**История возникновения электрических методов обработки.**

Еще в конце 18в. английским ученым Дж.Пристли было описано явление эрозии металлов под действием электрического тока. Было замечено, что при разрыве электрической цепи в месте разрыва возникает искра или более продолжительная электрическая дуга. Причем искра или дуга оказывает сильное разрушительное воздействие на контакты разрываемой цепи, называемое эрозией. Электрической эрозии подвержены контакты реле, выключателей, рубильников и других подобных устройств. Много исследований было посвящено устранению или хотя бы уменьшению такого разрушения контактов.

Над этой проблемой в годы Великой Отечественной Войны работали советские ученые Б.Р.Лазаренко и Н.И.Лазаренко. Поместив электроды в жидкий диэлектрик и размыкая электрическую цепь, ученые заметили, что жидкость мутнела уже после первых разрядов между контактами. Они установили: это происходит потому, что в жидкости появляются мельчайшие металлические шарики, которые возникают вследствие электрической эрозии электродов. Ученые решили усилить эффект разрушения и попробовали применить электрические разряды для равномерного удаления металла. С этой целью они поместили электроды (инструмент и заготовку) в жидкий диэлектрик, который охлаждал расплавленные частицы металла и не позволял им оседать на противолежащий электрод. В качестве генератора импульсов использовалась батарея конденсаторов, заряжаемых от источника постоянного тока; время зарядки конденсаторов регулировали реостатом. Так появилась первая в мире электроэрозионная установка. Электрод-инструмент перемещали к заготовке. По мере их сближения возрастала напряженность поля в межэлектродном промежутке (МЭП). При достижении определенной напряженности поля на участке с минимальным расстоянием между поверхностями электродов, измеряемым по перпендикуляру к обрабатываемой поверхности и называемым минимальным межэлектродным зазором, возникал электрический разряд (протекал импульс) тока, под действием которого происходило разрушение участка заготовки. Продукты обработки попадали в диэлектрическую жидкость, где охлаждались, не достигая электрода-инструмента, и затем осаждались на дно ванны. Через некоторое время электрод-инструмент прошил пластину, Причем контур отверстия точно соответствовал профилю инструмента.

Так, явление, считавшееся вредным, было применено для размерной обработки материалов. Изобретение электроэрозионной обработки (ЭЭО) имело выдающееся значение. К традиционным способам формообразования (резанию, литью, обработки давлением) прибавился совершенно новый, в котором непосредственно использовались электрические процессы.

Первоначально для осуществления ЭЭО применялись исключительно искровые разряды, создаваемые конденсатором в так называемом RC-генераторе. Поэтому новый процесс в то время называли электроискровой обработкой.

В начале 50-ч годов были разработаны специальные генераторы импульсов, благодаря которым обработку можно было проводить также на более продолжительных - искро-дуговых и дуговых разрядах. Процесс в новых условиях стали назвать электроимпульсной обработкой.

Поскольку для формообразования во всех случаях применяют одно и то же явление - электрическую эрозию, в настоящее время используют определения электроискровой режим ЭЭО и электроимпульсный режим ЭЭО.

Общее описание процесса электроэрозионной обработки.

Удаление металла с заготовки происходит в среде диэлектрика за счет микроразрядов, расплавляющих часть металла. По мере сближения электрода-инструмента с заготовкой напряженность E электрического поля возрастает обратно пропорционально расстоянию между электродами: E=U/s, где U - разность потенциалов электрода-инструмента и заготовки, s - зазор между электродами.

Наибольшая напряженность возникает на участке, где зазор минимален. Расположение этого участка зависит от местных выступов, неровностей на инструменте и заготовке, от наличия и размеров электропроводных частиц, находящихся в межэлектродном промежутке.

Первой стадией эрозионного процесса является пробой МЭП в результате образования зоны с высокой напряженностью поля. Под действием разряда происходит ионизация промежутка, через который между электродами 1 и 2 (рис.1) начинает протекать электрический ток, т.е. образуется канал проводимости 3 - сравнительно узкая цилиндрическая область, заполненная нагретым веществом (плазмой), содержащим ионы и электроны. Через канал проводимости протекает ток, при этом скорость нарастания его силы может достигать сотен килоампер в секунду. На границе канала происходит плавление металла, образуются лунки.

Второй стадией является образование около канала проводимости газового пузыря из паров жидкости и металла. В следствие высокого давления (2\*10^7 Па) канал проводимости стремится расшириться, сжимая окружающую его газовую фазу. Вследствие инерции сначала газовы пузырь и окружающая его жидкость неподвижны. Затем начинается их расширение. Границы канала проводимости движутся с высокой скоростью в радиальном направлении (рис.1). Скорость расширения может достигать 150...200 м/с. На наружной границе образуется так называемый фронт уплотнения, в котором давление скачкообразно меняется от исходного в жидкости до высокого на границе фронта.

Третьей стадией будет прекращение тока, отрыв ударной волны от газового пузыря и продолжение его расширения по инерции. Ударная волна гасится окружающей жидкостью. Вначале этой стадии (рис.2) в МЭП находится жидкий металл 2 в углублениях электродов 1 и 6; газовый пузырь 3, внутри которого имеются пары 4 металлов заготовки инструмент; жидкий диэлектрик 5.

Когда газовый пузырь достигнет наибольшего размера, давление внутри него резко падает. Содержащийся в лунках расплавленный металл вскипает и выбрасывается в МЭП.

Основные закономерности.

Основные технологические показатели процесса (точность, качество поверхности, производительность) зависят от количества выплавленного за один импульс металла из лунки, определяемого энергией импульса, временем действия импульсов и частотой их следования. Энергия импульса A как работа электрического тока зависит от произведения силы тока I на напряжение U за время т протекания импульса:

A = I U dт.

В первом приближении энергию A можно расчитывать по средним значениям силы тока и напряжения: A = I U т . Среднее значение напряжения пробоя U =(0.5 .. 0.75)U , где U - напряжение холостого хода при разомкнутых электродах. Напряжение U легко контролировать в процессе обработки.

Среднюю силу тока определяют через ее значение I при коротком замыкании электродов: I =(0.5 .. 0.75)I . Силу тока короткого замыкания можно устанавливать и контролировать по приборам станка. Ее выбирают в зависимости от обрабатываемого материала и требуемой шероховатости поверхности.

Длительность импульсов т обратно пропорциональна частоте f их следования. Поскольку между импульсами имеются паузы, то при расчете т необходимо учитывать скважность q - отношение периода т к повторению импульсов их длительности (q=т /т ):

т =1/(qf).

Форма импульсов подбирается такой, чтобы при определенных параметрах импульса получить наибольшее углубление в заготовке, т.е. достичь наиболее эффективного использования подводимой энергии.

Технологические показатели процесса электроэрозионной обработки.

Производительность.

Производительность Q процесса электроэрозионной обработки оценивается отношением объема или массы удаленного металла ко времени обработки.

Если бы удалось вести процесс при постоянной энергии импульсов, производительность можно было бы оценить как произведение энергии импульсов на их частоту. На практике условия протекания отдельного импульса могут отличаться из-за различий в состоянии МЭП и размера зазора, несоответствие между числом импульсов, выработанных генератором и реализуемых в зазоре. При расчете

Q=фаA f,

где A - энергия импульса; ф - коэффициент, учитывающий количество холостых импульсов: ф=f/f (здесь f - частота импульсов, вырабатываемых генератором; f - частота импульсов, вызывающих эрозию).

Для получения высокопроизводительного режима необходимо, чтобы ф был ближе к единице, т.е. чтобы как можно больше импульсов участвовало бы в процессе эрозии. Через а обозначен объем металла, снимаемого одним или несколькими импульсами с суммарной энергией 1Дж. Введя коэффициент k=фа и выразив частоту через длительность импульса f=1/(qт ), расчет ведут по зависимости

Q=kA /(qт),

где q - скважность; k - коэффициент, который находят экспериментально, зависит от вида и состояния среды, ее прокачки, материалов и размеров электродов, характеристики импульсов.

Таким образом, повысить производительность можно, если подобрать оптимальное сочетание факторов, позволяющих увеличить долю полезной энергии импульса, его мощность и частоту следования рабочих импульсов. Для этого необходимо достичь оптимального соотношения между максимальным значением силы тока I в импульсе его длительности т .

Зависимость: производительность - площадь обработки - мощность. При малой площади обработки число участков, на которых возможен разряд, значительно меньше, чем число импульсов, поступающих от генератора, так как часть площади перекрыта газовыми перекрыта газовыми пузырями от предшествующих разрядов. Время существования газового пузыря в 5..10 раз больше, чем длительность импульса. А разряд через газ возможен только при более высоком напряжении, поэтому часть импульсов генератора не вызывает эрозии. Снижается коэффициент ф, а следовательно, и производительность Q.

Если увеличивать площадь обрабатываемой поверхности, то скорость съема материала металла будет возрастать, но в дальнейшем произойдет ее снижение. Это объясняется тем, что с течением времени ухудшаются условия удаления продуктов обработки из МЭП. Все большее число импульсов генератора не будет вызывать эрозии из-за накопления газов и металлических частиц в пространстве между электродами.

Количество продуктов обработки зависит также от энергии импульсов, их числа и времени действия, т.е. от мощности, реализуемой в МЭП. При малой мощности количество расплавленного металла невелико, с ростом подводимой мощности оно возрастает, но при этом увеличивается и количество продуктов обработки, которые тормозят процесс съема металла. Для получения высокой производительности необходимо правильно выбрать сочетание площади обрабатываемой поверхности и мощности. Такой выбор выполняют с помощью пространственных диаграмм в координатах силы тока - площадь обработки - производительность.

Влияние производительности глубины внедрения ЭИ. По мере углубления отверстия усложняется удаление продуктов обработки и поступление свежей жидкости в МЭП. Наличие большого количества электропроводных капель застывшего металла вызывает импульсы, энергия которых тратится на расплавление таких частиц. Для предотвращения таких (паразитных) импульсов используют принудительную прокачку жидкости через МЭП под давлением 100..200 кПа.

Прокачку можно применять и при периодическом прекращении процесса в выведением ЭИ из заготовки; используют также вибрацию электродов, их вращение и др.

Влияние на производительность свойств рабочей среды. В зависимости от свойств рабочей среды изменяются доля полезного использования энергии импульса, его предельная мощность. Для каждого вида обработки применяют оптимальные диэлектрические среды. Так, при электроэрозионном процессе с малой энергией импульсов высокую производительность обеспечивает дистиллированная и техническая вода, керосин; при грубых режимах на электроимпульсном режиме применяют тяжелые фракции нефти (масла, дизельные топлива и др.) с высокой температурой вспышки (до 450 К).

В процессе обработки жидкая рабочая среда загрязняется, из-за чего снижается производительность. Загрязненность оценивают в процентном отношении массы продуктов обработки к массе жидкости. При загрязненности 4..5% для черновых и 2..3% для чистовых процессов производительность остается практически одинаковой по сравнению с чистой средой. Дальнейшее возрастание содержания продуктов обработки, особенно на чистовых режимах приводит к снижению числа рабочих импульсов и производительности.

В процессе остывания частицы металла вызывают испарение части жидкости, изменение ее вязкости и зольности. Для поддержания высокой производительности необходимо периодически заменять рабочую среду.

Для повышения производительности на обрабатываемой площади может быть параллельно размещено несколько электродов-инструментов. Если они подключены к одному генератору импульсов, то такая обработка называется многоэлектродной. При подключении каждого электрода к своему источнику энергии обработку называют многоконтурной. На рис.4 показано параллельно работающие от общего генератора электроды-инструменты 1, 2, 3, которыми прошивают отверстия в заготовке 4, т.е. имеет место многоэлектродная обработка. Повышение производительности достигается за счет сокращения доли холостых импульсов.

Для многоконтурной и многоэлектродной обработки расчет производительности следует выполнять по формуле, учитывающей число инструментов n

Q=k nA f.

Здесь k =kk , где k - коэффициент учитывающий взаимное влияние контуров или электродов на скорость эрозии.

Точность.

Под точностью обработки деталей понимается степень соответствия ее формы и размеров чертежу. Отклонения от формы и размеров называется погрешностью.

Также как и при механической обработке, на размеры погрешности оказывают влияние состояние технологической системы, погрешности установки, базирования инструментов, внутренние напряжения в материале заготовки, ее нагрев при обработке.

В процессе обработки форма и размеры электрода-инструмента нарушаются из-за износа. Износ на различных участках инструмента различен. Так, на участках инструмента, имеющих вогнутость, число разрядов меньше, следовательно, износ на них будет выражен слабее. Если учесть условия выноса продуктов обработки из промежутка, то различия в износе различных участков еще более возрастут.

Чтобы снизить влияние износа электродов-инструментов на точность изготовления, а) изготовляют инструмент из материала, стойкого к эрозии, например из вольфрама, меднографита, коксографитовых композиций; б) используют так называемые безызносные схемы, при которых часть материала заготовки или из рабочей среды осаждают на инструменте, компенсируя тем самым его износ; в) заменяют изношенные участки инструмента путем продольного перемещения, или заменяют весь инструмент; г) производят правку и калибровку рабочей части инструмента.

Качество поверхности

В результате ЭЭО поверхность приобретает характерные неровности, а приповерхностные слои металла притерпевают физико-химические изменения. Это оказывает влияние на эксплуатационные показатели обрабатываемых деталей.

Поверхностный слой формируется за счет расплавленного металла, оставшегося на поверхности лунки, и прилегающего к ней слоя металла, подвергнутого структурным изменениям от быстрого нагрева и охлаждения металла. Поверхностный слой состоит из так называемого белого слоя 1, в котором наблюдаются химико-термические превращения, переходного слоя 2, в котором имели место только термические изменения и под которым находится неизмененный металл 3 заготовки (рис.5). Измененная зона, образуемая слоем 1, содержит продукты диэлектрической среды, в частности углерод и элементы, входящие в состав электрода-инструмента. У остальных заготовок в этой зоне образуются карбиды железа, которые способствую упрочнению поверхности.

Состояние поверхностного слоя определяет износостойкость, прочность и другие свойства детали в механизме. После ЭЭО поверхностный слой приобретает свойства, по разному влияющие на эксплуатационные характеристики деталей. Положительными являются повышение твердости поверхности при сохранении вязкости середины, большое количество лунок на поверхности, плавное их сопряжение. К недостаткам следует отнести возможность появления трещин, растягивающих напряжений, трудность получения поверхности с малой шероховатостью.

Электроэрозионное оборудование. Компоновка. Станки для

электроэрозионной обработки в отличие от механообрабатывающих имеют генератор импульсов, систему очистки и подачи рабочей среды в зону обработки, средства регулирования и управления процессом. Механическая часть 1, (рис. 9), включает рабочий стол для установки и закрепления приспособлений и заготовки, ванну для рабочей жидкости, устройство для закрепления ЭИ, механизмы его перемещения, следящие элементы систем регулирования и управления процессом.Механическая часть 1 , (рис.6),включает рабочий стол для установки и закрепления приспособлений и заготовки , ванну для рабочей жидкости, устройство для закрепления ЭИ, механизмы его перемещения, следящие элементы системы регулирования и управления процессом.Генератор импульсов 2 может быть как встроенным, так и выполненным в виде автономного блока. Электрошкаф 3 включает электрические узлы-пускатели, рубильники, предохранители и др.Рабочая жидкость хранится в ванне 4, которая комплектуется насосом и устройством для очистки среды от продуктов обработки.

Генераторы импульсов При расчете и выборе

генератора исходят из условия получения формы и мощности импульса, необходимых для обеспечения требуемых технологических показателей процесса.

В настоящее время в электроэрозионных станках используют релаксационные, машинные, магнитонасыщенные, ламповые и полупроводниковые генераторы.

Релаксационными генераторами называют те, у которых параметры импульса определяются состоянием МЭП.

RC-генераторы (рис.7). При замыкании включателя K конденсатор C через резистор R заряжается от источника питания ИП и напряжение на конденсаторе C, а следовательно и на МЭП повышается. Когда напряжение достигнет пробивного для данного размера МЭЗ, происходит пробой промежутка и энергия, запасенная в конденсаторе C за время заряда, выделяется в МЭП. Напряжение на конденсаторе падает, и разряд через МЭП прекращается. С этого момента начинается период деионизации МЭП (восстановление его диэлектрической прочности) и зарядка конденсатора C. Время зарядки конденсатора, как известно, определяется постоянной времени т=RC. Для нормального протекания процесса необходимо, чтобы время зарядки было больше периода деионизации промежутка, иначе возможен переход импульсного разряда в дуговой. Требуемое соотношение этих периодов достигают подбором сопротивления резистора R и емкости конденсатора C. Чем они больше, тем медленнее происходит зарядка конденсатора. По мере съема металла с заготовки расстояние между электродами растет и достигает такого значения, при котором напряжение на конденсаторе становится недостаточным для разряда. Если быстро сближать электроды (быстрее, чем происходит съем материала под действием эрозии), разряды будут происходить при низком напряжении, т.е. иметь малую энергию. И хотя частота следования разрядов возрастает, скорость съема металла снижается. При совсем малых расстояниях между электродами паузы между разрядами будут недостаточны для деионизации промежутка и процесс перейдет в дуговой. таким образом, режим работы релаксационного RC-генератора определяется состоянием МЭЗ.

В RC-генераторах значительная часть энергии теряется на нагрев резистора и другие потери. Поэтому КПД таких генераторов не превышает 25%. Мощность RC-генераторов обычно ограничивают 5..7 кВт, т.е. используют в основном для чистовой обработки.

RLC-генераторы. Включением в зарядную цепь индуктивного элемента L (рис.8) удается ускорить процесс зарядки конденсатора и увеличить напряжение на нем. За счет сокращения времени прохождения тока через резистор снижаются потери на его нагрев, поэтому КПД RLC-генераторов значительно выше.

После разряда напряжение резко снижается до нуля, и затем меняет знак. Возникает так называемая обратная полуволна. Она ускоряет износ ЭИ, и ее стремятся устранить. Однако в RC- и RLC-схемах этого не удается сделать.

RCL-генераторы. Если индуктивный элемент включить в разрядную цепь (рис.9), то удается практически устранить обратную полуволну и резко снизить износ ЭИ. Но при этом уменьшается производительность. RCL-генераторы используют для чистовых операций, где необходимо сохранить без изменений форму ЭИ. В таких схемах применяется обратная полярность (инструментом является анод).

LC-генераторы. С целью повышения КПД создают генераторы, в которых вообще исключен токоограничивающий резистор. Так, в LC-схеме (рис.10) в зарядную цепь введен электромагнитный вибратор ЭМВ. Якорь вибратора жестко связан с ЭИ. При включении тока якорь притягивается к сердечнику и перемещает ЭИ от заготовки, цепь разрывается и происходит зарядка конденсатора C от ИП. Когда конденсатор заряжен, ток в обмотке вибратора ЭМВ прекращается, якорь отскакивает от сердечника и ЭИ возвращается к заготовке. В момент сближения происходит разряд. Для эффективной работы LC-генератора требуется, чтобы вибратор колебался синхронно с изменением напряжения генератора. Это усложняет настройку, поэтому LC-схема используется для какого-либо одного режима. Благодаря большой мощности эти генераторы применяются в основном на черновых операциях.

CC-генераторы. В CC-схеме (рис.11) также отсутствует токоограничивающий резистор, что способствует повышению ее КПД. Для ограничения тока в зарядную цепь включен конденсатор C , включатель K заряжает конденсатор C. Разряд происходит аналогично RC-схемам. Мощность таких генераторов ограничена и не может превышать нескольких киловатт. CC-генераторы используют весьма редко и только для черновых режимов.

В релаксационных генераторах не удается добиться высокой производительности процесса, т.к. с ростом энергии импульса возрастает время накопления заряда и падает частота импульсов.

В ламповом генераторе (рис.12) электронная лампа Л служит переключающимся прибором, управляющим импульсами напряжения. Здесь параметры генератора не зависят от состояния промежутка, и искровой разряд не может перерасти в дуговой. Следовательно можно использовать импульсы с высокой частотой следования, не заботясь о деионизации промежутка. После подачи от задающего генератора ЗГ напряжения на управляющую сетку лампы Л в ней появляется анодный ток и на вторичной обмотке трансформатора Тр возбуждается импульсная ЭДС. Под действием импульса напряжения происходит пробой МЭП. Период между импульсами регулируется задающим генератором. Для нормальной работы лампового генератора требуется прокачка рабочей жидкости.

Ламповые генераторы позволяют повысить частоту следования импульсов до 20 кГц, получить импульсы малой длительности. К недостаткам ламповых генераторов относятся низкий КПД, необходимость применения источников питания с напряжением до нескольких тысяч вольт, необходимость принудительной прокачки жидкости через промежуток, ограничение энергии импульса.

Использование управляемых полупроводниковых приборов позволяет создать генераторы с широким диапазоном режимов обработки, у которых частота следования импульсов не зависит от свойств МЭП. Известно 2 вида генераторов этого типа: на основе инверторов, в которых управляемые тиристоры регулируют период зарядки и разряда конденсатора в релаксационных генераторах, и широкодиапазонный генераторы импульсов.

В генераторе импульсов (рис.13) зарядная и разрядная цепи разделены. В качестве токоограничивающего элемента использована катушка индуктивности L. Конденсатор C заряжается при включении тиристора T1 от блока управления тиристорами БУТ. После снижения зарядного тока до нуля тиристор Т1 закрывается и включается от БУТ тиристор Т2. Происходит разряд конденсатора C через МЭП. Выключение тиристора Т2 отрегулировано так, чтобы отсечь обратную полуволну, ускоряющую износ ЭИ. Резистор R, включенный параллельно промежутку, позволяет конденсатору разряжаться при разомкнутых электродах.

К недостаткам рассмотренной схемы относятся непостоянство напряжения пробоя, что приводит к изменению режима обработки.

Для стабилизации напряжения пробоя может быть использована схема со стабилитроном Ст (рис.14). Заряд конденсатора С происходит через резистор R. Во время зарядки тиристор Т закрыт. После достижения на конденсаторе C напряжения, превышающего напряжение стабилитрона, на управляющий электрод тиристора Т подается открывающее напряжение. Происходит разряд со строго дозированной энергией через промежуток.

Широкодиапазонные генераторы (ШГИ) вырабатывают импульсы с частотой 1..880 кГц и выходным током 16..180 А, т.е. дают возможность работать на любых режимах ЭЭО. Кроме того, они вырабатывают импульсы такой формы, при которой износ ЭИ становится минимальным.

ШГИ на рис.15 состоит из двух частей: блока поджигающих импульсов (справа от МЭП) и силового блока.

Блок поджигающих импульсов имеет малую мощность, но высокое напряжение U =100..300 В. В отличие от него силовой блок дает напряжение U =60..70 В, но обладает большей мощностью. Оба блока управляюся задающим генератором ЗГ. После сигнала от него на включение транзистора Т через МЭП пройдет импульс высокого напряжения от блока поджигающих импульсов, происходит пробой, затем напряжение снижается, но остается канал проводимости. В этот момент от задающего генератора ЗГ подается сигнал на включение транзисторов Т1, Т2, ... , Тк. Одновременно открывается диод Д. Ток от силового блока поступает в МЭП и протекает через образовавшийся канал проводимости. Время включения транзисторов Т1, Т2, ... , Тк определяет длительность импульсов. Требуемую форму импульсов получают включением балластных резисторов R1, R2, ... , Rк в силовом блоке. Генератор имеет блок защиты от короткого замыкания, который отключает его при перегрузках.

Регуляторы подачи электрода-инструмента. Регуляторы

необходимы для поддержания размера МЭЗ в течение времени обработки. На рис.16 показана схема регулятора, в котором исполнительных механизм 1 перемещает электрод-инструмент к заготовке или от нее в зависимости от сигнала из МЭП 5. Сигнал о положении Эи снимают измерительным преобразователем 4 и подают его в блок сравнения 3. В нем заранее устанавливают опорный сигнал, который является базой для сравнения. Если сигнал, поступающий от измерительного преобразователя 4, совпадает с опорным, то на исполнительный механизм 1 не поступает каких-либо команд. Если сигнал с преобразователя 4 отличается от опорного, их разность передается в усилитель 2 и далее, с учетом знака, на исполнительный механизм 1, например обмотку управления реверсивного двигателя. Механизм 1 перемещает ЭИ. Размер перемещения зависит от величины поступившего сигнала. Зажимы 6,7 служат для подключения генератора импульсов.

Система очистки и подачи рабочей жидкости.

Для повышения производительности, точности обработки и улучшения поверхности деталей целесообразно осуществлять прокачку рабочей жидкости через МЭП. Для этого предназначена гидравлическая система станка (рис.17).

Рабочая среда из бака 1 подается насосом 2 через фильтры 4 и устройство 5 регулирования расхода в рабочую зону. При этом возможны два варианта подачи рабочей среды: либо при открытом кране 9 через полый электрод-инструмент 11 в промежуток с заготовкой 12, либо через кран 10 непосредственно в рабочую ванну 13. 3 - манометры для измерения давления рабочей среды; 14 - сливное отверстие из рабочей ванны 13 в бак 1; 8 - ротаметр.

В настоящее время промышленностью выпускаются агрегаты снабжения и очистки рабочей среды, скомпонованные в одном корпусе. Они могут работать в автоматическом режиме по заданной программе.

Механическая часть станков.

Конструкция станков зависит от габаритов, массы заготовок, требования к качеству поверхности, назначения станка. Станки делят на прошивочные, шлифовальные, станки для разрезания профильным и непрофилированным инструментом. Отдельные группы представляют станки для электроконтактной обработки на воздухе и установки для упрочнения и легирования.

Прошивочные станки предназначены для получения отверстий, полостей, углублений. Станки для изготовления полостей профильным ЭИ называют копировально-прошивочными. Универсальные копировально-прошивочные станки позволяют выполнять не только полости, но и отверстия любого сечения, наносить на заготовки надписи. Среди электроэрозионного оборудования такие станки встречаются чаще всего. На рис.18 показана схема копировально-прошивочного станка.

На станине 1 устанавливают рабочий стол 2 для крепления заготовки. Обработка выполняется в ванне 3 с рабочей жидкостью. Электрод-инструмент 18 закреплен в электродержателе 8 и может перемещаться каретками 5 и 9 в двух взаимно перпендикулярных направлениях по горизонтали. Электрод-инструмент 18 колеблется и поступательно перемещается к заготовке по сигналам регулятора, приводящего в действие двигатель 6 и вибратор 7, закрепленный на площадке 4. Стол и ЭИ изолированы от станины диэлектрическими прокладками 17. Электрическая часть станка включает генератор импульсов 10, блок управления 11 с приборами контроля режимов обработки. Рабочая жидкость поступает в МЭП из бака 14 через магистраль 12. Насос 15 может подавать жидкость непосредственно в ванну 3 по тракту 13. Для слива жидкости в бак 14 предусмотрена магистраль 16.

Электроэрозионно-химическая обработка.

Комбинированный метод электроэрозионно-химической обработки (рис.19) представляет сочетание двух процессов, которые оказывают взаимное влияние друг на друга, значительно повышая производительность и снижая износ инструмента. Исследования показывают, что при каждом импульсе последовательно осуществляется сначала анодное растворение, а затем электрическая эрозия металла. Скорость съема определяется зависимостью Q=Q +Q , Q - скорость съема металла за счет анодного растворения, Q - скорость съема за счет эрозии.

Процесс анодного растворения создает хорошие условия для пробоя промежутка, так как на катоде-инструменте имеется парогазовый слой. Эрозия обрабатываемой поверхности, в свою очередь, способствует удалению пассивирующей пленки, значительно ускоряя диффузию и вынос продуктов обработки.

Электрическая эрозия сильно сказывается на размерах шероховатости поверхности. На ней возникают углубления, которые несколько сглаживаются анодным растворением. Энергоемкость такого метода значительно ниже, чем электроэрозионного. Это объясняется лучшими условиями протекания процесса и за счет этого снижением числа разрядов, не производящих удаление металла.

Заключение.

Изобретение электроэрозионной обработки вот уже несколько десятилетий позволяет машино- и приборостроителям решать сложные технологические задачи при изготовлении деталей сложной конфигурации из обрабатываемых материалов. ЭЭО позволяет конструкторам и технологам выбрать оптимальный вариант конструкции, материала детали и технологического процесса.