

ЛИНЗЫ ТВЕРДЫХ БИТУМОВ В СЕВЕРНОЙ ПРИБАЛТИКЕ – СЛЕДЫ ВОЗМОЖНОГО ДРЕВНЕГО НЕФТЕОБРАЗОВАНИЯ

B. Каттай¹

В северной Эстонии и смежной с ней территории Ленинградской области России в отложениях нижнего кембрия, нижнего и среднего ордовика в различных литолого-фациальных типах пород (глины, песчаники, известняки, горючие сланцы-кукерситы) распространены своеобразные линзы твердого битума-асфальтита. Высказаны две гипотезы их происхождения: как результат битумогенеза протерозойских черных сланцев и abiogenная - в связи с возможным наличием палеорифта во впадине Финского залива.

На территории Эстонии известно 2 района распространения природных битумов (ПБ). Это западная Эстония с островами Сааремаа и Хийумаа, и крайний север и северовосток Эстонии. Формы проявления битумов в этих районах, битумонасыщенность пород и их химико-битумнологические свойства различны.

В западной Эстонии битумопроявления приурочены в основном к отложениям среднего-верхнего ордовика и нижнего силура. Формы их проявления здесь типичны для краевых частей нефтеносных бассейнов: пятна пропитки и полосы импрегнации, заполнение трещин, каверн, пор и фаунистических остатков вязкой (мальта), твердой (асфальт) и редко жидкой (высокосмолистая нефть) разностью битумов (рис. 1). Содержание битума в породе от долей процента до 2-3% - в известняках и до 9-10% - в тонких прослоях песчаников. Глубина залегания битумопроявлений - от выхода под четвертичные отложения до 100-150 м. Углево-

дородные (УВ) флюиды поступали, видимо, со стороны акватории Балтийского моря, поскольку возрастает интенсивность битумонасыщения пород и отмечается преобладание более жидкых разностей битумов в западном направлении (Kattai et al., 1994).

Совершенно отличны от них своеобразные "лепешки" твердых битумов (ТБ) северной и северо-восточной Эстонии и прилегающей к ней территории Ленинградской области. Они встречаются здесь в различных литолого-фациальных типах пород: глинах (Cm_1), глауконитовых песчаниках (O_1) и известняках (O_1, O_2). Наибольшее количество находок ТБ обнаружено в горючих сланцах-кукерситах (O_2) на Эстонском и Ленинградском месторождениях на глубинах от 3-5 м до 60-70 м (рис. 2).

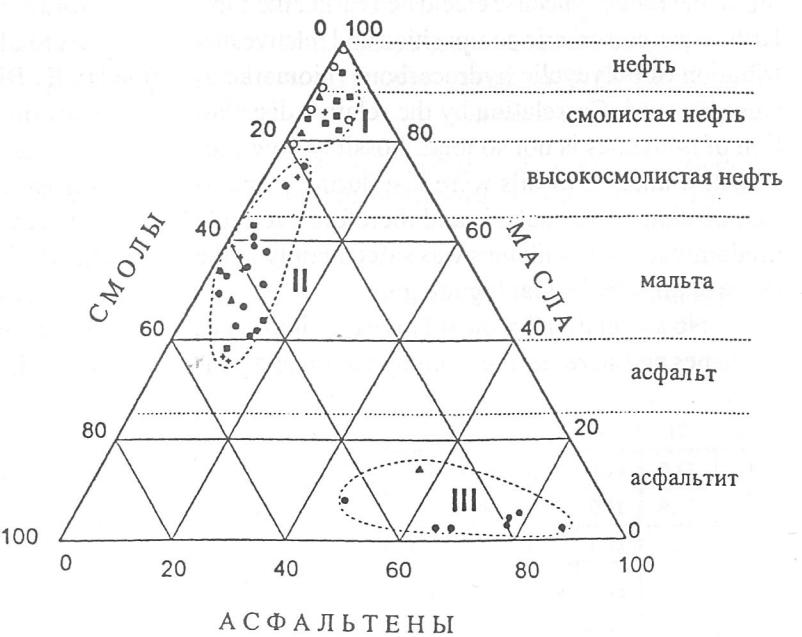


Рис. 1. Групповой состав (масла, смолы, асфальтены) нефтей Балтийской синеклизы (I) и природных битумов Эстонии (II - западная Эстония, III - северо-восточная Эстония). Возраст пород: \circ - Cm_2 ; \blacktriangle - O_1 ; \bullet - O_2 ; \blacksquare - O_3 ; $+$ - S_{1-2} ; (Kattai, in print).

¹ Эстонский геологический центр, Кацака 80/82, EE12618, Таллинн, Эстония

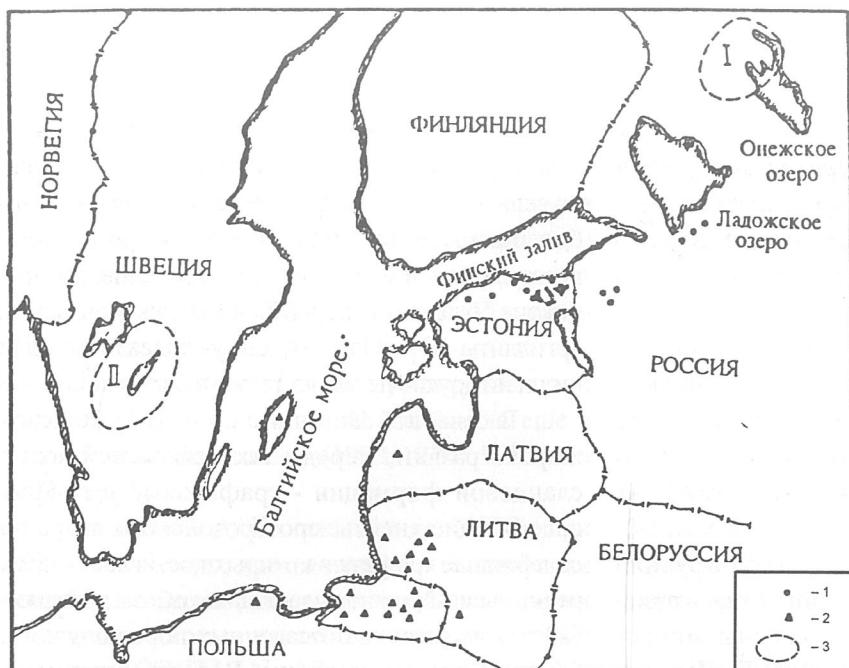


Рис. 2. Схема распространения линз твердых битумов в северной Прибалтике: 1 - пункты находок твердых битумов; 2 - нефтяные месторождения Балтийской синеклизы; 3 - районы распространения линз твердых битумов в Карелии (I), в Швеции (II) (Каттай, 1994).

распространения самих сланцев и шунгитов. Только в районе Мертвого моря линзы битумов встречаются в широком стратиграфическом диапазоне отложений от палеозойских до современных, причем блоки асфальта плавают и сейчас в море, накапливаются на берегу и на дне моря. Происхождение их дискутируется - или это "недозрелая" нефть или продукты ее деградации.

Большинство исследователей склонны полагать, что это нефть, которая периодически, при активизации тектонической деятельности, просачивается из глубоко расположенных ловушек в рифтовой зоне, а источником ее могут служить битуминозные породы мелового возраста западного побережья Мертвого моря (Nissenbaum and Goldberg, 1980). Известны линзы битумов на побережье Мексиканского залива, в озерах Танганьика, Байкал и в др. Местах развития рифтовых зон, где их образование связывают с подводными излияниями УВ.

Природа "лепешек" ТБ в нижнепалеозойских отложениях в северной Прибалтике трактуется исследователями по разному. Одни рассматривают их как эпигенетические миграционные образования, другие - как сингенетические аллотигенного или аутогенного происхождения. Гипотеза о сингенетическом аллотигенном происхождении линз ТБ, то есть представление о них как о привнесенных морскими течениями извне уже в готовом виде представляется наиболее приемлемой.

Расходятся представления и об исходном материале битума и процессах, приводящих к их образованию. В качестве источника битума рассматривались органическое вещество (OB) кукерситов, диктионемовых аргиллитов, квасцовых сланцев центральной Швеции и

погруженной части Балтийской синеклизы, шунгитов южной Карелии и даже высокоорганизованные растения.

Многосторонние геохимические исследования состава и свойств ТБ и продуктов экстракции и термической деструкции ОВ кукерсита и диктионемового аргиллита, выполненные в Институте химии Эстонии, показали, что последние не могут служить источником битума "лепешек" (Bondar et al., 1993). На это указывает и недостаточная термическая "зрелость" их керогена, отсутствие следов миграции битумов в разрезе и находки линз ТБ в более древних отложениях - в лонтовских глинах нижнего кембрия.

Из палеогеографических реконструкций следует, что линзы битума не могут быть привнесены ни с Карелии, где известны многочисленные линзы высшего антраксолита в шунгитах, ни с центральной Швеции, где имеются линзы керита в квасцовых сланцах. Весьма сомнительной является и возможность миграции нефти с юго-западной, наиболее погруженной части Балтийской синеклизы поскольку начало ее генерации там относят не ранее, чем к позднему силуру. Однообразие форм нахождения ТБ и близость их вещественного состава в различных по возрасту и литологическому составу вмещающих породах позволяют предположить единство их происхождения. Транспортируемый и отлагаемый битум должен был находиться уже в достаточно твердом состоянии. ОБ этом говорят резкие контакты его с вмещающими породами (несмешивающиеся осадки), и выпуклая линзовидная и округлая форма со следами обкатки (Каттай, 1994). Однако определить тот древний и достаточно близкий источник, который в течение длительного периода в нижнем палеозое (почти 200 млн. лет), а если учесть и линзу графита в докембрийских отложениях, то значительно дольше, мог периодически генерировать УВ - вопрос сложный.

Существует общее представление о том, что попавшая в море нефть (при подводном излиянии, размыве нефтяной залежи) изменяется в результате улетучивания легких фракций, вымывания водорастворимых соединений, окисления, полимеризации и био-(микробной) деградации. Нефть густеет, теряет плавучесть и погружается на дно и захороняется в виде плоской залежи. И второй вариант - линзы ТБ могут быть продуктом разрушения, размыва и переотложения древних асфальтовых или асфальбитовых жил. Безусловно, из легкой нефти жильные образования не формируются. Такие жилы известны в зонах

крупных тектонических нарушений в Турции, на о. Тринидад и в др. местах.

Поскольку все находки ТБ тяготеют к северной Эстонии и смежной с ней территории Ленинградской области, то источник их генерации, по всей вероятности, должен находиться где-то поблизости. Достаточным нефтегенерационным потенциалом в палеозойских отложениях в этом районе обладают кукерситы (O_2) и диктионемовые аргиллиты (O_1). Однако, как указывалось выше, ни те, ни другие не могли служить источником ТБ.

В северной Эстонии кроме того довольно широко развиты породы так называемой черносланцевой формации - графитовые и графит-содержащие гнейсы протерозойского возраста, содержание графита в которых достигает 1-15% и редко выше. Можно полагать, что объем исходного ОВ в этих первично осадочных породах должен быть весьма высоким. В. Петерсель и др. (1982) считают, что эти породы распространены в виде субширотной полосы, приуроченной к тектонической зоне глубинного заложения в южной части Финского залива. В составе пород существенную роль играет вулканический материал, характерны проявления базальтового магматизма, отмечается повышенная концентрация Cu, Mo, Zn, V, Co, Ni. Кстати, состав минеральной части ТБ и графитовых гнейсов и геохимическая их специализация весьма близки. Указанные древние "горючие сланцы" в доплатформенную стадию развития в результате термического воздействия (вулкан, магма, гидротермы) и битумогенеза могли генерировать УВ, которые в разуплотненных породах глубинных зон тектонических нарушений заполняли открытые трещины с образованием битумных жил. В результате метаморфизма сами породы превратились в гнейсы, а ОВ в них преобразовалось в графит. В позднем протерозое этот район подвергся глубокой денудации. Размыв и переотложение битумных жил могло продолжаться в нижнепалеозойское время с образованием искомых "лепешек" ТБ.

В качестве 2-ой гипотезы образования линз ТБ может рассматриваться их abiогенное происхождение, как результат прерывистых и разновременных поступлений флюидов по глубинным зонам разломов во впадине Финского залива в периоды сейсмической активности. Как известно (Кудрявцев, 1959), на Фенноскандинавском щите в гранитах, пегматитах и др. Породах имеется целый ряд находок проявлений нефти, вязкого и твердого битума без всякой видимой связи их с осадочными породами.

Впадина Финского залива представляет собой

переходную зону от Балтийского щита к Восточно-Европейской платформе. Однако, если в Ботническом заливе наличие древнего рифта в общем признается, то, что касается Финского залива, сторонников такого предположения и особенно среди эстонских геологов мало, поскольку прямые доказательства отсутствуют. Образование впадины Финского залива рассматривается как результат эрозионно-денудационного процесса (Раукас и Хюваринен, 1992).

На возможное наличие субширотных зон нарушений в Финском заливе указывали еще в свое время Ф. Волколаков (1973, 1974), Р. Валеев (1978) и др.

По данным А. Геодекяна и др. (1988), при геохимических исследованиях в Балтийском море были выявлены газовые кратеры, из которых в настоящее время поступают потоки газовых флюидов (CO_2 , H_2 , N_2 , NH_4). На миграцию УВ газа по глубинным тектоническим нарушениям неоднократно указывал в своих работах П. Седерберг (1992, 1993). Также на северном побережье Эстонии и целом ряде островов в Финском заливе (Кери, Прангли и др.) известно множество проявлений метана.

По данным А. Никонова и Х. Сильдвээ (1988), полоса сочленения щита и платформы характеризуется повышенной сейсмической активностью. В этой зоне в 1976 г. произошло неожиданное (территория Эстонии не относилась к сейсмически активным) 6-7 балльное землетрясение с эпицентром в районе о. Осмуссаар. Указанные исследователи полагают, что по дну Финского залива протягивается несколько зон глубинных долгоживущих зон тектонических нарушений.

В северо-западной Эстонии на одной линии с эпицентром Осмуссаарского землетрясения находятся два кратера взрывной природы: Кярдла на о. Хийумаа (возраст O_2 , 450 лет) и Неугрунд вблизи о. Осмуссаар (Cm_1 , 510 лет). Хотя большинством исследователей признается их метеоритное происхождение (Кала и др., 1984), но высказаны и предположения, что кратеры - результат вулканической деятельности или взрыва вулканических газов (Жуков и др., 1987).

Работами последних лет Всероссийского института разведочной геофизики также доказывается, что район Финского залива находится в полосе сейсмогенной зоны Брёггера-Полканова, которая протягивается от Белого моря через Онежское, Ладожское озера, города Петербург, Таллинн, Хельсинки и Рига, где имеют место "живые" глубинные разломы. Здесь накапливаются

упругие напряжения и деформации, которые могут разряжаться землетрясениями,ющими представлять опасность для расположенных в этой зоне городов.

Приведенные выше косвенные признаки: землетрясения, эманации газов и УВ, вулканическая деятельность и результаты сейсморазведочных исследований позволяют вернуться к версии возможного наличия палеорифта во впадине Финского залива, а с ней увязать, как один из возможных вариантов, образование "лепешек" ТБ в северной Прибалтике.

Таким образом, высказаны две гипотезы возможного происхождения линз ТБ: как результат битумогенеза протерозойских черных сланцев и abiогенная. Имеющиеся данные пока не позволяют отдать предпочтение ни одной из них.

ЛИТЕРАТУРА

- Валеев Р. Н. 1978. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. Москва: Недра. 156 с.
- Волколаков Ф. К. 1973. Палеотектоническая характеристика Балтийской синеклизы в додевонское время. В кн.: Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига: Зинатне. 229-234.
- Волколаков Ф. К., Афанасьев Б. Л. 1974. Тектоника Балтийской синеклизы. В кн.: Региональная геология Прибалтики. Рига: Зинатне. 136-144.
- Геодекян А. А., Авилов В. И. и др. 1988. Газобиогеохимические исследования газовых кратеров и акустических аномалий Балтийского моря. Докт. АН СССР, т. 299. 449-453.
- Жуков Ф., Петерсель И., Фомин Ю. 1987. Признаки палеозойского вулканизма в Эстонии. Изв. АН ЭССР, Геол., т. 36. 6-13.
- Кала Э., Пуура В., Сууроя К. 1984. Главные черты строения Кярдлаского погребенного кратера. Изв. АН ЭССР, Геол., т. 33. 1-7.
- Каттай В. 1994. Природа линз твердых битумов в нижнепалеозойских отложениях Северной Эстонии. Oil Shale, v. 11. 91-103.
- Каттай В.А., Кундель Х.А. 1987. Включения твердых битумов в кукерситах, состав и свойства этих битумов. Горючие сланцы, т. 4. 22-29.
- Кудрявцев Н. А. 1959. Нефть, газ и твердые битумы в изверженных и метаморфических породах. Ленинград, Гостоптехиздат, 276 с.

- Кырвел В. 1971. Графит в кристаллическом фундаменте Эстонской ССР. Изв. АН ЭССР, Хим., Геол., т. 20. 176-177.
- Никонов А., Сильдвээ Х. 1988. Землетрясения в Эстонии и их сейсмотектоническая позиция. Изв. АН ЭССР, Геол., т. 37, с. 127-141.
- Петерセルль В., Пылдвере А. И др. 1982. О вещественном составе и потенциальной рудоносности черносланцевой формации Северной Эстонии. Таллин (рукописная работа).
- Раукас А., Хюваринен Х. (ред.). 1992. Геология Финского залива. Таллинн, Юхисэлу. 422 с.
- Bondar, E., Taal, H., Bitjukov, M. 1993. Solid bitumen inclusions in kukersite oil shale: structure and genesis. Oil shale, v. 10. 111-122.
- Kattai, V. 1998. Composition of natural bitumens in Estonia: Bull. Of the Geological Survey of Estonia, in print.
- Kattai, V., Lokk, U. and Suuroja, K. 1994. The distribution of natural bitumen in Estonia. Bull. Of the Geological Survey of Estonia, v. 4. 12-16.
- Nissebaum, A., Goldberg, M. 1980. Asfalts, heavy oils, ozocerites and gases in the Dead Sea basin. Org. Geochem., v. 2. 167-180.
- Söderberg, P. 1993. Seismic stratigraphy, tectonics and gas migration in the Åland Sea, northern Baltic Proper: Stockholm Contributions in Geology, v. 43. 1-67.
- Söderberg, P., Flodén, T. 1992. Gas seepages, gas eruptions and degassing structures in the seafloor along the Strömma tectonic lineament in the crystalline Stockholm Archipelago, east Sweden: Continental Shelf Research, v. 12. 1157-1171.