

Соленакпление в водоемах

Соленакпление в водных бассейнах происходит в сложных условиях обусловленных тектоническим режимом, климатом, глубиной водоема, минерализацией вод и прочими факторами. Наиболее мощное солеосаждение происходит в жарком сухом климате в морских и крупных озерных замкнутых и полужамкнутых бассейнах при небольших глубинах водоема. Общее количество минералов, образующихся в водоемах при испарении воды, то есть эвапоритов, насчитывается около 80-ти. Среди этих минералов основными являются: карбонаты – кальцит (CaCO_3) и доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$); сульфаты – ангидрит (CaSO_4) и гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и хлориды – галит (NaCl), сильвин (KCl) и карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. В очерке речь пойдет о накоплении толщ хлоридов. Хлор – один из самых распространенных и энергичных окислителей в гидросфере, а натрий, калий и магний – весьма распространенные элементы земной коры, обладающие высокой способностью находиться в свободном (ионном) состоянии в воде и одновременно легко вступать в химические соединения при подходящих температурах и достаточной насыщенности этими элементами водной среды.

Важнейшим условием длительного осаждения хлоридных солей является засушливый жаркий климат, обеспечивающий интенсивную испаряемость воды и наличие неглубоких водоемов, где должен быть затруднен круговорот воды, который может разбавлять приповерхностный слой водоема насыщенный солями.

При интенсивной испаряемости приповерхностный слой водоема насыщается солями – ионы щелочных (Na, K) и щелочноземельных (Mg, Ca) металлов вступают в химическую связь и начинают осаждаться. Сначала Na, K, Ca и Mg образуют карбонатные соединения. Хлоридные соли образуются, когда химически связываются все карбонаты и сульфаты, то есть возникает дефицит ионов углерода и серы, связанных с кислородом. При хлоридном солеосаждении сначала осаждается галит, затем карналлит и сильвин. Такой порядок садки солей может повторяться в пределах одного бассейна, и тогда образуются отложения карбонатов, сульфатов и хлоридов перекрывающие друг друга.

Переход солей в донные отложения начинается после насыщения донных рассолов (рапа).

Гидрохимия солеродных водных бассейнов, а значит, интенсивность и минеральный состав соляных осадков определяется составом подземных и поверхностных вод поступающих в полужамкнутые и замкнутые водоемы. Состав и режим поступления вод извне в свою очередь зависит от климатических и геологических условий, которые постоянно меняются, что в конечном итоге выражается в слоистом строении соляных отложений, в прекращении и возобновлении соленакпления. В соляных толщах собственно соляные слои часто чередуются с не соляными слоями глин, алевролитов и т.п. Отклонение условий солеобразования на площади одного бассейна, изменение температуры воды в вертикальном измерении, перекристаллизация солей после их отложения, тектонические нарушения отложений приводит к усложнению вертикального и горизонтального строения соляных залежей.

Сохранению соленосных отложений способствует быстрое и достаточно мощное формирование перекрывающих образований, что может обеспечить, например, интенсивное поступление в водоем песков.

Мощности сплошных хлоридных соляных пластов могут достигать более 500м (Северо-Каспийская низменность).



Солончак Уюни. Боливия

В истории Земли соленакопление наибольшей интенсивности достигало в палеозойскую эру: в кембрии, девоне и перми. В мезозое и кайнозое соленакопление резко сократилось. Предполагается, что эпохи соленакопления связаны с эпохами регрессий морей, когда возникали остаточные морские изолированные или почти изолированные бассейны в сухих и жарких (аридных) климатических условиях.

В палеозое Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская и Китайская континентальные плиты испытывали расчленение с образованием неглубоких депрессий заполнявшиеся морскими водами. В первой половине мезозоя происходила консолидация плит с образованием мегаматерика Пангея и общим осушением континента. Раскол Пангеи во второй половине мезозоя сопровождался значительными по глубине депрессиями, что не способствовало региональному соленакоплению. В кайнозое преобладает столкновение плит с мощным горообразованием. В целом, по сравнению с палеозоем, кайнозойские континенты более гористы и меньше залиты морскими водами. Кроме того аридные климатические зоны в кайнозое сократились, повысился мировой влагооборот, то есть усилились водные осадки опресняющие поверхностный слой водоемов.

Солевые пласты весьма пластичны и имеют высокую способность к течению. Плотность хлоридных солей (от 1,6 до 2,2 г на куб.см), то есть галит, карналлит и сильвинит являются **одними из самых легких минералов в природе.** Кроме того соли почти не сжимаются при давлении. Эти свойства соли приводят к удивительному геологическому явлению – **всплыванию к земной поверхности соляных куполов сквозь перекрывающие их пласты.** Соляные купола представляют собой каплевидные образования – штоки, где «капля» течет вверх под давлением более тяжелых перекрывающих отложений. Толчком к всплытию солевого штока служит какое-либо тектоническое нарушение пластов, дестабилизирующее положение солевой залежи или изначально неравномерное залегание солевых и перекрывающих пластов.

Всплытие солевых пластов возможно при минимальной мощности **надсолевых толщ в 1,5км.** При условии разрывных нарушений в солевых или надсолевых пластах или первоначальной неровности или неравномерности мощности солевой залежи, что практически всегда имеет место, начинается текучее всплывание солевых масс путем раздвига перекрывающих надсолевых слоев.



Соляной купол Кух-э-Намак в южном Иране. Institute of Geophysics of the CAS

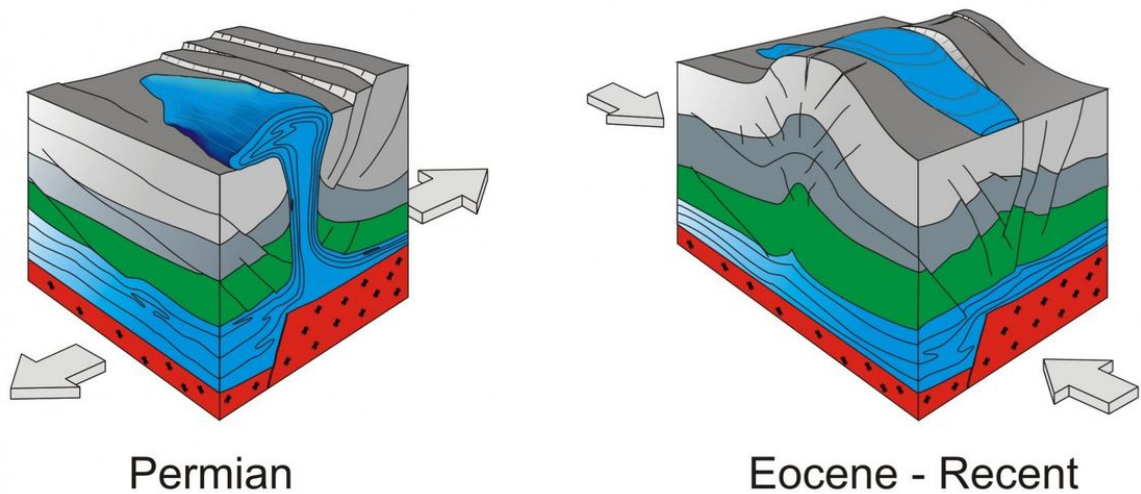


Схема образования купола Кух-э-Намак. Institute of Geophysics of the CAS. Соли кембрийского периода в результате тектонического нарушения ложа, всплыли на земную поверхность по разлому

Наиболее широкое развитие соляные купола имеют в Северо-Каспийской впадине – там более 1300 куполов. Соли в северном Прикаспии накапливались в пермском периоде в полузамкнутом бассейне в течение более ста тысяч лет, что по геологическим масштабам очень быстро. Такое необычно быстрое и мощное соленакопление пока не имеет убедительного объяснения. На периферии впадины соляные купола представляют собой гряды с вытянутыми поднятиями

высотой до 6 км, а к центру формы куполов меняются – здесь они выглядят как наковальни, цилиндры или грибообразные тела высотой до 9 км.

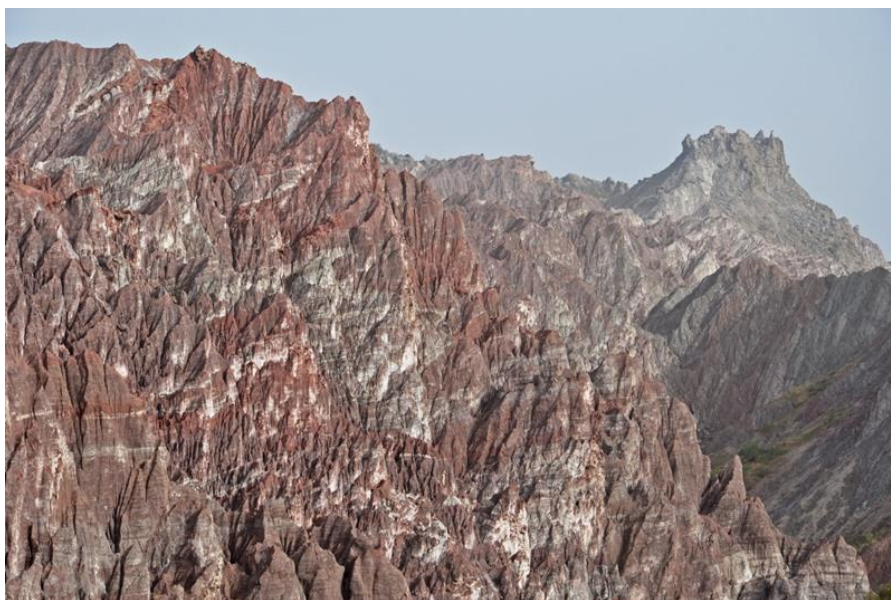
По данным сейсморазведки выяснилось, что некоторые купола иногда отрываются от своего основания. В центральных районах прикаспийской впадины, соль, по-видимому, полностью выжата в надсолевые отложения кайнозоя ранее перекрывавшие соляные пласты.

Крупнейшим прикаспийским куполом является Шалкарский соляной массив площадью 2700 кв.км. Купол Шалкар образован при слиянии семи штоков и содержит 25 тысяч куб.км соли.

Формирование соляных куполов Прикаспия началось около 255 миллионов лет назад, в конце пермского периода. Образованию куполов способствовало различия в первичной мощности соляного пласта, в уровне подсолевого ложа и плотности перекрывающих пород. Самые благоприятные условия для всплывания соляных штоков имелись в районах с наибольшей толщиной соли. Температура на верхней границе солевых пластов была около 50 град. С, а перепад давлений между поднятыми и опущенными участками этой границы, вероятно, достигал 20 кг на кв.см.

230 млн. лет назад прикаспийские купола уже выходили на поверхность, но 70 миллионов лет назад, в конце мелового периода, они были перекрыты морскими осадками мощностью до 3 км. Однако купола движение вверх не прекратили и 5 млн. лет назад они вновь стали выходить на дневную поверхность.

В настоящее время кровля большинства куполов центральных районов впадины находится на глубине около 500 м, а подошва на глубине 9 км.



Соляной купол Ходжамумин на юге Таджикистана высотой 1146 метров. Гора почти полностью состоит из соли, отложенной в море пермского периода. Гора хранит около 30 миллиардов тонн галита. Фото Александр Бабкин