

Магнитно-импульсная обработка материалов

Студент гр. 10402119 Кудрявцев Е.А.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Процесс магнитно-импульсной обработки материалов основан на преобразовании электрической энергии, запасенной в накопителе, в переменное магнитное поле, выполняющее работу пластической деформации заготовки или разгоняющее твердое тело. Подавляющее большинство магнитно-импульсных установок (МИУ) имеет емкостной накопитель энергии – батарею конденсаторов. Схема которого приведена на рисунке 1.

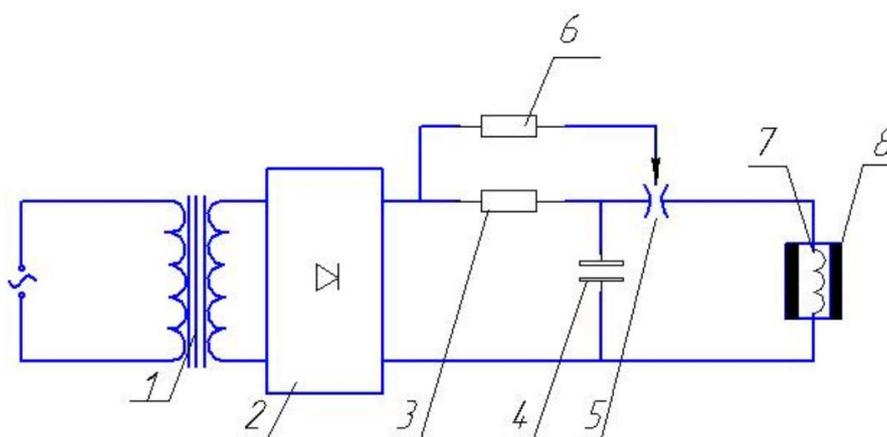


Рисунок 1 – Магнитно-импульсная установка с емкостным накопителем:

1 – повышающий трансформатор; 2 – выпрямитель; 3 – зарядное сопротивление;

4 – батарея конденсаторов; 5 – коммутатор; 6 – блок управления;

7 – индуктор; 8 – деталь

При включении установки в сеть конденсаторная батарея 4 с помощью зарядно-выпрямительного устройства, включающего в себя повышающий трансформатор 1, выпрямитель 2 и зарядное сопротивление 3, заряжается до заданного регулятором запасаемой энергии 6 напряжения, составляющего от единиц до десятков тысяч вольт.

После достижения на конденсаторной батарее заданного напряжения на поджигающий электродразрядника 5 от блока управления 6 подается поджигающий импульс, инициирующий электрический пробой рабочего промежутка разрядника и коммутирующий разрядную цепь. При протекании по индуктору 7 импульса тока вокруг индуктора создается переменное магнитное поле, которое наводит в обрабатываемой заготовке 8, изготовленной из электропроводного материала, вихревые токи, имеющие обратное по отношению к току индуктора направление. Следовательно, эту систему можно рассматривать как трансформатор, у которого в качестве первичной обмотки выступает индуктор, а заготовка является вторичной обмоткой. Ток, протекающий в разрядной цепи магнитно-импульсной установки, имеет характер затухающей синусоиды, представленной на рисунке 2.

Два параллельных проводника с токами противоположных направлений отталкиваются, взаимодействуют между собой магнитные поля токов в индукторе и в заготовке [1].

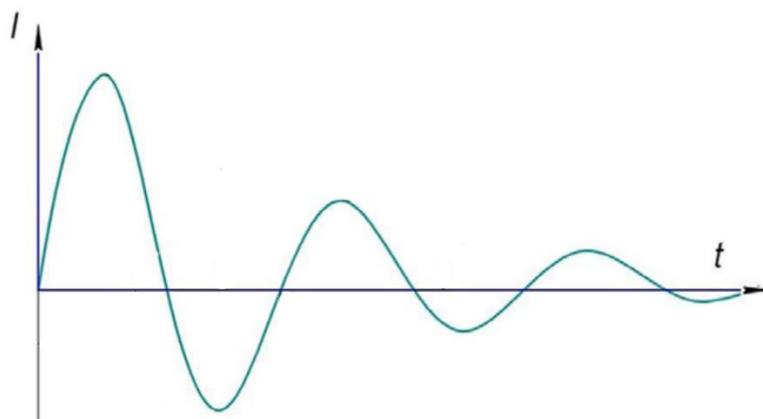


Рисунок 2 – Характер изменения разрядного тока I по времени t

Вследствие закона близости токи в индукторе и заготовке стягиваются к поверхностям, обращенным друг к другу. Степень проникновения магнитного поля в проводящую среду характеризуется величиной скин-слоя. Он равен расстоянию от поверхности проводящей среды до расстояния, на котором амплитуда тока уменьшается. Величина скин-слоя тем меньше, чем ниже удельное электрическое сопротивление материала и выше частота колебаний разрядного тока.

Два параллельных проводника с токами противоположных направлений отталкиваются, взаимодействуют между собой магнитные поля токов в индукторе и в заготовке. Сила взаимодействия проводников увеличивается по мере роста силы тока в проводниках и уменьшения расстояния между ними.

Эффективность силового воздействия на заготовку при магнитно-импульсной обработке существенно зависит от электропроводности обрабатываемого материала. Наиболее предпочтительно использовать метод для обработки материалов с высокой электропроводностью, например алюминиевых или медных сплавов.

Для создания электродинамических сил, способных деформировать обрабатываемую заготовку, необходимо обеспечить протекание по индуктору тока силой порядка десятков и сотен тысяч ампер. Естественно, что при протекании столь мощных токов в индукторе и заготовке выделяется тепло. Следовательно, при магнитно-импульсной обработке силовое воздействие на заготовку сопровождается ее нагревом. Температура нагрева заготовки определяется характеристиками разрядного тока, толщиной заготовки и физическими свойствами материала, из которого она изготовлена. Поэтому во время протекания импульса тока приповерхностные слои заготовки, обращенные к индуктору, и рабочая поверхность индуктора могут нагреваться до высоких температур. В дальнейшем за счет теплопроводности происходит перераспределение тепла по всему объему индуктора и заготовки. При обработке заготовок из алюминиевых сплавов температура заготовки после съема ее с оснастки обычно меньше $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Магнитно-импульсная обработка металлов все чаще используется на производствах, поскольку она дает широкие возможности для повышения качества выпускаемой продукции.

Также данный метод позволяет экономить на потреблении энергетических ресурсов.

Одним из достоинств установок данного типа является их полная автоматизация, – это значит, что машины можно включать в линии, которые обеспечивают высокую производительность предприятий.

Список использованных источников

1 Глущенко, В.А. Специальные виды штамповки: учебное пособие / В.А. Глущенко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – 108 с.

2 Глущенко, В.А., Технология магнитно-импульсной обработки материалов: монография / В.А. Глущенко, В.Ф. Карпучин. – Самара: Изд. дом «Федоров», 2014. – 208 с.