

Ткачук І.Ю., студентка гр. 184-20-2 ІІІ

Науковий керівник: Шевченко С.В., к.г.н., завідувач кафедри загальної та структурної геології

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ЩОДО ПРИРОДИ ЗАБАРВЛЕННЯ ДОРОГОЦІННОГО КАМІННЯ ЗІ ЗМІНОЮ КОЛЬОРУ

Актуальність. Сьогодні на ринку збільшується присутність дорогоцінних каменів, які змінюють колір у залежності від зміни освітлення. Це природні різновиди гранатів, корундів, олександрити різних кольорів, султаніт (діаспор), а також синтетичні аналоги та імітації деяких з них. У той же час штучне освітлення все менше забезпечується лампами розжарювання – їм на зміну приходять діодні лампи з дещо іншою температурою світла. Фахівці повинні мати чітку відповідь на запитання покупців щодо природи зміни кольорів дорогоцінного каміння з урахуванням сучасних освітлювальних приладів.

Мета: пояснити причини зміни забарвлення дорогоцінного каміння у залежності від наявності металів-хромофорів та від кольорової температури світла.

Завдання: визначити вміст іонів металів-хромофорів, відтінки і кольори для анізотропних каменів, зміну кольорів при зміні типу освітлення.

Методи досліджень: РФА, лампи з різними спектрами світла (лампа розжарювання, жовта діодна лампа, спеціальна гемологічна лампа тощо), візуальні спостереження.

Фахівці виділяють чотири головних фактори, що впливають на феномен зміни забарвлення у камені: умови освітлення, хімічний склад, плеохроїзм, а також довжина світлового шляху [1-3].

Нами було досліджено зміни кольору для деяких каменів з колекції кафедри, а саме: олександрит, хризоберил зі зміною кольору, султаніт, гранат Малайя, гранати зі зміною кольору, корунд синтетичний, скло «султаніт». Умови освітлення: лампа розжарювання з кольоровою температурою 2500 К, лампа денного світла 4000 К, спеціальна гемологічна лампа 6500 К, і природне денне світло у сонячний день опівдні. Результати спостережень наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Зміна забарвлення у залежності від умов освітлення

Різновид	Кольорова температура ламп, джерело освітлення			
	2500 К	4000 К	6500 К	Сонячне світло
олекандрит	Фіолетовий	Фіолетово-зелений	Блакитно-синій	Синьо-зелений
хризоберил зі зміною кольору	Жовтий	Світло-зелено-жовтий	Зелений	Темно-жовтий
султаніт	Рожево-коричневий	Зеленуватий	Світло-зелений	Жовто-зелений
Гранат Малайя	Темно-червоний	Коричнево-фіолетово-рожевий	Фіолетовий	Рожево-червоний
гранат зі зміною кольору №34	Коричнево-червоний	Темно-зелений	Темно-зелений	Коричнево-зелений
гранат зі зміною кольору №98	Червоний	Темно-рожевий	Коричнево-фіолетовий	Темно-червоно-рожевий
корунд синтетичний	Рожево-червоний	Фіолетовий	Синій	Фіолетовий
скло «султаніт»	Червоний	Жовтувато-коричневий	Зелений	Коричнево-червоний

Показаний у табл. 1 колір анізотропних каменів є сумішшю кольорів, які спостерігаються за кристалографічними осями – два кольори для одновісних каменів і

три – для двовісних. У табл. 2 наведено відповідні кольори для анізотропних каменів, що спостерігалися нами за допомогою дихроскопу для різних умов освітлення – денного світла і лампи розжарювання.

Особливості хімічного складу, а саме наявність та орієнтовна концентрація елементів-хромофорів, наведені у табл. 3. Дані визначено рентген-флюоресцентним аналізатором «ElvaX Plus», аналітик канд. геол. наук Перков Є.С.

Таблиця 2

Кольори і відтінки анізотропних каменів під дихроскопом за різних умов освітлення

Різновид	Денне світло			Лампа 2500 К		
	Колір 1	Колір 2	Колір 3	Колір 1	Колір 2	Колір 3
олександрит	Синювато-зелений	Блідо-фіолетовий	Блідо-блакитний	Синій	Фіолетово-пурпурний	Жовто-коричневий
хризоберил зі зміною кольору	Зеленуватий	Жовтуватий	Коричневатий	Блідо-зеленуватий	Жовтий	Коричнево-жовтий
султаніт	Блідо-зелений	Жовтувато-коричневий	-	Жовтувато-зеленуватий	Коричнево-рожевий	-
корунд синтетичний	Блакитно-фіолетовий	Фіолетовий	-	Червонувато-фіолетовий	Рожево-фіолетовий	-

Таблиця 3

Вміст елементів-хромофорів у досліджуваних зразках, у відсотках

Різновид	V ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	Інше
олександрит	0,01		1,07	0,08	
хризоберил зі зміною кольору	0,3		0,11	0,39	
султаніт			0,01	0,06	
гранат Малайя	0,14	8,75	0,42	0,25	
гранат зі зміною кольору №34	0,15	14,85	0,34	0,56	
гранат зі зміною кольору №98	< 0,02	15,27	< 0,01	< 0,02	
корунд синтетичний	0,3		< 0,01		
скло «султаніт»	1,78	0,85	1,23		Rb, Co, Zr, Ni, Sr

Таким чином, за результатами досліджень можемо зробити наступні висновки:

1. Найбільш різку зміну забарвлення викликають протилежні за кольоровою температурою джерела світла – лампа розжарювання, спеціальна гемологічна лампа і сонячне світло. Поступова заміна у побуті ламп розжарювання на жовті діодні лампи не дасть змоги спостерігати сильний реверс у кольорах, хоча зміна кольору, безумовно, буде помітна. У найбільш програтій ситуації будуть гранати зі змінами кольорів та синтетичний корунд «під олександрит» – їх кольори будуть більш наближеними один до одного і майже не демонструватимуть сильних змін. У той же час такий штучний матеріал, як скло «під султаніт», через наявність інших хромофорів, демонструє різку зміну кольорів при зміні освітлення, при чому кольори майже співпадають при таких протилежних джерелах, як денне світло і лампа розжарювання.

2. На особливості зміни кольору впливає не лише наявність хромофорів, а й їх концентрація. Так, для олександритів співвідношення V³⁺ і Cr³⁺ 1:100 дає синювато-зелені і фіолетові кольори, тоді як зниження Cr³⁺ зміщує колір у бік жовтого і коричневого, а висока концентрація V³⁺ виявляє стійкі зелені і сині кольори.

У той же час для гранатів співвідношення Mn²⁺ до V³⁺ і концентрація Cr³⁺ також має значення. Перевищення Mn²⁺ у понад 700 разів при низькому вмісті Cr³⁺ чітко відносить досліджуваний гранат до правої частини діаграми зі зміною кольорів гранатів (зелено-коричневий у денному світлі і червонуватий під лампою 2500 К), тоді як зменшення цього значення надаватиме гранатам зелено-синіх і фіолетових кольорів. Високий вміст Cr³⁺ позбавляє марганець-вмісні гранати зелених відтінків.

3. Серед анізотропних каменів найбільш сильний плеохроїзм при різних джерелах освітлення очікувано продемонстрував олександрит, тоді як найскладнішим зразком для виявлення плеохроїзму став синтетичний корунд.

Передік посилань

1. Unusual Phenomenal Colored Stones. GIA Knowledge Sessions Webinar Series. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=4S2EaocDG0k&list=PLWlzLnp9A9J0dF3TjLYqpgQ3hAZ0pNC9s&index=6>

2. Що таке кольорова температура діодних ламп? URL: <https://www.light-group.com.ua/about/novyny/shcho-take-kolorova-temperatura-svitlodiodnykh-lamp/>

3. M. Taran, Ie. Naumenko, 2018. Usambara effect in tourmaline: optical spectroscopy and colourimetric studies. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/mineralogical-magazine/article/abs/usambara-effect-in-tourmaline-optical-spectroscopy-and-colourimetric-studies/42EFF429E7D75CD915330DB9F1137F89>