



Оригинальная статья / Original article

УДК 552.1

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-48-55>

Геммологическое и минералого-петрографическое исследование серпентинитов Восточного Саяна

© А.А. Анисимова^a^aИркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель данного исследования заключалась в изучении минералого-петрографических характеристик серпентинитов Восточного Саяна для выявления их наиболее декоративных разновидностей. Объектами исследования являлись образцы серпентинитов Улан-Ходинского и Хохюртовского месторождений Восточного Саяна. Образцы в количестве шести штук изучались макроскопически, затем из них были сделаны полированные пластины для геммологического изучения и шлифы для микроскопического исследования. Все исследования проводились в Научно-исследовательской лаборатории геммологии Иркутского национального исследовательского технического университета с использованием стандартных геммологических методов. Петрографическое изучение шлифов проводилось с помощью микроскопа Axio Lab A1. Макроскопически были выделены две основные декоративные разновидности серпентинитов: пятнистый серпентинит голубовато-зеленого цвета и массивный серпентинит цвета от темно-зеленого до черного. Пятнистая текстура серпентинита обусловлена многочисленными включениями рудных минералов – магнетита и оксидов железа. Твердость его – 4,5 по шкале Мооса, блеск – матовый. Также были получены данные об основных геммологических характеристиках образцов, соответствующие результатам уже опубликованных исследований серпентинитов ювелирного качества из других месторождений. На основе анализа микроструктуры и минерального состава серпентинитов Восточного Саяна было выявлено их соответствие пятнистым и массивным декоративным разновидностям серпентинитов других месторождений России. В данный момент этот материал не оценен по достоинству, хотя вполне может применяться в качестве скульптурного и ювелирно-поделочного декоративного камня.

Ключевые слова: серпентинит, антигорит, хризотил, лизардит, метаморфизм, месторождения Восточного Саяна

Для цитирования: Анисимова А.А. Геммологическое и минералого-петрографическое исследование серпентинитов Восточного Саяна. *Науки о Земле и недропользование*. 2021. Т. 44. № 1. С. 48–55. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-48-55>

Gemological and mineralogical-petrographic study of the Eastern Sayan serpentinites

© Aleksandra A. Anisimova^a^aIrkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The purpose of the research is to study the mineralogical and petrographic characteristics of the Eastern Sayan serpentinites in order to identify their most decorative varieties. The objects of the study are the samples of serpentinites from the Ulan-Khodinskoye and Khokhurtovskoye deposits of the Eastern Sayan. Six samples were studied macroscopically then polished plates were made from them for gemological examination and thin sections for microscopic examination. All studies were carried out using standard gemological methods at the Gemmology Research Laboratory of the Irkutsk National Research Technical University. The petrographic study of thin sections was carried out using an Axio Lab A1 microscope. Macroscopically, two main ornamental varieties of serpentinite were identified: spotted bluish-green serpentinite and massive serpentinite of the color from dark green to black. The spotted structure of serpentinite is determined by numerous inclusions of ore minerals including magnetite and iron oxides. Its hardness is 4.5 on the Moh's scale, its gloss is matte. The data on the main gemological characteristics of the samples corresponding to the results of already published studies of gem-quality serpentinites from other deposits were also obtained. Having analyzed the microstructure and mineral composition of the Eastern Sayan serpentinites, their correspondence to the spotty and massive decorative varieties of serpentinites from other Russian deposits was revealed. At the moment, this material is not duly appreciated, although it may well be used as a sculptural and jewelry-ornamental decorative stone.

Keywords: serpentinite, antigorite, chrysotile, lizardite, metamorphism, Eastern Sayan deposits

For citation: Anisimova AA. Gemological and mineralogical-petrographic study of the Eastern Sayan serpentinites. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(1):48–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-48-55>



Введение

Серпентинитами называются горные породы, представляющие собой продукт регионального или контактового метаморфизма богатых магнием ультраосновных или карбонатных пород¹. В основном они состоят из минералов группы слоистого силиката магния – серпентина: хризотила, антигорита, лизардита и др. [1]. Хризотил и лизардит имеют идеальную слоистую структуру. В антигорите слои построены из групп тетраэдров, развернутых то вверх, то вниз от плоскости слоя. В хризотиле слои свернуты в трубку. Эти минералы представляют собой скрытокристаллические аморфные массы белого, желтого, зеленого цвета или пестрой окраски. При перекристаллизации образуются волокнистые асбестовидные агрегаты хризотила. Морфологическая разновидность серпентина, представленная соотношением антигорита и лизардита, обуславливает структурные особенности серпентинитов, а также влияет на некоторые физико-механические свойства, такие как пористость [2]. В состав серпентинитов кроме минералов серпентиновой группы могут также входить магнетит, тремолит, гематит, эпидот, карбонат, тальк и другие. Разнообразная окраска серпентинитов обусловлена примесями гарниерита, ревдинскита, каолинита и других глинистых минералов.

Для большинства исследователей основной интерес серпентинит представляет как источник нефрита [3–6]. Однако и сам серпентинит широко используется в качестве декоративного материала. Поделочная разновидность серпентинита имеет название змеевик (от лат. *serpens* – «змея»). Также существуют другие названия камня в зависимости от его разновидностей, такие как моховик, корейский жад, серпентиновый жад и пр. [7, 8]. Минералы группы серпентина наряду с кальцитом, серицитом, тальком и кварцем могут входить в состав нефритоподобной породы, названной зарубежными исследователями «псевдо-жад» [9]. Окраска змеевика чаще является зеленой и имеет различные оттенки, но может

быть и желтой, голубоватой. Бовенит – просвечивающий бледно-зеленый, желто-зеленый до голубовато-зеленого тонкозернистый массивный материал, иногда просвечивающий. Вильямсит – светлый и темный голубовато-зеленый минерал, нередко просвечивающий, встречается в ассоциации с хромитом, обычно содержит включения этого минерала и белого брусита. Риколит – полосатый серпентин бледно- и темно-зеленого цвета, массивный. Порцеллофит – непрозрачный фарфоровидный серпентин зеленых оттенков. Ретинолит имеет темно-желтую со смолистым блеском окраску. Сателит – волокнистый серпентин с эффектом кошачьего глаза. Вердант – серпентинитовая порода темно-зеленого цвета с прожилками кальцита².

Серпентинит обрабатывается легко и мягко за счет небольшой твердости (2,5–3,5 по шкале Мооса). Он достаточно вязок, нечувствителен к нагреванию. Наиболее просвечивающие разновидности змеевика можно гранить. Благодаря своим выраженным декоративным свойствам этот камень идеально подходит для резьбы, а также используется как поделочный и декоративно-облицовочный материал. Так, например, в Европе из серпентина изготавливали столешницы, вазы, сосуды. В России этот камень применялся при изготовлении камнерезных изделий и во флорентийской мозаике для облицовки интерьеров во дворцах в сочетании с другими минералами и металлом. Уральские серпентиниты использовались для облицовки колонн, архитектурных сооружений и внутренней отделки зданий (Дворец съездов, станции метро в Москве), а также в качестве поделочного материала для сувенирных камнерезных изделий [10].

Разнообразие текстуры, окраски и рисунка серпентинов напрямую зависит от их состава и строения. По текстурно-декоративным признакам Л.С. Путолова и др. выделяют четыре типовых разновидности: крупнопятнистый, мелкопятнистый, пятнисто-полосчатый («струйчатый») и прожилково-пятнистый салатный серпентин [11].

¹ Минералы: справочник. В 7 т. Т. 4. Вып. 1. Силикаты со структурой, переходной от цепочечной к слоистой. Слоистые силикаты (каолиновые минералы, серпентины, пирофиллит, тальк, слюды). М.: Наука, 1992. 599 с.

² Серпентин и серпентинит // Цветные камни Трансбайкальского региона [Электронный ресурс]. URL: <http://lavrovit.ru> (10.12.2020).



Крупнопятнистый серпентин обладает контрастной, пятнистой от светло-зеленой (серпентин) до темно-зеленой (хлорит) и почти черной (рудный минерал) окраской. Пятна его не крупные – 1–2 см. Главные минералы этой разновидности – серпентин, магнетит, хлорит, второстепенным является реликтовый оливин. За счет присутствия тонкодисперсных частиц рудного материала твердость змеевика – около 4 по шкале Мооса. Он слабо просвечивает в пластинах толщиной до 5 мм и тонких сколах. Структура его обусловлена апооливиновыми бластопорфировыми выделениями, представленными баститом, хлоритом и магнетитом. Микроструктура – неяснопетельчатая, неяснорешетчатая, волокнистая. Данная разновидность используется в качестве поделочного и декоративно-облицовочного высококачественного материала. Основные месторождения: Чусовское (Урал, Россия) и Куюльское (Камчатка, Россия).

Мелкопятнистый серпентин имеет темно-зеленую окраску с болотным оттенком. Просвечивает в пластинах толщиной 4–5 мм. К главным минералам данной разновидности относятся серпентин, хлорит, магнетит, хломит, брейнерит, к второстепенным минералам – пирит, гидроксиды железа, амфибол. Мелкопятнистый серпентин обладает петельчатой, ячеистой, решетчатой, поперечно-волокнистой микроструктурой. Излом его неровный, блеск – матовый до жирного. Твердость – 3–3,5 по шкале Мооса. На темно-зеленом фоне видны прожилки магнетита размером 8–10 мм. Камень применяется для декоративно-облицовочных работ, а также используется в качестве поделочного материала. Месторождение: Нагдалинское (Азербайджан).

Пятнисто-полосчатый «струйчатый» серпентин отличается неравномерной окраской в серовато-зеленых тонах. Главные его минералы – серпентин, карбонат, магнетит, тальк, хлорит, а второстепенные – иддингсит, цоизит, пренит. Не просвечивает. Микроструктура – бластопорфировая, гранобластовая, волокнистая, листовая. Излом – неровный до занозистого. Блеск – матовый до жирного, за счет карбоната иногда может быть стеклянным. На зеленом фоне наблюдаются мелкие пятна размерами до 8 мм светло-серого, желтого цвета или цвета от темно-зеленого до

черного. Рисунок дополняется светло-серыми или желтоватыми тонкими прожилками кальцита, а также включениями серебристо-серого магнетита. Этот камень – декоративно-облицовочный. Основное месторождение: Шабровское (Средний Урал, Россия).

Прожилково-пятнистый салатový серпентин – бледно-зеленый с салатovým (фисташковым) фоном и более темными пятнами размером до 3 мм в поперечнике. Главные его минералы – кальцит, сидерит, хризотил, серпофит, эпидот, второстепенные – хлорит, тальк, пренит, сфен, оливин, амфибол, гидроксиды железа и марганца. Не просвечивает. Имеет волокнистую мелколистоватую микроструктуру. Декоративность данного камня повышают дендриты марганца. Используется как поделочный и декоративно-облицовочный материал. Месторождение: Бирюза-кан (Таджикистан) [11].

Месторождения серпентинита многочисленны и обычно приурочены к измененным массивам основного и ультраосновного состава [12, 13]. Особенно широко распространены они на Урале, Алтае, Восточном и Западном Саяне, Хамар-Дабане и в других местах [14]. Изучением серпентинитов Восточного Саяна занимались многие исследователи. Классическими в этой области являются работы В.Н. Лодочникова [15], М.Ф. Шестопалова [16], О.М. Глазунова [17, 18], Н.Л. Добрецова и др. [19].

В Восточных Саянах серпентиниты различного качества широко распространены на месторождениях нефрита (Улан-Ходинском, Хохюртовском, Хамархудинском). На Улан-Ходинском месторождении известны проявления благородного серпентина в виде мало-мощных оторочек в краевых частях нефритовых залежей. Змеевики Хохюртовского месторождения весьма однородны, хорошо принимают полировку, приобретая при этом прозрачность и приятный густо-зеленый тон. Змеевики разнообразны по строению и по тонам окраски.

В связи с актуальностью вышеизложенного материала целью данного исследования стало изучение минералого-петрографических характеристик серпентинитов Восточного Саяна для выявления наиболее декоративных их разновидностей.



Объекты и методы исследования

Объектами проведенного исследования являлись образцы серпентинитов Улан-Ходинского и Хохюртовского месторождений Восточного Саяна. Образцы в количестве шести штук изучались макроскопически, затем из них были сделаны полированные пластины для геммологического изучения и шлифы для микроскопического исследования. Все исследования проводились в Научно-исследовательской лаборатории геммологии Иркутского национального исследовательского технического университета с использованием стандартных геммологических методов. Петрографическое изучение шлифов проводилось с помощью микроскопа Axio Lab A1.

Результаты исследования и их обсуждение

Макроскопически автором данной статьи выделены две основные декоративные разновидности серпентинитов: пятнистый голубо-

вато-зеленый серпентинит и массивный серпентинит цвета от темно-зеленого до черного. Пятнистая текстура серпентинита обусловлена многочисленными включениями темно-окрашенных рудных минералов – магнетита и оксидов железа. Твердость его – 4,5 по шкале Мооса, блеск – матовый.

В ходе работы были проведены геммологические исследования полированных образцов. Результаты представлены в табл. 1. При сравнении полученных данных с уже опубликованными ранее характеристиками ювелирного серпентинита из месторождения Вал Маленко (Италия) [20] отмечается ряд различий. Можно предположить, что различия в окраске, оптических свойствах и удельном весе образцов обусловлены различием минерального состава и непосредственно структурным типом пороодообразующего серпентина.

Также автором были проведены петрографические исследования шлифов серпентинитов Восточного Саяна. Результаты данного исследования представлены в табл. 2.

Таблица 1. Сравнительный анализ геммологических характеристик серпентинитов ювелирного качества

Table 1. Comparative analysis of gemological characteristics of gem quality serpentinites

Характеристика	Серпентинит пятнистый (Восточный Саян, Россия)	Серпентинит массивный (Восточный Саян, Россия)	Серпентинит (Вал Маленко, Италия) [20]
Цвет	Светлый голубовато-зеленый	Темно-зеленый	Зеленовато-желтый
Прозрачность	Просвечивающий на глубину 5–6 мм	Просвечивающий на глубину 3–5 мм	Непрозрачный
Показатель преломления	1,561	1,561	1,55
Удельный вес	2,63	2,61	2,5–2,67
Ультрафиолетовая флюоресценция	Инертен	Инертен	Инертен

Таблица 2. Результаты петрографических исследований серпентинита

Table 2. Results of serpentinite petrographic studies

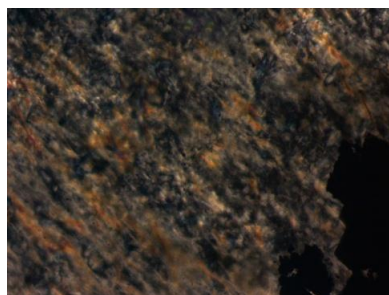
Образец	Минеральный состав		Описание
	Главные минералы	Второстепенные минералы	
Серпентинит пятнистый C2	Хризотил (90 %)	Магнетит (менее 10 %), окислы железа	Текстура: пятнистая Структура: порфириобластовая, чешуйчато-волокнистая Основная ткань породы представлена чешуйчато-волокнистым агрегатом серпентина хризотилом, в массе которого распределены зернисто-пятнистые скопления магнетита. Магнетит в собирательной перекристаллизации образует порфириобласты размером до 2,5 мм в длину. В породе проходит тонкая сеть субпараллельных микротрещин, залеченных окислами железа



Серпентинит массивный С5	Хризотил (97 %)	Магнетит (менее 2 %), окислы железа	Текстура: массивная Структура: тонкочешуйчатая в комбинации с микросферолитовой и радиально-лучистой; порфириблостая (за счет рудного минерала) Размеры микросферолитов: менее 0,3 мм Основная ткань породы представлена хризотилом, имеющим преимущественно чешуйчато-волоконное строение, участками переходящее в микросферолитовое и радиально-лучистое. В массе серпентина встречаются единичные порфириблосты рудного минерала размером до 2 мм в длину. В породе присутствует точечное скопление окислов железа. Один из порфириблостов магнетитов рассекается тонкими трещинами, залеченными зернистым хризотилом
--------------------------------	--------------------	---	---

Если сравнить полученные данные с литературными [11], становится очевидным, что минеральный состав и микроструктура части серпентинитов Восточного Саяна совпадает с микроструктурой и текстурой серпентинитов ранее рассмотренных регионов и их можно

причислить к пятнистым типовым разновидностям. Так, например, шлиф магнетит-содержащего серпентинита по крупнопятнистой текстуре и минеральному составу схож с крупнопятнистым темно-зеленым змеевиком из Чусовского месторождения (рис. 1).



a



b

Рис. 1. Серпентинит крупнопятнистый темно-зеленый:

а – Хохюртовское месторождение; б – Чусовское месторождение

Структура – чешуйчато-волоконистая и частично параллельно-волоконистая

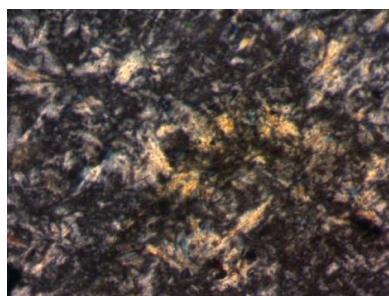
Минеральный состав: хризотил (90 %), магнетит (менее 10 %), хлорит, окислы железа, реликтовый оливин

Fig. 1. Large-spotted dark green serpentinite:

а – Khokhurtovskoye field; б – Chusovskoye field

Structure – lamellar-fibrous and partially parallel-fibrous

Mineral composition: chrysotile (90 %), magnetite (less than 10 %), chlorite, iron oxides, relict olivine



a



b

Рис. 2. Серпентинит мелкопятнистый темно-зеленый:

а – Хохюртовское месторождение; б – Нагдалинское месторождение

Структура – тонкочешуйчатая в комбинации с микросферолитовой и радиально-лучистой

Минеральный состав: серпентин (98 %), магнетит, окислы железа, хлорит

Fig. 2. Finely spotted dark green serpentinite:

а – Khokhurtovskoye field; б – Nagdalinskoye field

Structure – fine-flaked in combination with microspheralite and divergent

Mineral composition: serpentine (98 %), magnetite, iron oxides, chlorite



Структура и минеральный состав остальных шлифов близки с характеристиками мелкопятнистого темно-зеленого змеевика из Нагдалинского месторождения (см. рис. 2). В ячейках решетки – криптокристаллический серпентин и реликтовый амфибол. Образцы представлены массивной текстурой, строение их – тонкошешуйчатое с микросферолитовой и радиально-лучистой структурой.

Заключение

В результате проведенных исследований автором были выделены две основные деко-

ративные разновидности серпентинитов Восточного Саяна. На основе анализа микроструктуры и минерального состава серпентинитов Восточного Саяна было выявлено их соответствие пятнистым и массивным декоративным разновидностям серпентинитов других месторождений России. В данный момент этот материал не оценен по достоинству, хотя вполне может применяться в качестве скульптурного и ювелирно-поделочного декоративного камня. В сочетании с другими видами цветных камней его можно применять также и для облицовки интерьеров.

Список литературы

1. Evans B.W., Hattori K., Barronet A. Serpentine: what, why, where? // *Elements*. 2013. Vol. 9. Iss. 2. P. 99–106. <https://doi.org/10.2113/gselements.9.2.99>
2. Шадрин С.В., Азарпина У.Ю., Шадрин А.А., Крицкий И.Л. Формирование пустотного пространства в серпентинитах // *Геология нефти и газа*. 2019. № 6. С. 41–46. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2019-6-41-46>
3. Harlow G.E., Sorensen S.S. Jade: Occurrence and metasomatic origin – extended abstract from International Geological Congress 2000. // *The Australian Gemmologist*. 2001. Vol. 21. P. 7–10.
4. Harlow G.E., Sorensen S.S. Jade (nephrite and jadeite) and serpentine: metasomatic connections // *International Geology Review*. 2005. Vol. 47. P. 113–146. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.47.2.113>
5. Замалетдинов Р.С. Методика поисков и разведки месторождений нефрита // *Разведка и охрана недр*. 1975. № 7. С. 18–24.
6. Сутурин А.Н., Замалетдинов Р.С., Секерина Н.В. Месторождения нефритов / отв. ред. И.С. Ломоносов. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015. 377 с.
7. Kim W.-S., Ahn H.-J., Kim D.-H., Yoon S.-H. Mineralogy and genesis of gem-quality serpentine jade from Korea // *Geological Society of America. Abstract with Programs*. 2006. Vol. 38. Iss. 5. P. 93.
8. Lin Xinying, Lin Xianzhou, Shuyi Y. Research on serpentine jade in Jilin Province // *2012 International Conference on Solid State and Materials. Lecture Notes in Information Technology*. 2012. Vol. 22. P. 96–100.
9. Barnes G.L. Understanding Chinese jade in a world context // *Journal of the British Academy*. 2018. Vol. 6. <https://doi.org/10.5871/jba/006.001>
10. Ферсман А.Е. Очерки по истории камня: В 2 т. Т. 1. М.: ТЕРРА – Книжный клуб, 2003. 304 с.
11. Путолова Л.С., Менчинская Т.И., Баранова Т.Л., Вдовенко А.П. Декоративные разновидности цветного камня СССР. М.: Недра, 1989. 272 с.
12. Варлаков А.С. Петрология процессов серпентинизации гипербазитов складчатых областей. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1986. 192 с.
13. Велинский В.В., Пинус Г.В. Некоторые общие вопросы генезиса альпинотипных гипербазитов // *Проблемы магматической геологии: сб. стат. / отв. ред. В.С. Соболев*. Новосибирск: Наука, 1973. С. 360–376.
14. Месторождения хризотил-асбеста СССР / ред. П.М. Татаринов, В.Р. Артемов. М.: Недра, 1967. 511 с.
15. Лодочников В.Н. Серпентины и серпентиниты ильчирские и другие и петрологические вопросы с ними связанные. Л. – М.: ОНТИ, 1936. 817 с.
16. Шестопалов М.Ф. Ультраосновной массив Кийских Альп Восточного Саяна и связанные с ними месторождения // *Труды Центральной научно-исследовательской лаборатории камней и самоцветов Гостреста «Русские самоцветы». Сборник работ по камням-самоцветам*. 1938. Вып. 4. С. 84–100.
17. Глазунов О.М. Лысанский габбро-пироксенитоперидотитовый комплекс в западной части Восточного Саяна // *Геология и геофизика*. 1961. № 3.
18. Глазунов О.М. О серпентине из ЮЗ отрогов Восточного Саяна // *Известия Томского политехнического института*. 1964. Т. 127. Вып. 1. С. 18–26.
19. Добрецов Н.Л., Конников Э.Г., Медведев В.Н., Складов Е.В. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна // *Рифейско-нижнепалеозойские офиолиты Северной Евразии: сб. стат.* Новосибирск: Наука, 1985. С. 34–58.
20. Adamo I., Diella V., Bocchio R., Rinaudo C., Marioni N. Gem-quality serpentine from Val Malenco, Central Alps, Italy // *Gems & Gemology*. 2016. Vol. 52. Iss. 1. P. 38–49. <http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.52.1.38>

References

1. Evans BW, Hattori K, Barronet A. Serpentine: what, why, where? *Elements*. 2013; 9(2)99–106. <https://doi.org/10.2113/gselements.9.2.99>
2. Shadrina SV, Azarapina UYu, Shadrin AA, Kritskii IL. Formation of interstitial space in serpentine. *Geologiya nefiti i gaza*. 2019;6:41–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2019-6-41-46>



3. Harlow GE, Sorensen SS. Jade: Occurrence and metasomatic origin – extended abstract from International Geological Congress 2000. *The Australian Gemmologist*. 2001;21:7–10.
4. Harlow GE, Sorensen SS. Jade (nephrite and jadeite) and serpentinite: metasomatic connections. *International Geology Review*. 2005;47:113–146. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.47.2.113>
5. Zamaletdinov RS. Methodology for jade deposit prospecting and exploration. *Razvedka i okhrana nedr = Prospect and protection of mineral resources*. 1975;7:18–24. (In Russ.)
6. Suturin AN, Zamaletdinov RS, Sekerina NV. *Jade deposits*. Irkutsk: Irkutsk State University; 2015. 377 p. (In Russ.)
7. Kim WS, Ahn HJ, Kim DH, Yoon SH. Mineralogy and genesis of gem-quality serpentine jade from Korea. *Geological Society of America. Abstract with Programs*. 2006;38(5):93.
8. Lin Xinying, Lin Xianzhou, Shuyi Y. Research on serpentine jade in Jilin Province. *2012 International Conference on Solid State and Materials. Lecture Notes in Information Technology*. 2012;22:96–100.
9. Barnes G.L. Understanding Chinese jade in a world context. *Journal of the British Academy*. 2018;6. <https://doi.org/10.5871/jba/006.001>
10. Fersman AE. *Essays on the history of stone*. In 2 vol. Vol. 1. Moscow: TERRA – Knizhnyi klub; 2003. 304 p. (In Russ.)
11. Putolova LS, Menchinskaya TI, Baranova TL, Vdovenko AP. *Decorative varieties of colored stone in the USSR*. Moscow: Nedra; 1989. 272 p. (In Russ.)
12. Varlakov AS. *Petrology of hyperbasite serpentinization in folded areas*. Sverdlovsk: Ural Scientific Center of the USSR Academy of Sciences; 1986. 192 p. (In Russ.)
13. Velinskii VV, Pinus GV. *Some general issues of alpinotypic hyper-mafic rock genesis*. In: *Problemy magmaticheskoi geologii = Problems of magmatic geology*. Novosibirsk: Nauka; 1973. p.360–376. (In Russ.)
14. Tatarinov PM, Artemov VR. *Chrysotile asbestos fields in the USSR*. Moscow: Nedra; 1967. 511 p. (In Russ.)
15. Lodochnikov VN. *Ilchir serpentines, serpentinites and others and petrological issues associated with them*. Leningrad – Moscow: ONTI; 1936. 817 p. (In Russ.)
16. Shestopalov MF. Ultramafic massif of the Kitoi Alps of the Eastern Sayan and associated deposits. *Trudy Tsentral'noi nauchno-issledovatel'skoi laboratorii kamnei i samotsvetov Gostresta "Russkie samotsvety"*. *Sbornik rabot po kamnyam-samotsvetam = Proceedings of the Central Scientific Research Laboratory of Stones and Gems of the State Trust "Russian Gems"*. *Collection of works on gemstones*. 1938;4:84–100. (In Russ.)
17. Glazunov OM. Lysan gabbro-pyroxenite-peridotite complex in the western part of the Eastern Sayan. *Geologiya i geofizika*. 1961;3. (In Russ.)
18. Glazunov OM. On serpentine from the southwestern spurs of the Eastern Sayan. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo instituta*. 1964;127(1):18–26. (In Russ.)
19. Dobretsov NL, Konnikov EG, Medvedev VN, Sklyarov EV. Ophiolites and olistostromes of the Eastern Sayan. In: *Rifeisko-nizhnepaleozoiskie ofiolity Severnoi Evrazii = Riphean-Lower Paleozoic ophiolites of Northern Eurasia*. Novosibirsk: Nauka; 1985. p.34–58. (In Russ.)
20. Adamo I, Diella V, Bocchio R, Rinaudo C, Marinoni N. Gem-quality serpentine from Val Malenco, Central Alps, Italy. *Gems & Gemology*. 2016;52(1):38–49. <https://doi.org/10.5741/GEMS.52.1.38>

Сведения об авторе / Information about the author



Анисимова Александра Алексеевна,
кандидат технических наук,
доцент кафедры ювелирного дизайна и технологий,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉ e-mail: aleksanisimova@mail.ru
Aleksandra A. Anisimova,
Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of the Department of Jewelry Design and Technologies,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉ e-mail: aleksanisimova@mail.ru

Заявленный вклад автора / Contribution of the author

Автор выполнила исследовательскую работу, на основании полученных результатов провела обобщение, подготовила рукопись к печати.

The author performed the research, made a generalization on the basis of the results obtained and prepared the copyright for publication.



Конфликт интересов / Conflict of interests

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by the author.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 18.12.2020; одобрена после рецензирования 22.01.2021; принята к публикации 25.02.2021.

The article was submitted 18.12.2020; approved after reviewing 22.01.2021; accepted for publication 25.02.2021.