Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVI, вып. 2, 1969 г.

О РОЛИ ВТОРИЧНОЙ ДОЛОМИТИЗАЦИИ ИЗВЕСТНЯКОВ ПРИ КАРСТООБРАЗОВАНИИ

Н. Ф. Майоров, Е. Н. Евгеньева

Образование пустот в горных породах при развитии карста обычно объясняют растворяющим действием вод и механическим разрушением пород с выносом частиц подземными водами. Изучение глубинного карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев показывает, что образование пустот в карбонатных породах может идти также и при метасоматических процессах — в результате вторичной доломитизации известняков.

Разрабатываемый на Ленинградском месторождении промышленный пласт горючих сланцев приурочен к известнякам среднего ордовика, залегает на глубине 70—90 *м*. Пласт состоит из четырех рабочих слоев (I—IV, сверху вниз), разделенных прослоями известняка: «плита», «кулак» и «синюха». За период эксплуатации месторождения вскрыто более 140 карстов. В пределах карстов наблюдается доломитизация известняков, которая сопровождается развитием пор, каверн и трещин, резко снижающих устойчивость кровли в шахтных выработках.

Опытное применение карбонатной съемки в трех шахтах месторождения по отдельным штрекам, пересекающим карсты, показало отчетливое картирование зон, опасных обрушением кровли, по резко повышенной доломитизации карбонатов, содержащихся в слое I горючих сланцев. Вдали от карста доломитизация, как правило, не превышает 10—15%, в пределах карста — возрастает до 80—100%.

Зарождению карста внутри карбонатного массива предшествовало появление глубоких вертикальных тектонических трещин [Гатальский, 1957; Левыкин, 1962; Газизов, 1964]. Доломитизация пород не ограничивается этими зонами трещин, где карбонаты частично или полностью выщелочены, а проявляется также на значительном удалении от них в стороны, где выщелачивание карбонатов не отмечается. Связь между доломитизацией карбонатных пород и образованием в них различных пустот качественно установлена здесь давно, однако количественно она не охарактеризована.

В связи с наблюдаемыми явлениями катионного обмена в карбонатах практически интересно выяснить посредством определения удельного веса (минералогической плотности) объемные изменения при переходе кальцита в доломит. Это нами и выполнено на образцах, отобранных из скважин и шахтных выработок в пределах развития карстовых зон и вне карстов на Ленинградском месторождении горю-

чих сланцев. Измельченные до 0,1 *мм* пробы вначале подвергали газообъемному анализу [Майоров, 1962] на содержание кальцита, доломита и примесей некарбонатного состава. Затем определяли пикнометрическим методом удельный вес доломита (14 проб) и кальцита (11 проб) в пробах из двух- и трехкомпонентных систем с последующим приведением к однокомпонентной, который оказался соответственно в среднем равным 2,871 и 2,707 *г/см*^{3}.

Полученные данные указывают на происходящее уплотнение пород при переходе кальцита в доломит. При этом, как показывают расчеты по предлагаемой формуле, в рассматриваемых условиях объем кальцита уменьшается на 13,2% (полученный в расчетах знак минус указывает на уменьшение объема)

$$\Delta V = \left(\frac{Э_д d_к}{Э_к d_д} - 1\right) C, \qquad (1)$$

где $Э_к$ и $Э_д$ — грамм-эквивалент кальцита и доломита, *г*; $d_к$ и $d_д$ — удельный вес кальцита и доломита, *г/см*^{3}; C — содержание в породе кальцита, перешедшего в доломит, %.

Приближенное значение изменения объема кальцита при переходе в доломит можно получить также теоретически с помощью ионных радиусов кальция и магния. Уподобив силовое поле этих катионов в кристаллической решетке кальцита и доломита форме шара (без учета эффекта поляризации) и взяв значение ионных радиусов кальция и магния соответственно 1,04 и 0,74 Å [Перельман, 1965], получим уменьшение объема породы, нацело состоящей из кальцита, при переходе в доломит на 12,8%, т. е. величину, близкую к приведенной выше. Расчет выполнен по предлагаемой формуле для более общего случая применительно к кристаллическим решеткам минералов с ионной связью атомов

$$\Delta V = \frac{n}{m}\left(\frac{r^3_{к_2} - r^3_{к_1}}{r^3_{к_1}}\right)\frac{a_{к_1}}{M} C, \qquad (2)$$

где ΔV — изменение объема породы при катионном обмене, %; m — число катионов в соединении до обмена; n — число участвовавших в обмене катионов данного соединения; $r_{к_1}$ и $r_{к_2}$ — ионный радиус в кристаллической решетке, соответственно, вытесненного и заместившего катионов, Å; $a_{к_1}$ — атомный вес вытесненного катиона; M_1 — молекулярный вес соединения до метасоматоза; C — содержание соединения, участвовавшего в обменном процессе, %.

Уменьшение объема кальцита при переходе в доломит свидетельствует о значительном образовании различного рода пустот, нередко соизмеримых по объему с наблюдаемыми в карстовых зонах. На Ленинградском месторождении горючих сланцев образование пор, каверн и трещин в местах проявления карста является в значительной мере следствием метасоматических процессов, вызванных переходом кальцита в доломит. Об этом же свидетельствует соответствие зон карста, наиболее опасных обрушением кровли, участкам с повышенной доломитизацией пород в штреках шахт.

ЛИТЕРАТУРА

Газизов М. С. Исследование закономерности развития и проявления глубинного карста в Прибалтийском сланцевом бассейне. Изд. ИГД им. А. А. Скочинского, М., 1964.

Гатальский М. А. Карст силурийских и ордовикских карбонатных пород Прибалтики. НТО ВНИГРИ, Геология и геохимия, вып. 1, 1957.

Левыкин В. В. Карстовые и ложнокарстовые явления на Ленинградском месторождении горючих сланцев. Сб. «Специальные вопросы карстоведения (гидрогеология, гидрология и полезные ископаемые)». Изд. АН СССР, 1962.

Майоров Н. Ф. Газообъемный метод анализа карбонатных пород. Зап. ЛГИ, т. XLIII, вып. 2, 1962.

Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов. Недра, 1965.