

И. Ф. ГАБЛИНА, А. И. ЦЕПИН

ИЗОМОРФНЫЕ ПРИМЕСИ В КАЛЬЦИТЕ — ИНДИКАТОРЫ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕСЧАНИКОВ ДЖЕЗКАЗГАНСКОЙ СВИТЫ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 31 V 1974)

Природа серой окраски рудоносных джезказганских песчаников является предметом дискуссий. Одни считают ее первичной, диагенетической, другие — вторичной, эпигенетической. Как известно, смена красной окраски на серую обусловлена исчезновением из состава цемента песчаников гидроксидов железа, что приводит к существенному снижению содержания валового железа. Запасное железо в сероцветных и в красноцветных песчаниках остается в среднем на одинаковом уровне (^{7, 4}). Это свидетельствует о выносе железа в процессе его восстановления. Однако восстановительные процессы, сопровождающиеся выносом железа, могут происходить на разных стадиях литогенеза (⁶).

Для определения времени образования серой окраски можно использовать изменение состава изоморфных примесей в аутигенном кальците разных стадий формирования пород. Присутствие в цементе джезказганских песчаников кальцитов с различным содержанием примесей было установлено нами в шлифах при окрашивании их смесью железо-спинеродистого калия и ализаринового красного в растворе 0,1 N HCl — по методике, предложенной Л. Е. Штеренбергом (⁸). Всего было прокрашено около 200 шлифов, отобранных по разрезу джезказганской толщи в районах Северного и Центрального Джезказгана. После прокрашивания удалось выделить несколько генераций кальцита, различающихся по окраске и структурным особенностям. Состав примесей в разноокрашенных кальцитах определялся в лаборатории Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР на рентгеновском микроанализаторе М-46 «Самеса».

Условия измерения: рабочее напряжение 20 кВ, ток поглощенных электронов 6—10 нА, размер зонда 1—2 мкм; аналитическими линиями служили: FeK_α, MnK_α, MgK_α, SiK_α, CaK_α. Эталоном сравнения были на Fe, Mg, Si — природный химически проанализированный пироксен, на Mn — MnCO₃. Для достижения проводимости образцы напыляли тонкой пленкой углерода.

Количественные измерения проводили в 20—30 точках каждой фазы, время набора числа импульсов в каждой точке варьировало от 20 до 30 сек. в зависимости от концентрации определяемого элемента. Измеренные относительные интенсивности пересчитывали в концентрации на ЭВМ БЭСМ-6 по специальной программе, учитывающей разницу в составе образца и эталона. Всего проанализировано 12 образцов.

В джезказганской свите известны три разновидности песчаников: 1) красноцветные песчаники; 2) сероцветные песчаники, развитые в районе Центрального рудного поля по всему разрезу и сменяющиеся по простиранию во всех направлениях красноцветными разностями; 3) сероцветные песчаники нижнего таскудукского горизонта, окраска которых сохраняется почти на всей территории Джезказганской синклинали; на северной

ее окраине они рудоносны. Каждая из разновидностей песчаников отличается по составу кальцита, принимающего участие в их цементе.

В красноцветных песчаниках выделяются две генерации кальцита. Кальцит I в виде кристаллически-зернистого агрегата пассивно выполняет поры песчаника, а также образует конкреционные стяжения и псевдоморфозы по растительным остаткам. Судя по формам выделения, образование его происходило в свободном поровом пространстве при цементации пелитифицированных песков в стадию диагенеза. При прокрашивании кальцит I приобретает ярко-красную или розовато-красную окраску. В его составе присутствует примесь марганца в среднем около 1,15%. Содержание железа находится на уровне 0,01—0,03, магния 0,068—0,113%.

Кальцит II отличается коррозионными и метасоматическими формами выделения. Он встречается в виде метакристаллов, замещающих по краям обломочные зерна, и в виде мелкозернистого агрегата, развивающегося по стыкам зерен и различным трещинкам. Метакристаллы кальцита II образуются за счет разрастания отдельных индивидов кальцита первой генерации с сохранением их оптической ориентировки. При этом форма замещенных обломков отчетливо восстанавливается по загрязнению кальцита II пелитовыми включениями, ассимилированными при метасоматозе, и по смене розовой окраски на фиолетовую при прокрашивании. Кальцит II отличается присутствием в его составе повышенного количества железа (0,224%), магния (0,42%), и марганца (1,6%). Поскольку границы распространения этих примесей в кальците совпадают с контурами замещенных обломочных зерен, металлы, изоморфно вошедшие в состав кальцита II, по-видимому, были заимствованы из обломков при замещении. Фиксирование на месте этих металлов и ассимиляция пелитового материала кальцитом II при замещении обломков свидетельствуют об отсутствии свободного водообмена при его формировании. По-видимому, метакристаллы кальцита II возникли в стадию эпигенеза в уже литифицированных породах.

Таким образом, в диагенезе красноцветных среднезернистые песчаники джезказганской свиты цементировались кальцитом, практически лишенным железа и содержащим примесь марганца. Кальцит II, возникший в эпигенезе, значительно (в 7—20 раз) обогащен железом, в меньшей степени магнием и марганцем.

Сероцветные песчаники Центрального Джезказгана отличаются присутствием трех генераций кальцита. Кальцит I по характеру выделения и составу аналогичен кальциту первой генерации красноцветных песчаников. Он заполняет отдельные поры, но чаще наблюдается в виде реликтов по краям пор песчаников, заполненных кальцитом Ia. Для последнего характерно крупнокристаллическое строение и коррозионные формы выделения. При коррозии не происходит ассимиляции частиц замещаемого обломка, как это имеет место для кальцита II. По-видимому, растворение обломочных зерен сопровождалось выносом вещества, а на их месте отлагался кальцит Ia, не загрязненный продуктами замещения. Это могло осуществляться лишь в условиях свободной циркуляции поровых вод.

По составу кальцит Ia отличается от кальцита I резким увеличением примеси железа — до 0,214% и возрастанием содержания марганца — до 2—3%, иногда магния — до 0,5%. Распределение примесей в кальците Ia нередко выявляет зональное строение его кристаллов, причем наибольшая концентрация железа и марганца характерна для внешних зон. Выделение сульфидов, иногда встречающиеся в кальцитовом цементе рудоносных песчаников, обычно ассоциируют с железистым кальцитом Ia. Участки песчаников, цементированные безжелезистым кальцитом I, не содержат сульфидной вкрапленности. При проникновении в такие участки кальцита Ia появляются и выделения сульфидов, которые вместе с кальцитом Ia корродируют как обломочные зерна, так и кальцит I. Таким

образом, намечается отчетливая парагенетическая связь оруденения Центрального Джезказгана с железистым кальцитом Ia.

Кальцит II в сероцветных песчаниках Центрального Джезказгана имеет переменный состав примесей, зависящий, по-видимому, от состава замещаемых обломков. Обычно содержание железа, магния и марганца в этом кальците существенно понижено по сравнению с кальцитом Ia: Fe 0,05, Mn 0,80, Mg 0,25%. Это обстоятельство, по-видимому, связано с выносом железа и марганца в процессе восстановления пород на стадиях, предшествующих глубинному эпигенезу.

В рудоносных песчаниках нижних горизонтов таскудукской подсыты Северного Джезказгана кальцит I по форме выделения полностью аналогичен кальциту I красноцветных пород, но содержит в своем составе повышенное количество железа (0,102%), марганца (3%) и магния (0,226%). Распределение примесей в кальцитовом цементе, судя по пятнистой окраске, неравномерное.

Кальцит II в этих породах имеет типичные метасоматические формы выделения. Обычно он несколько более железистый, чем цементирующий кальцит I.

Как известно, кристаллизация кальцита начинается в слабо щелочной среде (pH ~ 7,8) и не зависит от окислительно-восстановительного потенциала. Однако железо в состав кальцита может войти лишь в восстановительной среде, так как поле устойчивости карбоната железа находится ниже $Eh=0$ (рис. 1).

В окислительной среде железо переходит в трехвалентную форму и связывается в виде окислов и гидроокислов, окрашивающих породу в красно-бурый тон. В связи с этим кальцит, цементирующий красноцветные песчаники, лишен примеси железа.

Карбонаты марганца устойчивы и при более высоких значениях Eh (до +0,55 мв). Этим объясняется близкое содержание примеси марганца в кальцитовом цементе сероцветных и красноцветных пород и резкая разница в содержании железа. Таким образом, формирование безжелезистого кальцита могло происходить в интервале Eh от 0 до +5,5 мв, а железистого кальцита — при Eh ниже 0. Исходя из этого, можно сделать вывод, что красноцветные песчаники, сцементированные безжелезистым кальцитом, были сформированы в окислительной обстановке.

В сероцветных песчаниках таскудукского рудоносного горизонта Северного Джезказгана кальцит I существенно обогащен примесью железа — на целый порядок. Судя по форме выделения кальцита I, осаждение его происходило на ранних стадиях формирования осадка в условиях восстановительной среды. Кроме присутствия железистого кальцита, восстановительная обстановка в диагенезе доказывается обилием в этих породах органи-

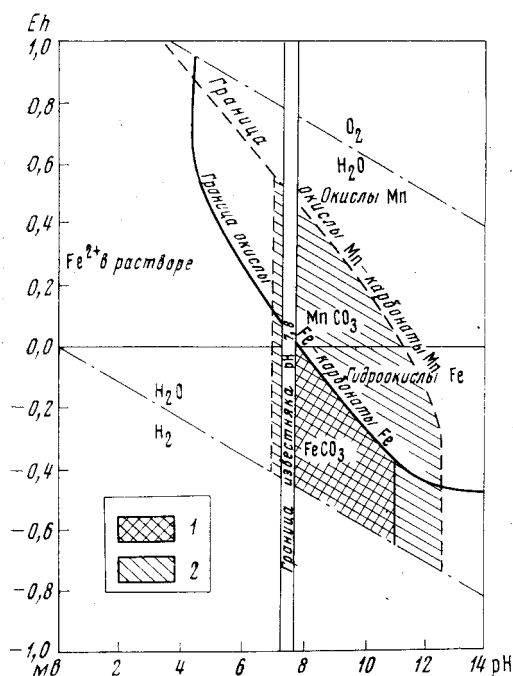


Рис. 1. Диаграмма равновесия карбонатов и окислов железа и марганца в воде при 25° и 1 атм. общего давления (1). 1 — поле устойчивости сидерита; 2 — поле устойчивости карбоната марганца

ки, железистого хлорита, парагенезисом сероцветных песчаников с серозелеными аргиллитами и, наконец, присутствием сингенетичного глобулярного пирита. По своему положению таскудукский горизонт является переходным от морских отложений к континентальным, и поэтому сингенетичность его окраски не вызывает сомнений.

Формирование сероцветных песчаников Центрального Джекказгана, в которых доэпигенетический кальцит представлен двумя генерациями различного состава, происходило, по-видимому, в других условиях. Присутствие реликтов безжелезистого кальцита I, аналогичного по составу и форме выделения кальциту I красноцветных пород, подтверждает предположение некоторых исследователей (², ³, ⁵, ⁷) об изначальном формировании рудоносных песчаников Центрального Джекказгана в окислительной обстановке. В пользу этого свидетельствуют также реликты лимонитовых рубашек на обломочных зернах, следы первоначального осветления и лимонитизации обломочного биотита, наличие реликтовых красных пятен в песчаниках, переслаивание их с красноцветными глинистыми породами. Появление более позднего кальцита Ia, содержащего значительную примесь железа, свидетельствует о последующем изменении окислительной обстановки на восстановительную. Это вызвало хлоритизацию частично окисленного биотита, растворение гидроокисно-железистого цемента, частичное замещение его пиритом, осветление приконтактных участков красноцветных глинистых прослоев и включений гальки аргиллитов. Смена окислительных условий восстановительными произошла на стадиях, предшествующих глубинному эпигенезу. В процессе восстановления часть железа и марганца из пород была вынесена.

Выделение сульфидов цветных металлов в рудоносных песчаниках джекказганской свиты по времени близко к формированию железистого кальцита.

Лаборатория осадочных полезных ископаемых
Москва

Поступило
29 V 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Р. Гаррельс, Минеральные равновесия, ИЛ, 1962. ² А. И. Германов, Изв. высш. учебн. завед., сер. геол. и разведка, № 8 (1961). ³ А. И. Германов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 7 (1962). ⁴ В. В. Коперина, Н. В. Литвинович, Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 47 (4), 46 (1972). ⁵ А. И. Перельман, Геохимия эпигенетических процессов, М., 1968. ⁶ В. Н. Разумова, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1960). ⁷ Б. П. Феоктистов, Л. Е. Крамарин, Литол. и полезн. ископ., № 3 (1971). ⁸ Л. Е. Штеренберг, Литол. и полезн. ископ., № 2 (1965).