

ный интерес представляет случай, когда газоздушная смесь воспламеняется от горячего очага (например, подшипника ротора). Тогда теория должна учитывать взрывные концентрационные пределы.

ЛИТЕРАТУРА

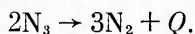
1. Kuhlberg I. F. AIAA Paper, N 69—486, 1969.
2. Haloulakos V. E. Ibid., N 81—1475, 1981.
3. Peacock R. E., Eralp O. C., Das D. K. Ibid., N 80—1080, 1980.
4. Скворцов Ю. А. Учен. зап. ЦАГИ, 1982, XIII, 1, 21.
5. Sugiyama Y., Hamed A., Tabakoff W. AIAA Paper, N 78—246, 1978.
6. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач.— М.: Мир, 1972.
7. Зелинский Н. И., Сапожников В. А.— В кн.: Численные методы механики сплошной среды. Т. 14, № 3.— Новосибирск, 1983.
8. Гельфанд Б. Е., Поленов А. П., Фролов С. М. и др. ФГВ, 1985, 21, 4, 118.
9. Зельдович Я. Б., Либрович В. В., Махвиладзе Г. М. и др. ПМТФ, 1970, 2, 76.

Поступила в редакцию 26/V 1986

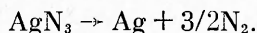
ВЗРЫВНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ АЗИДА СЕРЕБРА

Ю. Ю. Сидорин, С. И. Куракин, В. Г. Додонов
(Кемерово)

Заметное место в химии твердого тела занимают исследования экзотермических превращений, протекающих в твердых неорганических системах под действием тепла, света, ионизирующего излучения. Такие реакции в зависимости от интенсивности воздействия и других факторов могут протекать, например, в азидов металлов с характерными временами от 10^{-6} (взрыв) до 10^7 с и более (медленное разложение) [1]. Типичный представитель таких соединений — азид серебра. Во всех случаях реакция твердофазного превращения в AgN_3 протекает с выделением значительной энергии (74 ккал/моль), образующейся в основном за счет взаимодействия двух азид-радикалов:



Такое разложение структуры, вызванное действием инициаторов, происходит по схеме



В выполненных в данной работе исследованиях использовались поликристаллические препараты, синтезированные из обменной реакции между водными растворами нитрата серебра и азид натрия [2]. Медленное разложение осуществлялось термически и радиационно, а взрывное инициировалось термически и излучением лазера. Во всех случаях эксперименты проводили в специальных камерах, позволяющих иметь различные газовые атмосферы или жидкие среды из органических веществ.

Исследования показали, что твердофазное разложение азидов серебра является источником получения дисперсного металла, обладающего рядом весьма интересных и необычных свойств. При этом выясняется, что в режиме взрывного разложения AgN_3 выделенная энергия частично передается образующимся атомам (кластерам) серебра, которые, приобретая вследствие этого высокие температуры и кинетическую энергию, обладают весьма необычными реакционными свойствами. Последние проявляются в виде нетривиальных химических реакций частиц серебра с компонентами газовой атмосферы, а также при внедрении их в массивные вещества с образованием интерметаллов или силицидов. По сути, речь идет о новом исследовательском классе твердофазных процессов, в котором один из реагентов находится в уникальном состоянии (высо-

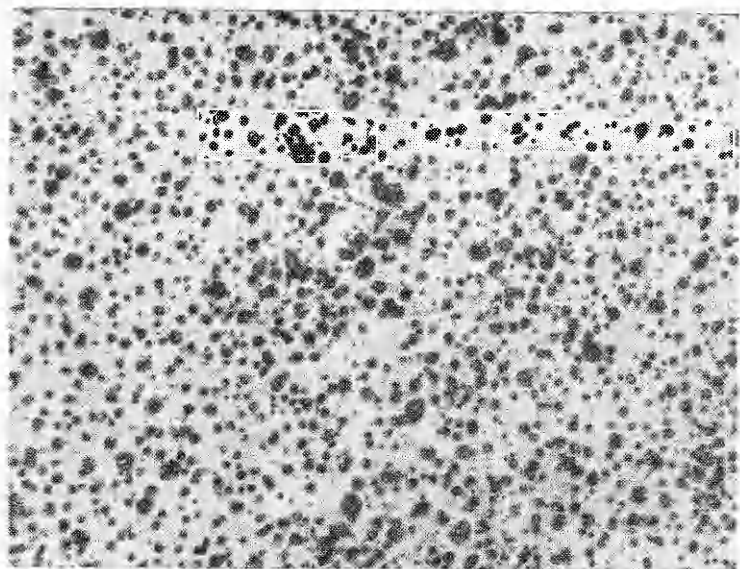


Рис. 1. Микрофотография частиц серебра, полученных взрывным разложением азида серебра в атмосфере азота ($\times 50\,000$).

кая дисперсность, значительные температура и кинетическая энергия).

После реакции взрывного разложения AgN_3 в камере с азотной атмосферой получалось чистое дисперсное серебро с размерами частиц в диапазоне 1—100 нм. На рис. 1 представлена реплика таких частиц, полученная с помощью электронного микроскопа. Сформированное таким способом серебро имело кристаллическую структуру, соответствующую массивному металлу, однако в отличие от него частицы имели отрицательный заряд, были гидрофобными с температурой плавления $\sim 700^\circ\text{C}$. Примером высокой реакционной способности малых частиц может служить образование металлического силицида после обработки частицами серебра подложки из кремния или образование оксида серебра при взрывном разложении в камере с кислородной атмосферой. Распределение частиц по размерам во всех случаях проведения взрывного разложения имело вид

$$N = 1 - (1 - 2/d_0) e^{-2d/d_0},$$

где d_0 — средний размер частиц серебра.

Быстрое (термическое) и медленное (радиационное) разложение AgN_3 в смесях органических наполнителей показало, что дисперсность частиц металла лежит в диапазоне 1—30 нм, причем система частиц, полученная быстрым разложением, имела устойчивую кристаллическую структуру, а частицы, сформированные радиационным разложением, являлись термодинамически неравновесной системой. Неустойчивость

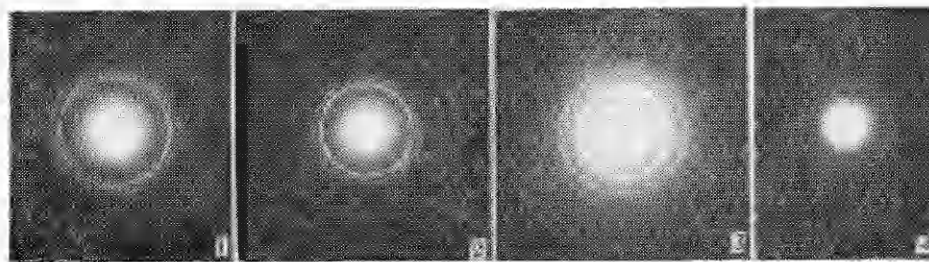


Рис. 2. Электрограммы частиц серебра.

1 — взрывное разложение; 2 — радиационное разложение; 3, 4 — то же, после хранения 1 и 2 мес.



Рис. 3. Распределение частиц серебра по размерам.
1 — радиационное разложение в глицерине; 2 — взрывное разложение в глицерине; 3 — то же, после добавления этилового спирта.

таких частиц подтверждается дифракционными картинками медленных электронов (рис. 2), снятыми с одних и тех же препаратов по мере их старения. На рис. 3 представлены кривые дисперсного распределения частиц серебра после взрывного разложения азид серебра в глицерине, полученные с помощью малоуглового рентгеновского рассеяния. Характерная черта частиц серебра, полученных разложением AgN_3 в органических средах, состоит в протекании коалесценции частиц металла при добавлении в смесь полярных растворителей. Например, при добавлении в смесь глицерина с дисперсным серебром этилового спирта происходит трансформация кривой дисперсного распределения частиц в сторону больших размеров.

Таким образом, на основании проведенных исследований по взрывному разложению азид серебра установлено, что твердофазная реакция такого типа может служить средством для получения ультрадисперсного металла, причем в зависимости от интенсивности и вида подводимой энергии для инициирования разложения формирование частиц можно регулировать в интервале времен 10^{-6} — 10^7 с. Исследование полученных частиц серебра позволило определить их структуру и некоторые физико-химические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боуден Ф., Иоффе А. Быстрые реакции в твердых веществах.— М.: ИЛ, 1962.
2. Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ.— М.: Машиностроение, 1975.

Поступила в редакцию 20/VI 1986,
после доработки — 25/XII 1986

О ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Ю. Н. Кузнецов
(Новосибирск)

Явления, сопровождающие взаимодействие ударных волн (УВ) с клиновидными полостями в металлах, обсуждаются в работах [1—4]. Теоретическое и экспериментальное исследования течения металла при падении УВ на клиновидную полость проведены в [1]. Полученное для звукового приближения решение позволяет построить профиль свободной границы полого клина в процессе схлопывания. Расчетная форма свободной границы схлопывающего клипа вычислена для стационарной УВ в акустическом приближении. Приведенные экспериментальные результаты, полученные при нагружении образцов генератором плоской УВ, показали, что изменение длины волн λ находится в соответствии с автомодельностью задачи [3, 4]. Экспериментально определенная зависимость длины волн, образовавшихся на контактных поверхностях, от расстояния до вершины клина x имеет вид

$$\lambda/x = (A + B\gamma)\gamma, \quad (1)$$

где γ — угол скоса нагружаемых элементов.