

# ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ И ЯНТАРЕЙ

Е.Ю. Макарова<sup>1</sup>, Е.Е. Маслова<sup>1</sup>, Я. Марек<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Карлов Университет, Прага, Чешская Республика

Ископаемые смолы и янтари являются продуктом литогенеза смолистых веществ высших растений – резинита. Эти компоненты растений, как и другие липоидные ингредиенты (суберины, кутины, споринины, природные каучуки) характеризуются устойчивостью к микробиальному воздействию, поэтому хорошо сохраняются при бактериальной переработке органического вещества на стадиях седименто- и диагенеза, хорошо диагностируются при микроскопических исследованиях. Они встречаются в довольно широком возрастном диапазоне осадочных пород. Наиболее полно изучены янтари Балтийского региона эоценового возраста. В статье приводятся результаты исследования коллекции ископаемых смол и янтарей из различных регионов мира. Образцы изучались микроскопически, выполнен изотопный анализ углерода, инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия). Наиболее информативный анализ высокомолекулярных полимерных соединений – ИК-спектроскопия. Выяснилось, что в анализируемых образцах ископаемых смол различного возраста не наблюдается ароматических соединений, большинство которых первыми улетучиваются в процессах фоссиллизации. Обсуждается возможность влияния на групповой состав янтарей и янтареподобных смол обстановок седиментации, диагенеза и катагенеза. Проведено сравнение ИК-спектров ископаемых и современных смол хвойных растений. С помощью метода ИК-спектроскопии предпринята попытка выявления ботанической принадлежности ископаемых смол.

**Ключевые слова:** ископаемые смолы, янтари, инфракрасная спектроскопия, седиментогенез, диагенез, катагенез

**DOI:** <http://doi.org/10.18599/grs.19.24>

**Для цитирования:** Макарова Е.Ю., Маслова Е.Е., Марек Я. Исследование ископаемых смол и янтарей. *Георесурсы*. 2017. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 249-255. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.24>

Янтари и ископаемые смолы образуют скопления, нередко промышленного масштаба. Интерес в настоящее время представляют месторождения янтарей и янтареподобных смол, пригодных для открытой разработки. Используются они в основном для ювелирной, медицинской и химической промышленности. Наличие глубоко погребенных скоплений ископаемых смол не является предметом современных исследований. Однако, обладая повышенным содержанием водорода (среди других компонентов высших растений) они могут внести существенный вклад в образование жидких углеводородов при катагенезе органического вещества пород. В настоящее время доля участия угленосных отложений в формировании нефтегазового потенциала недр оценивается весьма различно и, как правило, часто не доучитывается. В связи с тем, что в группу янтарей и подобных им природных веществ попадает большое количество разных по возрасту, региону происхождения и свойств ископаемых смол, нами были изучены янтари и другие ископаемые смолы.

Янтари, ископаемые (янтареподобные) смолы являются продуктом литогенеза смолистых веществ высших растений и относятся к высокомолекулярным полимерным соединениям группы панлипоидинов. Кроме непосредственно резинитов (смоляных тел) к ним относятся суберины, кутины, споринины, природные каучуки. Нет сомнения в их генетической связи с липтинитовыми компонентами торфов и углей. Все эти компоненты характеризуются устойчивостью к микробиальному воздействию, поэтому хорошо сохраняются при бактериальной переработке органического вещества на стадиях седименто- и диагенеза, хорошо диагностируются в шлифах и аншлифах пород и углей (Рис. 1).

Панлипоидины (липиды, липоиды и родственные им вещества) участвуют в обмене веществ организмов, определяют запахи веществ, входят в состав красящих

пигментов, витаминов, осуществляют в растениях важные защитные функции. Значительные количества липидов и липоидов могут скапливаться в коре, листьях, пыльце, спорах, плодах и семенах растений, их также много в фито- и зоопланктоне, бактериях (Табл. 1).

Липоидные компоненты углей сохраняют свои оптические, отличные от других мацералов, свойства лишь до средних стадий преобразования (К-ОС), что связано с изменением химического состава органического вещества. На более высоких стадиях преобразования по оптическим характеристикам они практически неотличимы от витринита.

Интерес к изучению янтарей возник у нас во время посещения карьера Билина (Мостецкий бурогольный бассейн) на обменной учебной практике с Карловым Университетом (Прага). Вблизи кровли основного угольного пласта располагается так называемый «Пеньковый горизонт» (Havelkova et al., 2013), в котором встречаются «выжимки» янтареподобных смол непосредственно в зонах минерализации древесины ископаемых пней (Рис. 2). Этот органический «минерал» носит название дуксит, имеет красновато-коричневый цвет, сходен по свойствам с янтарями. Механизм образования предположительно связан с выжиманием смолистых веществ из древесины в процессе минерализации, развивающейся по органическому веществу на стадиях диагенеза и раннего катагенеза. Находки дуксита не многочисленны.

Янтари и ископаемые смолы встречаются в довольно широком возрастном диапазоне. При изучении распространения янтарей и подобных им смол была составлена карта (Рис. 3, табл. 2), на которой отмечены возраст и тип (название) ископаемых смол. Нами были проанализированы образцы мелового, палеогенового и неогенового возрастов. В подготовке коллекции для исследований большой вклад внес профессор Природоведческого факультета Карлова

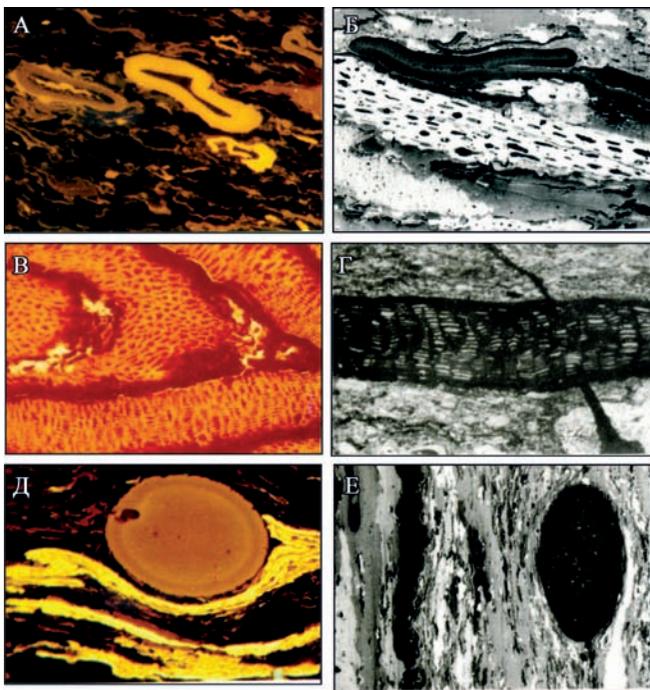


Рис. 1. Фототаблица (левая колонка – проходящий свет, правая колонка – отраженный свет): А, Б – споринит, Б – споринит – темный, фюзенит – светлый; В, Г – суберинит; Д, Е – резинит (округлый), кутинит (удлинённый) (Atlas..., 1996)

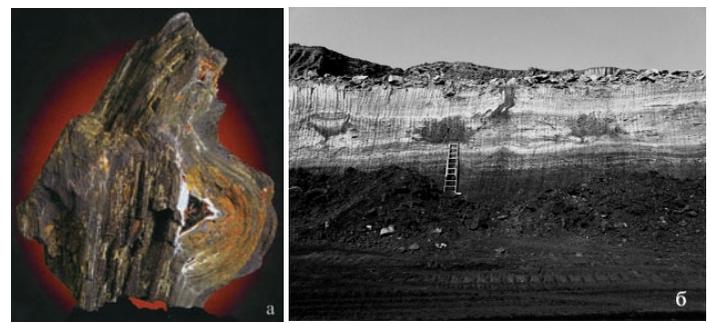


Рис. 2. Мостецкий буроугольный бассейн (Чешская Республика). а – «Капля» дуксита, размером до 25 см, в минерализованной части древесины ископаемых пней; б – «Пеньковый горизонт» в разрезе угольного карьера Билина

Университета Ярослав Марек, который предоставил для исследований собранные им образцы разного геологического возраста и из разных регионов мира.

Наибольшая разница проявляется по степени литификации смол, что выражается в их растворимости в различных растворителях (слаболитифицированные смолы растворимы в спиртах) и изменении физических свойств (прозрачность, хрупкость и др.). Вязкие янтари и янтареподобные смолы лишены спайности и имеют раковистый, реже плоский излом. У хрупких ископаемых смол развита отдельность. Подобные изменения могут быть вызваны, вероятно, и другими факторами.

Различают три главных семейства: 1 – янтарь (сукцинит) и янтареподобные ископаемые смолы (румэнит, бирмит и т.д.) – тугоплавкие, вязкие; 2 – ретинит (ретинит, геданит, чемавинит) – хрупкие ископаемые смолы буроугольных пластов; 3 – копалит (копалит, амбрит) – четвертичные ископаемые смолы, сравнительно мягкие и легкоплавкие (Киевленко, 1983). Кроме перечисленных, встречаются и другие янтареподобные смолы, механизм формирования которых не позволяет их однозначно включить в одно из этих семейств, например чешский дуксит.

Наиболее полно изучены свойства янтарей Балтийского региона (сукцинита). Его химический состав соответствует формуле  $C_{10}H_{16}O_4$  с содержанием углерода 79,75% и водорода 10,35%, постоянно присутствуют примеси азота (0,1-0,5%) и серы (0,1-0,55%). Важным диагностическим признаком янтаря является наличие в его составе янтарной кислоты (3-8%).

Исследовались образцы разного возраста из пяти регионов (Рис. 3, 4). Основным методом исследования являлась инфракрасная спектроскопия (ИКС), как наиболее информативная, часто применяемая при изучении янтарей и их идентификации. Кроме того проведено изучение образцов на макро- и микро-уровне, выполнена изотопия углерода. Образцы именно Балтийских янтарей были взяты нами как эталонные.

При макро-исследованиях янтарей и ископаемых смол хорошо видно, что выделяются две группы: вязкие, часто прозрачные (Балтийский регион – рис. 4А, Малайзия – рис. 4Б, Сахалин – рис. 4В) и хрупкие, мутные (север Якутии – рис. 4Д, Центральная Европа – рис. 4Г).

Класс организмов	Групповой состав живого вещества			
	Углеводы	Белки	Липиды, липоиды и родственные им вещества	Лигнин
Зеленые растения	>50	7	2	>25
Фитопланктон	36	48	16	нет
Зоопланктон	5	75	20	нет
Бактерии	20	60	20	нет
Споры	42	8	50	нет

Табл. 1. Главные составные компоненты живого вещества основных видов организмов, участвующих в образовании горючих ископаемых (% , средние значения) (Тиссо, Вельте, 1981)

Система	Отдел	Распространение
Q		Мадагаскар, Беларусь, Центральная Америка, Доминиканская Республика, Австралия
N	Плиоцен	Мадагаскар, Беларусь, Центральная Америка, Доминиканская Республика, Австралия
	Миоцен	<i>Малайзия</i> , Германия, Бирма, Центральная Америка
Pg	Олигоцен	Беларусь, Украина, Якутия, Приморье, Прибалтика, Доминиканская Республика, Центральная Америка
	Эоцен	<i>Сахалин, Якутия</i> , Приморье, Бирма, Украина, <i>Балтийский регион</i>
	Палеоцен	Сахалин
K	Верхний	Армения, Приморье, Япония, Якутия, Бирма, Канада, США, Сибирь, <i>Центральная Европа</i>
	Нижний	Япония, Бирма, Сибирь, Испания
J		-
T	Верхний	Италия

Табл. 2. Основные районы распространения ископаемых смол (курсивом выделены регионы исследованных образцов)

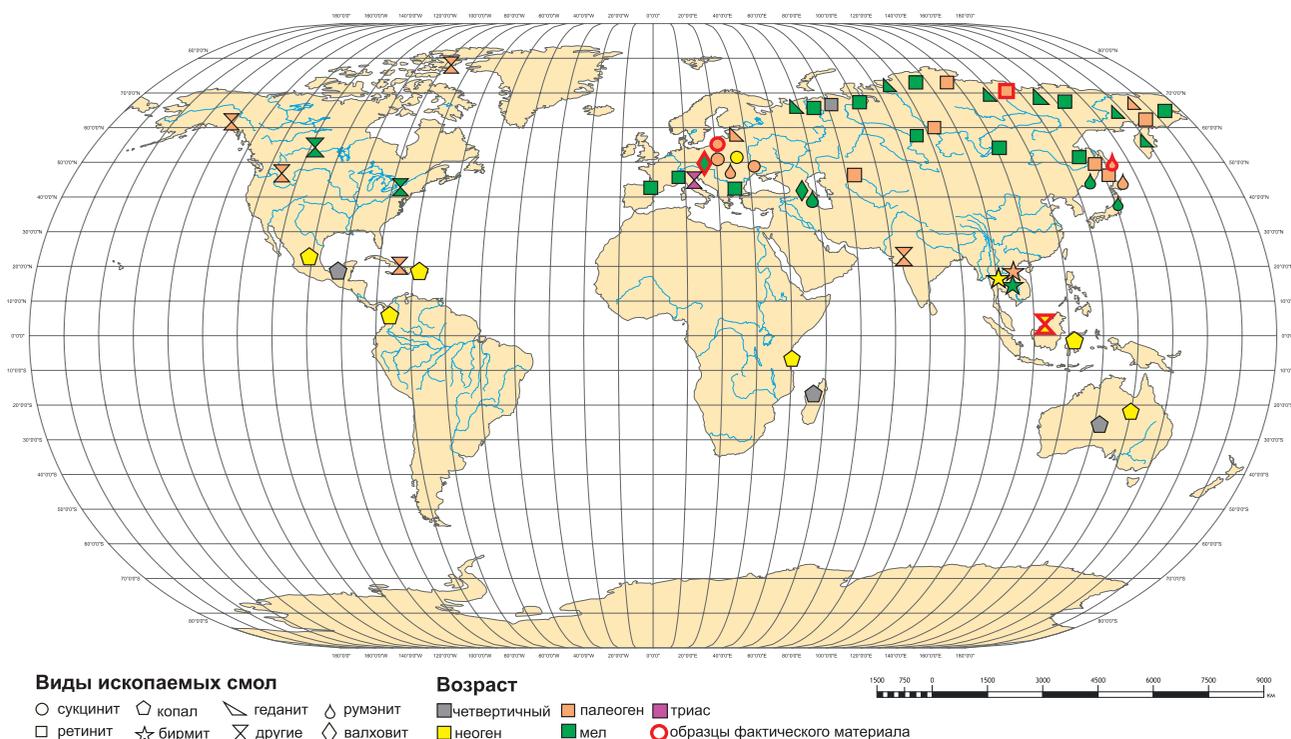


Рис. 3. Карта распространения ископаемых смол (по материалам Tappert et al., 2013, с дополнениями)

Янтари о.Сахалин (месторождение Стародубское) обладают красновато-коричневой окраской, прозрачные, вязкие. Они отобраны из отложений морских террас. Янтари Малазийского региона отобраны в 3 м от кровли угольного пласта, имеют слабый зеленоватый оттенок, прозрачные, вязкие. Янтарные зерна, отобранные непосредственно из пласта бурого угля на севере Якутии мелкие, хрупкие, трещиноватые, почти не прозрачные. Наиболее измененные светло-желтые непрозрачные янтари Центральной Европы (валховит) имеют самый древний возраст из исследованных образцов (Рис. 4).

При рассмотрении особенностей зерен ископаемых смол под микроскопом выявлено, что разница в окраске зерен Балтийского янтаря связана, прежде всего, с примесью растительных остатков, часто с хорошо сохранившейся клеточной текстурой (Рис. 5А). В светло-желтых зернах под микроскопом видны пузырьки (Рис. 5Б), содержащие воздух и воду, что в дальнейшем подтвердилось ИКС. Более темная окраска Сахалинских янтарей не связана с примесью растительных тканей, при микроскопических исследованиях выявлены трещины заполненные коричневым веществом, возможно, битумом (Рис. 5В).

**Изотопный анализ углерода**

Изотопные отношения <sup>12</sup>C:<sup>13</sup>C, выраженные через величину δ<sup>13</sup>C (‰VPDB), зависят от характера структурных превращений в ископаемых смолах, которые происходят в процессе фоссилизации под влиянием окислительно-восстановительных процессов и температуры. С возрастом изотопный состав углерода янтарей несколько «утяжеляется». Исследованные Балтийские янтари обладают значениями в среднем -23,715‰, что хорошо



Рис. 4. Макрофотографии образцов янтарей и ископаемых смол, исследованных в работе: А – Балтийский янтарь (Калининградская обл.) (Pg<sub>2</sub>), Б – Малайзия (N<sub>1</sub>), В – о.Сахалин, месторождение Стародубское (Pg<sub>2</sub>), Г – Центральная Европа (валховит) (K<sub>2</sub>), Д – образцы янтаря (север Якутии) (Pg<sub>2</sub>), Е – бурый уголь с зернами янтаря, север Якутии (Pg<sub>2</sub>)



Рис. 5. Фотографии анилифов (фото Н.В.Прониной) янтарей Балтийского региона (А, Б) и о.Сахалин (В): А – янтарь коричневый. В основной массе включения растительных тканей с клеточной текстурой; Б – янтарь светло-желтый. Пузырьки предположительно воздуха и воды; В – янтарь Стародубского месторождения. Трещины заполнены, возможно, битумом

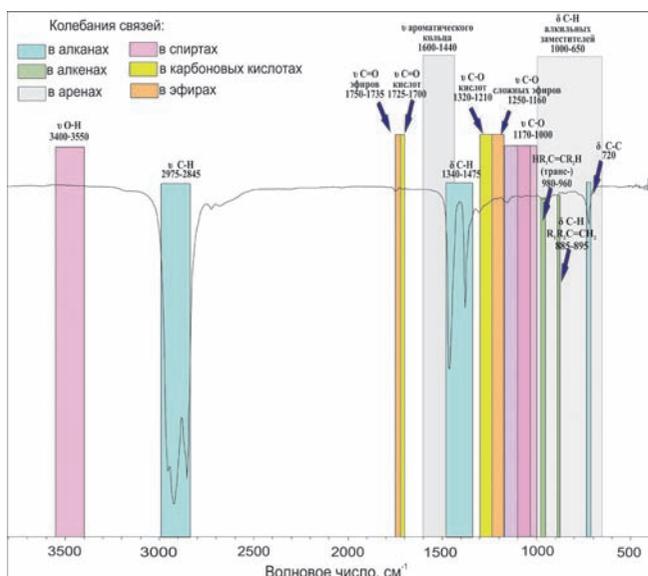


Рис. 6. Валентные ( $\nu$ ) и деформационные ( $\delta$ ) колебания различных связей, нанесённые на ИК-спектр вазелинового масла

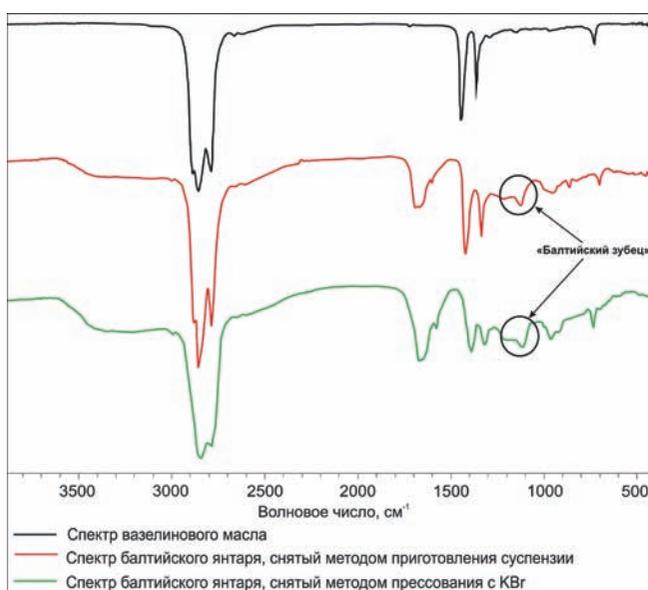


Рис. 7. Сравнение ИК-спектра вазелинового масла, ИК-спектра, полученного методом прессования с KBr и ИК-спектра, полученного методом суспензии

коррелируется с данными для балтийских янтарей других исследователей (Tappert et al., 2013), янтари Стародубского месторождения (о.Сахалин) имеют значения  $-26,255\%$ . Кроме ископаемых смол исследовались смолы современных хвойных растений. Их значения существенно «легче»: в диапазоне от  $-28,365$  до  $-31,105\%$ .

### Инфракрасная спектроскопия (ИКС)

Для отобранных образцов были сняты спектры поглощения из приготовленных суспензий на основе вазелинового масла (смесь нормальных насыщенных углеводородов среднего состава  $C_{25}$ ). Один из недостатков спектра суспензии вазелинового масла состоит в том, что в областях собственного поглощения масла трудно или почти невозможно получить данные о поглощении самого образца. Само вазелиновое масло характеризуется поглощением, типичным для насыщенных углеводородов с длинной цепью (Рис. 6): очень сильная полоса от 3000 до

$2800\text{ см}^{-1}$ , сильная полоса около  $1460\text{ см}^{-1}$ , полоса средней интенсивности около  $1375\text{ см}^{-1}$  и слабая полоса примерно при  $722\text{ см}^{-1}$  (Колесник, 2011). Эти полосы обусловлены валентными и деформационными колебаниями С-Н-связей.

Так как вазелиновое масло, применяемое для суспензии, имеет свои полосы поглощения, для проверки было предпринято сравнение с образцами, исследованными методом прессования с KBr (Рис. 7). Таким образом осуществлялась калибровка полученных результатов. Суспензии исследовались на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 1201 с помощью программного обеспечения FSPEC в диапазоне  $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ , с разрешением  $4\text{ см}^{-1}$  и числом сканирований 20. Исследования проводились под руководством кандидата геолого-минералогических наук Вигасиной М.Ф. Интерпретация полученных ИК-спектров проводилась с использованием справочных материалов и исследований других авторов (Мартиросян, 2011; Тарасевич, 2012).

Согласно ИК-спектрам, в составе Балтийских янтарей представлены полосы поглощения карбоновых кислот и их сложных эфиров, концевой метиленовой группы в составе группировки  $R_1R_2C=CH_2$ , связи  $HR_1C=CR_2H$ , группы О-Н, связанной водородной связью. Присутствие широкого плеча при  $1250\text{ см}^{-1}$  в сочетании с острым пиком при  $1160\text{ см}^{-1}$  является характерным для калининградского янтара (сукцинита) и носит название «балтийский зубец».

Результаты ИК-спектроскопии исследованных янтарей показаны на рис. 8 и обобщены в таблице 3. В анализируемых образцах ископаемых смол различного возраста не наблюдается ароматических соединений, большинство которых первыми улетучиваются в процессах fossilization. Об этом свидетельствует отсутствие характерных для них резких интенсивных полос поглощения в интервале  $650\text{--}1000\text{ см}^{-1}$ , а также в области  $1480\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ .

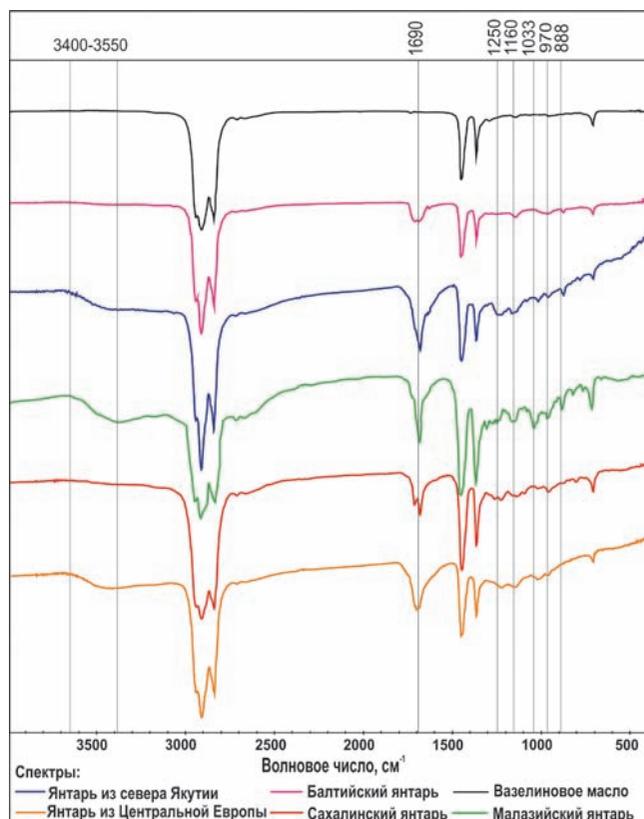


Рис. 8. Изображение ИК-спектров исследованных образцов янтарей

Янтари	Характеристика полос поглощения, волновое число, см <sup>-1</sup>							
	C=O кислот / C=O эфиров ≈1700/≈1730)	C-O кислот / C-O эфиров ≈1250/≈1160)	C-O первичных спиртов (1000-1075)	C-O вторичных спиртов (1030-1125)	O-H (3400-3550)	>C=C-H ( 4) ≈81	R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub> (885-895)	HR <sub>1</sub> C=CR <sub>2</sub> H (транс- конфигурация) (960-980)
Балтийский	○1710≈1735	○1250<1160	—	—	Δ3400-3550	—	Δ888	Δ976
север Якутии	*1695	Δ1260>1160	Δ1033	Δ1094	Δ3400-3550	—	Δ888	Δ971
Малазийский	*1690	○1255≈1165	○1048	—	Δ3400-3550	—	○888	Δ970
Сахалинский	○1690>1725	Δ1240>1158	Δ1033	Δ1105	Δ3400-3550	Δ818	Δ888	Δ970

Табл. 3. Различия янтареи по данным ИК-спектроскопии. Интенсивность полос: \* – сильная, ○ – средняя, Δ – слабая, — – отсутствие

Выявленные особенности ИК-спектров янтареи севера Якутии указывают на то, что они наиболее выветрелые (окисленные). Похожая картина распределения спектров отмечается и для Малазийского янтара. По нашему мнению, это может быть связано с первичной окисленностью гуминовыми кислотами, которые присутствуют в угленосной толще на стадиях диа- и раннего катагенеза. Янтари Сахалинской области занимают промежуточное положение по степени окисленности. Образуясь непосредственно в угольном пласте, они были перетолжены в россыпях морских террас и, возможно не

так длительно подвергались «окислению» пластовыми водами. Особенности при оптическом изучении янтареи из Центральной Европы (валховит) на ИС-спектрах никак дополнительно не выявлены. Они также имеют промежуточное положение по степени «окисленности» между Балтийскими и Якутскими янтарами. Здесь, факторами изменений могли служить температура и время – валховит наиболее древний из представленных образцов (K<sub>2</sub>).

#### Выявление ботанической принадлежности ископаемых смол

В настоящее время растительное происхождение янтара не вызывает сомнений. Наиболее вероятными янтареобразующими семействами являются *Pinaceae*, *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Araucariaceae*, *Dipterocarpaceae* и *Fabaceae*. Ботанический генезис большинства дочетичных янтареи связывают только с хвойными деревьями. Начиная с третичного периода янтара образовывался двумя родами деревьев: 1) хвойными семействами сосновых, таксодиевых и кипарисовых; 2) цветковыми семействами гаммелисовых, бобовых, бурзеровых (Фракей, 1990). В связи с этим нами были сняты ИК-спектры смол современных хвойных растений из разных регионов (Рис. 9): Средиземноморского, Центральной Европы, Австралии и

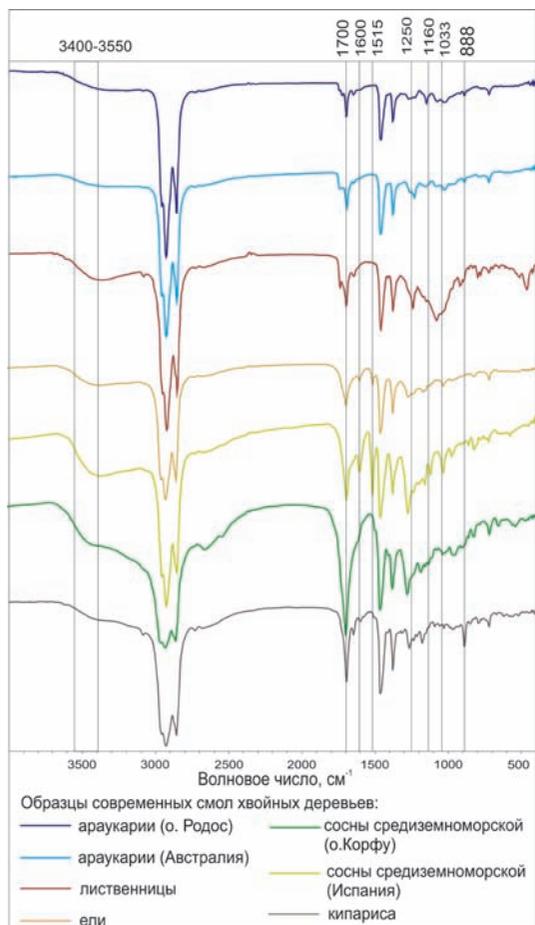


Рис. 9. Изображение ИК-спектров исследованных образцов смол современных хвойных растений

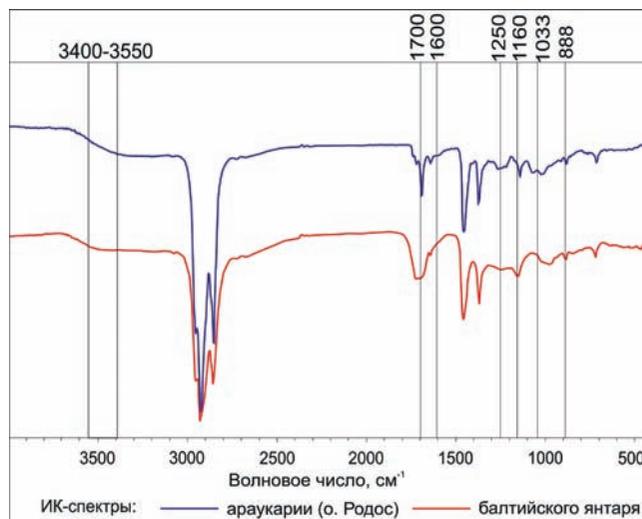


Рис. 10. Сравнение ИК-спектров Балтийского янтара и смолы араукарии

центра Европейской части России (7 образцов современных смол хвойных деревьев: две сосновые (*Pinus pinea*), две араукариевые (*Araucaria*), кипариса (*Cupressus*), ели (*Picea*) и лиственницы (*Larix*)).

Во всех ИК-спектрах смол хвойных деревьев отмечается интенсивная широкая полоса 3550-3400 см<sup>-1</sup>, отмечающая наличие  $\nu$  колебаний группы О-Н спиртов. Наличие и степень выраженности ароматических соединений различно. ИК-спектры смол ели (Центральная Европа) и средиземноморских сосен очень близки, различаются интенсивностью поглощения, можно также в этих образцах констатировать присутствие ароматических соединений. Также проявлены полосы поглощения при 976 см<sup>-1</sup>, что схоже со спектрами янтарей. Кроме того, хорошо проявлены полосы поглощения, отвечающие за наличие С-О связей первичных, вторичных и третичных спиртов (1033,  $\approx$ 1120,  $\approx$ 1160 см<sup>-1</sup>). Интересно, что в ИК-спектре смолы лиственницы ароматические соединения проявлены множеством полос слабой интенсивности в интервале 920-650 см<sup>-1</sup>. В ИК-спектрах смолы араукарий, как и в спектрах большинства янтарей, отмечается наличие полосы 888 см<sup>-1</sup>, связанной с присутствием концевой метиленовой группы в составе группировки R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>C=CH<sub>2</sub>.

Основываясь на публикациях в зарубежной (Tappert, 2013) и отечественной литературе, с помощью метода ИК-спектроскопии была предпринята попытка выявления ботанической принадлежности ископаемых смол (Рис. 10). Помимо хвойных растений, нами также анализировались спектры смол лиственных растений средней полосы России и Центральной Европы. Сходства с ИК-спектрами ископаемых смол и смолистых выделений исследованных лиственных растений не выявлено, поэтому в статье они не приводятся.

ИК-спектры смолы араукарий из Средиземноморского региона и Австралии отличаются между собой незначительно, что еще раз подтверждает возможность сравнения спектров смол отдельных видов растений, даже из разных регионов. Подобное сходство ИК-спектров отмечается и для смол сосен, отобранных в разных частях Средиземноморского ареала.

Путём сопоставления полос поглощения в ИК-спектрах и их интенсивностей, выяснилось, что ИК-спектр валховита наиболее схож с ИК-спектром смолы ели Центральной Европы, а Балтийского янтаря больше всего схож с ИК-спектром смолы араукарии о. Родос (Рис. 10).

Поскольку валховит является наиболее древним из исследуемых образцов ископаемых смол и наиболее измененным, вероятно, корректность прямого сопоставления ИК-спектров валховита и современных растений не является надежной. Комплексный подход к изучению вопросов седиментогенеза, выявления растительных сообществ на разных территориях в различные геологические эпохи сможет дать более достоверную информацию о происхождении янтарей разных регионов. Кроме того, необходимо учитывать процесс катагенетических изменений органического вещества.

Учитывая, что большинством исследователей основными смолопроизводящими деревьями Балтийского

региона, сформировавшими крупнейшие в мире месторождения янтаря, считаются сосны (*Pinaceae*), нам кажется вывод о схожести ИК-спектров Балтийских янтарей и араукарий наиболее интересным и требующим дальнейших более детальных исследований.

Прежде всего, речь идет об изучении растительных сообществ и влиянии изменений климата на сохранность или гибель лесов. На сегодняшний момент в Балтийских янтарях найдены остатки большого количества насекомых, перья птиц, пресмыкающиеся, семена, листья и ветки различных, в том числе и цветковых, растений. Весь этот комплекс позволяет делать предварительные выводы о палеогеографической обстановке, но не дает однозначного ответа на вопрос об основных древесных растениях лесных массивов, которые и являлись поставщиками смолы в прибрежноморскую зону седиментации.

## Литература

- Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождения поделочных камней. 2-е изд. М: Недра. 1983. 263 с.
- Колесник И.В., Саполетова Н.А. Инфракрасная спектроскопия. Москва: МГУ. 2011. 88 с.
- Мартиросян О.В., Богдасаров М.А. Ископаемые смолы: диагностика, классификация и структурные преобразования в условиях термального воздействия. *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2011. С. 10-15.
- Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Москва: МГУ. 2012. 54 с.
- Фракей Э. Янтарь: Пер. с англ. М: Мир. 1990. 198 с.
- Atlas for coal petrography of China. 1996. 321 p.
- Havelkova M., Sykorova I., Bechtel A., Mach K. et al. «Stump Horizon» in the Bilina Mine (Most Basin, Czech Republic) – GC-MS, optical and electron microscopy in identification of wood biological origin. *International Journal of Coal Geology*. 2013. 107. Pp. 62-77.
- Tappert R., McKellar R.C., Wolfe A.P., Tappert M.C., Ortega-Blanco J., Muehlenbachs K. Stable carbon isotopes of C3 plant resins and ambers record changes in atmospheric oxygen since Triassic. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2013. 121. Pp. 240-262.

## Сведения об авторах

**Елена Юрьевна Макарова** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1

Тел: +7(495)939 23 32, +7(917)571 93 23

e-mail: lenamakarova87@yandex.ru

**Елизавета Евгениевна Маслова** – бакалавр геологии, техник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1

Тел: +7(916)527 88 15, e-mail: maslova-liza@mail.ru

**Ярослав Марек** – профессор, Природоведческий факультет, Карлов Университет в Праге

Чешская Республика, 12843, Прага 2, Альбертов 6

e-mail: jaronslav.marek@natur.cuni.cz

Статья поступила в редакцию 15.03.2017

Принята к публикации 07.04.2017

Опубликована 20.05.2017

## Investigation of fossil resins and amber

*E.Yu. Makarova<sup>1</sup>, E.E. Maslova<sup>1</sup>, Ja. Marek<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Charles University in Prague, Prague, Czech Republic

**Abstract.** Fossil resins and amber are a product of lithogenesis of resinous substances of higher plants – resinite. These components of plants, like other lipid ingredients (suberins, cutines, sporinins, natural rubbers) are resistant to microbial action, so they are well preserved in bacterial processing of organic matter in the stages of sedimentation and diagenesis, and are well diagnosed in microscopic studies. They occur in a rather wide age range of sedimentary rocks. The amber of the Baltic region of the Eocene age is most fully studied. The article presents the results of a study of the collection of fossil resins and amber from various regions of the world. Samples were studied microscopically; carbon isotope analysis, infrared spectroscopy (IR spectroscopy) were performed.

The most informative analysis of high-molecular polymeric compounds is IR spectroscopy. It was found that in the analyzed samples of fossil resins of different ages, aromatic compounds are not observed, most of which are first volatilized in fossilization processes. The possibility of influencing the group composition of amber and amber-like resins for sedimentation, diagenesis and catagenesis is discussed. The IR spectra of fossil and modern resin conifers are compared. Using the IR spectroscopy method, an attempt was made to identify the botanical origin of fossil resins.

**Keywords:** fossil resins, amber, IR spectroscopy, sedimentation, diagenesis, catagenesis

**For citation:** Makarova E.Yu., Maslova E.E., Marek Ja. Investigation of fossil resins and amber. *Georesursy = Georesources*. 2017. Special issue. Part 2. Pp. 249-255. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.24>

### References

- Atlas for coal petrography of China. 1996. 321 p.  
Frakej Je. Jantar [Amber]: Translation from English. Moscow: Mir Publ. 1990. 198 p. (In Russ.)

Havelkova M., Sykorova I., Bechtel A., Mach K. et al. «Stump Horizon» in the Bilina Mine (Most Basin, Czech Republic) – GC-MS, optical and electron microscopy in identification of wood biological origin. *International Journal of Coal Geology*. 2013. 107. Pp. 62-77.

Kievlenko E.Ja., Senkevich N.N. Geology of the fields of ornamental stones. Moscow: Nedra Publ. 1983. 263 p. (In Russ.)

Kolesnik I.V., Sapoletova N.A. Infrared spectroscopy. Moscow. Moscow State University Publ. 2011. 88 p. (In Russ.)

Martirosyan O.V., Bogdasarov M.A. Fossil Resins: Diagnosis, Classification and Structural Transformation under Conditions of Thermal Impact. *Vestnik IG Komi NC UrO RAN* [Bulletin of the IG Komi Scientific Center of the UrB RAS]. 2011. Pp. 10-15. (In Russ.)

Tarasevich B.N. IR spectra of the main classes of organic compounds. Moscow. Moscow State University Publ. 2012. 54 p. (In Russ.)

Tappert R., McKellar R.C., Wolfe A.P., Tappert M.C., Ortega-Blanco J., Muehlenbachs K. Stable carbon isotopes of C3 plant resins and ambers record changes in atmospheric oxygen since Triassic. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2013. 121. Pp. 240-262.

### About the Authors

*Elena Yu. Makarova* – PhD in Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University  
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1  
Phone: +7(495)939 23 32, +7(917)571 93 23  
e-mail: [lenamakarova87@yandex.ru](mailto:lenamakarova87@yandex.ru)

*Elizaveta E. Maslova* – BSc in Geology, Engineer, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University  
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1  
Phone: +7(916)527 88 15, e-mail: [maslova-liza@mail.ru](mailto:maslova-liza@mail.ru)

*Jaroslav Marek* – Associate Professor Emeritus, Institute of Geology and Palaeontology, Faculty of Science Charles University in Prague  
Albertov 6, Prague 2, 12843, Czech Republic  
e-mail: [jaroslav.marek@natur.cuni.cz](mailto:jaroslav.marek@natur.cuni.cz)

Manuscript received 15 March 2017;  
Accepted 7 April 2017; Published 20 May 2017