Записки Санкт-Петербургского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова
1992. Т. 134

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА - ВРЕМЕНИ В ГЕОЛОГИИ

УДК 525

А.Н.ПАВЛОВ

ПОИСКИ ИНВАРИАНТНОСТИ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СОБЫТИЯМИ

Энергосодержание породы, расчет которой предлагался автором в более ранних работах, рассматривается как энергия существования породы. По аналогии с энергией существования частицы (энергией покоя) из этой величины выводится некая предельная скорость, за которой порода как элемент Земли и Солнечной системы перестает существовать. На ней и строится инвариантность интервала между геологическими событиями.

Крупнейший физик нашего времени Р.Фейнман в одной из лекций, прочитанных им в Корнеллском университете (1964 г.) во время традиционных Мессенджеровских чтений, высказал основополагающую для методологии науки мысль: "... если мы хотим, чтобы от науки была какая-то польза, мы должны строить догадки, чтобы наука не превратилась в простые протоколы проделанных экспериментов, мы должны выдвигать законы, простирающиеся на еще не изведанные области" [8, с.66].

Попробуем пойти по этому пути в геологии. В работе [3] была выведена феноменологическая формула для подсчета энергосодержания породы по известной ее массе m, петрографическому составу n_i, минералогическому составу ρ_j и энергии кристаллических решеток минералов U_ρ:

$$E = \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{\substack{i=N \\ j=M}} m n_i \rho_j U_{\rho_j} / N_{\rho_j}, \qquad (1)$$

где N_ρ - масса одной грамм-молекулы рассматриваемых минералов.

Например, если речь идет только об одной породе, состоящей из кварца и полевого шпата, то $i = 1$, а $j = 2$, что соответствует кварцу с N_{ρ_1}, U_{ρ_1} и полевому шпату с N_{ρ_2}, U_{ρ_2}. Поскольку расчет ведется для одной породы, $n_1 = 1$. Если в ней содержится кварце, скажем, 30 %, а полевого шпата 70 %, то $\rho_1 = 0,3$; $\rho_2 = 0,7$.

Очевидно, что величина m может быть вынесена за знак суммы:

$$E = m \Sigma n_i \rho_j U_{\rho_j} / N_{\rho_j}. \qquad (2)$$

Нетрудно понять, что E представляет собой средневзвешенную по составу пород энергию кристаллической решетки, которой обладает рассматри-

ваемая породная масса m. Она характеризует данную породу или какой-то набор пород как гарант их существования. Иными словами, E - это энергия существования породы или геологического массива, блока, какого-то тела и т.д.

В физике среди различных видов энергии (тепловой, механической, электрической и т д.) известна энергия покоя частицы, описываемая знаменитой формулой А.Эйнштейна

$$\mathcal{E} = mC^2. \qquad (3)$$

Это энергия, которой обладает частица просто в силу своего существования.

Попробуем, входя в область догадок [8], по аналогии с (3), переписать (2) в следующем виде:

$$E = mV^2. \qquad (4)$$

Тогда получим, что

$$V = \sqrt{\Sigma n_i p_j U_{p_j}/N_{p_j}}. \qquad (5)$$

Это должна быть некая предельная скорость, за которой порода как элемент Земли или Солнечной системы перестает существовать.

Из феноменологической сущности (I) вытекает, что $\Sigma n_i p_j$ - коэффициент, отражающий средний минералогический состав рассматриваемой массы пород, а $\Sigma n_i p_j U_{p_j}/N_{p_j}$ - их среднее энергосодержание на единицу массы (при условии $m = 1$).

Посмотрим, какие значения примет величина V [из (5)] для основных типов пород: изверженных, осадочных, метаморфических (по их средним составам).

Средний состав магматических пород возьмем по Р.Гаррелсу и Ф.Маккензи [I] (табл.I). Покажем вычисление величины V по формуле (5):

$$V_м^2 = \left(\frac{0,06\cdot 4804}{I32} + \frac{0,07\cdot 4022}{I00} + \frac{0,03\cdot 394I}{II6} + \frac{0,I8\cdot I0372}{278} + \frac{0,28\cdot II473}{262} + \right.$$

$$\left. + \frac{0,I9\cdot II495}{278} + \frac{0,03\cdot 34I9}{I60} + \frac{0,I6\cdot 3I09}{60} \right) 4,I868\cdot I0^6 = (2,I8 + 2,82 + I,02 +$$

$+ 6,72 + I2,26 + 7,86 + 0,64 + 8,29)4,I868\cdot I0^6 = I74,97\cdot I0^6$ м^2/с^2, откуда $V_м$ = I3,23 км/с. Здесь $4,I868\cdot I0^6$ Дж/кг - переводной коэффициент.

Средний состав осадочных пород также возьмем из работы [I] (табл.2). Аналогичный расчет дает значение $V_{ос}$ = I2,94 км/с.

Средний минералогический состав метаморфических пород нам неизвестен. Поэтому для наших оценок используем данные по породам эклогитовой фации, считающейся сегодня продуктом наиболее глубоких метаморфических изменений. Характерным минералогическим парагенезисом для них являются омфацит и гранаты альмандин-пиропового состава [4]. Для расчетов возьмем условную породу

Таблица 1

Расчетные параметры для магматических пород

Минерал	p_j, %	U_{p_j}, ккал/моль	N_{p_j}, г/моль [6]
Ферросилит $FeSiO_3$	6	4804 [5]	132
Энстатит $MgSiO_3$	7	402 [9]	100
Волластонит $CaSiO_3$	3	3941 [9]	116
Анортит $CaAl_2Si_2O_8$	18	10372 [9]	278
Альбит $NaAlSi_3O_8$	28	11473 [9]	262
Калиевый полевой шпат $KAlSi_3O_8$	19	11495 [9]	278
Гематит Fe_2O_3	3	3419 [2]	160
Кварц SiO_2	16	3109 [9]	60

Примечание. Источники [2, 9] – экспериментальные данные; источник [5] – вычислено по экам Е.Ферсмана.

Таблица 2

Расчетные параметры для осадочных пород

Минерал	p_j, %	U_{p_j}, ккал/моль	N_{p_j}, г/моль [6]
Альбит $NaAlSi_3O_8$	6	11473	262
Калиевый полевой шпат $KAlSi_3O_8$	6	11495	278
Гематит Fe_2O_3	4	3419	160
Кварц SiO_2	35	3109	60
Кальцит $CaCO_3$	7	648 [5]	100
Доломит $(Ca,Mg)CO_3$	4	1386 [5]	184
Иллит $[K_{0,6}Mg_{0,3}Al_{2,2}Si_{3,5}O_{10}(OH)_2]$	27	25423 [5]	578
Хлорит $[Mg_2Fe_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_8]$	7	16559 [5]	554
Монтмориллонит $[Na_{0,33}Al_{2,33}Si_{3,67}O_{10}(OH)_2]$	3	31695 [5]	809

См. примечание к табл. 1.

Таблица 3

Расчетные параметры для условных эклогитов

Минерал	p_j, %	U_{p_j}, ккал/моль	N_{p_j}, г/моль [6]
Альмандин $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	25	6277 [5]	498
Пироп $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	25	6262 [5]	403
Диопсид $CaMgSi_2O_6$	25	7969 [9]	216
Жадеит $NaAlSi_2O_6$	25	8363 [9]	202

См. примечания к табл. 1.

с равными содержаниями альмандина, пиропа, диопсида и жадеита (табл.3). Для такой породы получим $V_{мет}$ = 10,56 м/с. Наши оценки приводят к любопытным результатам:

Породы	Магматические	Осадочные	Метаморфические
E, МДж	175	167	111
V, км/с	13,23	12,94	10,56

Напрашиваются такие выводы:

1) магматические породы как ювенильные или квазиювенильные образования обладают максимальным энергозапасом и соответственно максимальной предельной скоростью существования;

2) чем более сильным изменениям подвержены породы, тем ниже их энергозапас и соответствующая ему предельная скорость существования.

Очевидно, что эти выводы следует рассматривать как предварительные, однако они настолько хороши, что подводят к целому ряду новых для геологии задач:

1. Полученные значения предельных скоростей существования пород находятся в пределах первой-третьей космических скоростей. Напомним их: v_1, v_2 и v_3 соответственно 7,93; 11,16 и 16,67 км/с.

Если $v < v_1$, тело не может покинуть Землю. При $v_1 < v < v_2$ тело отрывается от Земли, но движется вокруг нее по эллипсу с одним из центров, совпадающим с центром Земли (тело-спутник). При условии $v = v_2$ тело покидает Землю, но движется по параболе. Для случая $v_2 < v < v_3$ тело покинет Землю, двигаясь по гиперболе. При $v > v_3$ тело способно покинуть Солнечную систему.

Полученные значения скорости существования V говорят, что главные типы известных нам пород энергетически принадлежат Солнечной системе:

$$v_2 \lesssim V < v_3 .$$

2. Мы приходим к пониманию того, что так же, как в физике скорость света в вакууме, в геологии есть своя предельная скорость, определяемая энергией существования пород, а через них и геосфер. По значению такая скорость, по-видимому, совпадает с третьей космической скоростью.

3. Это обстоятельство подводит нас к аналогии релятивистской аксиоматики для геологии:

нет привилегированных геологических систем;

есть привилегированный в геологии параметр - третья космическая скорость, определяющая предельную энергию существования горных пород на Земле.

4. Как известно, прямым следствием релятивистских постулатов А.Эйнштейна является инвариантность интервала между событиями относительно преобразований пространственных координат и времени и соответственно их форма - преобразование Лоренца.

Напомним, что одно из преобразований (координаты времени t и t' по двум инерциальным системам) в векторной форме (r - радиус-вектор) имеет вид [7]

$$t' = \Gamma\left(t - \frac{rv}{c^2}\right); \qquad (6)$$

$$\Gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{v^2}{c^2}}}. \qquad (7)$$

5. Используя в геологии вместо величины C величину $V = v_з = const$, получим

$$t' = \Gamma_з\left(t - \frac{rv}{V_з^2}\right); \qquad (8)$$

$$\Gamma_з = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V_з^2}}}. \qquad (9)$$

6. Очевидно, что формулы (8), (9) позволяют синхронизировать геологические часы для разных инерциальных геологических систем, что является важнейшей и принципиальной процедурой при построении геологической истории Земли и отдельных ее регионов. Заметим, что эта процедура никогда еще в геологии не использовалась.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаррелс Р., Маккензи Ф. Эволюция осадочных пород. М.: Мир, 1974.
2. Мамулов С.А. Способы вычисления энергии решетки кристаллов // Тр. Вост.к.-и. горно-рудн.ин-та и горн. факультета Сиб. мет. ин-та им. С.Орджоникидзе. 1961. Вып. 2.
3. Павлов А.Н. О принципе неопределенности в геологии // ДАН СССР. 1985. Т. 281. № 8.
4. Саранчина Г.М., Шинкарев Н.Ф. Петрология магматических и метаморфических пород. Л.: Недра, 1973.
5. Сауков А.А. Геохимия. М.: Наука, 1966.
6. Справочник физических констант горных пород. М.: Мир, 1969.
7. Угаров В.А. Специальная теория относительности. М.: Наука, 1977.
8. Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Наука, 1987. (Библ. „Квант"; Вып. 62).
9. Щербина В.В. Основы геохимии. М.: Недра, 1972.