

УДК 550

В.М. СУРОВА
ДГЦУ

Зелене природне скло – молдавіт

В статье освещены исторические, геологические, физико-химические особенности молдавита. Рассмотрены визуальные и инструментальные методы диагностики молдавита и его имитаций.

The article covers the historical, geological, physical and chemical features of moldavite. Visual and instrumental methods of diagnostics of moldavite and its imitations are observed.

У світі існує ціла низка природних стекел, одним з відомих представників яких є молдавіт.

Молдавіт, або влтавіт, (назва походить від місця знахідок – річки Влтави, яка в стародавні часи мала німецьку

назву – Малдоу, або Мальдау) – природне скло зеленого кольору, яке належить до групи тектитів (рис. 1).

Тектит (від грецького *tektos* – розплавлений) – природне скло чорного, коричневого, зеленого, жовтого кольорів, різноманітної форми і розміру з характерною оплавленою поверхнею. На відміну від іншого природного скла, не вміщує мікроструктуру інших мінералів, має флюїдальну структуру. Походження тектитів повністю не вивчене.

Молдавіт людство використовує за часів палеоліту, уламки і вироби з нього знаходять на стоянках первісної людини у Чехії, Німеччині й Австрії. Вперше молдавіт науково було описано професором Празького університету Йозефом Маєром у 1786 р. (за іншими свідченнями – у 1788 р.), але при цьому він допустив помилку описав/діагностував молдавіт як хризоліт вулканогенного походження з місечка Тина-на-Влтаві (Tyn nad Vltavou). У 1836 р. Зипер (Zippe) вперше ввів термін «молдавіт» («molda-

vite»), а в 1891 р. завдяки пресі з'явилася нова назва молдавіту – «влтавін» («vltavin»), яка набула популярності серед чехів. У 1880 р. Двірський (Dvorsky) описав знахідку молдавіту біля міста Тршебіч (Třebíč), а в 1900 р. Суєсс (Suess) опублікував першу монографію, присвячену молдавіту та іншим, подібним до нього стеклам з Австралії й Ісландії, в якій увів термін «тектит» («tektites») для таких стекел. Новий етап вивчення тектитів, зокрема молдавіту, розпочався в 60-х рр. ХХ ст. і був пов'язаний з розвитком космічних досліджень. У 1972 р. виходить монографія «Моравійський молдавіт» («Moravske vltaviny») авторів Транка (Trnka) і Хозар (Houzar), у 1991 р. Боска Таджимне (Bouška Tajemne) чеською видав працю «Таємний молдавіт» («Tajemne vltaviny»), а в 1992 та 1994 рр. ще вийшли його книги «Молдавіт» («Moldavites») і «Молдавіт-тектит Чехії» («Moldavites – the Czech Tektites») англійською. У 1995 р. видано книгу Ленга (Lange) німецькою. Окрім цих видань, було опубліковано численні роботи, присвячені молдавіту, як чеською, так й іншими мовами [1].

Переважає більшість тектитів має чорний колір, за виключенням молдавіту та лівійського скла. Родовища тектитів відомі в багатьох країнах світу, таких як Китай, Австралія, Тасманія, Філіппіни, Казахстан, США тощо. Однак зелений різновид тектиту – молдавіт зустрічається лише в Чехії, де відомо 6 його проявів (2 прояви в області Богемія і 4 в області Моравія), та в Німеччині (Баварія).



Рисунок 1. Уламок і огранена вставка молдавіту



Рисунок 2. Молдавіт у природі (<http://lausitzer-moldavite.de/3>.)

Уламки молдавіту знаходять на площі близько 450 кв. км у гравійно-галькових, гравійно-піщаних (рис. 2) та піщано-глинистих відкладах середньоміоценового віку, де їх добувають шляхом промивання порід, а також збираючи уламки на полях та в долинах річок.

Останнім часом з'явилася велика кількість підробок молдавіту, який імітують за допомогою скла зеленого кольору. Нам на експертизу потрапили три скла, що імітують уламки молдавіту, які були вивчені. Крім того, було досліджено 6 природних зразків молдавіту й 1 огранену вставку (табл. 1).

Молдавіт має дуже різноманітні форми виділень: гудзикоподібні, дископодібні, монетоподібні, краплеподібні, грушоподібні, гантелеподібні, квасолеподібні, їжакоподібні, ковшоподібні, ізометричні тощо. Всі ці форми мають складну, оплавлену або ребристу (зморшкову) скульптуру поверхні, ребра часто бувають досить гострими, також на поверхні спостерігаються сліди течії. Уся поверхня необробленого молдавіту має ямкувату (напівпухирчасту) структуру, яка виникла під час виходу газових пухирців на поверхню (рис. 3).

Колір молдавіту переважно зелений, темно-зелений, коричнево-зелений, сіро-зелений, рідко світло-зелений, іноді зустрічаються і двоколірні молдавіти (в них спостерігається перехід від зеленувато-жовтого до зеленого). Показник заломлення молдавіту: 1,481–1,502; густина: 2,31–2,41 г/см³; твердість за шкалою Мооса: 5–6.

Загальний хімічний склад молдавіту (за даними [1]): SiO₂ – 78,6–82,7 %; Al₂O₃ – 8,2–11,0 %; CaO – 1,8–2,7 %; MgO – 1,3–1,8 %; FeO^{tot} – 1,15–2,26 %, Na₂O – 0,30–0,45 %; K₂O – 3,5–3,9 %. Забарвлення молдавіту залежить від вмісту Fe²⁺, Fe³⁺, також на колір впливають домішки Mn²⁺, Ni [1].

Усередині спостерігаються включення пухирців повітря витягнутої і круглої форми, дуже рідко – тверді включення. При цьому зустрічаються як поодинокі пухирці повітря так і їх скупчення. Іноді вони виходять на поверхню молдавіту, в таких місцях видно округлі або витягнуті каверни. Крім того, на поверхні молдавіту є сліди течії. В огранених вставках можемо бачити пухирці повітря і сліди течії.

Розмір уламків молдавіту коливається від кількох міліметрів до 100 мм, рідко більше, переважна більшість має невеликі розміри – 5–40 мм. Маса найбільшого знайденого молдавіту не перевищує 258,5 грама.

Два скла, які були надані на експертизу, мають насичений колір: перший зразок – яскраво-жовто-зелений, а другий – темно-зелений, дуже схожий з кольором природного молдавіту. Форма уламків штучних стекел в обох випадках нагадує оплавлені багатокутники, в яких прямі лінії особливо чітко спостерігаються в місцях розколювання стекел, один зразок має чітку веретеноподібну форму (рис. 4).

Структура поверхні штучних стекел не має слідів течії, як у природного молдавіту. Сама поверхня стекел суттєво відрізняється від поверхні природного молдавіту і має вигляд «протравленої кислотою» поверхні. Крім того, у двох яскраво-жовто-зелених уламках спостерігається велика кількість пухирців повітря переважно круглої форми розміром 0,2–0,5 мм (рис. 5). Ці пухирці часто утворюють великі скупчення і іноді, як і в природному молдавіті, виходять на денну поверхню, в тих місцях спостерігаються каверни. Густина штучних стекел 2,53–2,55 г/см³, розмір уламків від 22 до 109 мм.

Для вивчення елементного складу природного молдавіту та його імітацій

на основі скла був використаний метод якісного РФА, відповідно до «Методики

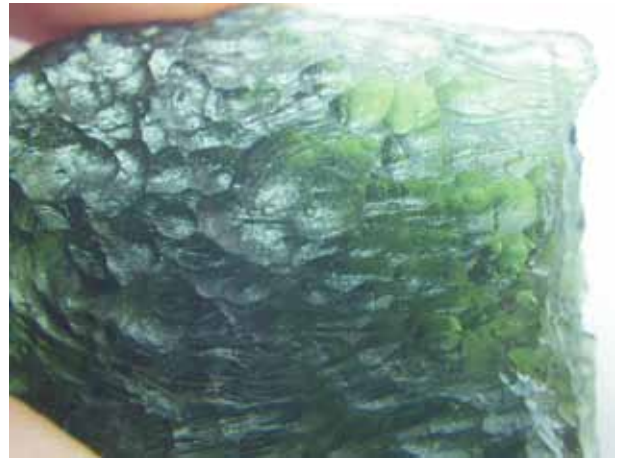


Рисунок 3. Ямкувата (напівпухирчаста) структура молдавіту зі слідами течії



Рисунок 4. Імітація молдавіту склом



Рисунок 5. Пухирці повітря у склі (фото Ємельянова І.)

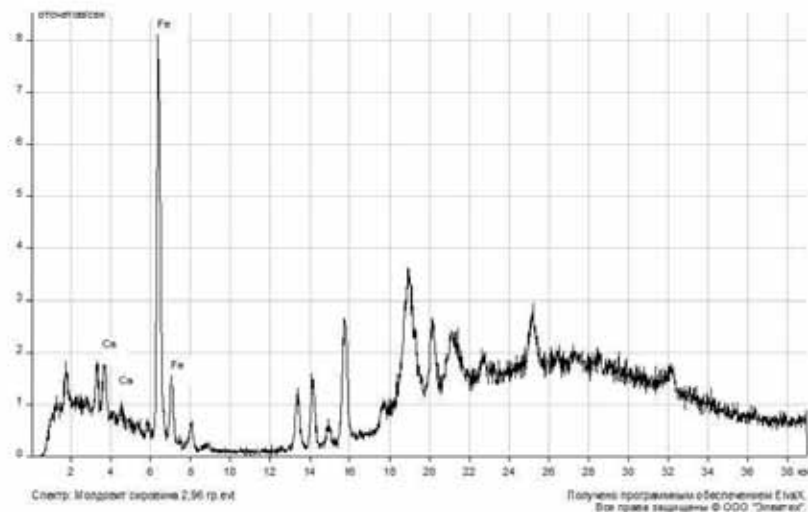


Рисунок 6. Спектр природного молдавіту

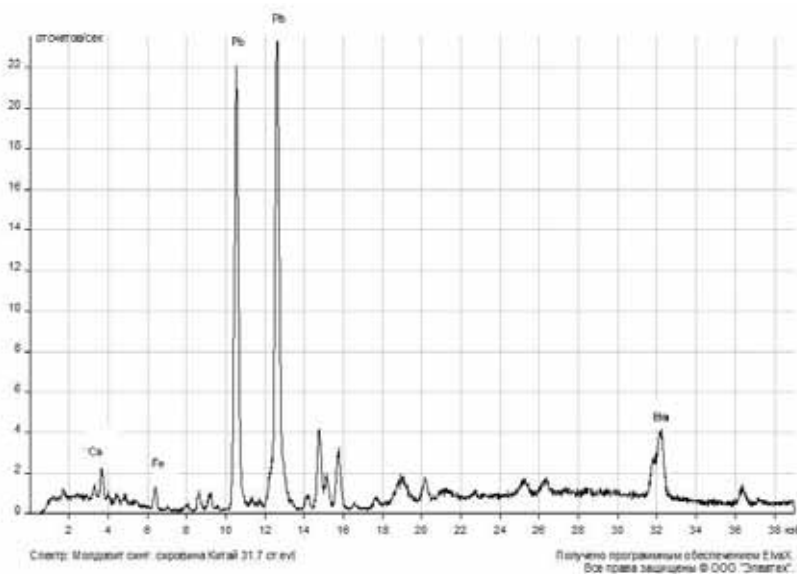


Рисунок 7. Спектр скла яскраво-зеленого кольору

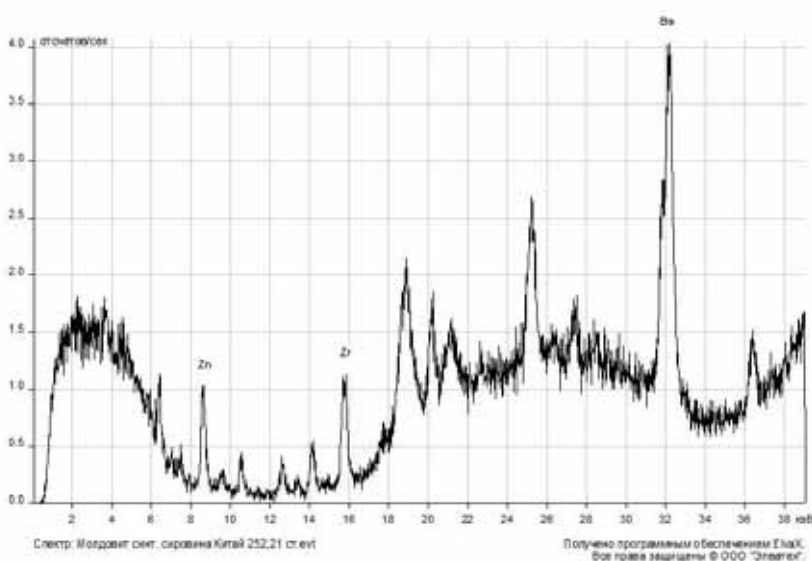


Рисунок 8. Спектр скла сіро-зеленого кольору

діагностики дорогоцінного каміння та його заміників методом рентгенофлуоресцентного аналізу», затвердженої наказом ДГЦУ 25.01.2013 № 6/13-1, з використанням енергодисперсійного спектрометра «Elvax», інтервал досліджень від Na до U. Отримані спектри були проаналізовані шляхом порівняння.

За даними аналізу отриманих спектрів рентгенівського випромінювання виявлено:

- у спектрі природного молдавіту основними елементами є Si, Fe, Ca (рис. 6);
- у спектрі стекл, окрім Si, Fe, Ca, чітко виділяються елементи Pb, Ba, які не зустрічаються в природному молдавіті (рис. 7, 8).

Отже, присутність у спектрі Pb та/або Ba вказує на його неприродне походження. Слід зазначити, що спектр скла яскраво-жовто-зеленого кольору суттєво відрізняється від спектра скла темно-зеленого кольору. У першому варіанті чітко простежується наявність Pb, меншою мірою Ba, також присутній Zn. В іншому, навпаки, пік Pb відсутній, але збільшується пік Ba.

Незважаючи на те, що молдавіт є природним склом, він досить популярний в Європі, особливо в Чехії. Ціни на нього залежать від форми зразка, скульптури поверхні, кольору, розмірів, маси та місця видобування. Оптова ціна залежно від розміру фракції та кольору коливається від 4,5–6 за фракцію 1–3 см до 20–25 доларів США/г, іноді вище за уламки більше 3 см. Роздрібні ціни на сировину починаються з 10 доларів США/г. Ціни на великі, унікальні зразки визначаються індивідуально. Вартість імітацій молдавіту склом починається з 1–2 доларів США/г.

Висновки

Кількість імітацій молдавіту на світовому ринку зростає з кожним роком, а його діагностика ускладнюється тим, що молдавіт є природним склом. Для визначення критеріїв діагностування природного молдавіту нами було вивчено 7 природних зразків молдавіту з

Таблиця 1. Характеристики молдавіту та його імітації стеклом

№ з/п	Назва	Геометричні розміри, мм	Вага, г	Форма уламків	Колір	Скульптура поверхні	Густина, г/см ³
1	Молдавіт	30,8×26,9×15,2	15,91	Необроблені уламки	Зеленувато-жовтий	Сліди течії, на поверхні напівпухирці розміром 0,1–0,2 мм	2,38
2	Молдавіт	31,1×21,9×5,2	4,48	Необроблені уламки	Зеленувато-жовтий	Сліди течії, напівпухирці, гострі ребра на поверхні	2,31
3	Молдавіт	23,6×15,5×9,5	3,4	Необроблені уламки	Зелений	Сліди течії, напівпухирці, яскраво виражені гострі ребра на поверхні – «їжачок»	2,41
4	Молдавіт	32,7×16,9×7,9	5,07	Необроблені уламки	Темно-жовто-зелений	Сліди течії, напівпухирці, гострі ребра на поверхні	2,35
5	Молдавіт	12,6×26,3×5,2	2,96	Необроблені уламки	Зелений, сіро-зелений	Сильно скульптурована поверхня «їжачок», сліди течії, наявність напівпухирців на поверхні	2,38
6	Молдавіт	37,4×13,7×10,7	5,41	Необроблені уламки	Сіро-зелений	Сліди течії, напівпухирці,	2,38
7	Молдавіт	7,5×5×3,3	0,12	Огранена вставка, груша	Жовтувато-зелений	Сліди течії, всередині пухирці повітря	2,35
8	Скло	32×21,8×10,7	8,47	Необроблені уламки	Яскраво-жовто-зелений	Велика кількість пухирців і напівпухирців, оплавлена (протравлена) поверхня	2,55
9	Скло	22,8×25,9×9,7	6,34	Необроблені уламки	Яскраво-жовто-зелений	Велика кількість пухирців і напівпухирців, оплавлена (протравлена) поверхня	2,53
10	Скло	109,6×18×16	50,44	Необроблені уламки	Сіро-зелений	Поверхня протравлена, присутні ребра, але вони не оплавлені	—

Чехії, 3 скла зеленого кольору з Китаю та відомості мережі Інтернет.

Візуально скло, за допомогою якого імітують молдавіт, часто має більш яскравий насичений колір переважно в жовто-зелених тонах. Пухирці повітря у склі мають здебільшого округлу фор-

му, тоді як у природного молдавіту, на-
впаки, переважають витягнуті пухирці
повітря. До того ж природний молдавіт
в обробленому і необробленому стані
має сліди течії, а в необроблених улам-
ках скла цього не спостерігається.
Скульптура поверхні природного мол-

давіту має переважно ребристу
(зморшкову) поверхню, на відміну від
скла, де поверхня має «протравлений
кислотою» вигляд. Наявність Pb та/або
Ba у якісному спектрі РФА свідчить про
штучне, неприродне походження скла.

Використана література

1. Trnka, M. & Houzar, S. (2002): Moldavites: a review. Bulletin of the Czech Geological Survey, 77, 283–302.
2. <http://www.moldavites.com/index.php?category=home&default=1>
3. <http://www.moldavites.com/index.php?category=home&default=1>
4. <http://lausitzer-moldavite.de/3.htm>