

## **УГЛЕПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ. ПРОБЛЕМЫ**

**Н.В. Пронина**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,  
nvproncl@geol.msu.ru*

Углетрографические исследования, включающие изучение состава органического вещества и изменения некоторых оптических характеристик слагающих его мацералов, уже давно вышли за рамки изучения только углей. Поэтому соответствующее направление в геологии теперь чаще называют органической петрологией. Терминология и методики изучения органического вещества (ОВ), отработанные на гумусовых углях и утвержденные в государственных и международных Стандартах, по-прежнему являются главными, базовыми, но со временем расширяются и модифицируются.

Нефтяная геология, главным объектом которой является рассеянное органическое вещество (РОВ), стимулирует развитие углетрографических исследований, расширяя возможности их применения. Так, на протяжении нескольких десятилетий практическим руководством всех углетрографов была фундаментальная монография Штаха Е. и др. под названием «Настольная книга по угольной петрологии» (1975), позже ее продолжением стала «Органическая петрология» Taylor G.H. et al. (1998), в которую включены уже не только мацералы гумусовых углей, но и вновь установленные мацералы РОВ, а большая часть отведена геохимическим методам — основным в исследовании этого типа ОВ.

Прикладное значение углетрографии расширилось в последнее время, но если ограничиться только нефтегеологическими задачами, то хотелось бы остановиться на двух проблемах, которые постоянно возникают в таких исследованиях.

Первая — терминологическая, возникшая с привлечением все большего внимания к РОВ, которое гораздо разнообразнее и шире как по возрасту, так и по исходному составу. Правильная

номенклатура и систематика всего многообразия объектов обеспечивает рациональный выбор мацералов для исследования и сравнения.

Вторая — методическая, связана с тем, что методы, разработанные на гумусовых мацералах, применяются теперь на микрокомпонентах иного типа ОБ. Это требует корректировок, специальных допусков и необходимого сопоставления с данными геохимических анализов ОБ, т.е. комплексных исследований.

В последнее время среди объектов нашего изучения часто встречались девонские, нижнекаменноугольные и даже среднерифейские отложения (таблица). Естественно, в их составе нормальных гумусовых мацералов может не быть вообще, или они представлены весьма скудно и однообразно.

Образцы, использованные в исследовании

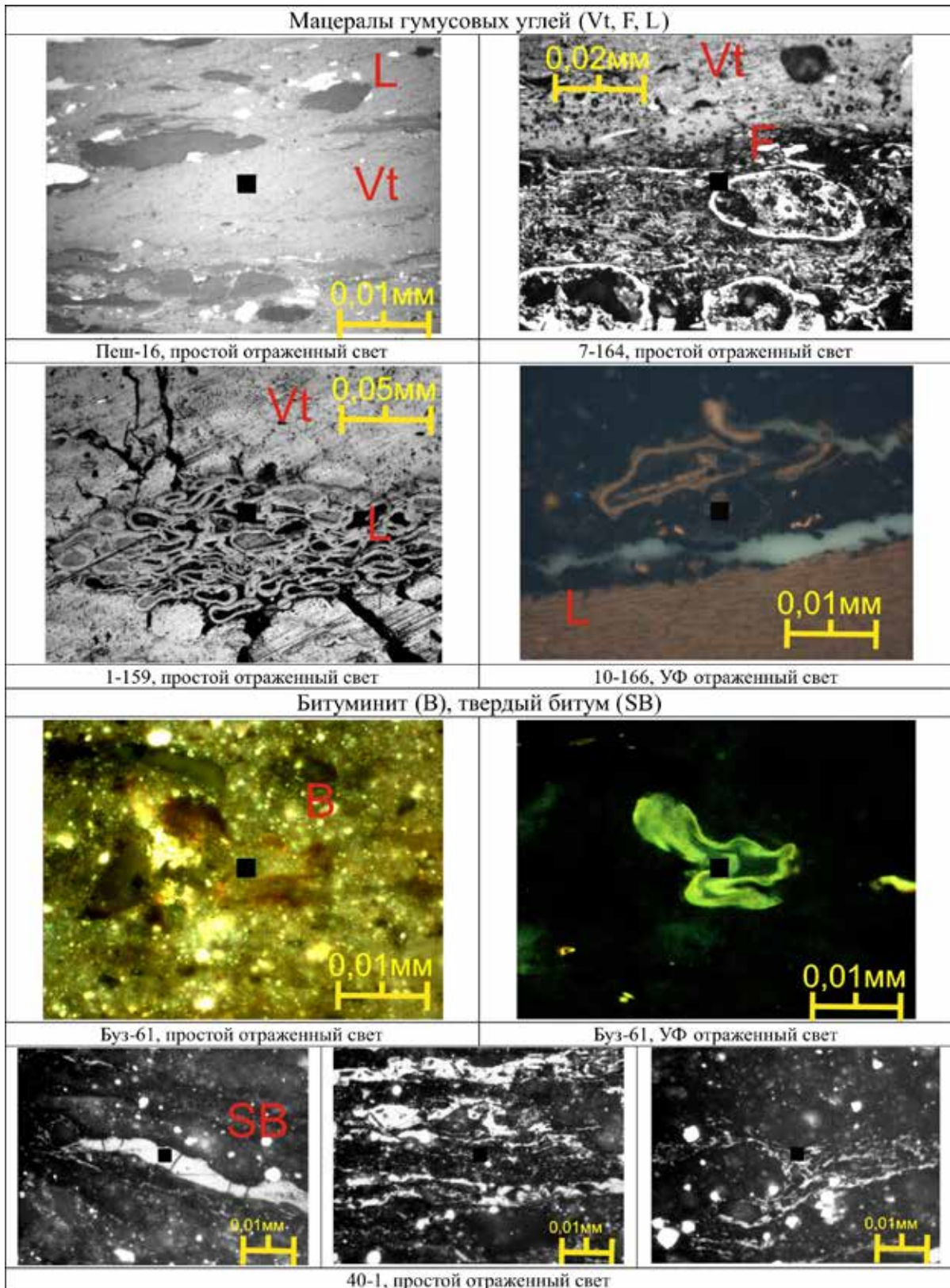
Район	Возраст	Количество проб
Нижнее Поволжье	D <sub>2ef</sub> , D <sub>3fr-fm</sub> , C <sub>1v</sub>	>70
Белоруссия, Лельчицкое м-ние	C <sub>1v</sub>	>50
Сибирская платф., Туруханский р-он	Pr R <sub>2</sub>	>30

Среди гумусовых мацералов в визейских и девонских отложениях Поволжья и Белоруссии встречаются представители всех групп: витринита (Vt) (его предшественника — гуминита), инертинита (I–F) и липтинита (L) (рисунок). Все эти мацералы весьма типичны, их диагностика и определение не представляют никаких трудностей. Следует лишь отметить, что наибольшим разнообразием отличаются липтиниты. Кроме кутинита, резинита, альгинита и липтодетринита встречается очень много мегаспоринита, характерного для отложений этого возрастного интервала. Липтиниты обладают отчетливым люминесцентным свечением в УФ свете, что, во-первых, отличает их от мацералов других групп, а во-вторых, делает легче определяемыми, особенно когда они перемешаны с минеральным веществом и в простом свете диагностируются с трудом.

Изучению ОБ нижнепалеозойских отложений посвящено немало статей, среди последних и наиболее обстоятельных можно назвать: Stasiuk L.D. (1993), Bertrand R., Malo M. (2001), Dewing K., Sanei H. (2009), Petersen H.I. et al. (2013). Все эти работы нацелены в конечном счете на оценку нефте-, газоматеринского потенциала исследуемых отложений. Мацералы негумусового происхождения относятся авторами к зоокластам, граптолитам, хитинитам, битуминиту, твердым битумам, витринитоподобным частицам, псевдовитриниту, а иногда даже — «керогеновый мацерал остаточного витринита» (Buchardt, Lewan, 1990) и др.

Определить природу этих мелких редких образований по палеонтологическим и химическим признакам почти невозможно, т.к. их нельзя выделить из породы. Лишь микроскопические исследования позволяют наблюдать их и пытаться охарактеризовать свойства.

Битуминит был встречен во всех образцах из Поволжья и Белоруссии. Чаще всего он напоминает оторочки коричневого цвета у линз и включений витринита или других мацералов ОБ. Битуминит может встречаться и отдельно, внутри минеральной матрицы в виде мелких червеобразных сгустков, тонких пленок или слоев вдоль плоскостей напластования. Это вещество занимает межзерновое, поровое пространство и само по себе морфологически не выражено, оно аморфно, а интенсивность окраски в простом отраженном свете меняется от желтовато-коричневой до темно-коричневой, почти черной. Что касается люминесцентного свечения битуминита, то чаще всего оно отсутствует, а если и есть, то наиболее интенсивно светятся светлоокрашенные пленки битуминита. Очень интересны и показательны примеры формирования битуминита (В) на месте липтинитовых компонентов (рисунок, обр. Буз-61). На фотографиях, выполненных в простом отраженном свете, видны коричневые пленки, налеты на минеральных зернах коричневого цвета. В УФ свете проявляется четкая морфология исходного липтинитового мацерала. Таким образом, переход из одного фазового состояния в другое



**Мацералы OB.**

Образцы из Поволжья (Пеш-16, Буз-61); Белоруссии (7-164, 1-159, 10-166); Туруханского района (40-1)

сопровождается трансформацией липтинита (следы морфологии фиксируются в УФ свете) в битуминит.

По взаимоотношению с минеральным веществом и общим распределением в породе битуминит является вторичным, и его образование связано с выходом жидких УВ из OB. В

тех случаях, когда после ухода жидких УВ осталась твердая фаза (твердый битум), битуминит присутствует в виде оторочки, с ним ассоциирующей, если же все исходное вещество преобразовалось без твердого «остатка», то битуминит встречается отдельными пленками и сгустками между минеральными зернами. В приведенных выше работах зарубежных исследователей также отмечается, что твердые битумы — вторичные образования и могут являться остатками нефтей (в коллекторе или на пути миграции — не уточняется).

Исследованные образцы из Поволжья и Белоруссии одновозрастные, и потому сходство в мацеральном составе очевидно. Однако степень катагенетической преобразованности их различна. Если в белорусских пробах степень катагенеза не превышает  $PK_3$  ( $RV=0,37-0,42\%$ ), то в поволжских она составляет  $MK_1-MK_3$  ( $RV=0,5-0,8\%$ ). Поэтому распространение битуминита и люминесцентные характеристики мацералов могут различаться.

Образцы из северо-западной части Сибирской платформы очень отличаются от более молодых, описанных выше. В их составе изначально не предполагается наличие гумусовых мацералов, поэтому все встреченные фрагменты ОВ (крайне редкие) могут представлять зоокласты или твердые битумы на разных стадиях своего преобразования. Среди определений, используемых в литературе по отношению к таким мацералам, чаще других встречаются фитокласты, миграбитумы, пиробитумы, хитиниты и др. (Taylor, 1998).

ОВ, исследованное в образцах рифейского возраста, представлено тонкими линзочками однородного аморфного, изотропного вещества, похожего на витринит (рисунок, обр. 40-1). Оно приурочено к плоскостям напластования или трещинам и чаще всего сопровождается глинистым материалом, который как бы заполняет некую пустоту, образовавшуюся вокруг ОВ, уменьшившегося в объеме. Подобные образования логичнее всего называть твердыми битумами (SB) или остаточными битуминитами. Оно могло быть «остаточным ОВ» после генерации и ухода жидких УВ, а возможно, представлять следы или продукты преобразования нефтей на пути их миграции. В любом случае это вещество — продукт преобразования керогена нефтяного типа. Катагенез рифейских отложений, согласно замерам показателей отражения описанных включений, названных твердым битумом, составляет АК ( $R_b > 2,0\%$ ).

На данном примере очень хорошо видно, как терминологические проблемы переходят в методические. Известно, что все палеотемпературные построения выстраиваются по «витринитовой» шкале, т.е. основываясь на замерах  $RV\%$  — показателя отражения витринита. В тех случаях, когда витринита в исследуемых отложениях нет, стараются получить аналогичные показатели по имеющимся мацералам — граптолитам, хитинитам, твердым битумам и др. Замеры, выполненные не по витриниту, обычно отмечаются как  $R_{э\text{кв}}\%$  — показатель отражения «эквивалента». Формул пересчета  $RV\% - R_{э\text{кв}}\%$  предложено много (Jacob, 1998; Petersen, 2013 и др.), все они демонстрируют четкую линейную зависимость и отличаются незначительно. Пользуясь предлагаемыми формулами или выводя новые (для конкретного региона и типа исследуемых мацералов), следует очень тщательно типизировать органические мацералы и использовать для оценки катагенетических преобразований только те из них, которые могут быть в этом отношении информативны.

В заключение необходимо подчеркнуть еще один очень важный аспект. Полноценная характеристика ОВ может быть обеспечена только комплексными исследованиями, включающими углепетрографические и геохимические методы. Совместная интерпретация результатов различных анализов поможет определить специфику исследуемого ОВ и принять правильное решение относительно его генерационного потенциала или других свойств.

#### Литература

- Штах Э., Маковски М.-Т., Тейлор Г., Чандра Д., Тейхмюллер Р. Петрология углей. М.: Мир, 1978. 554 с.
- Bertrand R., Malo M. Source rock analysis, thermal maturation and hydrocarbon generation in the Siluro-Devonian rocks of the Gaspé Belt basin. Canada // Bull. of Canadian Petroleum Geol. 2001. V. 49. № 2. P. 238–261.
- Buchardt B., Lewan M.D. Reflectance of vitrinite-like macerals as a thermal maturity index for Cambrian-Ordovician alum shale, southern Scandinavia // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1990. V. 74. № 4. P. 394–406.
- Dewing K., Sanei H. Analysis of large thermal maturity datasets: Examples from the Canadian Arctic Islands // International Journal of Coal Geology. 2009. V. 77. P. 436–448.



*Jacob H.* Classification, structure, genesis and practical importance of natural solid bitumen (“migrabitumen”) // *International Journal of Coal Geology*. 1989. V. 11. P. 61–79.

*Petersen H.I., Schovsbo N.H., Nielsen A.T.* Reflectance measurements of zooclasts and solid bitumen in Lower Palaeozoic shales, southern Scandinavia: correlation to vitrinite reflectance // *International Journal of Coal Geology*. 2013. В печати.

*Stach E., Mackowsky M.-Th., Teichmüller M., Taylor G.H., Chandra A.D., Teichmüller R.* *Stach’s Textbook of Coal Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart. 1975. 428 p.

*Stasiuk L.D.* Algal bloom episodes and the formation of bituminite and micrinite in hydrocarbon source rocks: evidence from the Devonian and Mississippian, northern Williston Basin, Canada // *International Journal of Coal Geology*. 1993. V. 24. P. 195–210

*Taylor G.H., Teichmüller M., Davas A., Diessel C.F.K., Litke R., Robert P.* *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart. 1998. 704 p.