

## Неконвенционални методи на обработка 1

### ■ Поделба на методите:

- Механички методи
  - Обработка со абразивен млаз
  - Обработка со ултразвук
- Термоелектрични методи
  - Обработка со електроерозија
  - Обработка со млаз на електрони
  - Обработка со ласер
  - Обработка со плазма
- Хемиска и електрохемиска обработка
  - Електрохемиска обработка
  - Комбинирани методи (електрохемиско брусење, хоновање ...)

## Неконвенционални методи на обработка 2

- Алатот за обработка **нема поголема тврдост** од обработуваното парче и **нема резен клин**
- Практично **нема контакт** и механичка сила помеѓу алатот и обработуваното парче
- Механички својства на обработуваното парче (тврдост, цврстина, жилавост...) не влијаат на производноста на обработка, но физичките својства влијаат (ел. проводливост, топлинска проводливост,... )

## Обработка со воден млаз (ВМ) (WJ – Water Jet) и абразивен воден млаз (АВМ)

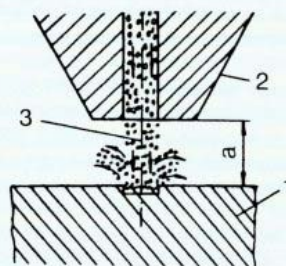
**чист воден млаз (ВМ)**  
- за обработка на дрво, текстил, гума...

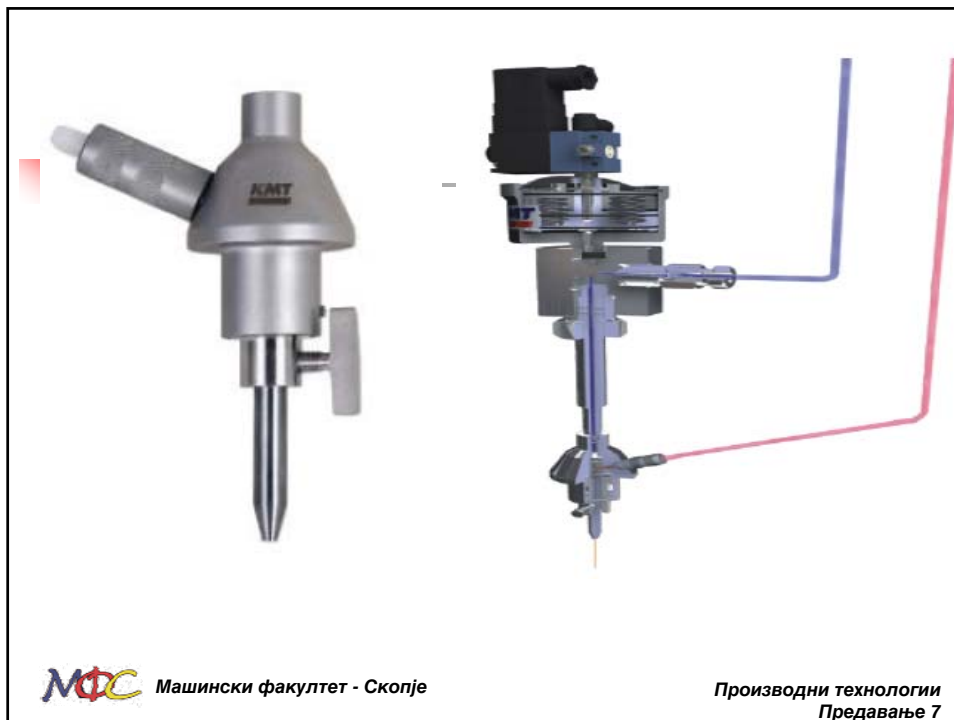
**абразивен воден млаз (АВМ)**  
– за обработка на метали, камен, стакло, керамика...

## Обработка со абразивен воден млаз

### Основни карактеристики:

- технологија ВМ стара е тридесетина години, односно АВМ двадесетина години
- ВМ и АВМ користат принцип на протекување под висок притисок на вода низ многу мал отвор на млазница
- високи притисоци **2000 – 4000 bari**
- Обработувано парче (1)
- Млазник (2)
- Флуид и абразивно средство (3)

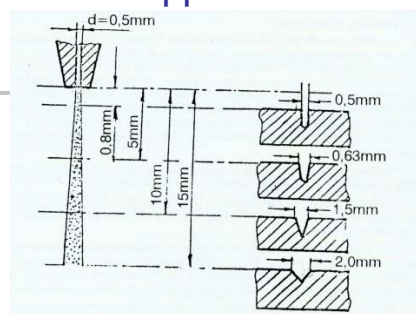




## Обработка со абразивен воден млаз

### Технолошки параметри

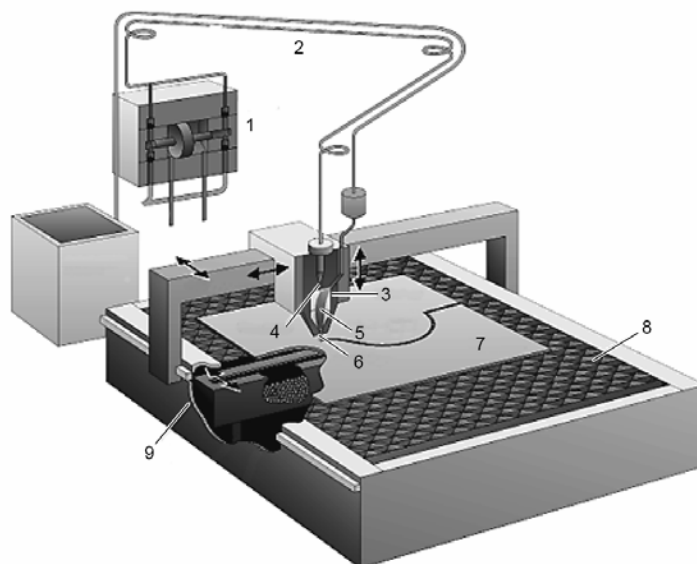
- Точност на обработка
- Геометрија на млазница, работен зјај и абразивно средство
- Квалитет на површината



млазница со дијаметар **0.1 - 0.4mm** од тврд метал, сафир или дијамант

- брзина на млазот **900m/s**
- работен зјај - Оддалеченост на млазницата од обработуваното парче е неколку милиметара
- Брзина на помест на млазницата е до **2 m/min**

## Машина за обработка со ВМ или АВМ



МФЦ Мѝ

## Примена



- **ВМ и АВМ**
- **Обработка на сите видови на материјали** (нежелезни, алуминиум и бакар (топлински проводливи материјали),
- нема загревање на обработуваното парче-**ладна обработка**
- Дебелина на материјалот на обработка и до **100mm**
- Точност на обработка +/- 0,1 mm
- подобро искористување на енергија (ласер 2%)
- мала потреба за дополнително стегање при поставување на парчето
- едноставно одржување

МФЦ Машински факултет - Скопје

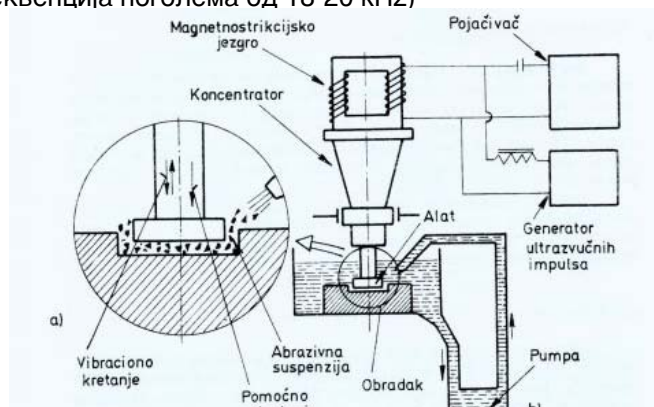
Производни технологии  
Предавање 7



## Ултразвучна обработка

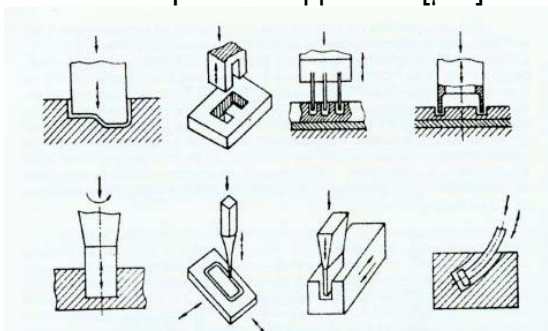
Звук- периодично осцилирање на средината (фреквенција( $Hz$ ), интензитет ( $W/cm^2$ ), ниво на интензитет ( $dB$ ))

Ултразвук- еластични бранови кои се распространуваат во секоја материјална средина (амплитуда- $A$ , бранова должина- $\lambda$ , фреквенција поголема од 18-20 kHz)



## Карактеристики на процесот

- Трошење на алатот
- Обработка на крехки материјали и неметали
- Дobar квалитет на обработена површина (N4-N6)
- Точност на изработка до 0.01 [ $\mu\text{m}$ ]

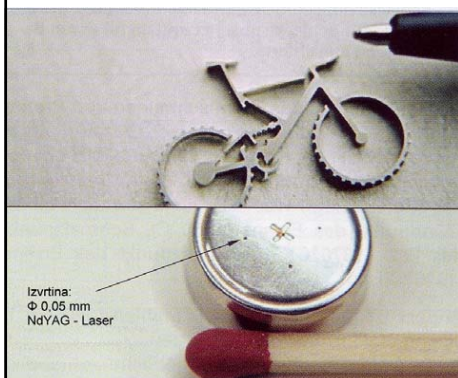


**MFC** Машински факултет - Скопје

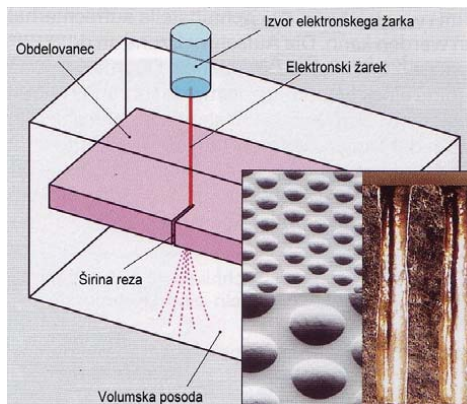
Производни технологии  
Предавање 7

## Обработка со ласер

- Највисока концентрација на енергија (100000 kW/mm<sup>2</sup>)
- се обработуваат најтврди и тешкообработливи материјали



**MFC** Машински факултет - Скопје



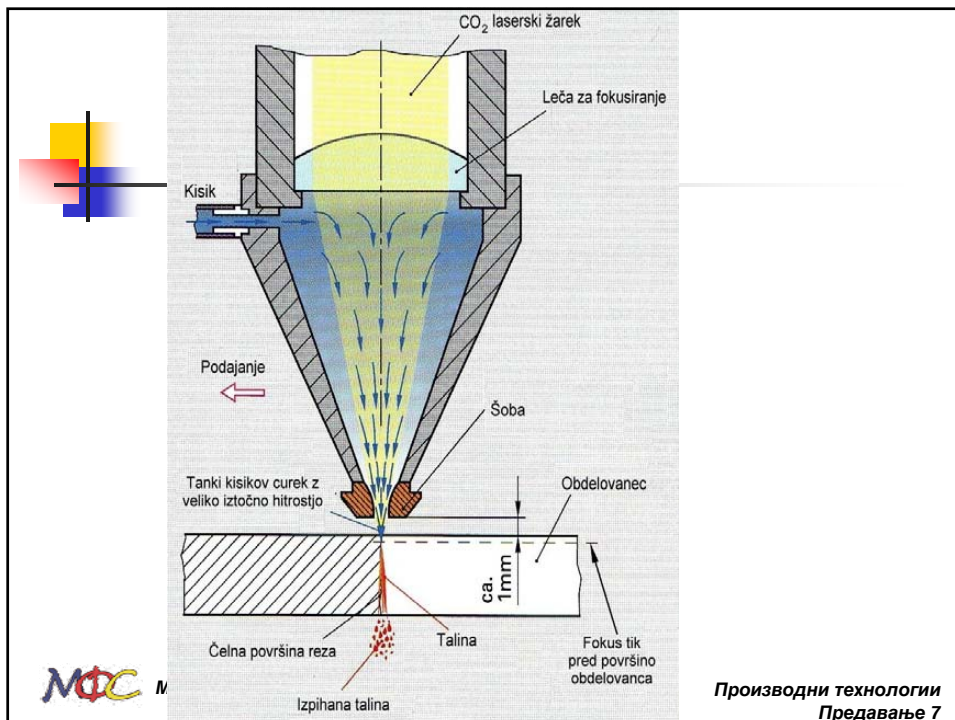
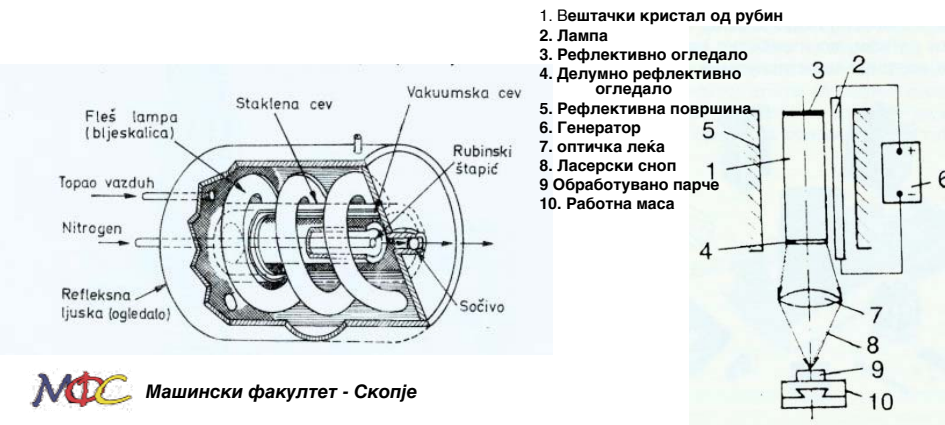
Производни технологии  
Предавање 7

## Обработка со ласер

- Користење на висококонцентрирана светлосна енергија во форма на фотонски сноп, која во судир со материјалот предизвикува локално топење и испарување (милисекунди)

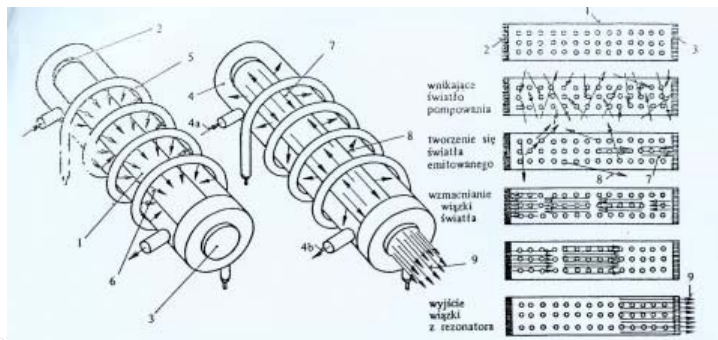
### Ласерска светлина:

- Монохроматска** со иста бранова должина
- Кохерентна** (фотоните се движат паралелно)
- Насочена** (ласерскиот зрак е тесен, насочен и интензивен)



## Карактеристики

- Формирање на сноп од фотони и развој на ласерски зрак во рубин
- Употреба на тврди и гасни ласери
- Обработка на тврди материјали (отвори со мали димензии, сечење, заварување, површинско отврднување итн.)



MFC Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

Прегледница 12.1: Ласерји в ковинскопредловални индустрији

Vrsta laserja	Medij	Valovna dolžina [ $\mu\text{m}$ ]	Moč [ $\text{W}/\text{cm}^2$ ]	Sevanje
CO <sub>2</sub>	plin	10,6	10 <sup>0</sup> ...10 <sup>3</sup>	CW, impulzno
Nd:YAG	trden	1,06	10 <sup>2</sup> ...10 <sup>4</sup>	CW, impulzno
Excimer	plin	0,16...0,35	10 <sup>4</sup> ...10 <sup>6</sup>	CW, impulzno
Diodni	trden	0,6...1,6		CW, impulzno

CW – kontinuiran način delovanja

MFC Машински факултет - Скопје

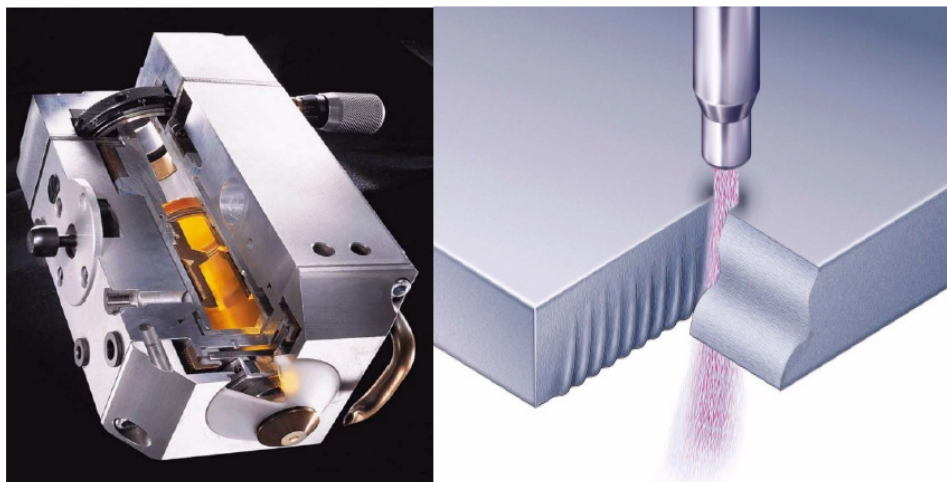
Производни технологии  
Предавање 7





**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

## Обработка со електроерозија

**Електроерозија пресликување со жиг**

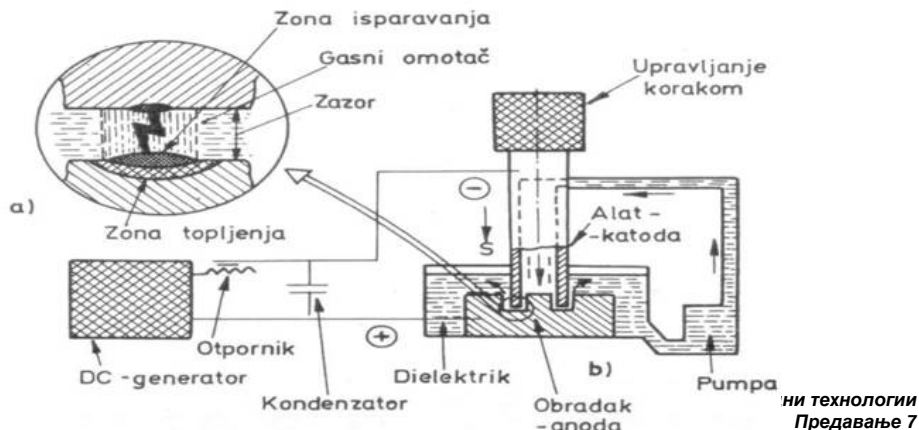
**Електроерозија обработка со жица**

**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

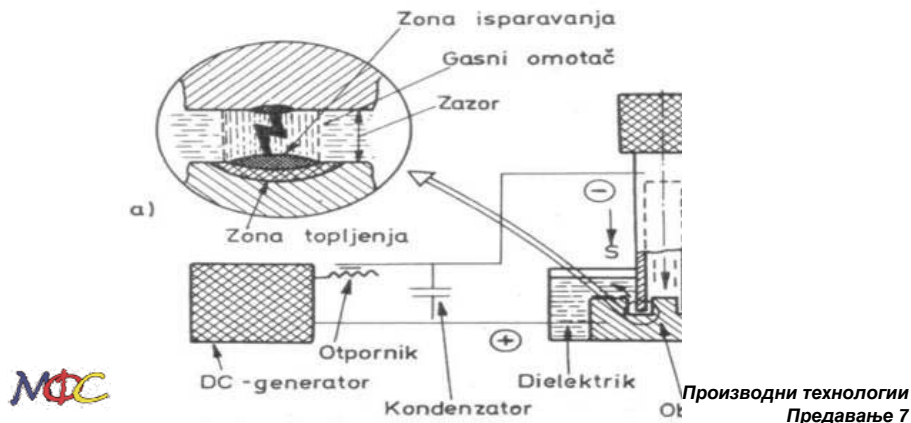
## Обработка со електроерозија 1

- Симнување на метални честици од обработуваниот материјал при електрично празнење помеѓу двете електроди (**катода**-алат и **анода**-обработувано парче).
- Електродите се наоѓаат на одредено растојание потопени во флуид (диелектрикум, техничка вода, емулзија, минерално масло и сл.).



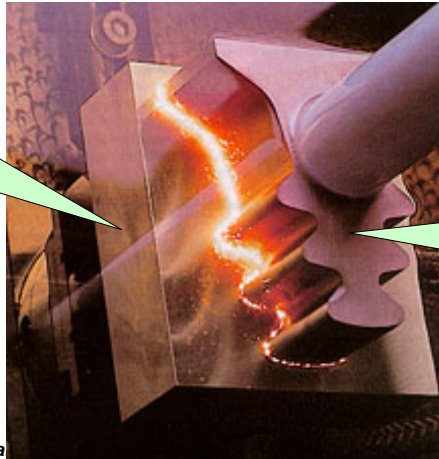
## Обработка со електроерозија 2

- При електричното празнење, електрична искра предизвикува електрична ерозија на површината на обработуваното парче (анода), каде се формира кратер заради загревање на материјалот на висока температура.
- Прескокнување на искра предизвикува загревање, топење и испарување на материјалот.
- Температура  $6000^{\circ} - 12000^{\circ} \text{C}$



## Електроерозија - со жиг

+  
анода  
Обработувано  
парче

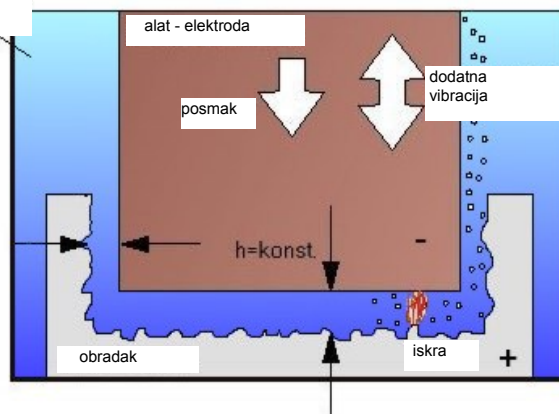


-  
катода  
алат  
електрода

MFC Машински фа

Производни технологии  
Предавање 7

dielektrična  
tekućina



ODNOŠENJE MATERIJALA PRI ISKRENJU

MFC Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



## Алат за обработка со електроерозија

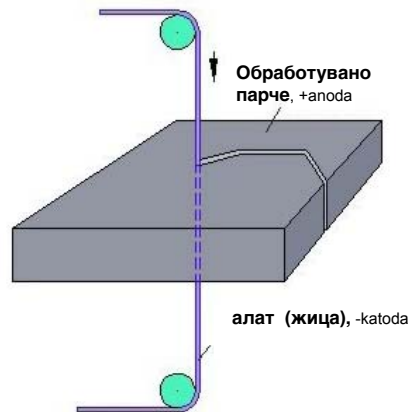
- **алат - електрода** од бакарни легури или графит,
- со **сложен облик** и захтевна и комплицирана изработка на алатот бидејќи е “негатив“ на делот кој се обработува
- алатот **се троши** заради искрењето и мора да се менува
- алатот -електрода може да биде и со поедноставен облик ако е машината со **нумеричко управување**
- алат изведува помест кон обработуваното парче, спор и **континуиран помест**



## Карактеристики на обработката

- - производност  $< 10\ 000\ \text{mm}^3/\text{min}$  )
- - квалитет на обработка **N3 - N6**
- - точност на димензии на изработеното парче **0,002 – 0,02 mm**
- - **диелектрикумот** мора да ја одведува настанатата топлина и мора да се лади, антикорозивност, ниска цена (техничка вода, минерално уље, трансформаторско уље, )
- - погодна постапка за поединечно производство, поефтино и прецизнично од EXM
- Електроерозивна обработка се применува за
  - обработка на тешкообработливи материјали и
  - изработка на сложени делови.

## Електроерозија обработка со жица



## Карактеристики на обработка:

- Алат- електрода : жица од бакарна легура  $\phi$  0,25 мм  
волфрамова жица  $\phi$  0,02 - 0,08 мм
- Водење на жицата е низ прецизни сафирни водилки отпорни на трошење
- Жицата како алат-електрода се троши и по употребе се отстранува
- Жицата се одмотува од калем и намотува на друг калем
- Побрза е постапката са жица од постапката со жиг
- Нумерички управувана машина

## Изработени делови



 Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

## ЕДМ машина (жиг)



 Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

## EDM машина (жиг)



**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7





ЕДМ машина (жиг)



**МФЦ** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



ЕДМ машина (жица)



**МФЦ** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



ЕДМ машина (жица)



**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7



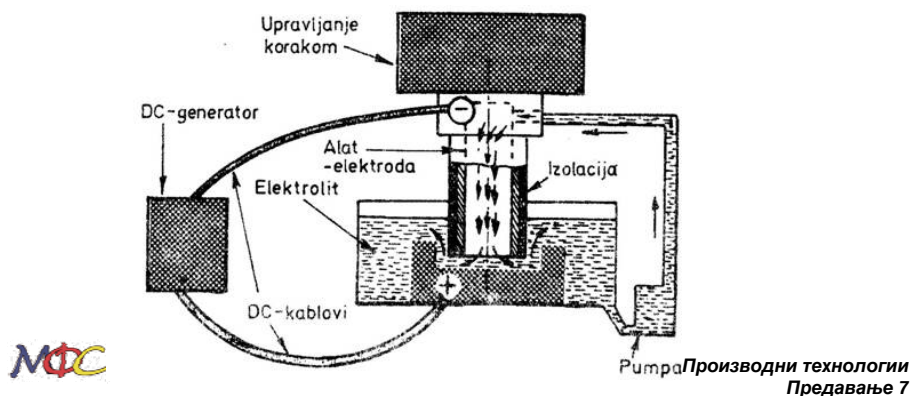
FILM  
EDM - žica

**MFC** Машински факултет - Скопје

Производни технологии  
Предавање 7

## Електрохемиска обработка 1

- Хемиски процес под дејство на еднонасочна струја која поминува низ електродите потопени во електролит
- Обработувано **парче-анода, алат-катода**
- Електролит - воден раствор на неутрални соли ( $H_2SO_4$ ,  $NaCl$ )
- Алатот не се троши
- Симнатиот материјал не се таложи како метал туку преку хемиска реакција се создаваат метални хидроксиди



## Електрохемиска обработка 2

- **Електрохемиската обработка** се заснова на Фарадеевиот закон, според кој количината на растворениот метал при електролиза е пропорционален на јачината и времето на протекување на струја помеѓу двете електроди, потопени во електролит.
- **Фарадеевиот закон** - Ако два материјали се приклучени на еднонасочна струја и потопени во електролит, доаѓа до хемиско растварање на металот од анодата - парчето и преку процес на електролиза, металните атоми од анодата создаваат метални хидроксиди со атомите од електролитот. Притоа, електродата алат-катода има улога само во спроведувањето на електричната струја и не се троши.
- Основен недостаток е создавање на аноден филм на површината на парчето што го успорува процесот на симнување на материјал.
- Електрохемиската обработка се применува за **обработка на тешкообработливи делови и изработка на сложени делови**:
  - реактивни мотори во авио индустријата,
  - разних калапи и
  - турбински делови.



## Карактеристики на обработката

- Висока производност (**50 000 mm<sup>3</sup>/min**) - за сериско производство
- Квалитет на обработка **N3 - N7 ( Ra =0,1 – 2,5 μm )**
- Точност на димензии на обработка **0,02 – 0,2 mm**
- Електролитот ја одведува создадената топлина, ЕХМ - ладна обработка, нема заостанати напрегања на обработуваното парче,
- **NaCl** во вода е електролитот
- **Алатот** (електрода-катода) **се изработува** од бакарна легура, месинг, нерѓосувачки челик,
- **Формата на алатот** е негатив на делот кој се обработува
- Не се троши при обработка, но споро и континуирано се поместува кон парчето со **помест** 0,1 – 20 mm/min
- **Опремата за ЕХМ** е скапа со висока потрошувачка на ел. енергије

