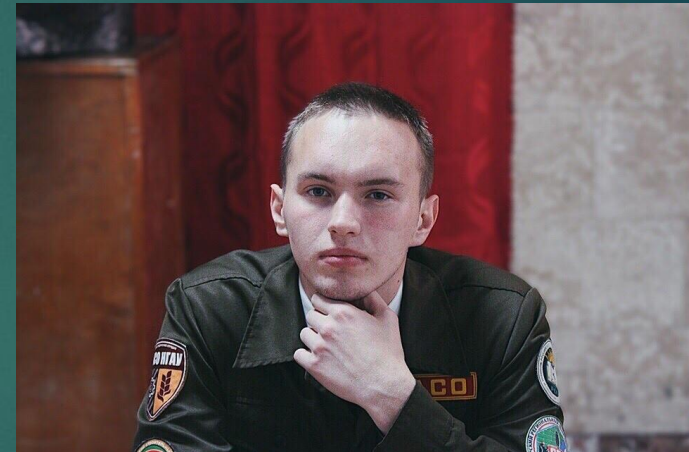


Тема: Электрогидравлическая обработка



ВЫПОЛНИЛ: ВАСЬКОВ А.Д.
СТУДЕНТ ГРУППЫ 3305

Теория электрогидравлического эффекта

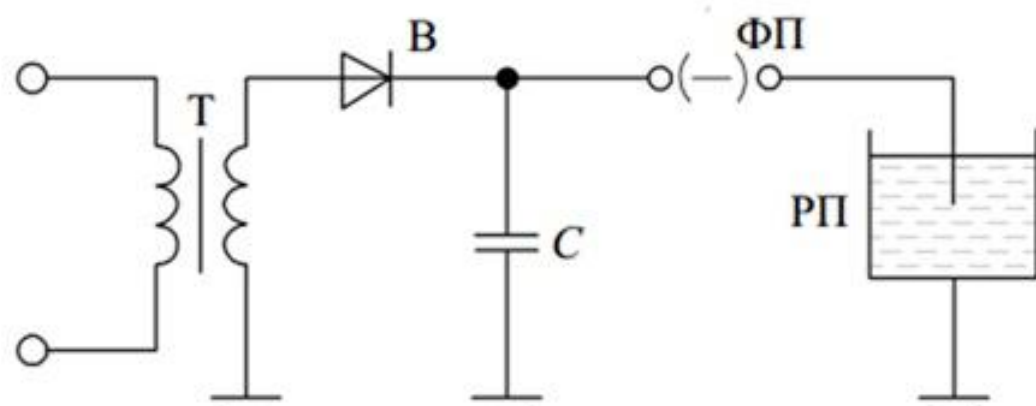


Рис. 1. Электрическая схема электрогидравлической обработки.

Возникновение высокого давления в результате действия высоковольтного электрического разряда между погруженными в непроводящую жидкость электродами называется электрогидравлическим эффектом (ЭГЭ). Результатом энергии импульсной ударной волны, распространяющейся вокруг канала разряда в рабочей среде, является давление до 300 МН/м^2 .

Электрический разряд в жидкости - это способ преобразования электрической энергии в механическую, которое совершается без промежуточных звеньев и с высоким КПД. Электрическая схема электрогидравлического эффекта показана на рис. 1. Элементами схемы являются повышающий трансформатор Т, выпрямитель В, накопитель энергии С, формирующий промежуток ФП и разрядный промежуток РП.

Высоковольтный искровой разряд в жидкости характеризуется очень быстрым преобразованием запасенной в накопителе электрической энергии в тепловую, световую, механическую и т. д. В момент пробоя практически несжимаемая жидкость вызывает электрогидравлический удар, что еще больше усиливает действие электрического взрыва. В процессе образования и развития искрового канала в жидкости выделяют следующие три стадии.

1. При появлении высокого напряжения в разрядном промежутке жидкости в течение некоторого времени t_1 напряжение на нем остается практически постоянным. Затем в зависимости от параметров контура и начального напряжения оно резко падает.

Образование канала разряда при высоких напряжениях на рабочих электродах обусловлено появлением лидеров, которые вызывают потоки электронных лавин, срывающихся с отрицательного и устремляющихся к положительному электроду. В начале пробоя образуется несколько лидерных каналов, которые затем сливаются в один общий канал.

Промежуток времени t_1 характеризует лидерную стадию разряда и определяется электрохимическими свойствами жидкости, напряжением, формой и размерами электродов. Чем больше уровень напряжения, меньше длина рабочего промежутка и площадь положительного электрода, тем меньше t_1 . На рис. 2 представлены зависимости тока, напряжения, мощности и сопротивления канала разряда от времени.

Лидерная, или стримерная, стадия продолжается от момента приложения напряжения к разрядному промежутку до образования токопроводящего канала между электродами.

2. Яркая вспышка - результат пробоя межэлектродного промежутка. Во время вспышки выделяется большая часть запасенной в конденсаторе энергии. Эта стадия ограничивается малым временем протекания и значительным световым излучением. После пробоя межэлектродного промежутка его сопротивление резко падает, а ток при этом резко возрастает. Плотность тока в канале разряда достигает до 10^6 А/см² и выше. Плотность выделяющейся в канале энергии очень велика, это приводит к разогреву окружающей среды, ее диссоциации и ионизации. В результате вспышки в канале разряда образуется плазма температурой 15 000-20 000 К.

Спонтанный нагрев плазмы разрядным током вызывает повышение давления в канале и его расширение. Мгновенное расширение канала в прилегающей жидкости вызывает ударную волну, распространяющуюся от канала разряда в виде зоны сжатия с крутым передним фронтом. Фронт ударной волны, сначала неотделимый от стенки канала, через некоторое время отделяется от нее, так как скорость распространения ударной волны в среде существенно выше скорости расширения канала разряда. При удалении фронта волны от канала скорость ее распространения приближается к звуковой, а давление на фронте волны падает из-за рассеивания энергии.

3. При снижении тока в разрядном контуре и достаточной мощности источника искровой разряд может перейти в стадию дугового разряда. Это приводит к уменьшению плотности тока в канале и температуры плазмы в нем. При дуговом разряде ток поддерживается за счет термоэлектронов катода. В канале образуется пар за счет превращения остывающей плазмы в пар и испарения части жидкости из окружающих канал разряда слоев. Канал разряда превращается в парогазовую сферу. По мере увеличения газовой сферы давление в ней понижается и становится меньше гидростатического. Окружающие газовую сферу слои воды продолжают двигаться по инерции. По достижении максимального размера сфера начинает сжиматься. Таких циклов «расширение - сжатие» может быть несколько.

Первоначальная форма канала разряда, возникшего в результате высоковольтного пробоя жидкости, зависит от формы лидера, замыкающего электроды. Поэтому такой канал почти всегда искривлен. Возникающий разряд с помощью взрывающейся проволоочки образует канал, который имеет форму прямого цилиндра со сферическими торцами.

Стартовый диаметр канала при высоковольтном пробое воды составляет несколько десятых долей миллиметра. При возбуждении же разряда проволоочкой начальный диаметр канала разряда зависит от диаметра проволоочки. Материал используемых проволоочек и их размеры заметно влияют как на значение, так и на характер выделяемой энергии при высоковольтном разряде в жидкости.

При увеличении диаметра проволоочки максимум мощности электрического разряда растет до определенного значения, а затем убывает.

Исходный материал и размеры технологических проволоочек влияют на гидродинамические параметры разряда, на давление и скорость образующейся при разряде ударной волны.

Размер проволоочек обусловлен оптимальными параметрами разряда, как по электрическим, так и по гидродинамическим показателям процесса.

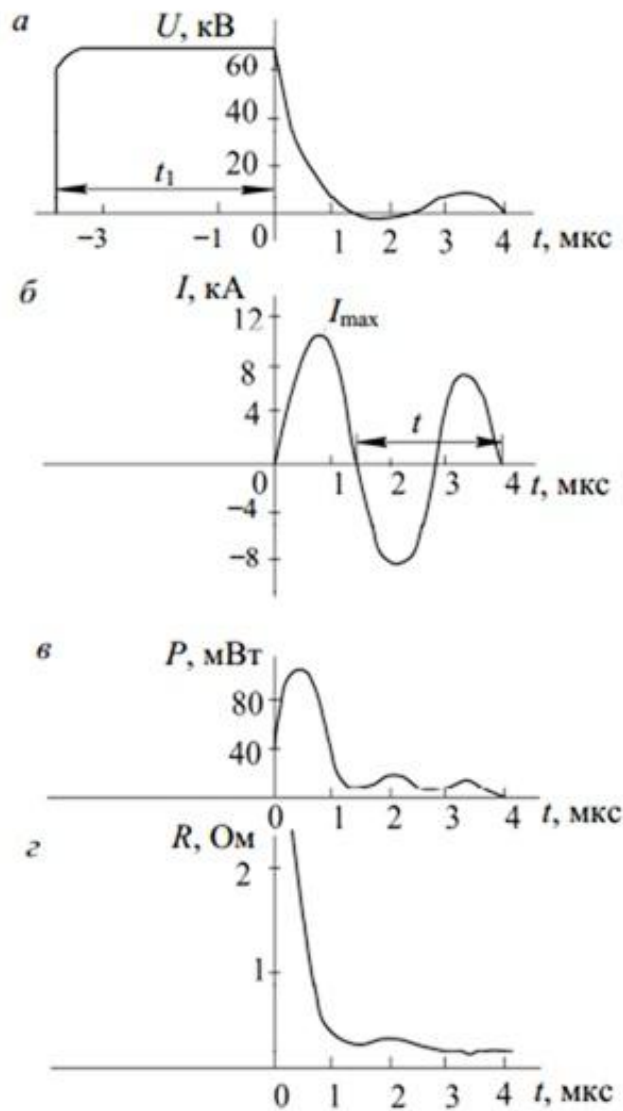


Рис. 2. Зависимости напряжения (а), тока (б), мощности (в) и сопротивления (г) канала разряда от времени

Практическое использование

Очистка литья от формовочной земли с использованием электрогидравлического эффекта производится в воде и исключает пылеобразование. Очищаемые отливки помещают в бак. После установки электродов относительно деталей очистку от формовочной земли производят серией импульсов. Применение многоэлектродных трехфазных установок обеспечивает обработку одновременно нескольких отливок.

Формообразование - это процесс получения фасонных изделий из тонколистового материала с использованием направленных ударных волн высокой интенсивности, возникающих в жидкости при импульсном электрическом разряде. Основными факторами формообразования методом электрогидравлического разряда являются сверхвысокие ударные гидравлические давления, ультразвуковое излучение.

Для получения различных по форме изделий создаются различные формы волн: с острым фронтом, сферические и др. Это достигается различным расположением электродов, а также различными формами проволочек, закорачивающих межэлектродный промежуток.

Листовую заготовку 2 (рис. 3) укладывают на матрицу 1 и прижимают к ней с помощью прижимных устройств. Над заготовкой расположена жидкая передающая среда 4, в которой на определенном расстоянии от заготовки размещены положительный и отрицательный электроды 5, соединенные с генератором импульсов тока электрогидравлической установки.

При высоковольтном разряде между электродами возникает токопроводящий искровой канал, мгновенное расширение которого приводит к возникновению в жидкости ударной волны. Деформация листовой заготовки происходит под действием ударной волны, образующейся при расширении газовой сферы, и гидропотока.

Изменяя расстояние между концами рабочих электродов, можно получить различную форму фронта ударной волны. Если расстояние между электродами мало, то возникает волна со сферическим фронтом. Если же электроды удалены друг от друга на несколько сантиметров, то образуется волна с цилиндрическим фронтом. Плоский фронт можно получить, применив тонкую проволочную сетку, которая мгновенно испаряется при прохождении импульса тока.

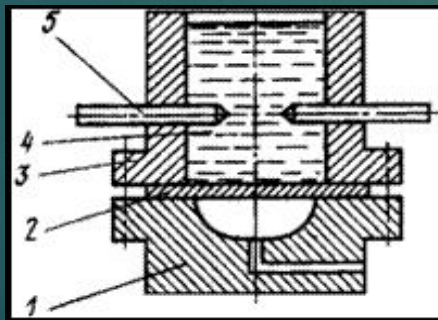


Рис. 3. Схема электрогидравлической штамповки.

Тонкое измельчение. При этом технологическом приеме материал диспергируется или разрушается волной, которая возникает при электрогидравлическом ударе в жидкости. Разрушающая способность волны зависит от параметров разрядного контура, а энергия импульса - от напряжения и емкости конденсатора.

Для дробления различных минеральных сред применяются специальные электрогидравлические вибраторы. Они представляют собой систему цилиндр - поршень. Корпус вибратора заполнен жидкостью (водой). От специального ИП на электроды вибратора подается высоковольтный импульс, вызывающий искровой разряд между ними. При этом в жидкости возникает импульс давления, под его действием поршень перемещается вдоль своей оси. Следствием движения поршня в полости цилиндра является разряжение, и под действием атмосферного давления поршень возвращается в исходное положение. Так осуществляется движение поршня назад-вперед. Оно характеризуется определенным механическим импульсом, который передается на обрабатываемый объект.