



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 549.892

DOI:10.19110/geov.2024.5.3

Мел-палеогеновые ископаемые смолы арктической части Дании (о. Гренландия)

О. В. МартиросянГеологический институт РАН, Москва, mov@ginras.ru

В статье представлен обзор современных знаний о находках ископаемых смол на арктической территории Дании (о. Гренландия). На основе малоизвестных и фрагментарных документов кратко дана история их изучения, отмечено первенство исследователей, упоминавших об ископаемых смолах, приведены местонахождения ископаемых смол, дана оценка уровня их изученности. Представлено сравнительное описание ИК-спектров цедарита (чемавинита), шрауфита, валховита и смолы с о. Заячий. Показана схожесть последней с цедаритом (чемавинитом).

Ключевые слова: Арктика, Дания, ископаемые смолы, цедарит (чемавинит), шрауфит, валховит

Cretaceous-palaeogene fossil resins of the arctic part of Denmark (Greenland Island)

O. V. Martirosyan

Geological Institute RAS, Moscow

The article presents modern outlook on overview of the current knowledge about the first findings of fossil resins in the Arctic territory of Denmark (Greenland). On the basis of obscure and fragmentary documents, the history of their study is briefly given, the primacy of researchers who mentioned fossil resins is noted, locations of fossil resins are given, and the level of their study is assessed. A comparative description of IR-spectra of cedarite (chemawinite), shrauphite, valhovite and resin from Hare Island is given. The similarity of the latter with cedarite is shown.

Keywords: Arctic, Denmark, fossil resins, cedarite (chemawinite), shrauphite, valhovite

Введение

Согласно преобладающему в международно-правовой науке определению, Арктика — регион, расположенный в северной части Земли, включает в себя центральную часть Северного Ледовитого океана, окружающие его региональные и арктические моря и районы суши, расположенные к северу от Северного полярного круга (Berkman, Vylegzhanin, 2013). Дания в свои арктические территории включает о. Гренландия и Фарерские о-ва (Denmark..., 2011). Остров Гренландия является одним из нескольких мест в мире, где были найдены ископаемые смолы мел-палеогенового периода (Langenheim, 1969; Богдасаров, 2005; Poulin, Helwig, 2016). Ископаемые смолы — это продукты трансформации экссудатов хвойных деревьев, существовавших на Земле миллионы лет назад и сохранившиеся до наших дней в основном за счет процессов полимеризации, изомеризации, циклизации и сшивания соединений, происходящих во время их диагенетических и/или катагенетических изменений.

Среди имеющихся немногочисленных обзорных работ по ископаемым смолам (Fraquet, 1987; Poinar,

1992; Tappert et. al., 2013; Seyfullah et.al., 2018) информация об ископаемых смолах с о. Гренландия не приводится. Сведения о них отрывочны и случайны, охарактеризованы единичными непредставительными анализами, разбросанными по отчетам, не всегда легко доступным. Сложности в обобщении результатов исследований связаны с появлением в литературе терминологических неточностей относительно вида ископаемых смол, а именно объединением всех ископаемых смол под термином «янтарь-amber», что приводит к усреднению характеристик различных видов смол и к неправильным оценкам территории на янтареносность. Янтарь — это собирательный, не вполне определённый в классификационном отношении термин, очень часто используемый как в российской, так и зарубежной научной литературе.

В данной работе нами приведено первое обобщающее исследование по ископаемым смолам арктической части Дании (о. Гренландия) и дана оценка уровня их изученности. Статья не претендует на полноту, лишь намечает некоторые районы распространения ископаемых смол.

Для цитирования: Мартиросян О. В. Мел-палеогеновые ископаемые смолы арктической части Дании (о. Гренландия) // Вестник геонаук. 2024. 5 (353). С. 29–35. DOI: 10.19110/geov.2024.5.3

For citation: Martirosyan O. V. Cretaceous-palaeogene fossil resins of the arctic part of Denmark (Greenland Island). Vestnik of Geosciences, 2024, 5 (353), pp. 29–35, doi: 10.19110/geov.2024.5.3

Особенности геологического строения территории Западной Гренландии

Территория, расположенная между 69 и 71° северной широты — единственный мел-палеогеновый осадочный бассейн на западной части о. Гренландия, где были обнаружены находки ископаемых смол. Данная территория представлена осадочной толщей мощностью более 2 км, перекрытой базальтовой пачкой в несколько километров, которая перекрывает осадочные породы, находясь непосредственно на докембрийских породах. В течение многих лет эти отложения привлекали внимание геологов всего мира благодаря растительным остаткам (Heer, 1868; Seward, 1924, 1926, Koch, 1963). Исследование о. Гренландия началось в XVII в. и проводилось сначала англичанами, а после колонизации острова — немцами, датчанами и норвежцами. Первые геологические исследования осуществлялись немецким полярным исследователем К. Л. Гизеке (Karl Ludvig Giesecke, 1761—1833), датским путешественником Х. Ринком (Hinrich Johannes Rink, 1819—1893) и шведским геологом Н. Норденшельдом (Nils Adolf Erik Nordenskiöld, 1832—1901), которые подробно описали этот район (Giesecke, 1816; Rink, 1852; Nordenskiöld, 1871). Отчет о более поздних исследованиях, вплоть до 1968 года, можно найти в работе А. Rosenkrantz (1970). Обстановка осадконакопления обсуждалась в работах Sehiener (1975) и Henderson et al. (1976). Подробное изложение исследований о морских микрофоссилиях принадлежит Steenstrup (1874), Ravn (1918), о датировках свит — Rosenkrantz (1970), Dam et al. (2009), об угольном потенциале — Shekhar et al. (1982). Анализ коллекций морских окаменелостей, собранных различными экспедициями, подтвердил, что осадочные слои в Западной Гренландии должны быть позднемелового возраста (Schlüter, 1874; Heim, 1910; Ravn, 1918) (рис. 1). По мнению Дж. П. Равна (Ravn, 1918), появление американских верхнемеловых видов в гренландской фауне позволило предположить, что в позднемеловое время, возможно, существовала морская связь между Западной Гренландией и восточной частью Канады.

На основании изученной флоры с западной части о. Гренландия швейцарский палеоботаник О. Геер (Oswald von Heer, 1809—1883), пришел к выводу о раннемеловом (аптском) возрасте отложений. Однако британский ботаник А. Ч. Сьюард (Seward, 1926; Seward, Conway, 1935), определивший гренландскую флору по новым сборам и частично пересмотревший определения О. Геера, указал, что возраст всей меловой толщи с растительными остатками является сеноман-туронским.

Заметим, что выходы мел-палеогеновых отложений встречаются на востоке о. Баффин (Burden, Langille 1990) и дальше на север в Арктической Канаде на о. Байлот, на о. Элсмир и на о. Сомерсет (Harrison et al., 1999). В них также известны находки ископаемых смол, для которых характерно совместное нахождение с бурым углем (Fortier et al., 1963; Zobel, 1999; Poulin, Helwig, 2016).

Наиболее древние из позднемеловых пород Западной Гренландии, содержащие ископаемые смолы, представлены на северном побережье полуострова Нууссуак и обнажениях по берегам в районе мыса Экоргфат и выделены в *свиту коме* (сеноман) (Байковская, 1956; Dam et al., 2009). Отложения представлены гнейсами, которые перекрыты слоями серо-

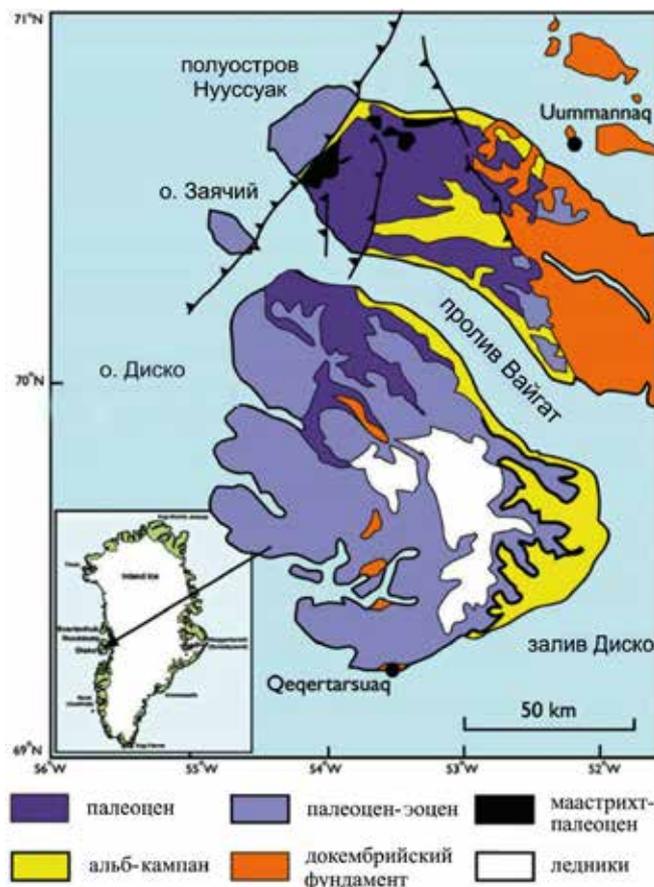


Рис. 1. Геологическая карта полуострова Нууссуак, о. Диско и о. Заячий (Dam et al., 2009)

Fig. 1. Geological map of the Nuussuaq Peninsula, Disko Island and Hare Island

вато-черных сланцев и песчаников, которые содержат большое количество измельченных растительных остатков. В сланцах и песчаниках нередки прослои угля с включениями ископаемой смолы.

Вышележащие отложения, состоящие из черных и серых сланцев, выделенные в *свиту Атане* (сеноман — турон), распространены на юге полуострова Нууссуак (между Атанекердлуком и Атаа), северном (Куллиссат), и восточном (Уджарарсусук) и южном (Qeqertarsuaq) побережье о. Диско (Dam et al., 2009). Атанская свита состоит из аргиллитов, песчаников и угольных пластов. Песчаники обычно мелко- и среднезернистые, хорошо отсортированные, состоят из кварца, каолинизированного полевого шпата, небольшого количества слюды, а также измельченных растительных обломков. Аргиллиты слабослоистые, с каолинитом в качестве доминирующего глинистого минерала и небольшим количеством слюды. Уголь с вкраплением ископаемой смолы переслаивается с углеродистыми и песчаными аргиллитами. В некоторых горизонтах наблюдаются угольные шарики, часто встречаются фрагменты древесины.

На востоке о. Диско (Флаккерхук) отложения, перекрывающие свиту Атане и представленные аргиллитами и тонкозернистыми слабосцементированными песчаниками, выделены в *атаникердлукскую свиту* (ранний — средний палеоцен) (Storey et al., 1998; Dam et al., 2009). В песчанике изредка встречаются линзы угля толщиной 1–2 см вместе с корневищами, ствола-



ми деревьев и зернами ископаемой смолы. Уголь в основном стекловидный (Shckhar et al., 1982), иногда переслаивается с неравномерными слоями ила. Встречаются «угольные шары» толщиной 30–40 см, внутри которых часто видны сгнившие деревья.

На о. Заячий отложения с ископаемыми смолами, представленные песчаниками и аргиллитами, часто туфогенного происхождения, выделены в *свиту харен* (палеоцен-эоцен) (Koch, 1963; Hald, Pedersen, 1975; Dam et al., 2009).

Местонахождения ископаемых смол о. Гренландия

Несмотря на то, что западную часть о. Гренландия посещало большое количество экспедиций, первые письменные упоминания о находке ископаемой смолы были приведены в 1811 г. К. Л. Гизеке. Во время путешествия по Гренландии (1806–1813), он указал, что в юго-восточной части о. *Заячий* в пластах угля совместно с обугленной древесиной (рис. 2, 1) содержится «медово-жёлтый янтарь» (Giesecke, 1816, p. 13). В 1852 г. Х. Ринк, проводивший геологические и гляциологические исследования, впервые нашел зерна ископаемой смолы на *полуострове Нууссуак* в районе *Атанекердлук* (рис. 2, 2). Он отметил, что большое количество смолы находилось в сильно блестящем угле (Rink, 1852).

В последующие годы в нескольких местах данного региона, в основном в восточной части о. Диско, на о. Заячий и на юге полуострова Нууссуак (Атанекердлук), различными экспедициями были собраны коллекции ископаемых растений, которые затем описал О. Геер (1868). Эти находки вызвали настолько большой интерес, что в 1867 г. для сбора новых материалов была отправлена британская экспедиция под руководством Э. Уимпера (Edward Whymper, 1840–1911). Он подтвердил находку ископаемой смолы в этом районе, написав, что среди ископаемых растений, древесных сучьев совместно с бурым углем встречались «небольшие кусочки янтаря, самый крупный из которых был размером с обычную горошину» (Whymper, 1869, p. 5).

В 1897 г., во время арктической экспедиции Р. Пири (Robert Edwin Peary, 1856–1920), датский геолог К. Стенструп (Knud Johannes Vogelius Steenstrup, 1842–1913) сообщил о находке ископаемой смолы на противоположной стороне полуострова Нууссуак в районе *мыса Экоргфат* (рис. 2, 3) (White, Schuchert, 1897).

Совместно с бурым углем, древесиной и обугленными растениями зерна ископаемой смолы были найдены на побережье в нескольких северо-восточных районах о. *Диско*. В 1811 г. Ч. Гизеке первым упомянул, что в районе п. Куллиссат (рис. 2, 4) «обычный бурый уголь чередуется с битуминозной древесиной. Янтарь определенно смешивается с обоими» (Giesecke, 1878, p. 262). Добыча угля здесь велась с 1924 по 1972 гг. Сейчас поселок заброшен. В 1867 г. Э. Уимпер подтвердил находку ископаемой смолы п. Куллиссат и указал новые места: у населенных пунктов *Унартуварсока* (рис. 2, 5), *Уджарарсусук* (рис. 2, 6) и на побережье между *Флаккерхуком* (рис. 2, 7) и *Кекертарсуак* (рис. 2, 8) (Whymper, 1869). Кроме того, зерна ископаемых смол он получил от туземцев, которые нашли их в районе *Исунгоак* (рис. 2, 9). Э. Уимпер отметил, что ископаемая смола «нигде не встречалась в изобилии» (Whymper, 1869, p. 5).

Изученность ископаемых смол о. Гренландия

Сведения по изучению находок ископаемых смол о. Гренландия представлены в табл. 1.

В 1866 г. венгерский химик-технолог В. Варта (Wartha Vince, 1844–1914) первым привел описание смолы с о. Заячий: «размером от горошины до просяного зерна и даже мельче; от медово-желтого до беловато-желтого и гиацинтового-красного цвета, имеет удельный вес 1.057». Он предположил, что «наличие янтарной кислоты делает весьма вероятным, что эта смола является настоящим янтарём» (Wartha, 1866, s. 286).

Экспедиция 1870 г. Н. Норденшельда собрала большую коллекцию окаменелых растений, в том числе и образцы ископаемых смол на о. Заячий. Он передал их финскому химику Й. Хидениусу (Johan Jakob Chydenius, 1836–1890), который кратко их описал, привел элементный анализ и поведение при нагревании.

Это были округлые хрупкие зерна (до 1.5 см), непрозрачные, от оранжево-красного до бурого цвета, включенные в бурые угли. Из-за малого количества он не смог провести еще какие-либо исследования, однако на основании этих данных полагал, что смола с о. Заячий не является янтарем (сукцинитом), а по химическим свойствам более схожа с ретинитом р. Мезень (Архангельская область) и Аляски (п-ов Кенай), но при

Рис. 2. Места находок ископаемых смол арктической части Дании (о. Гренландия): 1 — о. Заячий; 2 — Атанекердлук; 3 — мыс Экоргфат; 4 — Куллиссат; 5 — Унартуварсок; 6 — Уджарарсусук; 7 — Флаккерхук; 8 — Кекертарсуак; 9 — Исунгоак

Fig. 2. Locations of fossil resin in the Arctic part of Denmark (Greenland Island): 1 — Hare Island; 2 — Atanekerdluk; 3 — Cape Ekorgfat; 4 — Qullissat; 5 — Unartuvarsok; 6 — Ujararsusuk; 7 — Flakkerhuk; 8 — Qeqertarsuaq; 9 — Isungoak



Таблица 1. Находки ископаемых смол арктических территорий Дании

Table 1. Fossil resins from the Arctic Territories of Denmark

Дата Date	Автор первого упоминания Original author	Местонахождение Location	Описание Description	Возраст Age	Разновидность Variety	Возможная ботаническая принадлежность Possible botanic affinity	Вмещающая порода Host rocks	Элементный анализ*, % Elemental analysis
1811	К. Л. Гизеке K. L. Giesecke	о. Заячий Hare Island	округлые, до 1.5 см, хрупкие зерна от оранжево-красного до бурого цвета Rounded to 1.5 cm fragile grains from orange-red to brown color	позднемиоценовой / палеоген Late Cretaceous / Paleogene	шрауфит / цедарит (чемавениит) / валховит Shraufite / cedarite (chemavenite) / valchovite	<i>Pinaceae</i> <i>Araucariaceae</i>	бурый уголь brown coal	C — 73.47 H — 10.20 N+O+S — 16.33
1858	Х. Ринк H. Rink	о. Диско, Кудлигат Disco Island, Kudlisat	—	сеноман / турон Cenomanian / Turonian	—	—	бурый уголь brown coal	—
1867	Э. Уимпер E. Whymper	п-ов Нуусуак, Атанекуддук Nuussuaq Peninsula, Atanekudluk	мелкий Small	сеноман / турон Cenomanian / Turonian	—	—	уголь coal	—
1868	К. Й. Ф. Стенstrup K. J. F. Steenstrup	о. Диско: Унартуварсок Уярасуксумиток, Флаккерхук, Кекертарсуак Disco Island: Unartuvarsok Uyarusuksumitok, Flakkerhook, Qeqertarsuaq	—	позднемиоценовой / палеоген Late Cretaceous / Paleogene	—	<i>Sequoia</i> <i>Taxodium</i> <i>Agathis</i>	уголь coal	—
1868	К. Й. Ф. Стенstrup K. J. F. Steenstrup	п-ов Нуусуак, мыс Экоргфат Nuussuaq Peninsula, Cape Ekorgfat	—	сеноман Cenomanian	—	—	уголь coal	—

Примечание: «—» нет информации, * — данные Chydenius (1875).

Note: “—” no information, * — data (Chydenius, 1875).



этом отличается от них высоким содержанием кислорода (17–20 %) и наличием небольшого количества янтарной кислоты (Chydenius, 1875). В 1936 г. образцы с о. Заячий Н. А. Орловым и В. А. Успенским были диагностированы как «гренландский шрауфит». В части элементного состава для него характерно высокое содержание кислорода и низкое содержание водорода (Орлов, Успенский, 1936).

В 1867 г. Э. Уимпер всю собранную коллекцию ископаемых растений с о. Диско привез в Британский музей в Лондоне. О. Геер, изучив этот материал, сделал вывод, что поскольку самыми распространенными деревьями на острове были *Sequoia Couttsiae*, болотный кипарис *Taxodium distichum miocenium* и *Agathis (Dammara)*, то они были вероятными смолопроизводящими деревьями, которые, росли здесь на болотистой почве (Heer, 1869). А. Ч. Сьюард сравнивал гренландскую флору с восточноамериканской сеноманской флорой Раритана (штат Нью-Джерси, США), а также отмечал близость гренландских хвойных к сахалинским. Имеются единичные результаты термического анализа образца из Уджарарсусук (о. Диско) (Broughton, 1974). Немецкий химик Г. Штедлер (Georg Andreas Karl Städel, 1821–1871) обнаружил, что свойства ископаемой смолы о. Заячий и о. Диско схожи. Они «имеют удельный вес 1.057, не растворимы в воде, растворимы в винном спирте и эфирах, плавятся при нагревании, приобретая запах горящего янтаря. Пары слабо окрашиваются в коричневый цвет (следы серы), сухая перегонка дала янтарную кислоту» (Heer, 1868, s. 7). Однако перечисленные физические и химические свойства не позволяют достоверно утверждать о их схожести, поскольку данные критерии не являются диагностическими.

Нет единой точки зрения о возрасте ископаемых смол Гренландии. Одни их относят к палеогеновому возрасту (Kosmowska-Ceranowicz, 1999), другие к раннемеловому (Langenheim, 1969) или позднемеловому (Stach et al., 2019).

Результаты пиролитической газовой хроматографии образца смолы из Музея естественной истории в Карсруэ (маркировка «Гренландия», без точной привязки), показали его сходство с «уральским янтарем» (Heck, 1999). Как известно, на Урале встречаются ископаемые смолы, относящиеся к шрауфиту (Мартирисян, 2020).

ИК-спектроскопия

Ископаемые смолы являются сложными органическими веществами, в силу чего существуют значительные трудности при характеристике их структуры. Такие параметры, как удельный вес, плотность, показатель преломления или растворимость в различных растворителях, температура плавления и размягчения, недостаточно специфичны для выделения типов ископаемых смол. Для изучения молекулярного состава ископаемых смол чаще всего применяют ИК-спектроскопию (ИКС). Это один из фундаментальных методов, используемый с 1960-х годов, наиболее востребованный как для идентификации, так и корреляции ископаемых и современных смол. Независимо от возраста и местонахождения ископаемой смолы, спектр, полученный с помощью ИКС, представляет собой своего рода «отпечаток пальца» с полосами поглощения, отражающими основные химические компоненты, кото-

рые можно сравнить, чтобы показать сходство этих компонентов со смолами. Среди известных находок ископаемых смол о. Гренландия, только смола с о. Заячий, представленная чаще всего в собраниях различных европейских музеев, исследована методом ИКС лучше, чем другие находки, которые практически не изучены.

В отличие от Н. А. Орлова и В. А. Успенского, считавших на основании физических, химических свойств и элементного состава, что смола с о. Заячий относится к шрауфиту, В. Катинас в 1988 г. на основании ИКС-данных отнес ископаемую смолу из Гренландии (без точной привязки) к валховиту, возможный ботанический источник — *Pinaceae* (Kosmowska-Ceranowicz, Pielinska, 2018). В 1999 г. Б. Космовска-Церанович, сравнив ИК-спектры образцов о. Заячий с цедаритом (чемавенитом) из Канады (оз. Сидар), показала их сходство (Kosmowska-Ceranowicz, 1999). Заметим, что в Канаде цедарит (чемавенит) встречается не только в провинциях Минитоба (оз. Сидар) и Альберта (оз. Грасси), а также на о. Сомерсет в Канадском Арктическом архипелаге, который находится практически на одной параллели с о. Заячий (Zobel, 1999; Poulin, Helwig, 2016).

Для того чтобы установить сходство или различие ископаемой смолы о. Заячий с одним из вышеописанных

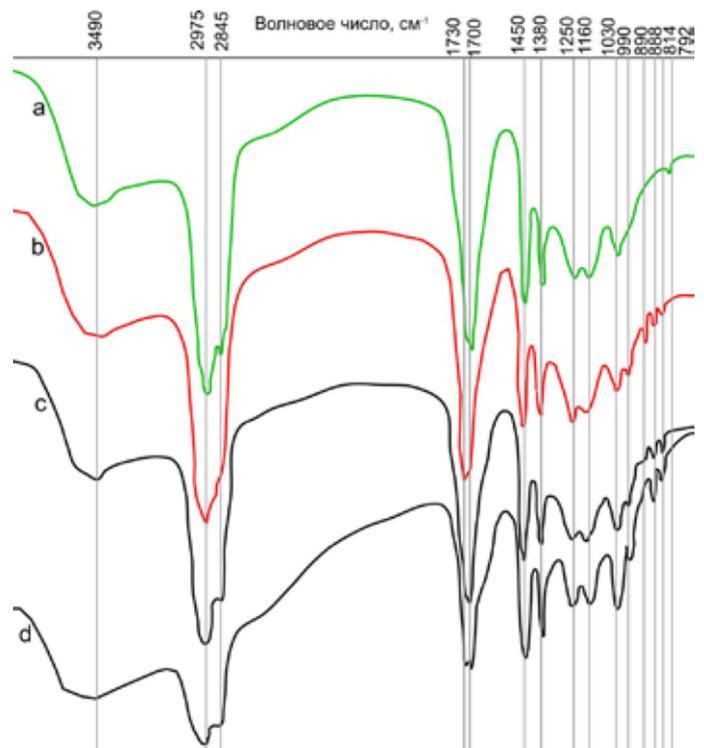


Рис. 3. ИК-спектры ископаемых смол: а — валховита из коллекции Музея Земли в Варшаве, б — шрауфита из проявления Вама, Румыния (Kosmowska-Ceranowicz, 1999), с — ископаемой смолы с о. Заячий (Kosmowska-Ceranowicz, 1999), d — цедарита (чемавенита) с проявления Сидар (штат Манитоба) из коллекции Яна Фудала, США

Fig. 3. IR-spectra of fossil resins: a — Valchovite, from the collection of the Earth Museum in Warsaw, b — Schraufite from the Vama occurrence, Romania (Kosmowska-Ceranowicz, 1999), c — Hare Island (Kosmowska-Ceranowicz, 1999), d — Cedarite, Cedar occurrence (Manitoba) from the collection of Jan Fudal, USA

видов смол (шрауфит, валховит или цедарит (чемавенит)), было проведено сравнение их ИК-спектров (рис. 3).

ИК-спектры ископаемой смолы с о. Заячий и шрауфита были взяты из литературных источников (Kosmowska-Cerapanowicz, 1999), тогда как ИК-спектры валховита и цедарита (чемавенита) получены и расшифрованы автором статьи. Анализ наших результатов сравнительного изучения ИК-спектров согласуются с данными Б. Космовской-Церанович о том, что ИК-спектр ископаемой смолы с о. Заячий схож с цедаритом (чемавенитом) (рис. 3, с, d).

Для них характерно соотношение полос карбонильной С=О-групп кислот и эфиров $1700 > 1730 \text{ см}^{-1}$, соотношение групп С=О-кислот и эфиров как для хрупких смол ($1250 \approx 1160 \text{ см}^{-1}$), присутствие внеплоскостных деформационных колебаний связей ОН карбоновых кислот (980 см^{-1}), довольно интенсивной полосы при 1027 см^{-1} , которая может объясняться несколькими перекрывающимися полосами колебаний связей С=О в фенольных гидроксилах и S=O в сульфоксидных группах. Кроме того, присутствуют полосы при 888 см^{-1} экзоциклической связи типа $>C=CH_2$ и при 814 см^{-1} группы $>C=CH$ в цикле.

Шрауфит, в отличие от вышеописанных ископаемых смол, имеет другое соотношение полос карбонильной С=О-групп кислот и эфиров $1700 < 1730 \text{ см}^{-1}$, групп С=О-кислот и эфиров $1250 > 1160 \text{ см}^{-1}$ и наличие четкой полосы при 890 см^{-1} , характерной для валентных колебаний О=О-перекисей (рис. 3, b).

Для валховита характерно присутствие на ИК-спектре связей ароматических структур (слабая полоса при 1600 см^{-1}), а также слабой полосы при 792 см^{-1} , обусловленной внеплоскостными деформационными колебаниями С–Н в соединениях типа $R_1R_2C=CHR_3$ (рис. 3, a). Данные полосы отсутствуют для других описываемых ископаемых смол.

Заключение

С научной точки зрения уровень изучения ископаемых смол западной части о. Гренландия до сих пор остается крайне низким, а сведения об их находках отрывочны и случайны. Это объясняется прежде всего тем, что они находятся в отдаленном районе, куда исследователям до сих пор не так легко добраться. Возможно, поэтому они скудно представлены в различных музейных коллекциях и включают в основном смолу с о. Заячий.

Ввиду отсутствия информации о видовой принадлежности смол большинства местонахождений в Гренландии данные ископаемые смолы заслуживают углубленного изучения их физических, химических особенностей и условий образования. Это будет способствовать уточнению их классификационных признаков, а также позволит проводить корреляцию с уже имеющимися данными по ископаемым смолам других арктических регионов как зарубежья, так и России. Сведения о находках ископаемых смол о. Гренландия позволят расширить имеющуюся базу данных по смолам Арктики. По аналогии с опытом изучения местонахождений ископаемых смол России и Европы есть основания полагать, что на арктической территории Дании будет встречено несколько видов ископаемых смол.

Физико-химические исследования не совсем точно или ошибочно определённых образцов ископаемых смол часто вводят в заблуждение. Поэтому необходи-

ма ревизия образцов ископаемых смол о. Гренландия, имеющихся в коллекциях музеев. ИК-спектроскопия может помочь исправить многие ошибки, вызванные не всегда надежно установленной идентификацией. В данной работе с помощью метода ИКС нами подтверждено, что ископаемая смола с о. Заячий является цедаритом (чемавенитом).

Таким образом, ископаемые смолы о. Гренландия представляют богатый и интересный материал, который еще ожидает научной обработки.

Работа выполнена в соответствии с темой госзадания Геологического института РАН.

Автор благодарит рецензентов за тщательное рассмотрение рукописи и весьма полезные замечания.

Литература / References

- Байковская Т. Н. Сопоставление верхнемеловых флор Северной Азии с верхнемеловыми флорами Северной Америки и Арктики // Палеоботаника. Вып. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 140–164.
- Baikovskaya T. N. Comparison of the Upper Cretaceous floras of northern Asia with the Upper Cretaceous floras of North America and the Arctic. *Palaeobotany*. V. 2, Moscow, Leningrad: AS USSR, 1956, pp. 140–164. (in Russian)
- Бодасаров М. А. Ископаемые смолы Северной Евразии. Брест: БрГУ, 2005. 180 с.
- Bogdasarov M. A. Fossil resins of northern Eurasia. Brest: BrSU, 2005, 180 p. (in Russian)
- Мартиросян О. В. Есть ли янтарь на Среднем Урале? // Вестник геонаук. 2020. № 6(306). С. 27–30.
- Martirosyan O. V. Is there amber in the Middle Urals? *Vestnik of Geosciences*, 2020, No. 6(306), pp. 27–30. (in Russian)
- Орлов Н. А., Успенский В. А. Минералогия каустобиолитов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936.
- Orlov N. A., Uspensky V. A. Mineralogy of caustobiolites. Moscow, Leningrad: AS USSR, 1936, 198 p. (in Russian)
- Berkman P. A., Vylegzhanin A. N. Environmental Security in the Arctic Ocean. Dordrecht: Springer Science + Business Media, 2013. 459 p.
- Broughton P. L. Conceptual Frameworks for Geographic-Botanical Affinities of Fossil Resins // *Canadian Journal of Earth Sciences* 1974. Vol. 11. No 4. pp. 583–594.
- Burden E., Langille A. Stratigraphy and sedimentology of Cretaceous and Paleocene strata in half-grabens on the southeast coast of Baffin Island, Northwest Territories // *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. 1990. Vol. 38. pp. 185–196.
- Chydenius J. J. Undersökning af fossilt hartz från Grönland // *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*. 1875. Vol. 2. No 13. pp. 549–551.
- Dam G., Pedersen G. K., Sønderholm M. et al. Lithostratigraphy of the Cretaceous–Paleocene Nuussuaq Group, Nuussuaq Basin, West Greenland // *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*. 2009. Vol. 19. 171 pp.
- Denmark, Greenland and the Faroe Islands: Kingdom of Denmark Strategy for the Arctic. 2011–2020. Copenhagen, Nuuk, Tinganes: Rosendahls-Shultz grafisk a/s, 2011. 58 p.
- Fortier Y.O., Blackadar R.G., Glenister B.F. et al. Geology of the north-central part of the Arctic Archipelago, Northwest territories (Operation Franklin). Ottawa: Dep. of mines and technical surveys, 1963. 671 p. (Geological Survey of Canada, Memoir 320).



- Fraquet H. Amber. London: Butterworth and Co. Ltd, 1987. 176 p.
- Giesecke K.L. Description of Greenland. Edinburgh: Andrew Balfour, Merchant court, 1816. 22 p.
- Giesecke K.L. Gieseckes Mineralogiske rejse i Grønland, ved F. Johnstrup. Med et tillæg om de grønlandske stednavnes retskrivning og etymologi af H. Rink. København: B. Lunos bogtrykkeri, 1878. 372 s.
- Hald N., Pedersen A. K. Lithostratigraphy of the Early Tertiary volcanic rocks of central West Greenland // Rapp. Grønlands geol. Unders. 1975. Vol. 69. pp. 17–24.
- Harrison J.C., Mayr U., McNeil D.H. et al. Correlation of Cenozoic sequences of the Canadian Arctic region and Greenland; implications for the tectonic history of northern North America // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. 1999. Vol. 47. No 3. pp. 223–254.
- Heck G. Py-GC-Analysen zur Unterscheidung von Bernstein // Berliner Beiträge zur Archäometrie. 1999. Bd. 16. S. 211–240.
- Heer O. Flora fossilis Arctica: die fossile flora der Polarländer: Die in Nordgrønland, Auf De: Die in Nordgrønland, Auf Der Melville-Insel, Im Banksland, Am Mackenzie, in Island Und in Spitzbergen Entdeckten Fossilen Pflanzen. Zurich: Druck und Verlag von Friedrich Schulthess, 1868. 254 s.
- Heer O. Contributions to the fossil flora of North Greenland, being a description of the plants Collected by Mr. Edward Whymper during the summer of 1867 // Philosophical Transactions of the Royal Society London. 1869. Vol. 159. pp. 445–488.
- Heim A. Über die Petrographie und Geologie der Umgebungen von Karsuarsuk, Nordseite der Halbinsel Nugsuaq, W. Grønland // Meddelelser om Grønland. 1910. Vol. 47. No. 3. pp. 173–230.
- Henderson G., Rosenkrantz A., Schiener E. J. Cretaceous-Tertiary sedimentary rocks of West Greenland // Geology of Greenland. Copenhagen: Geol. Surv. Greenland. 1976. p. 340–362.
- Koch B. E. Fossil plants from the lower Paleocene of the Agatdalen (Angmårtussut) area, central Nûgssuaq peninsula, northwest Greenland // Bulletin Grønlands Geologiske Undersøgelse. 1963. Vol. 38. 120 p.
- Kosmowska-Ceranowicz B. Succinite and some other fossil resins in Poland and Europe (deposits, finds, features and differences in IRS) // Estudios del Museo de ciencias naturales de Alava. 1999. Vol. 14. No. 2. pp. 73–117.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Pielińska A. Infrared spectra of amber and other resins — results of research by Vladas Katinas // International symposium «Amberif 2018». Book of abstract. 2018. pp. 124–128.
- Langenheim J. H. Amber: A botanical inquiry // Science. 1969. Vol. 163. No. 3872. pp. 1157–1169.
- Nordenskiöld A. E. Redogörelse för en expedition till Grønland år 1870 // Öfversigt Kungliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1871. Vol. 27. pp. 973–1082.
- Poinar G. O. Life in Amber. Stanford University Press, 1992. 386 p.
- Poulin J., Helwig K. The characterization of amber from deposit sites in western and northern Canada // J. of Archaeological science. Reports 7. 2016. pp. 155–168.
- Ravn J. P. J. De marine Kridtaflejringer i Vest-Grønland og deres fauna // Meddelelser om Grønland. 1918. Vol. 56. No. 9. pp. 313–366.
- Rink H. H. Grønland geographisk og statistisk beskrevet. Bd. 1. De danske Handelsdistriktet i Nordgrønland: deres geographiske Beskaffenhed og produktive Erhvervskilder. Kjøbenhavn: A. F. Høst, 1852. 206 s.
- Rosenkrantz A. Marine Upper Cretaceous and lowermost Tertiary deposits in West Greenland // Meddr dansk geol. Foren. 1970. Vol. 19. pp. 406–453.
- Seward A. C. Notes sur la Flore Crétacique du Groenland. Societé géologique Belgique. 5eme anniversaire Livre Jubilaire. 1924. Vol. 1. pp. 227–263.
- Seward A. C. The Cretaceous plant-bearing rocks of western Greenland // Phil. Trans. roy. Soc. London B. 1926. Vol. 215. pp. 57–175.
- Seward A. C., Conway V. M. Additional Cretaceous plants from western Greenland // Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. 1935. Vol. 15. No. 3. 51 pp.
- Seyfullah L. J., Beimforde C., Corso J. D. et al. Production and preservation of resins — past and present // Biological Reviews. 2018. Vol. 93. No. 3. pp. 1684–1714.
- Schiener E. J. Basin study: central West Greenland onshore Cretaceous-Tertiary sediments // IX Congrès international de Sedimentologie, Nice. 1975. Vol. 2. Theme 5. pp. 379–385.
- Schlüter C. Untitled abstract of talk // Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. 1874. Vol. 7. ss. 24–31.
- Shekhar S. C., Frandsen N., Thomsen E. Coal on Nûgssuaq, West Greenland. Copenhagen: Geological Survey of Greenland, 1982. 82 p.
- Stach P., Martinkutė G., Šinkūnas P., Natkaniec-Nowak L., Drzewicz P., Naglik B. Bogdasarov M. An attempt to correlate the physical properties of fossil and subfossil resins with their age and geographic location // Journal of Polymer Engineering. 2019. Vol. 39. No. 8. pp. 716–728.
- Steenstrup K. J. V. Om de kulførende Dannelser på Ōen Disko, HareŌen og Syd-Siden af Nûgssuaq's HalvŌen i Nord-Grønland. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 3–7, 1874. 39 p.
- Steenstrup K. J. V. Om Forekomsten af Forsteneringer i de kulførende Dannelser i Nord-Grønland // Meddelelser om Grønland. 1883 Vol. 5. pp. 43–77.
- Storey M., Duncan R. A., Pedersen A. K. et. al. 40Ar/39Ar geochronology of the West Greenland Tertiary volcanic province // Earth and Planetary Science Letters. 1998. Vol. 160. pp. 569–586.
- Tappert R., McKellar R. C., Wolfe A. P. Stable carbon isotopes of C3 plant resins and ambers record changes in atmospheric oxygen since the Triassic // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2013. Vol. 121. pp. 240–262.
- Wartha V. Chemische Untersuchung einiger Gesteine, fossilen Holzes u. Kohlen aus der arktischen Zone // Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1866. No. 11. ss. 281–295.
- White D., Schuchert C. Cretaceous series of the west coast of Greenland // Bull. of the Geological Society of America. 1897. Vol. 9. No. 6. pp. 343–365.
- Whymper. E. H. Report of proceedings to obtain a collection of fossil plants in north Greenland for the committee of the British association // Report of the British Assoc. for the Advancement of Science. 1869. Vol. 39. pp. 1–8.
- Zobel A. M. Cedarite and other fossil resins in Canada, in investigation into amber // Proceedings of the International interdisciplinary symposium on Baltic amber and other fossil resins. Gdansk, 1999. pp. 241–245.