

Минерал, порода	Электропроводность, $\sigma, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$	Источник информации
Гранит	$5,4 \cdot 10^{-10} \div 5,5 \cdot 10^{-9}$	[4]
Кварц, содерж. порфир	$4,2 \cdot 10^{-14}$	[4]
Флюорит	$4,5 \cdot 10^{-11}$	[5]
Диабаз	$8,9 \cdot 10^{-10}$	[4]

клику в ней осуществить предварительный анализ состава горных пород, образующих отражающие стенки объёмного резонатора.

Для повышения эффективности метода маломощный передатчик (излучатель) радиоволн можно разместить на летательном аппарате (вертолёте, самолёте и пр.). В этом случае за короткое время можно произвести картирование местности. Эффективность метода окажется наиболее высокой в труднодоступной местности, поскольку можно будет частично отказаться от дорогостоящих экспедиций.

Рассматриваемый метод нуждается в доработке, которая может быть обеспечена лишь с учётом опыта его реализации на практике. В частности, в дальнейшем для облегчения работы желательным было бы разработать таблицы усиления электромагнитного сигнала в зависимости от состава горных пород, площади их распространения, площади и формы месторождений жильного типа, времени года и пр.

Автор выражает благодарность профессору И.В.Кучеренко за обсуждение содержания рукописи и критические замечания, высказанные им в процессе её окончательного редактирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. – М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
2. Protasevich E. T. Gas discharge in humid air and plasma formation in the atmosphere. – Tomsk: TPU-Publ., 1995. – 104 p.
3. Протасевич Е.Т. Электромагнитные излучения в окружающей среде и возможность их локализации. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2000. – 60 с.
4. Воробьёв А.А., Сальников В.Н., Коровкин М.В. Наблюдение радиоимпульсов при нагревании кристаллов и минералов в вакууме // Изв. вузов. Сер. Физика. – 1975. - № 7. – С. 59 – 64.
5. Сальников В.Н., Коровкин М.В. К вопросу о механизме изменения проводимости калийсодержащих горных пород и минералов в течение геологического времени // Изв. ТПИ. – 1976. – Т. 260. – С. 90-97.

OPEN RESONATOR METHOD AND PERSPECTIVES OF ITS APPLICATION IN ORDER TO DETERMINATE COMPOSITION OF ROCKS

E.T. Protasevich

Method based upon ability of rocks to form open resonators has been proposed for preliminary determination of composition of these rocks

УДК 541.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА КИНЕТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ И УСТАНОВЛЕНИЕ ДАВНОСТИ СОБЫТИЯ МЕТОДОМ ТРЕХ ТОЧЕК

М.А. Шустов, И.В. Кучеренко

Приведен метод определения давности события с использованием уравнения типа Ерофеева-Колмогорова. Для этого по трем точкам в произвольные моменты времени t_1 , t_2 и t_3 определяют степень превращения (преобразования) объекта исследования. Задача вычисления входящих в состав уравне-

ния Ерофеева-Колмогорова коэффициентов и показателей, определяющих вид кинетической кривой, сводится к графическому решению системы уравнений.

Определение момента начала времени проявления какого-либо процесса или явления актуально с точки зрения многих научных и прикладных дисциплин. Такие задачи встречаются, например, в геологии, археологии, криминалистике, экологии (определение давности радиационного заражения местности).

Нередко наблюдатель события в силу тех или иных обстоятельств не в состоянии зафиксировать момент зарождения процесса. В то же время ему вполне по силам с достаточно высокой точностью зарегистрировать в количественном выражении на некоторый текущий момент времени t состояние исследуемого объекта, определить, например, степень его превращения $\alpha(t)$.

Степень превращения (преобразования, трансформации) объекта α , как правило, выражают в относительных величинах, долях или процентах.

Обычно динамика процессов наиболее точно описывается экспоненциальными зависимостями или аппроксимируется ими. Для отображения динамики преобразования объекта или протекания процесса во времени чаще всего используют уравнение типа Ерофеева-Колмогорова [1], наилучшим образом сочетающего простоту и наглядность математического описания многочисленных природных процессов с наиболее убедительными их моделями:

$$\alpha(t) = 1 - \exp(-kt^m) \quad (1).$$

Как следует из уравнения (1), для того, чтобы выяснить, насколько удалена от нулевого значения по шкале времени точка первого наблюдения, необходимо решить систему уравнений, в число неизвестных величин которой входят коэффициент пропорциональности k и степенной показатель m .

Очевидно, что наиболее простое решение подобная задача имеет в случае неосложненных физических, химических или иных процессов, в которых показатель степенной зависимости $m=1$. В этом случае достаточно произвести два разнесенных во времени определения степени превращения.

Для реальных систем чаще всего наблюдается более сложный ход зависимости степени превращения системы во времени, когда показатель степенной зависимости ур. (1) отличен от единицы. В этом случае задача установления неизвестных может быть сведена к использованию излагаемого ниже метода трех точек. Следуя логике этого метода, производят три разнесенных во времени определения степени преобразования системы.

На основании ур. (1) несложно получить следующие выражения для вычисления давности события tx , а также коэффициента k :

$$tx(1) = \frac{t_3 1}{\sqrt[m]{\frac{c}{a} - 1}}; \quad tx(2) = \frac{t_2 1}{\sqrt[m]{\frac{b}{a} - 1}}; \quad k = -\frac{a}{tx^m} \quad (2),$$

$$\text{где } a = \ln[1 - \alpha_1(t_1)]; \quad b = \ln[1 - \alpha_2(t_2)]; \quad c = \ln[1 - \alpha_3(t_3)].$$

Наиболее просто задачу установления давности события и определения вида кинетической кривой с использованием ур. (1, 2) можно решить методом последовательных приближений, либо графическим методом (рис. 1-4).

На рис. 1 показан типичный вид кинетических кривых при варьировании значений показателя степенной зависимости m при значении коэффициента $k=1$. Обычно простая экспоненциальная зависимость хода процесса ($m=1$) присуща распространенным электрическим процессам [2], характерна для многих природных процессов, например, процесса радиоактивного распада [3]. В то же время довольно часто, особенно при описании кинетики химических реакций, встречаются экспериментальные зависимости, в которых этот показатель в ту или иную сторону заметно отличается от единицы [1, 4].

Для практического использования метода (рис. 2) экспериментально определяют степень превращения (преобразования) системы для трех моментов времени. Считается, что внешний вид кинетической кривой (рис. 2) неизвестен. Далее, используя систему уравнений (2),

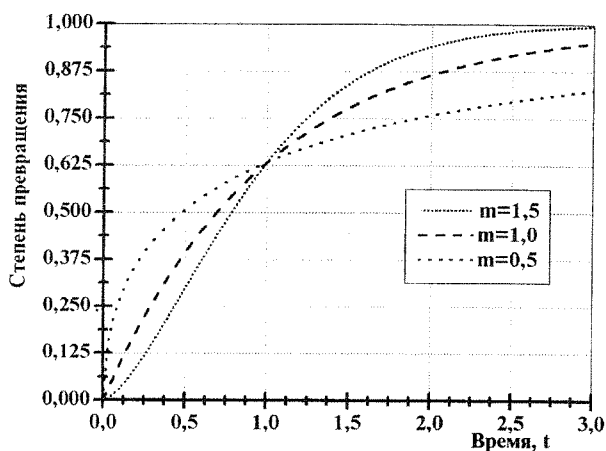


Рис. 1. Внешний вид кинетических кривых при варьировании показателя m и при $k=1$

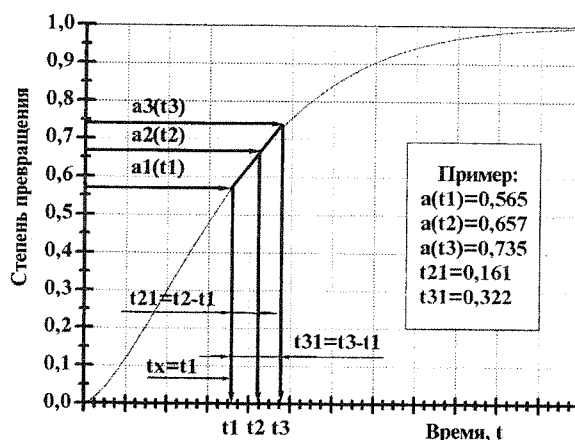


Рис. 2. Определение степеней превращения (преобразования) по трем точкам

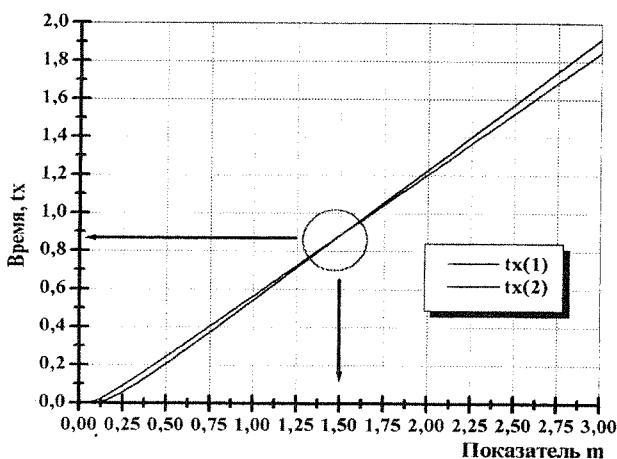


Рис. 3. Графическое решение системы уравнений для определения значений t_x и значения показателя степени m

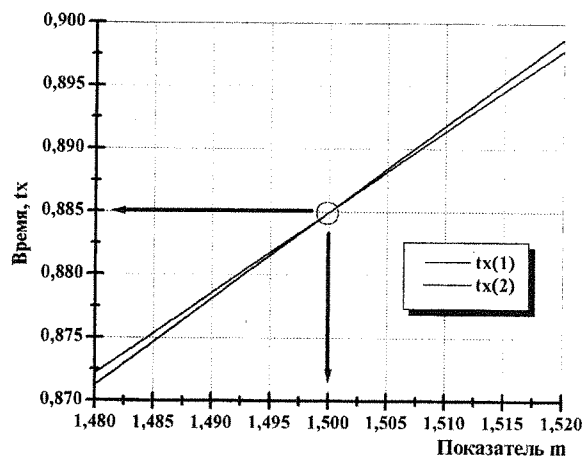


Рис. 4. Увеличенный участок изображения рис. 3

строят графические зависимости $t_x(m)$ – кривые $t_x(1)$ и $t_x(2)$, рис. 3, 4. Точка пересечения этих кривых дает сведения о «возрасте» процесса и о значении показателя степенной зависимости m . При необходимости, см. ур. (2), на основании вычисленных значений t_x и m может быть определен и коэффициент пропорциональности k .

Как следует из выражений (2), при $m=1$ система уравнений заметно упрощается: задача, как уже отмечалось ранее, может быть решена путем всего двух измерений.

При использовании излагаемого метода в целях минимизации погрешности определения следует учитывать, что на точность определения неизвестных величин решающее влияние оказывают: неравномерность протекания скорости реакции (процесса) во времени или пространстве; ярко выраженная несоизмеримость времен t_x и t_{21} (t_{31}); погрешности при определении интервалов времени, а также степени превращения (преобразования). Так, например, при $t_x \gg t_{21}$ (t_{31}) сходимость кривых на рис. 3 и 4 может быть выражена не столь очевидно, в связи с чем точность определения t_x резко снижается.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. – М.: Высшая школа, 1976. – 375 с.
2. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы. – М.: Мир, 1988.
3. Шустов М.А., Кучеренко И.В. 300 лет горно-геологической службы России: Региональная конференция геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России: Материалы. – 18-23 сентября 2000. – Томск: КИПР Томской области, 2000. – Т. 1. – С. 29-31.

DETERMINATION OF KINETIC CURVE TYPE AND AGE OF EVENT BY THREE POINTS METHOD

M.A. Shustov, I.V. Kucherenko

Method for determination of the event's age with Yerofeyev-Kolmogorov equation has been suggested. Thus, level of grade of studied object's transformation is determined by three points at any moments t_1 , t_2 and t_3 . To calculate the coefficients and indexes from Yerofeyev-Kolmogorov equation, with determine a type of kinetic curve, it needs is necessary to solve graphically a system of equations.

УДК 541.14

КИНЕТИКА И ФОРМУЛИРОВКИ ЗАКОНОВ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

М.А. Шустов

В статье представлены формулировки, математические выражения и графические зависимости, позволяющие в широких пределах описывать кинетику фотохимических и иных превращений в модельных и реальных средах и системах. Изложенные представления могут быть применимы для описания физических, химических, электрических и других процессов и явлений.

В исследовании кинетики топохимических превращений немаловажное и обоснованное значение уделяется получению достоверных сведений о доле превращенного в ходе реакции вещества на момент времени измерений. Обычно для получения таких сведений используют высокочувствительные методы физического и химического анализа. Между тем, решить задачу подобного уровня несложно за счет использования метода полного разложения, впервые изложенного в работах [1-3].

Суть метода полного разложения сводится к наблюдению и регистрации хода превращения с учетом следующего: количество исходного вещества априори известно, а наблюдаемые изменения в веществе могут происходить лишь до тех пор, пока это вещество в ходе реакции не перейдет в устойчивую конечную форму, т. е. будет разложено полностью.

Четвертьвековой опыт использования метода показал возможность корректного применения метода полного разложения при использовании таких методов инструментального анализа, как спектрофотометрический, масс-спектрометрический, гравиметрический и др. [1-5]. На основе метода полного разложения, в свою очередь, удалось получить вывод уравнений для определения такой важнейшей характеристики фотографического процесса, как квантовый выход фотолиза, и, в дальнейшем, получить вывод макрокинетического уравнения [1-3].

Таким образом, для моделирования и описания кинетики топохимических превращений нами получено уравнение:

$$\alpha(t) = 1 - A \ln \left[1 + B \exp \left(- \int_0^t p(t) dt \right) \right] \quad (1),$$

где $\alpha(t)$ – степень превращения, A и B – взаимосвязанные нормировочные коэффициенты, определяемые начальными условиями процесса и характеризующие равномерность протекания реакции в объеме реагента; $p(t)$ – вероятность протекания реакции.

Изначально данное уравнение в упрощенном его представлении распространялось с учетом ряда ограничений и приближений только на кинетику фотохимических реакций, происходящих, преимущественно, в галогенидах тяжелых металлов. Как показали последующие исследования, полученное уравнение кинетики (1) может быть с достаточно высокой точнос-