



جوشکاری چدن به دلیل ترکیب خاص می تواند دشوار باشد، اما اگر از روش جوشکاری صحیح برای جلوگیری از ترک جوش استفاده کنید، کار با این فلز بسیار آسان است. روش صحیح این نوع از جوشکاری چدن شامل گرمایش و سرمایش دقیق، اغلب شامل پیش گرم شدن، انتخاب صحیح الکتروود جوشکاری است. جوشکاری چدن با توجه به ترکیبات خاص و ویژگی های منحصر به فردی که دارد، جزء جوشکاری های سخت به شمار می رود. در این مقاله تلاش کرده ایم تا به طور کامل و جامع در مورد چدن، انواع و کاربردهای آن، مراحل و مشکلات مربوط به جوشکاری چدن و روش های کاهش میزان مشکلات این نوع جوشکاری اطلاعاتی را مرور کردیم. توصیه می کنیم تا انتهای مطلب با ما همراه باشید.

در ادامه بخوانید...

- چدن چیست؟
- انواع و کاربرد چدن
  - چدن سفید
  - چدن خاکستری بیشترین کاربرد را در جوشکاری چدن دارد
  - چدن چکش خوار یا مالیبل
  - چدن داکتیل یا گره دار یا انعطاف پذیر
- مراحل جوشکاری چدن
  - (۱) شناسایی آلیاژ مناسب
  - (۲) تمیز کردن ریخته گری
  - (۳) انتخاب دمای مناسب برای جوشکاری
  - (۴) انتخاب روش مناسب جوشکاری چدن
- مشکلات رایج در جوشکاری چدن
  - ۱- بالا بودن درصد عناصر مضر در چدن
  - ۲- تنش ایجاد شده از حرارت جوشکاری چدن
  - ۳- مشکلات جوش پذیری چدن ها
  - ۴- تشکیل ساختارهای ترد و شکننده در محل جوش
  - ۵- آلودگی های روغنی سطح چدن
  - ۶- مشکلات ناشی از وجود ناخالصی ها
- روش های رایج جوشکاری چدن

## • الکتروود مورد نیاز برای جوش چدن

○ ۱. الکتروودهای نیکل ۹۹ مناسب ترین گزینه برای جوشکاری چدن

○ ۲. الکتروودهای نیکل-آهن

○ ۳. الکتروودهای فولادی

• نکات مهم پس از پایان جوش دادن چدن

• کلام آروا

چدن چیست؟

چدن جزء آلیاژهای آهن-کربن است که بیش از ۲٪ کربن دارند و به همین دلیل سخت و مقاومند. چدن ها نقطه ذوب نسبتاً پایینی دارند، سیالیت خوب، ریخته گری و قابلیت ماشین کاری آن مناسب است. خاصیت انعطاف پذیری چدن ها نسبت به آهن و فولاد کمتر است و به طور کلی می توان گفت چدن ها غیر از چدن های مالیبیل یا چکش خوار خاصیت شکنندگی دارند. در پروسه جوشکاری چدن، انبساط و انقباض فلز به علت انتقال گرما و سرما رخ می دهد که موجب به وجود آمدن تنش کششی در آن می شود.

یکی از ویژگی های بسیار مهم چدن ها عدم ایجاد تغییر شکل در اثر وارد شدن فشار و گرم شدن آن و مقاومت در برابر سایش می باشد؛ اما می توان به حساسیت زیاد چدن ها و ایجاد ترک خوردگی آن ها اشاره کرد که سبب شده تا جوشکاری چدن دشوار باشد. این ضعف در چدن ها با اضافه کردن برخی از آلیاژها تا حدودی قابل کنترل خواهد شد که کار کردن با آن را بهتر می کند.

آلیاژی که در ترکیبات چدن زیاد دیده می شود، کربن است که هر دو شکل کربن آزاد و ترکیبی وجود دارد.

انواع و کاربرد چدن

چدن ها با توجه به آلیاژی که در آن قرار دارد، ویژگی های متنوعی پیدا می کنند که در ادامه آن ها را شرح داده ایم. یکی از آلیاژهایی که در چدن وجود دارد، کربن است؛ اما در کنار آن آلیاژ سیلیکون از مهم ترین آلیاژهای موجود در چدن به شمار می رود. سیلیکون عامل گرافیت کننده است و در صورت کم بودن میزان آن، سرد شدن با سرعت بیشتری رخ می دهد.

آلیاژهای نیکل و مس، قابلیت ماشین کاری و استحکام را افزایش می دهند. اگر کربن به شکل گرافیت تشکیل شود، آهن نرم تر خواهد شد و استحکام، چگالی و انقباض را کاهش می دهد.

### چدن سفید



در صورتی که درصد سیلیکون در چدن کم باشد، محلول کاربید آهن باقی می ماند و چدن سفید تولید می شود.

آلیاژهایی مانند منگنز، مولیبدن، وانادیوم، تیتانیوم و کروم باعث حفظ کربن می شوند. جوشکاری چدن سفید امکانپذیر نیست و نمی توان آن ها را جوش داد.

چدن خاکستری بیشترین کاربرد را در جوشکاری چدن دارد



اگر درصد سیلیکون در چدن زیاد باشد، کربن را از محلول کاربید آهن خارج می کند و چدن خاکستری تولید خواهد شد.

هر چند که جوشکاری چدن سخت است اما با توجه به خصوصیات ویژه آن ها از جمله مقاومت در برابر اکسیداسیون، در صنایع مختلف و مشاغل مختلفی مانند خودروسازی، ساخت لوله ها، ساخت وسایل آشپزی و ... کاربرد دارند. این نوع چدن نسبت به فولاد در برابر ضربه مقاومت کمتری دارد و استحکام کششی آن نیز کمتر است. چدن خاکستری پر کاربردترین مواد ریخته گری بر اساس وزن به شمار می رود.

## چدن چکش خوار یا مالیبیل

چدن چکش خوار در واقع یک چدن سفید است که پس از ۱ یا ۲ روز حرارت ۹۵۰ درجه سانتیگرادی و سرد شدن در فاصله زمانی یک یا دو روزه تشکیل می شود. در طی این فرآیند، کربنی که در کاربید آهن بوده به فریت، گرافیت و کربم تبدیل می شود.

مدت زمان نسبتاً آهسته فرآیند تولید چدن مالیبیل اجازه می دهد تا گرافیت به ذرات کروی دور از هم تبدیل شوند. خواص چدن چکش خوار بیشتر شبیه خواص فولاد نرم است.

خاصیت شکل پذیری چدن چکش خوار نسبت به آهن سفید بیشتر است.

## چدن داکتیل یا گره دار یا انعطاف پذیر

این نوع چدن گرافیت های گره دار خیلی ریز دارد که به شکل لایه هایی با مرکز متحد تشکیل شده اند.

کربن چدن انعطاف پذیر ۳ تا ۴٪ و درصد سیلیکون آن ۱.۸ تا ۲.۸٪ است. آلیاژهای دیگر آن مقدار کمی دارند از جمله منیزیم که به میزان ۰.۰۲ تا ۰.۱٪ در آن وجود دارد.

چدن انعطاف پذیر ویژگی هایی مشابه با فولاد اسفنجی دارد ولی اثرات غلظت تنش ندارد. خواص چدن انعطاف پذیر مثل چدن چکش خوار است اما باید قطعات این نوع چدن را با مقاطع بزرگتر ریخته گری کرد.

**بیشتر بخوانید : آشنایی با پارامترهای جوشکاری و تأثیر هر کدام روی جوش**

مراحل جوشکاری چدن



جوشکاری چدن مانند سایر جوشکاری ها دارای مراحل است تا بتوان جوش مناسب و پایداری ایجاد کرد. در ادامه مراحل جوشکاری چدن را به تفصیل بررسی می کنیم:

### ۱) شناسایی آلیاژ مناسب

همانطور که پیش از این گفتیم، چدن به خودی خود انعطاف پذیری کمی دارد و در اثر ضربه یا وارد شدن حرارت های زیاد یا کم در مدت زمان کوتاه دچار ترک خوردگی و آسیب می شود. این حساسیت بسته به نوع چدن متفاوت است؛ بنابراین باید نسبت به ترکیب و نوع چدن مورد استفاده آگاه بود. **انواع چدن** را مرور کردیم تا بتوان نوع چدن مناسب را برای کار مورد نظر به درستی انتخاب کرد.

### ۲) تمیز کردن ریخته گری

هر نوع از چدن را باید پیش از جوشکاری، تمیز و سطوح آن را از هر گونه آلودگی مانند چربی، رنگ و ... پاک کنید. برای این کار حرارت را آهسته و با دقت کافی و در زمان کوتاهی روی ناحیه جوش بگیرید تا گازهای حبس شده و آلودگی‌ها از روی ریخته‌گری برطرف شوند.

### ۳) انتخاب دمای مناسب برای جوشکاری

یک علت ترک خوردن جوش چدن، تنش‌های حرارتی است. برای جوش مناسب چدن باید تنش‌های حرارتی را کنترل کرد تا چدن دچار ترک خوردگی نشود. برای منظور، باید دمای مناسب برای آن نوع چدن را تشخیص دهید.

یکی از راهکارهای مناسب برای پیشگیری از ترک خوردن چدن، گرم کردن کل قطعه است تا تفاوت دمایی در قطعه به حداقل برسد. حرارت ۱۰۰ تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد برای گرم شدن چدن مناسب است که این دما با نوع چدن مورد استفاده و همچنین منطقه متأثر از حرارت HAZ آن نوع چدن ارتباط مستقیم دارد.

### ۴) انتخاب روش مناسب جوشکاری چدن

پس از انتخاب چدن مناسب برای جوشکاری باید فرآیند و روش جوش آن و مواد پرکننده مناسب انتخاب شود تا یک جوش مستحکم، مقاوم و صحیح به وجود بیاید و قطعه دچار ترک خوردگی و آسیب نشود.

### مشکلات رایج در جوشکاری چدن





جوشکاری به صورت عمومی دارای عیوب جوش و جوشکاری است؛ چدن به دلیل ویژگی هایی که دارد، در زمان جوشکاری با چالش های بیشتری روبرو می شود. در ادامه مشکلاتی را که در بسیاری از موارد می تواند مشکل ساز باشد، بررسی می کنیم.

#### ۱- بالا بودن درصد عناصر مضر در چدن

اگر عناصری مانند گوگرد، فسفر و اکسیژن به میزان زیادی در چدن وجود داشته باشند، در کنار عناصری مانند آهن و کربن ترکیبات فلزی سختی مانند کاربید آهن را ایجاد می کنند. این اتفاق می تواند ساختارهای سختی و ترد چدن سفید را به وجود آورد. این بدین معناست که وجود این عناصر می تواند احتمال ترک خوردگی و آسیب دیدگی قطعه جوش را افزایش دهد.

#### ۲- تنش ایجاد شده از حرارت جوشکاری چدن

بسیار واضح است که در منطقه جوش چدن، به دلیل تغییرات سرما و گرمای شدید تنش حرارتی ایجاد می شود. سرما و گرمای زیاد موجب انقباض و انقباض قطعه شده و در صورتی که میزان این تنش حرارتی زیاد باشد، چدن ها نمی توانند در برابر این تغییرات دمایی مقاومت کنند و دچار ترک خوردگی خواهند شد.

### ۳- مشکلات جوش پذیری چدن ها



در صورتی که ساختارهای کاربیدی و یا مارتنزیتی کربن در قطعه زیاد باشد، جوش با مشکل مواجه می شود. برای این منظور باید نسبت سطح به حجم ساختارهای گرافیتی به شکل کروی پایین باشد تا ساختارهای کاربیدی و مارتنزیتی کربن بالا کاهش یابند.

به طور کلی چدن هایی که ساختار گرافیت کروی آن ها بالا باشد، درصد کربن در آن ها کاهش می یابد و این نوع چدن ها قابلیت انعطاف پذیری بالاتری دارند و در نتیجه قابلیت جوشکاری بیشتری دارند.

#### ۴- تشکیل ساختارهای ترد و شکننده در محل جوش

در طول فرآیند جوشکاری چدن به دلیل حرارت و سرمای شدیدی که به فلز وارد می شود، کاربید آهن در منطقه ذوب رسوب می شود و ساختار آن شبیه به چدن سفید می شود. یکی دیگر از ایراداتی که در زمان جوشکاری رخ می دهد، این است که در منطقه تحت جوش فاز مارتنزیت ایجاد می شود و می تواند موجب شکست در آن منطقه شود.

#### ۵- آلودگی های روغنی سطح چدن

در بسیاری از موارد مشاهده می شود که سطح چدن ها به روغن آلوده است و ایراداتی مانند ایجاد حفره های گازی بعد از عمل جوشکاری رخ می دهد که کیفیت جوش را کاهش می دهد و جوش مستحکمی ایجاد نمی شود.

#### ۶- مشکلات ناشی از وجود ناخالصی ها

معمولاً چدن ها ناخالصی هایی دارند که موجب می شود ذوب شدن آن ها را با مشکل مواجه کند و تماس مواد مذاب با بخش های جامد قطعات جوشکاری دچار اختلال شود، در نهایت این موضوع در جوشکاری چدن اختلال ایجاد می کند.

#### روش های رایج جوشکاری چدن



جوشکاری چدن با روش های جوشکاری ذوبی که انتقال سرما و گرما را به صورت آهسته انجام می دهد، ممکن است. در نتیجه، با استفاده از روش های جوشکاری قوس الکتریکی از جمله جوشکاری قوس الکتریکی دستی، جوشکاری زیر آب، جوشکاری با گاز فعال فلزی، جوشکاری با هسته شار، جوشکاری اکسی استیلن، جوشکاری با گاز محافظ، جوشکاری با قوس تنگستن، جوشکاری برنز و ... امکانپذیر است.

**الکتروود مورد نیاز برای جوش چدن**



الکترودهای مختلفی برای جوشکاری وجود دارند که در مقاله [بهترین الکترودها برای جوشکاری](#) می توانید با انواع آن آشنا شوید.

انواع الکترودهای جوشکاری چدن الکترودها با مغزی نیکل-آهن، الکترودها با مغزی نیکل و الکترودهای فولادی هستند.

معمولاً توصیه می شود از الکترودها نیکل برای جوشکاری چدن استفاده شود و رایج تر هستند. استفاده از الکترودهای آلیاژ نیکل برای جوشکاری چدن با و بدون پیشگرم و پسگرم ممکن است.

### ۱. الکترودهای نیکل ۹۹ مناسب ترین گزینه برای جوشکاری چدن

این دسته از الکترودها بهترین نتیجه را در جوشکاری چدن ایجاد می کنند اما گران تر از سایر الکترودها هستند. جوش های حاصل از الکترودهای نیکل قابل ماشین کاری هستند و در صورتی که آلیاژ فسفر در آن به میزان کم یا متوسط وجود داشته باشد، ریخته گری بهتر انجام می شود.

## ۲. الکترودهای نیکل-آهن

یکی دیگر از الکترودهای جوشکاری چدن، الکترودهای نیکل-آهن هستند که نسبت به الکترودهای نیکل ارزان قیمت تر می باشند. الکترودهای نیکل-آهن معمولاً برای تعمیراتی که ضخامت زیادی دارند، به کار می روند چون قابل پردازش هستند. نتیجه جوشکاری با این الکترودها این است که ترک های خط همجوشی کمتری دارند.

## ۳. الکترودهای فولادی

ارزان قیمت ترین الکترودهای قابل استفاده برای جوشکاری چدن، الکترودهای فولادی هستند و با توجه به نتیجه کار فقط می توان از آن ها در پر کردن های جزئی استفاده کرد. یکی از مزایای این نوع الکترودها، تطابق رنگ با قطعه کار است و ظاهر ریخته گری را بهتر از نمونه های دیگر نشان می دهند.

## نکات مهم پس از پایان جوش دادن چدن

از موارد مهمی که در جوشکاری چدن باید انجام شود، مقابله با تنش های ایجاد شده است.

ترک خوردن در زمان انقباض در اثر حرارت و تنش کششی رخ می دهد. اگر تنش کششی و تغییرات حرارتی به میزانی باشد که قابل کنترل نباشد، جوش دچار ترک خوردگی خواهد شد. برای مقابله با تنش کششی در زمان سرد شدن، فشاری را اعمال کرد تا احتمال ترک خوردگی به حداقل برسد.

وارد کردن فشار به نقطه جوش در زمان جوشکاری نرم با استفاده از چکش هایی به نام **peen-peen** انجام می شود.

لایه برداری در جوشکاری چدن موجب کاهش احتمال ترک خوردگی و HAZ می شود؛ اما نکته ای که باید به آن دقت شود، باید این کار در زمانی که فلز قابلیت شکل پذیری را دارد، انجام گیرد.

یکی دیگر از روش های کنترل شرایط و جلوگیری از ترک خوردگی، کنترل خنک شدن می باشد که با عایق بندی و یا اعمال گرما در دوره های مشخص بر روی منطقه جوش قابل انجام است.

### کلام آروا:

از مواردی که برای جوشکاری چدن باید همیشه مورد توجه قرار گیرد، آماده سازی قطعه کار و محل جوش است که می تواند مشکلات جوشکاری را کاهش دهد. در صورتی که از تکنیک هایی مانند جکش زنی، وصله زنی، پیشگرم و پسگرم کردن قطعات استفاده کنید، می توانید کیفیت جوشکاری چدن را بالا ببرید. علاوه بر موارد ذکر شده، همچنین می توانید با گل میخ زنی و جوش گوشه، رعایت ترتیب و توالی جوشکاری **جوشکاری چدن** را بالاترین راندمان انجام دهید. شرکت آروا با تولید انواع اینورترهای ساخت ایران توانسته است اینورترهای مناسب برای انواع جوشکاری ها را روانه بازار کند. شما می توانید برای کسب اطلاعات بیشتر درباره محصولات آروا در ساعات اداری با شماره ۶۱۶۷۲ تماس بگیرید و یا در همین صفحه سؤالات خود را بنویسید تا پاسخ مناسب داده شود.