
Лекция

Карстовые пещеры - образование и стадии развития.

Пещерами принято называть подземные полости, имеющие выход на поверхность и не освещаемый солнечным светом объем. Пещеры бывают:

Пещеры в не карстующихся породах.

- Пещеры вулканического происхождения: тоннели и коридоры в застывших лавовых потоках – сверху лава в контакте с воздухом быстрее остывает и затвердевает, внутри – течет, образуя полости (небольшие полости в Приморском крае известны на Зевском и Шкотовском плато, пещеры возле села Кравцовка.)
- Подземные полости в некарстующихся породах образованные в результате морской абразии (разрушающее действие волн).

Данные пещеры ввиду своих зачастую небольших размеров редко интересуют спелеологов.

Карстовые пещеры.

Это собственно те пещеры, которые и представляют интерес для спелеологов.

На Дальнем Востоке задокументировано около 200 карстовых пещер.

Слово **карст** – искаженное слово КРАС (Kras) – название горного района в Словении, где много пещер. По этому имени стали называть другие пещеры такого типа.

Образование карстующихся пород.

Две классические карстующиеся породы – известняк и гипс. Эти породы часто называют осадочными, что подчеркивает их происхождение: результат биогенного осадка в водах древних морей.

- в древние времена сотни млн. лет назад (в Приморском крае существуют известняки датированные к Силуру, Карбону, Мелу, Юре, но в большей степени к Перми) в морской воде происходил процесс разрастания и отмирания живых организмов, интенсивно использующих для строительства своих оболочек кальций. Вода при этом представляла собой насыщенный раствор углекислого кальция. Отмершие оболочки опускались на дно и накапливались вместе с отложениями, выпадающими в осадок из раствора в результате климатических изменений;
- за млн. лет на дне пластами накапливалась известняковая масса;
- под давлением известняковый осадок менял структуру, превращаясь в лежащий горизонтальными пластами камень;
- в момент подвижек земной коры море отходило, и бывшее дно становилось сушей;
- Были возможны два сценария развития событий:
 - 1) пласты оставались почти горизонтальными и неторнутыми
 - 2) дно выпячивалось образуя горы, при этом целостность известняковых пластов нарушалась, в них образовывались многочисленные поперечные трещины и разломы. Так образовывался будущий карстовый район.

Условия образования карстовых пещер.

Пещеры распространены на нашей планете не равномерно, на одном массиве их количество может исчисляться десятками, на другом их может не быть вовсе. Это связано с

тем, что для существования и образования пещер необходимо выполнение множества условий.

Самые главные из которых:

1. Как уже упоминалось, **наличие карстующихся пород**, то есть пород подверженных химическому (выщелачивание) и механическому (эрозия) разрушению под действием воды. К таким породам относятся: сульфатные - Гипс – Ca_2SO_4 , Мел (сульфатный карст в Приморье не известен); и карбонатные - Доломит – Mg_2CO_3 , Известняк – Ca_2CO_3 . Последний имеет наибольшее распространение среди прочих. Есть еще различные подвиды карстующихся пород, например конгломераты (окатанная галька или валуны, сцементированные известняком), мрамор (известняк подвергшийся метаморфизации – длительному или кратковременному воздействию высокой температуры и давлению).
2. **Наличие разломов и трещин** в зоне распространения карстующихся пород, как результата подвижек земной коры.
3. **Наличие большого количества осадков** и условий для их удержания в определенном месте.

Выполнение всех трех условий для образования пещер обязательно!

Кроме этого на процесс карстообразования в разной степени влияют:

1. **Химическая чистота пород** – хуже карстуются породы с высоким содержанием магния и окиси кремния.
2. **Трещиноватость пород** - наличие микротрещин и каверн, чем их больше тем лучше порода карстует.
3. **Рельеф** – наличие замкнутых водосборов, наклон поверхности (на горизонтальной поверхности вода дольше удерживается).
4. **Наличие почвенного покрова и растений** – вода дольше задерживается, происходит образование агрессивных вод, насыщенных углекислотой и гуминовыми кислотами.
5. **Климат** – при отрицательных температурах зимой поступление воды существенно снижается или прекращается вовсе.

Помимо пещер в карстующихся породах могут существовать поверхностные и подземные **формы карста**.

Поверхностные – арки, скалы - останцы, карры, воронки, котловины.

Подземные – собственно пещеры, а так же гроты и тоннели.

Стадии образования карстовых пещер.

Трещинная стадия – водозная (воклюзовая) – натечно-осыпная – обвально-цементационная.

Стадии формирования полости идут последовательно, и каждая новая является следствием предыдущей.

Различные авторы выделяют еще дополнительные промежуточные стадии, но мы будем руководствоваться этой достаточно простой схемой. Важно запомнить, что каждая стадия применима не ко всей пещере в целом, а к отдельным ее фрагментам, каждый из которых может находиться на своей стадии развития. Особенно это проявляется в полостях, характеризующихся сложным строением (каскадные шахты, многоярусные пещеры).

Трещинная стадия.

Именно с образования разломов и системы трещин (тектонических нарушений) начинается образование каждой пещеры. Нарушения земной поверхности появляются при подвижках земной коры и землетрясениях. Расположение нарушений в пространстве массива (могут быть ориентированы в любой плоскости), а также относительно друг друга (пересекаться или идти параллельно) - все это определяет облик каждой пещеры. Даже в

одной пещере встречаются различные «составные» элементы, которые образуются по разному.

В карстовых пещерах могут формироваться следующие различные элементы:

Вертикальные пропасти, шахты и колодцы образуются на пересечении вертикальных или крутонаклонных тектонических трещин – в самом механически слабом месте массива. Туда поглощается вода атмосферных осадков. И медленно растворяет известняк; за миллионы лет вода расширяет трещины, превращая их в колодцы. Это зона вертикальной циркуляции подземных вод.

Горизонтально-наклонные пещеры, и меандры

Вода, проникнув сквозь пласт (слой) карстующейся породы доходит до трещины напластования и начинает распространяться по ней вдоль плоскости «падения» пластов. Происходит процесс выщелачивания, образуется субгоризонтальный ход. Потом вода дойдет до очередного пересечения тектонических трещин и снова будет образовываться вертикальный колодец или уступ. Наконец, вода дойдет до границы карстующейся и некарстующейся пород и далее распространяться только вдоль этой границы. Обычно здесь уже течет подземная река, там есть сифоны. Это зона горизонтальной циркуляции подземных вод.

Залы встречаются в зонах разломов – больших механических нарушениях массива, как результата чередующихся процессов горообразования, выщелачивания, снова горообразования (землетрясения, обвалы).

Бывает, включаются дополнительные механизмы:

- механический вынос обломков породы потоками воды (п. Серафимовская),
- действие напорных термальных вод – гидротермальные полости (п. Холодильник).

Горизонтальные лабиринты.

Процесс выщелачивания происходит по «сетке» тектонических трещин. Характерный пример п. Спасская.

Названные механизмы образования элементов структуры (морфологии) пещер являются общими для всех видов карстующихся пород.

Водозная (воклюзовая) стадия

На данной стадии в пещере появляется свободно текущая или стоячая вода. Вода проникает в трещины либо при наличии поверхностного водосбора, либо в случае если нарушение вскрывает подземный водоносный горизонт. Под воздействием воды трещины начинают расширяться, формируя пещеру.

Выделяют следующие **виды процессов образования пещеры:**

Корозионный - данный процесс происходит при воздействии на стены трещины стоячих или медленно текущих вод, которые выщелачивают известняк. Чаще всего так формируются лабиринтовые пещеры находящиеся ниже уреза поверхностных водотоков. В последующем происходит врез долины, уровень воды в водоеме понижается и пещера осушается (п. Спасская, Мокрушинская, Николаевская).

Корозионно-разрывной – при этом типе первоначально сформированная трещина имеет достаточно большую ширину (несколько метров) в последующем происходит лишь доработка ее водой (п. Распорная).

Корозионно-нивальный – в зимнее время трещина забивается снегом, в результате его таяния высвобождается огромное количество воды, которое и выщелачивает породу.

Корозионно-эрозионный – формирование пещеры происходит за счет поступления в трещину свободно текущих вод, вода переносит частички абразивного материала, который как бы истирает стены трещины кроме этого кородирующее действие оказывает и сама вода. Так формируется большинство пещер. Как правило это поноры (п. Романтиков), пещеры-источники (п. Сица, п. Географического Общества), шахты (Соляник).

Весьма часто пещеры формируются из частей сформированных разными процессами. Например: п. Белый Дворец состоит из фрагментов сформированных коррозийно-эрозионным и коррозийно-разрывным способом.

Уже в водозную стадию в пещере начинают формироваться **отложения различного материала**

Остаточные отложения формируются за счет не растворимого остатка вмещающих пород и представлены в основном красными глинами.

Водно-механические отложения формируются за счет влияния водотоков, они могут быть сформированы, как из сортированного материала пещеры - глина, песок (донная часть пещеры Серафимовская), так и из материала занесенного с поверхности - глина, почва, растительные и животные остатки (привходовая часть пещеры Серафимовская).

Натечно-осыпная стадия.

Зачастую за счет уничтожения склоновой денудацией поверхностных водосборов или вреза речной долины, поступление воды в прежних объемах замедляется или прекращается вовсе, в пещере осушаются целые залы, галереи, колодцы. Начинается натечно-осыпная стадия. На данной стадии в пещерах начинают формироваться разнообразные **натечные формы**.

Наибольшее развитие в пещерах региона имеют **кораллиты**. Они имеются в пещерах Приморский Великан, Соляник, Серафимовская. Кораллиты развиваются преимущественно на вертикальных и крутонаклонных поверхностях коренных стен и натечных образований. Имеют сферическую или грибообразную форму. Диаметр сфер варьирует от 5 до 60 мм.

Сталактиты самой различной формы, зависящей во многом от макроклимата полости, количества поступающей воды, распространены во многих пещерах Приморский Великан, Мокрушинская, Соляник. Размеры сталактитов различны от нескольких сантиметров до нескольких метров.

Под сталактитами сравнительно часто можно наблюдать **Сталагмиты**. Форма их как правило, коническая или цилиндрическая. Распространены в пещерах Приморский Великан, Дальняя, Мокрушинская.

Сталагматы встречаются достаточно редко и как правило имеют не большие размеры. Известны в пещерах Мокрушинская, Дальняя, Приморский Великан, Чертов колодец, Соляник.

Натечные коры встречаются во многих пещерах. Образуются они на стенах и полу пещер, часто создавая живописные каскады (Соляник, Серафимовская).

Относительно широко распространено в пещерах **известковое тесто** (лунное молоко, мондмилх). В некоторых пещерах оно покрывает не только свод и стены, но и пол пещеры. Толщина его обычно не превышает 10 см. Распространено в пещерах Кабарга, Приморский великан, Белый Дворец, Соляник.

Брчки встречаются достаточно редко, но в некоторых пещерах значительно распространены (Синегорская, Романтиков). Диаметр их не превышает от 5 до 15 мм, длина не более 20 см. Встречаются прозрачные матовые и белые разновидности.

Геликтиты достаточно своеобразные и вместе с тем достаточно редкие натечные формы. Распространены в пещерах Грязная, Приморский Великан, Соляник.

Гуры известны в пещерах Сказка, Дальняя, Близнец, Маленькая. Представляют собой кальцитовые плотинки высотой до 20 см. Часто гуровые ванночки заполнены водой

Обвально-цементационная стадия

Данная стадия является завершающей в процессе существования пещеры. На данном этапе в пещере часто происходят разрушения сводов и стен, с образованием различных обвальных отложений.

Обвально-гравитационные отложения формируются в различных по своей морфоструктуре частях пещеры. Основные причины – слоистость и трещиноватость пород. А так же стремление гравитации сформировать свод параболической формы, как наиболее устойчивый. Существуют в большинстве полостей нашего края.

Термогравитационные отложения образуются в привходовых частях пещер в зоне сезонных колебаний температур. Теплый влажный воздух, выходящий из пещер в зимний период заполняет поры и трещины в породе, накопленная вода замерзает и расширяясь разрушает породу. Часто перед входом в пещеру можно наблюдать т. н. вал из обрушенной породы (п. Нижняя – вал высотой до 4 метров).

Сейсмогравитационные отложения в малой степени зависят от возраста пещеры и в большей степени определяются особенностями строения пещеры (крупные залы). Формируются во время землетресений.

Провально-гравитационные отложения возникают при провале сводов полостей, при этом происходит разрушение объема первоначальной полости, а на поверхности формируются провальные воронки и котловины. Причинами обрушения могут являться: небольшая мощность кровли, горизонтальная слоистость.

Заключительным результатом этой стадии является разрушение полости.

При создании лекции были использованы следующие материалы:

Берсенев Ю. И. Карст Дальнего Востока.

Берсенев Ю. И. Памятники природы карстового происхождения.

А также информация в интернете с сайтов:

www.cavingclub.ru.

www.sokolniki-rudn.org.

www.speleolog.ru.