



## جوشکاری (Welding)

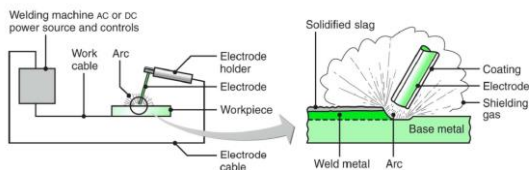
مدرس: دکتر فرهنگ هنرور  
گروه ساخت و تولید  
دانشکده مهندسی مکانیک  
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

### کلیاتی در مورد جوش قوس الکتریکی

- قوس الکتریکی (Electric arc) عبارتست از خالی شدن بار الکتریکی بین دو الکترود در میان گاز یونیزه شده.
- این گاز یونیزه پلاسما نامیده میشود.
- منبع الکتریکی قوس الکتریکی بین نوک الکترود و قطعه ایجاد میکند
- منبع الکتریکی ممکن است AC یا DC باشد
- قوس الکتریکی موجب ذوب شدن الکترود و فلز میشود
- درجه حرارت و قطر ستون قوس رابطه مستقیم با شدت جریان دارد.
- حرارت قوس تا  $30,000^{\circ}\text{C}$  است
- الکترود میتواند مصرفی (consumable) یا غیرمصرفی (non-consumable) باشد.



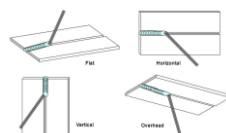
### جوشکاری قوس - الکترود دستی (جوش برق) Shielded Metal Arc Welding (SMAW)



### تکنیک جوشکاری قوس-الکترود دستی

1. برطرف کردن کلیه ناخالصی های و آلودگیها
2. پخ کردن لبه های ورق
3. استقرار اجزا سازه یا اسکلت فلزی کنار یکدیگر برای عملیات جوشکاری

#### وضعیتهای جوشکاری



- Flat  مسطح
- Horizontal  افقی
- Vertical  عمودی
- Overhead  بالای سر سقفی



### نقش و خصوصیات پوشش الکترود

- پایدار کننده قوس
- محافظت قوس و حوضچه جوش از ناخالصی ها و تماس با اتمسفر
- کنترل واکنش سریاره-مذاب فلز-گاز
- کنترل شکل گرده جوش به علت خواص ویسکوزیته و کشش سطحی پوشش
- باید پس از سرد شدن جوش به سادگی از سطح جوش جدا شود



### انواع پوشش الکترود بر اساس استاندارد EN499

- الکترودهای با پوشش سلولزی (C)
- الکترودهای با پوشش رتیلی (R)
- الکترودهای با پوشش قلیایی (B)
- الکترودهای با پوشش اسیدی (A)
- الکترودهای با پوشش اکسیدی (O)

## پوشش الکتروود

### الکتروود قلیایی:

- احتمال بروز ترک گرم یا سرد در این دسته از الکتروودها کمتر است.
- جوش حاصل دارای خواص مکانیکی خوب به ویژه مقاومت به ضربه بالا است.
- می‌توان در تمام وضعیت‌ها و جریان‌های AC و DC از آن‌ها استفاده کرد.

### الکتروود اسیدی:

- در جوشکاری‌های چند پاسی، خطر باقی ماندن سرباره در بین پاس‌های جوشکاری حداقل است.
- در تمامی وضعیت‌های جوشکاری می‌توان الکتروود را به کار گرفت.

### الکتروود اکسیدی:

- نفوذ کم، اما جوش دارای سطحی صاف و یکنواخت با استحکام مناسب است.
- به دلیل سیالیت بالای مذاب حاصل، این نوع الکتروودها را بیشتر برای جوش‌های گوشه در وضعیت‌های افقی و مسطح به کار می‌برند.

## پوشش الکتروود

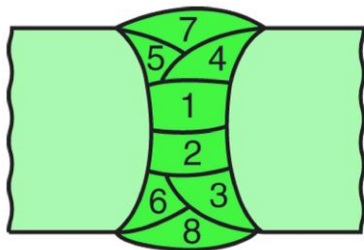
### الکتروود سلولزی:

- از جمله مزایای آن ولتاژ بالای قوس، عمق نفوذ خوب و سرباره نازک است.
- از جمله معایب این الکتروودها می‌توان به دود و پاشش زیاد و سطح جوش خشن و ناهموار اشاره کرد.

### الکتروود رتیلی:

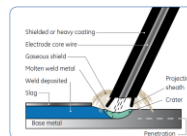
- اکسید تیتانیوم طبیعی ( $TiO_2$ ) با نام معدن شناسی رتیل
- امکان جوشکاری با هر دو جریان AC و DC
- کاربرد زیادی در جوشکاری‌های عمومی دارد و جوشکاری با آن در تمامی وضعیت‌ها امکان‌پذیر است.

## جوش چند پاسه



### Manual Metal Arc - MMA Shielded Metal Arc - SMA

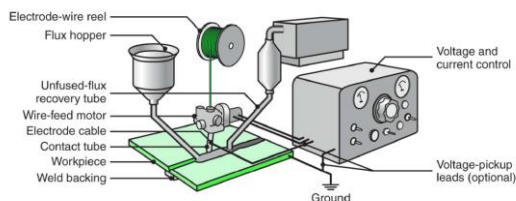
Materials	Iron and steel, stainless steel, aluminum, nickel, copper alloys
Applications	Steel structures, industrial fabrication
Typical Location	Fabrication shop, factory Field operations Suitable for indoor or outdoor use
Advantages	Low equipment costs and wide applicability Dominant process in repair and maintenance Basically no thickness limitations Can be used in almost any position
Limitations	Applications are limited by welder skill Potential safety issues if not monitored Applications may require preheat
Typical Discontinuities Types	Porosity, lack of fusion, incomplete penetration, and cracks
Non-destructive Testing Methods	VT, PT, MT, RT, UT



Acknowledgements to GE

## جوشکاری قوسی زیر پودری

### Submerged Arc Welding (SAW)

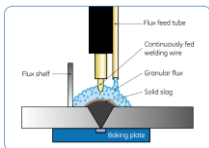


## جوشکاری قوسی زیر پودری

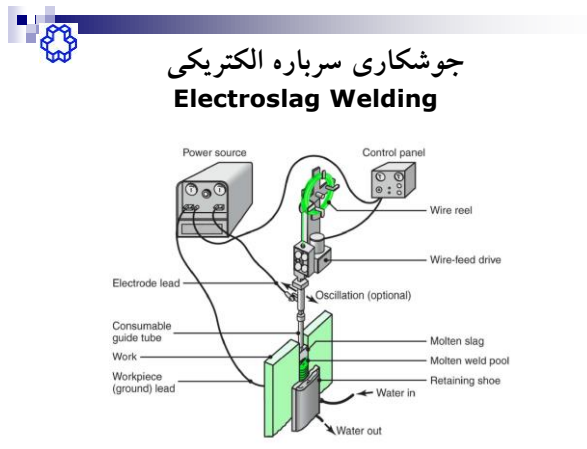
### Submerged Arc Welding (SAW)

- در این فرایند جوشکاری قوس تحت پوشش فلاکس با پودر مخصوص مخفی میشود.
- به صورت خودکار یا نیمه خودکار بکار میرود.
- مزایا:
  - قوس مخفی است و محافظت از قوس لزومی ندارد
  - سرعت و نرخ رسوب بالایی دارد
  - جوش تمیز با خواص خوبی به دست میدهد.
- محدودیتها:
  - نیاز به نگهداری پودر روی موضع جوش است
  - احتمال ایجاد خلل و فرج به علت وجود ناخالصی در پودر
  - برای وضعیتهای تخت و افقی مناسبتر است
  - به علت مخفی بودن قوس کنترل محل دقیق جوش مشکل است. از راهنما استفاده میشود

Submerged Arc SAW	
Materials	Carbon steel, stainless steel, nickel-based alloys, low alloy steel, surfacing applications (i.e. weld buildup)
Applications	Structural and vessel construction, pipes
Typical Location	Fabrication shop, factory Suitable for indoor or outdoor use
Advantages	High deposition rates - deep weld penetration Little edge preparation is needed Single pass welds can be made with thick plates Arc is always covered under a blanket of flux Produces sound, uniform, and ductile welds
Limitations	Limited to ferrous and some nickel based alloys Limited positions and requires flux handling Limited to long straight seams or rotated pipes Requires inter-pass and post weld slag removal
Typical Discontinuities Types	Porosity, inclusions, incomplete penetration, and lack of fusion.
Non-destructive Testing Methods	VT, PT, MT, RT, UT



Acknowledgements to GE



### جوشکاری سرباره الکتریکی Electroslag Welding

- برای جوشکاری ورقهای ضخیم مناسب است
- فلاکس (سرباره) ابتدا در اثر قوس موقت به صورت مذاب در میاید و نقش مقاومت الکتریکی را ایفا میکند. با عبور جریان از آن، حرارت لازم برای ذوب الکتروود سطوح ورق ایجاد میشود.
- کفشکهای مسی مذاب را بین دو ورق نگه میدارند. کفشکها با آب خنک میشوند
- برای اتصال ورقهای ضخیم مناسب است
- معمولا نیاز به پخ سازی نیست
- ورقهایی از ضخامت ۳/۵ سانتیمتر تا ۹۰ سانتیمتر با این روش جوشکاری شده اند
- لوله راهنمای سیم الکتروود ممکن است مصرفی یا غیرمصرفی باشد
- جوش لوله ها نیز با این روش جوشکاری امکانپذیر است
- فلاکس بطور متناوب به هنگام نیاز به صورت دستی اضافه میشود

