

Студенты гр. 30402120: Силичев В.В., Скокова О.А.,  
Сергеенко Д.В., Хромых А.А.  
Научный руководитель – Шкурдюк П.А.  
Белорусский национальный технический университет

В данной научно-исследовательской работе мы рассмотрим процесс магнитно-импульсной штамповки, преимущества и недостатки данного способа обработки металлов давлением, а также ознакомимся с областью его применения.

Магнитно-импульсная штамповка характерна тем, что давление на деформируемую металлическую заготовку создается непосредственным воздействием импульсного магнитного поля, без участия промежуточных твердых, жидких или газообразных тел. Это позволяет штамповать детали из полированных и лакированных заготовок без повреждения поверхности, а также деформировать заготовки, заключенные в герметическую пластмассовую оболочку.

Магнитно-импульсная обработка основана на мгновенном разряде электроэнергии, накопленной в конденсаторной батарее, через соответствующий индуктор, являющийся рабочим органом. При этом в цепи индуктора протекает импульс тока, а в окружающем индуктор пространстве возникает импульсное магнитное поле высокой напряженности. Это магнитное поле индуцирует вихревые токи противоположного направления в металлической заготовке, помещенной вблизи индуктора.

При взаимодействии мощного поля индуктора с индуцированным в заготовке током и его магнитным полем возникают электромеханические (пандеромоторные) силы взаимодействия, стремящиеся оттолкнуть заготовку от индуктора и вызывающие ее деформацию. Магнитный импульс длится от 10 до 20 мкс, создавая давление от 3500 кгс/см<sup>2</sup>. до 39000 кгс/см<sup>2</sup>. Так же, как и при штамповке взрывом, длительность магнитного импульса во много раз меньше времени деформации заготовки. Поэтому импульсное магнитное поле непосредственно действует на заготовку лишь в начальный момент, после чего дальнейшая деформация заготовки происходит под действием полученного ею запаса кинетической энергии [1].

Движущаяся заготовка с высокой скоростью (300–400 м/с) ударяется о матрицу, в результате чего возникают огромные силы соударения, деформирующие заготовку. Импульсная магнитная штамповка получила довольно большое применение в промышленности при выполнении различных операций листовой штамповки: вытяжки, вырубки, пробивки отверстий, отбортовки, развальцовки труб, запрессовки штуцеров, обжатия труб и наконечников на тросах, сборки трубчатых деталей с оправками и т. п.

Весьма оригинальной операцией, осуществляемой магнитно-импульсной штамповкой, является прессование резьбы внутри металлических трубок и тонкостенных втулок по резьбовому болту или шпильке.

Магнитно-импульсная штамповка имеет ряд преимуществ перед другими высоко-энергетическими методами:

- возможность точного дозирования мощности импульсного разряда путём изменения ёмкости конденсатора (накопителя);
- повышение точности штампуемых деталей;
- сравнительно высокая производительность процесса;
- возможность автоматизации и встраивания магнитно-импульсных установок в производственный процесс;
- возможность выполнения сборочных операций;

– возможность деформирования заготовок за несколько разрядных импульсов, причём первые импульсы служат для разогрева заготовки и повышения её пластичности.

В результате применения магнитно-импульсной обработки представляется возможной штамповка листовых и трубчатых заготовок толщиной до 5 мм.

Размеры заготовок (диаметр, обрабатываемая площадь) обуславливаются запасом энергии установки, толщиной обрабатываемого материала, конструктивными возможностями индуктора и технологической оснасткой.

Наиболее эффективно магнитно-импульсным методом обрабатываются заготовки из меди, алюминия, магния и их сплавов.

Заготовки из углеродистых (Ст3, Ст10) и легированных (1Х18Н9Т, 30ХГСА) сталей, а также из титановых сплавов можно обрабатывать только с применением прокладок-«спутников», изготовленных, например, из отожженной меди марки М1 [2].

По типу применяемого инструмента и по характеру деформации обрабатываемой заготовки все операции, выполняемые на МИУ, можно разделить на три схемы: раздача, листовая формовка и обжим.

Установлено, что с использованием магнитно-импульсной обработки возможно получение биметаллических соединений, изготовление шарнирных соединений, сварка трубчатых заготовок, запрессовка труб в диски, трубных досках и т. д., соединение двух изоляционных или металлических деталей путем раздачи трубы с одновременной отбортовкой, поперечная волнистая и плоская в сечении рифтовка, формообразование выступа, продольная рифтовка, формообразование конуса, концевая раздача труб, отбортовка, пуклевка, изготовление резьбы, рифление, калибровка, пробивка отверстий, вырубка, порезка.

При использовании магнитно-импульсной обработки для листовой штамповки применяются плоские спиральные индукторы.

Технологические операции, выполняемые по схеме «листовая формовка»: сборка диска с осью, отбортовка диска, сварка двух листов металла, напрессовка втулок на оси и запрессовка вкладышей в трубах, изготовление деталей типа тарелки или днища, кольцевая заготовка, продольная и поперечная зиговка, пуклевка, неглубокая отбортовка по периферии диска, прямоугольника, круглых и прямоугольных отверстий, формовка тороидальных крышек, рельефная формовка с одновременной рихтовкой недеформируемой части заготовок, калибровка листовых заготовок, пробивка отверстий, вырубка и порезка [3].

С помощью магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» можно выполнить следующие технологические операции: соединение металлических деталей с керамикой, стеклом, пластмассой и другими неметаллическими материалами, опрессовка кабельных наконечников, соединение двух проводов соединительной трубкой, опрессовка наконечников на канаты и др., шлангов высокого давления, опрессовка труб на металлические наконечники, сварка трубчатых заготовок, поперечная волнистая, поперечная плоская в сечении и продольная рифтовка, формообразование впадины, формообразование конуса, редуцирование труб, отбортовка, пуклевка, изготовление резьбы, рифление, калибровка, пробивка отверстий и вырубка, порезка труб.

### **Список использованных источников**

1 Технология магнитно-импульсной обработки материалов / В. А. Глушечков [и др. ]. – Самара: Издательский дом «Федоров», 2014. – 208 с.

2 Магнитно-импульсная обработка материалов / А. Б. Прокофьев [и др. ]. Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2019. – 140 с.

3 Магнитно-импульсная обработка металлов: учебное пособие / А. Г. Синябрюхов [и др. ]. Томск: Издательство «ТПУ», 1996. – 46 с.