

## Применение метода магнитно-импульсной обработки для разрушения материалов

Магистрант гр.50424022 Карпей Ф.С.

Научный руководитель – Минько Д.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В основе магнитно-импульсной обработки лежит явление электромагнитной индукции: при создании в области пространства у поверхности проводящего материала импульса магнитного поля в последнем индуцируются вихревые электрические токи [1]. В результате взаимодействия этих токов с магнитным полем возникают пондеромоторные силы (силы Ампера), которые и обеспечивают необходимое формоизменение заготовки.

Это явление может быть использовано для разрушения материалов. Например, если в массиве материала предварительно пробурить шпур, а затем воздействовать на стенки шпура импульсным магнитным давлением, возникающим при разряде конденсаторной батареи через помещенный в шпуре индуктор и передаваемым с помощью охватывающей индуктор тонкостенной оболочки из материала высокой проводимости (например, алюминия), то можно достаточно эффективно разрушить массив материала.

Одним из таких методов разрушения является удар по его свободной поверхности металлической пластиной, разогнанной импульсным магнитным полем [1]. При разряде конденсаторной батареи через плоский спиральный индуктор размещенная в непосредственной близости от него металлическая пластина разгоняется и ударяет по массиву материала (рисунок 1). При этом индуктор создает импульсное магнитное поле, индуцирующее вихревые электрические токи в расположенной над ним пластине. Взаимодействие этих токов с магнитным полем индуктора и создает ускоряющую силу. Скорость, приобретаемая пластиной под действием импульсного магнитного поля, как показывают оценки, может достигать нескольких сот метров в секунду [2].

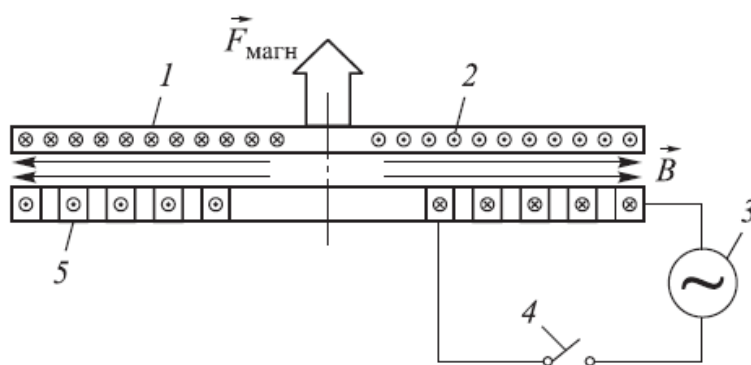


Рисунок 1 – Схема магнитно-импульсного метания металлических пластин:

1 – металлическая пластина; 2 – индукционные токи; 3 – источник энергии;

4 – коммутатор; 5 – плоский спиральный индуктор;

$F_{\text{магн}}$  – электромагнитная сила;  $B$  – индукция магнитного поля

Эксперименты показали [2], что удар пластиной, разогнанной до большой скорости (около 300 м/с), может быть эффективно использован, например, при очистке массивных стальных стержней от чугунного покрытия.

Основой экспериментальной энергетической метательной установки является конденсаторная батарея, взаимосвязанная с плоским спиральным индуктором. Металлический ударник в форме пластины располагается над одним из торцов индуктора с небольшим зазором.

При срабатывании разрядного коммутатора в электрической цепи начинает протекать импульсный электрический ток и в зазоре между индуктором и пластиной возникает магнитное поле, разгоняющее пластину.

Ключевым моментом, определяющим эффективность процесса электромагнитного ускорения пластины, является создание оптимальных условий для преобразования электрической энергии, первоначально запасенной в накопителе, в кинетическую энергию движения пластины.

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: данный метод разрушения более эффективен, чем осуществление обычного электрического взрыва в жидкости, однако имеет тот же недостаток – необходимость предварительного образования шпуров в разрушаемом материале, что существенно повышает трудоемкость технологии. Одна из основных проблем, возникающих при практической реализации магнитно-импульсного метания пластин и существенно снижающих конкурентоспособность этого способа разгона по сравнению со взрывным метанием, связана с габаритно-массовыми характеристиками источника электрической энергии – для достижения скорости метания 1 км/с пластин, имеющих характерную массу порядка 1 кг, требуется источник энергии весьма больших размеров [2]. В связи с этим актуальна задача минимизации потерь энергии при преобразовании электрической энергии источника в кинетическую энергию пластины.

#### **Список использованных источников**

1 Белый, И.В. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов / И.В.Белый, С.М.Фертик, Л.Т. Хищенко. – Харьков :Изд-во ХГУ, 1977. – 168 с.

2 Бабкин, А.В. Технологии разрушения и разделения материалов на основе электродинамических воздействий / А.В. Бабкин, С.В. Ладов, С.В. Федоров // Актуальные проблемы разработки средств поражения и боеприпасов: сборник научных статей, посвящ. 80-летию каф. «Высокоточные летательные аппараты» / МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Москва, 2018. – С. 75-90.