

**«Незрелый янтарь» — кранцит — на Среднем Урале****О. В. Мартиросян**Геологический институт РАН, Москва
mov@ginras.ru

Статья посвящена анализу свидетельств о находке «янтаря» близ с. Колчедан на Среднем Урале. Данная смола не является янтарем-сукцинитом, а представляет собой редкую разновидность ископаемых смол — кранцит. Показано, что первые письменные указания о смоле со свойствами кранцита были много раньше, чем он был выделен как самостоятельный вид. Дана краткая характеристика и оценка его изученности. Отмечено, что «колчеданский янтарь» представляет богатый и интересный материал, который еще ожидает научной обработки.

Ключевые слова: ископаемые смолы, кранцит, Средний Урал.

“Immature amber” — krantzite — in the Middle Urals**O. V. Martirosyan**

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The article is devoted to the analysis of the evidence of finding “amber” near the village of Kolchedan in the Middle Urals. This resin is not amber-succinite, but a rare type of fossil resin — krantzite. It is shown that the first written references to resin with properties of krantzite were much earlier than it was singled out as an independent species. A brief characteristic and assessment of its study is given. It is noted that “Kolchedan amber” is a rich and interesting material, which still awaits scientific processing.

Keywords: fossil resin, krantzite, Middle Urals.

Введение

На восточном склоне Среднего Урала издавна встречаются ископаемые смолы, которые ранее авторами принимались за настоящий янтарь (в современном понимании — сукцинит) [7]. Одним из таких объектов является смола, найденная близ с. Колчедан (Свердловская обл., Россия) и в научной литературе часто именуемая как «колчеданский янтарь». Поселение Колчедан, находящееся в 18 км от Каменского завода на р. Исети, возникло в 1673 г. как Колчеданский острог (рис. 1). Самыми первыми на Урале были преимущественно ученые-путешественники, географы, ботаники, обычно посещающие Средний Урал на пути следования в Сибирь. В августе 1770 г. академик П.-С. Паллас (P. S. Pallas), возвращавшийся из путешествия по Сибири через село Колчедан, отметил в отчете темно-серую глину, перемешанную с кусками дерева, «которое почти в уголь превратилось и серным богатым колчеданом проросло» [21, с. 359]. Месяцем ранее по этой территории проезжал другой ученый-путешественник — академик И. И. Лепехин. В. И. Геннин впервые привел географическое описание Колчеданской слободы [1]. К сожалению, никто из них не сообщил о находках ископаемой смолы. Историю изучения «колчеданского янтаря» можно начать с конца XVIII в. В 1798 г. академик И. Г. Георги привел первые сведения о присутствии «янтаря» близ Колчеданской слободы [15].

Цель статьи — проанализировать свидетельства о колчеданском янтаре, кратко охарактеризовать, дать оценку его изученности и возможности практического применения.

Результаты и обсуждение

Первые исследования по «янтарю» на Среднем Урале. 22 августа 1802 г. горный инженер И. Ф. Герман (В. Herrmann) доставил куски смолы в Санкт-Петербург академику Т. Е. Ловицу (J. T. Lowitz), который 19 сентября 1802 г. доложил на заседании Императорской академии наук и художеств в Санкт-Петербурге результаты исследования смолистого вещества. Опираясь только на то, что при нагревании оно сильно набухает, плавится с разложением и обладает свойством притягивать легкие тела после трения, он сделал вывод, что, без сомнения, это настоящий желтый янтарь [20].

Спустя более 30 лет Н. Р. Мамышев (1777—1840), прочитав заметку об открытии янтаря в Виленской губернии, вспомнил о находке «янтаря» в 1802 г. близ поселения Колчедан на левом берегу р. Исеть, в то время когда он был управляющим Каменским заводом и опубликовал эти сведения. Он писал, что при раскапывании площади бывшего поселения «находили истлевшие деревянные обломки, поленья, щепы и пр. бурого цвета, унизанные кубиками серного колчедана, и еще на них и около них кусочки янтаря» [6, с. 181].

В 1834 г. председателем ученого комитета Корпуса горных инженеров Е. В. Карнеевым было дано поручение начальству екатеринбургских заводов собрать подробные сведения о месторождении «янтаря» [6]. На тот момент управляющим Каменского чугуноплавильного завода был горный инженер И. А. Бароцци де Эльс (Barozzi de Elsa), который опубликовал на немецком языке заметку о местонахождении «янтаря» близ

Для цитирования: Мартиросян О. В. «Незрелый янтарь» — кранцит — на Среднем Урале // Вестник геонаук. 2022. 3 (327). С. 25—30. DOI: 10.19110/geov.2022.3.3.

For citation: Martirosyan O. V. “Immature amber” — krantzite — in the Middle Urals. Vestnik of Geosciences, 2022, 3 (327), pp. 25—30, doi: 10.19110/geov.2022.3.3.

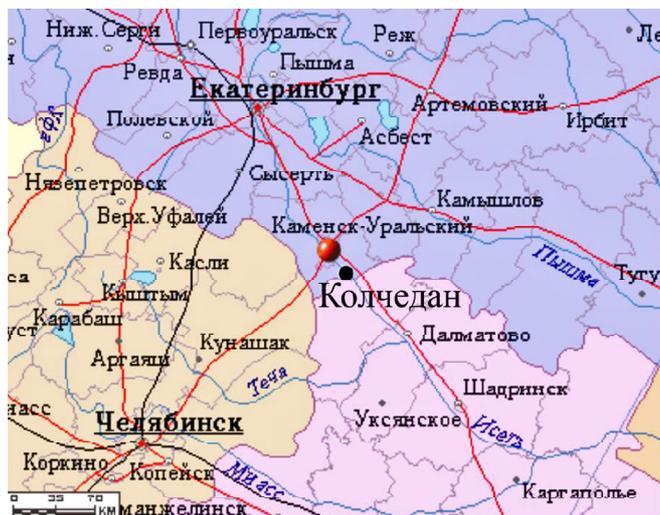


Рис. 1. Географическое положение находки «колчеданского янтаря»

Fig. 1. The geographical location of the “Kolchedan amber”

Каменского завода [13]. Более полная информация содержится в его рапорте, приведенном Н. Р. Мамышевым [6], где он детально описал берега р. Исеть и подробно изложил такие сведения о «янтаре», как цвет, поведение при нагревании, и, что самое важное, отметил его эластичность. В пласте «серой вязкой глины, перемешанной с разрушенным бурым углем», были обнаружены «небольшие куски янтаря. Ниже сего пласта следует малоразрушенный лигнит <...> В сем лигните янтарь попадает в большем количестве и куски его крупнее» [6, с. 184]. Далее следовало подробное описание находки: «Найденный здесь янтарь по вынуги на дневную поверхность не имеет той твердости, какую получает впоследствии, полежа на воздухе; только лишь вынутый из недр земли имеет запах древесной и в особенности сосновой смолы, который впоследствии теряет. Некоторые куски его обладают вязкостью, напротив же, другие, подобно резиниту, вовсе не имеют оной. Излом раковистый; янтарь сей на огне горит, при горении плавится, но не каплет, и во время сгорания, издавая ароматический запах, сильно коптит, оставляя по сгорании разрушенную массу угля. Цветов встречается различных: воскового медового, желто- и красно-бураго и желто-белаго; блеск его масляный. Встречается кругляками, зернами, тупоугольными массами с неровной поверхностью, а также в виде капельников. Некоторые куски плавают, а другие в воде тонут» [6, с. 185–186].

Это была вся информация к тому времени. На момент находки «колчеданского янтаря» в научной литературе отсутствовала информация о четких диагностических признаках, которые позволили бы отличать янтарь от других, внешне похожих на него смол. Эти описания появились во второй половине XIX в. Недостаточное развитие химических методов исследования ископаемых смол вплоть до начала XIX в. было причиной того, что в течение многих столетий единственным методом анализа янтаря было изучение продуктов его сухой перегонки (янтарной кислоты и янтарного масла). Это не давало достаточной информации о составе и химическом строении вещества. Таким образом, очень долгое время смолу, найденную при

Каменском заводе, принимали за настоящий янтарь-сукцинит [2, 5, 11].

Исследования середины XIX — конца XX в. В 1859 г. К. В. Бергеманом (С. W. Bergemann) была описана вторая находка смолы с подобными свойствами из местечка Латторф (Верхняя Саксония, Германия). Он тщательно описал цвет, размеры и формы кусочков исследуемой смолы, привел данные по удельному весу, элементному анализу, поведению при нагревании и отношению к растворителям. Автор считал, что данная смола не была описана ранее, и выделил ее как самостоятельный вид. Основанием к этому послужили полученные им данные, а также свойство эластичности: «свежевыкопанные куски несколько мягкие, на воздухе они отвердевают» [14, с. 65]. К. В. Бергеман предложил назвать его «кранцит», в честь немецкого торговца минералами А. А. Кранца (А. А. Kranz), передавшего ему куски смолы для исследования.

Третья находка датируется 1870 г. Кусочки кранцита были обнаружены совместно с сукцинитом на Остзейском побережье близ маяка Брюстерорт (ныне Калининградская область, Россия) [22].

Более века спустя после первой попытки Л. Е. Ловица идентифицировать «колчеданский янтарь» Н. А. Орлов и В. А. Успенский провели ревизию более 30 видов ископаемых смол при попытке создания их классификации. На основе полученных уникальных данных в 1936 г. была опубликована первая и до сих пор единственная сводка по ископаемым смолам всего мира с указанием их физических и химических свойств, возраста, места и времени первых находок [9]. С выходом ее в свет геологи, минералоги, палеонтологи обрели не только руководство для своих исследований, актуальное до сих пор, но и уникальный путеводитель в мир науки о янтаре. В монографии приведена информация и о «колчеданском янтаре». Он был проанализирован в 1935 г. в лаборатории ВНИГИ им. А. П. Карпинского по образцам из Горного музея при Ленинградском горном институте. Определены удельный вес и элементный состав, исследованы термические свойства, растворимость в различных растворителях (табл. 1.). В результате установлено, что эти образцы представляют собой кранцит [9]. Кранцит относится к своеобразной группе ископаемых смол, которые, имея высокую степень преобразования, показывают свойства, говорящие о «незрелости» смол. К таким свойствам относят мягкость и эластичность, особенно заметные при свежем состоянии образцов. На воздухе такие смолы быстро отвердевают, именно на это первым обратил внимание И. А. Бароцци де Эльс. Кроме того, мягкий, эластичный кранцит при нагревании около 100 °С становится хрупким, поэтому он относится к группе хрупких смол. По составу кранцит почти идентичен сукциниту, но при этом азот и янтарную кислоту не содержит.

Более века не было информации о находках смол со свойствами, характерными для кранцита. В 1980-х и 1990-х гг. во время разработки эоценового бурого угля многочисленные скопления кранцита были обнаружены в местечках Ной-Кёнигзауэ, Профена, Мюхельн, Нитлебен и лигнитовых карьерах Хельмштедта (Верхняя и Нижняя Саксония, Германия). В отличие от других находок кранцита, уникальность этих образцов состоит в том, что они имеют повышенное (4.13–5.91 %) со-

Таблица 1. Сравнение состава и физических свойств краанцита из различных местонахождений
Table 1. Comparison of the composition and physical properties of krantzite from different locations

Местонахождение краанцита / ссылка Location of krantzite / reference	Год находки Year of find	Цвет Color	Элементный анализ, % Elemental composition, %				Удельный вес Specific weight	Поведение при нагревании Behavior when heated
			C	H	O	S		
с. Колчедан, р. Исеть (Средний Урал) Kolchedan Vil., Iset Riv. (Middle Urals) [9]	1798	медово-восковый желтый до красно-бурого honey-wax, yellow to red-brown	77.16	9.57	13.27	нет	Около 1 About 1	Начинает размягчаться при 130–140 °С, около 310–320 °С становится жидким Begins to soften at 130–140 °С, becomes liquid at about 310–320 °С
Латторф (Саксония-Анхальт, Германия) Lattorf (Saxony-Anhalt, Germany) [14, 17, 19]	1859	светло-желтый, местами зеленоватый, местами буроватый light yellow, greenish, sometimes brownish	65.3–65.8	8.08–8.25	10.58	5.26–5.35	0.968	Начинает размягчаться около 225 °С. Около 270–300 °С становится жидким и разлагается Begins to soften at about 225 °С. About 270–300 °С becomes liquid and decomposes
Остзейское побережье близ Брюстерорт Ostsee coast near Brewsterort [9, 22]	1871	зеленовато-желтый, светло-медово-желтый greenish yellow, light honey yellow	78.38	10.14	11.48	нет	0.934	При нагревании около 100 °С становится хрупким, плавится выше 300 °С и разлагается When heated to about 100 °С, it becomes brittle, melts above 300 °С and decomposes
Хелмштадт, Германия Helmstadt, Germany [17, 18, 23]	1986	светло-медово-желтый до красно-бурого light honey yellow to reddish brown	80.3	10.4	9.3	4.6	0.988	Температура плавления 225 °С, при 270 °С начинает выделяться белый пар, при 288 °С становится жидким и приобретает коричневый цвет Melting point 225 °С, at 270 °С white vapor begins to evolve, at 288 °С it becomes liquid and brown

держания серы [17]. Изменчивость элементного состава также весьма значительна (таблица). Однако это не является основанием для какой-либо систематики, поскольку исследователи уже давно пришли к выводу, что данные элементного анализа не являются диагностическим критерием [9, 10].

Примечательно, что геологический возраст отложений, где встречался «колчеданский янтарь» [3] и другие представители этого вида [17–19, 23], одинаков и относится к среднему эоцену. Данные смолы приурочены главным образом к осадочным породам. Встречаются, как правило, в пропластках глин, среди песков, совместно с бурым углем, часто с углефицированными остатками ископаемой древесины, у медленно текущих рек. Кроме того, находятся они на одной географической широте. Возможно, это сходство не случайно и представляет интерес для палеогеографии территорий современной Саксонии и Среднего Урала.

Исследования конца XX — начала XXI в. Прогресс в изучении ископаемых смол появился с использованием более совершенных методов исследования, таких как ИК-спектроскопия и хромато-масс-спектрометрия. Они являются наиболее востребованными как для исследования ряда тонких деталей их строения, так и для диагностики этих объектов. Материал по кранциту значительно обогатился различной информацией. При этом данные, полученные с помощью этих методов, относятся только к смолопроявлениям кранцита из Нижней и Верхней Саксонии (Германия).

По данным ИК-спектроскопии установлено, что кранцит (рис. 2) имеет в своей структуре довольно значительное содержание связей $\text{C}=\text{C}$ с циклоконфигурацией при двойной связи (1600 см^{-1}), замещенные как эфирными группами $\text{C}=\text{O}$ — COOR (полоса при 1730 см^{-1}), так и метилом в α -положении (1385 см^{-1}). Соотношение интенсивностей полос поглощения групп $\text{C}=\text{O}$ карбоксильных и сложноэфирных

группировок — как у многих хрупких ископаемых смол ($1700 > 1730 \text{ см}^{-1}$). При этом соотношение $\text{C}=\text{O}$ карбоксильных и сложноэфирной групп является характерным для вязких смол ($1250 < 1160 \text{ см}^{-1}$). Эти группы порой неярко выражены или отсутствуют в других ископаемых смолах [8, 16–19].

Данные хромато-масс-спектрометрии показали, что химическая составляющая кранцита представлена из полимеров бициклических сесквитерпенов кадиленового типа и связанных с ним изомеров [12]. Ботаническое происхождение кранцита еще не установлено. При сравнении ИК-спектров современных хвойных растений и кранцита были сделаны предположения, что его генезис можно связать с вымершими представителями стираксовых (*Styrax argentea*) [16] или представителями хвойных европейского палеогена рода *Doliosirobus taxiformis* [23].

Заключение

Из приведенного обзора следует, что ископаемая смола со свойствами кранцита, найденная близ с. Колчедан (Средний Урал), была обнаружена и описана значительно раньше, чем другие ее представители (табл. 1), но не была выделена как самостоятельный вид из-за отсутствия на момент ее нахождения специальных знаний о разновидностях ископаемых смол, которые появились много позже.

Последние специализированные работы по изучению «колчеданского янтаря» датируются серединой XX в. Это результаты термического анализа, сделанные С. С. Савкевичем [10] и подтвердившие, что «колчеданский янтарь» относится к хрупким смолам (несмотря на первичную эластичность). Однако до сих пор для «колчеданского янтаря» больше никакие аналитические данные не приведены.

Кранцит из п. Колчедан (Средний Урал), как и другие находки кранцита, очень ценен с научной точки

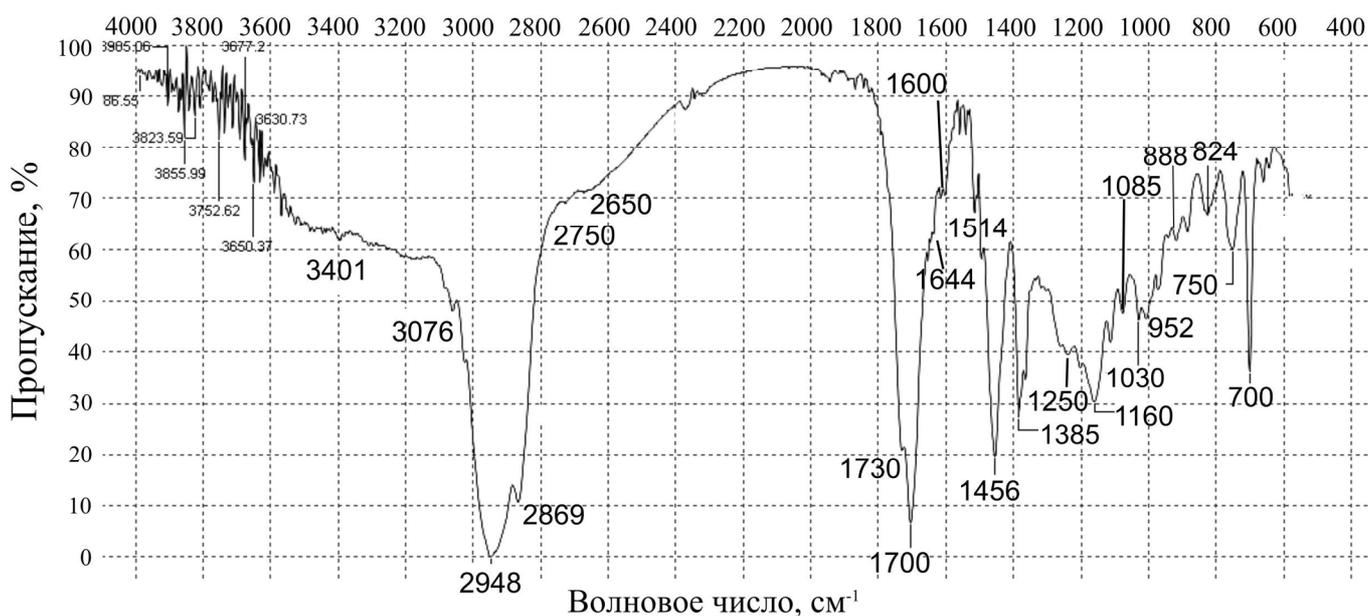


Рис. 2. ИК-спектр кранцита. Образец Б. Космовской-Церанович из Музея Земли в Варшаве

Fig. 2. IR spectrum of kranzite. Sample by B. Kosmowska-Ceranowicz from the Museum of the Earth in Warsaw



зрения, поскольку важной и до сих пор не решенной проблемой является степень их генетического, ботанического и химического родства, и изучение его с помощью ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии может помочь в решении этой проблемы. Кроме того, схожесть геологического возраста и условий залегания вмещающих пород также представляет интерес для сравнения палеогеографии территорий современной Саксонии и Среднего Урала. Исследование химического строения, а также геологических и геохимических условий образования кранцита и «колчеданского янтаря» в частности позволит уточнить и развить ныне существующие далеко не совершенные классификации ископаемых смол. Поскольку кранцит из п. Колчедан относится к хрупким разновидностям смол, то представляет интерес как сырье для химической промышленности, однако как ювелирное сырье не может быть использован. Указанное обстоятельство следует иметь в виду при оценке перспектив янтаренности Среднего Урала.

Таким образом, «колчеданский янтарь» представляет собой богатый и интересный материал, который еще ожидает научной обработки.

Автор искренне признателен И. Г. Малаховой за ценные замечания при подготовке рукописи.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А20-120030490104-4 государственного задания Геологического института РАН.

Литература

1. Генин В. И. Описание уральских и сибирских заводов. 1735. М.: История заводов, 1937. 656 с.
2. Доброхотов Ф. П. Урал: Северный, Средний, Южный: Справочная книга. Петроград: Изд. Б. А. Суворина, 1917. 704 с.
3. Карпинский А. П. Геологические исследования и каменноугольные разведки на восточном склоне Урала // Горн. журнал. 1880. № 1. С. 84–100.
5. Кеппен Ф. П. О нахождении янтаря в пределах России // Журн. мин-ва народ. просвещ. 1893. Ч. 283. № 8. С. 301–342.
6. Мамышев Н. Р. О месторождении янтаря близ Каменского завода в Екатеринбургском округе // Горн. журнал. 1836. Ч. 2. Кн. 4. С. 180–186.
7. Мартиросян О. В. Есть ли янтарь на Среднем Урале? // Вестник геонаук. 2020. № 6. С. 27–30.
8. Мартиросян О. В., Богдасаров М. А. Ископаемые смолы: диагностика, классификация и структурные преобразования в условиях термального воздействия // Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 4. С. 10–15.
9. Орлов Н. А., Успенский В. А. Минералогия каустобиолитов. М.; Л.: АН СССР, 1936. 198 с.
10. Савкевич С. С. Янтарь. Л.: Недра, 1970. 190 с.
11. Севергин В. М. Опыт минералогического землеописания Российского государства. Ч. 2. СПб.: Тип. ИАН, 1809. 240 с.
12. Anderson K. B., Muntean J. V. The nature and fate of natural resins in the geosphere. Part X. Structural characteristics of the macromolecular constituents of modern Dammar resin and Class II ambers // Geochem. Trans. 2000. V.1. P. 56–81.
13. Barozzi de Elsa. Bericht // Vaterländisches Archiv für Wissenschaft, Kunst, Industrie und Agrikultur: oder preussische provinzial-Blätter. Kenigsberg. 1836. Bd. 16. C. 306–308.

14. Bergemann C.W. Über ein neues fossiles Harz aus der Braunkohle (Krantzit) // J. Prakt. Chem. 1859. Bd. 76. H. 2. S. 65–69.

15. Georgi J. G. Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reichs zur Uebersicht bisheriger Kenntnisse von demselben: 4 Th. in 13 Bd. Königsberg: Friedrich Nocolovius, 1797–1802: Th. 2. Bd. 1. 1798. 286 S.

16. Katinas V. Fossil resin studies by chemical and physical method // 6th Meeting on amber and amber-bearing sediments: Abstracts. Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988. P. 35–37.

17. 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. № 2. P. 73–117.

18. Kosmowska-Ceranowicz B., Krumbiegel G. R. Bursztyn bitterfeldzki (saksonski) i inne żywice kopalne z okolic halle (NDR) // Przegląd Geologiczny. 1990. Vol. 38. № 9. S. 394–440.

19. Kosmowska-Ceranowicz B. Bursztyn i inne żywice kopalne świata. Krancyt // Polski Jubiler. 2002. № 2 (16). S. 26–27.

20. Lowitz T. Meditations experimentis superstructae de vero agenda modo pulveris carbonum dum vim suam depuratricem exserit Kamensk // Nova acta Acad. sci. petrop. 1806. T. 15. P. 326–333.

21. Pallas P. S. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs in den Jahren 1768–1773. St. Ptb.: Akad. Wis., 1786. 2. T. 1. 476 S.

22. Spingatis H. Ueber die Identität des sogenannten unreifen Bernsteins mit dem Krantzit // Sitzungsber. Der Konigl. Bayrischen Akad. Wis. 1871. Bd. 12. S. 172–176.

23. Vahldiek B.W. Bernstein aus dem Tagebau Schöningen, Baufeld Süd, (Niedersachsen, Norddeutschland): Der Mutterbaum von Krantzit ist identifiziert! // Arbeitskreis paläontologie hannover. 2015. Vol 43. H. 2. S. 35–46.

References

1. Gennin V. I. *Opisaniye ural'skikh i sibirskikh zavodov. 1735.* (Description of Ural and Siberian factories. 1735). Moscow: History of Factory, 1937, 656 p.
2. Dobrohotov F. P. *Ural: Severnyy, Sredniy, Yuzhnyy* (The Urals: North, Middle, South). Reference book. Petrograd: ed. by B.A. Suvorin, 1917, 704 p.
3. Karpinskiy A. P. *Geologicheskkiye issledovaniya i kamennougol'nyye razvedki na vostochnom sklone Urala* (Geological survey and coal prospecting on the Eastern slope of the Urals). Mining Journal, 1880, No. 1, pp. 84–100.
5. Koeppen F. P. *On nakhozhdenii yantarya v predelakh Rossii* (On finding amber within Russia). Journal of the Ministry of National Education, 1893, V. 283, No. 8, pp. 301–342.
6. Mamyshev N. R. *O mestorozhdenii yantarya bliz Kamenskogo zavoda, v Yekaterinburgskom okruge* (About the deposit of amber near Kamensky factory, in Ekaterinburg district). Mining Journal, 1836, V. 2, No. 4, pp. 180–186.
7. Martirosyan O. V. *Yest' li yantar' na Srednem Urale?* (Is there amber in Middle Urals?) Vestnik of Geosciences, 2020, No. 6, pp. 27–30.
8. Martirosyan O. V., Bogdasarov M. A. *Iskopayemyye smoly: diagnostika, klassifikatsiya i strukturnyye preobrazovaniya v usloviyakh termal'nogo vozdeystviya* (Fossil resins: diagnostics, classification and structural transformations under thermal impact). Vestnik of the Institute of Geology Komi SC UB RAS, 2014, No. 4, pp. 10–15.



9. Orlov N. A., Uspensky V. A. *Mineralogiya kaustobiolitov* (Mineralogy of caustobiolites). Moscow, Leningrad: AS of the USSR, 1936, 198 p.
10. Savkevich S. S. *Yantar'* (Amber). Leningrad: Nedra, 1970, 190 p.
11. Severgin V. M. *Opyt mineralogicheskogo zemleopisaniya Rossiyskogo gosudarstva* (Experience of mineralogical land description of the Russian State). Ch. 2. St. Petersburg: typ. IAN, 1809, 240 p.
12. Anderson K. B., Muntean J. V. The nature and fate of natural resins in the geosphere. Part X. Structural characteristics of the macromolecular constituents of modern Dammar resin and Class II ambers. *Geochem. Trans.* 2000, V. 1. pp. 56–81.
13. Barozzi de Elsa. Bericht. *Vaterländisches Archiv für Wissenschaft, Kunst, Industrie und Agrikultur: oder preussische provinzial-Blätter.* Königsberg, 1836, Bd. 16, pp. 306–308.
14. Bergemann C.W. Über ein neues fossiles Harz aus der Braunkohle (Krantzit). *J. Prakt. Chem.* 1859, Bd. 76, H. 2, pp. 65–69.
15. Georgi J. G. Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reichs zur Uebersicht bisheriger Kenntnisse von demselben: 4 Th. in 13 Bd. Königsberg: Friedrich Nicolovius, 1797-1802: Th. 2, Bd. 1, 1798, 286 p.
16. Katinas V. Fossil resin studies by chemical and physical method. 6th Meeting on amber and amber-bearing sediments: Abstracts. Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988, pp. 35–37.
17. 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 naturals de Alava.* 1999, V. 14, No. 2, pp. 73–117.
18. Kosmowska-Ceranowicz B., Krumbiegel G. R. Bursztyn bitterfeldzki (saksonski) i inne żywice kopalne z okolic halle (NDR). *Przegląd Geologiczny.* 1990, V. 38, No. 9, pp. 394–440.
19. Kosmowska-Ceranowicz B. Bursztyn i inne żywice kopalne świata. *Krancyt. Polski Jubiler.* 2002, No. 2 (16), pp. 26–27.
20. Lowitz T. *Meditations experimentis superstructae de vero agenda modo pulveris carbonum dum vim suam depuratricem exserit Kamensk.* *Nova acta Acad. sci. petrop.* 1806, Bd. 15, pp. 326–333.
21. Pallas P. S. *Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs in den Jahren 1768–1773.* St. Petersburg: Akad. Wis., 1786, Bd. 2, H. 1, 476 p.
22. Spürgatis H. Ueber die Identität des sogenannten unreifen Bernsteins mit dem Krantzit Sitzungsber. *Der Konigl. Bayrischen Akad. Wis.* 1871, Bd. 12, pp. 172–176.
23. Vahldiek B.W. *Bernstein aus dem Tagebau Schöningen, Baufeld Süd, (Nieder-sachsen, Norddeutschland): Der Mutterbaum von Krantzit ist identifiziert!* *Arbeitskreis paläontologie hannover,* 2015, V. 43, H. 2, pp. 35–46.

Received / Поступила в редакцию 21.02.2022