

**Минеральные включения в природных и техногенных стеклах как индикаторы условий их образования**

**Научный руководитель – Золотарев Анатолий Александрович**

***Соловьева Анна Денисовна***

*Студент (бакалавр)*

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле,  
Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: annasolovjova72@gmail.com*

По условиям образования среди природных стекол выделяют различные типы: вулканические, интрузивные, импактные, контактово-метаморфические, тектиты и фульгуриты [1], некоторые из них имеют спорный генезис (ливийское стекло). Помимо природных выделяются техногенные стекла, необычные своим генезисом (тенгизит).

Настоящая работа посвящена изучению особенностей химического состава и свойств вулканических стекол, тектитов и тенгизита, а также минеральных включений в них с целью определения условий их образования, с одной стороны, и выявления их диагностических признаков, как объектов геммологии, с другой.

Объектами данного исследования являются влтавит - тектит из Южной Чехии; индошинит - тектит из провинции Гуандун, Китай; тектит (Забайкалье, Россия); ливийское стекло с юго-запада Великого Песчаного моря на границе Египта и Ливии, генезис которого является предметом дискуссий; макузанит - кислое вулканическое стекло из толщ игнимбритов провинции Карабайя, Пуно, Перу; техногенное стекло тенгизит; и несколько разновидностей обсидианов: мексиканские - черный, радужный и иризирующий; снежный обсидиан, США; армянский обсидиан; а также прозрачный обсидиан темно-серого цвета, известный под названием «Слезы Апачей», США.

Изучение химического состава природных стекол и тенгизита проведено на электронном микроскопе Hitachi TM 3000 Quanta в РЦ Микроскопии и микроанализа. Исследования состава включений проводились на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N и на рамановском спектрометре Horiba LabRam HR800 в РЦ «Геомодель». Показатель преломления определялся методом рефрактометрии, а плотность - методом гидростатического взвешивания.

Полученные в процессе исследования результаты представлены на рис. 1. Размеры минеральных включений колеблются в широком диапазоне от 10 мкм до 1 см, в основном до 50 мкм. Равно как и размеры, формы микровключений разнообразны: округлые, призматические, игольчатые.

Таким образом, стекла разного генезиса отличаются по химическому составу, свойствам и набору установленных в них микровключений. Минеральные включения в природных и техногенных стеклах, с одной стороны, являются важными индикаторами условий их образования, а с другой - позволяют идентифицировать их в ювелирных изделиях.

### **Источники и литература**

- 1) О. А. Богатилов, А. М. Борсук. Природные стекла – индикаторы геологических процессов, М. Наука, 1987.

### **Иллюстрации**

Стекло	Минеральные включения	Плотность, г/см <sup>3</sup>	П/П	SiO <sub>2</sub> , вес. %	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O, вес. %	FeO <sub>общ.</sub> , вес. %
Снежный обсидиан	Aug, Mag, Bt*, Kfs*	2.34	1.48	71-80	7-10	0-2
Макузанит	And, Mnz, Sil, Zrn, Ano*, Ce*, Gem*, Hlm*, Mo*, Or*, Pl*, Rt*, Sa*	2.37	1.48	64-72	7-8	0-1
Ливийское стекло	Crs, Rdt, Zrn, Ant*, C*	2.24	1.49	84-100	0	0-1
Черный обсидиан	Aug, Mag, Fs	2.36	1.48	72-76	8,5-9	1-2
Радужный обсидиан	Aug, Mag, Ano*, Ab*	2.36	1.49	76-78	8,5-9,5	1,5-2
Влтавит	Crs*, C*, Kfs*, Ab*, SiC*	2.4	1,455-1,46	79-82	4,5-5,5	1-2
Иризирующий обсидиан	Ap, Mag, Apy*, Aug*, Bt*	2.37	1.49	62-76	7-10	0,5-3
Армянский обсидиан	Ap, Aug, Mag, Fs, Ol*, Pl*	2.37	1.49	68-75	7-9	0-10
Индошинит	Mag, An*, Ccp*, Chr*, Rt*, Si*	2.42	1.5	71-73	3,5-4	4-5
Обсидиан "Слезы Апачей"	Zrn, Aug*, Pl*, Ol*, Wo*	2.34	1.47	72-77	8-9	0-1
Тенгизит	Aug*, Chr*, Mag*, Wo*, danbaite (сплав)*, Pb-Sn интерметаллид*, Fe (сплав)*, Fe-Cu (сплав)*	-	1.57	59-60	0	8,5-9
Тектит, Забайкалье	Bt*, Brt*, Cst*, Py/Mrc*, Si*	-	-	71-82	3-10	4-5

\*включение определено одним из методов исследования; другие включения подтверждены минимум двумя методами.

**Рис. 1.** Сравнение минеральных включений, плотностей, показателей преломления и содержания SiO<sub>2</sub>, (K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O) и FeO<sub>общ.</sub> (вес. %) в природных стеклах и тенгизите. \*\*Ab – альбит, Aug – ферроавгит, An – анортит, Ano – анортоклаз, Ant – анатаз, And – андалузит, Ap – апатит, Apy – арсенопирит, Bt – биотит, Brt – барит, C – модификация углерода, Ccp – халькопирит, Ce – церианит, Chr – хромит (хромомagnetит), Crs – кристобалит, Cst – касситерит, Fs – ферросилит, Gem – гематит, Hlm – феррохолмквистит, Kfs – КФШ, Mag – магнетит, Mnz – монацит, Mo – молибденит, Mrc – марказит, Ol – оливин, Or – ортоклаз, Pl – плагиоклаз, Py – пирит, Rt – рутил, Sa – санидин, Si – модификация кремнезема, SiC – муассанит, Sil – силлиманит, Wo – волластонит, Zrn – циркон.