

УДК 533

Соболев В.В., д-р технических наук, профессор

Куливар В.В., аспирант

Национальный технический университет «Днепровская политехника», г Днепр, Украина

Курляк А.В., руководитель группы по технологии изготовления высокоэнергетических компонентов

Балакин О.А., руководитель группы по технологии взрывчатых смесей,
Государственное предприятие «Научно-производственное объединение «Павлоградский химический завод», г. Павлоград, Украина

СВЯЗЬ ЭНЕРГИИ ИОНИЗАЦИИ ОДНОАТОМНЫХ ГАЗОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ИХ НАГРЕВАНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

Методы получения метастабильных структур в литературе ограничиваются главным образом описанием традиционных стационарных установок [1-5], которые в силу заложенных физических и конструктивных принципов не могут реализовать возможность получения переохлажденных расплавов динамическим методом. В [6] предложен способ закалки расплава как продукта ударно-волновой обработки (скачкообразный переход из области сверхвысоких давлений и температур к нормальным условиям), рис. 1.

Для реализации предложенных процессов было использовано устройство, ранее описанное в [7], и учтены физические особенности течения кумулятивных процессов [8-10]. Использование пористых материалов в атмосфере инертного газа необходимо для увеличения нагрева материала до сверхвысоких температур в процессе ударного сжатия и исключения влияния кислорода воздуха на химический состав полученных фаз. Подбор инертных газов и определение температуры при ударном сжатии находим из графической зависимости, приведенной на рис. 2 (кривые построены по экспериментальным данным, приведенным в [11,12]). С увеличением порядкового номера элемента температура разогрева (при прохождении ударной волны постоянной интенсивности) увеличивается, что, вероятно, связано с уменьшением потенциала ионизации внешнего электрона.

При эксплуатации устройства по предлагаемому способу обработки взрывом с последующей закалкой в [6] получена аморфная фаза $Fe_{80}P_{13}C_7$ в виде массивной пленки толщиной 390 – 610 мкм. Доказательством аморфности служат виды рентгенограмм, аналогичные рентгенограммам жидкости. Съемка производилась в молибден монохроматизированном излучении. Дифференциальный термический анализ зафиксировал значительный эффект тепловыделения, т. е. выделения запасенной энергии, что соответствует переходу образца из аморфного состояния в кристаллическое при нагревании.

Экспериментальные результаты [6,7] и очевидная закономерная связь между температурой нагрева газов и энергией ионизации, которая следует

из рис. 2, имеет косвенное подтверждение на примере сферической кумуляции ударной волны [13].

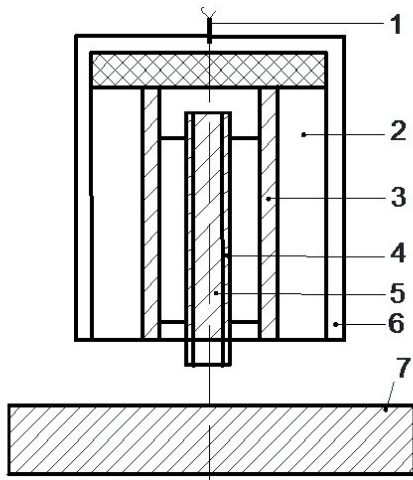


Рис. 1. Устройство ударно-волновой обработки пористых материалов:

- 1 — детонатор; 2 — заряд ВВ;
- 3 — цилиндрический ударник;
- 4 — цилиндрический контейнер»
- 5 — пористый материал;
- 6 - инициирующее ВВ;
- 7 — металлическая мишень

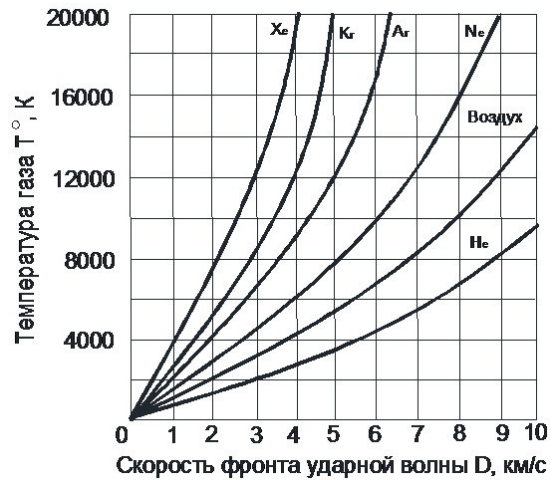


Рис. 2 Зависимость температуры в ударно-сжатом газе от скорости прохвонения ударной волны

Физический эффект, заключающийся в том, что различные газы в ударной волне нагреваются до существенно различных по величине температур, использован в процессах динамического синтеза поликристаллов алмаза и чаолита в цилиндрических устройствах ударного сжатия [14,15]. Практическое применение данной закономерности может быть эффективным при производстве патронированных эмульсионных взрывчатых веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Структура, свойства и получение твердых нанокристаллических покрытий, осаждаемых несколькими способами / В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Н.А. Азаренков, Г.В. Кирик, Н.К. Ердыбаева, В.В. Понарядов // Успехи физ. мет. / Usp. Fiz. Met. 2007, т. 8, с. 171–246.
2. Малинов Л.С. Получение метастабильного аустенита в поверхностном слое сталей и реализация эффекта самозакалки при нагружении для повышения их абразивной износостойкости // Металл и литье украины. – 2010. – № 8. – С. 19-23.
3. Соколов О.В. Структурная инженерия вакуумно-плазменных покрытий фаз внедрения // Журнал нано- та електронної фізики Journal of nano- and Electronic Physics. – 2016. – Том 8, № 2. – С. 02024(7с).

4. Коробов Ю.С., Филиппов М.А., Макаров А.В. и др. Стойкость наплавленных слоёв и напыленных покрытий со структурой метастабильного аустенита против абразивного и адгезионного изнашивания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – т.17, №. – С. 223-230.

5. Металлополимерные нанокompозиты. Получение, свойства, применение В.М.Бузник, В.М.Фомин, А.П.Алхимов и др. – Новосибирск: Из-во СО РАН, 2005. – 260 с. (Интеграционные проекты СО РАН, вып. 2)

6. Соболев В.В. Ударноволновое разделение химических соединений и смесей материалов на компоненты //Сб. научн. тр. Обогащение полезных ископаемых. – Киев: Техника. – 1987.-№7.-С.63-68.

7. Соболев В.В. Получение аморфного покрытия при ударноволновой обработке сплава Fe80P13C7 // Высокоэнергетическая обработка материалов. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 1997. – С. 170-173.

8. Аганин А.А., Халитова Т.Ф. Сильное сжатие среды в сфероидальном кавитационном пузырьке //Ученые записки Казанского университета. Физико-математические науки. – 2015. – Том 157, кН. 1. – 91-100.

9. Молчалов М.А., Илькаев Р.И., Фортон В.Е. и др. Термодинамические свойства неидеальной плазмы гелия при квазиизэнтропическом сжатии в 575 раз давлением 3000 ГПа // Письма в ЖЭТФ. – 25 апреля 2015. – Т. 101, вып.9. – С.575-582.

10. Даниленко В.В. Взрыв: физика, техника, технология . – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 784 в.

11. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений.э – М.: Наука, 1966. – 685 с.

12. Цикулин М.А., Попов Е.Г. Излучательные свойства ударных волн в газах. – М.: Наука, 1977. – 176 с.

13. Соболев В.В., Шиман Л.Н. Оценка возможной опасности взрыва в процессе газогенерации эмульсионных взрывчатых веществ // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. – 2009. – Вип. 6 (59). – С. 164–168.

14. Соболев В.В. Влияние длины цилиндрического пористого образца на степень сохранения при ударном сжатии / Физика и химия обработки материалов. –Д.: Лира, 2004.С. 20-23.

15. Соболев В.В. , Барабан В.П., Дидык Р.П. и др. Чаоит – третья сверхтвердая полиморфная модификация углерода / Физика и химия обработки материалов. –Д.: Лира, 2004. С. 26-27.