

**С. И. Исаков**  
*Институт геологии ДНЦ РАН, г. Махачкала*  
*isakov\_156@mail.ru*

**Влияние эндогенных процессов на образование карбонатных корок  
в эоловых песках дюны Сары-Кум (Восточный Кавказ, Дагестан)**  
(научный руководитель В. У. Мацапулин)

В Дагестане (Восточный Кавказ) известно крупнейшее эоловое образование в Евразии – дюна Сары-Кум [Майоров, 1927]. Некоторые исследователи предполагают участие в его образовании также гидротермальных [Акаев, 1996] и вулканогенных [Мацапулин и др., 2011] процессов. В эоловых песках распространены карбонатные корки, псевдоконгломераты с карбонатным цементом, карбонатно-песчанистое заполнение трещин, которые одни авторы считают связанными с атмосферными явлениями в аридном климате [Идрисов, 2010], другие – с поствулканическими процессами гейзерно-фумарольного типа. В связи с неясностью происхождения карбонатного вещества нами предпринято детальное его изучение.

Объектом послужили карбонатные корки и псевдоконгломераты, отобранные в стенках карьеров, пройденных в эоловых песках. Корки изучены с применением оптико-микроскопического, рентгеноструктурного (Дрон-УМ1) и термогравиметрического (NETZSCH STA 409 PC) методов в Институте геологии ДНЦ РАН, а также полуколичественного спектрального анализа на 36 элементов (ЦХЛ «Кавказгеолсъемка», г. Ессентуки). Для карбонатов определено содержание  $U^{238}$  (Институт биологических ресурсов ДНЦ РАН), и изотопный состав кислорода и углерода (ГИН РАН, Москва).

Корки залегают в виде сплошных пластин, переслаивающихся с песком. Мощность прослоев песка примерно равна мощности самих корок и составляет 1.5–2 см. В правобережной части Сары-Кума скопления корок до пятидесяти штук образуют пласты мощностью до 1.5–2 см. Залегание корочек согласно эоловой слоистости. Видимая протяженность достигает 15–20 м. Карбонатное вещество, легко определяемое по реакции с  $HCl_{разб.}$ , составляет всего 2–5 об. % от эолового песка (95–98 об. %), который оно цементирует. Корки зональны – их основная часть обогащена карбонатом, самая верхняя – более плотная, желтоватая, мозаичного строения может достигать 1–2 мм мощности и практически не содержать песка.

Помимо корок на левобережье дюны распространены карбонатные образования сходной мощности в виде шариков диаметром до 1.5–2 см, амебообразных ажурных форм и псевдоконгломератов. В стенках карьера обнажаются два пласта псевдоконгломератов: один при мощности 0.4–0.5 м по простираению составляет 8–10 м, мощность второго достигает 0.05–0.1 м с раздувом до 0.5 м. Псевдоконгломераты представляют собой полуокатанные и окатанные обломки песчаников галечной размерности, сцементированные пелитоморфным карбонатом. Карбонатное вещество вокруг обломков распределено равномерно. Поскольку образование истинных конгломератов в эоловых песках невозможно, предполагается, что по происхождению они аналогичны карбонатным корочкам.

При микроскопическом изучении установлено, что корки представляют собой среднезернистый песок с поровым, реже – базальным карбонатным цементом. Обломочная часть представлена преимущественно кварцем с единичными зернами плаги-

оклаза, обломками аргиллитов и редкими микроконкрециями глауконита, что соответствует песчаникам чокрак-караганского возраста – материнским породам для образования эоловых песков в районе. По данным рентгеноструктурного и термогравиметрического анализа карбонат представлен кальцитом.

Кроме того, встречаются карбонатные образования, по морфологии напоминающие корневую систему растений. В их срединной части наблюдаются сквозные пустоты. Возможно, они представляют собой замещение растительной ткани карбонатом, однако, реликты растений в них не установлены.

На левобережье дюны в стенках карьера отмечаются секущие слоистость вертикальные трещины, выполненные карбонатным материалом с песком. В единичных случаях части эолово-стратифицированных слоев песка смещены по трещинам на 10–15 см относительно друг друга. Образование трещин может быть связано с сейсмической активностью района. Так, недалеко от дюны Сары-Кум в сел. Кумторкала был эпицентр Махачкалинского землетрясения 1970 г.

Таким образом, среди карбонатных образований есть сингенетические (корочки, слои псевдоконгломератов, согласные с эоловой слоистостью) и эпигенетические – выполнение сейсмогенных трещин и возможное замещение корней растений.

Данные спектрального анализа показали, что содержания Cu, Zn и Pb в карбонатных корках ниже, чем в вулканических пеплах, отобранных на Буйнакском перевале в р-не дюны Сары-Кум. Однако в верхней части, обогащенной карбонатным веществом (карбонатных примазках), содержания Cu превышают таковые в пеплах. Содержания Ag, Bi, Co, Ni, Sn, Mn в карбонатных образованиях выше, чем в пеплах. Поведение Mo, V, Cr, Ga, P, Li, Be, Sr, Y, Yb, Zr, Nb, Ba, Ti сходно, но менее контрастно. Концентрации W, Te, Ge, Sc постоянны, содержания В в карбонатных образованиях ниже, чем в пеплах. Установлена тенденция обогащения корок цветными металлами по мере роста содержания в них карбонатного вещества, при этом концентрации металлов приближаются, а некоторых – даже превышают таковые в вулканических пеплах.

Содержания  $U^{238}$  в образцах карбонатных корок изменяются от 2.1 до 4.1 г/т (12 проб), при этом увеличиваются от корочек с большей примесью эолового материала к чисто карбонатным примазкам, в которых достигают максимума 6.8 г/т. Для сравнения, содержания  $U^{238}$  в вулканическом пепле составляют 7.6 г/т.

Изотопный состав кислорода и углерода корочек составляет (‰)  $\delta^{13}C$  –3.2...–9.0,  $\delta^{18}O$  +22.1... +23.3. Для карбонатной примазки  $\delta^{13}C$  –9.03,  $\delta^{18}O$  +22.5. Изотопный состав углерода корочек сходен с составом  $CO_2$  атмосферы ( $\delta^{13}C = -7$  ‰) [Горбаренко и др., 1982].

Поле изотопных составов кислорода и углерода карбонатных образований дюны Сары-Кум занимает компактную площадь, свидетельствующую об их гомогенности (рис.). На рисунке поле карбонатных корочек с отрицательными значениями  $\delta^{13}C$  близко к полю карбонатных желваков из вулканических пеплов (3), травертинов (4) и карбонатов из прожилков Аркаского минерализованного поля в верхнемеловых известняках (5). Эти породы по изотопному составу углерода и кислорода резко отличаются от вмещающих меловых известняков (5) и, согласно [Мацапулин и др., 2008], имеют эндогенную природу.

Таким образом, некоторые черты химического состава карбонатных корочек, такие как повышенные концентрации цветных металлов и  $U^{238}$ , а также особенности изотопного состава углерода и кислорода, могут указывать на участие эндогенных источников в их формировании. Чередование карбонатных и бескарбонатных прослоев

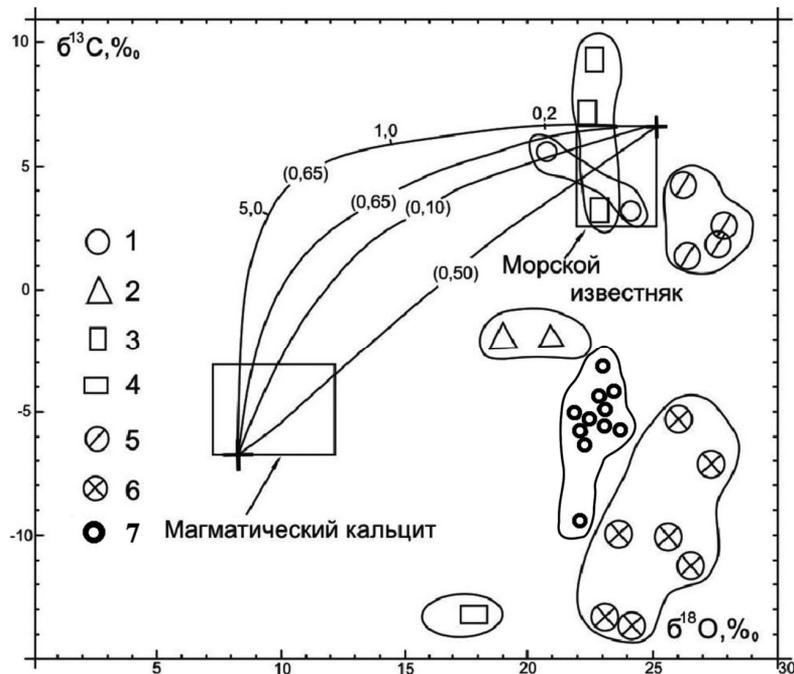


Рис. Соотношение значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в кальците из различных третичных образований Дагестана.

1 – кальцит прожилков, Губден; 2 – «желваки» из вулканического пепла, окрестности г. Буйнакск; 3 – кальцит из гипс-пирит-кальцитовых прожилков, Талги; 4 – кальцит из травертиноподобных выходов, Талги; 5 – известняк К<sub>1-2</sub>, Аркас, Талги; 6 – кальцитовые жилы Аркаского минерализованного поля; 7 – карбонатные корки дюны Сары-Кум. Реперные значения и линии приведены по [Грабежев и др., 2007].

и неравномерное распространение карбонатных образований в объеме дюны может быть обусловлено ритмичным поступлением карбонатных растворов, возникновение которых связанных с сейсмической активностью региона. Природа таких растворов предполагается гейзерной.

## Литература

- Акаев Б. А. и др. Физическая география Дагестана. М.: Школа, 1996, 381 с.
- Горбаренко С. А., Николаев С. Д. Изотопный состав кислорода раковины // Комплексное изучение моллюсков для целей стратиграфии и палеогеографии. М.: МГУ, 1982. С. 78–104.
- Грабежев А. И., Ронкин Ю. Л. Изотопы углерода, кислорода и стронция в карбонатных медно-скарновых месторождениях Урала // Литосфера. 2007. № 4. С. 102–115.
- Идрисов И. А. К истории формирования и развития песчаного массива Сарыкум // Тр. государственного природного заповедника «Дагестанский». Вып. 3. Махачкала, 2010. С. 19–26.
- Майоров А. А. Эоловая пустыня у подножья Дагестана. Махачкала, 1927. 116 с.
- Мацапулин В. У., Тулышева Е. В., Исаков С. И. Включения пород в эоловых песках Сары-Кума // Сб. трудов ИГ ДНЦ РАН. Вып. 57. Махачкала, 2011. С. 35–37.
- Мацапулин В. У., Юсупов А. Р., Черкашин В. И. Позднекайнозойский вулканизм северной окраины орогена Восточного Кавказа (Дагестан) // Вестник Дагестанского научного центра РАН. Махачкала, 2008. № 32. С. 12–20.