

МЕТАКОЛЛОИДЫ В АГАТАХ

МИХАИЛ МАЛЕЕВ, АЛЕКСИ СЕКИРАНОВ

Национальный музей “Земля и люди”, София, maleevm@abv.bg

Агатовая литература изобильствует упоминаниями о “коллоидном генезисе” агатов при недостаточно убедительной идентификации метаколлоидов в агатах или ее полном отсутствии. При систематическом многолетнем изучении агатов Болгарии обнаружено значительное многообразие агатов, отдельные участки которых или значительная часть их объема сложены метаколлоидами. Основанием для этого послужили коллоидный размер слагающих агат частиц, микрокавернозное строение агрегатов, наличие поверхностных и объемных трещин сокращения объема, волокнистые разветвляющиеся формы моховых агатов–мембранные трубки, рассматриваемые как результат реакций в коллоидных средах. Метаколлоиды в агатах представлены опалом, халцедоном и кварцем и наблюдаются в миндалинах, трещинах гидроразрыва и вертикальных тектонических трещинах.

Задачей настоящей работы является описание многообразия наблюдаемых метаколлоидов в агатах, их идентификация как метаколлоиды, слагающие их индивиды и агрегаты различных уровней, соотношения с кристаллизационными формами кремнезема, временное их положение в общем процессе минерализации, их приуроченность к определенным типам геологических тел. При описании метаколлоидных минералов авторы использовали термины, предложенные при рассмотрении *стадиальных типов агатов* /Малеев, 2005/.

Авторам не известны работы посвященные специально метаколлоидам в агатах. Описанные в литературе как метаколлоиды почковидные формы халцедона /Чухров, 1955/ не являются таковыми/Григорьев, 1961; Maleev, 1972/, а действительно существующие метаколлоиды в агатах не идентифицированы исследователями как таковые.

Значительное количество образцов из разных месторождений, повторяемость морфологических особенностей агрегатов метаколлоидов позволяет сделать некоторые предварительные эмпирические заключения. Выяснение кристалло-структурных особенностей метаколлоидов в агатах, их онтогении являются предметом будущих исследований.

Метаколлоидные минералы.

1.0. *Метаколлоидный опал.* Значительная часть опала агатов представлена метаколлоидными образованиями глобулярной многоуровневой структуры. Для подобных образований понятие текстуры как “структура структур” /Попов, 2011/ не может описать объект полностью и мы будем использовать понятие структуры первого, второго, третьего и дальних порядков. При описании размеров глобулярных структур будем пользоваться термином наноразмеры для диаметров порядка до 100 нм, микронные размеры – для диаметров 0.1-20 мкм. Коллоидные размеры частиц лежат в пределах 1-100 нм /Чухров, 1955; Воюцкий, 1971/. Наряду с метаколлоидным опалом в агатах встречаются сферолиты и леписферы кристобалита и его плоскогранные двойники. Рентгенографическое изучение множества опалов агатов показало их принадлежность к опалу-С за исключением коагуляционного опала относящегося к опалу-СТ.

1.1. *Коагуляционные сгустки миллиметровых размеров.* Подобные обособленные агрегаты изометричной формы обрастают стенки жеод м-я Сютлийка без видимой закономерности в их пространственном расположении. За ними в полости следует зона плавающих глобул опала, покрывающая равномерным слоем полость жеоды /Фото 1/.

При наблюдении внешней стороны агатовых жеод м-я Гледка, белые пятна на фоне серого просвечивающего халцедона относятся к рассматриваемым образованиям. Они равномерно распределены по всей поверхности жеоды и их плотность не зависит от гравитационного поля.



Фото 1. Коагуляционные сгустки опала, х 1.5

1.2. *Адгезионные глобулы и их сrostки.* Снежно-белая оболочка характерная для агатов миндалин толщиной от долей мм до десяти мм, наблюдается часто в м-ях Звездел, Гледка, Сютлийка в Вост. Родопах и Ахалцыхе /Респ. Грузия/. Она сложена цеолитами /клиноптилолит, морденит/, плавающими и сросшимися глобулями опала и сферолитами кристобалита /Фото 2, 3/. Оболочка окутывает равномерным слоем полость камеры, толщина которого не зависит от направления поля силы тяжести. Ее переход к последующему крустификационному сферолитовому слою халцедона постепенен и состоит из плавающих в халцедоне глобул опала и сферолитов кристобалита и халцедона. На м-ии Сютлийка отмечен редкий случай, когда адгезионные глобулы опала образуются после его массивных разбитых трещинами автодеструкции /усадки/ выделений и нарастающих на них кораллитовидных агрегатов опала /Фото 4/.

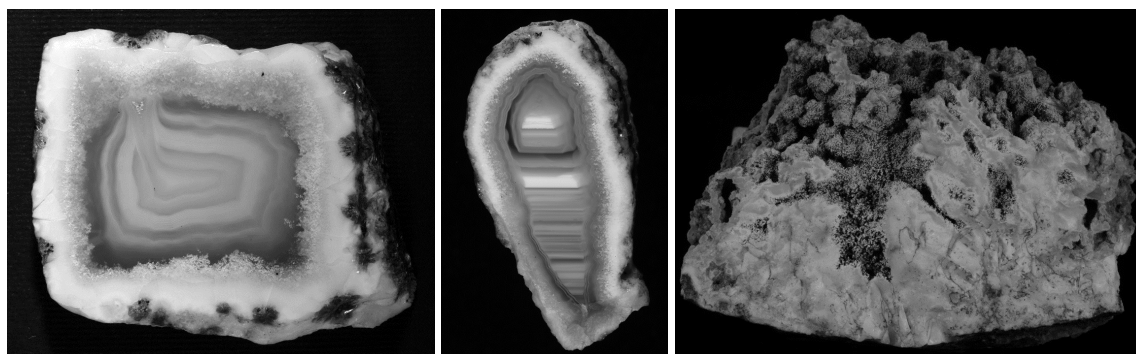


Фото 2-4. Адгезионные глобулы опала обрастающие стенки камеры агата и кораллиты опала. Натуральная величина.

Систематическое изучение метаколлоидного адгезионного опала из различных месторождений в сканирующем электронном микроскопе /СЭМ/ позволило получить разнообразную и новую информацию. Во всех изученных образцах опал имеет глобулярную структуру, первый порядок которой отвечает наноуровню.

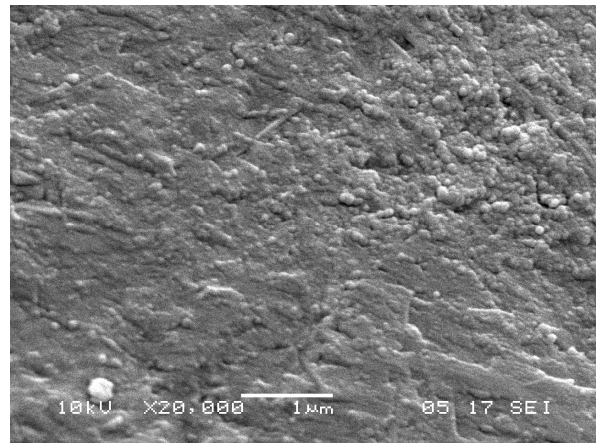
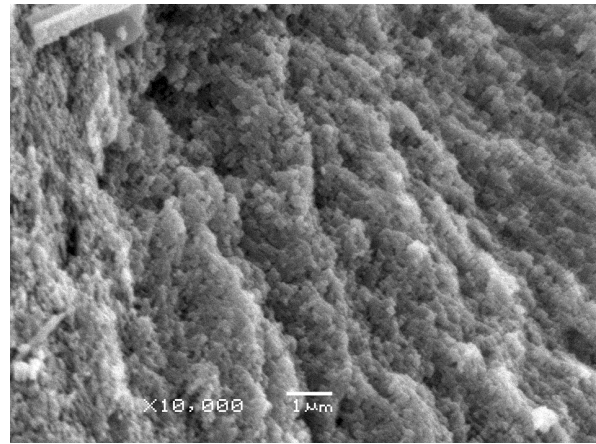
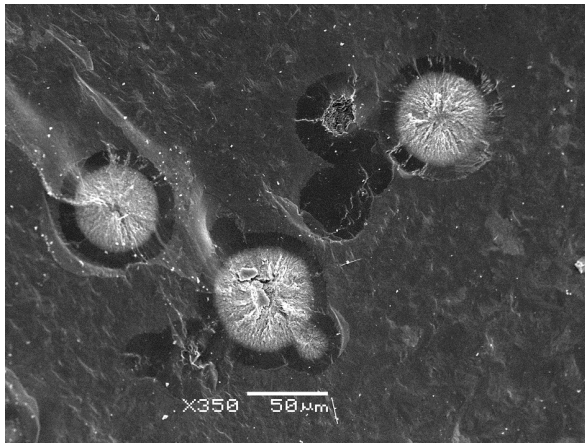


Фото5-8. М-е Сютлийка ф.5- С331. Глобули метаколлоидного опала двух генераций в матрице из сферолитов кристобалита. ф.6. Наноструктуры двух уровней в опале первой генерации С333 ф. 7и 8 - Пятиуровневая иерархическая глобулярная структура опала. ф.281 и 283.

На м-ии Сютлийка /Фото 5-8/ метаколлоидный опал слагает полидисперсные глобулы правильной сферической формы двух типов, которые различаются по времени образования, плотности и обусловленного ею контраста на изображениях в СЭМ. Более ранние по возрасту глобулы на фотографиях в СЭМ имеют светлый контраст, пористые и подложены автодеструкцией, проявленной в различной степени. От поверхностных и радиальных трещин до полной дезинтеграции на фрагменты различных размеров. Как видно на фото 6 в м-ии Сютлийка ранние глобулы светлого контраста сложены частицами наноразмеров/30-40 нм/. Размеры глобулей первой генерации в различных м-ях различны. На м-ии Сютлийка их средний из 20 измерений размер - 88 мкм при вариации индивидуальных размеров от 50 до 135 мкм. На м-ии Вишеград – 12 мкм при вариации от 10 до 14 мкм. Метаколлоидный опал второй генерации плотный, не подвержен автодеструкцией, имеет темный контраст, слагает самостоятельные глобулы, их сростки и корки или темную оболочку вокруг светлых автодеструктурированных глобулей /Фото 5/. Глобулярные многоуровневые иерархические структуры установлены для почковидных агрегатов метаколлоидного опала м-я Сютлийка. На фото 7 и 8 можно выделить пять уровней глобулярных структур, различающихся друг от друга на порядок – 25-30 нм, 200 нм, 1 мкм, 12-20 мкм и 50-250 мкм. На фото 8 можно наблюдать структурирование глобул второго иерархического уровня в виде плоских нарастающих друг на друга слоев и цепочек.

Для м-я Звездел характерна первая генерация метаколлоидного опала, который часто вываливается из матрицы кристаллического халцедона, обнажая зародышевые формы его сферокристаллов /Фото 9 и 10/.

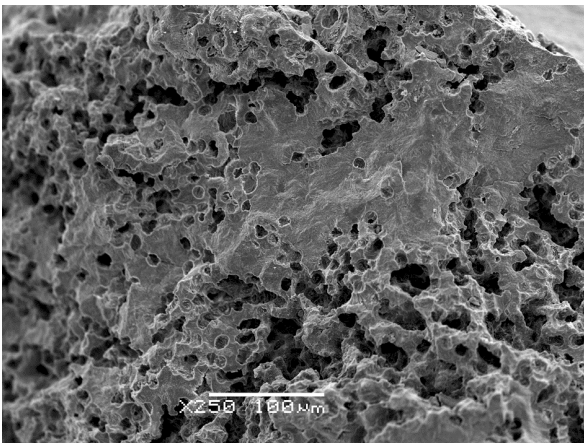
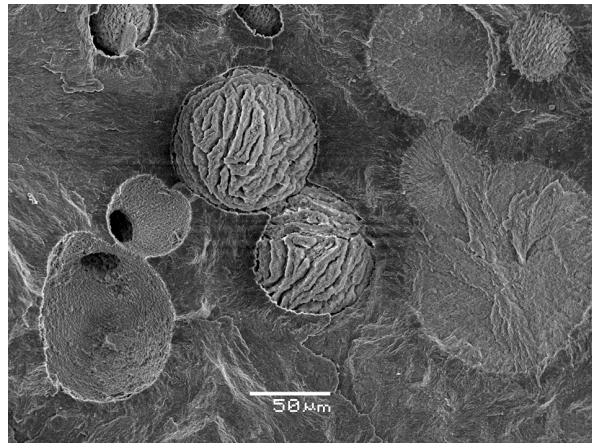
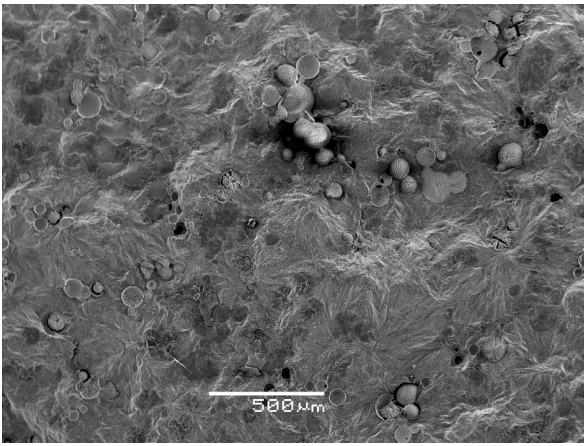


Фото 9-12. ф.9 Метаколлоидный опал двух генераций среди сферолитов халцедона. ф.10 Скол, положительные и отрицательные формы опала первой генерации. ф.11 Метаколлоидный опал двух генераций среди метаколлоидного халцедона. ф.12 Метаколлоидный опал двух генераций инкрустированный сферолитами и леписферами кристобалита.

Для агатовых образований заполняющих трещины гидроразрыва адгезионные метаколлоидные глобулы опала не характерны. Исключением является один образец из м-я Вишеград-2. Здесь они встречаются в большом количестве в матрице из сферолитов метаколлоидного халцедона или формируют скопления из десятков глобул /Фото 11 и 12/.

1.3. *Натечные метаколлоидные формы и образования капли в открытом пространстве* – сталактиты, сталагмиты, отстойники, корки, облекающие боковые стенки и донную часть миндалины. Они наблюдаются как совместно в одной камере, так и обособленно.

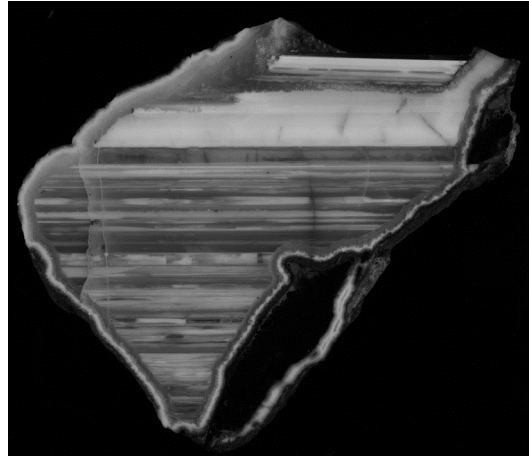
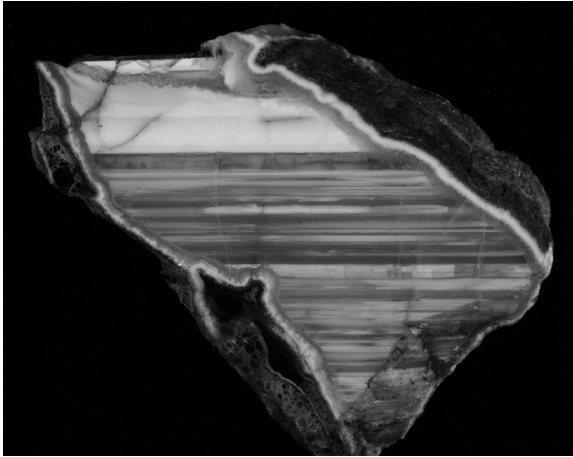
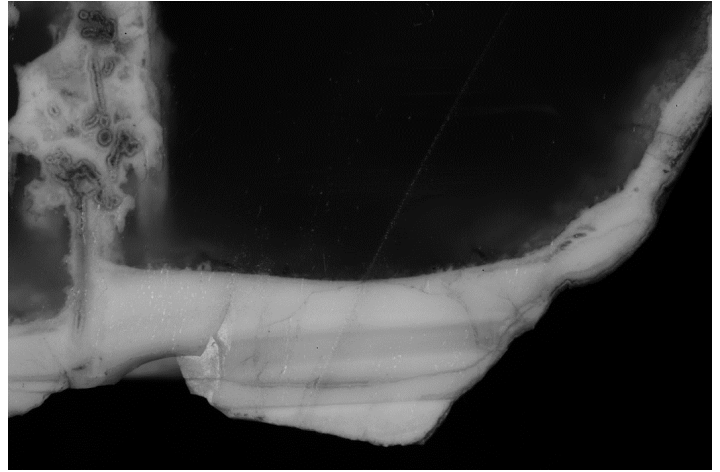
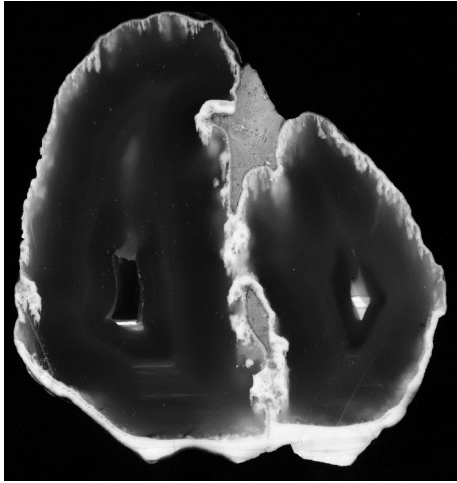


Фото 13-16. Натечные образования опала

1.3.1. Сталактиты метаколлоидов опала в агатах являются настоящими сталактитами в отличии от широко известных в агатах псевдосталяктитов осмотических волокон. Они свисают с кровли и выступов боковых стенок камеры. Их боковая поверхность бугристая и отдельные бугры, как выступы могут генерировать новые сталактиты. Подобную роль могут играть и ранее существующие сталактиты, что приводит к формированию специфических многоголовых ансамблей сталактитов с многочисленными полостями в их объеме /фото 17-19/. Толщина сталактитов разнообразна и не коррелирует с их длиной. Наблюдаются как конические, так и цилиндрические их формы. Часто вершина сталактитов расщепляется, что дает начало множеству тончайших сталактитов. При внешнем сходстве с сталактитами пещер, многие особенности которых определяются законами кристаллизации и диаметром капли воды, сталактиты метаколлоидов имеют множество отличий, анализ которых дело будущего.

1.3.2. *Сталагмиты* по сравнению со сталактитами встречаются более редко. Не во всех случаях над ними наблюдаются сталактиты /фото 20/.

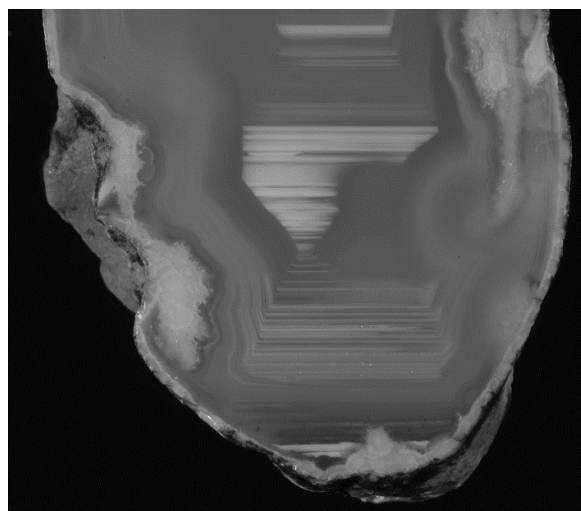
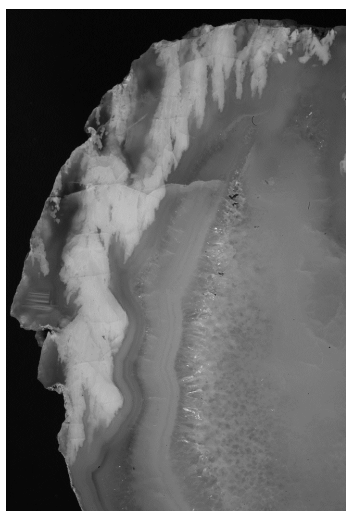
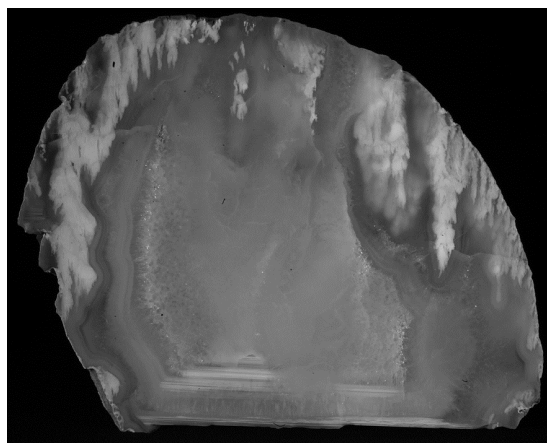
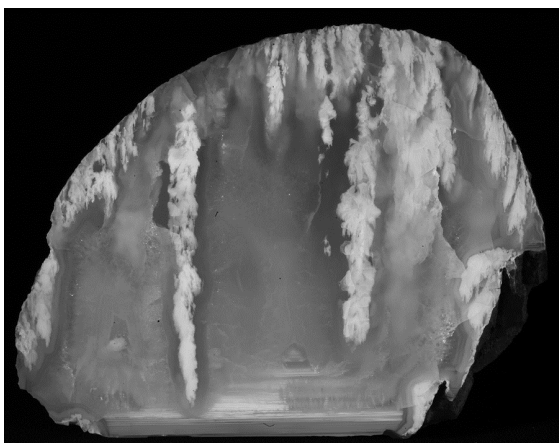


Фото 17-20. Сталактиты и сталагмит /фото 20/ опала.

1.3.3. Отстойники - наиболее обычные формы нахождения инфильтрационно-эвапоритовых образований опала. Они выполняют дно и углубления на боковых стенках камеры, не обнаруживают “агатовой” слоистости, их поверхность ровная или разбита трещинами усадки /фото 21-24/. Представляют одно из самых ранних по времени образования формирования в теле агатов. На образце из района течения реки Каменки на Чукотке наблюдается загиб отстойника на контактах со стенками камеры /фото 21/ и сталактиты и следы стекания на боковых стенках. В трещинах гидроразрыва наблюдаются каскады отстойников опала, разделенные выступами на поверхности полости или инкрустированными кристификационным халцедоном, как и мембранными волокнами и пленками. Отстойники опала пространственно ассоциируют с тонкослоистым халцедоновым ониксом. В уникальных гигантских миндалинах диаметром до одного метра, найденных в Восточных Родопах отстойники опала достигают в толщину до 15 см.

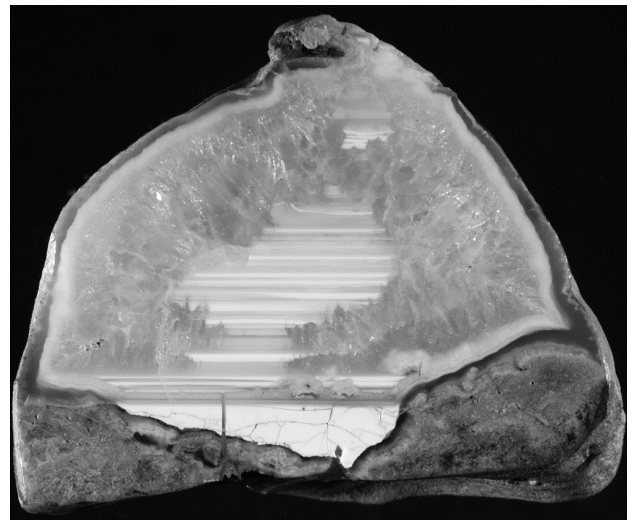
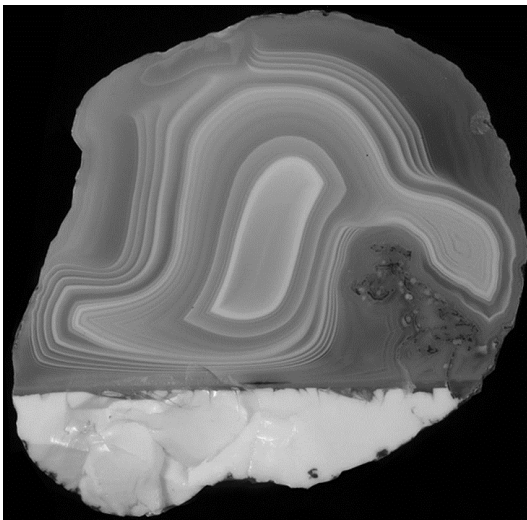
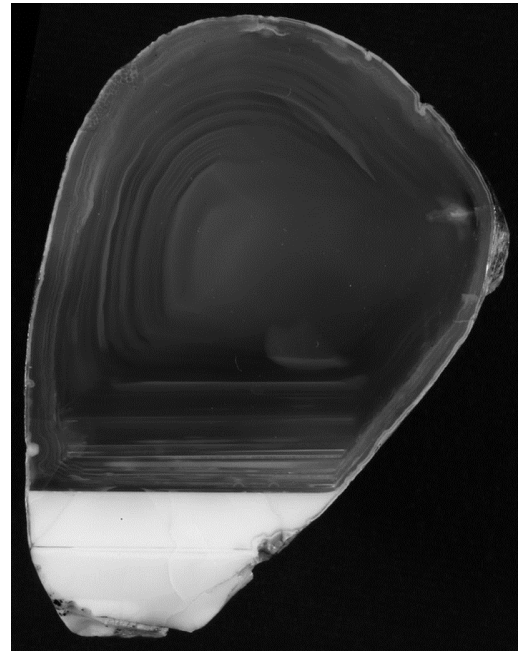
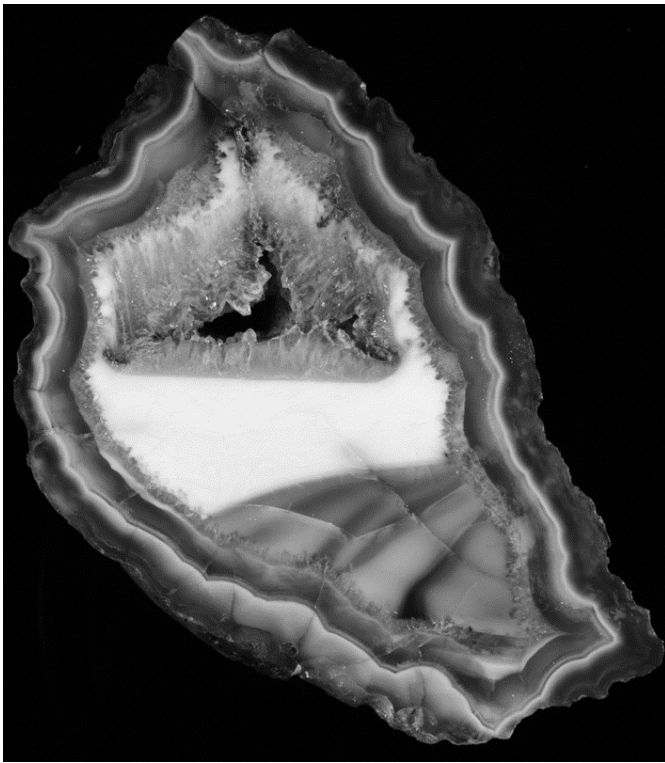


Фото 21-24 Отстойники опала

1.3.4. Опаловые облекающие корки толщиной до 5 мм наблюдаются в периферической части заполненных метаколлоидным халцедоном агатов в трещинах гидро-разрыва м-я Вишеград-1. Часто они расчленены на фрагменты со свернутыми к центру камеры краями /фото 76/.

В агате миндалины м-я Сютлийка /фото 15, 16/ опаловая кора откладывается асимметрично только на одной из стенок камеры и переходя в горизонтальный слой постепенно выклинивается. Выклинивание последовательных зон оникса, который образуется по механизму инфильтрации и выпарения и переход в облекающий опал, позволяет судить о механизме заполнения камеры.

Исследование в СЭМ опала натечных форм, капли и стекания показывает наноразмеры глобул первого иерархического уровня.

Рассмотренные агрегаты опала свидетельствуют о движении растворов в полой камере агата сверху вниз. В отличие от характерной для агатов полосчатости опалы визуальны однородны, даже в толстых отстойниках. В одном только случае в жильном

агате м-я Студен кладенец наблюдается грубая полосчатость разноцветных зон. Сложная внутренняя геометрия полости жильного агата, вызванная асимметричными натечными агрегатами метакolloидного халцедона показанная на фото 53, позволяет восстановить последовательность формирования заполнения камеры многоцветным опалом.

1.4. *Кораллитоподобные формы* в наиболее ярком проявлении встречены в местонахождении Сютлийка в миндалине диаметром 40 см. Представлены ветвистыми несрастающимися расклоняющимися агрегатами /фото 25-28/ на общую форму которых гравитационное поле не влияет. Эти особенности их формы дали основание использовать термин из спелеологии *кораллит*.

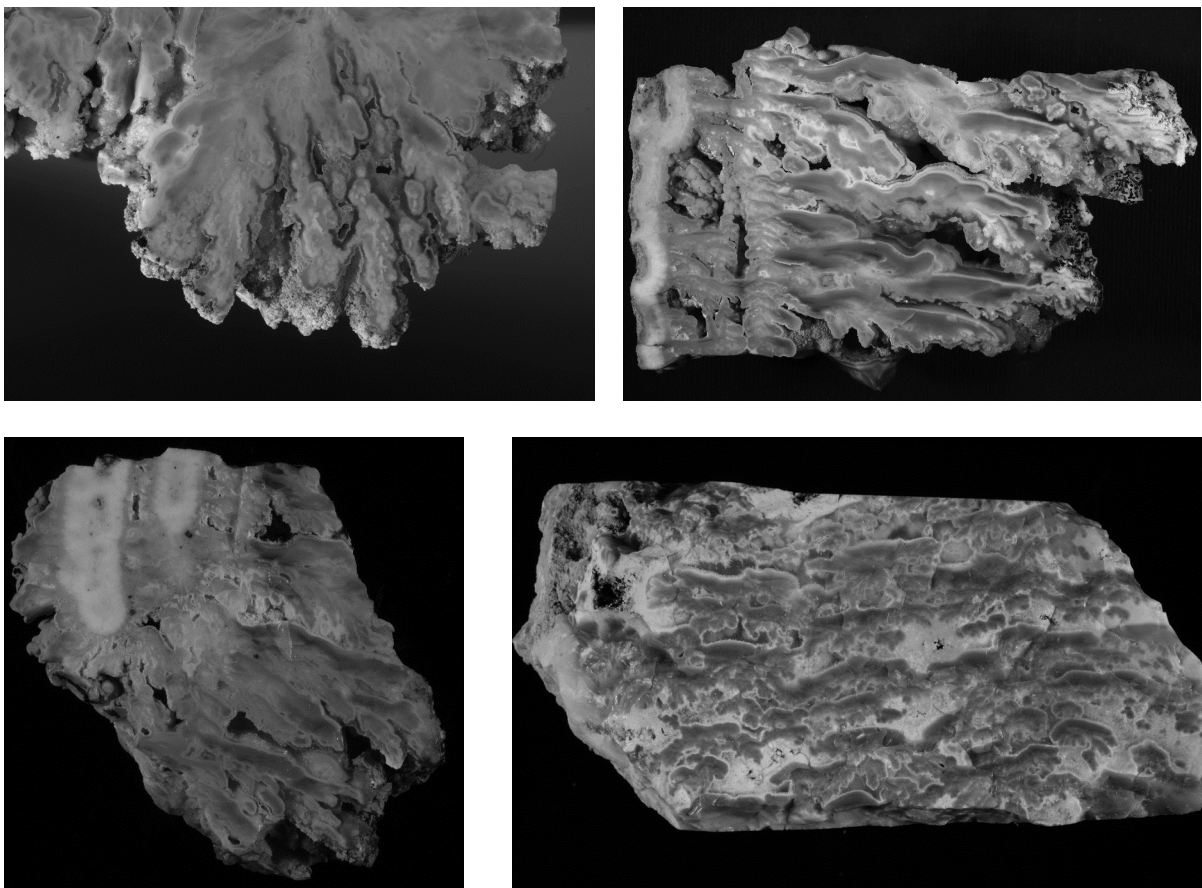


Фото 25-28. Продольный /фото 25-27/ и поперечный /фото 28/ срезы кораллитовых агрегатов опала из миндалин.

Многочасное расклонение кораллитовых образований формирует ветви первого, второго, дальних порядков. Строительной единицей ветвей, как показывает изучение в поляризационном микроскопе являются сферические агрегаты, которые сами построены из сферических частей. В зависимости от расположения кораллитов в пространстве миндалины /на своде, на боковой стенке, в донной части/ наблюдаются различные морфологические их особенности. Радиально расходящиеся ветви кораллитов на своде, кораллиты перпендикулярные вектору тяжести растущие на боковых стенках и на свисающих псевдосталактитах морденита /фото 25-27/, массивный опал заполняющий пространство между кристаллами папиришпата – в донной части /фото 34/. Среди массивного опала наблюдаются участки сложенные скоплениями сферических обособленных несросшихся частиц диаметром в 1-2 мм /фото 76/. Другой особенностью кораллитов опала является разрыв сплошности у основания агрегатов удлиненными полостями параллельными субстрату, в которых наблюдаются параллельно расположенные обособленные трубчатые формы с закруг-

ленными краями /фото 26/. Гравитационное поле, не влияющее на пространственную ориентацию кораллита, вызывает асимметричное строение его ветвей /фото 26/. Их верхняя поверхность выпукла и сравнительно гладкая, тогда как нижняя вогнута и ветвистая. Как видно на фото 28 разветвление наблюдается как вдоль удлинения ветки, так и поперек него. На нижней поверхности субиндивидов кораллита наряду с разветвлением наблюдаются и обособленные плоские формы с округлыми окончаниями и изгибом вниз, построенные из сферических частиц вплоть до наноразмерности. На опаловые агрегаты нарастает тонкой белой коркой сферокристалльный кристобалит /леписферы/ и крустификационный халцедон.

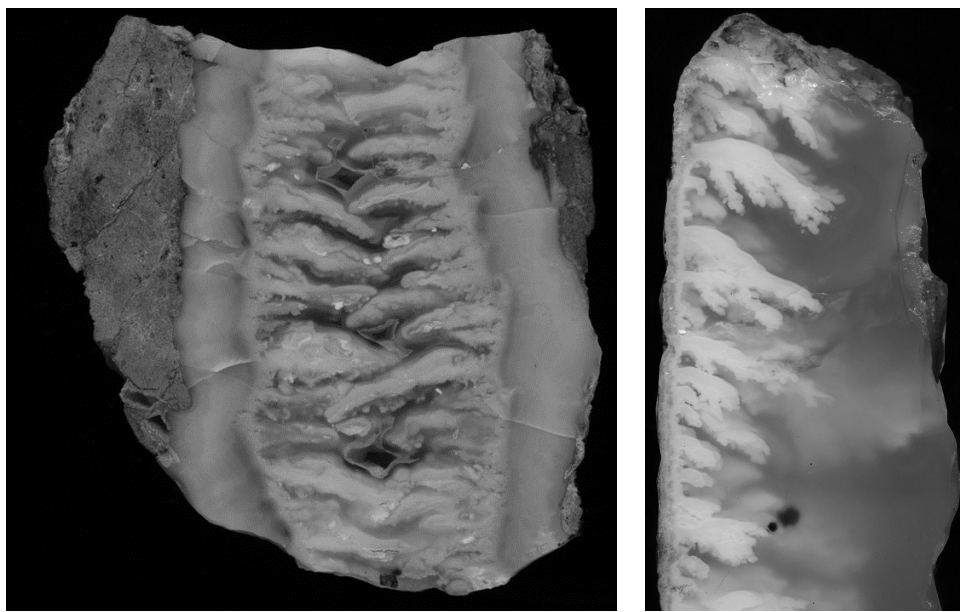


Фото 29-30 Кораллиты в жильных агатах.

Кораллитовые формы – типичные образования метаколлоидного опала, выросшего в открытых тектонических жилах Восточных Родоп, где они часто обрастают метаколлоидным и крустификационным халцедоном /фото 29, 30/.

1.5. *Опаловые жилы в трещинах гидроразрыва*. На м-ии Груево встречена опаловая жила толщиной в 2 см, периферическая часть которой сложена сплошным голубоватым опалом, а центральная часть – снежно-белого цвета разбита трещинами усадки /фото 31, 32/.

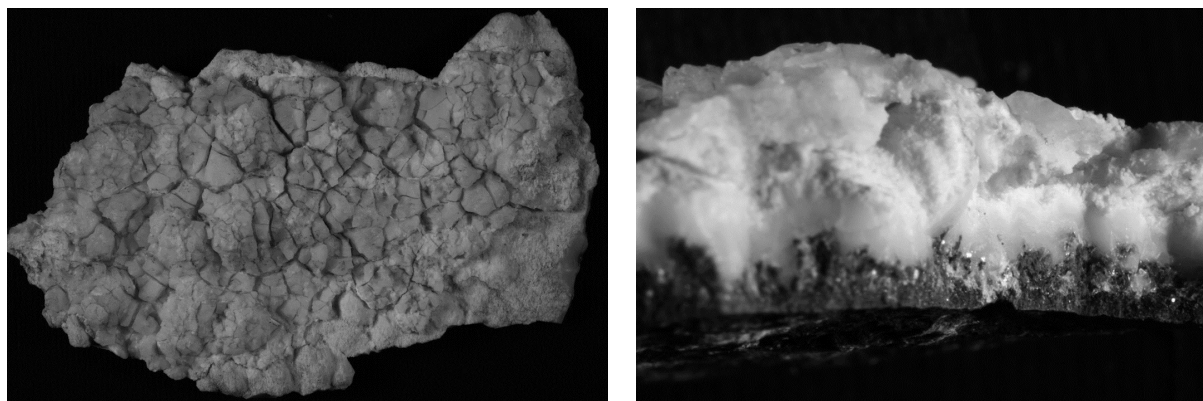


Фото 31, 32 Трещины усадки в плане и разрезе.

1.6. *Сплошные опаловые массы с трещинами усадки*

В окрестностях м-я Сютлийка встречен опал, разбитый трещинами контракции на фрагменты различных размеров, которые сцементированы метаколлоидным гизингеритом/фото 33/. Сама поверхность выделения опала, как и его фрагменты автодеструкции с поверхности покрыты трещинами, поверхность которых также трещиновата, что придает амебовидную форму частицам опала. На фото 34 показаны остроугольные фрагменты автодеструкции в донной части миндалины с кораллитами м-я Сютлийка.

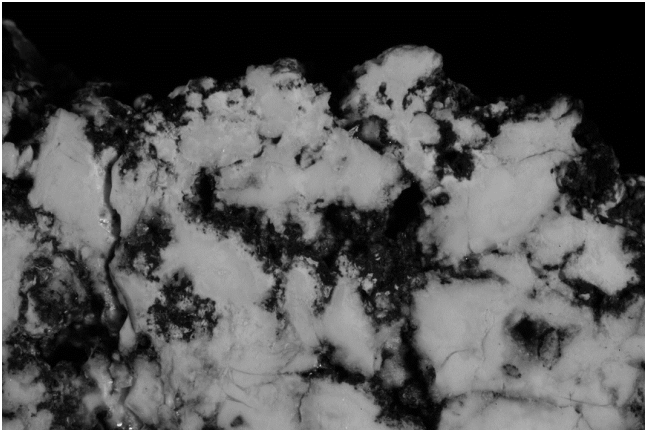


Фото 33, 34 Автодеструкция массивного опала

1.7. *Гиалит*

В открытых полостях миндалин агатов и литофиз редко встречаются самые поздние по времени образования, специфической “гиалитовой” морфологии агрегаты прозрачного бесцветного гиалита размером до 1 см, нарастающие на сферолиты халцедона и кристаллы кварца. Тонкие современные островковые пленки гиалита размером 30x20x2 мм, образованные поверхностными водами, наблюдаются на современных поверхностях раскола миндалин халцедона агатов м-я Звездел /фото 35/. Исследование платино-углеродных реплик в ТЭМ показало иерархическую структуру гиалита состоящую из следующих четырех уровней:

- наноглобули опала диаметром 20-50 нм /фото 35, 36/.
- сферы правильной формы диаметром 100-200 нм второго иерархического уровня состоящие из наноглобул /фото 35, 36/.
- округлые плоские структуры третьего порядка диаметром 1.5-3.0 мкм, составленные из сфер второго иерархического уровня /фото 31-33/.
- разнообразные кладки из структур третьего порядка /фото 40/.

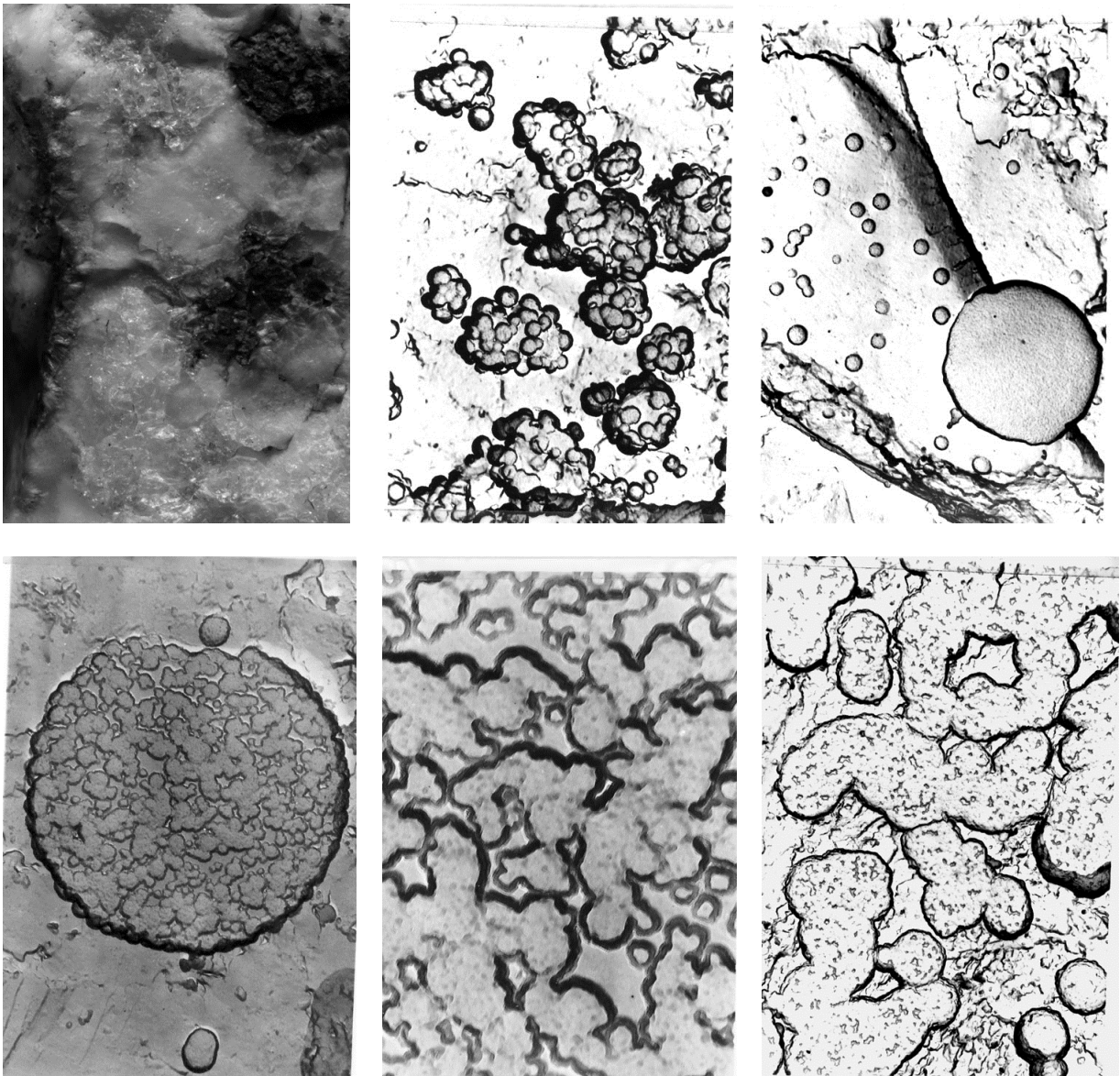


Фото 35-40 Иерархическая структура гиалита.

При агрегировании гиалита отдельные уровни могут быть пропущены. На фото 37 показана структура из первого и третьего уровня. Показанные на фотографиях структуры гиалита со всех сторон ограничены округлыми поверхностями сфер различных порядков. Подобную морфологию с округлыми очертаниями имеют и макроагрегаты гиалита, наблюдаемые визуально, поскольку и они выложены из округлых иерархически построенных “кирпичей”.

1.8. *Метасоматический опал*, замещающий наряду с кварцем послойно тонко-слоистый халцедоновый онисс – характерный продукт перекристаллизации агатов. Коллоидные размеры, слагающих его индивидов, позволяет рассматривать его совместно с метаколлоидами.

2. Халцедон

Несмотря на широкую распространенность в популярных типах агатов – матрица моховиков, “plume” агатов и агатов с дендритами оксидов марганца, метаколлоидный халцедон не был в них идентифицирован как таковой. В открытом незаполненном полностью минеральным веществом пространстве вертикальных жил халцедон слагает

также агрегаты необычной морфологии и структуры, которые, возможно, окажутся характерными, индикаторными агрегатами для метакolloидов.

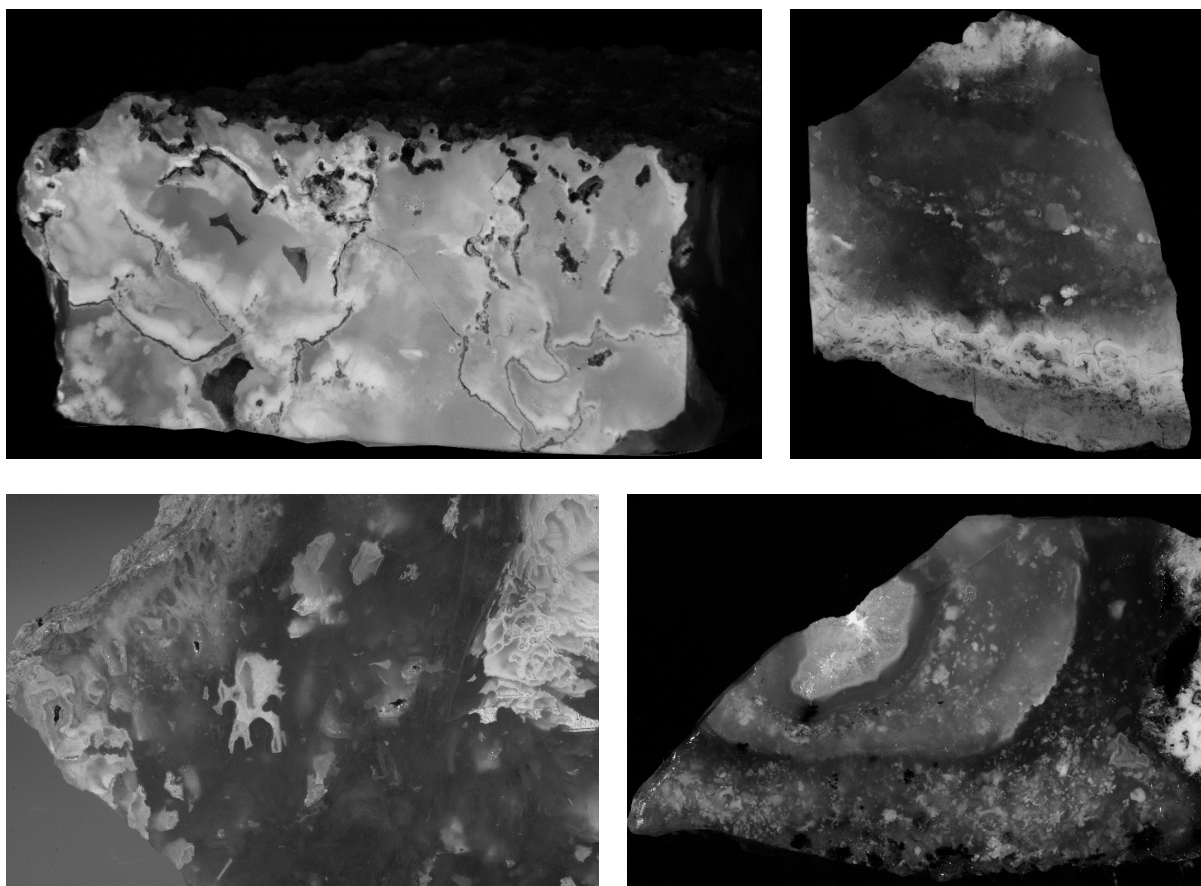


Фото 41-44 Метакolloидный халцедон, макрофото. ф. 41, 43 – х 2; ф. 42, 44 – нат. величина.

2.1. *Сплошные микро – и макрокавернозные массы*, заполняющие полости в трещинах гидроразрыва и в вертикальных тектонических трещинах. Этот тип метакolloидного халцедона встречается наиболее часто и усложнен действием множества дополнительных эффектов, накладывающихся друг на друга. Для анализа очень сложной картины рассмотрим действие каждого из них самостоятельно.

2.1.1. Однородный визуально мутноватый халцедон серовато-карамельного оттенка со структурой на уровне оптического микроскопа из равновеликих несовершенных по форме микросферолитов взаимно проникающих друг в друга с выступами, соизмеримыми по длине с размером их центральной части. На изображениях в СЭМ наблюдаются пачки из нескольких удлиненных с округлыми краями частиц, по видимому соответствующие выступам взаимно проникающих сферолитов. В единичных образцах наблюдаются точечные и дендритовидные агрегаты оксидов марганца, импрегнирующих халцедон. Наружная поверхность тел с метакolloидным халцедоном часто покрыта трещинами /фото 41/.

2.1.2. Пятнистое строение наблюдаемое макроскопически, проявляется в наличии прозрачных и замутненных участков миллиметровых размеров и микрокаверн – полых или заполненных микродрузовым кварцем. В оптическом микроскопе видна сетка из правильных типичных для халцедона сферолитов, размеры которых по неясной с несовершенными сферолитами границей постепенно увеличиваются. В СЭМ наблюдаются сильно патинированные сферолиты халцедона.

2.1.3. В периферической части агата наблюдается полоса белого опала миллиметровой толщины, разделенного от субстрата и нарастающего опала четкой

границей. В редких случаях полоса разчленена на фрагменты с загнутыми в сторону от периферии агата окончаниями / Фото 42/.

2.1.4. На контакте белого опала с халцедоном развивается вглубь метасоматический опал с дендритовидной поверхностью фронта замещения. Переход от халцедона к метасоматическому опалу постепенен посредством зоны плавающих в халцедоне частиц опала. Наряду с периферией тела агата замещение опалом развивается по трещинам и по поверхности мембранных трубок. Метасоматоз опала по халцедону развивается по способу импрегнации халцедоновой матрицы, несовершенные сферолиты которой просматриваются сквозь опал. В м-ии Вишеград степень замещения халцедона различна и может достигать до полного с реликтами халцедона среди опала.

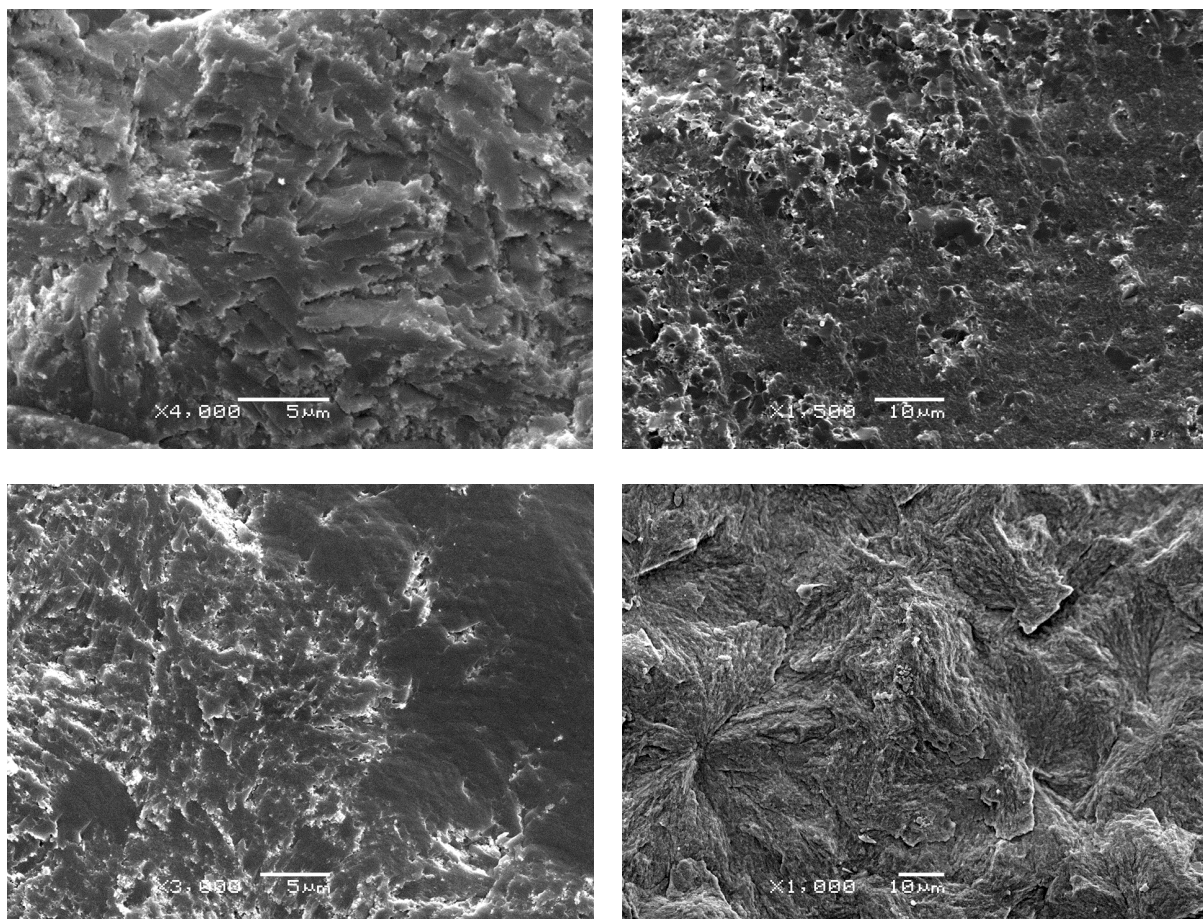


Фото 45-48. Метаколлоидный халцедон – сканирующая электронная микроскопия

2.1.5. “Геронтологический” опал развивающийся во всем объеме халцедона вследствие естественного старения /фото 44/. На полированных срезах представлен изометричными выделениями различной плотности миллиметровых размеров.

2.1.6. Осмотические волокна, свисающие со свода и боковых стенок и откладывающиеся при отрыве в донной части камеры /фото 69/.

2.1.7. Крустификационный почковидный халцедон, нарастающий слоем толщиной до 5 мм. на поверхность макроаверн метаколлоидного халцедона /фото 41/.

2.1.8. Кварцевые друзы макроаверн, нарастающие на почковидный халцедон.

Отмеченные составные части агатов с метаколлоидным халцедоном развиты в различной степени и формируют сложную для расшифровки декоративную картину агатов.

2.2. *Микро – и макроаверзные отстойники в миндалинах.* Занимают донную часть агатов. Не обнаруживают типичную для агатов полосчатость, как и пятнистое строение столь характерное для метаколлоидного халцедона. Макроаверны в

халцедоне заполнены микроагатами с облекающими и ониковыми слоями. В шлифах обнаруживают строение из больших асимметричных незакономерно ориентированных сферолитов /фото 49-52/. На нижней правой части фото 51 наблюдаются реликты микросферолитового халцедона .

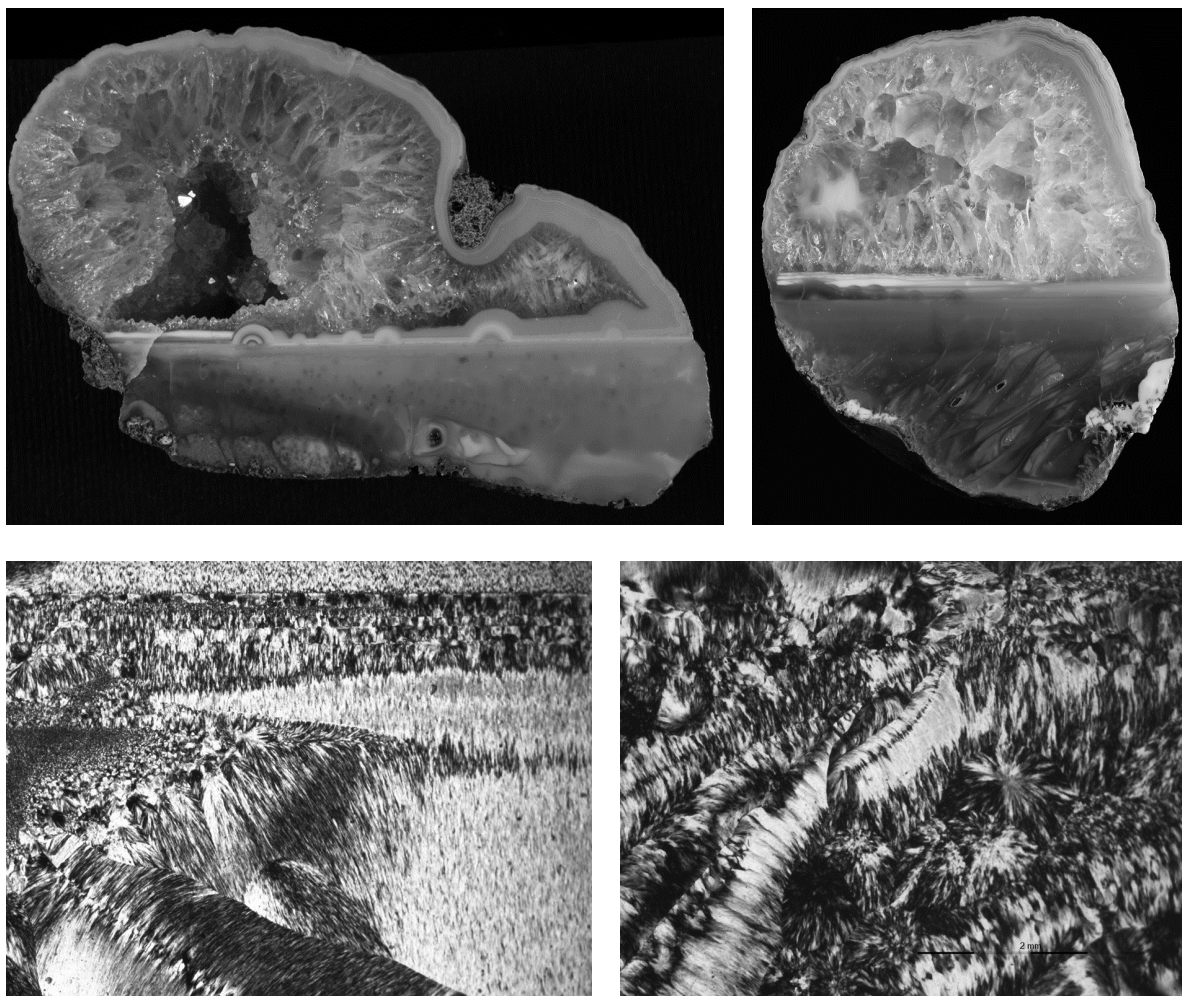


Фото 49-52 Отстойники метаколлоидного халцедона

2.2.3. *Асимметричные почковидные и экзотические агрегаты* типа кленового листа, облекающие вертикальные тектонические трещины /фото 53-56/. При сплошном заполнении трещины визуально не отличаются от метаколлоидного халцедона трещин гидроразрыва. При частичном заполнении возможно наблюдать специфическую морфологию агрегатов образованных из глобулярных частиц коллоидных размеров /фото 53, 54/. Как видно на фото на обе стороны трещины неравномерным по толщине слоем нарастают асимметричные, наклоненные и часто изогнутые вниз агрегаты усложненные закругленными отростками развивающимися преимущественно на стороне обращенной вниз. В редких случаях они уплощены и разветвлены наподобие кленового листа. В оптическом микроскопе показывают строение из асимметричных зародышевых форм микросферолитов. С их периферических частей развивается узкой полосой перекристаллизация, приводящая к образованию обычных сферолитов

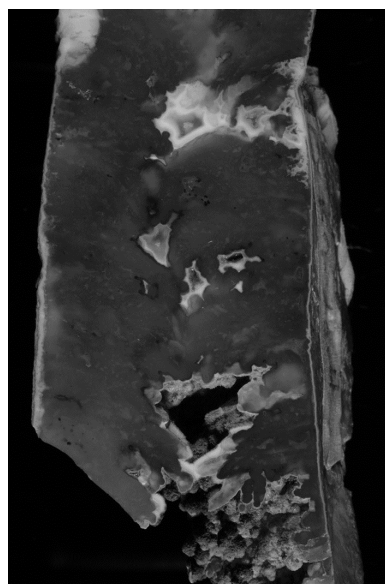
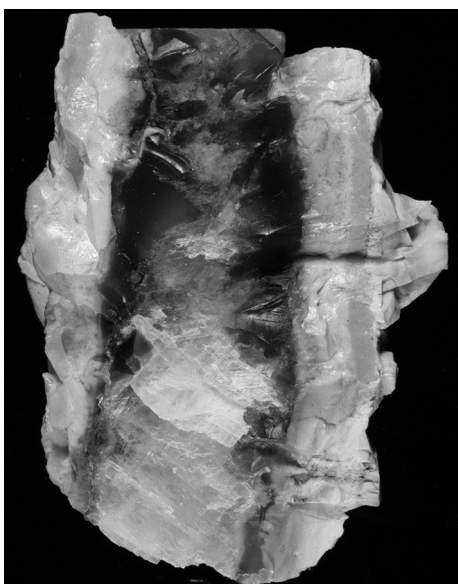
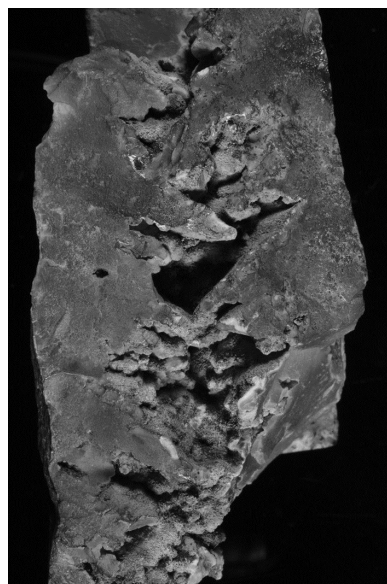
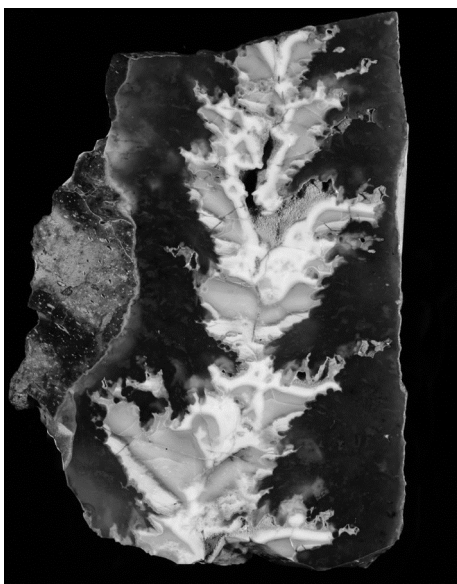
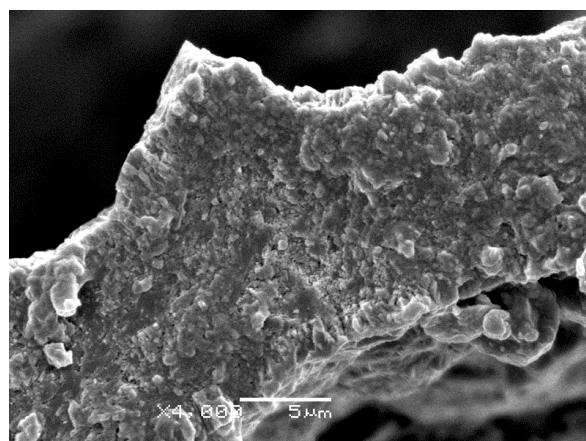
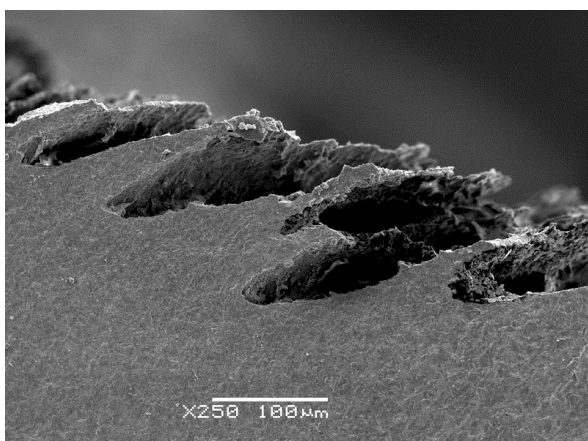


Фото 53-56 Асимметричные “почки” метаколлоидного халцедона

На электронномикроскопическом уровне в СЭМ установлены следующие последовательные стадии образования метаколлоидных сферолитов халцедона:



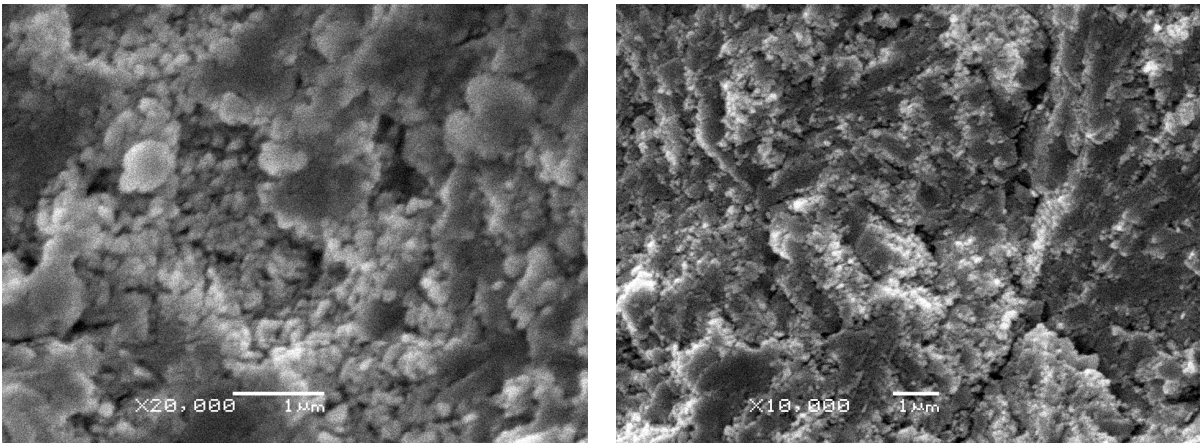
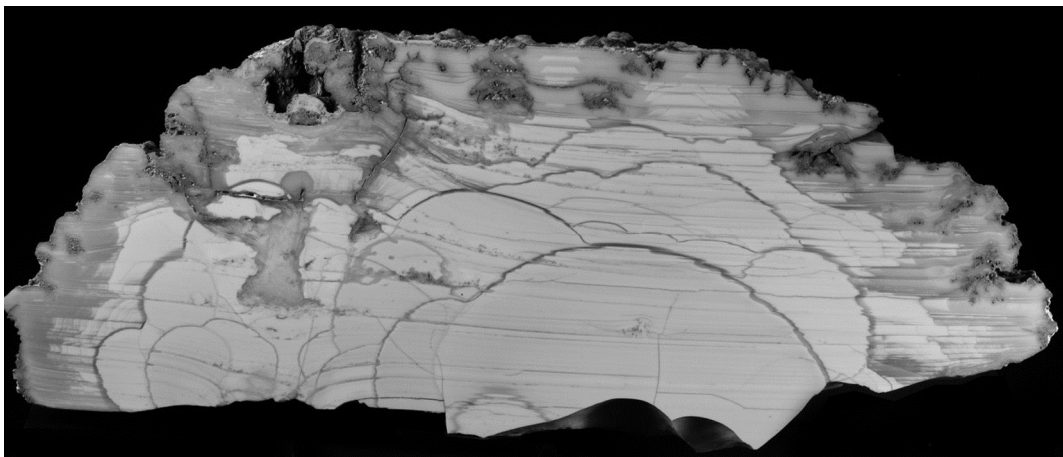


Фото 57-60 Трансформации протохалцедона в меаколлоидный сферолитовый халцедон

- глобулярный протохалцедон из изометричных приблизительно равноразмерных глобул диаметром в мкм /фото 58/.
- зародышевые фрагменты сферолитов из нескольких параллельных столбиков /фото 60/
- зародышевые формы асимметричных сферолитов /фото 45/.
- нормальные сферолиты – результат перекристаллизации зародышевых форм /фото 48/. По сравнению с кристаллизационными сферолитами меаколлоидные легче патинизируются и на изображениях в СЭМ имеют более светлый контраст.

2.3. Кварц

2.3.1. Сплошные микрокварцевые заполнения гигантских миндалин. В районе м-я Студен кладенец обнаружены миндалины диаметром до 50 см, заполненные массивным микрокварцем. Поверхность миндалин покрыта трещинами усадки нескольких порядков /фото 61/. В СЭМ обнаруживает равномерно зернистую структуру из округлых индивидов микронных размеров /фото 61-64/.



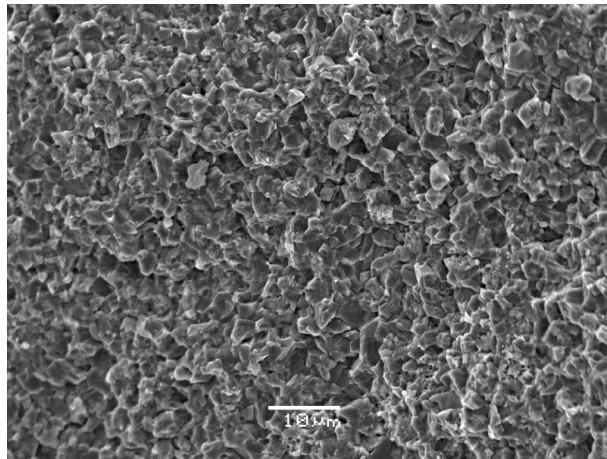
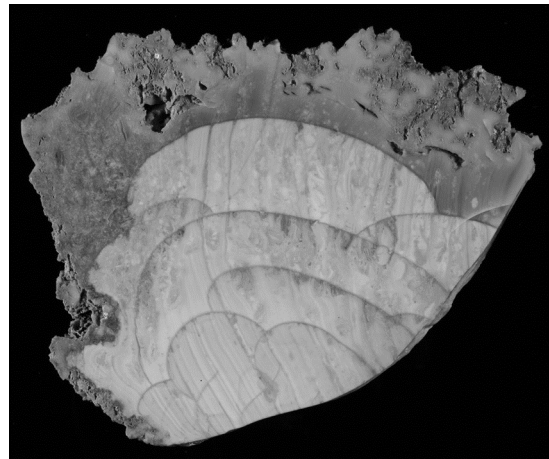
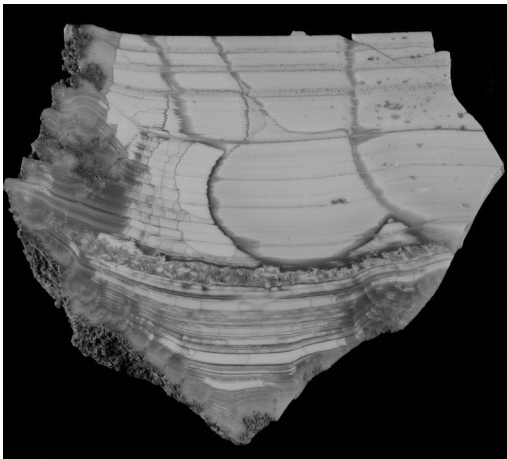


Фото 61-64. Метаколлоидный массивный кварц

2.3.2. *Микрочастицы кварца коллоидных размеров* наблюдаются среди слоев микрокварцевого оникса и как продукт перекристаллизации тонкослоистого халцедонового оникса. Их изображение в СЭМ показано на фото 65 и 66.

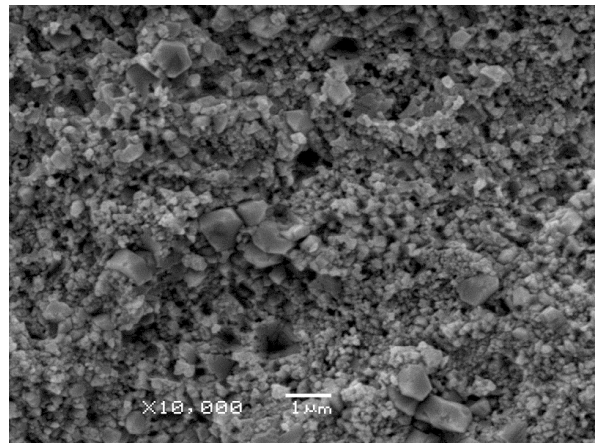
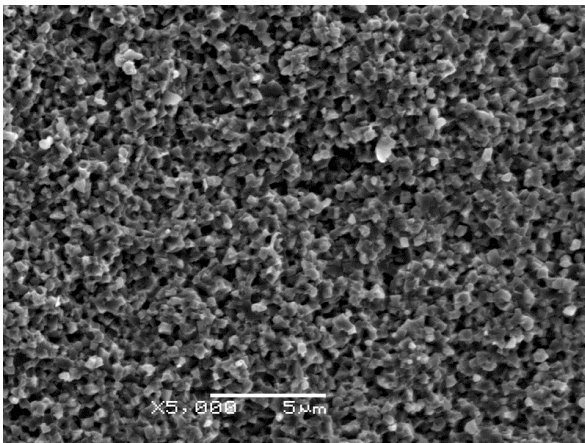


Фото 65, 66. Кварц коллоидных размеров

2.4 . Ветвистые волокнистые образования.

2.4.1. *Моховые агаты*. Волокнистые изгибающиеся, ветвящиеся, переплетающиеся мембранные трубки развиваются на контакте тела агата с вмещающей породой. Они свисают со сводовой части и боковых стенок камеры и отрываясь накапливаются в донной части. Привязаны чаще всего к агатам трещин гидроразрыва, по времени

образования – самые ранние образования в ассоциации с цеолитами. Мембранные трубки объединяются в разнообразные структуры – ленты, пачки лент, жгуты, кружева и листовидные формы

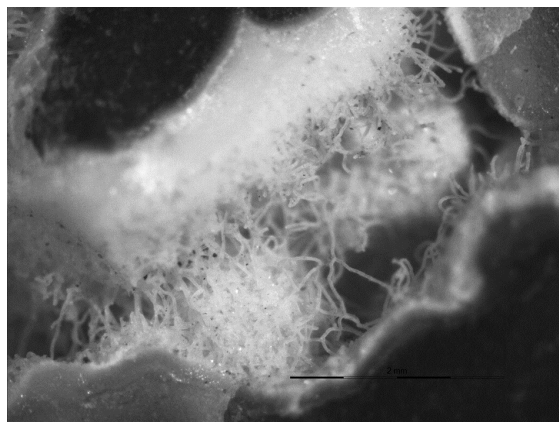
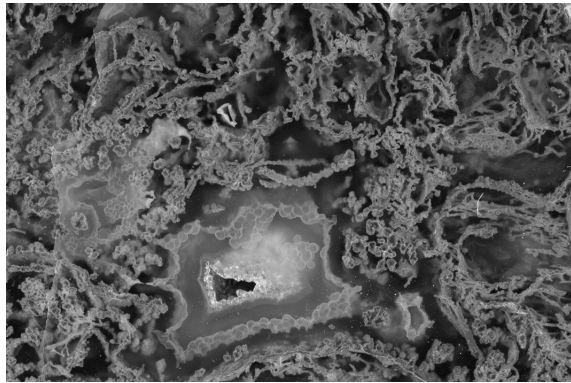
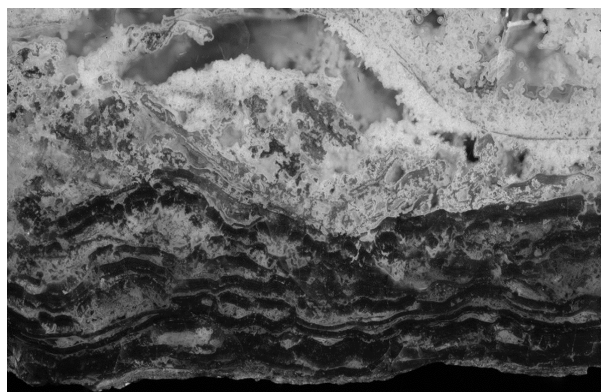
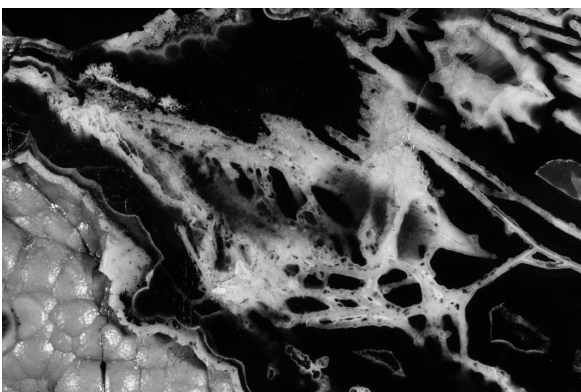


Фото 67-70. Мембранные трубки моховых агатов

Наиболее распространены две ассоциации мембранных трубок – с метаколлоидным халцедоном, в котором они погружены и с крустификационным прозрачным халцедоном, обволакивающим трубку и стенку камеры агата.



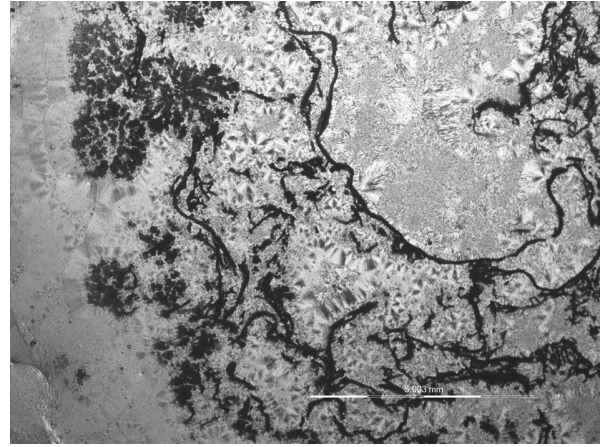
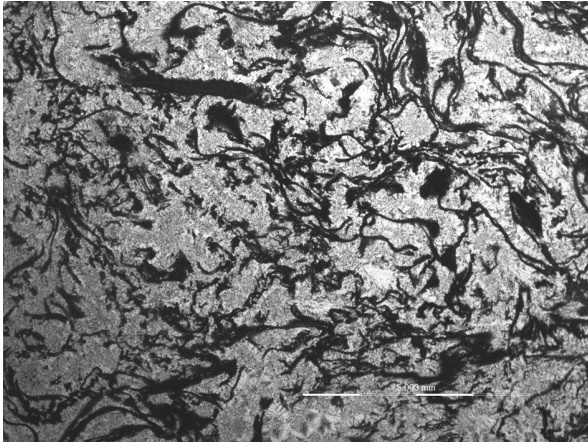


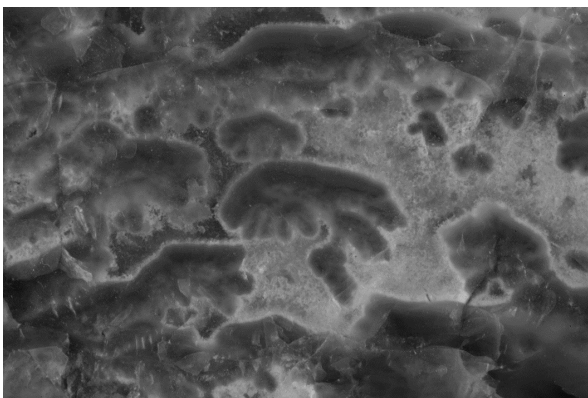
Фото 71-74. Иерархические структуры мембранных трубок в агатах

2.4.2. Опал. В жильном агате м-я Студен Кладенец в кавернах опала наблюдаются вырастающие из него изгибающиеся волокна опала постоянной толщины /фото 70/.

Характерные формы метаколлоидов в агатах – глобули и волокна и их размеры соответствуют наносостоянию минерального вещества. Они образуют типичные наноиндивиды и иерархичные наноструктуры и могут рассматриваться как объект наноминералогии.

Изучение метаколлоидов в агатах на большом каменном материале позволяет сделать ряд эмпирических заключений:

- Метаколлоиды агатов встречаются преимущественно в геологических телах трещин гидроразрыва и тектонических трещинах.
- Для них характерны многоуровневые глобулярные иерархические структуры
- Наблюдаемые макроскопски индивидуальные морфологические формы /фото 75-80/, образованные в открытом пространстве, отличаются от кристаллизационных форм.
- Метаколлоидный сферолитовый халцедон имеет прокурсоры глобулярный протохалцедон и собранные из фрагментов зародыевые формы сферолитов.
- В агатах не отмечен случай замещения опала халцедоном. Обратное явление весьма распространено.
- Автодеструкция опала, вызванная сокращением объема для разных образцов осуществляется по разному.



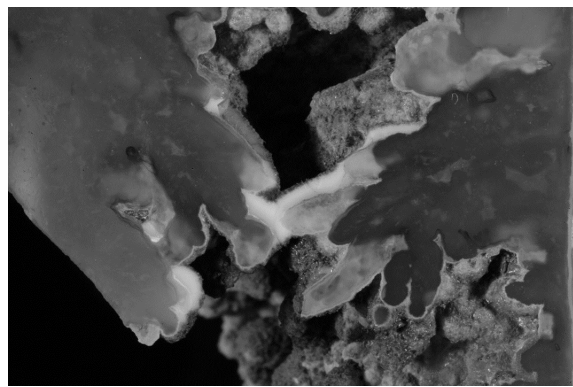
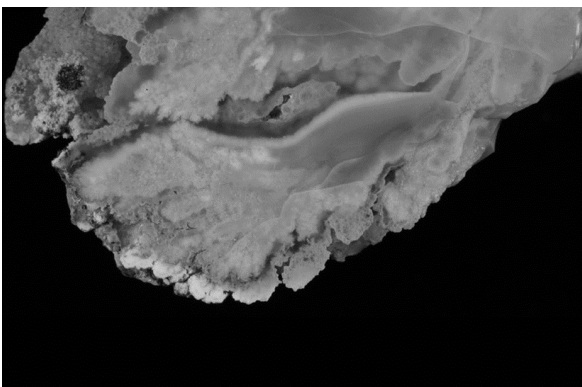
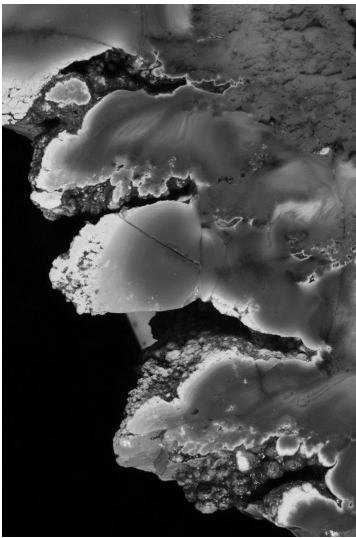


Фото 75-80. Морфология метаколлоидных образований

В метаколлоидных образованиях нет связи между формой агрегата и его структурой. Асимметричные почки жильного халцедона и сплошной халцедон обнаруживают одинаковую микросферолитовую структуру.

В агатах с метаколлоидными образованиями осмотические трубки и их агрегаты наиболее полно представлены в минеральном царстве.

Проведенные исследования показывают значительное присутствие метаколлоидных фаз кремнезема в агатах, совершенно не соответствующее степени их изученности и идентифицирования как метаколлоиды. Настоящая работа – первый опыт в этом направлении, раскрывающий значительное присутствие метаколлоидов в агатах, в котором выделяются следующие проблемы: иерархические структуры метаколлоидов; морфологические особенности индивидуализированных форм метаколлоидов агатов и их онтогенеза; морфогенез метаколлоидов агатов; диффузионные процессы в микрокварцевых жеодах; преобразование метahalцедона в халцедон; первичные структуры агрегации и вторичные структуры перекристаллизации; генетические соотношения метаколлоидов агатов с другими стадийными типами и их место в процессе минерализации камеры агата; сравнительные фазовые исследования. Предпосылкой решения указанных проблем является широкое распространение неидентифицированных как метаколлоиды образований в агатах, как и богатые коллекции осмысленных образцов агатов в Национальном музее “Земля и люди” в Софии.

Агаты в их сложности и многообразии не могут быть познаны без познания их необычных, загадочных и прекрасных частей – метаколлоидных образований.

ЛИТЕРАТУРА

- Айлер Р. К.** – Коллоидная химия кремнезема и силикатов, 1959, М., “Госстройиздат”.
- Воюцкий С.С.** – Курс коллоидной химии, 1975, М., Изд-во “Химия”.
- Григорьев Д.П.** – Онтогенез минералов, 1961, Львов, Издательство Львовского университета.
- Годовиков А.А., Рипинен О.И., Моторин С.Г.** – Агаты, 1987, М., “Недра”.
- Денискина Н.Д., Калинин Д.В., Казанцева Л.К.** - Благородные опалы, их синтез и генезис в природе, 1980, Новосибирск, “Наука”.
- Камашев Д.В.** – Получение и свойства надмолекулярных структур кремнезема. В Наноминералогия, 2005, Санкт-Петербург, Изд.-во “Наука”.
- Камашев Д.В.** – Получение и свойства надмолекулярных
- Краснова Н.И., Петров Т.Г.** – Генезис минеральных индивидов и агрегатов, 1997, Санкт – Петербург, “Невский курьер”.
- Лебедев Л.М.** – Метаколлоиды в эндогенных месторождениях, 1965, М. Изд.-во “наука”
- Малеев М.** - Стадиальный анализ агатов, “Минеральное разнообразие – исследование и сохранение”, Доклады, Третий международный симпозиум, София, 2005, с.103-116.
- Попов В.А.** – Практическая генетическая минералогия, 2011, Екатеринбург, УрО РАН.
- Чухров Ф.В.** – Коллоиды в земной коре, 1955, М., Изд-во АН СССР.
- Gotze Jens** – Agate – fascination between legend and science. In Zenz J. Agates – III, 2011, 19-133.
- Maleev M.N.** – Diagnostic features of spherulites formed by splitting of a single crystal nucleus. Growth mechanism of chalcedony. In TMPM, 1972, 18, 1-16.
- Zenz Johann** – Agates, 2005, Haltern, “Bode-Verlag.
- Zenz Johann** – Agates – II, 2009, Haltern, “Bode-Verlag.
- Zenz Johann** - Agates – III, 2011, Haltern, “Bode-Verlag.