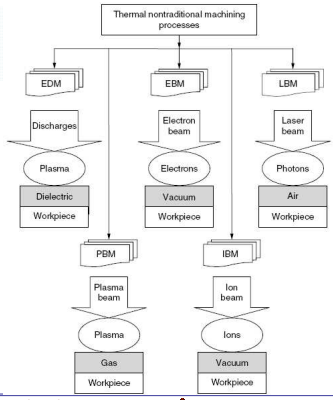
NONTRADITIONAL MACHINING

- *Mechanical Energy Processes*
- ***Thermal Energy Processes***
- *Electrochemical Machining Processes*
- *Chemical Machining*
- *Application Considerations*



Thermal Energy Processes

a.Electro discharge machining (EDM)
b.Electro discharge wire cutting (WEDM)
c. Electron beam machining (EBM)
d. Ion beam machining (IBM)
e. Laser beam machining (LBM)
f. Plasma arc machining (PAM)
g. Conventional thermal cutting processes

معرفی ماشینکاری تخلیه الکتریکی
Electro Discharge Machining

- یک روش الکتروترمال (ترکیب الکترسیته و حرارت) و تنها پدیده آن ذوب و تبخیر است و با خواص ترمودینامیکی و فیزیکی همانند : نقطه جوش ، گرمای نهان تبخیر و ... در ارتباط است.

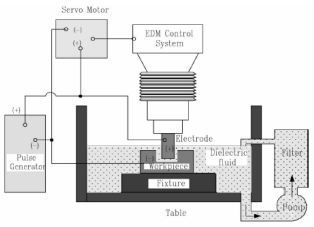
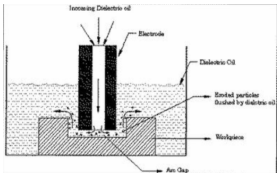


Fig. 1. Schematic diagram of the EDM process.

معرفی ماشینکاری تخلیه الکتریکی

- ولتاژ پالسی و منقطع بین دو الکترود رسانا یا نیمه رسانا بنام های ابزار و قطعه کار، که فضای بین آنها را سیالی بنام دی الکتریک پر نموده، برقرار شده و توسط تعداد زیادی از جرقه هایی که همواره در نزدیکترین پیک مخالف بین ابزار و قطعه کار در ولتاژ شکست (break down) زده می شود باربرداری صورت می گیرد.
- ولتاژ در این فرآیند حتما بایستی پالسی و منقطع باشد در غیر اینصورت آرک خواهیم داشت که باعث وارد آوردن آسیب شدید به قطعه و ابزار خواهد شد .



قابلیت های *EDM*

- امکان ماشینکاری مواد بسیار سخت با استحکام ، تنش تسلیم و تردی بالا
- تولید هر شکل با هر پیچیدگی و هر زاویه شروعی نسبت به قطعه کار و هر مسیری در داخل قطعه کار
- امکان ایجاد یک فرم دلخواه بر روی قطعه با استفاده از ابزارهای پیش فرم و یا ابزارهای ساده
- انجام فرآیند بر روی قطعات ظریفی که در هنگام ساخت آنها مشکل گیره بندی وجود دارد.
- سختی سطحی و تنش پسماند کششی در سطح قطعه در مواردی که با فشار توام می باشد حسن بسیار بزرگی بخصوص در افزایش عمر قالب است.
- امکان دریافت اطلاع از چگونگی انجام فرآیند به سادگی و به شیوه های مختلف

تاریخچه ماشینکاری تخلیه الکتریکی(EDM)

- در سال ۱۷۶۸ میلادی جوزف پریستلی مشغول طیف سنجی نور سفید با استفاده از تخلیه یک خازن بود، وی در حین انجام آزمایشات مشاهده کرد که جرقه های بوجود آمده، آثاری بر سطح قطعه بجای گذاشته است که با دست پاک نمی شود و آثاری شبیه به آثار ذوب شدگی بود.
- در سال۱۹۳۳ میلادی آقا و خانم لازارنکو سعی می کنند با استفاده از الکتریسیته جاری از سطح الکترود ذراتی را جدا کنند و آثاری را بوجود آورند.
- با تلاشهای آنها در سال ۱۹۴۳ اولین ماشین تخلیه الکتریکی توسط مدار R.C تولید می شود.
- آن موقع زمان جنگ جهانی دوم و همزمان با ساخته شدن موتور جت و موشکهای دوربرد بود و چون در زمان جنگ لزوم ماشینکاری قطعات سوپر آلیاژی و سرامیک ها وجود داشت. این نوع ماشینکاری کاربرد زیادی پیدا کرد.
- این ماشین با استفاده از امکانات ابتدایی مانند لامپ مقاومت خلا ساخته شد و عمر و پاسخهای فرکانسی کمی داشتند. ولی با پیشرفت علوم الکترونیک و الکتروتکنیک این ماشین بهبود و گسترش یافت و طبعاً توانایی های آن هم افزایش پیدا کرد.

سیر تکاملی فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی

- ✓ ماشینکاری تخلیه الکتریکی(EDM) ، از جمله ابتدایی ترین فرآیندهای ساخت غیر سنتی یا مخصوص است که پنجاه سال قبل در یک Die-Sink ساده بکار رفت.
- ✓ در گذشته بدلیل عدم رعایت مسائل تکنولوژیکی فرآیند، این فرآیند منافع و محبوبیت اولیه کمی داشت، که در نتیجه عدم رعایت این مسائل، باعث می شد که تقریباً به همان اندازه ای که از قطعه بار برداشته می شد الکترود یا ابزار نیز به همان نسبت دچار فرسایش شود.
- ✓ در این حالت، مکانیزم باردهی، دستی بود که باعث می شد بجای اینکه جرقه منقطع (Spark) ایجاد شود بیشتر جرقه پیوسته (Arc) تشکیل شود.

سیر تکاملی فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی

- ✓ اولین تلاشها در جهت کنترل کردن گپ اسپارک بود.
- ✓ با اختراع مدارهای R.C (Relaxation Circuit) و همچنین کنترل کننده های سرو ساده ای که فاصله گپ بین ابزار و قطعه کار ثابت را نگاه می داشت. مشکل بوجود آمدن آرک کاهش یافت و توانایی ماشینکاری تخلیه الکتریکی افزایش یافت.
- ✓ از تیوب های خلإ، تا ترانزیستورها و تا زمان حال و استفاده از کنترل کنندهای فازی ، نه تنها می توان زمان روشنی پالس را کنترل کرد بلکه می توان، زمان تأخیر یا زمان خاموشی را کنترل نمود.

فیزیک کار ماشینکاری تخلیه الکتریکی(EDM)

- چندین تئوری در مورد چگونگی کارEDM، ارائه شده است که عبارتند از :

1. **تئوری الکترومکانیکی (Electro Mechanical)**
2. **تئوری ترمومکانیکی (Thermo Mechanical)**
3. **تئوری ترموالکتریک (Thermo Electric)**

فیزیک کار ماشینکاری تخلیه الکتریکی(EDM)

۱- تئوری الکترومکانیکی (Electro Mechanical)

- در این تئوری فرض می شود که براده برداری در EDM، توسط شدت میدان الکتریکی و غلبه نیروی حاصل از آن بر پیوستگی اتم های ماده صورت می گیرد. البته این تئوری در مورد زمانهای پالس کوتاه (کوچک) درست است زیرا در پالس های کوتاه امکان ایجاد حرارت بالا نمی باشد، پس این تئوری کامل نیست و قادر نمی باشد، تا تمام شرایط حاکم را بیان کند.

۲- تئوری ترمومکانیکی (Thermo Mechanical)

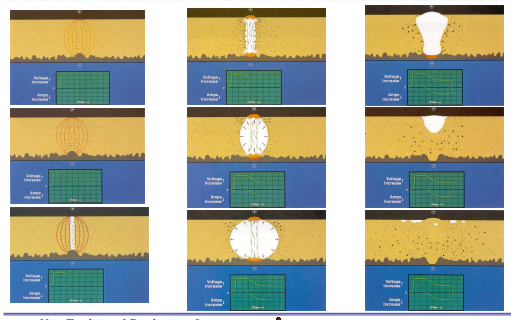
- در این تئوری فرض بر آن است که عملیات براده برداری توسط یک جت شعله صورت می گیرد، یعنی عامل بابرداری تنها حرارت می باشد.که این تئوری نیز کامل و دقیق نمی باشد.

۳- تئوری ترموالکتریک (Thermo Electric)

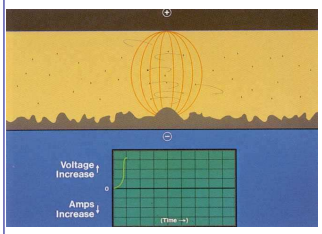
- این تئوری با نتایج آزمایشگاهی، بهترین تطابق را داراست، و بیان می دارد که شدت میدان الکتریکی حاصله، کانال پلاسما و حرارت ایجاد شده سبب ذوب، تبخیر و نهایتاً براده برداری می گردد.

فازهای موجود در طی یک سیکل فرآیند *EDM*

فازهای موجود در طی یک سیکل فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی عبارتند از

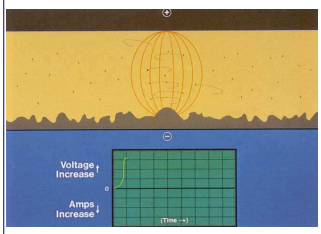


فاز اول فرآیند EDM



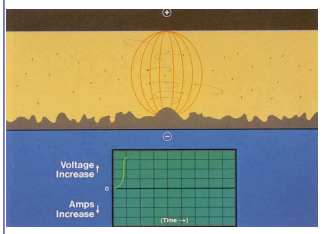
✓در ابتدای کار ، الکترود (ابـزار) در فاصله مشخصی از قطعه قرار می گیرد و این فاصله که گـپ(Gap) نامیـده مـی شـود توسـط یـک سـیال دی الکتریک پر می شود (توجـه بـه ایـن نکته ضروری است که فقط در صورت عایق بودن سیال جاری شده در فاصله بین ابزار و قطعه کار (Gap) می توان ، فراینـــد ماشـــینکاری را EDM دانست) در این حالت ولتاژ برقرار می گردد

فاز اول فرآیند EDM



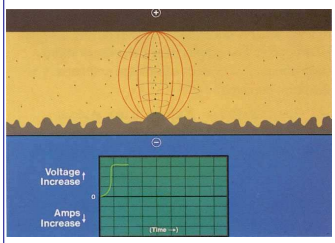
✓**در نتیجه یـک** میـدان الکتریکـی قوی بین الکترودها بوجـود مـی آیـد. میـدان الکتریکـی ، در نقطـه ای کـه فاصله بین الکتـرود (ابـزار) و قطعـه کار کمترین مقـدار اسـت ، قـویترین اندازه خـود را داراسـت (چـون E= V/d کـه dفاصـله بـین دو الکتـرود است که دیده می شود بـا یـک ولتـاژ ثابت حداکثر میدان در حداقل فاصـله حاصل می گردد).

فاز اول فرآیند EDM



✓جریان ضـعیف الکترونهـا از قطـب منفی شروع به حرکـت بطـرف قطـب مثبت می کند ، عبور الکترونها از بین مولکولهای دی الکتریـک باعـث گـرم شدن مولکولهای دی الکتریک و ایجاد حباب های بخار می شود همانطور که در نمودار شـکل ملاحظـه مـی شـود مقدار ولتاژ (پتانسیل) در حال افزایش است در صورتیکه جریـان صـفر مـی باشد.

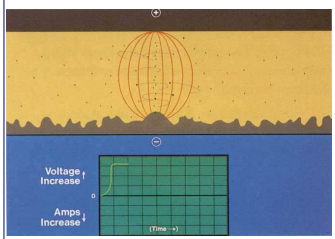
فاز دوم فرآیند EDM



✓در این مرحله افـزایش سـرعت الکترونهـا و تشکیل کانال حبابی را خواهیم داشت .

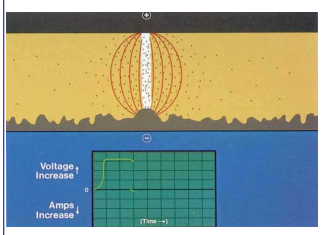
✓ هنگامیکه تعداد ذرات یونی افزایش یافـت ، مشخصات عایق بـودنی سـیال دی الکتریـک شروع به کاهش یافتن می کند و همزمان یک کانال باریک مرکزی در بخش قـویترین ناحیـه از لحاظ بالا بـودن میـدان الکتریکـی تـشکیل می گردد (میدان الکتریکی در کمترین فاصـله مـابین دو الکتـرود بیـشترین مقـدار خـود را داراست که این موضوع را می توان بـه وضـوح در شکل ملاحظه نمود).

فاز دوم فرآیند EDM



✓در این حالت همانطور کـه نمـودار شکل نشان می دهد ، ولتاژ به حداکثر مقدار خود می رسد و در ایـن مقـدار ثابـت مـی مانـد ، در حالیکـه مقـدار جریان همچنان صفر است.

فاز سوم فرآیند EDM



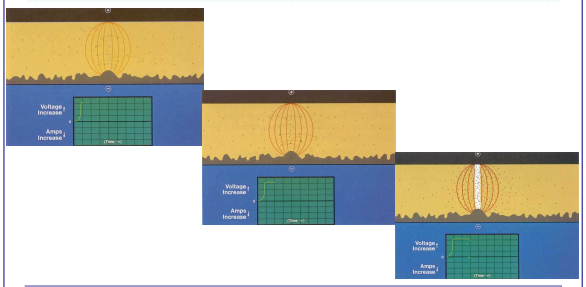
✓در این مرحله در اثـر فـشار و حـرارت بـه مـرور زمان مقاومت الکتریکی، دی الکتریک کاهش مـی یابد. در ایـن حالـت کانـال یـونیزه شـامل بارهـای مثبت و منفی ایجاد می گـردد و در نهایـت کانـال پلاسما تشکیل می شود.

✓در این مرحله می باشد که در یک لحظـه عمـل شکـستن مقاومـت دی الکتریـک در برابـر ولتـاژ اعمالی رخ می دهـد کـه بـه ایـن عمـل اصـطلاحاً شکـستن دی الکتریـک یـا «break down» گویند.

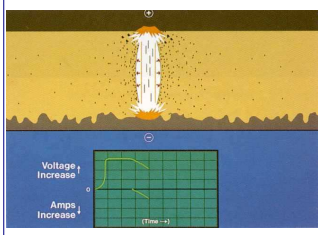
✓در این لحظه ولتاژ، شـروع بـه افـت یـا کـاهش یافتن و جریان شروع به بر قراری می کند.

کل این سه فاز را برخی اوقات فاز شکست(Break Down) یا اشتعال بی اثر(Ignition Inaction) گویند

زمان روشنی پالس : (1)زمان تأخیر جرقه



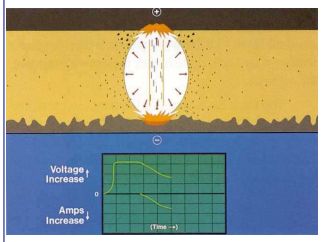
فاز چهارم فرآیند EDM



✓گرما، درنتیجه افزایش جریان، سریعاً بالا می رود و ولتاژ به طور پیوسته افت می کند. گرمای حاصل مقداری از سیال، قطعه کار و الکترود ابزار را تبخیر می کند وکانال تخلیه، شروع به شکل گرفتن بین الکترود و قطعه کارمی کند

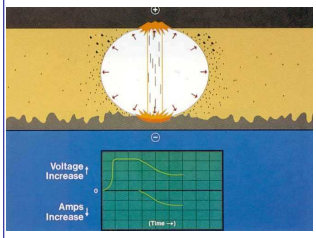
✓در این مرحله تخلیه الکتریکی تداوم یافته و حرکت بارهای مثبت و منفی و الکترون ها را خواهیم داشت حرکت الکترون ها به سمت قطب مثبت و آزاد کردن انرژی خود را در پی خواهد داشت.

فاز پنجم فرآیند EDM



✓حباب بخار سعی می کند بطرف خارج منبسط شود، اما انبساطش بوسیله ازدحام یونها به طرف کانال تخلیه محدود می شود، این یونها به شدت بوسیله میدان الکترومغناطیسی قوی ایجاد شده، جذب می شوند. جریان بطور پیوسته افزایش می یابد، و ولتاژ افت می کند

فاز ششم فرآیند EDM

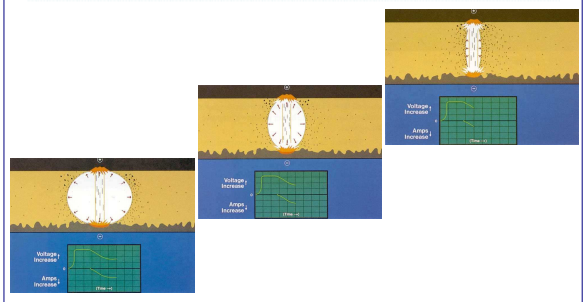


✓تقریباً در پایان زمان روشنی پالس، جریان و ولتاژ حالت پایا و ثابتی را پیدا می کند. گرما و فشار در داخل حباب بخار بیشترین مقدار خود را پیدا می کند، و شروع به برداشتن مقداری براده از سطح کار می کند.

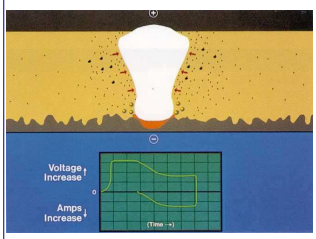
✓لایه فلز مستقیماً در زیر ستون تخلیه در حالت ذوب شده است، اما با استفاده از فشار حباب بخار در آن مکان نگه داشته می شود.

✓در واقع در این مرحله پس از رشد کانال پلاسما و افزایش یونهای مثبت، افزایش هدایت دی الکتریک و رسیدن به حد بحرانی و در نهایت وقوع جرقه و براده برداری را خواهیم داشت

زمان روشنی پالس : (2) زمان جرقه زنی موثر



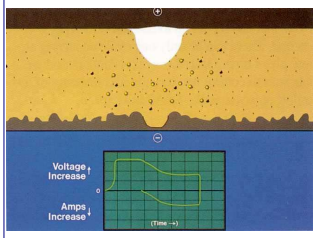
فاز هفتم فرآیند EDM



✓ تا آغاز زمان خاموشی پالس، جریان و ولتاژ به صفر افت می کند.

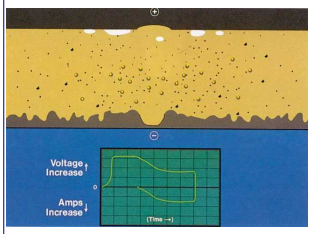
✓ دما به سرعت کاهش می یابد، حباب هوا متلاشی می گردد و موجب دور شدن، فلز ذوب شده از قطعه کار می گردد

فاز هشتم فرآیند EDM



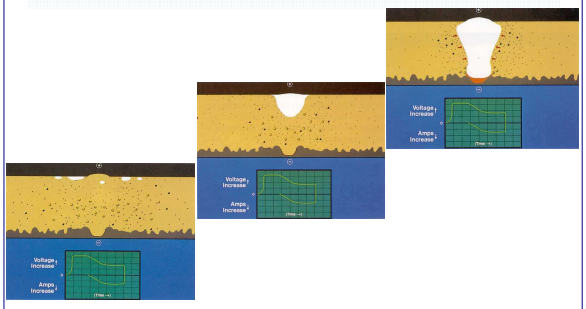
- سیال دی الکتریک تازه و جدید با شدت و سرعت به مکان مورد نظر هدایت می شود.
- عمل شستشو، آثار مخروبه حاصل از باربرداری را از محل جرقه دور می کند، با توجه به گرم شدن زیاد قطعه در یک لحظه و سریع سرد کردن آن توسط دی الکتریک، سطح قطعه کار کوینچ می شود،
- عدم دور شدن مناسب فلز ذوب شده از محل جرقه زنی باعث دوباره جامد شدن در آن مکان و شکل گیری لایه دوباره ریخته گری(Recast Layer) می گردد

فاز نهم فرآیند EDM

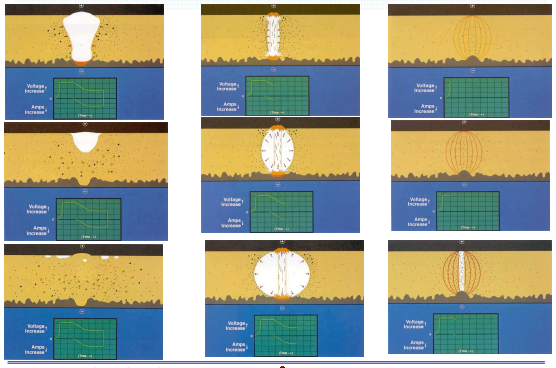


- فلزهای بیرون رانده شده در داخل محیطهای ریز و کوچک پراکنده گردیده در داخل دی الکتریک مواد نفتی با ذره های کربن حاصل از الکترود دوباره جامد می شود.
- بخار حاصل از براده برداری نیز، سطح را ترک می کند، در واقع بدون یک زمان خاموشی پالس کافی، آثار مخروبه موجود باعث ایجاد جرقه ناپایدار و نیز باعث ایجاد آرک می شود که می تواند به الکترود و قطعه کار آسیب بزند

زمان خاموشی پالس



فازهای موجود در طی یک سیکل فرآیند EDM



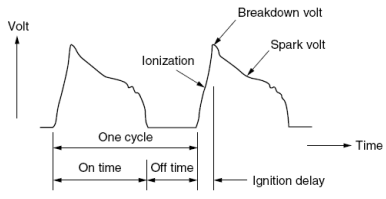
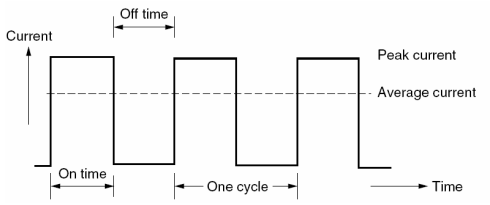


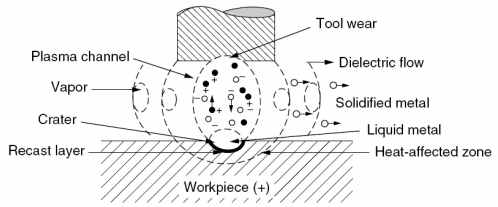
Figure 5.4 Voltage and current waveforms during EDM.

پالس های موجود در فرآیند EDM

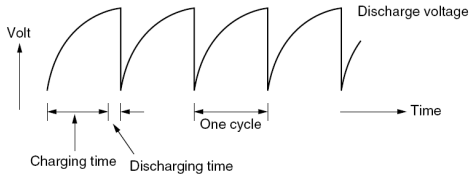


Typical EDM pulse current train for controlled pulse generator.

EDM spark description



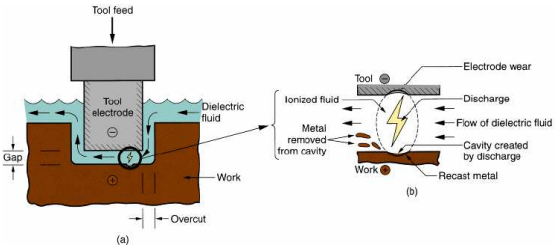
پالس های موجود در فرآیند EDM



Variation of voltage with time using an RC generator.

Mechanism of material removal

- *In EDM, the removal of material is based upon the electrodischarge erosion (EDE) effect of electric sparks occurring between two electrodes that are separated by a dielectric liquid*
- *Metal removal takes place as a result of the generation of extremely high temperatures generated by the high-intensity discharges that melt and evaporate the two electrodes*



Mechanism of material removal

- *At the end of the pulse, the pressure drops suddenly and the superheated metal evaporates explosively. Metal is thus removed from the electrodes*
- *Fresh dielectric fluid rushes in, flushing the debris away and quenching the surface of the workpiece.*
- *Unexpelled molten metal solidifies to form what is known as the recast layer.*
- *The expelled metal solidifies into tiny spheres dispersed in the dielectric liquid along with bits from the electrode.*
- *The remaining vapor rises to the surface.*
- *Without a sufficient off time, debris would collect making the spark unstable.*
- *This situation creates an arc, which damages the electrode and the workpiece.*
- *The relation between the amount of material removed from the anode and cathode depends on the respective contribution of the electrons and positive ions to the total current flow.*

Mechanism of material removal

- *When the electrons and the positive ions reach the anode and cathode, they give up their kinetic energy in the form of heat.*
- *Temperatures of about 8000 to 12,000°C and heat fluxes up to 10^17 W/m are attained.*
- *With a very short duration spark of typically between 0.1 to 2000 μs the temperature of the electrodes can be raised locally to more than their normal boiling points.*
- *Owing to the evaporation of the dielectric, the pressure on the plasma channel rises rapidly to values as high as 200 atmospheres.*
- *Such great pressures prevent the evaporation of the superheated metal.*

Mechanism of material removal

- The electron current predominates in the early stages of the discharge.
- Since the positive ions are roughly 10000 times more massive than electrons, they are less easily mobilized than the electrons.
- Consequently the erosion of the anode workpiece should be greater than that of the cathode.
- At the end of the EDM action, the plasma channel increases in width, and the current density across the interelectrode gap decreases.
- With the fraction of the current due to the electrons diminishing, the contributions from the positive ions rise, and proportionally more metal is then eroded from the cathode.

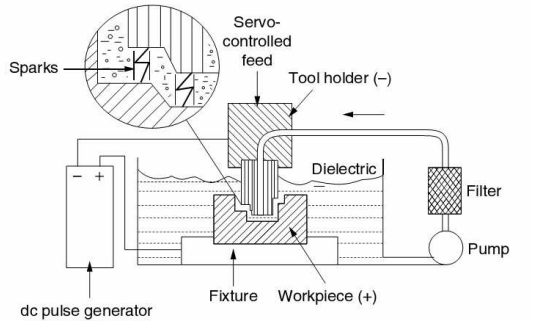
Mechanism of material removal

- The frequency of discharges or sparks usually varies between 500 and 500,000 sparks per second.
- With such high sparking frequencies, the combined effects of individual sparks provide a substantial material removal rate.
- The position of the tool electrode is controlled by the servomechanism, which maintains a constant gap width (200–500 μm) between the electrodes in order to increase the machining efficiency through active discharges.
- EDM performance measures such as material removal rate, electrode tool wear, and surface finish, for the same energy, depends on the shape of the current pulses.
- Based upon the situation in the inter-electrode gap, four different electrical pulses are distinguished, namely, open circuit pulses, sparks, arcs, and short circuits.

Mechanism of material removal

- Open gap voltages that occur when the distance between both electrodes is too large obviously do not contribute to any material removal or electrode tool wear.
- When sudden contact occurs between the tool and workpiece, micro short circuits occur, which do not contribute to the material removal process.
- The range of the electrode distance between these two extreme cases forms the practical working gap for actual discharges, i.e., sparks and arcs.
- In this regard, arcs are believed to occur in the same spot on the electrode surface and may,therefore, severely damage the tool and the workpiece.
-
- It is assumed that arcs occur when the plasma channel of the previous pulse is not fully deionized; the current during the following pulse will flow by preference along the same current path.

Mechanism of material removal



پالس های موجود در فرآیند EDM

بسته به موقعیت یا وضعیت گپ (Gap) ، که جداکننده دو الکترود است ، عمدتا چهار نوع پالس الکتریکی متفاوت ، متمایز شده است که عبارتند از:

الف: مدار باز یا ولتاژ باز (Open Circuit)
ب: تخلیه موثر یا جرقه حقیقی (Spark)
ج: آرک (Arc)
د: اتصال کوتاه (Short Circuit)

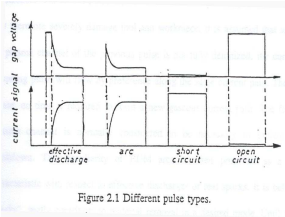
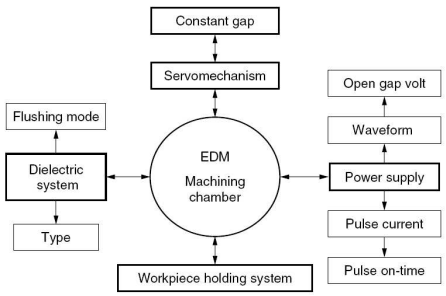


Figure 2.1 Different pulse types.

در واقع دو حالت ولتاژ مدار باز و اتصال کوتاه بعنوان دو حالت انتهایی یا نهایی می باشد که در براده برداری شرکت نمی کند .

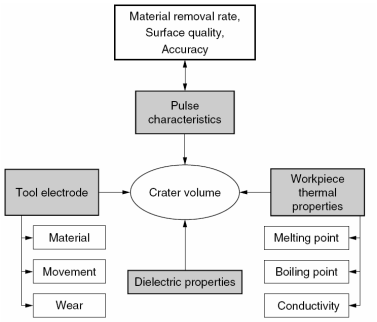
اجزا سیستم EDM



پارامترهای فرآیند process parameters

- زمان روشنی (*ON Time*)
- زمان خاموشی (*OFF Time*)
- ضریب کار (*Duty Factor*)
- فرکانس (*Frequency*)
- جریان (*Current*)
- ولتاژ (*Voltage*)
- نوع مولد انرژی (*Generator Type*)
- اندازه گپ (*Gap*)
- قطبیت (*polarity*)
- جنس الکترود ابزار (*Electrode Material*)
- نوع سیال دی الکتریک (*Dielectric Material*)
- نوع شستشوی سیال دی الکتریک (*Flushing*)
- فشار جریان شستشو (*Flushing Pressure*)

پارامترهای موثر بر عملکرد *EDM*



عوامل اصلی در انتخاب جنس مناسب الکترود ابزار

- ✓ **هزینه اولیه تهیه جنس ابزار**
- ✓ **قابلیت ماشینکاری (*Machinablitiy*)**
- ✓ **قابلیت پرداختکاری**
- ✓ **مشخصه های فیزیکی جنس الکترود**
- ✓ **مشخصه های حرارتی جنس الکترود**
- ✓ **جنس قطعه کار ماشینکاری شونده**
- ✓ **نوع فرآیند مورد انتظار از جنس الکترود ابزار**

سیال دی الکتریک

- ❖ دی الکتریک به موادی اطلاق می شود که به راحتی جریان برق را از خود عبور نمی دهند.
- ❖ خاصیت دی الکتریک مواد با هم متفاوت است
- ❖ بطوری خیلی تقریبی می توان گفت هر چه ماده غلیظ تر و چگال تر باشد، خاصیت دی الکتریکی آن بیشتر است
- ❖ به همین دلیل خاصیت دی الکتریک نفت از هوا بیشتر است
- ❖ البته خاصیت دی الکتریکی مواد بر حسب مقدار مقاومت ماده در واحد طول می سنجند، مثلاً با واحد «مگا اهم بر سانتیمتر»
- ❖ ماده ای با قدرت الکتریکی ۲۰۰MΩ/cm در ولتاژ شکست به مقداری زیر یک اهم بر سانتیمتر می رسد که این ویژگی دی الکتریک است.

سیال دی الکتریک

- انواع دی الکتریک ها عبارتند از :

الف: دی الکتریک گازی: مانند CO2، هوا و یا حتی بخار آب.

ب: دی الکتریک مایع: مانند نفت و گازوئیل و یا آب دی یودنیزه در صورتیکه:

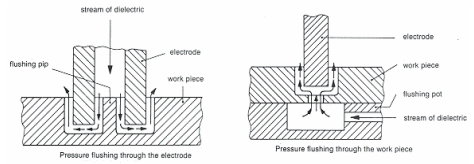
(۱) مواد محلول مانند نمک های آن را گرفته و بصورت آب مقطر در آوریم.

(۲) اکسیژن و هیدروژن که بطور طبیعی به میزان ۷-۱۰ مولکول گرم تجزیه می شوند را جدا کنیم.

ج: دی الکتریک جامد: مثل انواع پلی مرها ، پلاستیک و لاستیکها و شیشه.

سیال دی الکتریک و شستشو

- وظایف مهم سیال دی الکتریک عبارتند از :
  - خنک کاری
  - شستشو
  - محدود کردن کانال پلاسما در نتیجه کمک به بالابردن انرژی جرقه می باشد.



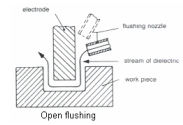
مشخصات سیال دی الکتریک

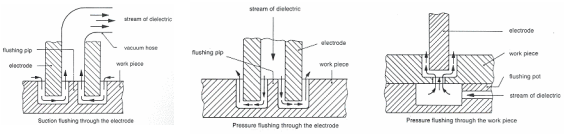
- مشخصات لازم برای این سیال دی الکتریک عبارتند از:

1. ویسکوزیته کم داشته باشد تا به راحتی در داخل شکاف گپ نفوذ کند.
2. نقطه اشتعال بالایی داشته باشد تا در اثر افزایش دما به راحتی مشتعل نگردد.
3. تا حد امکان گازهای سمی و آلوده کننده تولید نکند.(برای جلوگیری از خروج گازهای سمی تولیدی احتمالی، حداقل فاصله گپ تا سطح آزاد دی الکتریک بایستی از ۴سانتی متر بیشتر باشد.)
4. ارزان باشد ، زیرا دی الکتریک استفاده شده را بایستی تعویض کرد.

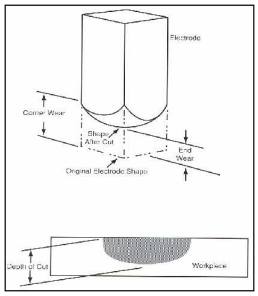
روشهای شستشوی دی الکتریک (Flushing)

1 - جت از کنار (*Jet / Side Flushing*)
2- جریان معمولی یا عادی
3- جریان معکوس یا مکشی
4- شستشوی نوع غوطه وری
5- شستشوی ترکیبی





انواع مختلف فرسایش الکترود ابزار



1- فرسایش حجمی
(*Bulk Wear*) $VW = \frac{VWR}{VEL}$

2- فرسایش گوشه ای
(*Corner Wear*) $CWR = \frac{DOC}{CW}$

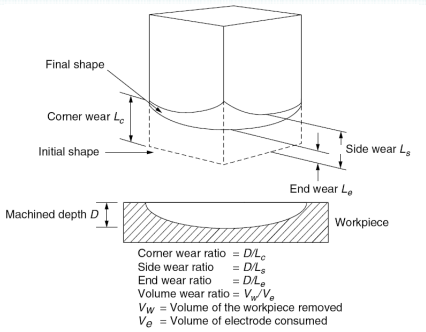
3- فرسایش انتها یا سر الکترود
(*End Wear*) $CW = ACW - EW$

4- فرسایش کناره ای
(*Side Wear*) $EWR = \frac{DOC}{EW}$

$EW = SL - FL$

SL: طول اولیه(Starting Length)
FL : طول پایانی
EWR: نسبت فرسایش یا نوک الکترود(End Wear Ratio)
DOC: عمق برش(Depth of cut)
ACW: فرسایش گوشه ای ظاهری(Apparent Corner Wear)
VWR: حجم برداشته شده از فلز قطعه(Volume of work metal removed)

انواع مختلف فرسایش الکترود ابزار

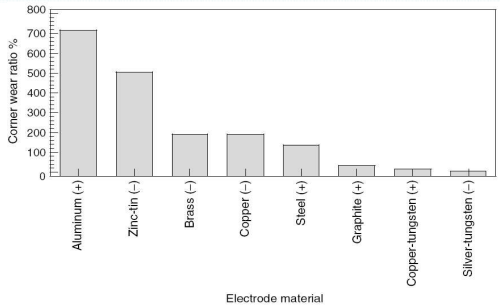


Corner wear ratio = D/L_c
Side wear ratio = D/L_s
End wear ratio = D/L_e
Volume wear ratio = V_w/V_e
V_W = Volume of the workpiece removed
V_e = Volume of electrode consumed

Applications

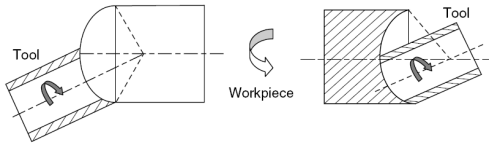
- ***Drilling***
- ***Sawing***
- ***Machining of spheres***
- ***Machining of dies and molds.***
- ***Wire EDM.***
- ***Micro-EDM***

Corner wear ratios for different electrode materials



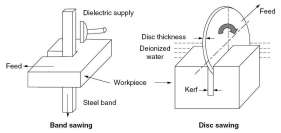
Machining of spheres

- الکترودهای لوله‌یا ساده را در ماشینکاریEDM کره‌های کوژ و کاو تا یک دقت ابعادی و یک زبری سطحی کمتر از ۰/۱ استفاده می‌کند .
- EDM چرخشی برای ماشینکاری شکل‌های کروی در سرامیک‌های هادی با استفاده از تنظیم دستگاه و قطعه کار بکار رفته است



Sawing

- *The process cuts any electrically conductive material at a rate that is twice that of the conventional abrasive sawing method.*
- *The cut produced has a smaller kerf besides being free from burrs.*
- *Cutting of billets and bars is a typical application.*

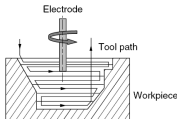


Thermal Energy Processes

a. Electro discharge machining (EDM)
b. Electro discharge wire cutting (WEDM)
c. Electron beam machining (EBM)
d. Ion beam machining (IBM)
e. Laser beam machining (LBM)
f. Plasma arc machining (PAM)
g. Conventional thermal cutting processes

Machining of dies and molds

- فرز کردن EDM الکترودهای استوانه‌ای استانداردی را بکار می‌برد.
- حفره‌های پیچیده توسط جاروب کردن NC متوالی به پایین تا عمق موردنظر ماشینکاری می‌شود.
- الکترود با شکل ساده در سرعت‌های بالا می‌چرخد و مسیرهای مشخصی را دنبال می‌کند.
- در قطعه کاری مانند فرزهای انتهایی مرسوم، این تکنیک خیلی مفید است و EDM را مانند فرایند فرزکاری مکانیکی خیلی بسط می‌دهد.

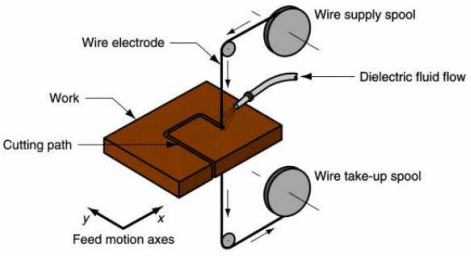


Operation of Wire EDM

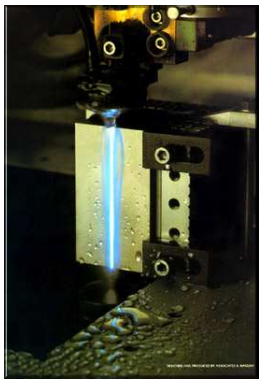
- ***Work is fed slowly past wire along desired cutting path, like a bandsaw operation***
- ***CNC used for motion control***
- ***While cutting, wire is continuously advanced between supply spool and take-up spool to maintain a constant diameter***
- ***Dielectric required, using nozzles directed at tool-work interface or submerging workpart***

ماشینکاری توسط تخلیه الکتریکی سیمی (Wire Electro Discharge Machining)

Special form of EDM that uses small diameter wire as electrode to cut a narrow kerf in work



Wire EDM



Wire EDM

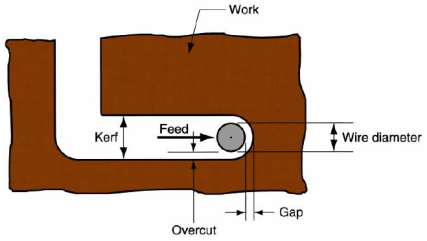
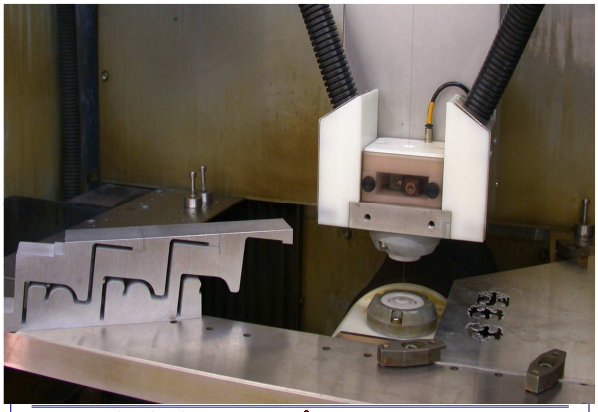


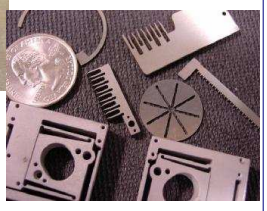
Figure 26.11 - Definition of kerf and overcut in electric discharge wire cutting



Wire EDM Applications

- *Ideal for stamping die components*
  - *Since kerf is so narrow, it is often possible to fabricate punch and die in a single cut*
- *Other tools and parts with intricate outline shapes, such as lathe form tools, extrusion dies, and flat templates*

Wire EDM Parts



Examples of Die Sinker and Wire EDM