

УДК 551

А.И. Конюхов¹, И.Д. Агапитов²

ГРАПТОЛИТОВЫЕ СЛАНЦЫ НА ОКРАИНАХ МАТЕРИКОВ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОКЕАНАХ ЯПЕТУС И ПАЛЕОТЕТИС (РЕЙКУМ)

Граптолитовые сланцы — это разновидности горючих сланцев, в которых содержится большое количество отпечатков и остатков граптолитов. Эти отложения характеризуются высоким содержанием органического углерода ($C_{\text{орг}}$ от 2 до 18%). По данным многих исследователей, граптолитовые сланцы — один из основных источников углеводородов, которые сформировали месторождения нефти и газа в палеозойских отложениях мира. Так, на долю силурийских граптолитовых сланцев приходится до 9—15% всех углеводородов, которыми сформированы залежи нефти и газа в крупнейших нефтегазоносных бассейнах.

Ключевые слова: граптолитовые сланцы, силур, ордовик, Япетус, Рейкум.

Graptolitic shale is kind of hot shale, which contains high amounts of graptolite's fossils. They characterized by high contents of TOC, from 2 to 18%. Graptolitic shale is one of the main sources of oil and gas in Paleozoic rocks all over the World as many researches considered. The Silurian shale accounts for the generation of 9—15% hydrocarbons in largest basins.

Key words: graptolitic shale, silurian, ordovician, Japetus ocean, Rheic ocean.

Введение. Граптолиты, или класс Graptolithina (греч. *graptos* — «нарисованный, начертанный»; *lithes* — «камень»), относят к типу Nemichordata (полухордовые). Хорда у них, в отличие от настоящих хордовых, выражена не длинным тяжем, а только небольшим спинным выростом кишечного тракта в области глотки. Остатки граптолитов сохранились в виде небольших трубочек, объединенных в колонии размером до 10 см. Трубочки — теки (ячейки) имеют хитиноподобный облик, склеропротеиновый состав (уплотненные полимеры белка), а не хитиновый (полимеры углеводов), как думали раньше. Размер тек достигает в поперечнике 1 мм, а в длину до 4 мм, они имеют цилиндрическую, коническую, клювовидную или крючковидную форму. Первая тека колонии — сикула (греч. *sicula* — маленький кинжал) узкоконическая. Граптолиты — обитатели морей с нормальной соленостью, бентосные по образу жизни, планктонные и псевдопланктонные животные. «У бентосных и псевдопланктонных колоний сикула имеет нитевидный отросток или базальную пластинку, с помощью которых она прикреплялась ко дну или любым плавающим предметам. У некоторых планктонных колоний граптолитов присутствуют *воздушные пузыри*» [Михайлова, Бондаренко, 2006].

Граптолиты существовали с кембрия по карбон. Пищей для них, вероятно, служили микроорганизмы или детрит, который возникал при отмирании планктона. Видовое разнообразие граптолитов достигло пика в ордовике, но вследствие глобального похолодания в конце этого периода представители многих

родов граптолитов вымерли. Выжившие особи дали начало гораздо более бедной силурийской фауне граптолитов, в которой стали доминировать монографтиды, обладавшие однорядными колониями [Рич и др., 1997].

Вместе с остатками граптолитов на дне, главным образом в тонкозернистых глинистых осадках, накапливалось органическое вещество (ОВ) сапропелевого типа с высоким содержанием липидных компонентов. Разложение неустойчивых соединений сопровождалось элиминацией кислорода и распространением восстановительных условий, благоприятствовавших сохранению устойчивых гетерополиконденсатов. Об этом свидетельствует постоянное присутствие в граптолитовых сланцах сульфидов Fe — пирита и марказита.

Граптолитовые сланцы ордовика. На рубеже кембрия и ордовика отложения с высоким содержанием ОВ, представленные главным образом граптолитовыми сланцами, аккумуляровались как в эпиконтинентальных морях, так и на обширных шельфах вокруг материков. Одним из крупных ареалов их распространения в то время были южные периферийные районы Балтийского щита, который в раннем палеозое омывался водами океана Япетус. В раннем ордовике карбонатно-глинистые осадки с повышенным содержанием ОВ стали накапливаться в восточных районах Московской синеклизы, где на фоне усиливавшейся трансгрессии моря в придонном слое мелководноморских осадков господствовали восстановительные и резко восстановительные условия, их аккумуляция продолжалась и позднее, в аренигское время. Мощность накопленных за это время отложений достигает

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, профессор; *e-mail:* konyuhov@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, студент; *e-mail:* ivanag@bk.ru

320—368 м. Существовавший здесь обширный залив имел связь с Балтийским морским бассейном, в периферийной части которого помимо известняков и глин широкое распространение получили мергели [Егоров, 1975].

Во второй половине раннего ордовика граптолитовые сланцы занимали значительную площадь и в районе Балтийско-Ладожского глинта. К югу от него в разрезе ордовика выделяются два горизонта горючих сланцев, которые прослеживаются на большой площади в Эстонии, Ленинградской, Псковской и Новгородской областях РФ. В основании нижнего пакепортского (нижний ордовик) горизонта залегают оболочевые песчаники (мощность 30 м). Выше они сменяются тонкозернистыми породами серовато-черного цвета, содержащими большое количество остатков дендроидных граптолитов *Dictyonema flabeliformis Eichw*, за что они названы диктионемовыми сланцами. Эти образования содержат от 10 до 20% $C_{орг}$ и выделяются в составе копорской свиты. При мощности около 5 м площадь распространения диктионемовых сланцев в Прибалтийском сланценосном бассейне достигает 5500 км². Из-за высокой зольности они относятся к низкосортным горючим сланцам, но интересны присутствием широкого спектра редких элементов. Содержание урана в них превышает фоновые значения в 10—100 раз. Запасы диктионемовых сланцев достигают 62 млрд т [Вялов и др., 2010].

Горючие сланцы верхнего горизонта имеют среднеордовикский возраст и известны как кукеркситы. Это породы преимущественно карбонатного состава (20—60% $CaCO_3$) с высоким содержанием OB (20—60% $C_{орг}$) и примесью терригенного материала. Запасы этих горючих сланцев при мощности от 10 до 30 м достигают 11,4 млрд т [Горная энциклопедия, 1985].

На противоположной окраине океана Япетус, где находился континент Лаврентия (рис. 1), в первой половине ордовика повсеместно доминировала аккумуляция глинистых и карбонатных осадков. В Центрально-Аппалачском бассейне на северо-востоке США они представлены породами свиты Уэллс Крик — известняками, глинами и доломитами с редкими горизонтами песчаников, среди которых встречаются прослой черных глин. В восточных районах бассейна они переслаиваются с ангидритами. Содержание $C_{орг}$ в них достигает 1,7%. Еще более высокая концентрация OB установлена в черных глинах и известняках свит Ютика и Энтес, имеющих среднеордовикский возраст. Содержание $C_{орг}$ в породах колеблется от 0,26 до 4,26% (в среднем 1,81%), а мощность меняется от 250 до 840 м. Они залегают в нескольких десятках метров выше поверхности регионального несогласия Нокс, образование которого сопровождалось частичным размывом ордовикских известняков и образованием карста. Масштабная эрозия была вызвана подъемом территории в таконскую фазу тектогенеза. Согласно Р. Райдеру с соавт. [Ryder et al., 1998], большая часть углеводородов, сконцентрированных в нижнепалео-

зойском нефтегазоносном комплексе, была продуцирована черными глинами среднеордовикского возраста.

Черные глины в среднеордовикскую эпоху накапливались также в протоарктической области Берингии и на востоке Гренландии. В зоне Учита обнажаются породы группы Симпсон, возраст которых определен как среднеордовикский. Среди них особое внимание привлекают черные глины. Вместе с ними встречаются песчаники. Известняки, характерные для шельфовых разрезов того же возраста в Западном Внутреннем и Пермском бассейнах, отсутствуют. В районе Потейто Хиллс и вдоль хр. Блэк Ноб (штат Оклахома) обнажаются породы свиты Уомбл, представленные черными тонкослоистыми «папиросными» известковыми глинами, включающими горизонты переслаивания кремнистых и алевроитовых аргиллитов. Мощность толщи, в верхней части которой появляются тонкие прослой черных кремней, достигает 330 м. Согласно определениям фауны граптолитов возраст описываемых пород меняется от ранне- до позднесреднеордовикского. Выше залегают отложения свиты Бигфорд, в разрезе которой преобладают кремнистые породы, представленные чистыми кремнями черного цвета. Вместе с ними встречаются горизонты тонкослоистых алевроитовых известняков, карбонатных алевролитов и аргиллитов. В соответствии с найденными в них остатками граптолитов, морских лилий и брахиопод эти породы также относятся к среднему ордовику.

Силурийские отложения в горах Учита представлены песчаниками свиты Блейлок, а также серыми и темно-серыми глинами свиты Миссури Маунтин, содержащими прослой кремней и остатки нескольких видов граптолитов. В зоне Арбаклс силурийские отложения перекрываются известняками девона и нижнемиссисипскими глинами свиты Вудфорд, а в районе Потейто Хиллс и хр. Блэк Ноб в Оклахоме — крепкими кремнистыми породами, известными как арканзасские новакулиты. Их возраст варьирует от раннедевонского до миссисипского [Misch, Oles, 2008].

Еще один обширный ареал формирования граптолитовых сланцев находился в южной периферической части океана Япетус, на африканской окраине Гондваны. В основании ордовикского разреза Алжира и Западной Ливии залегают однородная по строению толща глин свиты Аржилль дель Гасси прибрежно-морского генезиса. Они перекрыты песчаниками свит Грe дель Атшан и Хамра Кварцит, в которых была обнаружена фауна граптолитов. Кварцевые песчаники Хамра Кварцит являются коллекторами нефти и газа в регионе. В эпиконтинентальном шельфовом бассейне, образовавшемся в результате обширной морской трансгрессии, которая охватила в среднем ордовике весь Сахарский регион, отлагались тонкозернистые темноцветные осадки свиты Аззель. Они содержат прослой, насыщенные остатками граптолитов, трилобитов и брахиопод, согласно определениям которых эти породы имеют аренигско-ашгильский возраст. Мощность глин свит Аззель достигает 400 м. Локально

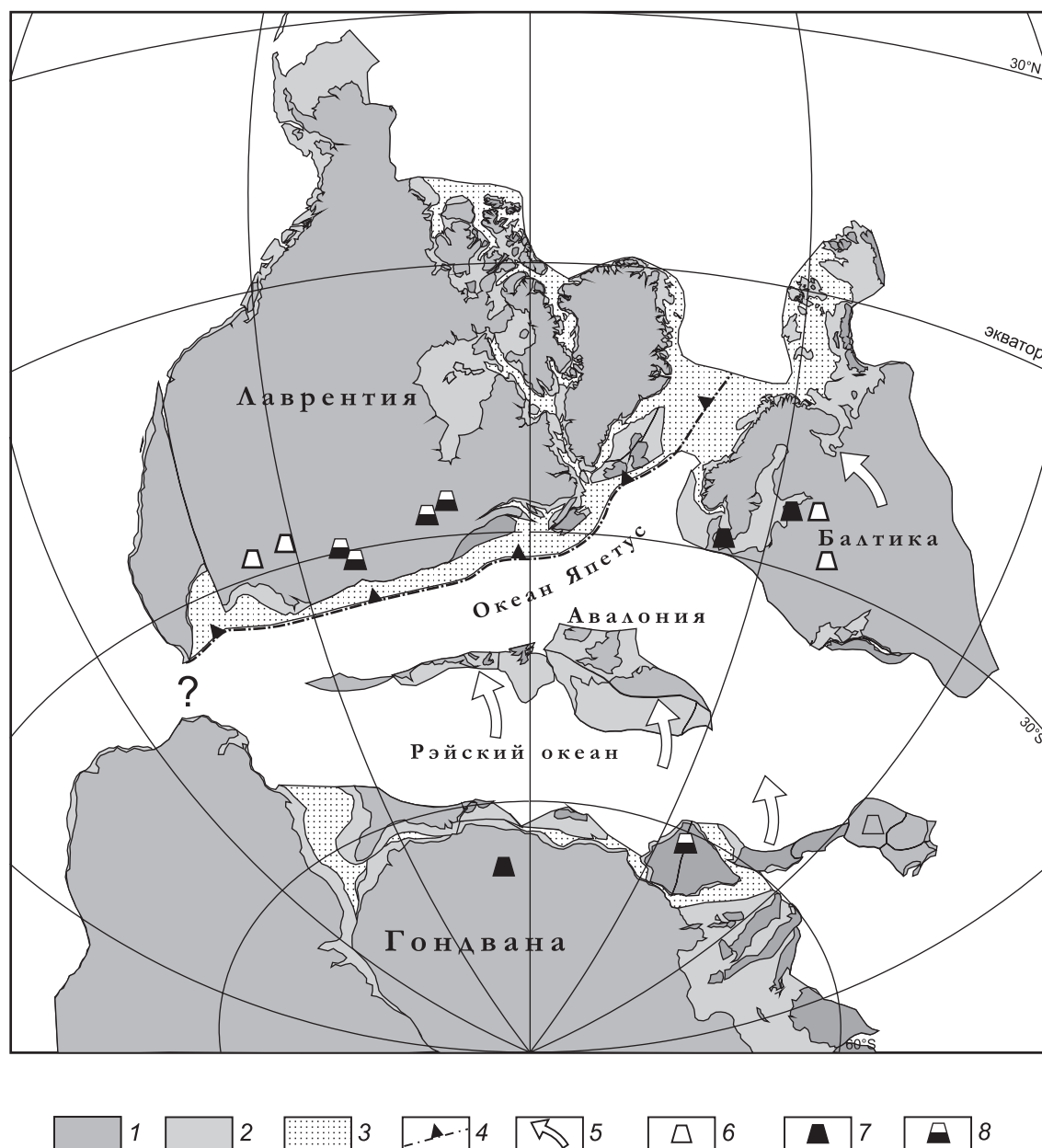


Рис. 1. Граптолитовые сланцы на окраинах материков Балтика, Гондвана и Лаврентия в разные эпохи ордовикского периода. Палеогеографическая реконструкция по [Pickering, Smith, 1995] (с изменениями): 1 — современные контуры континентов; 2 — границы континентов в палеозое; 3 — утоненная континентальная кора; 4 — зоны коллизии; 5 — направление движения континентальных блоков; 6—8 — граптолитовые сланцы (6 — ниже-, 7 — средне-, 8 — верхнеордовикские)

они содержат значительную концентрацию ОВ и, по мнению С. Галеацци с соавт., во впадине Иллизи и в районе Хоггара могут генерировать углеводороды (УВ) нефтяного ряда [Galeazzi et al., 2001]. Вышележащая толща Аржилль Микроконгломератик сложена черными слюдястыми глинами, содержащими морскую фауну. Их аккумуляция была прервана оледенением.

В ордовикский период аккумуляция граптолитовых сланцев, обогащенных ОВ, происходила и на северных окраинах Гондваны. Черные сланцы среднеордовикского возраста описаны в разрезе Кантабрийской зоны Испании в составе свиты Суеве, мощность которой изменяется от 150 до 350 м [Maio et al., 2011]. Породами аналогичных состава и возраста сложена

свита Грифельных сланцев Саксо-Тюрингской зоны Германии [Erdtmann, 1991].

Силурийские граптолитовые сланцы. В конце ордовика ледники покрывали обширные территории в северных областях Гондваны. Таяние льдов на рубеже ордовика и силура, вызванное перемещением Гондваны к экватору, сопровождалось быстрым подъемом уровня морских вод, что послужило началом обширной трансгрессии. В разрезах силура, вскрытых скважинами в осадочных бассейнах Северной Африки, выделяются два горизонта граптолитовых сланцев в составе толщи Танеззуфт. По данным С. Люнинга с соавт. [Luning et al., 2000], растаявшие ледники оставили после себя особый гляциальный рельеф,

включавший долины и впадины, которые были разделены возвышенностями. Как только впадины заполнились водой, отчасти морской, отчасти талой, в них началось накопление черных глинистых осадков, содержащих большое количество чешуек слюды и обильные остатки граптолитов. В то же время на разделявших их возвышенностях продолжалась эрозия либо аккумуляровались более грубые терригенные отложения (рис. 2). В депоцентре бассейна Беркин граптолитовые сланцы нижнего горизонта, который сформировался в начале лландоверийского века (в рудданское время), характеризуются очень высоким содержанием $C_{орг}$ — до 26% (в среднем 17%). Мощность горизонта меняется от 15 м в Марокко до 48 м в Алжире, Перекрывающие его глинистые породы не обогащены ОБ.

Граптолитовые сланцы верхнего горизонта распространены значительно шире. В ливийских бассейнах Мурзук и Сирт граптолитовые сланцы свиты Танеззуфт имеют ранне-среднелландоверийский возраст. Толщина горизонта, однако, не превышает 12 м. На территории Туниса нижний (рудданский) горизонт отсутствует. Граптолитовые сланцы здесь замещены песчаниками, а верхняя пачка, где породы содержат значительную концентрацию ОБ, имеет средне-позднелландоверийский возраст [Luning et al., 2000]. Восточнее, на территории Египта граптолитовые сланцы с высоким содержанием ТОС отсутствуют [ibid.].

Граптолитовые сланцы в осадочных бассейнах Северной Африки выше по разрезу сменяются глинами и песчаниками верхнего силура. В эпоху крупной регрессии, начавшейся на рубеже силура и девона, здесь снова отлагались преимущественно песчаные

осадки. Они представлены аллювиальными, береговыми (бары) и приливно-отливными комплексами. Во впадине Беркин залежи УВ заключены в песчаниках эмского возраста (пачки F4 и F5), тогда как во впадине Иллизи коллекторами для газоконденсатной залежи месторождения Алрар служат баровые песчаники эйфельского и живетского возраста.

В аравийском сегменте палеозойской окраины Гондваны стратиграфические аналоги глин свиты Танеззуфт — граптолитовые сланцы, залегающие как в основании, так и в средней части разреза силурийских отложений. Это тонкослоистые глины темно-коричневого и черного цвета, содержащие многочисленные остатки граптолитов и тончайшие (0,5—1 мм) пропластки пирита. Граптолитовые сланцы нижнего горизонта распространены не повсеместно. В Иордании они приурочены к небольшим палеовпадинам в западной части района Риша, а также выявлены в зоне Жафр и Вади Сирхан. Разделяющие их поднятия были центрами позднеордовикского оледенения на Аравийском полуострове. Мощность граптолитовых сланцев нижнего горизонта в районе месторождения Риша колеблется от 12 до 50 м [Luning et al., 2005], отсюда он протягивается в бассейн Табук в Саудовской Аравии.

Аккумуляция осадков, которыми сложен верхний горизонт, происходила на фоне глобальной морской трансгрессии в конце лландоверийского — начале венлокского веков. Главная зона их распространения находилась во внешней части шельфа перед фронтом крупной речной дельты, выдвигавшейся в восточном направлении. Они характеризуются высоким уровнем

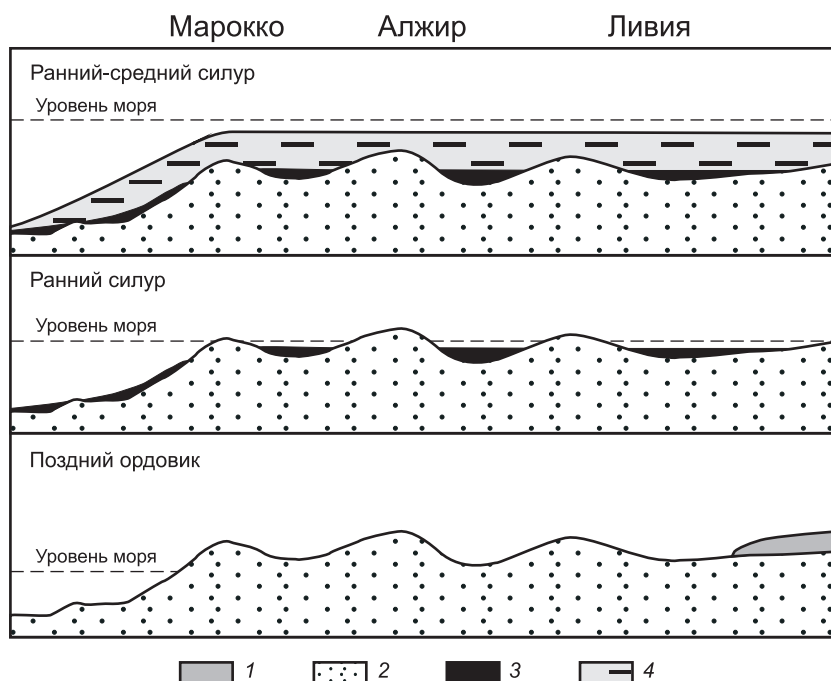


Рис. 2. Схема формирования свиты Танеззуфт, по [Luning et al., 2000]: 1 — ледниковый покров; 2 — доледниковые отложения; 3, 4 — глинистые илы с остатками граптолитов (3 — обогащенные ОБ, 4 — не содержащие высоких концентраций ОБ)

естественной радиоактивности (>400 град. API), что связано с обогащением ураном. ОВ, в составе которого преобладает водорослевый и аморфный материал, относится к I—II типу. В Ираке описываемые отложения выделяются в составе свиты Аккас, в Иране — свиты Кусайба, в Саудовской Аравии — свиты Калибах.

Не менее широкое распространение силурийские граптолитовые сланцы получили в разных регионах Западной Европы. В стратотипическом разрезе вблизи г. Моффат на южном нагорье Шотландии они залегают на толще верхнеордовикских пород свиты Хартфелл (мощность 48 м), сложенной светло-серыми алевритистыми глинами с участием горизонтов черных глин и прослоев метаботонитов. Граница ордовика и силура проводится в нижней части толщи глинистых пород свиты Беркхилл (мощность 43 м), на уровне 1,6 м выше основания, где появляются граптолиты *Parakidograptus accaminatus* и *Akidograptus ascensus*. Вместе с ними встречаются остатки хитинозоа и конодонтов. В разрезе свиты преобладают черные глины с обильными остатками граптолитов, включающие прослой серых алевритовых глин и метаботонитов [Cocks, 1985].

На Иберийском полуострове они известны не только в районе Центрального массива, но также в зоне Осса-Морено (в пограничном районе между Испанией и Португалией) и в Кантабрийской зоне. Разрез силура в Осса-Морено образован черными аргиллитоподобными глинами, на нескольких уровнях включающими прослой кремнистых и черных кремней. Пограничные слои между ордовиком и силуром здесь сложены песчаниками. В толще граптолитовых сланцев мощностью 150 м выделяются нижняя (120 м) и верхняя (20 м) пачки. Они разделены пачкой переслаивания темно-серых известняков и карбонатных аргиллитов, толщина которой не превышает 10—15 м. В породах присутствует много остатков граптолитов, что позволяет идентифицировать разные ярусы силура и нижнего девона. Так, граптолиты из черных сланцев и кремней свиты Папуда (район Вента дель Сьерро) указывают на лландоверийский и ранневенлокский возраст этих пород.

В конденсированном разрезе силура в зоне Барранкос (Португалия) на кварцевых песчаниках ордовика залегают черные глины свиты Ксistos ком Нодулос мощностью 80 м. В основании разреза свиты выделяется пачка переслаивания черных глин и лиддитов (от 5 до 8—10 м), которые перекрыты 20—30-метровой толщей черных глин с редкими горизонтами кремнистых конкреций. В кровле свиты черные глины замещаются серыми алевролитами с тонкими линзовидными пропластками песчаников, которые в свою очередь перекрыты черными глинами верхней граптолитовой пачки, известной как Ксistos Радайос. Возраст этих отложений пржидольский, причем граница между силуром и девоном проводится в верхней части пачки. Таким образом, нижнедевонские отложения (лохковский ярус) сложены такими же черными граптолитовыми сланцами, что и силурийские.

В Центрально-Иберийской зоне черные граптолитовые сланцы присутствуют только в лландоверийской и венлокской секциях силурийского разреза, тогда как верхние его подразделения (лудлов и пржидолий) представлены переслаиванием алевролитов и песчаников. По мнению М. Робардета и Х. Гутиеррес-Марко, Иберийский полуостров вплоть до ранней фазы вариссийских движений находился в составе шельфовой зоны северной окраины Гондваны и отделился от нее, вероятно, в конце девона [Robardet, Gutierrez-Marco, 2004].

В Кантабрийской зоне на северо-западе Испании силурийские отложения с несогласием залегают на породах среднего ордовика, представленных черными глинами свиты Суэве. В нижней части разреза силура выделяется толща темно-серых и черных граптолитовых сланцев свиты Формигосо мощностью 70 м, возраст которой определен как лландоверийско-венлокский. Они перекрыты верхнесилурийскими пестроцветными песчаниками свиты Фурада Сан Педро, которые вверх по разрезу сменяются девонскими породами карбонатного состава [Maio et al., 2011]. В районе Барен во французских Пиренеях нижнесилурийские черные глины характеризуются высоким содержанием C_{org} (в среднем около 7,4%), в то время как верхнесилурийские породы того же состава содержат меньше C_{org} (в среднем 3,7%). Другое отличие — присутствие CaO и Na_2O в количестве 1,07 и 0,9—1,58% соответственно. Появление Na_2O связывают с парагонитом, который здесь находится в ассоциации с мусковитом, хлоритом и кварцем. В образцах черных глин из верхней пачки идентифицирован и другой редкий минерал — марказит. Оба минерала встречаются только в породах позднесилурийского возраста [Saure, Vegas, 1987].

Граптолитовые сланцы силурийского возраста известны и в других частях Франции, например, в синклинии Менес-Белэр Армориканского массива. В силурийский период он находился в составе континентального блока Арморика, который вместе с другим небольшим блоком, отделившимся от Гондваны, — Перуникой, перемещался на север в направлении континента Балтика (рис. 3). Граптолитовые сланцы здесь представлены черными тонкозернистыми аргиллитоподобными трещиноватыми породами с высоким содержанием C_{org} . Для них характерны тончайшая слоистость (толщиной 0,1 мкм), присутствие угловатых зерен кварца и чешуек мусковита, ориентированных по простиранию.

Помимо граптолитов в породе присутствует много других микрофоссилий. Среди них акритархи, хитинозоа, спороморфы и фрагменты кутикулы. Отсутствие бентосных остатков свидетельствует об аккумуляции осадков в аноксических условиях. Исследования, проведенные в других частях Армориканского массива, выявили присутствие граптолитовых сланцев в аренигских отложениях, а также в основании лландоверийской части разреза [Dabard, Paris, 1986].



Рис. 3. Граптолитовые сланцы на окраинах материков Балтика, Гондвана и Лаврентия в разные эпохи силурийского периода. Палеогеографическая реконструкция, по [Pickering, Smith, 1995] (с изменениями): 1 — современные контуры континентов; 2 — границы континентов в палеозое; 3 — утоненная континентальная кора; 4 — зоны коллизии; 5—6 — граптолитовые сланцы: 5 — ниже- и 6 — средне-силурийские. I—II — микроконтиненты: I — Богемский массив (Перуника), II — Иберийский и Армориканский массивы

Наиболее распространены в пределах Армориканского массива венлокские граптолитовые сланцы. В синклинали Бриттани они образуют горизонт мощностью несколько метров, который залегает в основании свиты Тавель. Это породы карбонатно-глинистого состава, помимо граптолитов содержащие раковинки бивальвий и брахиопод. Анализ фаунистических остатков указывает на поздневенлокский возраст отложений. Образцы черных глин из лудловской части разреза обогащены Al_2O_3 . С помощью дифрактометрического анализа установлено присутствие в пелитовой фракции пиррофиллита — глинистого минерала, который образуется на самой ранней стадии метаморфизма за счет разрушения каолинита [Dabard, Paris, 1986].

Перуника, присоединившаяся к континенту Балтика в девоне, включала Богемский (Чешский) массив и Саксо-Тюрингскую зону. В основании палеозойского разреза Баррандова синклинория — небольшого прогиба, вытянутого с юго-запада на северо-восток на 100 км и обрамленного более древними породами Богемского массива, находится толща «немых» нижнекембрийских конгломератов мощностью до 1000 м. Они с несогласием залегают на размытой поверхности протерозойских пород, выше залегают палеонтологически охарактеризованные породы среднего отдела кембрийской системы — морские отложения, местами обогащенные ОВ. Их перекрывают терригенные образования ордовика, а также породы силура

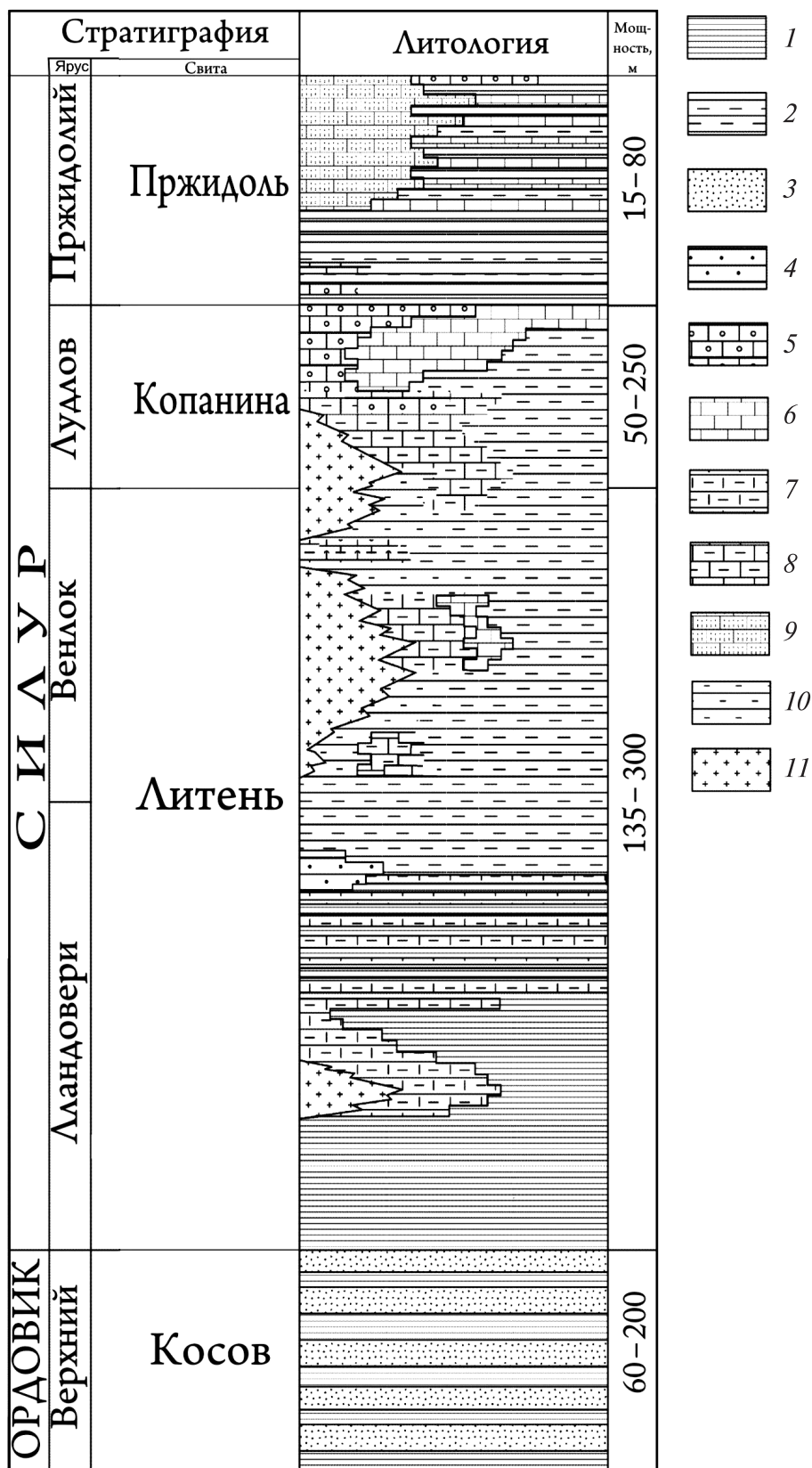


Рис. 4. Строение разреза верхнеордовикских и силурийских отложений в районе Баррандова синклиория (Чехия), по [Suchy et al., 2002]: 1–10 — отложения: 1 — граптолитовые сланцы, 2 — аргиллиты, 3 — песчаники, 4 — силициты, 5–9 — известняки (5 — цефалоподовые, 6 — биокластовые, 7 — микритовые, 8 — глинистые, 9 — туфогенные), 10 — туфы и туффиты; 11 — магматические породы

и девона, включающие горизонты и пачки граптолитовых сланцев.

В силурийской части разреза выделяются две толщи — одна сложена тонкозернистыми породами шельфового генезиса свиты Литень, в значительной степени обогащенными ОВ, другая — отложениями континентального склона, которые аккумуляровались в зоне действия подводных вулканов и выделяются в составе свиты Копанина (рис. 4). Венчают разрез силура породы свиты Пржидолой. В Баррандовом синклинории они представлены ритмичным чередованием темных микритовых известняков и темно-коричневых известковых аргиллитов. Эти отложения накапливались на континентальном склоне — первые были отложены мутьевыми потоками, вторые накапливались *in situ* в неритовых обстановках. Разрез пржидольского яруса в Баррандовом синклинории — стратотипический для верхнего отдела силурийской системы.

В разрезе свиты Литень выделяются три пачки. Нижняя пачка, подсвита Желковице, сложена темно-серыми расслаивающимися аргиллитами и кремнистыми сланцами с характерной миллиметровой слоистостью. Их формирование происходило в период таяния ледников, покрывавших в позднем ордовике Североафриканскую и Бразильскую зоны континента Гондвана. Выше выделяются породы подсвиты Литоглави — пачка переслаивания известковых аргиллитов с граптолитовыми сланцами, в слабой степени обогащенных ОВ. Их перекрывают черные граптолитовые сланцы подсвиты Мотол, которые накапливались в эпоху обширной морской трансгрессии в среде, обедненной кислородом. Глубина аккумуляции граптолитовых сланцев не превышала 150–200 м [Suchy et al., 2002].

Наиболее высокая концентрация ОВ в разрезе палеозойских отложений Баррандова синклинория установлена в граптолитовых сланцах лландоверийской части свиты Литень, где содержание $C_{орг}$ колеблется от 1,8 до 4%. Повышенным содержанием ОВ характеризуются также отложения лудловского возраста [ibid.]. Значение водородного индекса НІ в граптолитовых сланцах не превышает 94 мг УВ/г $C_{орг}$, зато величина генетического потенциала ($S_1 + S_2$) составляет 2,39 кг УВ/т породы, что может свидетельствовать об их довольно высоком нефтегазоматеринском потенциале до преобразования в ката- и метагенезе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вялов В.И., Миронов Ю.Б., Неженский И.А. О металлоносности диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 5. С. 19–23.

Горная энциклопедия / Гл. ред. Е.А. Козловский. М.: Сов. энциклопедия, 1984–1991. Т. 2. С. 125–127.

Егоров В.А. История формирования и возможная нефтегазоносность Среднерусского бассейна: Автореф. канд. дисс. М., 1975. 24 с.

В Саксо-Тюрингской тектонической зоне Южной Германии выделены две толщи граптолитовых сланцев. Нижняя толща имеет лландоверийский (рудданско-теличский) возраст, а ее мощность меняется от 35 до 40 м, верхняя толща приурочена к пржидольскому ярусу верхнего силура и лохковскому ярусу нижнего девона. Мощность горизонта верхнесилурийских сланцев не превышает 1 м. В составе нижней толщи присутствуют кремнистые конкреции. Из Тюрингии эти отложения протягиваются в Австрию, в Доломитовые Альпы [Verniers et al., 2008].

Заключение. Основными ареалами аккумуляции граптолитовых сланцев в ордовикский период были окраины Балтики, Лаврентии и Гондваны в океане Япетус. Один из поясов, северный, протягивался из южных периферийных районов Балтийского щита в Аппалачский бассейн Лаврентии, другой, южный, — из осадочных бассейнов африканско-аравийской окраины Гондваны на шельф и склон южной окраины Лаврентии, в ныне Пермский и Западный Внутренний бассейны и пояс Уачита. В силурийский период южный (северогондванский) пояс стал играть ведущую роль. Северный пояс включал южные районы Балтики и сближавшиеся с ней микроконтиненты Арморика, Перуника и Иберика. В осадочных бассейнах Лаврентии силурийские граптолитовые сланцы не получили широкого распространения. Они известны лишь в восточной части Гренландии и в Мичиганском бассейне.

Вклад палеозойских граптолитовых сланцев в генерацию УВ, сформировавших многочисленные залежи нефти и газа по всему миру, весьма велик. По данным Г. Ульмишека и Г. Клемме, нефтегазоматеринские породы ордовикского и силурийского возраста, большинство из которых являются граптолитовыми сланцами, генерировали до 9% всех запасов УВ, открытых к концу XX столетия [Ulmishek, Klemme, 1991]. В отдельных регионах этот вклад был значительно выше. Полагают, что силурийскими граптолитовыми сланцами было продуцировано от 80 до 90% УВ, находящихся в залежах гигантских нефтяных месторождений Северной Африки. Им также приписывают главную роль в формировании газовых месторождений Аравийского полуострова Южный Парс и Северный Купол, в которых заключены гигантские, крупнейшие в мире запасы природного газа.

Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006.

Рич П.В., Рич Т.Х., Фентон М.А. Каменная книга. Летопись доисторической жизни. М.: МАИК «Наука», 1997.

Cocks L.R.M. The Ordovician-Silurian Boundary // Episodes. 1985. Vol. 8, N 2. P. 98–100.

Dabard M.-P., Paris F. Paleontological and geochemical characteristics of Silurian black Shale formation from the central Brittany domain of the Armorican massif (NW-France) // Chem. geology. 1986. Vol. 55. P. 17–28.

Erdtmann B.-D. The Post-Cadomian Early Palaeozoic tectonostratigraphy of Germany // *Ann. Soc. Geol. de Belgique*. 1991. Vol. 114. P. 19–43.

Galeazzi S., Haddade N., Blanpied C. Regional geology and petroleum systems of the Illizi-Berkine area of the Algerian Saharan platform: an overview // *Se'minaire de Geologie Petrolie're. SGP 4 – Sonatrach*. Algiers, 2001. 23 p.

Luning S., Craig J., Loydell D.K. et al. Lower Silurian “hot shales” in North Africa and Arabia: regional distribution and depositional model // *Earth Sci. Rev.* 2000. Vol. 49. P. 121–200.

Luning S., Shahin Y.M., Loydell D. et al. Anatomy of a world-class source rock: Distribution and depositional model of Silurian organic-rich shales in Jordan and implications for hydrocarbon potential // *AAPG Bull.* 2005. Vol. 89, N 10. P. 1397–1427.

Maio F., Aramburu C., Underwood J. Geochemistry of Ordovician and Silurian black shales, Cantabrian zone, Asturias and Leon provinces, NW Spain // *AAPG Intern. conference and exhibition* // *Search and discovery article*. 2011. N 50529. 5 p.

Misch P., Oles K. Stratigraphic and structural studies in the Ouachita Mountains, Oklahoma and Arkansas // *Stratigraphic and structural evolution of the Ouachita mountains and Arkoma basin, SE Oklahoma and W Arkansas*. The University of Oklahoma, 2008. P. 43–86.

Pickering K.T., Smith A.G. Arcs and back-arc basins in the Lower Paleozoic circum-Atlantic // *Island Arc*. 1995. Vol. 4. P. 1–67.

Robardet M., Gutierrez-Marco J.C. The Ordovician, Silurian and Devonian sedimentary rocks of the Ossa-Morena zone (SW Iberian Peninsula, Spain) // *J. Iberian geologic*. 2004. Vol. 30. P. 73–92.

Ryder R., Burness R., Hateh J. Black shale source rocks and oil generation in the Cambrian and Ordovician of the Central Appalachian basin // *AAPG Bull.* 1998. Vol. 62, N 3. P. 412–442.

Saupe F., Vegas Gh. Chemical and mineralogical composition of black shale (Middle Paleozoic of the Central Pyrenees, Haute-Garonne, France) // *Mineral. Mag.* 1987. Vol. 51. P. 357–369.

Suchy V., Sykorova I., Stejskal M. et al. Dispersed organic matter from Silurian shales of the Barrandian basin, Czech Republic: optical properties, chemical composition and thermal maturity // *Intern. J. Coal Geology*. 2002. Vol. 53. P. 1–25.

Ulmishek G.F., Klemme H.D. Effective petroleum source rocks of the world: stratigraphic distribution and controlling depositional factors // *AAPG Bull.* 1991. Vol. 75. P. 1809–1851.

Verniers J., Maletz J., Kriz J. et al. Silurian // *The Geology of Central Europe* // *Geolog. Soc. of London*, 2008. Ch. 6. P. 249–302.

Поступила в редакцию
05.10.2013