

гипотезе пропорциональности, а нижний слой рассматривается как упругое полупространство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фришман М.А., Говоруха В.В. Стабильность подшпального основания при железобетонных шпалах. - М. : Транспорт. Журнал "Вестник ВНИИЖТ", N7, 1968. - с.12-16.

2. Говоруха В.В. Теоретические и экспериментальные исследования работы железобетонных шпал типов С 56-У, С-62, С-64-2 и напряжений в подшпальном основании.//Исследование взаимодействия пути и подвижного состава.-1967.-вып. 69-с.56-73.

3. Фришман М.А., Говоруха В.В. Пути улучшения железобетонных шпал. - М.:Транспорт. Журнал "Путь и путевое хозяйство" N11, 1966-с.12-14.

4.Фришман М.А., Леванков И.С., Говоруха В.В. Влияние эюры укладки железобетонных шпал на работу элементов пути.// Вопросы путевого хозяйства и проектирования железных дорог. -1966.-Вып.57-с.21-28.

5.Говоруха В.В. Физико - технические основы создания элементов рельсового транспорта шахт и карьеров. - Киев: Наукова думка, 1992.-200с.

УДК 622.02:543.226

В.В. Шумриков, В.Я. Осенний

ТОПОТАКСИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭНЕРГИИ ВОЗДУШНОЙ ПЛАЗМЫ

Досліджено термічними і рентгеноструктурними методами хлорито-аспідні сланці під дією плазмених потоків. Визначено основні закономірності трансформації кристалічних решіток домішних систем. Бібліогр. : - 5 найм.

Установление параметров термических процессов разрушения горных пород под действием концентрированных тепловых потоков

энергии обусловлено необходимостью определения кинетических констант эндотермических процессов их разложения, дегидрации и диссоциации.

В результате термического воздействия на примесные системы (к каким можно отнести большинство горных пород) ряд кристаллов в определенном температурном диапазоне претерпевают фазовые переходы первого и второго родов.

Кристаллические решетки примесных систем, проявляющих свойства твердых растворов замещения и внедрения, под действием высоких температур подвержены различного рода трансформациям, связанным с температурными изменениями длин трансляционных векторов соответствующих сингоний.

В свою очередь динамика трансформаций кристаллических решеток определяет интенсивность формирования дислокаций, а также протекания в горных породах топохимических реакций. Отличительной чертой топотаксических превращений нестехиометрических примесных систем в результате протекания топохимических реакций является то, что важнейшие структурные элементы кристаллических решеток (например, направления трансформационных векторов) исходной фазы оказывают ориентационное влияние на параметры кристалла конечной фазы.

При этом, формирование кристаллической решетки конечной фазы, связанное с изменением длин трансляционных векторов, а, следовательно, с изменением энергии разрыва связей, в конечном итоге влияет на величины тепловой энергии разрушения горных пород.

В данной работе методами рентгеноструктурного и термогравиметрического анализов исследовались кристаллические решетки хлорито-аспидных сланцев, подвергнутых облучению воздушной плазмой в диапазоне температур 2000-4000 К в технологических процессах плазменного способа расширения скважин (1).

Кристаллические решетки хлоритов (в том числе аспидных сланцев) представляют собой псевдогексагональные сетки структурных составляющих, с трансляционными векторами $\bar{a} \sim 5,3\text{\AA}$, $\bar{b} \sim 9,2\text{\AA}$, $\bar{c} \sim 14,3\text{\AA}$, с углом раскрытия $\beta \sim 97,6^\circ$ и высотой элементарной ячейки ($c \cdot \sin \beta$) соответственно равной одного хлоритового слоя. Количество слоев в

гексагональной ячейке хлоритов в зависимости от вещественного состава равно либо 3 (при триклинной и моноклинной сингониях), либо 6 (при триклинной сингонии) [2].

В моноклинной сингонии хлоритов тетраэдрические положения занимают ионы Si и Al, а в октаэдрическом положении заселяются ионы Fe, Mg, Al, С. Базальное межплоскостное расстояние $\bar{d}_{001}$ преимущественно зависит от степени замещения Si и Al. В работе [3] были представлены регрессионные уравнения длин трансляционных векторов:

$$\bar{a} = 5,320 + 0,008 (\text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2}) + 0,0165 \text{ Mn}$$

$$\bar{b} = 9,202 + 0,014 (\text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2}) + 0,0235 \text{ Mn}$$

$$\bar{d}_{001} = 13,925 (\text{Si}^{+4}) - 0,025 (\text{Fe}^{+3}) + 0,025 \text{ Mn}$$

Эти уравнения показывают что величины $\bar{a}$ и $\bar{b}$ (при гипотетическом составе хлоритов $\text{Mg}_6\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 + \text{Mg}_6(\text{OH})_{12}$) возрастают с увеличением степени замещенности магния железом или марганцем, а $\bar{d}_{001}$ не зависит от содержания Fe^{+2} и незначительно уменьшается по мере увеличения количества Fe^{+3} . Кроме того, из данных уравнений видно, что в случае диффузии при высоких температурах ионов железа и марганца длины трансляционных векторов $\bar{a}$ и $\bar{b}$ уменьшаются, а $\bar{d}_{001}$ незначительно увеличивается. При этом порядок связи ионов гексагональной решетки изменится в сторону увеличения энергии разрыва, а, следовательно, увеличится энергия активации реакций дегидрации, разложения и диссоциации исходной фазы.

Анализ результатов термогравиметрических исследований показал, что кинетические константы эндотермических процессов, протекающих в кристаллических решетках хлорито-аспидных сланцев, подвергнутых облучению воздушной плазмы, и в решетках исходной фазы значительно различаются. В таблице 1 приведены результаты расчета энергии активации, порядка реакции и предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса для сланцев, подвергнутых и не подвергнутых облучению плазмой.

Расчет кинетических параметров топотаксических превращений производился методами предложенными Ньюкирком, Фрименом и

Кэрролом, Горовицом и Метцгером, а также использовался модифицированный метод расчета, предложенный в работе [4].

Анализ термогравиметрических кривых (ТГ, ДТА, ДТГ), а также результатов исследований рентгеноструктурного анализа параметров кристаллических решеток хлоритов показал, что первая стадия дегидратации заключается в потере хлоритами приблизительно половины структурной воды и сопровождается миграцией ионов Mg в направлении гидроксильных слоев бруситовой сетки. На второй стадии дегидратации образуется оливин, причем ориентировка вновь образованных кристаллов оливина непосредственно связана со структурой исходного хлорита. В процессе этого термического превращения из структуры удаляются кремнезем и вода. При температурах $\sim 640^{\circ}C$ первое термическое превращение соответствует дегидратации бруситового слоя, а при температуре $800^{\circ}C$ – талькового слоя структуры хлоритов.

Таблица 1

Вещество	Энергия активации, кДж/моль	Порядок реакции	Предэкспериментальный множитель	Метод
Хлорито-аспидные сланцы в исходном состоянии	82,7 85,9 86,0	0,47	$6,3 \cdot 10^8$ $1,0 \cdot 10^8$ $3,4 \cdot 10^8$	Ньюкирк Фримен и Кэрролл Горовиц и Метцгер
Хлорито-аспидные сланцы, подверженные облучению воздушной плазмой	145,0 124,3 133,4	0,37	$6,3 \cdot 10^8$ $1,0 \cdot 10^8$ $3,4 \cdot 10^8$	Ньюкирк Фримен и Кэрролл Горовиц и Метцгер

Отношение площади кривой ДТГ, облученных плазмой к площади кривой необлученных хлоритов соответствует величине $\sim 1,7$, что приблизительно соответствует отношению энергий активаций.

Кроме того, из рентгеноструктурных исследований следует, что величины трансляционных векторов $\bar{a}$ уменьшились от $5,4 \text{ \AA}$ до $4 \text{ \AA}$, а $\bar{b}$ от $9,8 \text{ \AA}$ до $8 \text{ \AA}$, что в свою очередь было связано с уменьшением длины связи, а, следовательно, увеличением энергии разрыва кристаллической решетки (после облучения ее воздушной плазмой). Проведенный в [5] анализ возможных типов дислокационных реакций в гексагональных решетках показал, что при взаимодействии пересекающихся дислокаций с различными векторами Бюргерса в общем случае возможно протекание 21 физически неэквивалентной дислокационной реакции. С точки зрения «критерия квадрата вектора Бюргерса» могут (при воздействии высоких температур на хлориты) реализоваться 7 вариантов дислокаций кристаллических решеток, главными из которых являются направления колебаний трансляционных векторов $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$; такие как

$$1/3 [2 \ 1 \ \bar{1} \ 0] + 1/3 [1 \ \bar{2} \ 1 \ \bar{0}] = 1/3 [1 \ 1 \ 2 \ \bar{0}] ;$$

$$1/3 [2 \ \bar{1} \ \bar{1} \ 3] + 1/3 [0 \ 0 \ 0 \ \bar{1}] = 1/3 [2 \ \bar{1} \ \bar{1} \ 0] ,$$

ведущие к увеличению энергий разрыва и разрушения кристаллических решеток горных пород.

Таким образом, для плохо термобуриемых пород, к которым относятся хлорито-аспидные сланцы, при термическом их разрушении, необходимо учитывать факт увеличения энергии разрушения в процессах облучения их плазменными потоками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование физико-химических процессов в магнетитовых кварцитах Кривбасса методом термографии / Л.И. Ларкина, Б.Д. Алымов, В.Я. Осенний, Л.И. Пивоварова // Интенсификация процессов разрушения горных пород. - К.: Наукова думка, 199865. - С.34-38.

2. Дир У.А., Хаун Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т.4.- М.: Мир, 1966. - 484 с.
3. Hey M.N. A new review of the clorites, Mineral, 30, 277. - 1954.
4. Уэндландт У. Термические методы анализа. - М.: Мир, 1978. - 526 с.
5. Предводителей А.А., Троицкий О.А. Дислокации и точечные дефекты в гексагональных металлах. - М.:Атомиздат,1973.- 362 с.

УДК 622.778:621.328.8:532.5

Е.С. Лапшин

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РОТОРНОГО МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА С ПЛЕНОЧНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ПУЛЬПЫ

Гранична продуктивність визначена із умови реалізації плівкової течії рідини уздовж прямокутних западин ферромагнітних пластин роторного сепаратору. Розв'язана мішана крайова задача для рівняння Пуассона. Бібліогр.: 2 найм.

При обогащении слабомагнитных руд все более широкое распространение получают роторные электромагнитные сепараторы, в которых в качестве ферромагнитных тел используют зубчатые пластины. Эффективность работы этих сепараторов в существенной мере определяется особенностями течения пульпы в рабочей зоне. Известно, что максимальная эффективность обогащения достигается при ламинарном пленочном течении пульпы вдоль наклонных впадин пластин, размер которых одного порядка с капиллярной постоянной. В этом случае жидкость во впадине удерживается силами поверхностного натяжения. Поток ограничен свободной боковой поверхностью, положение и профиль которой зависят от расхода. Тот максимальный расход, при котором еще возможно пленочное течение вдоль впадины, назовем предельным.

При увеличении расхода свыше предельного вогнутая свободная поверхность в нижней своей части выпучивается и наступает такой момент, когда силы поверхностного натяжения не в состоянии удержать