

**Отработка методики получения катодов-мишеней
из комплексных силицидов с использованием деформационного воздействия**

Студенты гр. 10405117 Касперович И.А.,
гр. 10402117 Кузнецов Н.И. гр. 10405119 Хорольский П.Д.
Научные руководители – Слуцкий А.Г., Кулинич И.Л.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Ранее выполненные экспериментальные исследования показали перспективность изготовления «чипс»-лигатуры деформационным методом [1–2]. Был предложен использовать данный метод и при изготовлении катодов-мишеней для нанесения защитных покрытий. В основу данного процесса положена методика, включающая плавку комплексного силицида в литые заготовки последующее их измельчение до требуемой фракции и на завершающем этапе получение готового изделия методом деформации. Разработанная методика прошла предварительное апробирование в лабораторных условиях. Для этого была изготовлена технологическая оснастка, позволяющая методом прессования получать брикеты комплексных силицидов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Технологическая оснастка для отработки режимов деформации порошка комплексного силицида (а) и опытный образец полученного брикета (б)

Экспериментально было подобрано усилие прессования порошка силицида, которое составило порядка 7-10 т/см², что обеспечило начальную технологическую прочность. По такому режиму были изготовлены брикеты, общий вид которых представлен на рисунке 1 (б). В дальнейшем брикеты силицида прошли термическую обработку в виде отжига и спекания по различным режимам (нагрев до температур 200, 400, 600 и 800 °С, выдержка в течении 2 часов и охлаждение с печью). Для оценки влияния термообработки на прочность брикетов на лабораторном прессе Р-5 с использованием стального шара диаметром 25,4 мм были проведены испытания на их прочность. Установлено, что максимальную прочность (усилие 0,4 т.) имел брикет силицида, обработанный при температуре 800 °С. Термическая обработка при более низких температурах (до 400 °С) не оказала существенного влияния на прочность брикета.

На следующем этапе были проведены экспериментальные исследования процесса получения катода-мишени из порошка комплексного силицида Si-Ni-Ti с использованием прессования с последующей высокоскоростной ударной деформацией. Для этого был использован пресс кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением» им. С.И.Губкина с усилием в 100т, а также копер для высокоскоростной ударной деформации (рисунок 2).



а)



б)

Рисунок 2 – Общий вид оборудования для прессования (а) и технологической оснастки в сборе (б)

Схема прессования катода-мишени приведена на рисунке 3. Матрица (1), изготовленная из инструментальной стали имеет форму катода-мишени, который используется при нанесении покрытий с использованием вакуумных ионно-плазменных источников. Корпус пресс-формы (3) позволяет центрировать пуансон (2) в процессе прессования порошка силицида (6). Для предотвращения попадания порошка между матрицей (1) и пятой прессформы (5) предусмотрен вкладыш (4).

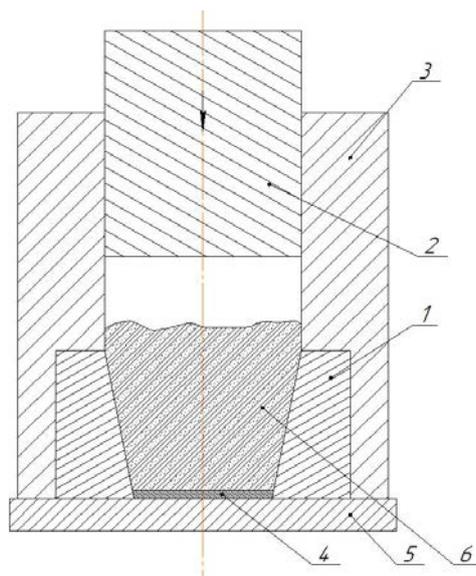


Рисунок 3 – Схема прессования катода-мишени из порошка комплексного силицида:

- 1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – корпус пресс-формы;
4 – вкладыш; 5 – пята; 6 – порошок силицида

Были проведены расчеты усилия прессования, которые позволили определить необходимую навеску порошка комплексного силицида при получении готового катода.

В качестве исходного материала использовали порошок комплексного силицида Si-Ni-Ti фракцией <80мкм (получен сплавлением металлических компонентов в слитки, с последующим размолотом до нужной фракции). Расчетная навеска порошка комплексного силицида фракцией менее 0,08 мм загружалась вместе с пластификатором в матрицу и подвергалась вначале прессованию с усилием не менее 80 тонн, а затем высокоскоростной деформации с использованием специального бойка массой 60 кг (рисунок 4).

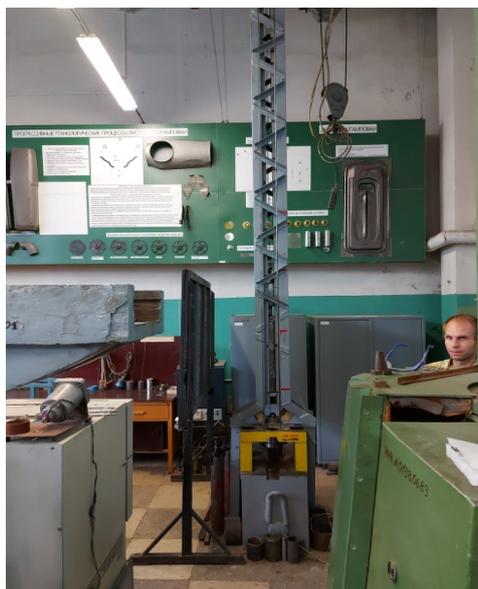


Рисунок 4 – Общий вид лабораторной установки для высокоскоростной ударной деформации

В дальнейшем полученная заготовка катода-мишени извлекалась из матрицы и подвергалась термической обработке по специальному режиму. На рисунке 5 представлена фотография опытного образца.



Рисунок 5 – Опытный образец катода-мишени

Заключение

1. В лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования по отработке процесса получения катода-мишени из порошка комплексного силицида с использованием предварительного прессования и последующей высокоскоростной ударной деформацией.

2. Получены опытные образцы заготовок катодов-мишеней и проведена их термическая обработка.

Список использованных источников

1. Использование сфероидизирующей «чипс»-лигатуры на основе меди, содержащей наноразмерные частицы оксида иттрия, для высокопрочного чугуна / А.Г. Слуцкий [и др.] // Литье и металлургия, 2016. – №1. – С. 130–135.

2. Особенности получения катодов-мишеней из комплексных силицидов для вакуумных ионно-плазменных источников литейно-деформационным методом / И.А. Иванов [и др.] // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2019. – Вып. 40. – С. 90–95.