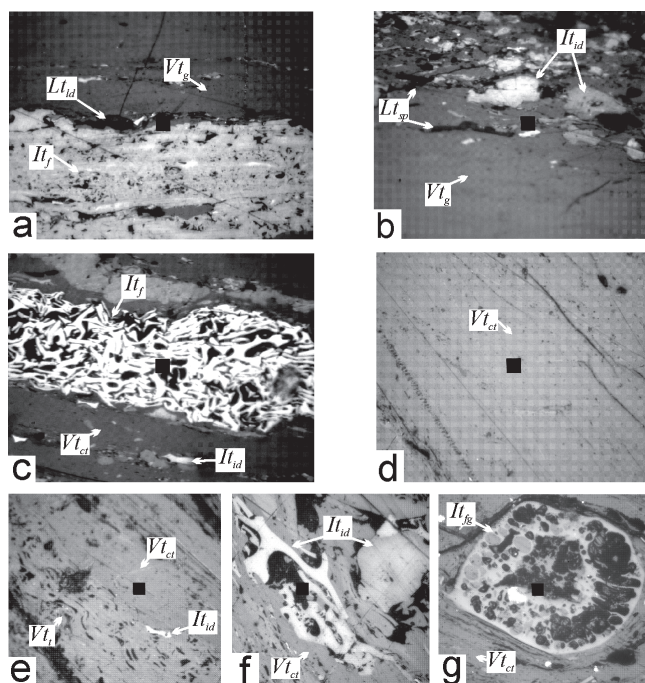


Рис. 4. Фото анишлифов углей в отраженном свете, масляная иммерсия, Ув x 50, метка в центре кадра 5x5 мкм: а – обр. 7.1.16, обн. 49, р. Воркута; d – f – обр. 4, обн. 9, руч. Боковой; g – обр. 3, обн. 5, руч. Боковой. Дополнения к условным обозначениям рис. 4: It_{id} – инертдетритинит, It_г – фунгинит, Lt_{sp} – споринит, Lt_{id} – липтодетритинит

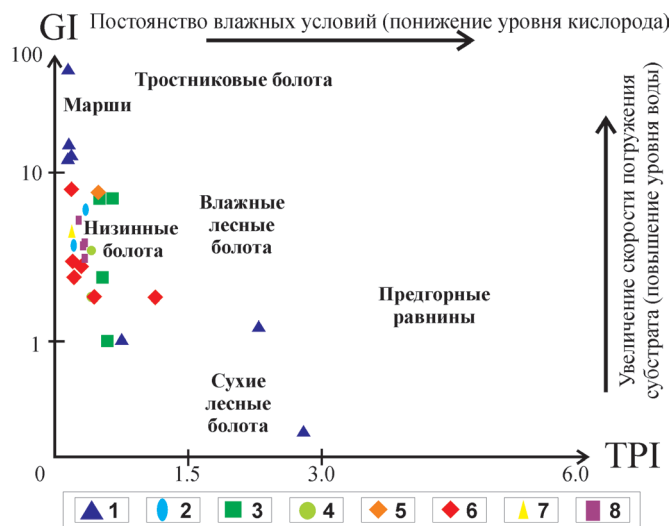


Рис. 5. Поле фигуративных точек образцов углей кунгурского возраста севера Предуральяского прогиба на генетической диаграмме C. Diessel. Точки отбора образцов: 1 – обн. 49, р. Воркута; 2 – обн. 5, р. Кожым; 3 – обн. 5, 9, руч. Боковой (нумерация по Пухонто, 1998); 4 – шахта Юньягинская; 5 – ш. Воркутинская; 6 – ш. Воргашорская; 7 – Воркутское месторождение; 8 – Воргашорское месторождение (7-8 находки сапропелево-гумусовых углей по данным (Корельский, Марго, 1975))

определяется отношением – гелифицированных компонентов к негелифицированным и показывает геохимические обстановки торфонакопления. Увеличение индекса GI является показателем уровня вод. Переход происходит от безводных лесных условий к озерным:

$$GI = \frac{\text{витринит} + \text{макринит}}{\text{семифюзинит} + \text{фюзинит} + \text{инертдетритинит}}$$

Наибольшие различия в условиях угленакопления характерны для разреза лекворкутской свиты обн. 49

(р. Воркута), в виду отбора углей в различных частях угленосного цикла. Согласно рассчитанным индексам угли образовывались в различных условиях от маловодных сухих болот, до низинных и тростниковых болот, т.е. прибрежных участков с влиянием морских условий. Угли месторождений Воркутского района тяготеют к области формирования низинных болот, также как и угли кунгурских отложений на р. Кожым и руч. Боковом. Подавляющая часть углей образовывалась в прибрежных заболоченных участках с влиянием морских условий. Таким образом, угли характеризуются общностью условий формирования, но различаются по источникам исходного вещества и соответственно составу ОБ.

Геохимия углей

Тип исходного ОБ определяет различия в геохимических показателях и продуктах его катагенетического преобразования. Концентрации органического углерода (C_{орг}, %) и хлороформенного битумоида (ХБА, %) варьируют в широких пределах: C_{орг} – 25-90 %, ХБА – 0,1-1,4 %. Максимальные значения характерны для менее зольных углей Воркутского района. Коэффициенты битуминозности (β_{хб}, %), рассчитанные по соотношению ХБА к C_{орг}, не превышают 3 %.

По распределению n-алканов в битумоидах (Рис. 6) среди рассмотренных углей можно выделить три группы. Первая группа битумоидов характеризуется левосимметричным распределением с преобладанием низкомолекулярных n-алканов в области C₁₃-C₁₈ с максимумом распределения при n-C₁₆, что характерно для сапропелевой составляющей ОБ. Концентрация высокомолекулярных алканов нормального строения состава C₂₅-C₃₃ крайне незначительна (Табл.). Из изопреноидов удалось идентифицировать i-C₁₅, i-C₁₆, i-C₁₈, i-C₁₉ (пристан (Pr)) и i-C₂₀ (фитан (Ph)). Причем, концентрация i-C₁₉, больше чем i-C₂₀. Такое распределение характерно для битумоидов углей разреза лекворкутской свиты обн. 49 на р. Воркута и углей ш. Воргашорская. По составу угли преимущественно витринитовые, а также с включениями липтинита – резинита, кутинита и споринита.

Для второй группы, характерной для углей пласта «Мощного» ш. Воркутинская, наблюдается повышенное содержание среднемолекулярных n-алканов состава C₁₉-C₂₄ со смещением максимума распределения в область n-C₁₈, n-C₂₀. Данная группа битумоидов отличается очень низким содержанием алканов изопреноидного строения по сравнению с n-алканами.

Для подавляющей части углей характерны первые два типа распределения с преобладанием низко- и среднемолекулярных n-алканов, встречающиеся в северных разрезах. Каждый тип распределения характеризуется как 2-х, так и 3-х компонентным составом ОБ (Vt, It, Lt). Небольшие различия в соотношении n-алканов наблюдаются при изменении состава микрокомпонентов группы липтинита, что более проявлено в битумоидах из обнажений по р. Воркута и руч. Боковому (Рис. 6).

Третья группа битумоидов характеризуется повышенным содержанием высокомолекулярных n-алканов состава C₂₅-C₃₃ C₃₃ (отвечающие за вклад гумусового ОБ), относительная концентрация которых достигает 31,9%, и бимодальным распределением. Бимодальное

распределение n-алканов (Рис. 6), характеризующее смешанный тип ОБ (сапропелево-гумусовый), отмечается в битумоидах обн. 5 р. Кожым и по руч. Боковому северовосточнее Воркутского разреза. Изменение состава ОБ отражается на геохимических показателях, рассчитанных по данным газовой хроматографии (Табл.).

Наибольший разброс значений коэффициентов нечетности $K_{нч} C_{17} = 0,7-1,5$ и $K_{нч} C_{29} = 0,5-1,2$ характерен для углей обн. 49 (р. Воркута), что обусловлено различиями в составе и условиях образования. Преобладание среднемолекулярных нечетных n-алканов ($K_{нч} C_{17} > 1$) отражает участие

водорослевого ОБ в составе исходной биомассы (Хант, 1982; Tissot, Welte, 1984). Значение коэффициента нечетности высокомолекулярных n-алканов ($2C_{29}/C_{28}+C_{30}$) для сапропелевого ОБ, формирование которого проходило в восстановительных условиях, редко превышают 1. Гумусовое ОБ, накопление которого проходило в слабо-восстановительных и субокислительных условиях, характеризуется повышенным значением коэффициента нечетности ($>>1$).

Максимальные значения $K_{нч} C_{29} = 2,65-2,9$ отмечаются в углях обн. 5 (р. Кожым) третьей группы распределения n-алканов. Соотношения изопреноидов также характери-

зуются значительным разбросом значений Pr/Ph от 0,39 до 6. В условиях Тимано-Печорского бассейна наблюдается четкая зависимость величины параметра пристан/фитан от фациальных условий накопления ОБ (Анищенко и др., 2004). Битумоиды зон угленакпления (озерно-болотные условия) характеризуются высокими значениями данного параметра (2-4,5). В условиях заболоченных равнин со слабым угленакплени-ем величина данного показателя снижается дл 1,5-2 (Анищенко и др., 2004). Повышение значений данного коэффициента возможно за счёт роста термической зрелости ОБ. Соотношения Pr/n-C₁₇ = 0,1-2,8 и Ph/n-C₁₈ = 0,1-0,8 в целом указывают на различия в составе и условиях накопления углей. Значения отношения (Ph+Ph)/(n-C₁₇+n-C₁₈)<1, за исключением битумоидов из обнажения по руч. Боковому.

Выводы

По составу углететрографических компонентов угли подразделяются на двух- и трехкомпонентные с преобладанием группы витринита. Различия углей проявляются в наличии и составе компонентов группы липтинита. Липтинит двух видов терригенный и аквагенный. Первый в углях представлен кутинитом, споринитом и резинитом, а второй альгинитом. Формирование углей основных зон угленакпления происходило в условиях низинных болот. Наличие альгинита свидетельствует о близости озерных условий.

В составе насыщенной фракции битумоидов выделяется три типа распределения алканов, отражающие различия в составе исходного ОБ. Преобладание

Разрезы	Обн. 5, р. Кожым	ш. Ворга-шорская	ш. Ворку-тинская	Обн. 49, р. Воркута	ш. Юнья-гинская	Обн. 5, руч. Боковой	
Градация катагенеза (Ro, %)	MK ₁ (0,5-0,65)*	MK ₂₋₃ (0,8-0,87)*	MK ₃ (0,85-1,1)*	MK ₃ (0,8-1)	MK ₃₋₄ (1,15-1,4)*	MK ₅ (1,87)	
Геохимические параметры	C ₁₃ -C ₁₈	16,1-28,3	45,99	25-33,95	28-74	48,4	18,9
	C ₁₉ -C ₂₄	30,2-32,5	31,12	45,3-52	15,6-34,7	37,3	34,6
	>C ₂₅	25,3-31,9	14,31	14,3-16	2,9-6,6	7,5	26,8
	**K _{нч} C ₁₇	1-1,1	0,96	0,55-1	0,7-1,5	0,27	1,23
	***K _{нч} C ₂₉	2,65-2,9	1,14	1,48	0,5-1,2	-	0,6
	Pr/ Ph	4,1-4,75	3,79	0,4-2,6	1,7-6,5	1,7	6
	Pr/ nC ₁₇	2,6-2,8	0,34	0,1-0,86	0,3-1,8	0,74	1,92
	Ph/nC ₁₈	0,56-0,6	0,1	0,1-0,24	0,2-0,8	0,1	0,4
Pr+Ph / nC ₁₇ +nC ₁₈	0,9-1,2	0,2	0,2-0,3	0,5-1,2	0,23	1,24	

Табл. Геохимические параметры насыщенных УВ кунгурских углей различных градаций катагенеза севера Предуральяского краевого прогиба. Примечание: * по данным Анищенко и др., 2004, **K_{нч}C₁₇ = 2*n-C₁₇/(n-C₁₆+n-C₁₈), ***K_{нч}C₂₉ = 2*n-C₂₉/(n-C₂₈+n-C₃₀)

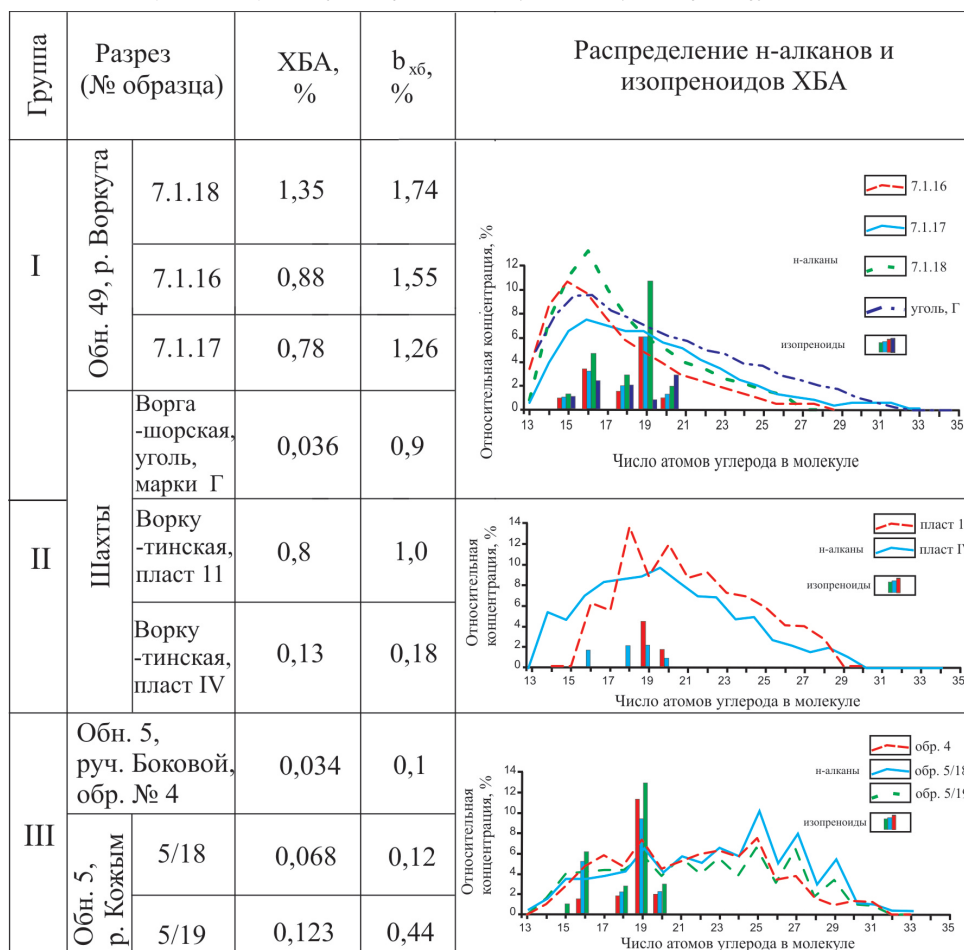


Рис. 6. Группы распределения насыщенных УВ битумоидов углей (составлено с дополнением по Анищенко и др., 2004)

низкомолекулярных алканов нормального строения характерно для сапропелевой составляющей ОВ, что подтверждается присутствием альгинита в составе данных углей Воркутского района. Значительные концентрации высокомолекулярных n-алканов, отвечающие за вклад гумусового ОВ, характерны для южной части Косью-Роговской впадины (р. Кожым). Незначительные отличия в составе исходной биомассы углей позволяют говорить о том, что в лекворкутское время на северном и южном участках Косью-Роговской впадины существовали различные озерно-болотные условия осадконакопления.

Финансирование

Работа выполнена при частичной поддержке программ УРО РАН: проект «Оценка ресурсного потенциала стратегических полезных ископаемых Тимано-Североуральского региона, перспективы развития и освоения на базе новых технологий глубокого обогащения и переработки» (№ 15-11-5-29) и проект «Закономерности размещения и условия формирования скоплений углеводородов в осадочных толщах Тимано-Печорской нефтегазонасыщенной провинции» (№ 15-18-5-21), с использованием оборудования ЦКП «Геонаука».

Литература

Анищенко Л.А., Клименко С.С., Рябинкина Н.Н. и др. Органическая геохимия и нефтегазонасыщенность пермских отложений севера Предуральяского прогиба. СПб.: Наука. 2004. 214 с.

Корельский 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. Сыктывкар. 1973. С. 4-9. (Известия Коми фил. ГО СССР. Вып. 16).

Пухонто С.К. Стратиграфия и флористическая характеристика пермских отложений угольных месторождений Печорского бассейна. М.: Научный мир. 1998. 312 с.

Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М., Мир. 1982. 703 с.
Diessel C.F.K. Coal-Bearing Depositional Systems. Springer Verlag. Berlin. 1992. 721 p.

Tissot B.T., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrences. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. 1984. 699 p.

Сведения об авторах

Ольга Сергеевна Котик – младший научный сотрудник лаборатории геологии нефтегазонасыщенных бассейнов

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

Россия, 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54
Тел: (8218) 20-39-81, e-mail: procko@geo.komisc.ru

Ольга Викторовна Валяева – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории органической геохимии

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

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

Статья поступила в редакцию 19.08.2016;

Принята к публикации 24.03.2016; Опубликована 30.06.2017

Organic matter and geochemistry of Kungurian coals from Northern Preural foredeep

O.S. Kotik*, O.V. Valyaeva

Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

*Corresponding author: Olga S. Kotik, e-mail: procko@geo.komisc.ru

Abstract. The article presents the results of coal-petrographical and geochemical studies of Permian Kungurian coals from Northern Preural foredeep. According to their coal-petrographical composition the coals are divided into two- and three-component with the predominance of vitrinite group. The coals formed within lowland bogs. The distribution of n-alkanes and isoprenoids in the hydrocarbon fraction of the bitumen indicates the presence of three organic matter OM sources: sapropel, humus and mixed.

Key words: coals of Kungurian age, conditions of formation, coal-petrography, types of organic matter, bitumoid, n-alkanes

For citation: Kotik O.S., Valyaeva O.V. Organic matter and geochemistry of Kungurian coals from Northern Preural foredeep. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 2. Pp. 117-121. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.5>

Acknowledgements

The work was partially supported by the UB RAS programs, the project «Evaluation of the resource potential of the strategic minerals of the Timan-Severouralsk region, prospects for development based on new deep enrichment and processing technologies» (No. 15-11-5-29) and the project «Regularities of location and conditions for the formation of hydrocarbon accumulations in sedimentary sequences of the Timan-Pechora oil and gas province» (No. 15-18-5-21), using the equipment of the TsKP «Geonaуka».

References

Anishchenko L.A., Klimenko S.S., Ryabinkina N.N. et al. Organicheskaya geokhimiya i neftegazonosnost' permskikh otlozheniy severa Predural'skogo

progiba [Organic geochemistry and oil-gas-bearing of the Permian deposits of the North of Preural foredeep]. St.Petersburg: Nauka Publ. 2004. 214 p. (In Russ.)

Diessel C.F.K. Coal-Bearing Depositional Systems. Springer Verlag. Berlin. 1992. 721 p.

Hant J. Geokhimiya i geologiya nefci i gaza [Petroleum Geochemistry and Geology]. Moscow: Mir. 1982. 703 p. (In Russ.)

Korel'skiy V.P., Margo L.N. 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]. 1973. Is. 16. Pp. 4-9. (In Russ.)

Pukhonto S. K. Stratigrafiya i floristicheskaya harakteristika permskikh otlozheniy ugot'nyh mestorozhdeniy Pechorskogo basseina [Permian stratigraphy and flora of coal deposits in the Pechora basin]. Moscow: Nauchnyi mir Publ. 1998. 312 p. (In Russ.)

Tissot B.T., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrences. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. 1984. 699 p.

About the Authors

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

Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

167982, Russia, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 54

Tel: +7 (8218) 20-39-81, e-mail: procko@geo.komisc.ru

Olga V. Valyaeva – PhD, Senior 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, Russia, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 54

Manuscript received 19 August 2016; Accepted 24 March 2017;

Published 30 June 2017