

**Формообразующие магнитно-импульсные операции**

Студент гр. 10402222 Корневский А. Р.

Научный руководитель – Шкурдюк П. А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Процесс магнитно-импульсной обработки материалов (МИОМ) 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 в батарею конденсаторов [1].

Принципиальная схема установки с емкостным накопителем энергии (рисунок 1).

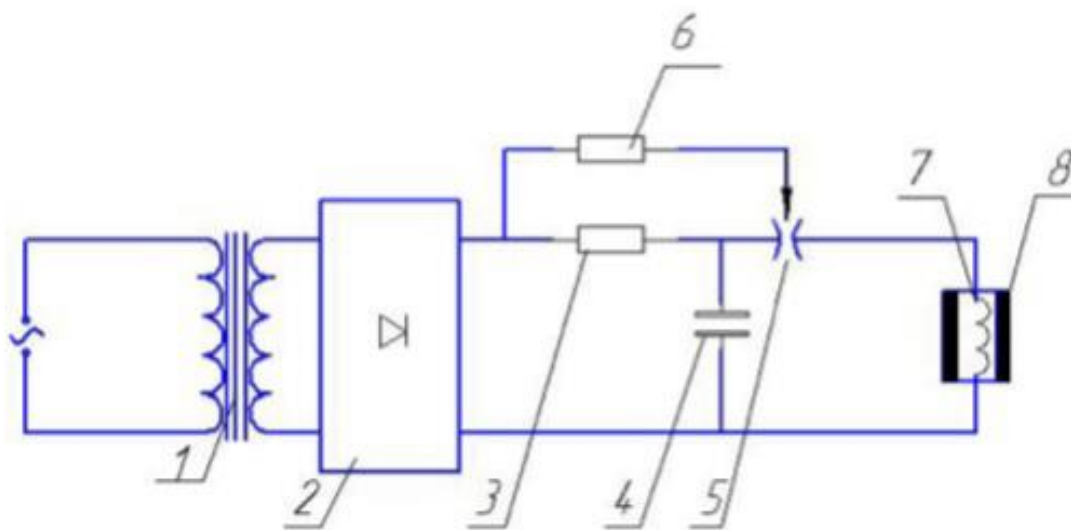


Рисунок 1 – Принципиальная схема магнитно-импульсной установки:

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 б напряжения, составляющего от единиц до десятков тысяч вольт. Сила взаимодействия проводников увеличивается по мере роста силы тока в проводниках и уменьшения расстояния между ними. Кроме того, эффективность силового воздействия на заготовку при магнитно-импульсной обработке существенно зависит от электропроводности материала. Батарея конденсаторов магнитно-импульсной установки заряжается до напряжения, составляющего 5...20 тысяч вольт, поэтому минимальная величина изоляционного зазора б между заготовкой и индуктором определяется электрической прочностью изоляции индуктора. Кроме того, индуктор должен иметь защитный слой, предохраняющий изоляцию от механических повреждений, и обеспечивать возможность обработки любой заготовки, имеющей размеры в поле допуска при обработке цилиндрических деталей. На практике величина изоляционного зазора между индуктором и заготовкой составляет  $b = 1,5 \dots 3$  мм. Поскольку токи в индукторе и заготовке распределяются по их толщине, то электродинамические силы взаимодействия индуктора и заготовки имеют объемный характер.

Если толщина заготовки  $s$  превышает величину скинслоя в заготовке, то в формуле ( $Hm$   $2 = 0$ ). Если толщина заготовки меньше величины скинслоя, то при подлете заготовки к металлической матрице проникающее через заготовку магнитное поле подвергается сжатию и оказывает противодействие на заготовку, что препятствует оформлению заготовки по матрице. Это явление в литературе называют «эффектом магнитной подушки». Для снижения негативного влияния проникновения магнитного поля через стенку заготовки следует обеспечивать такую частоту разрядного тока, при которой скинслоем в заготовке меньше ее толщины, или использовать матрицы, изготовленные из диэлектрических материалов.

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 [2,3,4]. Следовательно, при магнитно-импульсной обработке силовое воздействие на заготовку сопровождается ее нагревом.

Магнитно-импульсная формовка позволяет деформировать как всю заготовку в целом, так и ее часть. Так формовка переходников на концах длинномерных труб позволяет сократить количество сварных швов на трубопроводе, что повышает его надежность и снижает производственные затраты.

По форме заготовок процессы делятся на формовку трубчатых заготовок и формовку листовых заготовок. На (рисунке 2) представлены типовые цилиндрические детали, получаемые магнитно-импульсной формовкой.

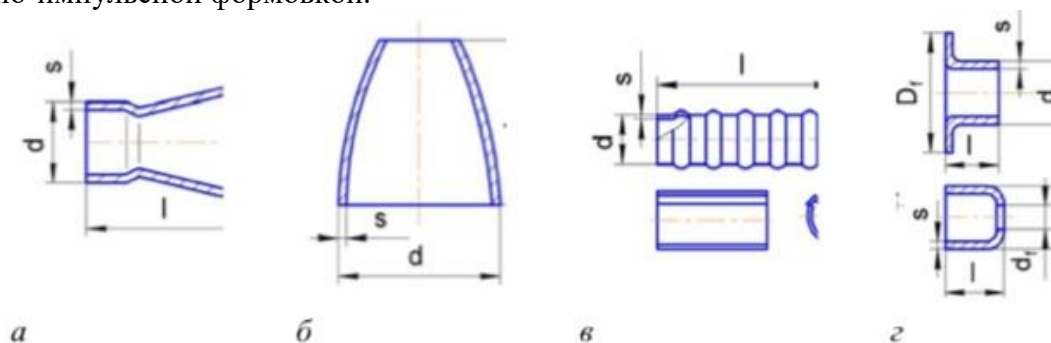


Рисунок 2 – Типовые операции магнитно-импульсной формовки трубчатых заготовок. Особенностью изготовления переходников сложного контура является неравномерность деформации по периметру заготовки.

Деформация заготовки распределяется пропорционально величине зазора между заготовкой и оправкой или матрицей. В связи с этим остаточные напряжения в детали также распределяются неравномерно по периметру и сечению. Деталь после формовки искажена, например, принимает форму эллипса. Для исправления этого дефекта применяют последующую калибровку детали. При этом энергия разряда калибрующего импульса должна быть на 20...40% выше формующего. Следовательно, отличительной чертой изготовления деталей сложной формы является то, что требования по точности их изготовления могут быть обеспечены только при использовании двух или более импульсов.

Особенностью изготовления переходников сложного контура является неравномерность деформации по периметру заготовки.

Деформация заготовки распределяется пропорционально величине зазора между заготовкой и оправкой или матрицей. В связи с этим остаточные напряжения в детали также распределяются неравномерно по периметру и сечению. Деталь после формовки искажена, например, принимает форму эллипса. Для исправления этого дефекта применяют последующую калибровку детали. При этом энергия разряда калибрующего импульса должна быть на 20...40% выше формующего. Следовательно, отличительной чертой изготовления деталей

сложной формы является то, что требования по точности их изготовления могут быть обеспечены только при использовании двух или более импульсов.

#### **Список использованных источников**

1 Глущенко, В. А. Технология магнитно-импульсной обработки материалов / В. А. Глущенко. – Самара: Издательский дом «Федоров», 2014. – 208 с.

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

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

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