

О ЦЕОЛИТАХ НЕКОТОРЫХ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЧАТКИ

*Андреева Е.Д.<sup>1</sup>, Ким А.У.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

<sup>2</sup> *ЗАО «Тревожное зарево»*

*Научный руководитель: к.г.-м.н. Округин В.М.*

Цеолиты относятся к группе широко распространенных минералов в рудах и гидротермально измененных породах эпитеpмальных месторождений Тихоокеанского региона (от Камчатки, Курил, Японии, Индонезии, Новой Зеландии и, заканчивая, Южной и Северной Америкой). Благодаря своим адсорбционным свойствам цеолиты могут положительно влиять на процесс рудообразования, а могут являться помехой в технологическом процессе извлечения золота из руды, в связи, с чем выявление и изучение цеолитов на эпитеpмальных золото-серебряных месторождениях является актуальной задачей.

Цеолиты – это группа минералов с общей формулой  $M_{m/n} [(AlO_2)_x (SiO_2)_y] \cdot zH_2O$ . В природе известно около 80 видов цеолитов гидротермального, экзогенного, метаморфического генезисов. Чаще всего они заполняют трещины, пустоты, крупные поры в вулканах, метасоматитах, кристаллических сланцах и гнейсах.

В большинстве случаев цеолитизация проявлена в районах активной гидротермальной деятельности, которая сконцентрирована, главным образом, в пределах Тихоокеанского Огненного Кольца, Кордильер, Альпийско-Гималайском пояса. Другая, не менее важная, провинция гидротермальных цеолитов – это океанический хребет, горячие источники и внутриплитовый вулканизм – Восточно-Африканский Рифт [4].

Эпитеpмальные золото-серебряные месторождения – одна из наиболее характерных форм проявления гидротермальной активности, вызванной циркуляцией насыщенных минерализованных растворов на сравнительно небольших глубинах. В 1980 г. Утада, изучая эпитеpмальные месторождения Японии, разделил гидротермальную активность в зависимости от температуры, ионной активности в растворе и ассоциаций новообразованных минералов на три группы: щелочную, промежуточную и кислую [5]. В период щелочной стадии происходит образование цеолитов двух типов: Са- и Na-силикаты, которые по условиям температуры и рН подразделяется еще на несколько видов. К Са-цеолитам относятся: шабазит, филлипсит, стильбит, гейландит, ломонтит и вайрацит. Среди Na-цеолитов выделяют клиноптилолит, морденит, анальцим. Са-цеолиты по степени распространенности преобладают над натриевыми аналогами и образуют с ними смешанный тип Са-Na – разновидности (табл. 1). Таким образом, образование гидротермальных цеолитов

происходит в насыщенных щелочами растворах, о широком диапазоне температур при низких давлениях.

На эпитегрмальных месторождениях Японии цеолиты ряда Са-На образуются в следующей последовательности от поверхности к глубине: морденит, ломонтит, вайрацит (Оникобе гидротермальный район), морденит, морденит+клиноптилолит, ломонтит, вайрацит (Южная Фосса Магна), гейландит, ломонтит, вайрацит (Юнатами гидротермальный район) [5].

Таблица 1. Типы гидротермальных изменений и минеральных зон (Утада, 1980)

Тип		Зона					
Кислая группа	Сульфаты	Алунит+Опал		Алунит+Кварц			
	Al-силикаты	Халлосит	Каолинит		Дикит	Пирофиллит	
Промежуточная	К-силикаты	Смектит		Глинистые минералы	Серицит	КПШ	Биотит
					Пропилит		
Щелочная группа	Са-силикаты	Шабазит-филипсит	Стильбит-гейландит	Волокнистые цеолиты	Ломонтит	Вайрацит	Амфибол Анортит
	Na-силикаты	Клиноптилолит	Морденит	Анальцим	Альбит		

Камчатский полуостров - составная часть Камчатско-Курило-Японской островной дуги Тихоокеанского Региона. Первые девять видов цеолитов были найдены в 1960-1971 гг. Аверьевым В.В., Нобоко С.И. в Паужетском геотермальном районе. Эти исследования установили следующую последовательность в образовании цеолитов (от дневной поверхности на глубину по керну скважин): анальцим, монтмориллонит, морденит-ломонтит [5].

В последующие годы цеолиты были диагностированы на многих геотермальных и эпитегрмальных золото-серебряных Камчатского края. Например, на Мутновском месторождении парогидротерм Са-монтмориллонит и такие минералы группы цеолитов как клиноптилолит, натролит, анальцим, реже ломонтит составляют до 90-100 % общего объема изменений [2].

Нами предпринята попытка изучения цеолитов на таких эпитегрмальных золото-рудных месторождениях Камчатки как Агинское, Бараньевское и Асачинское.

Цели исследований: - выяснение роли цеолитов в процессе рудообразования;  
 - пространственной взаимосвязи той или иной разновидности этих минералов с определенными условиями формирования гидротермальных месторождений.

Все три объекта – типичные близповерхностные месторождения золото-кварц-

адуляровой формации. Руды характеризуются большим разнообразием текстурно-структурных особенностей: от простых полосчатых до сложных комбинаций брекчиевых с крустификационно-коломорфно-полосчатыми. Главные рудные минералы - самородные золото, электрум, сульфиды, теллуриды, сульфосоли. Жильные представлены: кварцем, адуляром, карбонатом, кальцитом, серицитом.

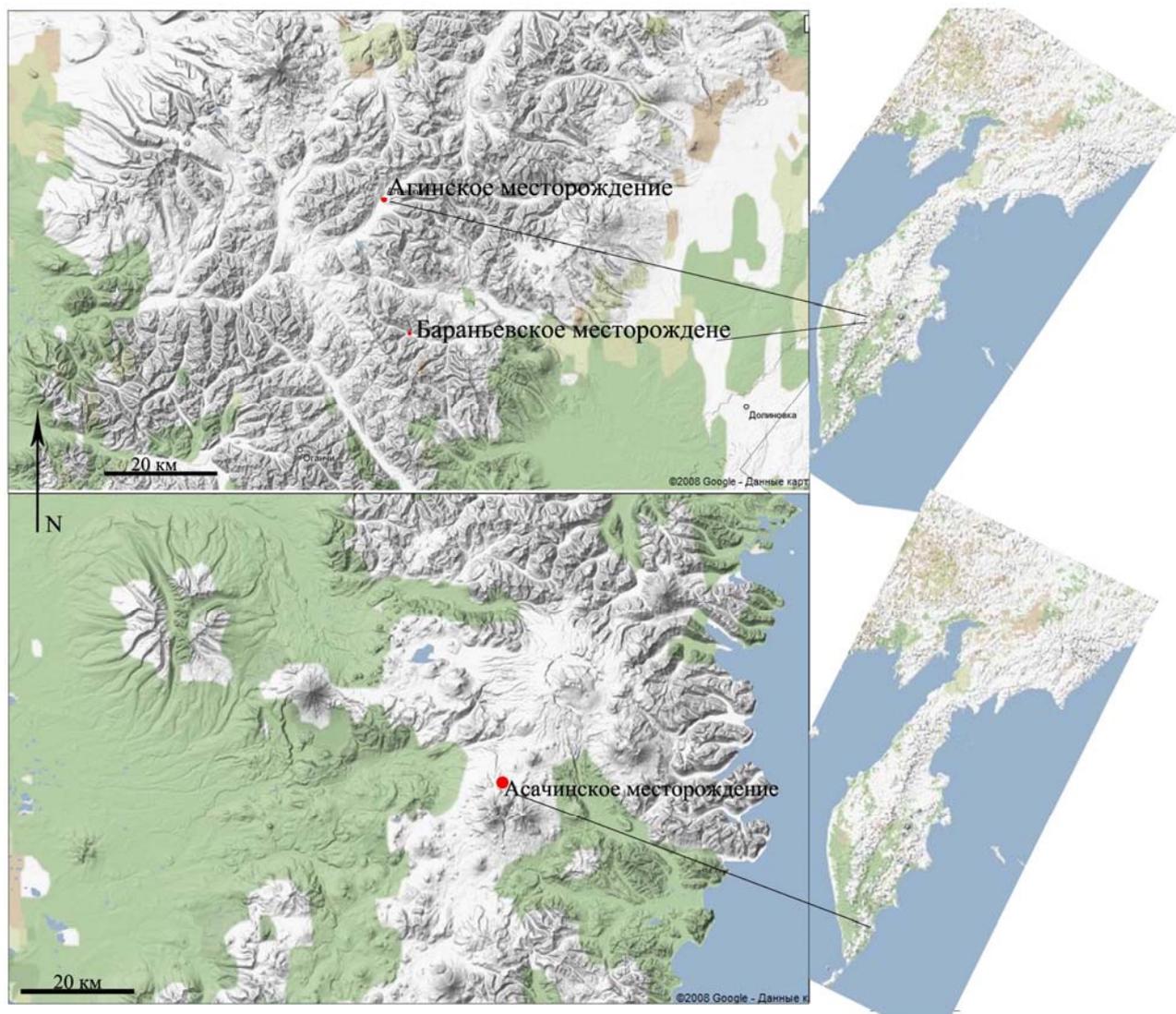


Рис. 1. Схематическая карта локализации месторождений:  
а – Агинское, Бараньевское; б – Асачинское.

Цеолиты изучались методами классического химического силикатного, рентгенофлуоресцентного, рентгеноспектрального с электронным микрозондом и рентгенофазового анализов в лабораториях ИВиС ДВО РАН, геолфака МГУ.

Во вмещающих породах и рудах месторождений установлены цеолиты Са- и Na-типов, такие как баррерит, ломонтит, морденит и вайрацит.

Агинское и Бараньевское месторождения входят в состав Центрально-Камчатского горнорудного района, расположенного в пределах одноименного вулканического пояса. Оба месторождения локализованы в пределах палеовулканических построек, сложенных базальтами, андезибазальтами и их туфами.

Агинское месторождение объединяет до десяти крупных жильных рудных тел, которые прослежены по простиранию на расстояние более 2 км, а по вертикали вскрыты на 250-300 м.

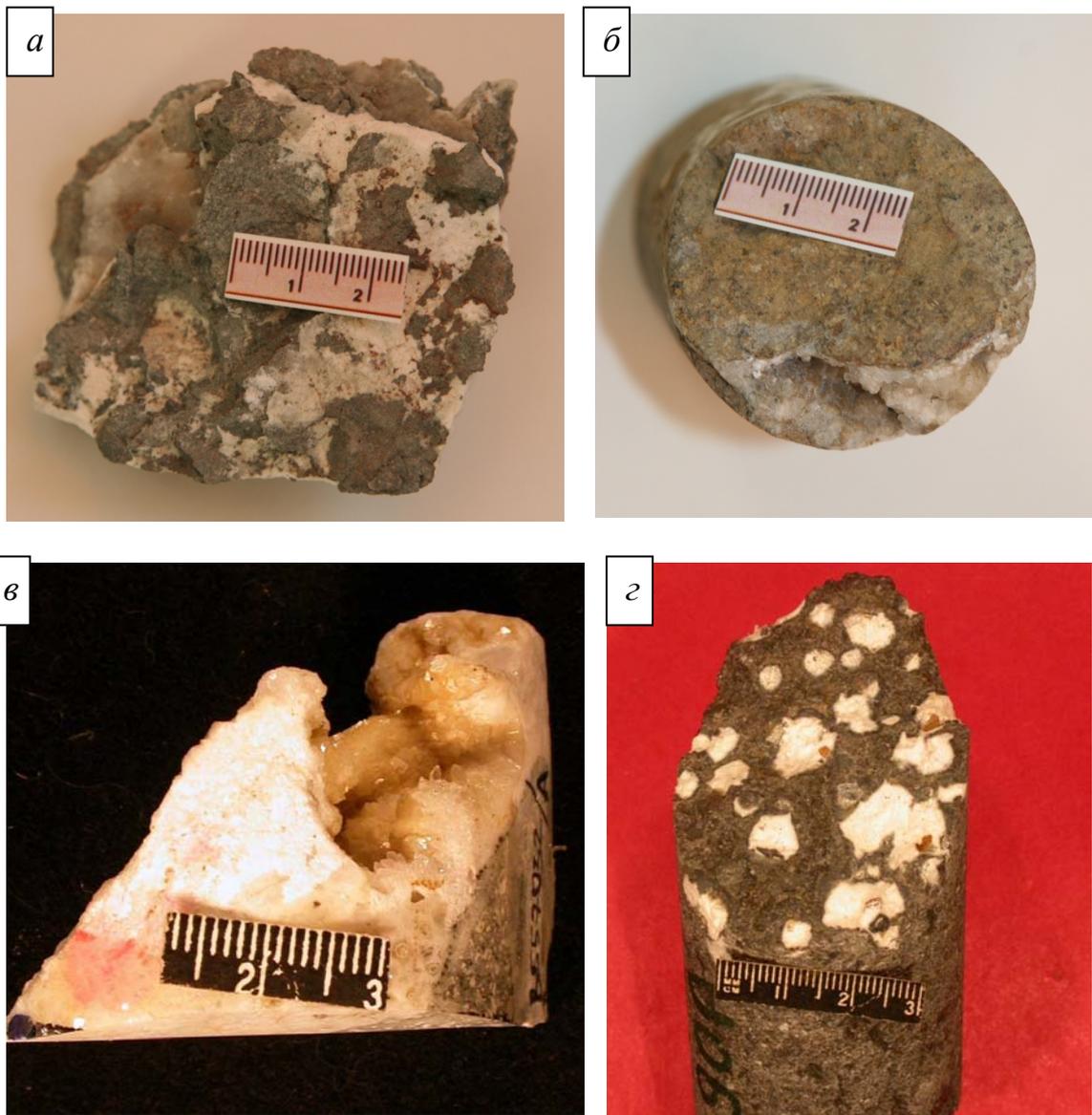


Рис. 2. Цеолитизированные породы месторождений:

а,б - туфы андезитов с гнездами и прожилками цеолитов ( Агинское); в - пропититизированные андезиты с кварц-карбонат-цеолитовыми микродрюзами (Бараньевское); г- афировые стекловатые миндалекаменные андезиты (белое в миндалинах – морденит, Асачинское)

Среди минералов тонкой фракции в рудах Агинского месторождения идентифицированы диоктаэдрический смектит (преобладающий компонент), каолинит, а также цеолиты (баррерит), кварц, микроклин, альбит, кальцит ((табл. 2, рис.3).

На Бараньевском месторождении выявлено девять основных рудоносных кварцево-жильных. Рудные тела характеризуются удлиненной лентообразной, реже линзовидной формой. С глубиной в жилах увеличиваются количества кварца, адуляра, рудных минералов, возрастает мощность рудных тел и усложняется их морфология. На верхних горизонтах преобладают карбонаты, халцедон, гидрослюда, глинистые минералы, появляются цеолиты, барит. Ломонтит установлен во вмещающих породах (рис.4в).

Асачинское месторождение располагается в Южно-Камчатском горнорудном районе, который приурочен к южному фрагменту Восточно-Камчатского вулканического пояса, имеющему региональное северо-восточное простирание. В пределах месторождения установлено около 30 жил и жильных зон.

Наиболее богатые руды отличаются колломорфно-полосчатой текстурой, обусловленной сочетанием кварц-адулярового агрегата и темных золотоносных полосок (гингуро -«серебряные черни»).

Цеолиты Асачинского месторождения встречаются в рудах, так и во вмещающих породах (рис.2 г). Они слагают миндалины в афировых андезитах, образуют тесные сростания с кварцем и адуляром в жильном кварце. Предварительно установлены три группы цеолитов. Уверенно идентифицирован пока цеолит из миндалин – морденит (рис.4а).

Таблица 2. Минеральный состав глинистых фракций руд Агинского месторождения

название образца	минеральный состав, %						
	смектит	баррерит	каолинит	кварц	микроклин	альбит	кальцит
APR-1	60,6	12,5	5,0	14,0	2,8	2,7	2,4
APR-2	58,5	7,9	9,9	10,4	5,7	5,5	2,1
APR-2-1	52,0	12,2	9,1	13,0	4,7	6,0	3,0
APR-2-3	50,9	7,7	9,7	19,2	4,2	5,5	2,8

Знание типоморфных особенностей цеолитов может быть использовано для более детальной и корректной классификации эпитермальных и геотермальных золоторудных объектов, оценки их перспективности, выявления зональности и глубины эрозионного среза. Цеолиты используются в качестве индикаторов физико-химических условий рудоотложения.

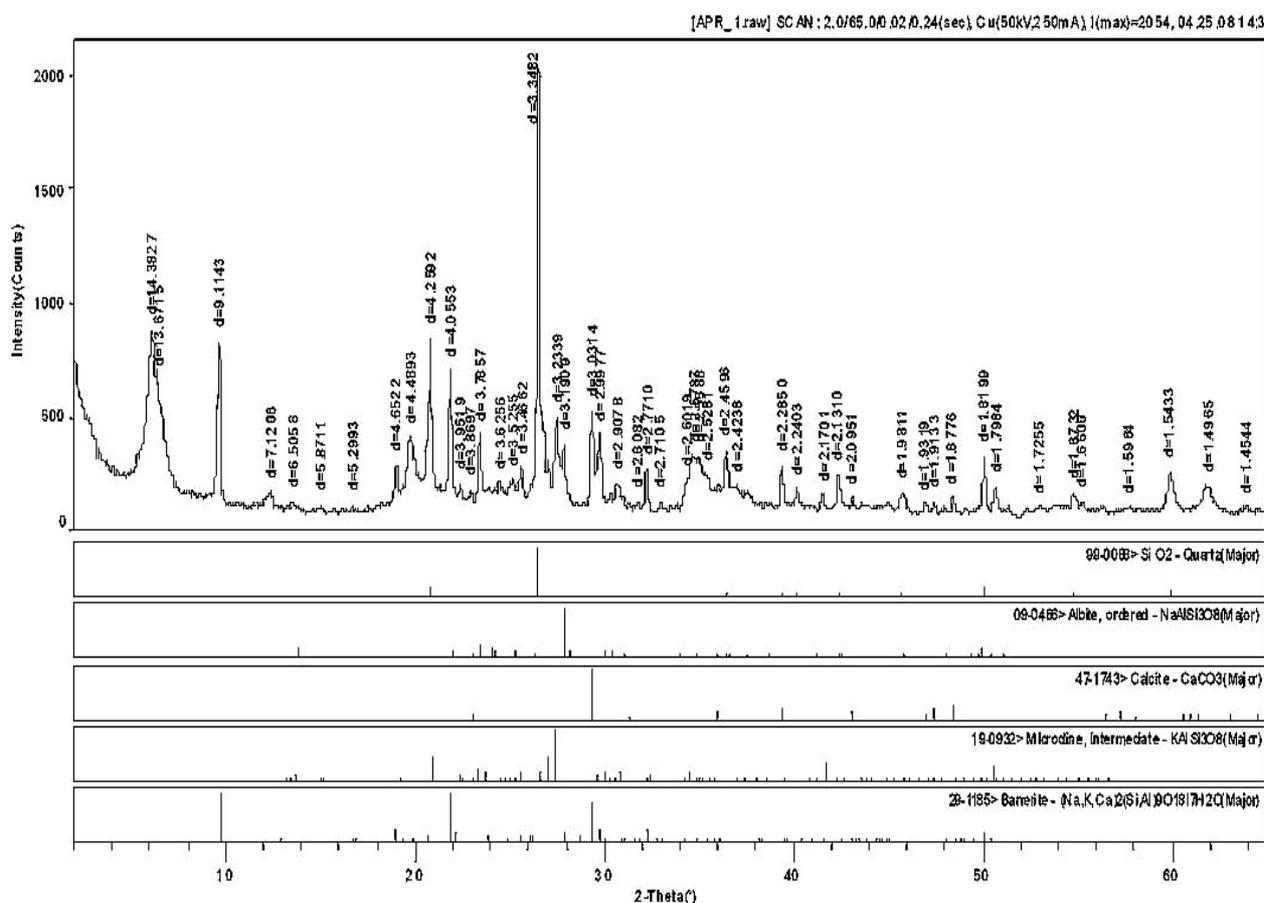


Рис.3. Дифрактограмма минералов глинистых фракций руд Агинского месторождения. Баррерит.

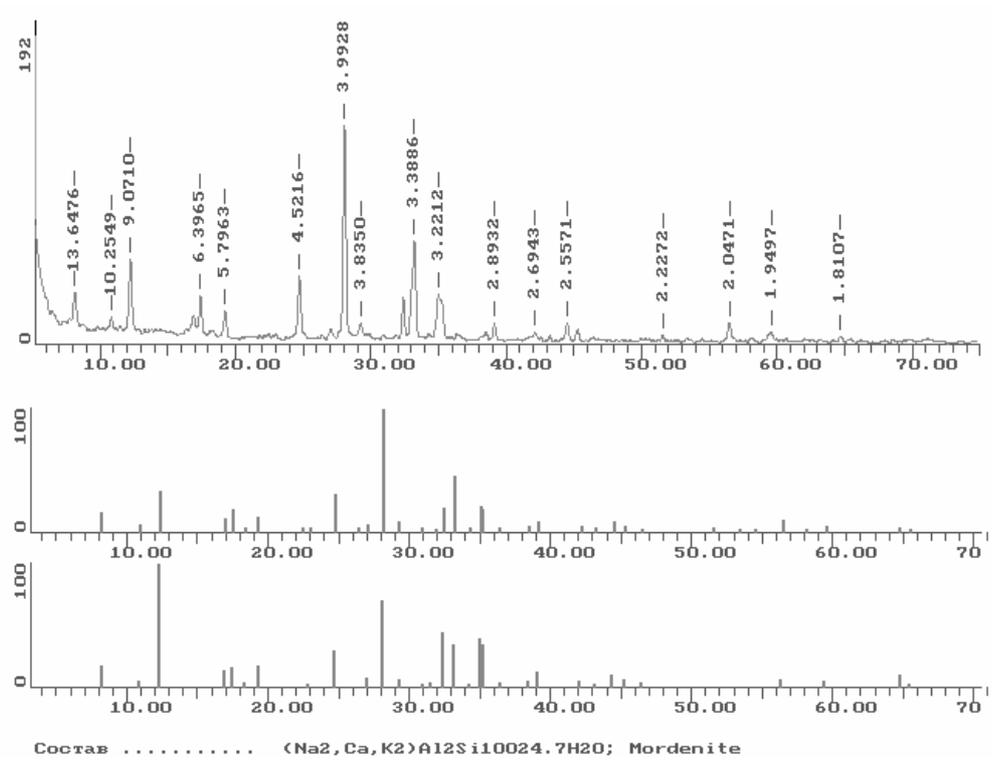
Таблица 3. Химический состав цеолитов эпитермальных месторождений Камчатки в % масс.

	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	OH	FeO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	сумма
Морденит (1)	1,04	0,84	68,97	0,29	11,38	0,24	0,29	3,15	13,52	0,37	0,09	100,2
Ломонтит (2)	0,54	0,54	53,5	0,27	22,23	0,12	0,18	11,62	13,07	0,24	0,09	102,4
Вайрацит (3)	0,24	0,05	54,97	0,01	23,02	0,04		12	9,63			100,00

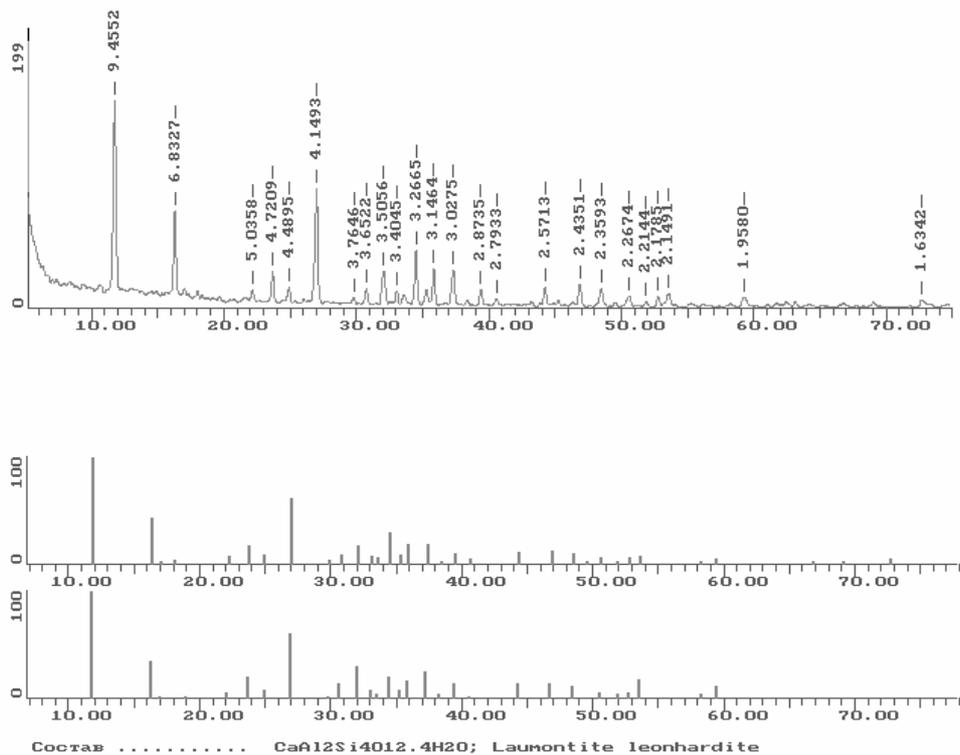
1-Асачинское, 2-Бараньевское, 3-Мутновское [2].

Аналитики: 1,2 - Округина А.М., 3 - Философова Т.М.

Минералы группы цеолитов обладают большой адсорбционной способностью, что может усложнить переработку золотосодержащих руд. Они могут вмешиваться в технологический процесс извлечения золота, в котором участвуют специальные реагенты и, с присущей им особой адсорбционной способностью, «поглощать» их.



а - морденит



б - ломонит

Рис. 4. Дифрактограммы цеолитов Асачинского (а) и Бараньевского (б)

## Литература

1. Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1: 500 000. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализаций и ореолов рассеяния полезных ископаемых // Главные редакторы: Литвинов А.Ф., Патока М.Г. (Камчатгеолком), Марковский Б.А. (ВСЕГЕИ). Петропавловск-Камчатский: Изд-во СП КФ ВСЕГЕИ, 1999, 520 с.
2. Отчет по теме «Минералого-петрографическое описание скважин Мутновского месторождения парогидротерм» г. Петропавловск-Камчатский 1988. 257 с.
3. Природные цеолиты. Отв. ред. Коссовская А.Г. М.: Наука, 1980. 224 с.
4. Minora Unada. Zeolites in hydrothermally altered rocks // Review in mineralogy and geochemistry. Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications D.L. Bish, D.W. Ming, 2004, vol. 45. P. 305-322.

## ZEOLITES IN EPITHERMAL AU-AG ORE DEPOSITS, KAMCHATKA

*Andreeva E.D., Kim A.U.*

Zeolites are common minerals for the epithermal deposits, they are concentrated primarily in volcanic arcs of the Circum-Pacific Region. In consequence of the zeolites adsorption properties it can positive influence on the control ore localization within the deposit area. And on the other side zeolites maybe an obstacle to extract gold from the ore. And so zeolite investigation is the immediate problem at the epithermal deposits.