

Б. А. КЛУБОВ, К. Э. УРОВ

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТВЕРДЫЕ БИТУМЫ
КУКЕРСКОГО ГОРИЗОНТА ПРИБАЛТИЙСКОГО СЛАНЦЕВОГО
БАСЕЙНА В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ**

Несмотря на то, что кукерситы изучаются более 60 лет, единства взглядов на условия их образования и природу встречающихся в них твердых битумов до сих пор нет. В 1983 г. по этому вопросу был собран богатый и во многом новый материал, который подвергли всестороннему изучению в литологическом, битуминологическом и геохимическом плане. Химические анализы проводили в лаборатории геологии нефти и газа Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института Дальневосточного научного центра (СВКНИИ ДВНЦ) (г. Магадан) под руководством О. В. Щербаня (он же принимал непосредственное участие в полевых исследованиях 1983 г.) и в Институте химии АН ЭССР (г. Таллин). Результаты исследований и анализ опубликованных данных обобщены в предлагаемой статье.

При сравнительно выдержанной мощности отдельных прослоев и кукерского горизонта в целом имеет место существенная изменчивость состава отдельных литотипов, содержания в них органического вещества (ОВ) и степени его битуминозности (битумоидный коэффициент $\beta_{\text{ОВ}}^{\text{ХВ}}$). Для пород одного и того же слоя разница в выходе нерастворимого в HCl остатка (НО) может быть иногда почти двукратной, разница в содержании C_o — двух-четырёхкратной, в выходе хлороформенных

Таблица 1

Изменение мощности, выхода нерастворимого остатка и основных битуминологических характеристик отдельных слоев кукерского горизонта по простиранию с запада на восток

Слой	Мощность, м НО, %		C_o , %*	ХВ, %	$\beta_{\text{ОВ}}^{\text{ХВ}}$
В (верхи слоя 2) «Плита» (двойная плита)	0,48—0,20	78,17—70,40	19,74—28,07	0,140—0,047	0,52—0,12
D	0,25—0,25 0,11—0,03 0,16—0,08	15,80—28,50 75,00—39,80	0,52—2,07 19,79—6,17	0,003—0,032 0,068—0,037	0,40—1,20 0,25—0,44
E	0,35—0,56	72,25—41,53	21,40—9,58	0,082—0,149	0,28—1,16

Примечание. Первое значение — для западной точки, второе — для восточной: минимальное расстояние между сравниваемыми объектами около 45 км, максимальное около 70 км.

* Для пересчета C_o на ОВ использовали коэффициент 1,35 исходя из того, что ОВ в кукерском горизонте находится на стадии преобразованности B_3 [1].

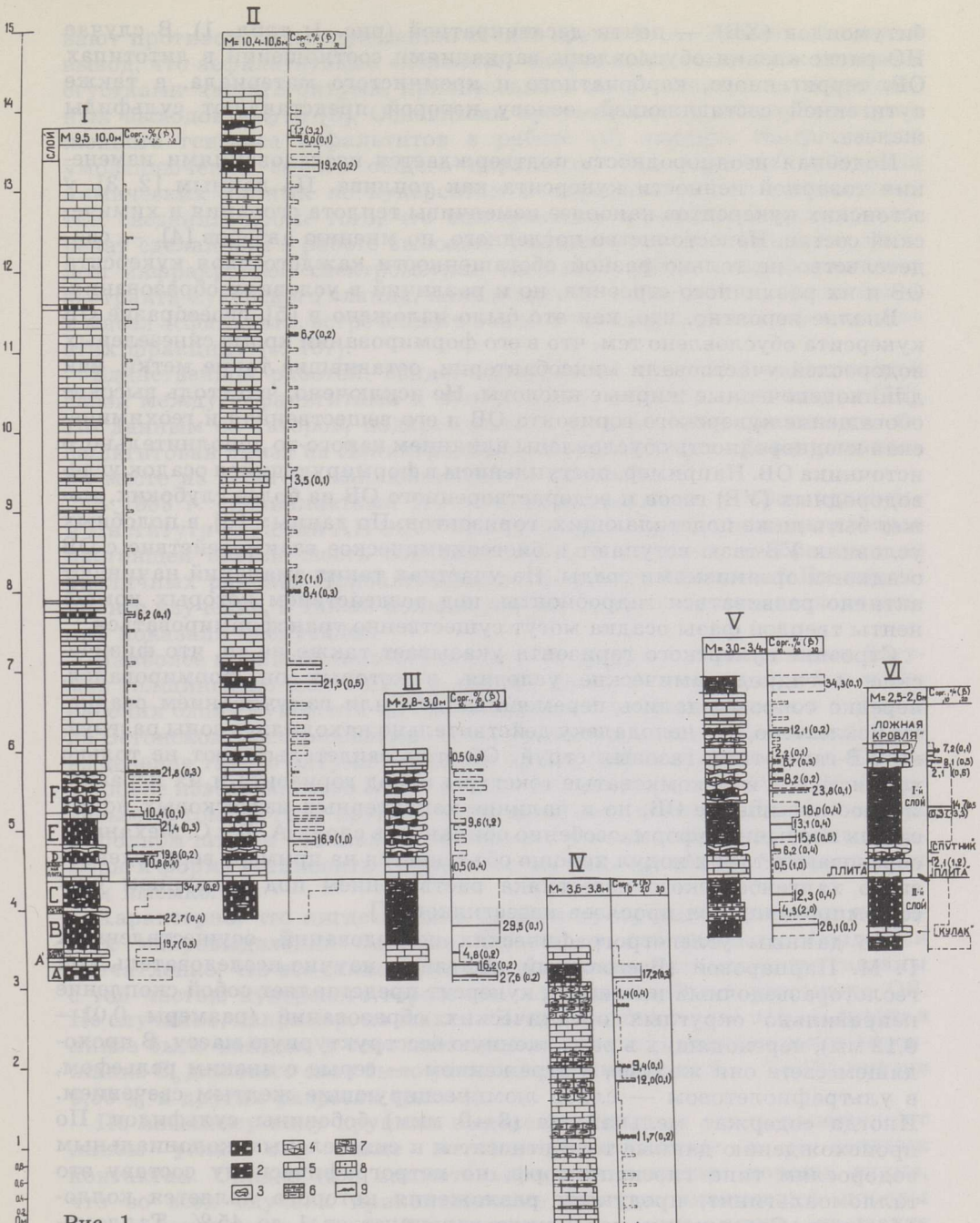


Рис. 1

Схема сопоставления разрезов кукерского горизонта (по материалам полевых работ 1983 г.; составитель В. А. Клубов): I — разрез «Октябрьский»; II — разрез «Вийвиконна»; III и IV — разрез «Нарвский» (III — выездная траншея № 3, IV — № 1-4); V и VI — шахта «Ленинградская» (поле шахты № 3: V — район сборного штрека № 1521-22, VI — район 53-го откаточного штрека). Условные обозначения: 1 — горючий сланец обычной текстуры (кукерсит), 2 — то же, волнисто-комковатой текстуры, 3 — нодулы (комковатые обломки) известняков, 4 — известняки с бугристыми поверхностями напластования, 5 — массивные доломитистые известняки, 6 — глинистые известняки и мергели, 7 — неравномерно окремненные известняки, 8 — среднезернистый доломитизированный известняк с порами перекристаллизации, 9 — линза асфальтита в кровле слоя известняков «плита»

битумоидов (ХВ) — почти десятикратной (рис. 1; табл. 1). В случае НО расхождения обусловлены вариациями соотношений в литотипах ОВ, терригенного, карбонатного и кремнистого материала, а также аутигенной составляющей, основу которой представляют сульфиды железа.

Подобная неоднородность подтверждается исследованиями изменения товарной ценности кукерсита как топлива. По данным [2, 3], у эстонских кукерситов наиболее изменчивы теплота сгорания и химический состав. Непостоянство последнего, по мнению авторов [4], — свидетельство не только разной обогащенности каждого слоя кукерсита ОВ и их различного строения, но и различий в условиях образования.

Вполне вероятно, что, как это было изложено в [5], своеобразие ОВ кукерсита обусловлено тем, что в его формировании кроме синезеленых водорослей участвовали миксобактерии, оставившие такие метки, как длинноцепочечные жирные кислоты. Не исключено, что столь высокое обогащение кукерского горизонта ОВ и его вещественная и геохимическая неоднородность обусловлены влиянием какого-то дополнительного источника ОВ. Например, поступлением в формирующийся осадок углеводородных (УВ) газов и водорастворенного ОВ из более глубоких, может быть даже подстилающих, горизонтов. По данным [6], в подобных условиях УВ-газы вступают в биогеохимическое взаимодействие с ОВ осадков и организмами среды. На участках таких эманаций начинают активно развиваться гидробионты, под воздействием которых компоненты твердой фазы осадка могут существенно трансформироваться.

Строение кукерского горизонта указывает также на то, что физические и гидродинамические условия, в которых он формировался, нередко сопровождалось перемещиванием или взмучиванием осадка. Не исключено, что неподалеку действительно находились зоны разгрузки УВ-газов типа газовых струй. Об этом свидетельствуют не только волнистые и/или комковатые текстуры пород горизонта и их неравномерное насыщение ОВ, но и наличие характерных известковых нодул самых необычных форм, особенно обильных в слоях А, В и С. Механизм образования таких нодул хорошо объясняется на примере верхнедевонского хангенбергского известняка растворением под давлением уже сформировавшихся прослоев известняков [7].

По данным углепетрографических исследований, осуществленных Г. М. Парпаровой (Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт), кукерсит представляет собой скопление неправильно округлых органических образований (размеры 0,01—0,12 мм), переходящих в разложенную бесструктурную массу. В проходящем свете они желтые, в отраженном — серые с низким рельефом, в ультрафиолетовом — слабо люминесцирующие желтым свечением. Иногда содержат мельчайшие (3—9 мкм) бобовины сульфидов. По происхождению данные тела относятся к синезеленым колониальным водорослям типа глоекапсоморф, по петрографическому составу это талломоальгинит, продуктом разложения которого является коллоальгинит. Содержание последнего варьирует от 1 до 45%. Талломоальгинитом сравнительно обогащено (25—45%) ОВ кукерситов разреза «Октябрьский», в ОВ известняков шахты «Ленинградская» и разреза «Вийвиконна» его несколько меньше. Коллоальгинит в изученных образцах желтого цвета, слабо люминесцирует в желтых тонах, значение его показателя преломления 1,490—1,522. В ОВ коллоальгинит составляет 55—100%. Для химического состава ОВ кукерситов характерно высокое содержание водорода (8,98—9,98%) и низкое — азота и серы (соответственно 0,35—1,13 и 0—3,38%), а также повышенный выход летучих веществ (92,8—96,5%).

Одним из наиболее интересных элементов кукерского горизонта являются твердые битумы, которые известны давно, но до сих пор вызы-

вают противоречивые суждения. В свое время В. А. Успенский сделал вывод, что асфальтитовые «лепешки» скорее всего были уже готовыми сгустками чистого битума, привнесенного из размывавшихся удаленных выходов нефти [8]. Основными аргументами в пользу переотложенного генезиса асфальтитов в работе [9] явились геологические умозаключения самого общего характера. Что касается сравнения химических данных по кукерситам и асфальтитам, то приведенные там сведения, кроме того, что они неполны и разноречивы, противостоят сделанным в работе выводам. Например: «...исследование методом инфракрасной спектрометрии масляной части хлороформенного экстракта кукерского сланца, находящегося в контакте с асфальтитом, и масел асфальтита, встреченного в нем, не показало различий в составе этих фракций» (с. 107).

Единственной работой, свидетельствующей о прямой генетической связи между асфальтитами и кукерситами, остается пока статья [10]. По данным ее авторов, подкрепленным химическими анализами, асфальтитовая линза на Ленинградском месторождении сформировалась на месте из керогена заключающих ее сланцев.

В 1983 г. специалистами ПО «Ленинградсланец» и «Эстонсланец» и Института геологии АН ЭССР было передано в распоряжение авторов настоящей статьи шесть образцов твердых битумов, отобранных из различных районов Прибалтийского сланцевого бассейна.* Их всестороннее изучение, а также полный анализ данных других исследователей показали следующее.

Наиболее крупные линзообразные тела твердых углеподобных битумов толщиной до 0,05—0,1 м и длиной до 2,0 м встречены в 1-м и 2-м рабочих слоях кукерсита на Ленинградском месторождении и в слое В на Эстонском месторождении (табл. 2). Весьма интересное линзовидное выделение такого битума размером $0,05 \times 0,80$ м обнаружено в 1978 г. в кровле известнякового слоя «плита» геологом шахты № 3 А. М. Ковалевым. В том же году крупное включение асфальтита найдено в слое Д в сборном штреке 701 шахты «Эстония». К сожалению, его точные размеры и форму установить не удалось, так как этот объект был разрушен при выемке.

Характерно, что нигде выше в разрезе кукерского горизонта подобных макровыделений битумов больше не наблюдалось. Создается впечатление, что все самые крупные выделения битумов тесно связаны с той частью кукерского горизонта, которая наиболее обогащена ОВ. Не случайно, например, на шахте «Ленинградская», где асфальтитовая линза была найдена в слое известняков «плита», максимальное содержание S_o для этого слоя было установлено именно там — 2,10 % против 0,50 % в других разрезах (рис. 1).

По внешнему виду крупные выделения битумов очень напоминают линзы угля: они такие же неровно-волнистые в и верхних контактах. Однако при внимательном рассмотрении хорошо видно, что во всех случаях приконтактные участки вмещающей породы имеют более темный цвет. В известняковом пласте «плита» на шахте «Ленинградская» такая темно-окрашенная оторочка сверху и снизу соразмерна с толщиной самой асфальтитовой линзы. В этой оторочке на расстоянии до 0,5 см от линзы встречаются каверны (до 5—10 мм), заполненные асфальтитом с раковистым изломом и флюидалной текстурой. Кроме того, в кукерситах часто наблюдаются мелкие (до 5—8 мм) линзовидные и изометрические кусочки асфальтита. Наконец, в большинстве случаев в самом битуме просматриваются включения и как бы

* Особую признательность за образцы и всяческое содействие авторы выражают А. Д. Прохорову («Ленинградсланец»), С. С. Баукову и В. А. Пуура (ИГ АН ЭССР), а также Г. Ю. Юргенфельду («Эстонсланец») и Х. А. Кунделю (НИИсланцев).

Описание отдельных образцов твердых битумов Прибалтийского бассейна, %

Местонахождение	Слой, № образца	Автор коллекции (год сбора)	Элементный состав				Групповой состав				Асфальтены
			С	Н	S	N	O	Масла	Смолы		
									метано-нафтен-новые УВ	ароматические УВ	
Мыс Тойла	Глауконитовый песчаник сепп	К. К. Мююрин	82,90	9,3	2,30	1,57	1,98	17,20	15,8	12,7	55,5
Ш а х т ы	?	П. Когерман (1930—31)	86,86	9,09	0,64	1,69	1,72	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
«Кукрузе»	?	Е. М. Люткевич (1961)	84,90	8,90	0,73	1,20	4,27	2,44	17,5	1,80	75,2
«Сомпа»	В, ЭК13-1	С. С. Бауков	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	5,59	1,25	24,84	68,3
«Виру»	В, ЭК14-1	Г. Ю. Юргенфельд (70-е)	81,94	5,41	0,4	»	»	5,36	1,47	46,83	46,3
«Таммику»	В, ЭК15-1	То же	Не опр.	Не опр.	Не опр.	»	»	6,38	Не опр.	14,89	78,7
«Кивийли»	В, ЭК16-1	»	»	»	»	»	»	1,20	2,39	31,74	64,67
«Эстония»	Д	В. А. Каттай (1978)	87,80	9,01	0,55	1,15	1,49	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
«Ленинградская»	«Плила», ЭК1	А. М. Ковалев (1978)	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	8,56	»	33,33	58,11

прорастания кукерсита, а также обломки характерной для кукерского горизонта фауны. Все это служит подтверждением того факта, что в то время, когда кукерская пачка была еще недостаточно уплотнена, битум имел жидкую консистенцию.

Маловероятно, чтобы рассматриваемый битум поступал в кукерский горизонт извне по трещинам, так как во всем нижнем палеозое Прибалтики никаких следов перетока битумов из горизонта в горизонт нет. Наконец, если бы такой переток существовал, то асфальтитовые линзы, ныне четко приуроченные к нижней части кукерского горизонта, были бы распространены значительно шире.

Тогда, может быть, это действительно были «лепешки» или «гальки» густого битума, попавшего в осадок кукерского моря в готовом виде? В настоящее время подобное явление известно в Мертвом море в Палестине. Однако в древних толщах переотложенные битумы до сих пор нигде не встречены. Тем более трудно представить, что они сохранились в слоях, возраст которых около 450 млн. лет.

Сейчас хорошо известно, что все нефтепродукты, а также природные углеводородистые вещества в условиях гипергенеза, тем более на водной поверхности, подвергаются очень быстрой биодеградации. При этом в первую очередь резко уменьшается концентрация *n*-алканов, затем *изо*-алканов, нафтенов и моноароматических УВ [11]. Кроме того, водами вымываются низкомолекулярные триароматические стераны состава C_{20} — C_{22} . Относительно устойчивыми остаются лишь некоторые моноароматические стераны (C_{27}) [12], смолистые и асфальтеновые компоненты.

Таким образом, если исходить из версии о переотложенном характере исследуемых битумов, то в условиях относительно непродолжительного и примерно сходного воздействия факторов гипергенеза, в осадок кукерского горизонта должны были попасть, во-первых, битумы со сходным составом, а во-вторых, те из них, в УВ-части которых преобладают ароматические компоненты. Однако факты свидетельствуют о том, что все изученные битумы весьма различны даже в пределах одного слоя (табл. 2). Если по элементному составу, полной растворимости и другим физическим свойствам это все гильсониты, то по групповому составу они ближе к альбертитам. Лишь единичные образцы по большинству показателей могут квалифицироваться как гильсониты.

Но самое главное то, что, вопреки предлагаемой схеме, в УВ-части большинства исследованных авторами битумов преобладают метаново-нафтеновые компоненты, а в некоторых ароматические УВ вообще не установлены.

Наконец, еще одно обстоятельство. В кукерском горизонте расстояние по вертикали между самыми нижними и самыми верхними линзовидными включениями битумов достигает 1,5—2,0 м, что соответствует разнице в возрасте по меньшей мере в несколько сотен тысяч лет. Трудно представить столь длительное сохранение одних и тех же или близких источников, из которых так долго поступали бы в кукерские осадки переотлагавшиеся битумы.

Таким образом, остается один вывод: твердые битумы кукерского горизонта являются автохтонными образованиями, которые относят к так называемым «незрелым» нафтидам (асфальтам) [13] или первично-миграционным битумам — вторым протонафтидам [14]. Такие битумы в природе известны давно, но их генетическая суть стала осознаваться сравнительно недавно. Почти повсеместно они распространены в толщах, обогащенных планктоногенным водорослевым ОВ, достигшим сравнительно невысоких стадий превращения — не выше B_3 - D_1 .

В мезозойских горючесланцевых отложениях некоторых районов Центральной Азии такие битумы (асфальты) образуют обильные натечки и примазки по трещинам в горючих сланцах [15]. Асфальтиты

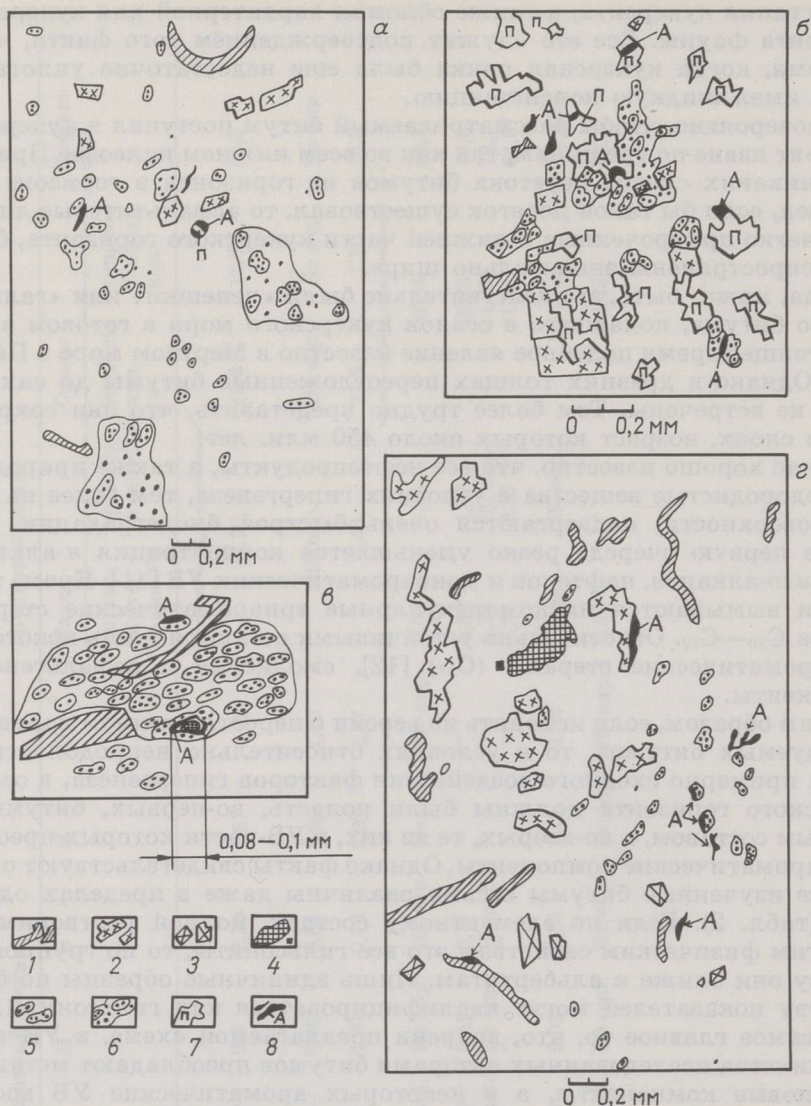


Рис. 2

Характер взаимоотношения форменных элементов и битумов в породах кукерского горизонта (зарисовки петрографических шлифов): *a* — обр. ЭК 11-2: известняк слабо перекристаллизованный хемогенно-органиогенный (слой «двойная плита», разрез «Вийвиконна»); *b* — обр. ЭК 11-7: известняк неравномерно перекристаллизованный доломитистый с многочисленными порами перекристаллизации (слой 0,2 м в верхней половине кукерского горизонта, разрез «Вийвиконна»); *в* — обр. ЭК 8-6: известняк комковатый детритовый доломитистый (слой «спутник», шахта «Ленинградская»); *г* — обр. ЭК 8-1: центральная часть шлифа кукерсита, C_0 28,07% (нижняя часть 2-го рабочего слоя, шахта «Ленинградская»). Условные обозначения: 1 — фрагменты фаунистических остатков, 2 — участки перекристаллизации (увеличение размера кристаллических индивидов кальцита и/или доломита), 3 — отдельные фенокристаллы доломита или кальцита, 4 — выделения и отдельные зернистые образования сульфидов железа, 5 — комочки ОВ, иногда неравномерно сульфидизированные, 6 — участки скопления комочков ОВ, 7 — поры перекристаллизации, 8 — выделения темно-бурых и почти черных (изотропных) битумов типа асфальта-асфальтита

подобного генезиса описаны в куонамском горизонте Сибирской платформы [16]. В доманикоидах востока Русской платформы такие битумы образуют примазки в глинистых горючих сланцах, а также выполняют полости скелетных остатков фауны и полости внутри выделений коллофанита, кальцита, доломита и халцедона [17].

Важным примером служат находки битумов в сланцеватых аргиллитах и мелкозернистых водорослевых известняках перми юго-восточной части Балтийской синеклизы, находящихся на стадии углефикации B₂ [18]. Чем выше содержание ОВ в таких толщах, а также чем благоприятнее в них соотношение материнских (горючие сланцы, известняковые битуминозные аргиллиты, мергели) и коллекторских типов (главным образом известняки, кремнистые и доломитизированные известняки), тем обильнее выделения первично-миграционных битумов [14].

Долгое время считалось, что степень катагенетической преобразованности ОВ кукерситов отвечает стадии B₂ [19]. Однако новейшие исследования (см. [1]) показали, что появление в ОВ кукерсита двух диастереомеров гопапа С₃₁ «нефтяного» ряда однозначно свидетельствует о значительно большей преобразованности этого ОВ. По данным исследования УВ-газов образца кукерсита из шахты «Ахтме» установлено, что степень углефикации его ОВ достигла стадии B₃.

Этот вывод принципиально подтверждается по индексу окраски конодонтов (ИОК), определенному М. Х. Гагиевым (СВКНИИ). Конодонты были обнаружены им почти во всех образцах коллекции 1983 г. Их комплексы весьма однообразны. Это главным образом мультиэлементные аппараты *Prioniodus variabilis* Bergström, *Drepanodus cf. suberectus* (Branson et Mehl) и *Semiaconodius cornuformis* (Sergeeva). Окраска конодонтов во всех пробах совершенно идентичная — светло-желтая. При сравнении с эталонной коллекцией Эпштейн-Харрис установлено полное совпадение этой окраски с индексом 1,5, что вполне соответствует градации катагенеза МК₂ [20]. Если принять за основу среднюю величину катагенеза, то есть градацию МК₁, то вряд ли у кого могут возникнуть сомнения в том, что в кукерском горизонте происходили процессы генерации и внутреннего перемещения жидких компонентов ОВ.

Веские доказательства этого получены при изучении шлифов. Установлено, что по степени перекристаллизации известняки горизонта весьма различны. Если в некоторых прослоях перекристаллизацией затронуты только отдельные, и небольшие, участки известняка, а остальная часть состоит из микритового материала, редких скоплений ОВ и остатков фауны (рис. 2, а), то в прослоях известняков с большей долей доломитового материала перекристаллизацией охвачены крупные участки и сформированы довольно большие (до 0,2 мм) и многочисленные поры (рис. 2, б).

Во всех литотипах обнаружен талломоальгинит как в виде единичных комочков (в известняках), так и в виде скоплений (в кукерситах). ОВ почти всегда в той или иной мере «заражено» сульфидами железа, образующего почковидные вкрапления внутри комочков и по их периферии. Иногда по таким комочкам или их скоплениям, особенно имеющим темно-бурый оттенок, развиваются выделения черных изотропных битумов типа асфальтов-асфальтитов. Они образуют обволакивающие пленки по сульфидным стяжениям внутри комочков талломоальгинита или по его краям (рис. 2, в).

Такой же битум обнаружен и в известняках, где он образует отдельные линзовидные выделения внутри микритовой массы, по краям перекристаллизованных участков (рис. 2, г) и в порах (рис. 2 а, б). Все выделения битумов имеют очень маленькие размеры — обычно 0,08—0,1 мм, редко 0,5—0,6 мм, и, хотя встречаются почти по всему разрезу и во всех литотипах, диагностируются довольно трудно, особенно

в кукурситах. Такая редкая встречаемость битумов вполне объясняет не только очень низкую степень битуминозности ОВ почти всех литотипов горизонта (см. рис. 1), что уже отмечалось в начале статьи, но и то, что такие крупные выделения твердых битумов, как линзы, были и остаются экзотическими образованиями.

Среди геохимических доказательств генетического родства твердых битумов и жидких экстрактов ОВ кукурситов (ХБ) главными являются следующие.

Первое основывается на сходстве ИК-спектров масел ХБ кукурсита и асфальтита, что уже подчеркивалось цитатой, взятой из работы

Таблица 3

Элементный состав смол хлороформенных битумоидов кукурситов и твердых битумов*

Образец	Элементный состав, %				Атомное соотношение Н/С	Эмпирическая формула в расчете на 100 атомов углерода**
	С	Н	N	O + S		
Битумоиды						
ЭК 2-1	80,4	10,5	0,6	8,5	1,57	$C_{100}H_{157}O_8N$
ЭК 2-2	79,4	10,5	0,6	9,5	1,59	$C_{100}H_{159}O_8N$
ЭК 8-1	81,0	10,5	0,5	8,0	1,56	$C_{100}H_{156}O_7N$
ЭК 11-3	79,1	10,4	Сл.	10,5	1,58	$C_{100}H_{158}O_{10}$
ЭК 10-7	80,1	10,4	Сл.	9,5	1,56	$C_{100}H_{156}O_9$
ЭК 12-6(а)	80,3	10,9	Сл.	8,8	1,63	$C_{100}H_{163}O_8$
Битумы						
ЭК 1	79,9	10,3	0,9	8,9	1,55	$C_{100}H_{155}O_8$
ЭК 13-1	72,8	9,8	2,6	14,8	1,62	$C_{100}H_{152}O_{15}N_3$
ЭК 14-1	72,0	9,7	1,2	17,1	1,62	$C_{100}H_{162}O_{18}N$
ЭК 15-1	70,9	9,6	1,3	18,2	1,62	$C_{100}H_{162}O_{19}N_2$
ЭК 16-1	73,1	9,9	1,4	15,6	1,63	$C_{100}H_{163}O_{16}N_2$

* Анализы выполнены в Институте химии АН ЭССР М. Б. Гринчак.

** Суммарное содержание кислорода и серы в эмпирической формуле пересчитано на кислород.

[9]. В целом для группового состава ХБ как кукурситов, так и битумов характерно пониженное содержание масел. Для ХБ это естественно и обусловлено типом ОВ, его автохтонной природой и сравнительно слабой преобразованностью. То же самое наблюдается для пород доманиковых фаций Урало-Поволжья [21] и куонамского горизонта кембрия Сибирской платформы [16].

Второе доказательство опирается на факт значительного сходства смол ХБ кукурсита и битумов. Их элементные составы различаются в основном содержанием азота, которого больше в битумах (табл. 3). Это обстоятельство подтверждают и данные спектрометрии смол. Возможно, в битумных сгустках, как в сравнительно гомогенной системе, создавались более благоприятные условия для развития каких-то азотфиксирующих микроорганизмов, чем в ОВ кукурситов.

К сожалению, других геохимических доказательств упомянутого родства пока нет. Ясно, что для достижения этой цели необходимо прежде всего сопоставить рассматриваемые вещества по нафтеново-ароматическим соединениям, наиболее устойчивым к биодegradации и вымыванию [29]. Весьма полезны будут и тонкие исследования смолисто-асфальтеновых компонентов ХБ кукурситов и твердых битумов.

Выводы

Совокупность проведенных исследований и анализ данных, полученных другими учеными, позволили заключить следующее.

1. Кукурский горизонт среднего ордовика Прибалтики имеет изменчи-

вые литологический состав и содержание органического вещества и хлороформенных битумоидов, а также соотношение терригенного, карбонатного и кремнистого материала. Все это указывает на менявшиеся условия седиментации.

2. ОВ кукерсита сформировано из остатков синезеленых водорослей на месте их захоронения в условиях восстановительной и резко восстановительной среды. Видимо, в его формировании участвовали и микробактерии. Вполне вероятно и то, что очень большое содержание ОВ в некоторых слоях кукерского горизонта, его неоднородность и геохимическое своеобразие обусловлены привнесом в осадок дополнительных порций УВ, главным образом газообразных, из более глубоких горизонтов.

3. Несмотря на в целом слабую степень битуминозности ОВ (очень малые значения коэффициента β), общее большое количество этого ОВ и его преобразованность до стадии B_3 обеспечили начало эмиграции из него битумных компонентов, их обособление и выделение в виде гильсонитов и альбертитов. В редких случаях, при наиболее благоприятном сочетании факторов генерации и аккумуляции, выделения таких битумов приобрели размеры линз.

4. По совокупности признаков битумы кукерского горизонта являются автохтонными или паравтохтонными образованиями типа первично-миграционных битумов (вторые протонафтиды) [14]. Первично-миграционная природа битумов кукерского горизонта подтверждается как литологическими, так и геохимическими свидетельствами их родства с материнским ОВ кукерситов. Дополнительным доказательством этого является также приуроченность данных битумов к тем интервалам разреза, которые наиболее обогащены ОВ. Некоторое разнообразие химического состава указанных битумов служит косвенным подтверждением того, что эти битумы порождены ОВ разных слоев горизонта и по-разному гипергенно изменены.

5. Проведенные исследования не «закрывают» проблемы битумов кукерского горизонта. Наоборот, необходимы дальнейшие исследования в этом направлении, особенно геохимически тонкие, касающиеся не только нафтно-ароматических УВ, но и смолисто-асфальтеновых компонентов битумов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов В. Л., Гуляева Н. Д., Петряченко Т. М. Газообразование при превращении органического вещества сапропелевого типа // Геол. нефти и газа. 1982. № 4. С. 13—19.
2. Арукюла Х. Х., Сакс Л. А. Статистический анализ качественной неоднородности эстонских горючих сланцев // Горючие сланцы. 1985. Т. 2. № 4. С. 341—349.
3. Методы и критерии промышленной оценки минерально-сырьевой базы сланцеперерабатывающих предприятий. — Л., 1984.
4. Фомина А. С., Мянник А. О., Побуль Л. Я. и др. Комплексное исследование керогена // Органическое вещество в современных и ископаемых осадках: V Всесоюз. семинар: Тез. докл. М., 1976. С. 190—191.
5. Вески Р. Ф., Бондарь Е. Б., Фомина А. С. Об участии микробного материала в структуре керогена кукерсита // Там же. С. 185—186.
6. Норенкова И. К., Талиев С. Д., Свечина Р. М., Андреева З. А. Биогеохимическое преобразование органического вещества современных морских осадков в зонах субаквальных высачиваний углеводородов // Общие закономерности литогенетических преобразований органического вещества. Л., 1981. С. 69—78. (Тр. ВНИГРИ).

7. *Van Steenwinkel M.* Sedimentology of the Devonian-carboniferous boundary sediments in the Oberrodinghausen 1 borehole (Germany) // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 67. Frankfurt am Main. 1. 8. 1984. S. 123—127.
8. *Успенский В. А.* Обзор битумопроявлений, приуроченных к северо-западной части Русской платформы. — Л., 1953. (Автореф. науч. тр. ВНИГРИ; Вып. 10).
9. *Люткевич Е. М., Курбатская А. П.* О генезисе асфальтитовых «лепешек», или галек, из нижнего кембрия и нижнего и среднего ордовика Прибалтики: *Геохим. сб.* 1964. № 9. С. 101—111. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 227).
10. *Семенов С. С., Глушенкова Е. В., Докишина Н. Д.* Исследование состава и некоторых свойств асфальтита, обнаруженного в слое сланца одной из шахт комбината «Сланцы» // *Химия и технология топлива и продуктов его переработки.* 1961. (Тр. ВНИИТ; Вып. 10).
11. *Мехтиева В. Л., Берман С. С., Соколова И. М., Петров Ал. А.* Бактериальное окисление бензинов в экспериментальных условиях // *Геохимия.* 1985. № 7. С. 1045—1051.
12. *Wardrop A. M. K., Hoffmann C. F., Maxwell J. R. et al.* Crude oil biodegradation under simulated and natural conditions. 11. Aromatic steroid hydrocarbons // *Org. Geochem.* 1984. № 6. P. 605—617.
13. *Хант Дж.* Геохимия и геология нефти и газа. — М., 1981.
14. *Клубов Б. А.* Природные битумы Севера. — М., 1983.
15. *Шипулин Ф. К.* Выделения асфальтита в горючих сланцах некоторых месторождений Центральной Азии // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1953. № 3. С. 66—71.
16. *Клубов Б. А., Гревцев А. В., Щербань О. В.* Нафтидогенез и вторичные изменения в породах куонамского горизонта Сибирской платформы в свете новых литолого-битуминологических данных // *Пути эволюции органического вещества в земной коре: Сб. науч. тр. Л., 1984.* С. 110—119.
17. *Чепиков К. Р., Ермолова О. П., Суркова Г. И.* Битуминозные включения в отложениях доманикового типа востока Русской платформы // *Органическое вещество современных и ископаемых осадков: VI Всесоюз. семинар: Тез. докл. М., 1979.* С. 257—259.
18. *Пааскиви Л. Б.* Органическое вещество пермских отложений Прибалтики на ранней стадии литогенетического преобразования // *Общие закономерности литогенетических преобразований органического вещества. Л., 1981.* С. 109—122. (Тр. ВНИГРИ).
19. *Гинзбург А. И.* Органическое вещество петрографических типов горючих сланцев (на примере некоторых месторождений СССР) // *Литол. и полезные ископаемые.* 1969. № 4. С. 39—51.
20. *Гагиев М. Х., Гревцев А. В., Иванов В. В.* Опыт изучения катагенетической зональности палеозойских карбонатных отложений Северо-Востока СССР по цвету конодонтов // *Геол. и геофизика.* 1984. № 5. С. 50—55.
21. *Бадамшин Э. З.* Критерии оценки перспектив нефтеносности карбонатных отложений. — Казань, 1978. С. 168.
22. *Тиссо Б., Вельге Д.* Образование и распространение нефти. — М., 1981.

Всесоюзный нефтяной
научно-исследовательский
геологоразведочный институт (ВНИГРИ)
г. Ленинград

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР
г. Таллин

Поступила в редакцию
20.10.1986
Повторно 14.10.1987

THE COMPOSITION AND HARD BITUMENS OF THE KUKRUSE HORIZON OF THE BALTIC OIL-SHALE BASIN

In 1983 the authors collected a substantial amount of information on the elemental composition and conditions of formation of the Kukruse horizon of the Baltic oil-shale basin and occurring hard carbonaceous bitumens. Based on our results of lithological, bituminological and geochemical investigations as well as those of other researchers it has been established that the organic and bitumen contents in the Kukruse horizon vary considerably, as do the proportions of terrigenous, carbonaceous and siliceous components that gives evidence of rapid changes in the conditions of sedimentation. Irrespective of that the kukersite kerogen is derived from the remains of colonial blue-green algae, also myxobacteria may have contributed to its formation. It is also likely that gaseous hydrocarbons may have entered into the composition of sediment.

The catagenetic transformation of kukersite kerogen has reached only the transitional stage from brown coals to coals. This ensured not only generation of liquid hydrocarbon components and beginning of their emigration, but also isolation of the latter in the form of relatively homogeneous bitumen masses.

Thus, the bitumens of the Kukruse horizon represent parautochthonous formations of the type of primary-migrational bitumens. This is confirmed by both lithological and geological evidences for their relationship with the parent organic matter of kukersite.

*All-Union Research Institute of Oil Prospecting
Leningrad*

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Chemistry
Tallinn*