

УДК 525.21—54—172

ГЕОФИЗИКА

Э. И. Пархоменко, С. А. Мхртчян

Явление типа горного удара при дегидратации натролита при высоких давлениях

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 3/V 1979)

Согласно существующим представлениям одной из причин возникновения сейсмических очагов могут являться физико-химические превращения вещества земных недр (^{1,2}). Наиболее распространенными из них в верхней части земной коры являются процессы дегидратации и гидратации. Эти процессы сопровождаются не только значительным изменением физических параметров, но и в ряде случаев существенным увеличением или уменьшением объема вещества, а также нарушением теплового режима. Каждый из перечисленных факторов может стимулировать локальное перераспределение напряжений в земной коре.

Натролит ($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; SiO_2 — 46,56%, Na_2O — 10% и H_2O — 10,9%) относится к классу цеолитов. При атмосферном давлении в интервале температур 250—450°C он характеризуется непрерывным процессом выделения цеолитовой воды, что установлено термогравиметрическим методом, и сопровождается интенсивным уменьшением его электрического сопротивления.

Процесс дегидратации натролита при высоких давлениях изучали электрометрическим методом в изобарическом и изотермическом режимах на установке, описанной в работе (³). Результаты этих исследований в диапазоне 1—20 кбар в условиях высоких температур (100—600°C) изложены в работе (⁴). В качестве исследуемых объектов использовали образцы натролита диаметром 10 мм и высотой 4 мм.

В настоящей работе рассматривается явление типа горного удара, наблюдаемое при дегидратации натролита при высоких давлениях в полужакрытой системе. Особенностью результатов опытов в изобарическом режиме являются повышение начала температуры дегидратации и уменьшение скорости этого процесса с ростом давления. На фоне отмеченного изменения кинетики процесса при определенных P и t условиях наблюдается выброс вещества натролита, а также пирофиллита, выполняющего роль среды, передающей давление. Выброс происходил в зазор между пуансоном и матрицей. Опыты в изобарическом ре-

жимо осуществляли при 2,5; 5; 15 и 20 кбар. С ростом давления интенсивность выброса повышалась. Это выражалось в усилении звукового эффекта и увеличении массы выброшенного материала.

При давлениях 5 и 10 кбар при $t \approx 450^\circ\text{C}$ наблюдался выброс незначительного количества материала образца, 3—5% от его веса. При давлениях 15 и 20 кбар вес выброшенного вещества был существенно больше. В одном из опытов при $P = 20$ кбар и $t = 500^\circ\text{C}$ он достиг 30% от всего материала натролита вместе с пирофиллитом, и выброс сопровождался сильным звуковым эффектом. Все это указывает на возможность аккумуляции большой потенциальной энергии при дегидратации даже в полужакрытой системе. В то же время в изотермическом режиме при таких же значениях P и t подобное явление не наблюдалось.

Анализируя условия и результаты опытов, нужно отметить следующее. В изобарическом режиме натролит находится в условиях нестационарной полужакрытой системы. При этом чем выше давление, тем меньше, естественно, проницаемость пирофиллита. Поэтому при определенных значениях P и t возможна такая ситуация, при которой скорость дегидратации $V_{\text{дег}}$ будет существенно больше скорости диффузии $V_{\text{диф}}$ синтезированной воды ($V_{\text{дег}} > V_{\text{диф}}$). Это может привести к превышению порового давления $P_{\text{пор}}$ воды над давлением твердой фазы $P_{\text{тв}}$. При критической величине соотношения $P_{\text{пор}}/P_{\text{тв}}$, по-видимому, и происходит выброс вещества из камеры.

В условиях изотермического режима опыта данное соотношение между $P_{\text{пор}}$ и $P_{\text{тв}}$ не достигается, ввиду того, что процесс дегидратации является функцией не только давления, температуры, но и времени. Во-первых, поциклическое повышение давления в изотермическом режиме создает при разгрузке условия для увеличения скорости диффузии воды, во-вторых, время нахождения натролита в области $P = 10\text{—}20$ кбар существенно меньше, чем в изобарическом режиме, что также ограничивает достижение критической величины соотношения $P_{\text{пор}}/P_{\text{тв}}$.

К дополнительным факторам, стимулирующим явления выброса в натролите, следует отнести еще полиморфное превращение, которое в наших опытах проявлялось в виде сильной электрической поляризации в интервале $400\text{—}550^\circ\text{C}$, а также в изменении величины энергии активации токоносителей. Кроме того, рентгенографические исследования показали, что одновременное воздействие давления от 5 до 20 кбар и температуры от 250 до 650°C нарушает исходную решетку натролита.

Результаты описанных опытов показывают, что процесс дегидратации может быть одним из источников в перераспределении напряжения в верхней части земной коры.

Институт физики Земли
Академии наук СССР
Ордена Трудового Красного знамени
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии наук
Армянской ССР

Բարձր ճնշման պայմաններում նատրոլիտի ջրազրկման ժամանակ լեռնային հալվածի տիպի երևույթ

Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն երկրաշարժերի օջախների առաջացման հնարավոր պատճառներից մեկն է նրկրի ընդերքում լեռնային ապարների ֆիզիկա-քիմիական փոփոխությունները: Այդ պատճառով դործական հետաքրքրություն է ներկայացնում լաբորատոր պայմաններում ուսումնասիրել կառուցվածքային փոփոխությունների ժամանակ միներալների ֆիզիկական հատկությունները:

Հոդվածում ներկայացվում է ցեոլիտային տիպի միներալ նատրոլիտի ջրազրկման ուսումնասիրությունը մինչև 20 կր ճնշման և 650°C ջերմաստիճանի պայմաններում: Ենթադրվում է, որ իզոթարմոստատի կատարված փորձերում 450°C և 500°C ջերմաստիճաններում նմուշի դուրս շարժումը բարձր ճնշման խցիկից, պայմանավորված է նատրոլիտի կառուցվածքի վերադասավորմամբ:

Նկարագրված փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ լեռնային ապարների ջրազրկման երևույթը կարող է հանդիսանալ նրկրի կեղևի վերին մասի լարվածությունների վերաբաշխման պատճառ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ C. B. Reeligh, M. S. Paterson, J. Geophys. Res., 70, № 16 (1965).
- ² Մ. Դ. Лившиц, Ю. И. Рябинин, Сб. «Физические основания поисков методов прогноза землетрясения», «Наука», М., 1970.
- ³ Э. И. Пархоменко, А. Т. Бондаренко, Электропроводность горных пород при высоких давлениях и температурах, «Наука», М., 1972.
- ⁴ Э. И. Пархоменко, Г. О. Пилоян, С. А. Мкртчян, Сб. «Физические свойства горных пород и минералов при высоких давлениях и температурах», «Наука», М., 1978.