



## ОБ ИСХОДНОМ МАТЕРИАЛЕ БАРЗАССКИХ УГЛЕЙ КУЗБАССА

А. Н. Фомин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия; Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Природа исходного материала барзасских углей Кузбасса продолжительное время остается дискуссионной. Одни исследователи считают, что угли сложены остатками преимущественно высших растений, другие – низших; есть мнение и о совместном участии тех и других. Автор с учетом литературных и собственных углепетрографических данных, а также изотопного и элементного анализов полагает, что исходным материалом плитчатых барзасситов послужили первые примитивные высшие растения.

**Ключевые слова:** Кузбасс, барзасский плитчатый уголь, исходный материал.

## ABOUT THE SOURCE MATERIAL OF BARZAS COALS OF KUZBASS

A. N. Fomin

A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

The source material nature of the Barzas coals of Kuzbass has been controversial for a long time. Some researchers consider that they are composed mainly of remains of higher plants, others believe that these coals consist of lower plants, and there is an opinion about a combined participation of both. The author, taking into account the literature and his own coal petrographic data as well as isotopic and elementary analyses, believes that the first primitive higher plants served as the source material of slabby barzassites.

**Keywords:** Kuzbass, Barzas slabby coal, source material.

DOI 10.20403/2078-0575-2023-4b-179-185

В конце силурийского периода в истории жизни на Земле произошло важное событие: началось освоение суши растениями. Для этого им потребовалась коренная перестройка всего организма: произошло резкое расчленение тела на корень, стебель и лист; сформировались новые ткани (покровные, проводящие) и специализированные репродуктивные органы, выполняющие функции размножения. Уже в начале девонского периода (около 400 млн лет назад) появились плауновидные, папоротниковидные, членистостебельные, отпечатки которых обнаружены в осадочных породах на всех континентах. Они имеют хорошую сохранность, позволяющую изучить морфологию растений, иногда анатомическое строение. Выход растений на сушу и расселение их на различных геоморфологических элементах рельефа привело к захоронению в осадочных толщах органического вещества (ОВ) в рассеянной и концентрированной формах.

Девонские угли представляют большой интерес, как свидетельства древнейшего на Земле угленакпления, обусловленного появлением и расцветом наземной флоры. В это время существовали не только псилофиты, но и более высокоорганизованные растения (папоротники, кустарники, древовидные плауновые и др.) [3].

Залежи углей обнаружены в среднедевонских прибрежно-морских толщах (барзасская свита, живетский ярус), обнажающихся по р. Барзас примерно в 50 км севернее г. Кемерово. С 1927 по 1935 гг. сотрудниками Западно-Сибирского геологического треста под руководством А. В. Тыжнова в бассейне реки проводились поиски и разведка углей и го-

рючих сланцев (результаты этих работ обобщены в промежуточных отчетах и опубликованы в 1938 г. [16]). Он отмечал, что угли характеризуются повышенными значениями битуминозности, содержания водорода, теплотворной способности горючей массы. При изысканиях в породах были обнаружены многочисленные нефтепроявления, усилившие интерес к этому району. Так, на шахтном поле Барзасского месторождения жидкие битумы и асфальтиты встречены в кровле пласта липтобиолитовых углей «Основной» и в песчаниках барзасской свиты. В скв. 6-к у пос. Бердовский в инт. 258,9–260,05 м в трещиноватых известняках установлена темно-бурая маслянистая жидкость со слабым запахом нефти; в инт. 280,3–280,8 м из трещин вытекала бурая нефтеподобная жидкость; в инт. 290,3–290,6 м в пористых известняках наблюдались асфальтиты. Жидкость с удельным весом 0,907 кг/м<sup>3</sup>, содержит керогены (1,53 %), асфальтиты (2,69 %), смолы (12,75 %), маслянистые компоненты (82,94 %). Большое количество последних указывает на ее нефтяную природу. По мнению А. В. Тыжнова [16], на нефть перспективны районы развития девонских и нижнекарбонных отложений Невской и Барзасской антиклиналей.

Барзасское месторождение сложено двумя пластами углей – «Основной» и «Верхний» (нерабочий). Первый расположен в нижней части барзасской свиты, мощность его на разведанных шахтных полях изменяется от 0,7 до 4,8 м (рабочая 1,5–2,5 м). Строение пласта от простого до сложного с частым переслаиванием угольных и породных прослоев мощностью 0,01–0,1 м. Так, по Бабьей штольне на

пласт толщиной 1,8 м приходится шесть прослоев породы общей мощностью 0,23 м. Считается, что это один из древнейших углей в мире. В 1930–1940-е гг. барзасские угли служили сырьем для получения жидких углеводородов, но в настоящее время не разрабатываются. Однако с появлением новых технологий переработки горючих сланцев они представляют большой интерес как сырье для химической промышленности [13], поэтому изучение природы слагающего их углеобразующего вещества весьма актуально.

Эти угли формировались в период постепенного перехода морских (низших) растений на сушу, поэтому их исходным материалом могло быть ОВ разной генетической природы. Неудивительно, что в барзасситах выделяется несколько разновидностей [16]: клареновидный, по внешнему виду напоминающий типичный гумусовый витреновый уголь; кучерявичик – линзовидные пloidчатые или мелко-складчатые обособления среди плитчатого угля; брекчиевидный – уголь низкого качества, которым сложен пласт «Верхний»; сливной (плотный) – самый ценный по технологическим свойствам. Наиболее часто встречается листоватый или плитчатый. По внешнему виду это плитки сравнительно небольшой мощности, которые легко расслаиваются на отдельные тонкие пластинки и загораются от спички, что сопровождается запахом жженой резины. Каждая пластинка состоит из спрессованных и перепутанных лентовидных тел. При выветривании они обособляются и образуют так называемую барзасскую рогожку [16]. Именно такой уголь, отобранный автором около старой шахты в пос. Барзас, и был объектом исследований (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид барзасского плитчатого угля

Несмотря на длительную историю изучения, природа слагающего эти угли исходного вещества остается дискуссионной. В 1914 г. геологами А. А. Снятковым и В. С. Панкратовым на отмели р. Томь около устья р. Спускоская собраны своеобразные плотные угли, названные ими «томитами» [15]. Образец подобного угля, обнаруженный также вне коренного залегания, был изучен палеоботаником М. Д. Залесским [7] и назван сапромикситом. Автор считал, что он сформирован преимущественно раз-

ложившимися береговыми скоплениями талломов морских бурых водорослей. По его мнению, этот термин точнее всего отражает основные свойства и генезис изученных углей (сапрос – гнилой, микса – слизь). З. В. Ергольская [4], впервые исследовав аналогичные угли непосредственно на Барзасском месторождении, также пришла к выводу о водорослевом происхождении и сапромикситовой природе этих образований. Подобное мнение высказывал и С. В. Мейен [12].

Существуют и другие точки зрения на генезис таких углей. Позднее М. Д. Залесский [8], детально изучив их, обнаружил растения *Orestovia* (предположительно являющиеся переходными разностями между бурыми водорослями и первыми наземными растениями), а также остатки высших растений (плауновых *Barsassia ornate* Zal.). На возможность отнести исходный материал барзасских углей к высшим растениям указывал и А. Н. Криштофович [10] на основании их сравнения с остатками известных по публикациям примитивных высших растений нижнего и среднего девона. Он считал, что псилофиты морфологически близки к бурым водорослям, и, возможно, поэтому некоторые исследователи предполагали, что исходный материал барзасситов – сапропелевое вещество. Микроскопическое изучение материала с помощью мацерации и тонких шлифов позднее позволило З. В. Ергольской [5] обнаружить на поверхности лентовидных остатков устьицеподобные образования, которые ранее принимались за талломы водорослей. Наличие развитого эпидермиса с устьицами, а также спиральных и кольчатых трахеид резко изменило ее прежнее мнение о природе этих углей. Хорошая сохранность остатков позволила установить, что они принадлежали древнему плауновидному растению, имевшему все признаки высшего наземного растения – кутикуловый покров (кожицу), центральную проводящую систему в виде лестничных трахеид, устьица на поверхности листочков. Это было травянистое растение с многократно ветвящимся, горизонтальным и приподнимавшимся стеблем цилиндрической формы диаметром до 3 см. Побеги были густо покрыты черепитчато налегающими друг на друга листьями, имеющими форму равнобедренного треугольника с широким основанием, окружающим стебель, узкой шиловидной верхушкой. По характеру и строению углеобразующих растений З. В. Ергольская выделила среди них два вида этих растений (*Orestovia* и *Petzia*) одного рода *Orestovia* и предположила их близость к ниже-среднедевонской группе примитивных высших растений типа псилофитов (переходные формы между водорослями и высшими растениями). Она считала, что плитчатые листоватые разности (барзасская рогожка) представляют собой кутикуловый липтобиолит, образовавшийся из наиболее стойких частей псилофитов, а кларе-



новидный [5] – обычный гумусовый уголь. Этому же мнению придерживались Ю. А. Жемчужников и А. И. Гинзбург [6].

Электронно-микроскопические исследования Н. С. Снегиревской [14] и В. А. Красиловой [9] позволили обнаружить в слоевищах *Orestovia* сходные с трахеидами удлиненные клетки со спиральными утолщениями, на основании чего они также отнесли эти органические остатки к высшим растениям с толстой кутикулой. А. А. Ларищев [11] допускал возможность участия в формировании этого угля ОВ различных типов. Отмечая неоднородность исходного растительного материала, он полагал, что основная масса лентовидных растительных остатков принадлежит к талломам бурых водорослей, однако наряду с ними присутствуют и фрагменты высших наземных растений, в том числе псилофитов. А. А. Ларищев назвал его барзасситом (от одноименных реки и поселка). В мире известны и другие угли со смешанным генетическим типом органического вещества, получившие название от мест их находок, – касьянит, черемховит, торбанит, тасманит, балхашит и др.

Обзор углепетрографических и палеоботанических исследований разных авторов свидетельствует, что пока нет единого мнения о природе этих уникальных углей. Возможно, его и не могло быть, поскольку изучались разные угли. Уже было показано, что среди них выделено несколько разновидностей – от чисто гумусовых до липтобиолитовых и близких к сапропелитовым. Такие угли сформировались в период выхода растений из воды на сушу и поэтому имеют черты сходства как с гелитолитами, так и с сапропелитами. В 2011 г. опубликована монография «Сапропелиты Барзасского месторождения Кузбасса» [13], посвященная в основном обобщению возможностей термохимической переработки этих углей для получения жидкого топлива. Из краткого обзора ранее опубликованных углепетрографических и геохимических материалов разных авторов сделан правильный вывод: «Классы барзасских углей, выделяемые по составу основного углеобразующего вещества, могут быть самыми разнообразными – от гелитолитов, липоидолитов до гумито-сапропелитов». Но название монографии не соответствует действительности, поскольку ее авторы не изучали исходный материал барзасситов, а взяли только одну из гипотез об их природе. Сапропелитовое ОВ доминирует в горючих сланцах более древней дмитриевско-перебойской свиты среднего девона (эйфельский ярус), вскрытых в обнажениях и шурфах в 12–15 км южнее пос. Барзас около бывших населенных пунктов Сергеевский и Дмитриевка.

Для ориентировочной оценки природы ОВ (гумусовое или сапропелитовое) используют данные об его элементном составе (C и H) и изотопном составе углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ , ‰). В первом наиболее показательно содержание водорода на горючую массу (H),

которое отражает фациально-генетические условия формирования углей определенного мацерального состава. Так, В. А. Успенский и О. А. Радченко [17] приводят обобщенные сведения, судя по которым водорода в липидах больше 9 %, а в гумоидном ОВ – меньше 6,5 %. Правда, к липидам отнесено сапропелитовое вещество и мацералы группы лейптинита. Дело в том, что липтобиолиты, так же как и другие угли группы гумолитов, образовались из остатков высших растений, но тем не менее сильно отличаются от них по химическому составу, приближаясь по этим параметрам к сапропелитам: содержание водорода и выход летучих веществ в них существенно больше, чем в других гумолитах, сформированных из лигниноцеллюлозных тканей (см. таблицу). При перегонке как сапропелиты, так и липтобиолиты дают более высокий выход первичной смолы, чем гелитолиты. Именно схожесть по химическому составу сапропелитовых и липтобиолитовых углей не позволяет по элементному составу ОВ однозначно судить об исходном материале барзассита (сапропелитовый или липтобиолитовый).

Изотопный состав гумусового ОВ лигниноцеллюлозного происхождения обычно варьирует в пределах –23...–26 ‰. Изотопно тяжелый углерод такого ОВ в некоторых случаях связан либо с возрастом доли фюзинизированных растительных остатков, либо с сокращением количества сапропелитового материала. На изотопный состав последнего существенно влияют условия его формирования: состав биомассы (при морском генезисе чаще всего преобладает зоопланктон, при озерном – фитопланктон); степень разложения; температура воды (в озерах можно предполагать более высокую температуру, чем в морях) и т. д. Поэтому отмечается как очень изотопно легкий углерод, так и тяжелый (см. таблицу). По данным [2], сапропелитовый материал пресноводных осадков изотопно легче, чем морских (на 5–10 ‰), что отчетливо прослеживается при сравнении оленекского кеннеля и будаговского сапроколлита:  $\delta^{13}\text{C}$  –21,07 ‰ и –32,05 ‰ соответственно. Причем изотопный состав дисперсно-рассеянного сапропелитового материала морского происхождения и в гомогенных массах пресноводно-континентального резко различается. Причина этого, по-видимому, не только в морских или озерных условиях фоссилзации, но и в обстановках изменения органических остатков. Если среда формирования приводила к полному их разложению, то и в морских, и в озерных отложениях фиксируется изотопно легкий углерод. Так, например, в прибалтийских кукерситах (синезеленые водоросли среди бесструктурной коллоальгинитовой массы) морского генезиса и в озерных будаговских сапроколлитах отмечаются практически одинаковые значения  $\delta^{13}\text{C}$  (–31,97 ‰ [2] и –32,05 ‰ [18] соответственно).

В гумусовых углях наблюдаются небольшие вариации этого параметра, которые существенно отличаются от подобных значений для сапропелитового



Влияние мацерального состава углей на элементный (C<sup>r</sup>, %, H<sup>r</sup>, %) и изотопный (<sup>13</sup>C, ‰) составы [18]

Месторождение, регион	C <sup>r</sup> , %	H <sup>r</sup> , %	<sup>13</sup> C, ‰	Мацеральный состав, %					Группа	Класс	Подкласс	Тип	Подтип
				Vt	F	L	Alg	M					
Гусиноозерское, Забайкалье	71,1	4,4	-26,7	76	14	1	-	9	Гумолиты	Гелитоли-ты	Гелиты	Ф-гелиты	Гомогелиты
Харанорское, Забайкалье	73,1	4,0	-25,03	41	52	7	-	-	«	Фюзено-литы	Фюзено-титы	Л-г-фюзенотиты	Гомофюзенотиты
Татауровское, Забайкалье	70,4	4,6	-23,82	80	2	18	-	-	«	Гелитоли-ты	Гелиты	Л-гелиты	Гомогелиты
Азейское, Иркутская обл.	67,6	8,4	-28,9	50	5	-	45	-	Сапрогу-молиты	Сапроге-литолиты	Сапроге-лититы	Не выделе-ны	Не выделе-ны
Будаговское, Иркутская обл.	72,1	8,6	-32,05	4	-	-	96	-	Сапропе-литы	Собствен-но сапро-пелиты	Альгиты	Сапрокол-лит	То же
Барзасское, Кузбасс	82	8,5	-21,38	59	1	40	-	-	Гумолиты	Гелитоли-ты	Гелититы	Л-гелититы	Смешанные гелититы
Ильичевское, Приморский край	78	7,2	-23,97	6	9	80	-	5	«	Липоидо-литы	Липоиди-ты	Г-ф-липоидиты	Не выделе-ны
Оленекское, Якутия	81,6	9,4	-21,07	76	-	15	9	-	Сапрогу-молиты	Сапроге-литолиты	Сапроге-литы	А-л-гелиты (кеннель)	То же
Кивыили, Эстония	77,4	9,4	-31,97	-	-	-	100	-	Сапропе-литы	Собствен-но сапро-пелиты	Альгиты	Сапрокол-лит	«

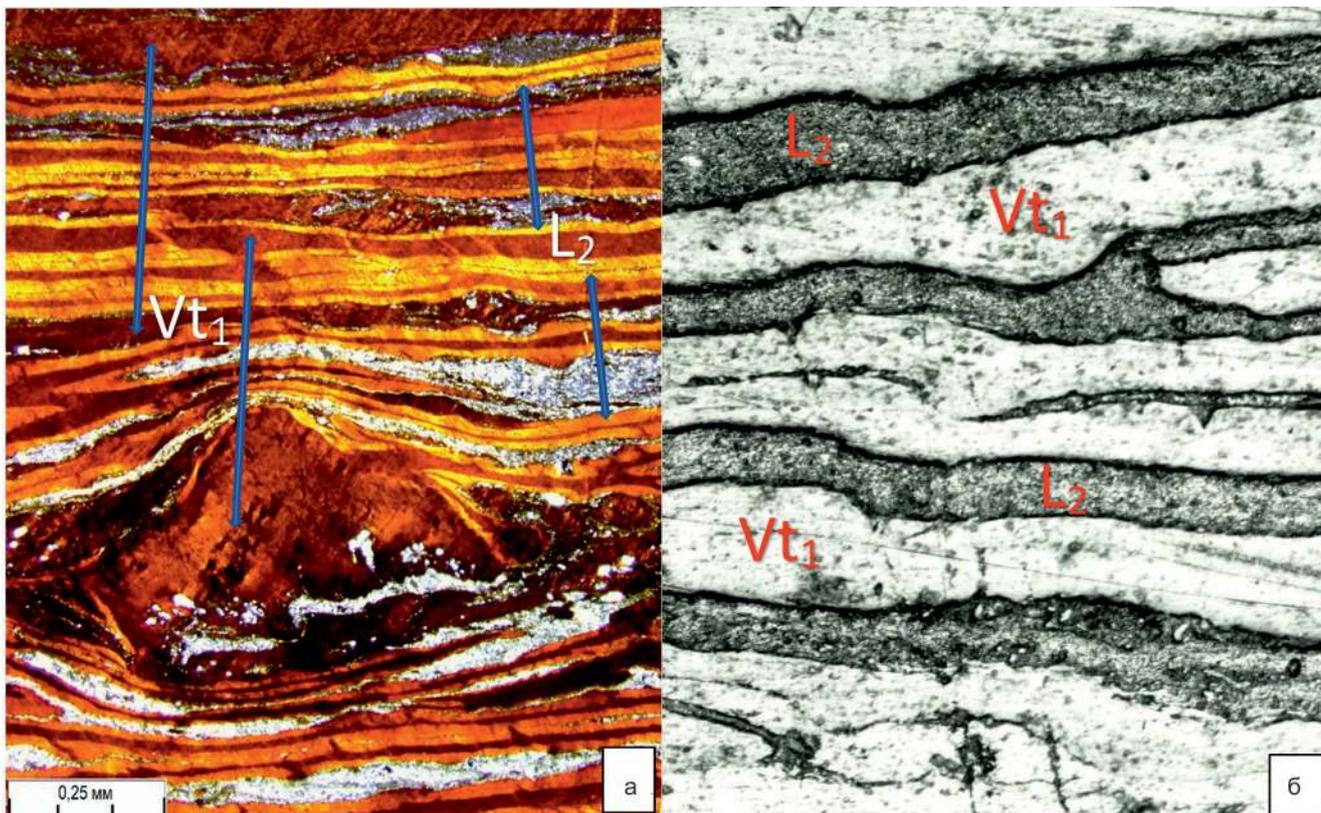
Примечание. Группы мацералов: Vt – витринита, F – фюзинита, L – лейптинита, Alg – альгинита, M – микстинита; сокращения: ф – фюзинито; л – липоидо; г – гелито; а – альгинито.

го материала. Причем гумолиты континентального происхождения как в тонкодисперсном, так и в гомогенном состоянии имеют очень сходный изотопный состав. По  $\delta^{13}C$  липтобиолиты ближе к гелито-литам гумусовых углей, чем к сапропелитам. Так, у рабдописита (в составе преобладают смоляные тела) Ильичевского месторождения (Раздольненский бассейн Приморского края)  $\delta^{13}C$  составляет -23,97 ‰, а у барзассита -21,38 ‰. Следовательно, по данному показателю и содержанию водорода рассматриваемый уголь очень близок к оленекскому кеннелю (группа сапрогумолитов) и к ильичевскому гелито-фюзинито-липоидиту (группа гумолитов), а не к сапропелитам (см. таблицу).

Автор настоящей статьи впервые отобрал образцы плитчатого барзассита в 1984 г., а позднее на основе обзора углепетрографических и палеоботанических материалов указанных исследователей, а также с учетом данных элементного и изотопного составов углей разных генетических типов высказал предположение, что «в исходном материале барзасского угля доминируют остатки низших растений. Петрографическое изучение ботанической принадлежности их к каким-либо определенным видам весьма затруднено, поскольку они, по-видимому, относятся к высокоорганизованным водорослям, которые по уровню развития близки к примитивным высшим растениям. И, по всей вероятности, барзассит является сапропелитом, а не липтобиолитом» [18]. Сейчас, пересмотрев еще

раз приведенные выше геохимические и углепетрографические материалы (в том числе и новые собственные), считаю, что последнее предложение цитаты ошибочно. Основанием для такого вывода послужило значительное содержание в барзассите водорода (H<sup>r</sup> 8,5 %), характерное для сапропелитов. Но, как оказалось, такие значения свойственны и липтобиолитам. Так, в угле Ильичевского месторождения Раздольненского бассейна Приморского края, сложенного в основном смоляными палочками (от этого уголь получил название рабдописит), концентрация водорода также высока – 7,2 % (см. таблицу). Следовательно, по параметру H<sup>r</sup> не всегда можно надежно оценить генетическую природу ОВ (гумусовую или сапропелевую). Для гумусовых углей его можно использовать только при небольшом содержании мацералов группы лейптинита.

Применение современных микроскопов с выводом изображения на монитор позволяет детальнее рассмотреть анатомическое строение барзассита. При изучении шлифов плитчатого угля отчетливо прослеживается его листоватое сложение. На поперечном срезе каждый слой выглядит более или менее обособленным и четко отграниченным от соседних. При этом сечение каждого слоя чаще всего неоднородно и состоит из трех последовательных полос различной окраски. Обычно сердцевина более темная (различные оттенки красного цвета), а две крайние полосы всегда сходны



**Рис. 2.** Поперечный разрез плитки барзассита под микроскопом в проходящем (а) и отраженном (б) свете. Мацералы:  $Vt_1$  – витринит (коллинит),  $L_2$  – лейптинит (кутинит)

и в проходящем свете имеют более светлую (желтую или оранжевую) окраску. В отраженном свете в крайних полосках преобладают серые тона в отличие от серо-белой и белой центральной части (рис. 2). Каждые три слоя в целом представляют собой продольный разрез стебля, крайние полоски которого являются его кожицей (кутикулой). В плитчатом угле наблюдается ясное отграничение этого покровного слоя кутиноподобного вещества, еще сохранившего все признаки внешней поверхности стебля. Ткани его центральной части превратились в гомогенную витреноподобную массу, сильно сократившуюся в объеме. Лишь в редких случаях можно заметить центральный тяж проводящих тканей, положение которого указывает на осевую симметрию в строении стебля. При этом толстый покровный слой не тронут разложением и почти полностью сохранился, претерпев лишь разбухание. Вследствие разрушения сердцевины стебля органическая масса обогатилась кутиноподобным веществом верхнего слоя, уголь приобрел сходство с липтобиолитами.

Микроскопическое изучение барзасситов в проходящем и отраженном свете показывает, что они сложены преимущественно витреноподобной и кутиноподобной массами. Усредненные данные мацерального состава по нескольким пробам таких углей показали следующие содержания групп мацералов: витринит (коллинит) 59 %, лейптинит (кутинит) 40 %, фюзинит 1 %. Хотя в единичных срезах отмечается преобладание лейптинита. По

вещественно-петрографической классификации гумусовых углей [1] барзассит относится к группе гумолитов, классу гелитолитов, подклассу гелититов, типу липоидо-гелититов, подтипу смешанных гелититов. Такие угли формировались в проточных болотах, где происходило постепенное разложение и вымывание лигниоцеллюлозных тканей и в результате накапливались наиболее стойкие к окислению ткани высших растений (воск, смола, кожица листьев). В зависимости от продолжительности существования проточного болота могло произойти частичное (образуются угли класса липоидолитов, подкласса липоидотитов) или почти полное (подкласс липоидитов) исчезновение лигниоцеллюлозных тканей, являющихся исходным материалом для образования мацералов групп витринита и фюзинита. В итоге остались лишь липоидные компоненты, богатые восками и смолами. Остаточное окисленное вещество, в небольшом количестве цементирующее стойкие форменные элементы лейптинита, обычно имеет вид непрозрачной основной массы со свойствами, близкими фюзинизированным тканям.

Таким образом, барзасская «рогожка» состоит из спрессованных листьев или кожицы стеблей. Образованы угли скоплениями кутикулы первых наземных древнейших растений псилофитов (названные барзассиями). Это очень редкие ископаемые растения. В Кемеровской области такой уголь встречается только около пос. Барзас, на правом берегу одноименной реки у развалин заброшенной шахты,



построенной для добычи барзассита. Плауновые растения типа *Barbassia* известны также на юго-востоке Казахстана и около оз. Балхаш, где обнаружены в тонких пропластках листоватого угля, сходного с кузбасским [5]. Поскольку эти угли сформировались из растений в период их выхода на сушу, то они имеют черты сходства как с морскими, так и с континентальными формами. Отсюда и трудность их отнесения к гумусовому или сапропелевому ОВ, поскольку внешне под микроскопом кожица листьев выглядит несколько иначе (толстая), чем у поздних мезозойских растений (тонкая). Возможно, толстая кутикула барзасситов – это защитная реакция растений от высыхания листьев в связи с изменившимися и более сухими (континентальными) условиями существования.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № FWZZ-2022-0011 программы ФНИ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальц И. Э., Гинзбург А. И., Крылова Н. М. Основные принципы вещественно-петрографической классификации углей // Химия твердого топлива. – 1968. – № 3. – С. 9–20.
2. Галимов Э. М., Ширинский В. Г. Упорядоченное распределение изотопов углерода в индивидуальных соединениях и компонентах липидной фракции организмов // Геохимия. – 1975. – № 4. – С. 503–528.
3. Егоров А. И. Очерки угленакопления. – Ростов: РГУ, 1974. – 132 с.
4. Ергольская З. В. К петрографической характеристике барзасских углей // Изв. ВГРО. – 1932. – Вып. 81. – С. 15–21.
5. Ергольская З. В. Петрографическое изучение барзасских углей. – Л.: ОНТИ НКТП, 1936. – 64 с. – (Тр. ЦНИГРИ; вып. 70).
6. Жемчужников Ю. А., Гинзбург А. И. Основы петрологии углей. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 400 с.
7. Залесский М. Д. Естественная история одного угля // Труды Геолкома. Нов. сер. – 1915. – Вып. 139. – С. 1–38.
8. Залесский М. Д. О генезисе барзасских сапромикситов // Изв. АН СССР. Отд-ние матем. и естеств. наук. – 1931. – Вып. VII, № 3. – С. 401–402.
9. Красилов В. А. Эволюция и биостратиграфия. – М.: Наука, 1977. – 256 с.
10. Криштофович А. Н. Новые данные о древнейшей девонской флоре // Природа. – 1933. – № 2. – С. 65–68.
11. Ларищев А. А. К вопросу о природе углей барзасского типа // Учен. зап. Томского гос. ун-та. – 1948. – № 11. – С. 15–26.
12. Мейен С. В. Основы палеоботаники. – М.: Недра, 1987. – 403 с.
13. Сапропелиты Барзасского месторождения Кузбасса // Г. И. Грицко, В. А. Каширцев, Б. Н. Кузнецов и др. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 126 с.
14. Снегиревская Н. С. Применение сканирующего электронного микроскопа в ботанике // Ботанический журнал. – 1971. – Т. 56, № 4. – С. 549–558.
15. Снятков А. А. Томит – новая разновидность ископаемого горючего // Геологический вестник. – 1915. – Т. 1, № 4. – С. 27–32.
16. Тыжнов А. В. Геологический очерк Барзасского района Кузнецкого бассейна // Материалы по геологии Западной Сибири. – 1938. – № 3(45). – С. 91–131.
17. Успенский В. А., Радченко О. А. Опыт оценки нефтематеринского потенциала пород // Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. – М.: Наука, 1973. – С. 49–52.
18. Фомин А. Н. О природе барзассита // Горючие сланцы. – 1990. – № 7/1. – С. 36–40.

### REFERENCES

1. Valts I.E., Ginzburg A.I., Krylova N.M. [Basic principles of the material-petrographic classification of coals]. *Khimiya tverdogo topliva – Solid Fuel Chemistry*, 1968, no. 3, pp. 9–20. (In Russ.).
2. Galimov E.M, Shirinskiy V.G. [Ordered distribution of carbon isotopes in individual compounds and components of the lipid fraction of organisms]. *Geokhimiya*, 1975, no. 4, pp. 503–528. (In Russ.).
3. Egorov A.I. *Ocherki uglenakopleniya* [Essays on coal accumulation]. Rostov, RSU Publ., 1974. 132 p. (In Russ.).
4. Ergolskaya Z.V. [To the petrographic characteristics of Barzas coals]. *Izvetiya VGRO*, 1932, issue 81, pp. 15–21. (In Russ.).
5. Ergolskaya Z.V. [Petrographic study of Barzas coals]. *Trudy TSNIGRI* [Proceedings of the Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals (TSNIGRI)], Leningrad, ONTI-NKTP USSR Publ., 1936, issue 70. 64 p. (In Russ.).
6. Zhemchuzhnikov Yu.A., Ginzburg A.I. *Osnovy petrologii ugley* [Fundamentals of coal petrology]. Moscow, AS USSR Publ., 1960. 400 p. (In Russ.).
7. Zalesskiy M.D. [Natural history of one coal type]. *Trudy Geolkoma*, 1915, issue 139, pp. 1–38. (In Russ.).
8. Zalesskiy M.D. [On the genesis of Barzas sapromixite]. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk: Seriya Matematicheskaya*, 1931, issue 7, no. 3, pp. 401–402. (In Russ.).
9. Krasilov V.A. *Evolyutsiya i biostratigrafiya* [Evolution and biostratigraphy]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 256 p. (In Russ.).
10. Krishtofovich A. N. [New data on the most ancient Devonian flora]. *Priroda*, 1933, no. 2, pp. 65–68. (In Russ.).
11. Larishchev A.A. [To the question of the Barzas coal type nature]. *Uchenyye zapiski Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1948, no. 11, pp. 15–26. (In Russ.).
12. Meyen S.V. *Osnovy paleobotaniki* [Fundamentals of paleobotany]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 403 p. (In Russ.).



13. Gritsko G.I., Kashirtsev V.A., Kuznrtsov B.N., et al. *Sapropelity Barzasskogo mestorozhdeniya Kuzbassa* [Sapropelites of the Barzas deposit of Kuzbass]. Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2011. 126 p. (In Russ.).

14. Snegirevskaya N.S. [Application of the scanning electron microscope in botany]. *Botanicheskiy zhurnal*, 1971, vol. 56, no. 4, pp. 549–558. (In Russ.).

15. Snyatkov A.A. [Tomite as a new kind of fossil fuel]. *Geologicheskiy vestnik*, 1915, vol. 1, no. 4, pp. 27–32. (In Russ.).

16. Tyzhnov A.V. [Geological essay of the Barzas district of the Kuznetsk Basin]. *Materialy po geologii Zapadnoy Sibiri* [Records of the geology of the West Siberia]. Tomsk, 1938, no. 3, pp. 91–131. (In Russ.).

17. Uspenskiy V.A., Radchenko O.A. [Experience in assessing the oil potential of rocks]. *Sovremennyye problemy geologii i geokhimii goryuchikh iskopaemykh* [Modern problems of geology and geochemistry of fossil fuels]. Moscow, Nauka Publ., 1973, pp. 49–52. (In Russ.).

18. Fomin A.N. [On the nature of barzassite]. *Goryuchiye slantsy – Oil Shale*, 1990, no. 7/1, pp. 36–40. (In Russ.).

© А. Н. Фомин, 2023