

## Thermal conductivity of heterogeneous materials Part II. A computational method of thermal conductivity for heterogeneous materials with interpenetrative components

S. G. Zhiron, A. A. Koptelov, Yu. M. Milekhin

Federal Center for Dual-use Technologies "Soyuz", Dzerzhinsky, Moscow region, Russia

*A computational method of thermal conduction of two-phase heterogeneous materials, in which the cubiform particles of a filling compound are distributed by casual fashion in volume of a matrix, has been surveyed in the article.*

УДК 538.971

## Метод изучения кинетики взаимодействия стекол с водными растворами

А. Х. Керэфов, А. О. Ашхотов, Н. В. Калинина

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик, Россия

*Предложен метод для изучения кинетики растворения при непрерывном или периодическом взвешивании. Получены кривые кинетики травления стекла X-230 для растворов азотной кислоты разной концентрации (0,2н—3н), имеющие линейный ход.*

Микроканальные пластины (МКП) — важнейший элемент электронно-оптических преобразователей и приборов ночного видения, выполняющий функцию усиления электронных изображений. При изготовлении МКП используются такие конструкционные стекла, как стекло обрамления МО-34, матрицы 6Ва4 и растворимой жилы X-230. В технологии производства МКП чрезвычайно важным является создание качественного эмитерно-эмиссионного слоя, которое невозможно без эффективного вытравливания жилы растворимого стекла из каналов матрицы. В свою очередь, для оптимизации этого процесса требуются исследования взаимодействия травящих растворов со стеклом.

Для изучения процессов взаимодействия водных кислотных и щелочных растворов со стеклами экспериментаторами чаще других используются интерферометрический метод, основанный на измерении толщины стравленного слоя [1], фотокolorиметрический и спектральный методы, предполагающие измерение концентраций стеклообразующих элементов, перешедших в раствор за время взаимодействия образца с раствором [2, 3]. В этих методах используется дорогостоящее оборудование, которое требует от экспериментатора специальной подготовки. Исследователями также используется весовой метод, основанный на измерении уходящей массы образца в процессе взаимодействия с растворами [4]. Этот метод является разрушающим, так как предполагает измельчение образца для получения максимальной поверхности взаимодействия

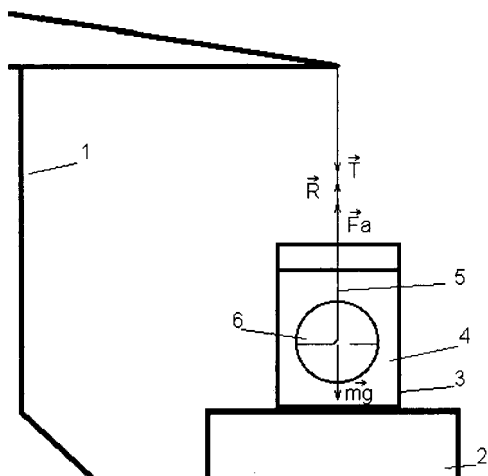
с раствором [5]. По утверждению авторов [6], это дает большую погрешность, так как величина площади поверхности порошка определяется расчетным способом, полагая, что зерна более или менее однородны по размерам и форме (например, шар).

Ниже предлагается метод изучения кинетики взаимодействия, который прост в реализации, лишен недостатков рассмотренных выше методов и заключается в непрерывном или периодическом измерении уходящей в водный раствор стеклянной массы. Здесь возможны три варианта: первый предполагает взвешивание образца, когда емкость с раствором располагается на независимой подставке (рис. 1); второй — взвешивание стакана с раствором, в который погружен образец, закрепленный на независимой опоре (рис. 2), и, наконец, третий — дифференциальный, заключающийся в прямом измерении уходящей массы, когда стакан с раствором устанавливается на одной чаше, а образец фиксируется на опоре, размещенной на второй чаше весов (рис. 3).

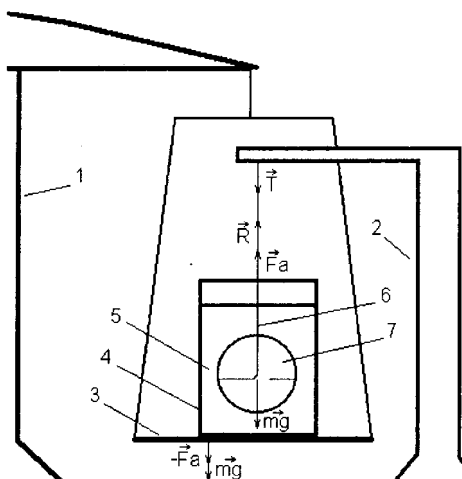
Во всех трех вариантах в состоянии равновесия сила натяжения нити  $T$  равна разности между силой тяжести образца  $m_c g$  и архимедовой силы  $F_a$

$$T = m_c g - F_a = \rho_c V g - \rho_w V g,$$

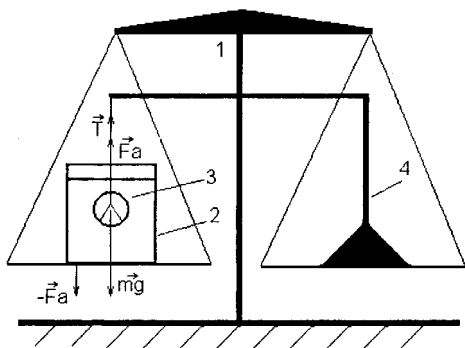
где  $m_c$  — начальная масса образца;  
 $g$  — ускорение свободного падения;  
 $\rho_c$  — плотность образца;  
 $\rho_w$  — плотность жидкости;  
 $V$  — начальный объем образца.



**Рис. 1. Первый способ измерения уходящей массы:**  
1 — весы; 2 — подставка; 3 — химически стойкий пластиковый стакан; 4 — раствор; 5 — нихромовый держатель; 6 — образец



**Рис. 2. Второй способ измерения уходящей массы:**  
1 — весы; 2 — подставка; 3 — чаша весов; 4 — химически стойкий пластиковый стакан; 5 — раствор; 6 — нихромовый держатель; 7 — образец



**Рис. 3. Третий (дифференциальный) способ измерения уходящей массы:**

1 — весы; 2 — химически стойкий пластиковый стакан с раствором; 3 — образец; 4 — нихромовый держатель

По мере стравливания образца выталкивающая сила  $F_a$  уменьшается на  $\rho_w \Delta V g$ , а за счет растворения образца в растворе натяжение нити уменьшается на  $\rho_c \Delta V g$ , т. е.

$$T' = (m_c - \Delta m_c)g - (F_a - \Delta F_a) = \rho_c V g - \rho_c \Delta V g - \rho_w V g - \rho_w \Delta V g.$$

Для определения массы растворившегося стекла возьмем разность натяжений нити

$$\Delta T = (\rho_c - \rho_w) \Delta V g,$$

где  $\Delta V = \Delta m_c / \rho_c$ ,

и получим массу растворенного образца

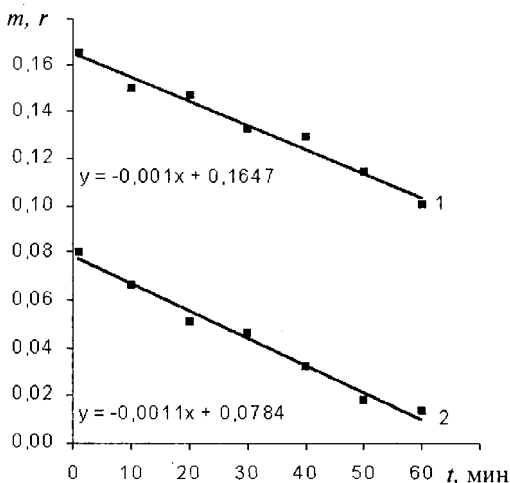
$$\Delta m_c = (\Delta T \rho_c) / (\rho_c - \rho_w) g.$$

Последнее выражение справедливо для первых двух способов взвешивания, а для дифференциального запишем

$$\Delta m_c = (\Delta T \rho_c) / 2(\rho_c - \rho_w) g,$$

так как из-за растворения стекла сила давления на дно увеличивается на  $\rho_c \Delta V g$  и, соответственно, на эту же величину уменьшается натяжение нити, т. е. получаем нарушение равновесия на  $2\rho_c \Delta V g$ .

При травлении растворимых стеклянных образцов в кислотах наблюдается образование стекающего "столба" растворенного стекла, плотность которого должна быть значительно выше плотности раствора. Можно предположить, что он может влиять на измерения уходящей массы. Для оценки поддерживающего фактора построены кривые кинетики травления для горизонтального и вертикального положений образца в растворе, полагая, что в первом случае влияние "столба" должно быть минимальным. Полученные данные для указанных двух случаев приведены на рис. 4. На оси Y отложены абсолютные значения массы образцов. Видно, что травление стекла X-230 в разбавленном растворе соляной кислоты идет по линейному закону, а одинаковый наклон кривых позволяет утверждать, что стекающее растворимое стекло не оказывает влияния на проводимые измерения.



**Рис. 4. Прямые кинетики травления для растворимых стекол X-230 при различных положениях:**  
1 — вертикальном; 2 — горизонтальном

Во втором и третьем вариантах оценки уходящей массы необходимо учитывать изменение массы и концентрации раствора, обусловленное его испарением в ходе эксперимента (рис. 5).

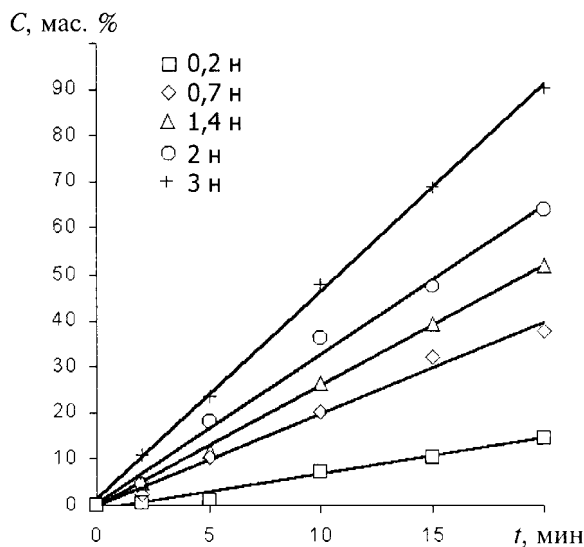


Рис. 5. Кинетика растворения стекла X-230 в азотной кислоте разной концентрации при 20 °С

Анализ методом титрования показал, что концентрация кислого раствора в открытом по-

лиэтиленовом стакане (масса которого значительно меньше стеклянного) в течение времени эксперимента увеличивается из-за испарения воды на 0,004 н.

Таким образом, выполненный анализ и полученные результаты позволяют сделать вывод, что для оценки уходящей в раствор массы стекла предпочтительным является первый способ, когда взвешивается образец в стакане с раствором.

#### Литература

1. Молчанов В. С., Приходько Н. Е. Коррозия силикатных стекол щелочными растворами// Известия Академии наук СССР. ОХН. 1958. № 7. С. 801.
2. Парфенов А. И., Ананьева И. Н., Курпина Н. Ю. Изучение состава поверхностного слоя натриевоциркониевосиликатного стекла, обработанного 2н-растворами едкого натра и соды// Физика и химия стекла. 1978. Т. 4. № 6. С. 601—605.
3. Парфенов А. И., Ананьева И. Н., Григорьева О. А., Бекишев К. Изучение коррозии натриевоциркониевосиликатного стекла в растворах едкого натра и соды при температурах 90—150 °С// Там же. 1977. Т. 3. № 6. С. 638—642.
4. Дуброво С. К., Шныпиков А. И. Стекла для химиколабораторных изделий, устойчивые в растворах щелочей// ЖПХ. 1963. Т. 36. № 8. С. 1633.
5. Широкова А. В., Асланова М. С. К вопросу о водо- и кислотоустойчивости стеклянного волокна. — М.: ВНИИСПВ.
6. Sewel P. A.// Glass Technol., 1969. V. 10. № 1. P. 9.

Статья поступила в редакцию 5 мая 2004 г.

## Method of study for kinetic of interaction of glasses with water solutions

A. H. Kerefov, A. O. Ashkhotov, N. V. Kalinina  
Kabardino-Balkarian state university, Nalchik, Russia

*The method for study kinetic of dissolution is offered at continuous or periodic weighing. Are received curve kinetic of etching of a glass X-230 for solutions of a nitric acid of different concentration (0.2n—3n), having a linear course.*

УДК 53.01

## Воздействие на радиоактивность гранитоидов: от геофизического мониторинга к лабораторным экспериментам\*

О. Б. Хаврошкин, В. В. Цыплаков

Объединенный институт физики Земли им. О. Ю Шмидта РАН, Москва, Россия

*Изложены результаты исследования отклика гранитоидов на различные физические воздействия и поля путем измерения вариаций естественной радиоактивности. Полученные результаты представляют интерес для решения некоторых практических проблем геофизики и геохимии.*

Одна из задач ядерной геофизики — изучение фоновых полей естественной радиоактивности,

излучений и частиц. Результаты настоящего исследования во многом касаются мониторинга потоков флюидов с радон-тороновой компонентой [1], регистрации нейтронов [2, 3] и связи

\* Статья публикуется в дискуссионном порядке.