

анализы выполнены А.А.Агахановым в лаборатории МинМузея РАН.

## Content

Certificate information.....	1
Results.....	1
Discussion.....	2
Conclusion.....	3
References.....	3

## Certificate information

Для проведения минералогической экспертизы А. Ковалевым и С. Голомолзиным были предоставлены распиленные фрагменты минеральных желваков. Эти фрагменты были собраны в пределах проявления Жиланды (51°27'6" с.ш., 75°31'53" в.д.), в 15 км от поселка Майкаин, Экибастузский район, Павлодарская область (Казахстан). Основная цель исследования – проверка инструментальными методами наличия в исследуемом образце бирюзы.

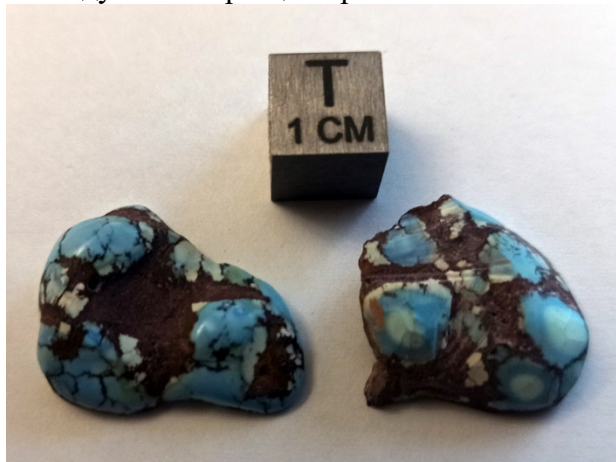


Рис. 1. Общий вид исследованных образцов

Данный сертификат составлен П.Ю.Плечовым, сотрудником Минералогического Музея им. А.Е.Ферсмана, его оригинал хранится в депозитории сертификатов на сайте Музея - [http://fmm.ru/Центр\\_сертификации](http://fmm.ru/Центр_сертификации) под номером **FMM Certificate 2023-5**. Исследованный образец хранится в научно-исследовательском фонде МинМузея РАН под номером **FMM\_FN\_992**. Дифрактограмма образца и количественные

## Results

Макроскопически образцы представляют собой небольшие желваки (2-2.5 см в диаметре). На распиле (рис. 2) видно, что в пределах образца выделяется три отдельных зоны. Светло-зеленовато-голубые участки приурочены к центральным частям желваков. Более темные синие участки слагают внешние зоны желваков. Темно бурые участки формируют «рубашку» вокруг желваков, а также заполняют трещины внутри желваков.

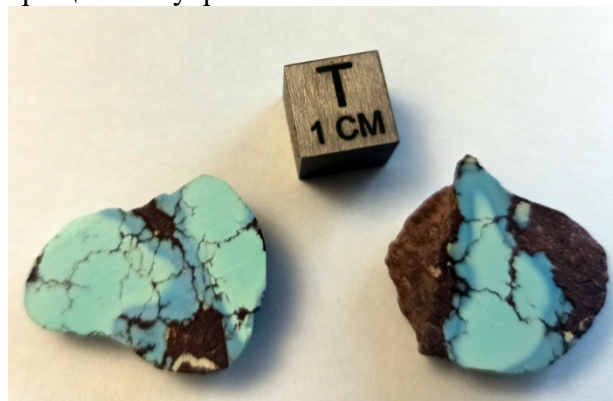


Рис. 2. Строение желваков на распиленной поверхности.

Дифрактограмма (рис. 3) была выполнена для светло-голубого материала из центральной части желваков.

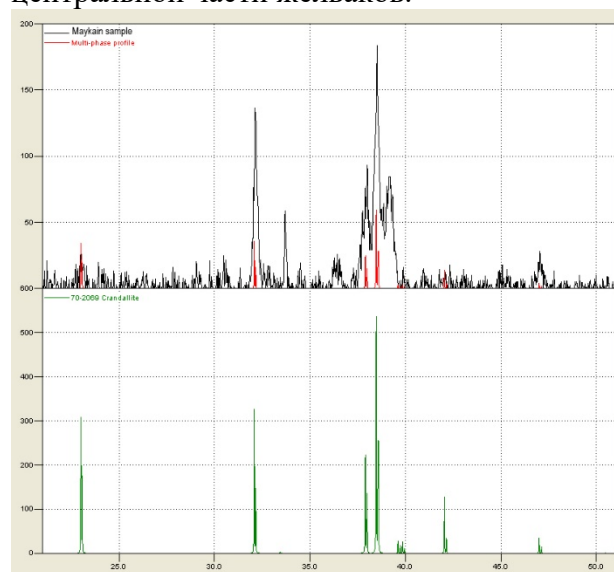


Рис. 3. Дифрактограмма изученного образца и сравнение со спектром кристаллита из референсной базы данных (REF#70-2069).

На дифрактограмме образца хорошо выделяются пики, соответствующие крандаллиту (фосфат кальция и алюминия из группы плумбогумита, надгруппы алуниита). Других диагностируемых пиков (в том числе относящихся к минералам группы бирюзы) на дифрактограмме не выявлено. В образце возможно присутствие рентгеноаморфного вещества, так как интенсивность пиков существенно ниже стандартной.

Для исследования с помощью электронного микроскопа был выбран спил, содержащий светло-голубые и синие зоны.

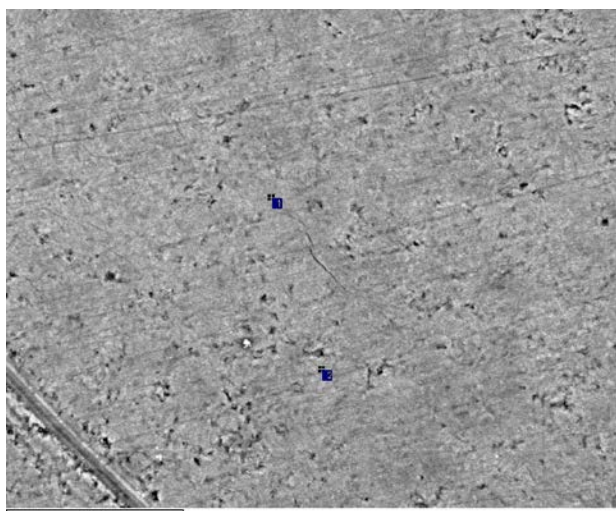


Рис. 4. BSE изображение светло-голубого участка и точки выполненных анализов.

Изображение в обратно-рассеянных электронах светло-голубого участка показано на рис. 4. Видно слабопятнистое строение и небольшое количество мелких пор. Были проанализированы наиболее темные и наиболее светлые области в пределах данного участка (анализы 1-1 и 1-2 в табл.1, соответственно). Более темные участки обогащены SrO, а более светлые WO<sub>3</sub>.

Табл.1. Составы проанализированных фаз

No	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S O <sub>3</sub>	CaO	CuO	ZnO	SrO	W O <sub>3</sub>	Sum
1-1	21.58	4.43	17.4	0.67	6.96	1.04		4.16		56.25
1-2	21.12	2.67	16.7	0.57	7.04	1.02			5.11	54.23
2-1	17.95	1.09	17.33		3.29	1.39	0.51	1.45		43.01
2-2	15.17	1.18	12.94	0.49	4.58	0.89			2.71	37.97
3-2	13.92	0.98	13.05	0.28	2.3	1.58	0.64	1.05	0.31	34.12

Фрагмент синего участка показан на рис. 5. Здесь также заметно пятнистое строение. Были проанализированы наиболее темные и наиболее яркие области в пределах данного участка (анализы 2-1 и 2-2 в табл.1, соответственно). Также, как и в голубых участках, более темные области обогащены SrO, а более светлые WO<sub>3</sub>.

Кроме этого был выполнен анализ по площади образца 1000x800 мкм (ан. 3-2 в табл.1). Все выполненные анализы соответствуют по составу крандаллиту, относящемуся к крандаллит-гойяцитовой серии минералов. Отношение Ca/Sr ~ 2.5 позволяет диагностировать минерал как крандаллит.

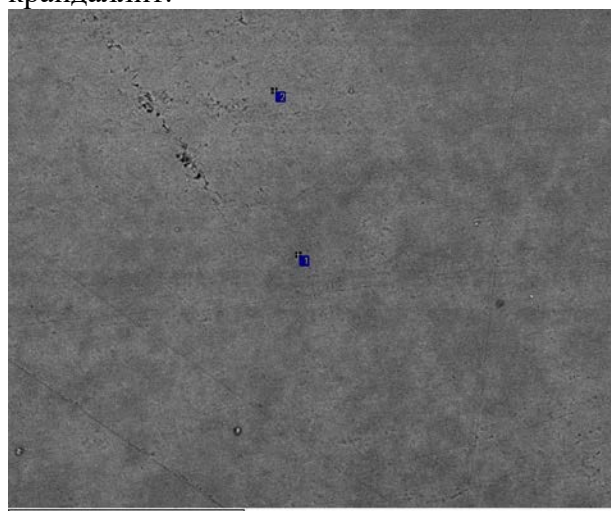


Рис. 5. BSE изображение синего участка и точки выполненных анализов.

## Discussion

Крандаллит – типичный минерал зон гипергенеза различных месторождений, описанный в нескольких сотнях различных точках по всему миру. Он может встречаться в виде отдельных кристаллов, сноповидных агрегатов или сплошных масс. В сплошных массах совместно с варисцитом, внешне напоминающих бирюзу, он описан в Чехии [Mash et al., 2021], в штате Юта (США) [Wilson, 2010].

Существенного содержания варисцита, алуниита или вардита (характерных минералов-спутников крандаллита) в исследованном образце не предполагается, так как образец содержит менее 0.7 мас. % ZnO и не содержит Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O. Недавно китайскими учеными [Guizhen et al., 2021] был проанализирован очень похожий

образец, также состоящий только из крадаллита. Эти авторы отмечают, что такого материала, внешне сходного с бирюзой, очень много на рынке, но не приводят источника образцов.

Изученный образец не содержит значимого количества бирюзы, так как содержание меди не превышает 1.6 мас. %. Дополнительно отмечу еще два момента:

- 1) Для ассоциации с крадаллитом бирюза не характерна.
- 2) В научной литературе мною не найдено ни одного достоверного анализа бирюзы из района Майкаина. В обзорной монографии Т.И.Менчинской по месторождениям бирюзы район Майкаина даже не упоминается.

## Conclusion

Изученные образцы не являются бирюзой и не содержат бирюзу в значимых количествах. Для месторождения Жиланды (Казахстан) не известно описаний бирюзы, подтвержденных инструментальным определением минерального состава. Образцы крадаллита легко отличимы от бирюзы при помощи валового химического анализа (не содержат медь в значительных количествах), а также методами рентгеновской дифрактометрии, вибрационной спектроскопии и т.д.

## References

- Менчинская, Т. И. (1989). Бирюза. М.: Недра, 192 с.
- Guizhen, F. A. N., Fang, Y. U., Yueping, L. U. O., Jingjing, C. H. E. N., Lijuan, M. E. N. G., & Huicong, R. E. N. (2021). Identification Characteristic of Turquoise Associated Mineral Crandallite-Goyazite. *Journal of Gems & Gemmology*, 23(2), 11-18.
- Mach, K., Rapprich, V., Faměra, M., Havelcová, M., Grygar, T.M., Novotný, T., Řehoř, M., Kochergina, Y.V.E., 2021. Crandallite-rich beds of the Libkovice Member, Most Basin, Czech Republic: climatic extremes or paleogeographic changes at the onset of the Miocene Climatic Optimum? *Geologica Acta*, 19.11, 1-29, I-X.

Wilson, W. E. (2010) The Clay Canyon Variscite Mine, Fairfield Utah. *The Mineralogical Record*: 41(4): 321-349.