

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО И УСТАНОВКА ДЛЯ МАГНИТНО-ЭЛАСТОИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Магнитно-эластоимпульсная штамповка (МЭИШ) деталей из особо тонколистовых материалов (толщиной менее 0.1...0.2 мм) при размерах заготовки в плане менее 30...50 мм обладает рядом особенностей, что определяет параметры технологического устройства и магнитно-импульсной установки (МИУ), требуемой для реализации процесса. Целью данной работы являлось проектирование и создание технологического устройства и установки для МЭИШ указанного выше класса деталей.

Схема технологического устройства для МЭИШ представлена на рис. 1. Между верхней и нижней плитами 1 механического прижима расположен контейнер 2, подвижный элемент 6 и плоский спиральный индуктор 7. Внутри контейнера находится подкладная плита 3 и полиуретан 4. Индуктор подключен к МИУ 8. Конденсаторная батарея C заряжается через повышающий трансформатор Tr и высоковольтный выпрямитель B . При разряде батареи при помощи управляемого разрядника P сильный импульсный ток протекает через спираль индуктора. Возникающее давление импульсного магнитного поля перемещает подвижный элемент, создает импульсное давление в полиуретане. За счет этого давления происходит штамповка заготовки, установленной на поверхности матричного блока.

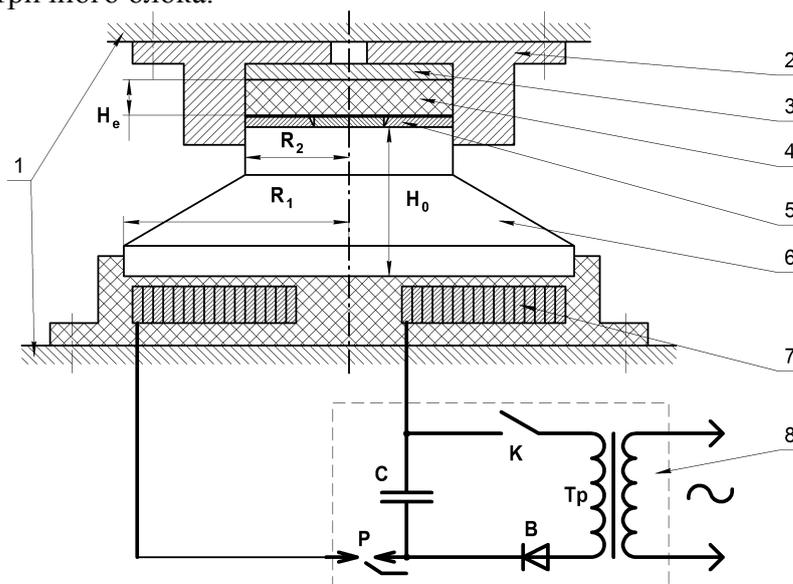


Рис. 1. Схемы технологического устройства для МЭИШ и МИУ: 1 – верхняя и нижняя плиты механического прижима, 2 – контейнер, 3 – подкладная плита, 4 – полиуретан, 5 – матричный блок с заготовкой из тонколистового металла, 6 – ступенчатый подвижный элемент, 7 – плоский спиральный индуктор, 8 – блок магнитно-импульсной установки

Связь параметров разрядного контура МИУ (емкость конденсаторных батарей C и индуктивность разрядного контура L) и основных параметров технологического устройства определяется соотношением [1]:

$$(LC) \cong (5...15) \cdot (H_0 + H_e)^2 / (E_s / \rho)^{0.5}, \quad (1)$$

при выполнении которого, эффективность преобразования давления магнитного поля в технологическое давление эластичной максимальна. В данной зависимости ρ - плотность материала подвижного элемента, а E_s - эквивалентный модуль упругости всей системы, определенный выражением:

$$E_s = (H_0 + H_e) / \left\{ R_2^2 \int_0^{H_0+H_e} [R^2(z)E(z)]^{-1} dz \right\},$$

где функция модуля продольной упругости $E(z)$ определяется зависимостями:

$$E(z) = E, z < H_0; E(z) = E_e, H_0 < z < H_0 + H_e.$$

Функция $R(z)$ меняется от величины R_1 до величины R_2 по математическому закону, определяемому формой переходного участка механического концентратора. В частности, $R(z)$ линейна для концентратора с конусным переходным участком (рис. 1).

Соотношение (1) получено на основе анализа волновых переходных процессов преобразования импульсного давления в технологическом устройстве для МЭИШ и позволяет проектировать эффективные технологические устройства для конкретных параметров разрядного контура МИУ или определять параметры разрядного контура для конкретного технологического устройства. Кроме этого, при проектировании учитывались также следующие соображения. Необходимая энергия заряда конденсаторных батарей при штамповке деталей с размерами заготовки в плане 30 мм обычно не превышает 5 кДж. Кроме того, при использовании МИУ для исследовательских целей в лабораторных условиях ВУЗа необходимо обеспечить варьирование параметров разрядного контура, безопасность работы и наглядность показа для студентов.

Спроектирована МИУ на базе конденсаторной батареи с двумя конденсаторами марки ИС 5-200 емкостью 200 мкФ с максимальным рабочим напряжением 5 кВ. Параллельное, последовательное соединение конденсаторов, а также отключение одного из них позволяет варьировать емкостью разрядного контура C на трех фиксированных уровнях 100, 200 и 400 мкФ с максимальной энергией заряда примерно до 5 кДж. Использовано зарядное устройство трансформаторного типа мощностью 500 Вт с питанием от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, которое обеспечивает на выходе напряжение на 40 % превышающее максимальное напряжение при токе до 50 мА. Учитывая относительно небольшие разрядные токи, в качестве коммутирующего элемента применен механический разрядник, обеспечивающий при относительной простоте высокую степень надежности работы.

Диаметр универсального контейнера выбран $R_2 = 30$ мм. Для данного контейнера расчетным путем определены характеристики выполненного из магниевого сплава подвижного элемента (R_1, R_2, H_0 и др.). Толщина полиуретана H_e взята 5 мм. При такой постановке искомыми являются взаимозависимые параметры – индуктивность L и радиус подвижного элемента R_1 . Установлено, что в указанном выше диапазоне варьирования емкости оптимальным является использование плоского спирального многовиткового индуктора с индуктивностью $L \geq 2 \dots 5$ мкГн.

Таким образом, по сути, разработана методика проектирования оптимальных технологических устройств и установок для МЭИШ, реализованная для конкретных типов деталей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Г.Н.Здор, А.В.Мамутов, В.С.Мамутов, Д.В.Смотраков. Металлообработка. - 2001. - №2. - С. 28-32.