

РЕГИСТРАЦИЯ ДЕБАЕГРАММЫ АЛЮМИНИЯ, СЖАТОГО УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

Л. А. Егоров, Э. В. Ниточкина, Ю. К. Орехин

Имеются работы [1 - 3], где показана возможность использования рентгеновского излучения длительностью $\sim 10^{-7} \div 10^{-6}$ сек для регистрации интерференций поликристаллов, а также приведены данные об эффективности средств регистрации мягковолнового рентгеновского излучения при использовании различных типов источников рентгеновских лучей. Заметные успехи, достигнутые в последнее время в развитии этой методики, позволяют применить ее для рентгеноструктурных исследований веществ, сжатых ударными волнами.

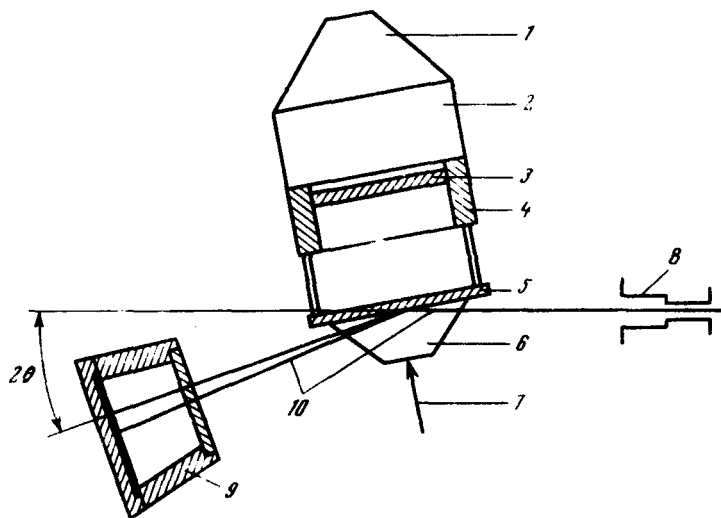


Рис. 1. Схема расположения аппаратуры для регистрации дебаеграммы алюминия, сжатого ударной волной: 1 - линза для создания плоской ударной волны, 2 - заряд ВВ, 3 - алюминиевый ударник, 4 - свинцовое сопло, 5 - исследуемый образец, 6 - подпорная пластина из лития, 7 - электроконтакт для фиксирования момента выхода ударной волны на свободную поверхность литиевой пластины. Контакт необходим для синхронизации рентгеновской экспозиции с нужной фазой динамического нагружения образца, 8 - коллиматор, 9 - сохраняемая кассета с рентгенопленкой, 10 - путь рентгеновского луча

В настоящей статье приводятся экспериментальные результаты регистрации рентгеновской дебаеграммы алюминия, сжатого ударной волной. Зарегистрирован участок дебаеграммы с отражениями от атомных плоскостей (111) и (200). В экспериментах использовалось излучение K_{α} Mo, $\lambda = 709 \text{ \AA}$ при времени экспозиции $\sim 6 \cdot 10^{-7}$ сек. Рентгенов-

ское излучение, отраженное от исследуемого образца, регистрировалось высокочувствительной рентгеновской пленкой с усиливающими экранами. Диапазон регистрируемых углов по шкале 2 θ составлял величину в 20°. На рис. 1 представлена схема опыта, в котором проводились рентгеноструктурные съемки. Алюминиевая пластина разгоняется продуктами взрыва ВВ до скорости $w = 4,1$ км/сек и тормозится об исследуемый образец (5), создавая в нем ударную волну с амплитудным значением давления в 450 кбар. На границе образца (5) с литиевой пластиной (6) ударная волна распадается: в литии распространяется ударная волна интенсивностью в 140 кбар, в образце – волна разрежения, снижающая давление до его значения в литии. На рис. 2 в координатах

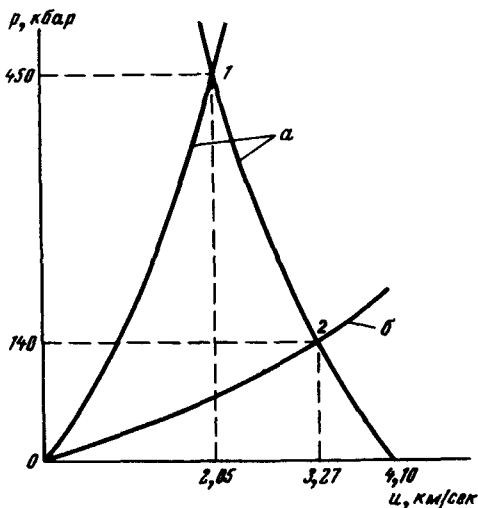


Рис. 2. Диаграмма процесса динамического сжатия алюминия в координатах массовая скорость u – давления p : a – ударная адиабата алюминия, $б$ – ударная адиабата лития. 1. Состояние образца и ударника при столкновении. 2. Состояние образца при рентгеноструктурной съемке

массовая скорость-давление представлена диаграмма динамического сжатия образца¹⁾. Точка (1) на рис. 2 соответствует состояниям, возникающим в образце и в ударнике при их столкновении, точка (2) отвечает состоянию образца после его разгрузки в литий. В этом состоянии проводились рентгеноструктурные съемки алюминия. Как показали оценки, давление нагружения алюминия ($p = 140$ кбар) в нашем случае сохраняется на время $\sim 1,5 \cdot 10^{-6}$ сек, которое примерно вдвое больше времени экспозиции рентгеновского генератора [3] и позволяет воспользоваться описанной там техникой съемок. Рентгеноструктурные съемки образца, сжатого ударной волной, производились сквозь пластину из лития (6) рис. 1.

На рис. 3 приведены две дебаграммы алюминия: слева – предварительный снимок (ненагруженный образец), справа – снимок под давлением. Разница по углу 2θ между соответственными отражениями на взрывном и предварительном снимках состоит из суммы двух частей. Первая отвечает изменению параметра кристаллической решетки алюминия, сжатого ударной волной, вторая соответствует кинематическому сдвигу рентгеновского луча, отраженного от образца, движущегося с массовой

¹⁾ Данные по динамической сжимаемости алюминия и лития взяты из [4, 5].

скоростью $v = 3,27 \text{ км/сек}$ (рис. 2). Вклад второй части может быть сделан равным 0, если включить рентгеновскую экспозицию в момент прихода ударной волны на границу контакта алюминия с пластиной из лития. В опыте, результат которого представлен здесь, включение рентгеновской экспозиции было осуществлено на $\sim 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ сек}$ позднее, что привело к примерно равному вкладу обоих эффектов в величину отклонения отраженного рентгеновского луча на взрывном снимке.

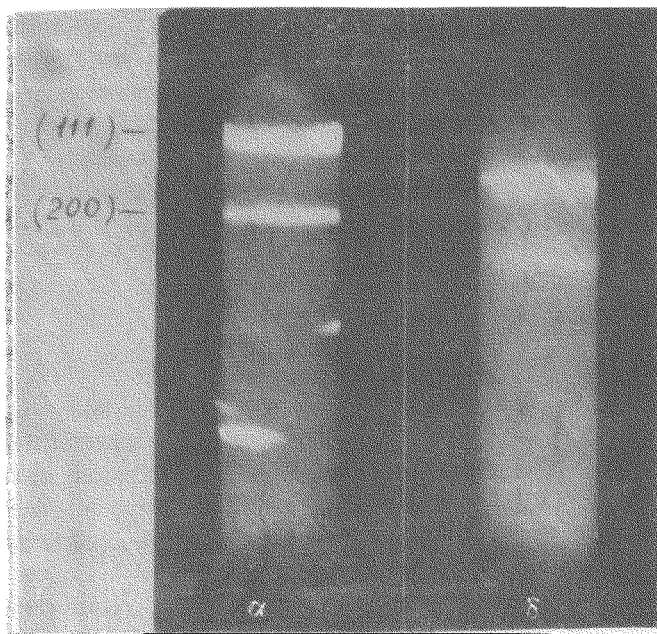


Рис. 3. Дебаеграмма алюминия с отражениями от кристаллографических плоскостей (111) и (200): а – предварительный снимок (ненагруженный образец), б – снимок образца, сжатого ударной волной

В заключение отметим, что факт существования за фронтом ударной волны кристаллического порядка, достаточного для регистрации рентгеновских дифракционных картин, получил свое подтверждение и для ионного соединения LiF в недавно опубликованном сообщении [6]. Очевидно время, в течении которого кристаллическая структура приходит к новому равновесному состоянию, мало по сравнению со временами примененных рентгеновских экспозиций.

Авторы благодарны В.Н.Герману за помощь в работе.

Поступила в редакцию
3 мая 1972 г.

Литература

- [1] Н.И.Завада, М.А.Манакова, В.А.Цукерман. ПТЭ, 2, 164, 1966.
- [2] Q. Johnson, R.N.Keeler, J.W.Lyle. Nature, 213, 1114, 1967.
- [3] Л.А.Егоров, А.А.Лукашев, Э.В.Ниточкина, Ю.К.Орекин. ПТЭ, 2, 200, 1968.
- [4] Л.В.Альтшулер. УФН, 85, 197, 1965.
- [5] А.А.Баканова, И.П.Дудолодов, Р.Ф.Трунин. ФТТ, 7, 1615, 1965.
- [6] Q. Johnson, A.Mitchell, R.N.Keeler, L.Evans. Phys. Rev. Lett., 25, 16, 1970.