

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 662.215.2

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕДИ И МОЛИБДЕНА
ПРИ ВЗРЫВНЫХ НАГРУЗКАХ**

*Л. Д. Аникина, Г. И. Бердичевский,
В. И. Мали, Т. М. Соболенко*
(Новосибирск)

При наблюдении в металлографический микроскоп зоны соединения пары медь — молибден, полученной сваркой взрывом, отчетливо видно (рис. 1), что хорошо травящиеся зоны соединения на границе состоят из тонкодисперсных (светлых) чешуек и темно-травленного поля; есть зоны с четкой границей раздела двух материалов и зоны слабой травимости.

Для определения состава на рентгеновском микроанализаторе исследовались 10 участков зоны. Из них два участка, в которых наблюдалась четкая граница раздела, имели бездиффузионный переход, три участка с повышенной травимостью имели ширину зоны перемешивания 8, 10, 14 мк и относительно постоянный состав по сече-



Рис. 1. Микрошлиф сварного шва молибден — медь

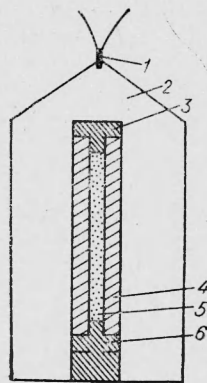
нию каждой зоны. Однако последние три участка содержали 20, 25 и 35% молибдена соответственно (остальное медь). На двух участках, где отсутствовала травимость, наблюдался плавный переход концентраций на ширине 10 мк, на третьем участке обнаружено плавное падение концентрации меди на ширине 10 мк до 70%, а далее — резкий бездиффузионный переход. В двух случаях в зоне перемешивания были зафиксированы довольно крупные куски молибдена. Из полученных результатов можно видеть, что в зоне перемешивания раздробление каждого элемента на отдельные кусочки в большинстве случаев происходит до размеров более мелких, чем размеры электронного пучка. Перемешивание может быть как довольно равномерным на значительных по ширине участках, так и послойным. Не исключена возможность, что раздробление и перемешивание металлов идет вплоть до молекулярного уровня, а интенсивный теплоотвод приводит к фиксации этого необычного для системы медь—молибден состояния.

Поскольку такие разнообразные виды структур и состав небольших участков наблюдались на одном и том же шлифе пары молибден—медь, сваренных взрывом, то проведение рентгеноструктурного анализа непосредственно данной зоны соединения является весьма сложной задачей. Для дальнейшего исследования системы Мо—Си был использован метод совместного взрыва обжатия порошков молибдена и меди. Опыты проводились в стальных цилиндрических ампулах с наружным диаметром 20 мм, внутренним — 8 мм; длина полости с исследуемой смесью порошков равнялась 160 мм. Ампула (рис. 2) располагалась по оси цилиндрического заряда литого ТГ (тротил — гексоген 50/50) диаметром 80 мм. Набивка порошков производилась тремя способами:

1) вся ампула заполнялась равномерно перемешанной

Рис. 2. Схема взрывного обжатия веществ в цилиндрической ампуле.

1 — детонатор; 2 — взрывчатое вещество; 3 — верхняя пробка ампулы; 4 — ампула; 5 — исследуемое вещество; 6 — нижняя пробка с откольным элементом.



смесью порошков Мо—Си в весовом отношении 50/50;

2) верхняя половина по высоте ампулы заполнялась порошком Си, нижняя — Мо;

3) верхняя половина ампулы заполнялась порошком Мо, нижняя — Си.

Средняя начальная плотность заполнения ампулы порошком по первому способу составляла 3 г/см^3 , начальные плотности набивки Мо — $3,1 \text{ г/см}^3$ и Си — $2,6 \text{ г/см}^3$ (способы 2, 3).

При набивке ампул смесью порошков по первому способу было трудно провести какие-либо оценки параметров состояния исследуемых веществ в момент обжатия из-за отсутствия данных по ударным адиабатам двухкомпонентных пористых сред.

Состояние верхнего порошка (способы наполнения 2, 3) в момент обжатия¹ и распад разрыва на границе раздела двух порошков можно рассчитать, если известны ударные адиабаты обоих порошков. Меняя расположение двух веществ с различной акустической жесткостью относительно друг друга по высоте ампулы, можно получить различные условия обжатия веществ, находящихся в контакте. Такие эксперименты представляют интерес из-за возможности сохранения веществ при высоких давлениях (отношение максимального давления в ударной волне, проходящей через поверхность раздела между двумя конденсированными средами, к давлению в падающей волне равно 4 по [2]).

В настоящей работе обжатая смесь Мо—Си исследовалась рентгенографически в излучении Си (анод). Образцы для исследования представляли собой порошок, набитый в чехлики из цепон-лака. Исследования велись по всей высоте ампулы.

Наиболее интересные результаты получены в случае обжатия порошков Мо—Си, набитых третьим способом. Верхняя часть ампулы после вскрытия представляла собой

¹ В работе [1] экспериментально обнаружено наличие маховского отражения в вершине конической ударной волны,двигающейся по веществу, сжимаемому в цилиндрической ампуле. Измеренная скорость распространения головной волны Маха равна скорости детонации используемого ВВ. Этот результат справедлив для жидких, твердых и пористых веществ. Из ударной адиабаты вещества, записанной в координатах скорость ударной волны — массовая скорость, можно сразу определить массовую скорость, а из законов сохранения массы и импульса найти давление и плотность за фронтом головной волны.

плотно спрессованный молибден, нижняя — крупнозернистую медь, а центральная часть (~40 мм) — зону перемешивания молибдена и меди. Рентгенографически зафиксировано в центральной части смещение линий Мо в сторону больших углов по сравнению с линиями исходного материала. Как видно из рис. 3, положение линий меди после обжата не изменилось. Наблюдаемое смещение линий Мо свидетельствует об уменьшении параметра решетки, что связано, очевидно, с образованием твердого раствора Си — Мо (раствор замещения).



Рис. 3. Рентгенограммы.

а) исходная смесь молибден — медь, б) смесь молибден — медь, обжатая в ампуле (центральная часть).

Положение линий на рентгенограммах, снятых с обжатого вещества в нижней и верхней частях ампулы, не изменилось. На рентгенограммах смеси Мо и Си, обжатой по способу 1 и 2, также не удалось обнаружить смещения линий Мо и Си.

Состав кристаллов в зоне смеси Мо и Си изучался на микрозонде. Получено, что в молибдене находится 3—5% Си, а в меди молибден практически не содержится. По литературным данным [3], в системе Мо — Си не зафиксирована растворимость ни в твердом, ни в жидком состоянии.

Полученный твердый раствор Си — Мо можно объяснить только явлениями, происходящими во фронте ударной волны.

Поступила в редакцию
14/III 1969

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Ададулов, А. Н. Дремин и др. ФГВ, 1967, 3, 2.
2. P. K. Salzman. A. IAA J, 1964, 2, 2, 359.
3. Н. Хансен, К. Андерко. Структуры двойных сплавов. М., ИЛ, 1962.

УДК 662.215.2

УДАРНОЕ СЖАТИЕ СМЕСИ ПОРОШКОВ $TiO_2 + BaCO_3$

А. А. Дерibas, А. М. Ставер

(Новосибирск)

Смесь порошков TiO_2 (29%) + $BaCO_3$ (71%) подвергалась ударному сжатию в цилиндрических ампулах по методике [1]. После взрыва зарядов гексогена весом 150 и 200 г смесь представляла собой монолитный цилиндрический брикет диаметром 2—4 мм, имеющий желтовато-зеленую окраску. Изучались физические свойства обжатой смеси, в частности пьезоэлектрические свойства. Измерялись диэлектрические потери, диэлектрическая проницаемость и электрическое сопротивление. Проводилось рентгенографирование на аппарате УРС-70.

Для изучения пьезоэлектрических свойств из обжатой смеси вырезались цилиндрические образцы высотой 1—5 мм. На торцевые поверхности напылялись серебряные контакты; после этого цилиндрические блоки помещались между двумя латунными стержнями (схема пьезоэлектрического датчика для измерения параметров ударных волн). Таким образом, латунь касалась торцевых поверхностей цилиндров через слой серебра (толщина 500 Å).