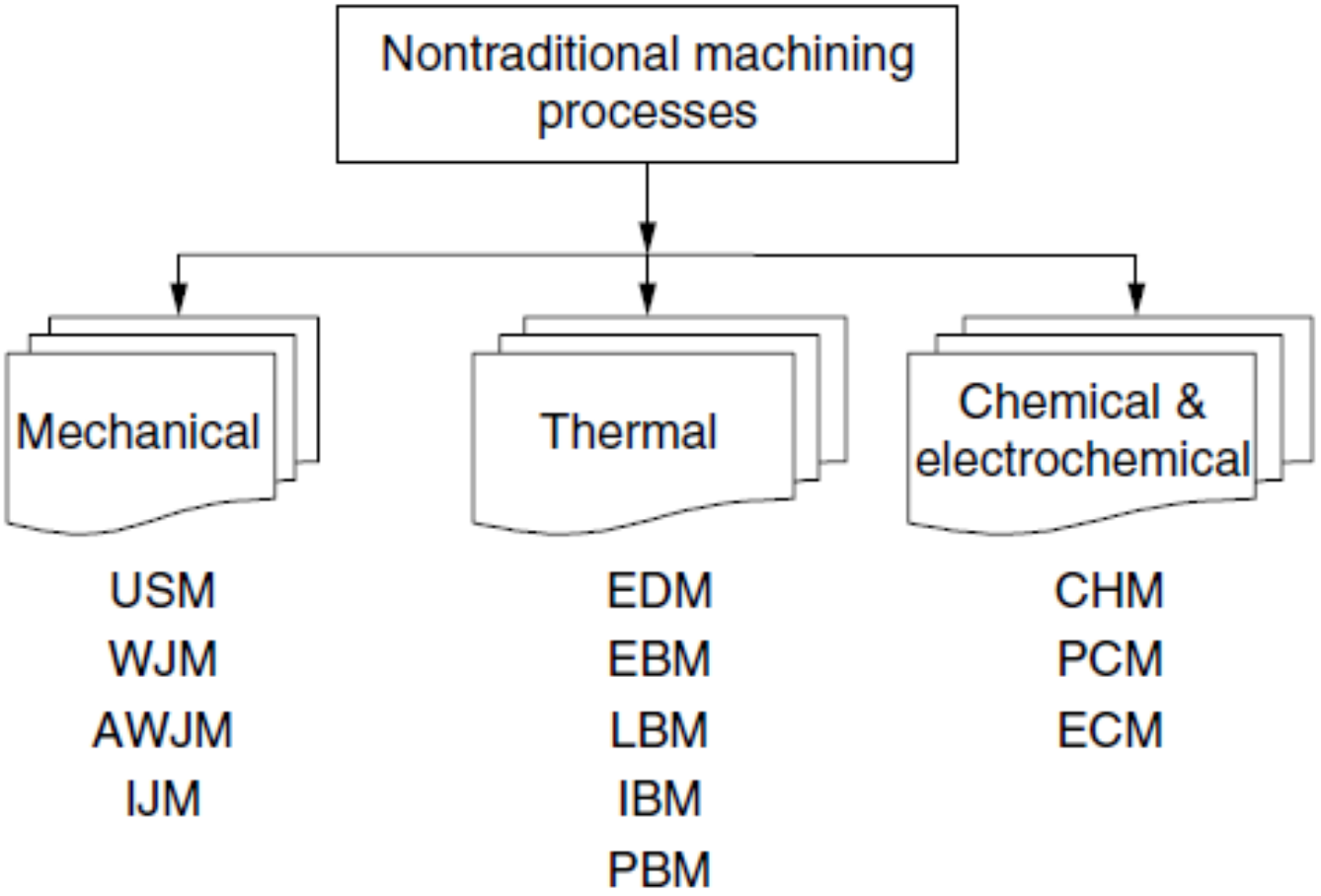
Non-traditional Machining- EDM

Peiman Mosaddegh, Ph.D.

Isfahan University of Technology

Fall 2020

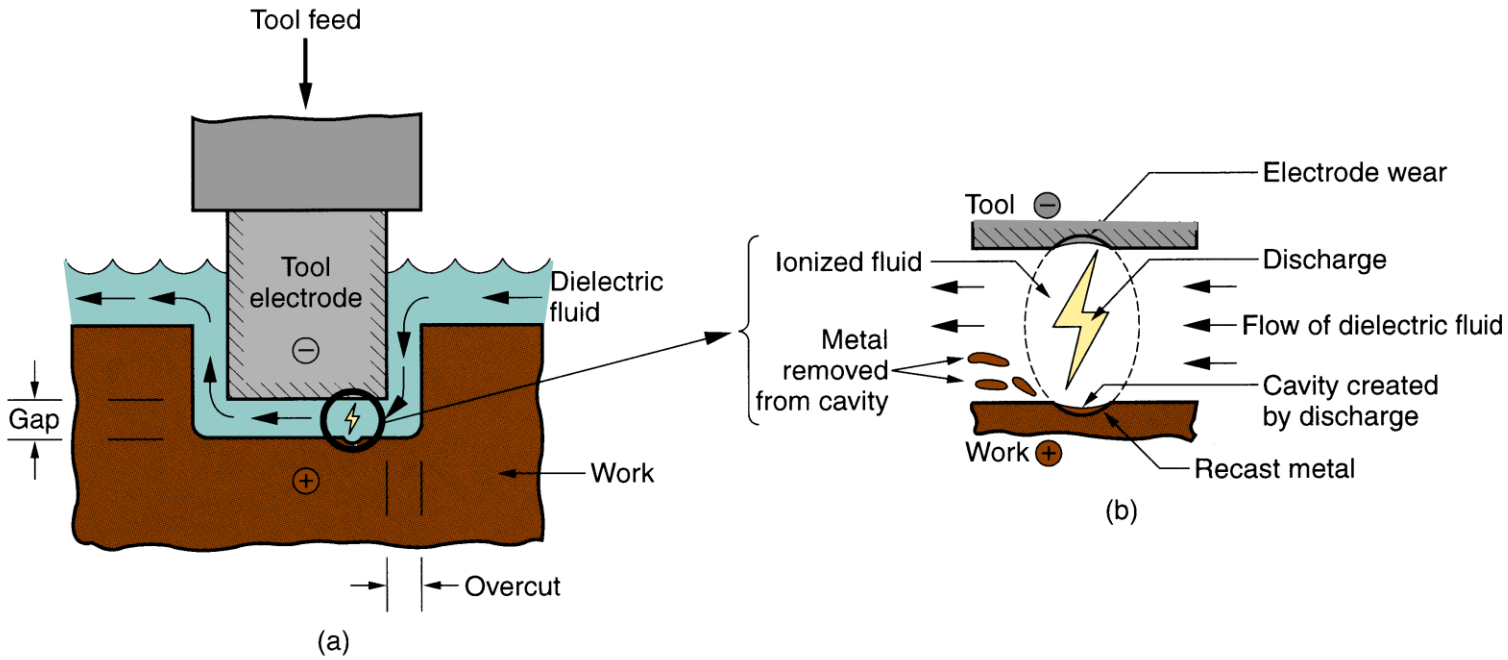

Nontraditional machining processes
Mechanical
Thermal
Chemical & electrochemical
USM
WJM
AWJM
IJM
EDM
EBM
LBM
IBM
PBM
CHM
PCM
ECM

Thermal Processes

Electro Discharge Machining

Electric Discharge Machining (EDM)

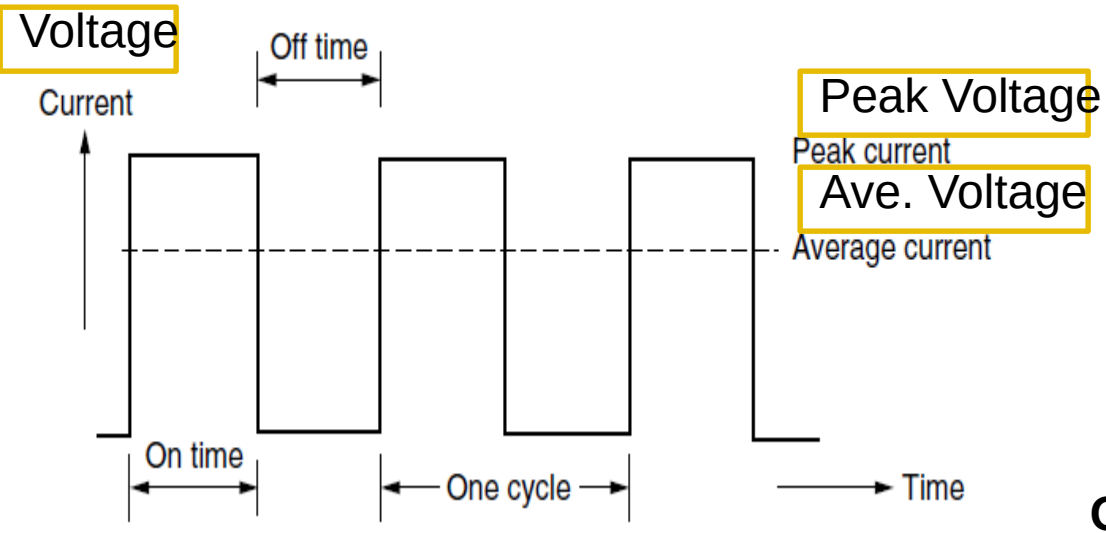
- One of the most widely used nontraditional processes
- Shape of finished work surface produced by a formed electrode tool



How EDM works

تعریف

روش باربرداری است که در آن ولتاژ پالسی و منقطع برقرار شده بین دو الکترود بنام های ابزار و قطعه کار که در سیالی به نام دی الکتریک غوطه ور میباشند (و فضای بین آنها را دی الکتریک پر نموده است) عامل جرقه در نزدیکترین نقطه (نقاط) گردیده و هر جرقه جزء کوچکی از ماده را از سطح قطعه کار جدا میگرداند و در نهایت بعد از تعداد زیادی جرقه شکل مکمل پیشانی ابزار با ایجاد حفره ای در قطعه کار حک میگردد. لازم به ذکر است که در طول این فرآیند همواره ابزار در فاصله نزدیک و کنترل شده ای از قطعه کار نگه داشته میشود.



سوال؟؟؟؟؟

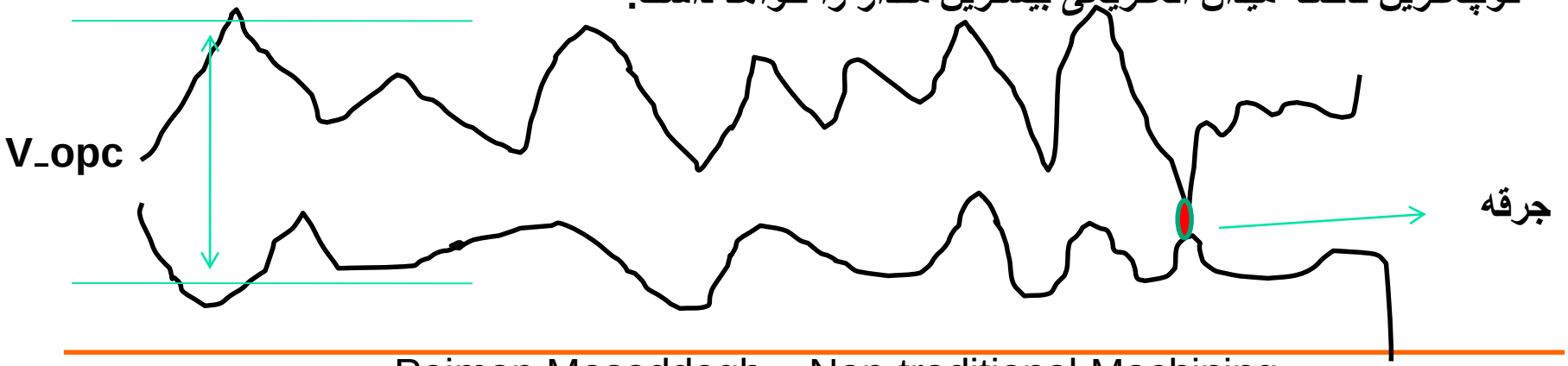
1- براده برداری از سطح قطعه کار
2- ولتاژ پالسی و منقطع
یکی از مدارهای پالسی و منقطع
مداری به نام ایزوفرکانس است
Duty cycle as input to machine:

On time: 1-3000 microsecond
Off time: 1-1500 microsecond

میدان الکتریکی

ولتاژ در این ماشینها Open Circuit است و به V_opc نمایش داده میشود و به این دلیل این نام را روی آن گذاشته اند که اگر ابزار از قطعه کار فاصله زیادی داشته باشد و جرقه ای ایجاد نشود شما میتوانید روی اسیلوسکوپی که بین ابزار و قطعه کار بسته میشود این ولتاژ را ببینید.

- این ولتاژ بین 60 تا 300 ولت میباشد (Discrete)
- دو الکترود داریم که چون جریان از آنها عبور میکند باید هادی یا نیمه هادی جریان برق باشند که این خود یک محدودیت این فرایند است.
-ابزار و قطعه کار درون دی الکتریک غوطه ور میباشند و فاصله بین آنها را دی الکتریک پر کرده است که این فاصله بین 1 تا 2000 میکرومتر میباشد که هر چه پروسه ظریفتر باشد این فاصله کوچکتر انتخاب میشود ولیکن به طور عمومی بین 5 تا 100 میکرومتر میتواند تغییر کند.
- عامل جرقه همان ولتاژ پالسی ومنقطع بوده که بین نزدیکترین نقطه یا نقاط ایجاد میشود. این مسئله بدلیل آنست که V_opc ایجاد یک میدان التریکی میکند که از رابطه E= V_opc/d تبعیت میکند. پس در کوچکترین فاصله میدان الکتریکی بیشترین مقدار را خواهد داشت.

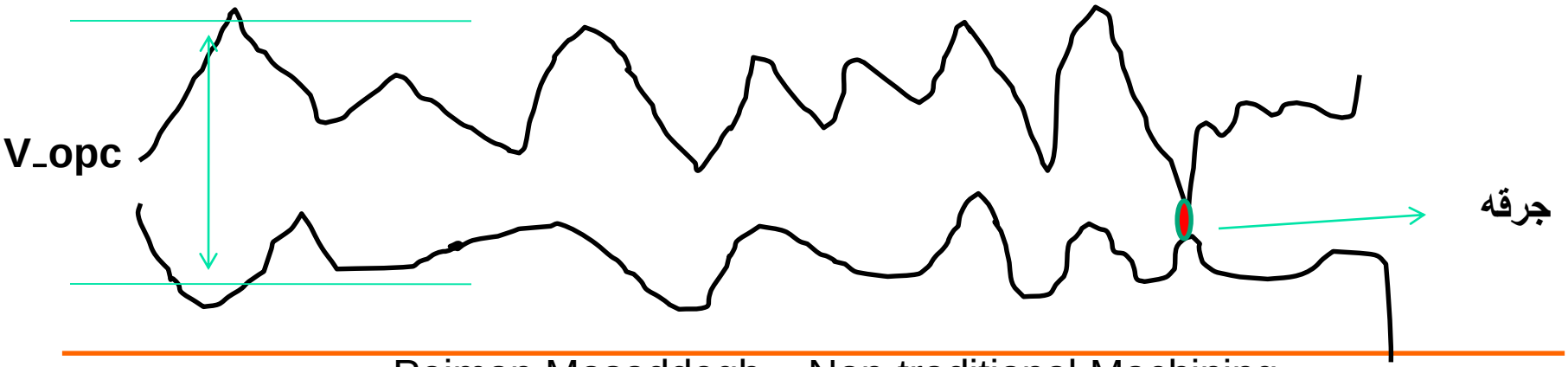


تشکیل پلازما

چنانچه دی الکتریک در میدان التریکی قرار گیرد مولکولهای خنثی و متقارن آن به مولکولهای قطبی تبدیل میشوند و دو قطب میدان مولکولهای خنثی دی الکتریک را کش می آورند. الترونها به سمت قطب مثبت و هسته که شامل پروتونهاست به سمت قطب منفی کشیده میگردد که اگر این میدان خیلی قوی باشد بر مقاومت دی الکتریک غلبه کرده و الکترونها را جدا میکند و در نتیجه مولکولهای دی الکتریک در محلی که میدان الکتریکی قوی است در نزدیکترین نقطه یا نقاط یونیزه میشود. **Break down voltage**

در نقطه ای که دی الکتریک شکسته و یونیزه شد کانال پلازما ایجاد خواهد شد.

d= 5 micron and V-opc = 100 V . What is the electrical field?



Plasma pressure

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.

At the end of the pulse, the pressure drops suddenly and the superheated metal evaporates explosively. Metal is thus removed from the electrodes as shown in below Figure.

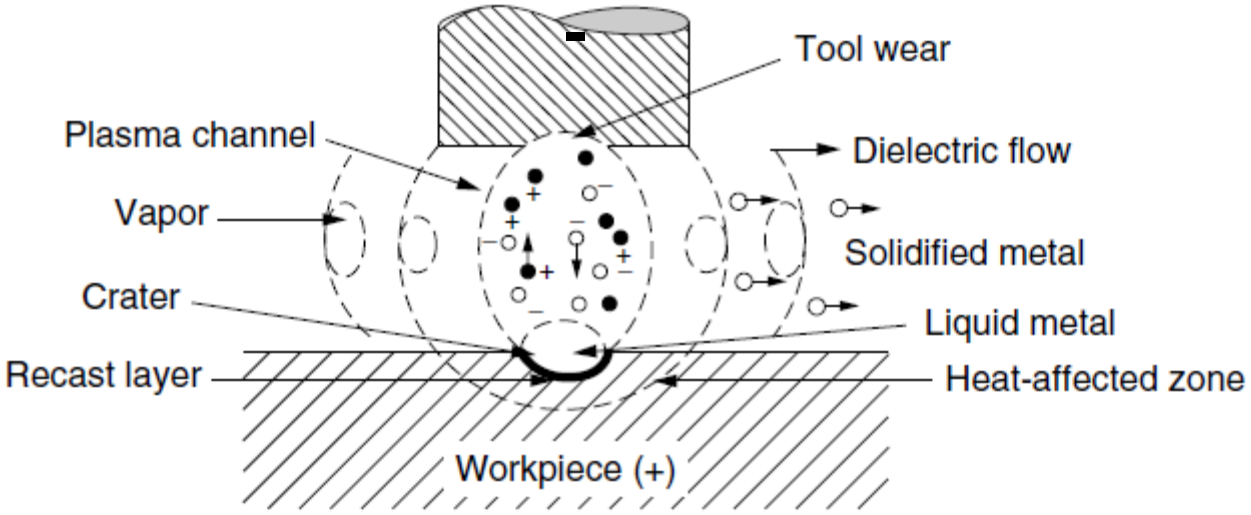


Figure 5.5 EDM spark description.

EDM- process

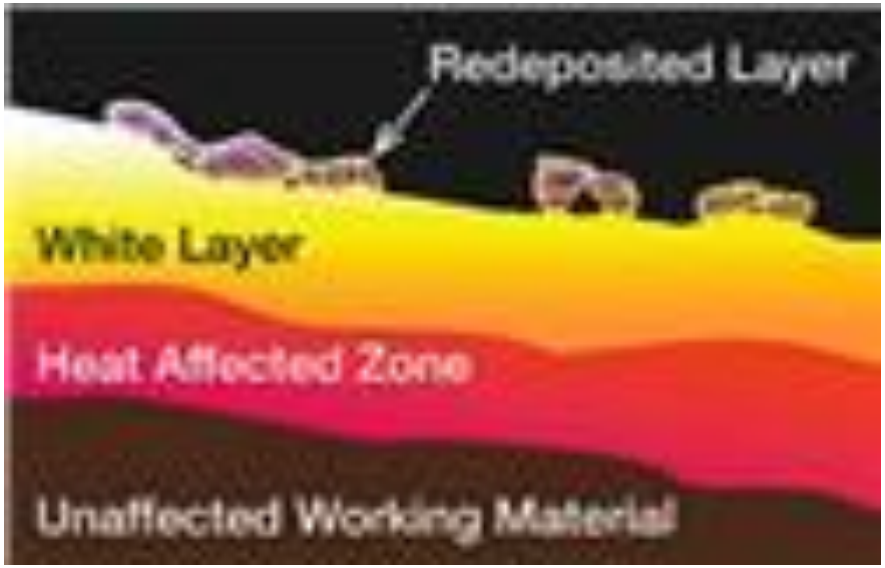
- Sparks occur across small gap between tool and work
- Requires dielectric fluid, which creates a path for each discharge as fluid becomes ionized in the gap

- Metal removal by a series of discrete electrical discharges (sparks) causing localized temperatures that melt or vaporize the metal.

•Only electrically conducting work materials such as: graphite, Cu, brass, Cu-tungsten, etc. can be used.

EDM- process layers

1- Redeposited Layer
2- White Layer (Recast Layer)
3- Heat Affected Zone (HAF)



http://www.moldmakingtechnology.com

In the case of EDM, cooling rate is extremely high. It is much higher than water quenching (which shows one of the highest cooling rates among the traditional processes). Thus, it is expected that most of the recast area will have transformed to Martensite.

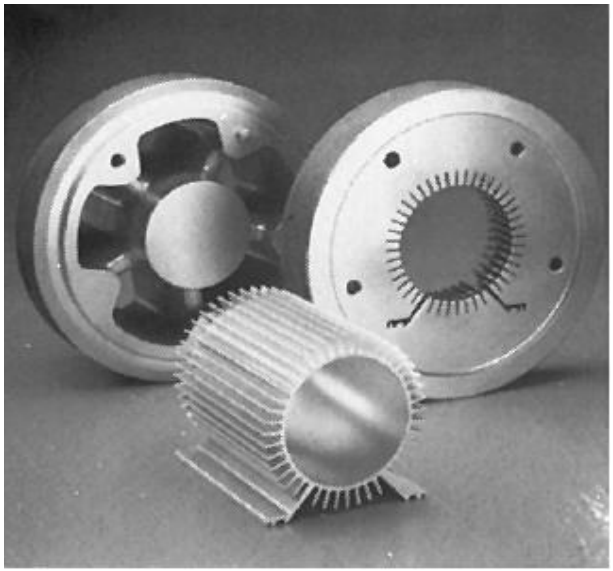
EDM

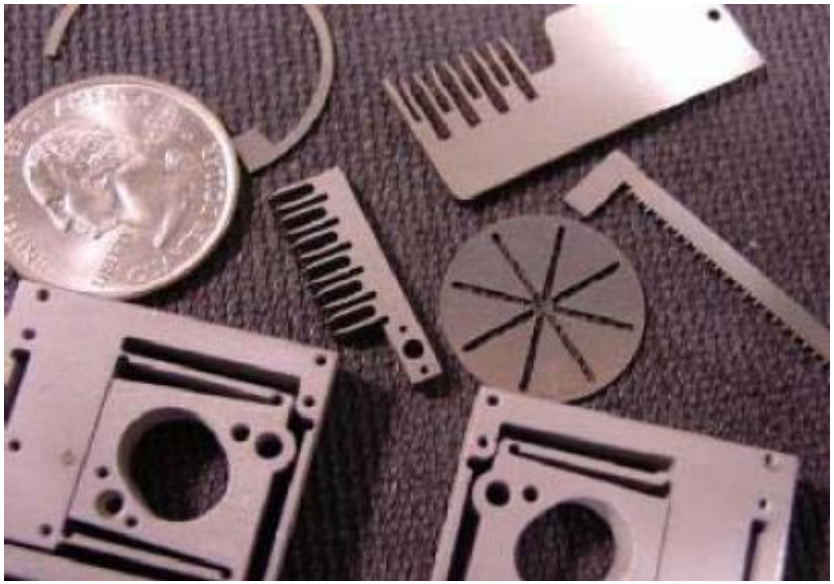
- Hardness and strength of the work material are not factors in EDM
- Material removal rate is related to melting point of work material
- MRR increases with increase in current or frequency

$$MRR = (4E4)\, IT_w^{-1.23} \left[\frac{mm^3}{\min}\right]$$

$$I \equiv current\ [A]$$

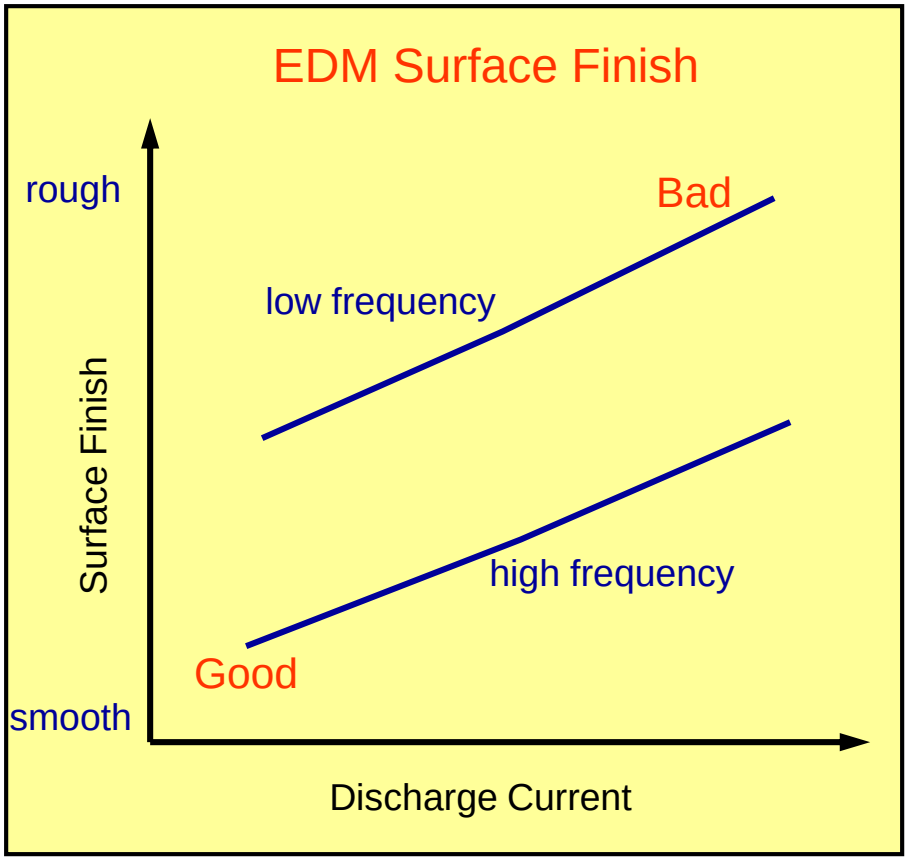
$$T_w \equiv workpiece\ melting\ temp\ [^\circ C]$$





Thermal Processes - Electric Discharge Machining

- Important parameters
  - discharge current
  - discharge frequency



Tool Specification in EDM

ابزار مورد استفاده در EDMباید:

الف- هدایت الکتریکی و گرمایی بالایی باشد

ب- دارای ظرفیت بالای ماشینکاری باشد

ج- دارای نقطه ذوب بالا باشد

د- ارزان و در دسترس باشد

EDM: Advantages & Disadvantages

Advantages of EDM

(a) This process is very much economical for machining very hard material.
(b) Maintains high degree of dimensional accuracy so it is recommended for tool and die making.
(c) Complicated geometries can be produced which are very difficult otherwise.
(d) Highly delicate sections and weak materials can also be processed without nay risk of their distortion, because in this process tool never applies direct pressure on the workpiece.
(e) Fine holes can be drilled easily and accurately.
(f) Appreciably high value of MRR can be achieved as compared to other non-conventional machining processes.

Disadvantages and Limitations of EDM Process

There are some limitations of EDM process as listed below :
(a) This process cannot be applied on very large sized workpieces as size of workpiece is constrained by the size of set up.
(b) Electrically non-conducting materials cannot be processed by EDM.
(c) Due to the application of very high temperature at the machining zone, there are chances of distortion of workpiece in case of thin sections.
(d) EDM process is not capable to produce sharp corners.
(e) MRR achieved in EDM process is considerably lower than the MRR in case of conventional machining process so it cannot be taken as an alternative to conventional machining processes at all.

HW #1:

Do you recommend this process for die making by consideration of thermal stresses produced during the process?