

МОДЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Мартусевич Е. В., Будовских Е. А., Громов В. Е.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия
gromov@physics.sibsiu.ru

В работе выполнен совместный анализ ряда взаимосвязанных процессов, сопровождающих электровзрывное легирование материалов. Электровзрыв круглых тонких фольг осуществляли по торцевой коаксиальной схеме в малом объеме конической разрядной камеры, стенки которой переходили в направляющее сопло.

Во-первых, были рассмотрены особенности формирования из гетерогенных продуктов взрыва проводников импульсных плазменных пучков, служащих инструментом воздействия на поверхность. Получено аналитическое выражение, позволяющее подобрать необходимые условия взрыва в зависимости от электрофизических и механических свойств материала фольги, а также от ее толщины и диаметра, с тем, чтобы разрушение фольги происходило по механизму собственно электрического взрыва в первой четверти периода разрядного тока. Это дает возможность уменьшить содержание конденсированных частиц в продуктах взрыва и увеличить содержание плазмы.

При коаксиальном электровзрыве фольги ее разрушение начинается от центрального электрода и распространяется к внешнему кольцевому электроду в процессе возрастания значения силы тока. При этом на продукты взрыва, истекающие из сопла, помимо газодинамического, действует также и магнитное давление, которое наиболее велико вблизи кромки центрального электрода и быстро убывает с увеличением расстояния от нее. Поэтому в процессе разряда накопителя энергии через проводник конденсированные компоненты продуктов взрыва отстают от плазменных компонентов. В результате этого формируется структура пучка с быстрым высокоэнтальпийным фронтом, постепенно переходящим в относительно медленный гетерогенный тыл. Данная особенность структуры пучка во многом определяет результаты электровзрывной обработки.

Вторая часть работы включала анализ тепловых процессов обработки. Поглощающая плотность мощности на оси пучка при взаимодействии его с поверхностью прямо пропорциональна площади зоны плазменного воздействия, которую рассчитывали по радиусу границы струи для заданного расстояния поверхности от среза сопла. При этом оказалось, что уменьшение диаметра канала сопла приводит к увеличению угла наклона вектора скорости плазмы на кромке сопла и, как следствие, к увеличению радиуса струи. В то же время, тепловое воздействие на поверхность уменьшается с ростом диаметра центрального электрода. В связи с этим поглощающая плотность мощности с изменением диаметра сопла может изменяться немонотонно.

Заключительная часть работы состояла в модельном описании степени легирования расплавляемой поверхности при взаимодействии с пароплазменным компонентом пучка. Кинетику легирования описывали выражением для потока плазмы через поверхность в виде экспоненциальной функции температуры, достигаемой на поверхности в конце импульса воздействия. Было показано, что степень легирования возрастает прямо пропорционально интенсивности воздействия.