

А. С. КОЛОСОВ, А. М. ПУСТЫЛЬНИКОВ, В. П. ФЕДИН

СОВРЕМЕННОЕ ГЛАУБЕРИТООБРАЗОВАНИЕ В КАРА-БОГАЗ-ГОЛЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛАУБЕРИТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 13 II 1974)

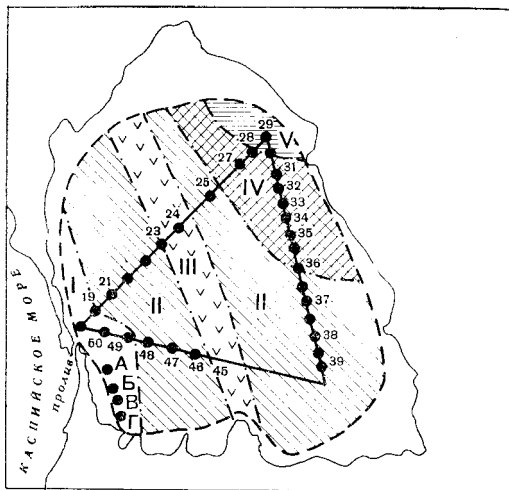
Имеющиеся в литературе сведения по донным осадкам Кара-Богаз-Гола характеризуют их состояние на заключительном этапе интенсивного усыхания залива (1939—1948 гг.) (6) или же (для более позднего периода) относятся к окраинным, наиболее доступным частям залива (7).

Нами получены данные по осадкам залива, взятым по трем створам, охватывающим значительную часть современной акватории залива, 24 станции (рис. 1).

Опробование проводилось в сентябре 1971 г. по всем станциям практически одновременно. Опробованы как осадки, так и рапа (глубины отбора проб 2,2—3,2 м; температура рапы 22—26°).

На основании данных минералого-петрографического, рентгенофазового и химического анализов проб построена диаграмма состава осадков по

Рис. 1. Схема расположения станций опробования и распределения осадков в заливе Кара-Богаз. Штриховой линией обозначено современное положение уреза рапы, штрих-пунктиром — границы, областей осадков карбонатно-гипсовых (I), гипс-глауберитовых (II), гипсовых (III), астраханит-галит-глауберитовых (IV) и галитовых (V). Ст. А, Б, В, Г — по (7)



основным минеральным компонентам (рис. 2) и определены области современного распространения различных типов осадков (рис. 1). Как видно из диаграммы и схемы, в последние годы почти на всей акватории залива накапливаются гипс и глауберит, причем значительная часть осадков имеет преимущественно глауберитовый состав. Накопление ощутимых количеств карбонатов (политоморфных кальцита и гидромагнезита — до 15 и 10% соответственно), по данным настоящего опробования, имеет место в примыкающей к проливу части зоны смешения. Область гипсовых осадков (ст. №№ 23, 24, 25) — область затухания течений, идущих от пролива, где возможно как снятие пересыщений по гипсу, так и оседание мелких взвешенных кристаллов гипса из рапы. Содержание астраханита в осадках зоны IV 10—20%.

На диаграмме системы взаимной пары $\text{Na, Mg} \parallel \text{Cl, SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (I) (рис. 3) нанесены составы придонной рапы с учетом калия, приведенного к натрию. На проекции солевого состава все точки рапы сосредоточены в небольшой области на граничной линии галита-астраханит. Из водной проекции ясно, что, кроме рапы станций зоны смешения — 0, 19, 21, 50, 49, 48, 47, 46, все прочие насыщены по астраханиту и галиту (для данной изотермы), да и придонные рассолы зоны смешения близки к насыщению по этим фазам. Однако, если учесть, что рапа залива имеет в настоящее время постоянные источники сульфата кальция — каспийские воды и донные

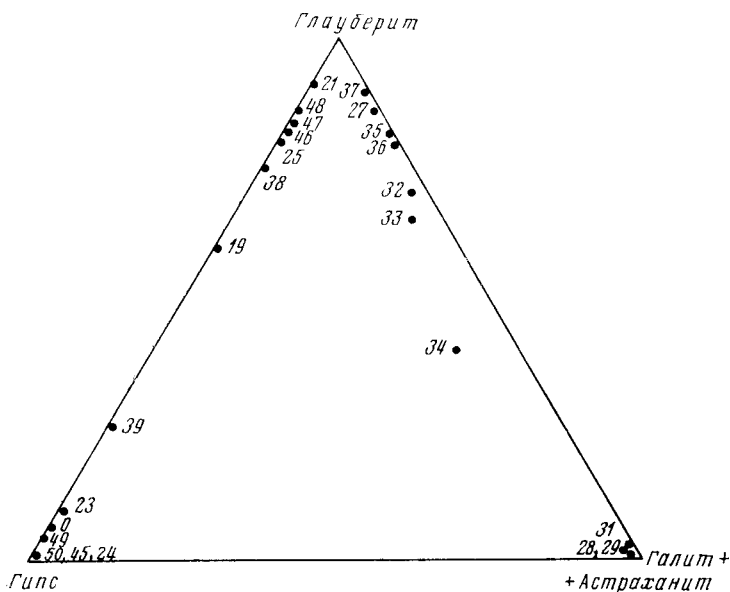


Рис. 2. Диаграмма состава проб современных осадков Кара-Богаз-Гола в координатах глауберит — гипс — астраханит+галит.

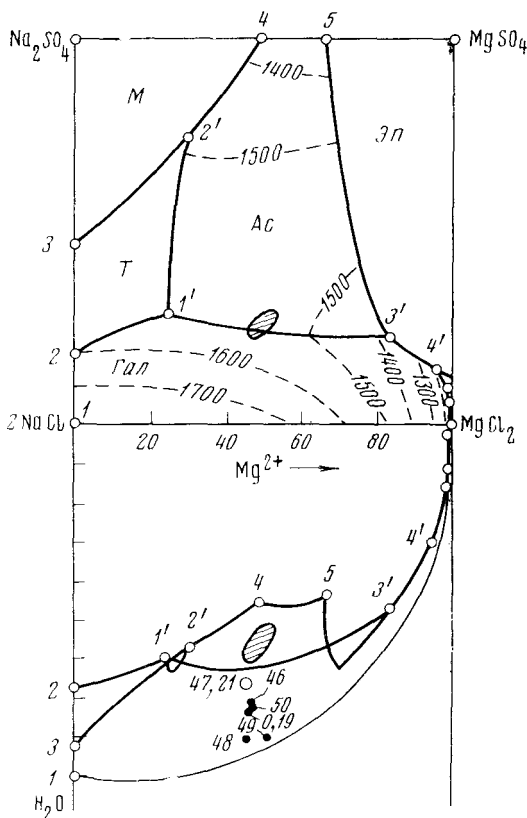
осадки, содержащие гипс (последний источник действует для всего залива), то более корректным для описания процессов, идущих в заливе, представляется использовать данные по пятикомпонентной взаимной системе $\text{Na, Mg, Ca} \parallel \text{Cl, SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (II).

Данные по системе II для 25° свидетельствуют о том, что насыщенные карабогазские рассолы в большинстве своем для летних температур попадают в область кристаллизации глауберита такой системы (5). Растворы этой области практически не отличаются по содержанию преобладающих компонентов (Na, Mg, Cl, SO_4) от соответствующих растворов системы I, кристаллизующих легкорастворимые фазы (в конкретном случае — галит и астраханит). Основное их отличие в том, что в них, кроме компонентов системы I, присутствует от 0,006 до 0,04 масс. % кальция (в эти пределы укладываются содержания кальция в донной рапе (см. рис. 2). При снижении общей концентрации, но при поступлении по мере разбавления достаточных количеств кальция растворы переходят в область кристаллизации гипса и карбонатов (что имеет место сейчас на участке у пролива). Система II вырождается в систему I, когда становится возможной садка галита и астраханита, если процесс испарения обеспечивает достаточную степень насыщения, а кальций поступает в раствор в незначительном количестве, не обеспечивающем его устойчивой концентрации в пределах, необходимых для кристаллизации глауберита. Это происходило в периоды интенсивного усыхания залива и происходит сейчас в зоне накопления галита.

Таким образом, глауберитообразование идет в рассолах при устойчивых концентрациях, близких к полному насыщению, при постоянном и устойчивом поступлении кальция. Необходимым условием является также достаточно длительный период положительных температур, так как образование глауберита в природе возможно при температуре выше 10° (²).

Такие условия обеспечиваются, очевидно, тем, что примерно последние 20 лет питание залива каспийской водой устойчиво и колеблется в пределах 9—11 км³/год. Оно в значительной степени сбалансировано испарением, на что указывает отсутствие заметного сокращения акватории и из-

Рис. 3. Состав проб придонной рапы залива в диаграмме системы $\text{Na, Mg} \parallel \text{Cl, SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ при 25° (в координатах по Иенке). Жирные линии — линии совместной кристаллизации двух твердых фаз (в солевой диаграмме и водной проекции); тонкая линия — линия кристаллизации галита в системе $\text{Na, Mg} \parallel \text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ (II) (водная проекция); штриховые линии — изогидраты (мол. воды на 100 г-экв. солей). Узловые точки: 1—5 — для тройной систем, 1'—4' — для четырехкомпонентной системы. Заштрихованы области составов рапы: в солевой проекции для всех проб, в водной проекции — для проб насыщенной рапы. Залитые точки — составы ненасыщенной рапы в водной проекции. Поля кристаллизации: *M* — мирабилита, *T* — тенардита, *Эп* — эпсомита, *Ac* — астраханита, *Гал* — галита

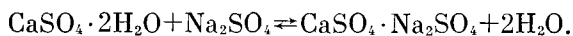


менения уровня залива, по крайней мере с 1957—1958 гг. Об этом же свидетельствует относительное постоянство состава рапы в последние годы.

Одним из постоянных источников сульфата кальция в заливе является его поступление с каспийской водой — около 10 млн т/год при современном стоке в залив, что может обеспечить при равномерном распределении по акватории образование гипсового осадка мощностью 0,1—0,2 мм. Следовательно, гипсовые илы верхнего погребенного горизонта с мощностью 5—6 м — это продукт многовекового процесса. Этому процессу благоприятствовало то, что за длительный период существования Каспия в качестве внутреннего моря под влиянием континентального стока его вода претерпела обратную метаморфизацию (¹) и обогатилась сульфатными солями (30% к солевой массе против 10% для океанических вод). Поэтому при испарении каспийской воды гипс начинает осаждаться уже при 6 масс.% общей концентрации против 13—16% для океанической воды (³). Накопленные в верхнем погребенном горизонте гипсовые илы являются вторым и, пожалуй, главным постоянным источником сульфата кальция для образования глауберита.

Следует отметить, что образование глауберита, особенно если оно затрагивает значительные объемы гипса, является своеобразным буферным

процессом, сдерживающим садку легкорастворимых солей при относительно устойчивом водном балансе. Это видно из суммарного уравнения процесса глауберитизации:



Поступление воды из гипсовых осадков и увод сульфата натрия из рапы нивелирует небольшие повышания общей концентрации.

Совершенно ясно, что современный этап глауберитообразования не является кратковременным эпизодом в истории развития залива: изучение погребенных осадков показало, что глауберитовые и глауберитоносные породы слагают значительную часть вскрытых бурением отложений хвалынского и новокаспийского возрастов (6).

Выявленная физико-химическая и гидрологическая обстановка современного этапа глауберитообразования проливает свет на условия накопления глауберита при формировании погребенных осадков залива. Более того, она дает возможность уточнить основные палеогеографические черты древних глауберитоносных бассейнов типа неогеновых бассейнов межгорных впадин Тянь-Шаня (8), миоценовых — Испании, нижнепермского — Джекказганской впадины (4). Такими условиями являются достаточно большой объем бассейна и постоянный приток сульфатных вод. Эти условия должны обеспечить, во-первых, продолжительный подготовительный период, в течение которого могут накопиться значительные массы сульфата кальция; во-вторых, — на стадии глауберитообразования — достаточно длительное существование бассейна в качестве системы, очень устойчивой к внешним возмущениям и даже в значительной степени саморегулируемой. С этой точки зрения нам представляется лучшей континентально-морская система типа реки каспийского бассейна — Каспий — Кара-Богаз-Гол.

Поступило
30 I 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 М. Г. Валяшко, Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей, М., 1962. 2 Я. Г. Вант-Гофф, Исследование условий образования океанических соляных отложений, М.—Л., 1936. 3 Т. В. Галаховская, Тр. Всесоюзн. н.-и. ин-та галургии, в. 52, 84 (1967). 4 А. А. Иванов, М. Л. Воронова, Галогенные формации, М., 1972. 5 А. С. Колосов, Г. Г. Байлиева, Изв. АН ТуркмССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, № 3, 49 (1969). 6 Проблемы комплексного использования минеральных богатств Кара-Богаз-Гола, Ашхабад, 1958. 7 Г. С. Седелников, А. М. Пустыльников, Г. Г. Байлиева, Изв. АН ТуркмССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, № 4, 46 (1968). 8 В. И. Щербина, Минералого-петрографические и генетические особенности третичных континентальных соленосных и гипсоносных отложений межгорных впадин Тянь-Шаня, Фрунзе, 1956.