

В. КАТТАЙ

**ПРИРОДА ЛИНЗ ТВЕРДЫХ БИТУМОВ
В НИЖНЕ-ПАЛЕОЗОЙСКИХ
ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ЭСТОНИИ**



V. KATTAI

Project nr. 357
"Organics and mineral deposits"

**NATURE OF THE SOLID BITUMEN LENSES
IN THE LOWER PALAEOZOIC SEDIMENTARY ROCKS
IN NORTHERN ESTONIA**

Первые находки твердого природного битума (ТБ) в Эстонии были сделаны еще в середине прошлого века [1, 2].

В промышленной залежи горючих сланцев-кукерситов Прибалтийского бассейна небольшие включения ТБ известны уже с 30-х гг. [3, 4]. Они в основном приурочены к слоям кукерсита В, С и Е — зафиксировано 11 находок. Известен также случай наличия ТБ в прослое известняка D/C. Кроме того, находки ТБ имеются в районе Северо-Эстонского глинта: в лонтоваских глинах нижнего кембрия (O_1ln) — две находки, в глауконитовых песчаниках латорпского (O_1lt) горизонта нижнего ордовика, — две и в известняках ласнамягиского горизонта (O_1ls) среднего ордовика — одна [5]. На смежной с Эстонией территории Ленинградской области России в ряде карьеров и обнажений они обнаружены в глауконитовых известняках волховского (O_1vl) горизонта — три находки [6, 7] (рис. 1).

Таким образом, ТБ на севере Прибалтики отмечены в различных фациальных типах пород (глина, песчаник, известняк, кукерсит) в возрастном диапазоне от нижнего кембрия до среднего ордовика. Для всех стратиграфических уровней характерна однообразная форма нахождения ТБ в геологическом разрезе — плоские, слабо выпуклые кверху (лепешковидные) линзы, залегающие согласно со слоистостью породы и имеющие соотношение диаметра и мощности в среднем примерно 10 : 1 (рисунки 2 и 3). Преобладающие размеры линз (10—30) × (2—5) см. Только в глауконитовом песчанике (O_1lt) в Северо-Эстонском глинте рядом с линзой было обнаружено включение округлой формы диаметром 7 см со следами истирания и обкатки на поверхности [8].

ТБ представлен блестящим, легко измельчаемым углеподобным веществом, которое практически полностью растворяется в хлороформе. Твердость его по шкале Мооса 2-3, плотность 1,1—1,26 г/см³, температура плавления +275 °С. Содержание минеральных компонентов (в основном SiO₂ и Al₂O₃) незначительное — до 5—7 %. Зола обогащена микроэлементами Cu, Co, Ni, V, Mo, Zn, Pb [5, 9].

Во всех известных случаях границы раздела между битумом и вмещающей породой четкие, резкие. Видимых изменений в разрезе,



Рис. 1. Схема распространения линз твердых битумов в Северной Прибалтике: 1 — пункты находок линз твердых битумов; 2 — нефтяные месторождения Балтийской синеклизы; 3 — районы распространения линз твердых битумов в Карелии (I), в Центральной Швеции (II)

Fig. 1. Distribution of solid bitumen lenses in the Northern Baltic area: 1 — appearances of bitumen lenses; 2 — oil deposits in the Baltic syncline; 3 — distribution areas of bitumen lenses in Karelia (I) and Central Sweden (II)

наличия дислокации, путей миграции битумов не замечено. В кукерсите вблизи контакта иногда имеется тонкая (несколько миллиметров) каемка темно-коричневого цвета и отмечаются мелкие (до 1 мм) черные вкрапления ТБ в кавернах. В самой линзе в единичном случае отмечен тонкий прослой неизмененного кукерсита — возможно, заполнение трещины. По составу высококонцентрированный ТБ относится к классу асфальтитов подклассу грэемитов [10—12].

Состав и свойства ТБ, продуктов его экстракции и термической деструкции изучали многие исследователи, однако природа этих своеобразных образований остается дискуссионной.

Б. Досс [13] и Х. Скупин [14] связывали образование известных в то время линз ТБ только в отложениях кембрия и нижнего ордовика с естественной возгонкой органического вещества (ОВ) в пласте диктионемовых сланцев нижнего ордовика.

П. Когерман [4] полагал, что линза ТБ в кукерситах образовалась *in situ* и исходное ОВ вследствие биохимических процессов дифференцировалось на битум и кероген уже на начальной стадии диагенеза.

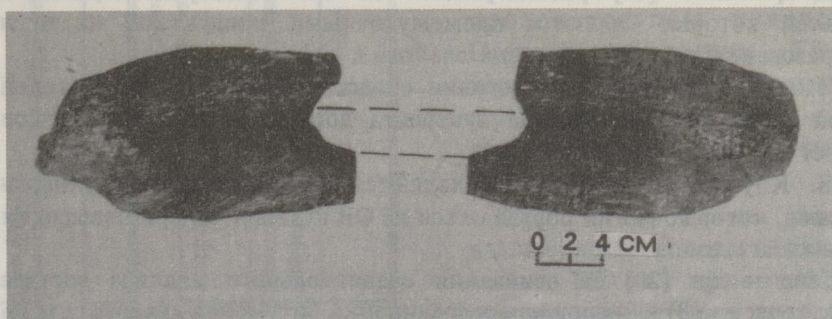


Рис. 2. Линза твердого битума в слое кукерсита промышленной пачки Эстонского месторождения (карьер Кютте-Йбуд)

Fig. 2. Solid bitumen lense in the kukersite seam of the commercial bed of the so-called "Estonian" deposit (the Kütte-Jbud openpit)



Рис. 3. Плоская линза твердого битума в прослое известняка "плита" промышленной пачки Ленинградского месторождения кукерсита (шахта №3). Светлый тон — известняк, серый — кукерсит, черный — асфальтит

Fig. 3. Planar solid bitumen lense in limestone seam in the commercial bed of the Leningrad kukersite deposit (mine No. 3). Light tone — limestone, grey — kukersite, black —

Н. Орлов и др. [15] высказывают по поводу происхождения линз битума два предположения: это (1) остатки пережатой и разорванной асфальтовой жилы или (2) продукт переотложения размывавшихся древних асфальтовых жил.

И. Гольдберг [16] считает, что наличие галек чистого битума в кембрийских и ордовикских отложениях Прибалтики указывает на следы разрушения древних залежей нефти.

А. Добрянский [17] рассматривает их как кислородсодержащие асфальты, которые являются промежуточными продуктами на пути преобразования керогена горючих сланцев в нефть.

С. Семенов и др. [18] на основании сходства некоторых показателей состава асфальтита и керогена кукурсита допускают их генетическое родство.

По Б. Клубову и др. [19], ТБ являются первично миграционными битумами, которые могли образоваться из ОВ кукурситов при невысокой стадии катагенеза.

Р. Пайс и др. [20] на основании сравнительного анализа состава углеводородов (УВ) и кислородных соединений битумоида кукурсита и ТБ пришли к заключению, что последний представляет собой высокопревращенное ОВ, имеющее иное происхождение, нежели кукурсит, и является продуктом не окисления и катагенеза, но, вероятнее всего, жизнедеятельности бактерий.

Основываясь на различиях в составе и свойствах продуктов экстракции, термической деструкции и минеральных компонентов ТБ и кукурсита, В. Каттай и др. [9] считают, что предположения о их генетической связи недостаточно обоснованы.

Большинство исследователей [6—8, 21—24] склонны полагать, что линзы ТБ являются инородными телами, привнесенными потоками воды в бассейн седиментации извне.

Л. Станкевич [24] считает, что ставший асфальтитом полужидкий битум был, возможно, привнесен из диктионемовых сланцев, выходявших на поверхность как на западе, в Скандинавии, так и на востоке.

Е. Люткевич и др. [6, 7] полагают, что линзы ТБ могли образоваться из нефти в более древних породах, выходы которых имелись у берегов кембро-ордовикского моря. Поскольку нижележащими углеродистыми породами, по их мнению, являются только шунгитовые сланцы протерозойского возраста Карелии, то они и могли быть их источником.

Л. Паасикиви и др. [23] считают, что асфальтиты имеют несомненную генетическую связь с нефтью, мигрировавшей из глубинных частей Балтийской синеклизы в мелководную зону моря и захороненную там вместе с осадком. Предполагается, что их источником являются битуминозные сланцы кембрия.

По мнению Н. Кудрявцева [22] и В. Успенского и др. [10], включения ТБ в кембрийских и ордовикских толщах имеют вторичную природу и их образование не связано с отложениями, в которых они находятся. Они могли быть привнесены из Скандинавии, где среди отложений палеозоя известны разнообразные включения битума.

Л. Прокофьева [25] считает, что линзы битумов могут являться продуктами фоссилизации высокоорганизованных растений (фитобентос, морская трава), т. е. это гумусовый(?) уголь.

Многосторонние геохимические исследования ТБ, кукурсита и нефти Балтийской синеклизы, выполненные в последние годы в Институте химии АН Эстонии, показали, что по надмолекулярной структуре и свойствам ТБ отличны от битумоида и керогена кукурсита и ближе к нефтям. Это позволило Е. Бондарь и др. [26] предположить, что нефтяные битумы, которые широко распространены в южной части синеклизы в отложениях от кембрийского до силурийского возраста, могли быть транспортированы

Гипотезы происхождения линз твердых битумов в палеозойских отложениях Северной Прибалтики
Hypotheses of Solid Bitumen Lenses Origin in Palaeozoic Sedimentary Rocks of Northern Baltic Area

Происхождение	Эпигенетическое (миграционное)					Сингенетическое				
	Аллотигенное					Аутигенное				
Исходный материал	кукерсита	диктиономового сланца	квасцовых сланцев	квасцовых сланцев Скандинавии	шунгитов Карелии	диктиономовых сланцев	кукерсита	Высшие растения		
Процессы	Катагенез, генерация УВ, миграция					Катагенез, генерация УВ, гипергенез, размыв, переотложение				
Источник информации	[18, 19]	[13, 14]	[23]	[10, 22, 26]	[6, 7]	[24]	[4, 17]	[25]		

оттуда водным потоком вместе с протокерогеном кукерсита. Поэтому образование ТБ не является пирогенетическим, но происходило за счет деасфальтизации нефтей легкими УВ.

Как следует из вышеизложенного, вопрос о природе линз ТБ в палеозойских отложениях Эстонии трактуется по-разному. Одна часть исследователей рассматривает их как эпигенетические миграционные образования, другая — как сингенетические. Расходятся представления и об исходном материале битума и процессах, приводящих к их образованию (таблица).

Прежде чем начать критический разбор существующих гипотез, следует кратко остановиться на результатах обобщения материалов о распространении аналогичных битумопроявлений в других регионах. Как показал анализ, находки линз высококонцентрированного ТБ в осадочных толщах — весьма редкое явление. В доступных автору публикациях все ссылки в основном ограничиваются тремя районами: Центральная Швеция, Южная Карелия и район Мертвого моря [11, 12, 22, 27 и др.]

В квасцовых сланцах средневерхнекембрийского возраста в Центральной Швеции (Биллинген, Вястерготланд, Нярке) известны многочисленные находки линз ТБ мощностью от 2—3 до 15—18 см [22, 28, 29]. По степени преобразованности эти битумы классифицируются как кериты. По внешнему виду и составу выделяют два типа ТБ. Один

весьма напоминает наши асфальтиты — блестящий, хрупкий, антрацитоподобный. Зольность его низкая — до 5 %. В золе повышена концентрация ванадия (V_2O_5 — 3—5 %).

Другой тип битума, так наз. "колым", имеет большую зольность — до 30 % и внешне более схож с матовыми сапропелевыми углями — богхедами. В золе его повышено содержание урана (1—3 %). Предполагается, что указанные ТБ являются преобразованными нефтями, но источник их генерации был различным.

Севернее и северо-западнее Онежского озера в Карелии в углеродсодержащих протерозойских породах (шунгиты) широко развиты мелкие линзы высокометаморфизованного ТБ, так наз. шунгита-1 (по составу — высший антраксолит).

Большинство исследователей [30—32] признают биогенную (сапропелевую) природу происхождения углеродистого (шунгитового) материала в мощной толще осадочно-вулканогенных пород, слагающих ядро Онежской мульды. Высказано предположение [33] и об абиогенном его происхождении как результате мантийного магматизма и глубинной дегазации.

Линзы высококонцентрированного шунгита-1 ($ОВ > 98$ %) рассматриваются как продукты генерации, миграции и переотложения нефти, образовавшейся в результате теплового воздействия сил габбро-диабазов на ОВ шунгитовых пород. И. Волкова и др. [32], однако, полагают, что это уголь, причем не сапропелевый, а даже гумусовый.

В настоящее время в бассейне Мертвого моря блоки асфальта различных размеров плавают на поверхности, накапливаются на берегу или на дне моря. В геологическом разрезе линзы битумов встречаются в отложениях от палеозойских до современных [34]. Происхождение этих битумов спорное — или это "недозрелая" нефть или продукты ее деградации. Большинство исследователей склонны полагать, что это нефть, которая периодически (пульсационно) просачивается из глубоко расположенных ловушек в рифтовой зоне при активизации тектонической деятельности, а источником ее могут быть битуминозные породы мелового возраста западного побережья Мертвого моря [35].

В литературе есть данные [10, 15, 36] о нахождении линз битума в море и на побережье Мексиканского залива, в озерах Байкал, Танганьика и в некоторых других местах развития рифтовых зон. Их образование здесь связывают с подводными излияниями УВ.

Таким образом, природа линз ТБ в других регионах также трактуется многозначно, но, как правило, считается, что источник их генерации расположен в непосредственной близости от места их распространения.

Ниже рассмотрены основные факторы, которые подтверждают, предполагают или отвергают возможности того или иного пути образования линз ТБ в нижнепалеозойских отложениях Эстонии. Так, эпигенетический миграционный путь природы линз ТБ отрицают следующие моменты:

- различие в составе и свойствах ТБ и органического вещества его потенциальных источников в нижнепалеозойских отложениях региона;
- недостаточная термическая "зрелость" ОВ кукурситов и диктионемовых сланцев для генерации УВ (стадия катагенеза $ПК_2$);
- отсутствие следов миграции битумов в разрезе;

— невозможность образования только однообразных по форме пустот (линзообразных) в различных по составу и физическим свойствам породах;

— затрудненность глубинной миграции УВ через флюидоупорную толщу пластичных глин нижнего кембрия.

Весьма сомнительной является и возможность миграции нефти с юго-западной, наиболее погруженной части Балтийской синеклизы, поскольку начало ее генерации предположительно относят не ранее чем к позднему силуру. Кроме того, в нефтеносных районах редко наблюдаются скопления ТБ в виде правильных линз чистого битума. Чаще они насыщают пористые породы, заполняют трещины и пустоты различных форм и размеров [12, 16]. Подобную картину можно наблюдать и в Западной Эстонии, особенно на о. Хийумаа [5, 37].

Предположение об их сингенетическом аутигенном образовании как линз угля не подтверждается полной растворимостью вещества в органических растворителях.

Возможность их образования *in situ* путем термической деструкции ОВ или биохимическим путем трудно представима, поскольку в глинах $\text{Є}_1\text{In}$, песчаниках O_1It и в известняках O_1vI и O_2Is породы, обогащенные ОВ, не известны. Только кукурситы обладают достаточным нефтегенерационным потенциалом для образования в них линз битумов. Однако, как уже отмечалось, различие в составе и свойствах продуктов экстракции, термической деструкции и минеральной части ТБ и кукурсита и различная термическая зрелость их ОВ не позволяют согласиться с таким предположением.

Гипотеза о сингенетическом аллотигенном происхождении линз ТБ, то есть представление о них как о привнесенных морскими течениями извне уже в готовом виде, выглядит наиболее приемлемой.

Существует общее представление о том, что попавшая в море нефть (при подводном излиянии, размыве нефтяной залежи) изменяется в результате испарения (улетучивания) легких фракций УВ, выноса (вымывания) водорастворимых соединений, окисления (химической дегградации), полимеризации и био-(микробной)деградации [38]. Нефть густеет, теряет плавучесть и погружается на дно в виде плоской залежи — захороняется или в дальнейшем, возможно, снова размывается и переотлагается. При изучении загрязнения морских вод установлено, что излившаяся в море нефть довольно быстро — уже в первые годы — начинает проявлять признаки полимеризации УВ и окисления [39].

В пользу аллотигенного происхождения линз битумов, отложившихся уже в достаточно твердом состоянии, свидетельствуют следующие факторы:

- единообразии формы: плоская, слабо выпуклая кверху и тупо выклинивающаяся линза;
- нахождение в песчанике рядом с линзой включений ТБ округлой формы со следами истирания и обкатки;
- обнаружение линзы битума в известняке на пиритизированной поверхности перерыва седиментации;
- резкие контакты и иногда нахождение в битуме прожилок неизмененных вмещающих пород (несмешивающиеся осадки);

— скапливание по выклиниванию линзы ТБ во вмещающей породе (кукерсит) наиболее крупного детрита при полном отсутствии фаунистических остатков в самом битуме.

Однообразие форм нахождения ТБ и близость их вещественного состава в различных по возрасту и составу отложениях позволяют преположить единство их происхождения. Однако неизвестно, где мог находиться этот древний и достаточно близкий источник, который в течение почти 200 млн. лет периодически генерировал УВ.

Высказаны предположения о том, что источником этого битума могли быть средне-верхнекембрийские квасцовые сланцы Швеции или протерозойские шунгиты Карелии.

Но генерация нефти в Балтийской Синеклизе происходила не ранее позднего силура, а в Центральной Швеции ее образование связывают с интрузиями пермо-карбонového возраста. Следовательно, размыва залежей нефти в кембро-ордовикское время здесь еще происходить не могло. Кроме того, по палеогеографическим реконструкциям, эти районы в E_1 и O_1 время не были покрыты морем [40].

Что касается шунгитов Карелии, то береговая линия палеоморей в E_1 , O_1 и O_2 существенно менялась и не всегда совпадала с районом развития шунгитов. Считается [41, 42], что в ранне- и среднеордовикское время гидродинамика в Балтийском бассейне сохранялась и течения были устойчивыми, однонаправленными вдоль береговой линии с запада на восток, поэтому привнос битумных линз с востока сомнителен.

Поскольку все находки линз ТБ в Эстонии и на смежной с ней территории Ленинградской области тяготеют к побережью Финского залива, то источник их генерации мог находиться здесь же, где-то в непосредственной близости.

По данным В. Петерселля и др. (геологический отчет, 1982), в Северной Эстонии довольно широко развиты породы так наз. черносланцевой формации — графитовые и графитсодержащие гнейсы протерозойского возраста с содержанием графита от 1 до 15 %. По мнению указанных авторов, эти породы распространены в виде субширотной полосы, приуроченной к тектонической зоне глубинного заложения, расположение которой предполагается в южной части Финского залива. В составе пород существенную роль играет вулканический материал, отмечается повышенная концентрация Cu, Mo, Zn, V, Co, Ni (от 2-кратной до 10-кратной кларку) в осадочных породах [43]; характерны проявления базальтового магматизма. На возможное наличие субширотных зон нарушений в Финском заливе указывалось и ранее [44—46].

По данным А. Никонова и др. [47], эта полоса, которая представляет собой переходную зону от Фенноскандинавского щита к Восточно-Европейской платформе, характеризуется наибольшей сейсмической активностью. Здесь, на северном побережье Эстонии и на ряде островов (Кери, Прангли и др.), известно множество проявлений метана [48]. При газобиохимических исследованиях в Балтийском море были выявлены газовые кратеры [49], из которых и в настоящее время поступают потоки газовых флюидов (CO_2 , H_2 , N_2 , CH_4). На миграцию углеводородного газа по глубинным тектоническим нарушениям неоднократно указывал и П. Сёдерберг [50, 51].

В литературе имеются ссылки [22, 52] на целый ряд находок проявлений жидкой нефти, вязкого и твердого битума на Фенноскандинавском щите без их всякой видимой связи с осадочными породами: в архейских породах на железорудных месторождениях Моссгрюван, Гренгесберг и др. (Швеция), в серебряных жилах в Конгсберге (Норвегия), в пегматитах в щелочных породах Хибинского плутона на Кольском полуострове и в других местах. В Эстонии, на Палукюласком поднятии Кярдлаской кольцеобразной структуры, также были обнаружены твердые и вязкие битумы в кристаллических породах, причем в одной из скважин они отмечены на глубинах от 15 до 180 м, в то время как в осадочных породах в этом районе битумы вскрыты только на глубине до 50—60 м от поверхности [53].

Таким образом, можно допустить возможность генерации и вертикальной миграции флюидов УВ, исходных для образования рассматриваемых ТБ, где-то вблизи района их распространения. Однако данных для вывода об абиогенной природе УВ и образовании линз ТБ как результата прерывистых и разновременных поступлений флюидов по зонам глубинных разломов в периоды сейсмической активности недостаточно.

Рассматриваемые линзы ТБ могли образоваться и в результате растянутого во времени размыва залежи уже полутвердого или твердого битума. Кроме абиогенной природы, возможно образование битума в результате термического воздействия (магма, вулкан, гидротермы) на толщу древних (протерозойских) черных сланцев, деструкции их ОВ и генерации УВ. Интересно отметить, что в скважине Паламузе (Восточная Эстония) в мигматизированных биотитовых и силлиманит-кордиерит-биотитовых гнейсах в интервале глубин 478,6—480,2 м был вскрыт пласт графита, залегающий согласно с полосчатостью гнейсов [54]. Характерно также, что состав минеральной части ТБ и протерозойских графитовых гнейсов и геохимическая их специализация весьма сходны.

Таким образом, можно заключить, что гипотезы о сингенетическом аутигенном и эпигенетическом миграционном происхождении линз ТБ недостаточно обоснованы. Несравненно больше фактов подтверждают их аллотигенное образование. Однако привнос битумов из Карелии, Скандинавии или из южной части Балтийской синеклизы не был возможен в течение всего раннекембрийского, ранне- и среднеордовикского времени.

Предполагается, что генерация УВ, являющихся исходными для образования линз ТБ, могла происходить вблизи мест их нахождения. Высказаны две гипотезы о возможной природе УВ — как об абиогенной и как о результате битумогенеза (нафтоидогенеза) протерозойских черных сланцев. Имеющиеся данные пока не позволяют отдать предпочтение ни одной из них.

V. KATTAI

NATURE OF THE SOLID BITUMEN LENSES IN THE LOWER PALAEOZOIC SEDIMENTARY ROCKS IN NORTHERN ESTONIA

In Northern Estonia small (mainly $(10-30) \times (2-5)$ cm) flat solid bitumen lenses have been found in Lower Cambrian, and Lower and Middle Ordovician rocks (Fig. 1). They have been found from many facial types of sediments, in the greatest deal from kukersite oil shale (Figs. 2 and 3).

Solid bitumen in the Estonian Deposit mines is represented with a shiny coal-like substance soluble in chloroform. Its hardness is 2-3 by Mohs' scale, density 1.1-1.26 Mg/m³, melting point 275 °C. The mineral component content is low - up to 5-7 %. The ash of bitumen is rich in trace metals such as Cu, Co, Ni, V, Mo, Zn and Pb. By composition this solid bitumen belongs to the grahamite subgroup of asphaltite.

The genesis of the solid bitumen has been explained differently. Some scientists consider these to be of an epigenetic (migrational) origin, others - of a syngenetic, authigenous or allotigenous one. Opinion about the initial material of the bitumen and the processes which caused their genesis also diverge (Table).

On the basis of publications and recent investigations we can do the following conclusions.

Majority of facts concern the allotigenous origin of the solid bitumen lenses. Generation of the hydrocarbons might happen in a territory close to the distribution of bitumen lenses by the abiogeneous way or as a result of bitumogenesis of the Proterozoic Black Shale. For the present it is impossible to prefer either of them by the existing information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гревингк К. Нахождение коренного месторождения каменного угля в Остзейских провинциях // Горный ж. 1868. Т. 3, № 7. С. 172—174.
2. Гельмерсен Г. П. О правильных трещинах в нижнесилурийском известняке Эстляндского берега, разрушение его волнами и нахождение асфальта в этой формации // Там же. 1857. Т. 2, № 4. С. 84—94.
3. Kogerman P. On the oil chemistry of the Estonian oil shale "kukersite" // Eesti Loodusteaduste Arhiiv. Tartu. 1931. V. 10. No. 2.
4. Kogerman P. The occurrence, nature and origin of asphaltites in limestone and oil shale deposits in Estonia // J. Inst. Petrol. Technol. 1933. V. 19. No. 113. P. 215—222.
5. Каттай В., Кала Э., Сууроя К. О распространении природных битумов на территории Эстонии // Изв. АН Эстонии. Геол. 1990. Т. 39. № 3. С. 115—122.
6. Люткевич Е. М., Курбатская А. П. О генезисе асфальтитовых "лепешек" и "галеков" нижнего кембрия и среднего ордовика Прибалтики // Геохим. сб. 9. Москва, 1964. С. 101—111.
7. Люткевич Е. М. История поисков нефти в Прибалтике и ее уроки // Нефтепоисковые критерии Прибалтики и методы их изучения. Вильнюс. 1970. С. 7—16.
8. Mürisepp K. Ühest uuest asfaltiidileiust Eestis // Eesti Loodus. 1962. Nr. 5. Lk. 286—289.
9. Каттай В. А., Кундель Х. А. Включения твердых битумов в кукерситах, состав и свойства этих битумов // Горючие сланцы. 1987. Т. 4, № 1. С. 22—29.
10. Успенский В. А., Радченко О. А. и др. Основные пути преобразования битумов в природе и вопросы их классификации. — Ленинград, 1961.

11. Успенский В. А., Радченко О. А., Глебовская Е. А. и др. Основы генетической классификации битумов. — Ленинград, 1964.
12. Клубов Б. А. Природные битумы Севера. — Москва, 1983.
13. Doss V. Ein Vorkommen von Grahamit im Silurkalk bei Kunda in Estland // Zbl. Miner. 1914. P. 605—615.
14. Scirip N. Petroleumfrage in den baltischen Ländern // Acta Univ. Tartu. 1924. A6, 11, 13.
15. Орлов Н. А., Успенский В. А. Минералогия каустобиолитов. — Москва—Ленинград, 1936.
16. Гольдберг И. С. Природные битумы СССР (Закономерности формирования и размещения). — Ленинград, 1981.
17. Добрянский А. Ф. Горючие сланцы СССР. — Ленинград, 1947.
18. Семёнов С. С., Глушенкова Е. В., Докшина 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. Москва, 1961. С. 23—28.
19. Клубов Б. А., Уров К. Э. Вещественный состав и твердые битумы кукерского горизонта Прибалтийского сланцевого бассейна в свете новых данных // Горючие сланцы. 1988. Т. 5, № 1. С. 34—45.
20. Пайс Р., Клесмент И., Побуль Л. Углеводороды и кислородные соединения в битумоиде сланца кукерсита // Изв. АН ЭССР. Хим. 1979. Т. 28, № 3. С. 182—190.
21. Аарна А. А. Об образовании горючих сланцев Эстонского месторождения // Генезис твердых горючих ископаемых. Москва, 1959. С. 57—58.
22. Кудрявцев Н. А. Нефть, газ и твердые битумы в изверженных и метаморфических породах. — Ленинград, 1959.
23. Пааскиви Л. Б., Закашанский М. С. Перспективы нефтеносности Прибалтики: Обзор ВИЭМС. Вып. 35. Москва, 1965.
24. Станкевич Л. Н. Новые данные по стратиграфии нижнего ордовика Русской платформы // Докл. АН СССР. 1955. Т. 105, № 2. С. 343—344.
25. Прокофьева Л. М. Условия образования и преобразования горючих сланцев СССР // Геология, методы поисков и разведки месторождений твердых горючих ископаемых. Москва, 1983. Т. 6. С. 1—14.
26. Bondar E., Taal H., Bitjukov M. Solid bitumen inclusions in kukersite oil shale: structure and genesis // Oil Shale. 1993. V. 10, No. 2—3. P. 111—122.
27. Гольдберг И. С. Природные битумы СССР. — Ленинград, 1981.
28. Andersson A., Dahlman B. The Scandinavian Alum Shale. — Uppsala, 1985.
29. Schreiter R. Kambro-Silursche "Kohlen" von Västergötland // Sweden Z. D. Deutsch. Geol. Gesellschaft, 1931. V. 88, n. 9. P. 635—641.
30. Мишунина З. А., Корсакова А. Г. Геохимия керогена графитоидных и шунгитовых сланцев и карбонатов протерозоя Южной Карелии // Советская геология, 1977. Т. 3. С. 40—54.
31. Соколов В. А., Калинин Ю. К. и др. Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования. — Петрозаводск, 1975.
32. Волкова И. Б., Богданова М. В. Шунгиты Карелии // Сов. геол. 1985. Т. 10. С. 93—100.
33. Иванкин П. Ф., Галдобина Л. П. и др. Шунгиты: проблемы генезиса и классификации нового вида углеродистого сырья // Там же. 1987. Т. 12. С. 40—47.
34. Nissenbaum A. Dead Sea asphalts. Historical aspects // Bull. AAPG. 1978. V. 66, No. 5. P. 837—844.
35. Nissenbaum A., Goldberg M. Asphalts, heavy oils, ozocerites and gases in the Dead Sea basin // Org. Geochem. 1980. V. 2, No. 3—4. P. 167—180.

36. Хант Дж. Геохимия и геология нефти. — Москва, 1982.
37. Каттай В., Клубов Б. и др. Новые данные о битумоносности нижнепалеозойских отложений о-ва Хийумаа // Изв. АН Эстонии. Геол. 1992. Т. 41, № 2. С. 73—80.
38. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. — Москва, 1981.
39. Ильин В. Д., Клецев К. А. и др. Формации горючих сланцев в зоне катагенеза и метаморфизма — важный региональный источник углеводородов: Обзор ВИЭМС. — Москва, 1986.
40. Пуура В. А., Менс К. М. и др. Палеотектоника и фации Балтийского бассейна в кембрии и во время ордовикского фосфорито- и кукерситонакопления // Тектоника, фации и формации запада Восточно-Европейской платформы. Минск, 1987. С. 74—86.
41. Мяннийль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. — Таллинн, 1966.
42. Пуура В. Проблема генезиса бассейнов горючих сланцев и фосфоритов Прибалтики // Академия наук Эстонской ССР 1980—1985. Таллинн, 1986. С. 229—236.
43. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия, 1962. С. 555—565.
44. Волколаков Ф. К. Палеотектоническая характеристика Балтийской синеклизы в додевонское время // Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1973. С. 229—234.
45. Волколаков Ф. К., Афанасьев Б. Л. Тектоника Балтийской синеклизы (Объяснительная записка к тектонической карте Балтийской синеклизы м-б 1 : 2 500 000) // Региональная геология Прибалтики. Рига, 1974. С. 136—144.
46. Валеев Р. Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. — Москва, 1978.
47. Никонов А., Сильдвэе Х. Землетрясения в Эстонии и их сеймотектоническая позиция // Изв. АН ЭССР. Геол. 1988. Т. 37, № 3. С. 127—141.
48. Kattai, V., Pihlak, A. Maagaasi ilmingutest Eestis // EGK toimetised. 1993. 3/1. Lk. 40-47.
49. Геодекян А. А., Авилов В. И. и др. Газобиогеохимические исследования газовых кратеров и акустических аномалий Балтийского моря // Докл. АН СССР. 1988. Т. 299, № 2. С. 449—453.
50. Söderberg P. Seismic stratigraphy, tectonics and gas migration in the Åland Sea, northern Baltic Proper // Stockholm Contributions in Geology. 1993. V. 43, No. 1. P. 1—67.
51. Söderberg P., Flodén T. Gas seepages, gas eruptions and degassing structures in the seafloor along the Strömme tectonic lineament in the crystalline Stockholm Archipelago, east Sweden // Continental Shelf Research. 1992. V. 12. P. 1157—1171.
52. Бескровный Н. С. Нефтяные битумы и углеводородные газы как спутники гидротермальной деятельности. — Москва, 1967.
53. Кала Э., Пуура В., Сууроя К. Главные черты строения Кярдлаского погребенного кратера // Изв. АН ЭССР. Геол. 1984. Т. 33, № 1. С. 1—7.
54. Кырвел В. Графит в кристаллическом фундаменте Эстонской ССР // Изв. АН ЭССР. Хим., Геол. 1971. Т. 20, № 2. С. 176—177.

*

Рукописная работа

Петерсэль В., Пылдвере А. и др. О вещественном составе и потенциальной рудоносности черносланцевой формации Северной Эстонии. Таллинн, 1982 (рукопись).

Институт геологии
Академии наук Эстонии
Таллинн, Эстония

Представил А. Раукас
Поступила в редакцию
8.02.94

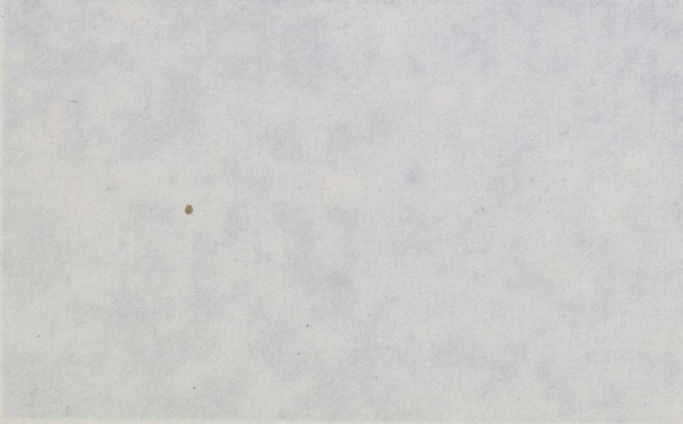
Estonian Academy of Sciences,
Institute of Geology
Tallinn, Estonia

Presented by A. Raukas
Received February 8, 1994

The authors of this book made an attempt to characterize the variation of the composition and quality of oil shales and the technique of collecting and processing of samples to be analyzed in the laboratory. The role of qualitative control in investigation is emphasized by the USSR State Standards, G.M.A. standards and literature data. Experience in geological exploration and environmental protection concerning oil shales is given. The role of the state in the development of the oil shale industry is discussed. The programme of laboratory investigations on oil shale is an integral part of geological work. It is stressed that the viewpoint of both countries is in the general line of all requirements in environmental protection. The book is a result of multilateral scientific cooperation within the geological international movement and is intended for geologists in geology, mining, industry, petroleum technology and other related fields. Research results and their application are given whole and as separate chapters. Technical institutions, research institutes and oil shale reserves are listed in the appendix.

A special department group which is headed by V. Kattai, Institute of Geology, Estonian Academy of Sciences, is working in the field of geological and geochemical research on oil shale. The department is engaged in the study of the composition and quality of oil shales and the technique of collecting and processing of samples to be analyzed in the laboratory. The role of qualitative control in investigation is emphasized by the USSR State Standards, G.M.A. standards and literature data. Experience in geological exploration and environmental protection concerning oil shales is given. The role of the state in the development of the oil shale industry is discussed. The programme of laboratory investigations on oil shale is an integral part of geological work. It is stressed that the viewpoint of both countries is in the general line of all requirements in environmental protection. The book is a result of multilateral scientific cooperation within the geological international movement and is intended for geologists in geology, mining, industry, petroleum technology and other related fields. Research results and their application are given whole and as separate chapters. Technical institutions, research institutes and oil shale reserves are listed in the appendix.

Money for the publication was provided by the Estonian Academy of Sciences. The book is published in the series "Geological and Geochemical Research on Oil Shales" (No. 343322) which is published by the Estonian Academy of Sciences. The book is published in the series "Geological and Geochemical Research on Oil Shales" (No. 343322) which is published by the Estonian Academy of Sciences.



Geological offer in Kõrb-Järve