# **جوشکاری اسکلت فلزی**

یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین مراحل در ساخت سازه‌های مدرن، جوشکاری اسکلت فلزی محسوب می‌شود. این فرایند ضمن استحکام بخشیدن به سازه‌ها، باعث فراهم آمدن شرایطی جهت پیاده‌سازی طرح‌های پیچیده و زیبا خواهد شد. این جوشکاری به کمک تکنیک‌های پیشرفته و تجهیزات مدرن این اجازه را به مهندسان و معماران می‌دهد که سازه‌هایی با دقت بالا و مقاومت بسیار خوب تولید کنند. تکنیک‌های مورد استفاده در جوشکاری سازه های فلزی شامل جوشکاری قوس الکتریکی، گاز و لیزری هستند که هر کدام کاربرد و مزایای خاصی از خود نشان می‌دهند.

 در دنیای امروزی این پروسه به عنوان یک هنر و علم شناخته می‌شود که در کنار دانش فنی به تجربه عملی هم نیاز دارد. جوشکاران ماهر به کمک مهارت‌های خود می‌توانند اتصالاتی بسیار مقاوم ایجاد کنند و همچنین ایمنی سازه را افزایش دهند، از این ‌رو جوشکاری در ساخت ساختمان‌های بلند، پله و همچنین در صنایع مختلف مانند خودروسازی، کشتی‌سازی و هوا و فضا کاربرد بسیار زیادی دارد.

##  **جوشکاری اسکلت فلزی چیست؟**

 در این قسمت به معرفی آن‌ که جوشکاری اسکلت فلزی چیست می‌پردازیم. این جوشکاری در واقع به فرآیندی گفته می‌شود که در آن قطعات فلزی با استفاده از حرارت و فشار به یکدیگر متصل شده تا یک سازه یکپارچه و مستحکم را ایجاد کنند. این فرآیند به شکل معمول در ساخت‌وسازهای بزرگ مثل ساخت ساختمان، پل و سازه‌های صنعتی به کار می‌رود.

 در جوشکاری اسکلت فلزی تکنیک‌هایی نظیر قوس الکتریکی، جوشکاری لیزری و جوشکاری گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند که انتخاب این تکنیک با توجه به نوع پروژه و نیازهای خاص آن باید انجام شود. دقت و مهارت در این پروسه نقش بسیار مهمی دارد و افراد جوشکار وظیفه دارند تا به کمک تجهیزات پیشرفته و همچنین رعایت استانداردهای ایمنی، اتصالاتی بسیار محکم ایجاد کنند تا توانایی بارهای سنگین و شرایط محیطی مختلف را داشته باشد. به کمک این جوشکاری ضمن استحکام بخشیدن به سازه، امکان ایجاد طرح‌های پیچیده هم فراهم می‌شود.

##  **معرفی انواع جوشکاری اسکلت فلزی**

جوشکاری ساختمان اسکلت فلزی انواع مختلفی دارد که برحسب نوع پروژه و همچنین انتظارات آن متفاوت است، در این قسمت به معرفی برخی از آن‌ها می‌پردازیم. به‌ طورکلی جوشکاری به دو دسته جوشکاری ذوبی و جوشکاری غیر ذوبی یا همان جوشکاری جامد تقسیم‌بندی می‌شود که هر کدام از آن‌ها تکنیک‌های خاص خود را دارند.

###  جوشکاری ذوبی

در این جوشکاری از ذوب قطعه یا فلز کمک می‌گیرند تا اتصالات را ایجاد کنند. روند کار هم بسیار ساده است، بدین صورت که ابتدا دو لبه فلز را در کنار هم قرار می‌دهند و سپس با گرما این دو فلز را ذوب می‌کنند و به ‌هم می‌چسبانند. پس از آن با سرد شدن، اتصال دو فلز را خواهیم داشت. انواع این روش به شرح زیرند:

* جوشکاری قوسی

 در جوشکاری قوسی سه حالت جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی(SMAW)، جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ(GMAW) و جوشکاری قوس الکتریکی با تنگستن گاز محافظ (GTAW) را داریم. در نمونه اول از الکترودهای پوششدار برای جوشکاری استفاده می‌شود. در جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ از گازهایی نظیر آرگون یا دی اکسید کربن به ‌منظور محافظت از منطقه جوش استفاده می‌کنند، همچنین در روش قوس الکتریکی با تنگستن و گاز محافظ، برای افزایش دقت و تمیزی کار از الکترود تنگستن در کنار گاز محافظ استفاده می‌شود.

* جوشکاری اکسی گاز

 از دیگر انواع روش‌های جوشکاری ذوبی می‌توان به اکسی گاز اشاره داشت که از ترکیب گاز اکسیژن و استیلن برای ایجاد شعله و جوشکاری استفاده می‌شود.

* جوشکاری لیزری

نمونه لیزری یکی دیگر از انواع جوشکاری‌های ذوبی بوده که از پرتوی لیزر برای ذوب و اتصالات قطعات فلزی استفاده می‌کنند. این مدل برای ایجاد اتصالات قوی و دقیق مناسب است.

* جوشکاری الکترونی

 و درنهایت سومین نوع از انواع جوشکاری اسکلت فلزی ساختمانی ذوبی می‌توان به جوشکاری الکترونی اشاره داشت که در آن از پرتوی الکترونی به ‌منظور ذوب فلزات استفاده می‌شود و در صنایع هوافضا و الکترونی کاربرد بیشتری دارد.

###  جوشکاری غیر ذوبی

 در روش غیر ذوبی همان ‌گونه که از نامش مشخص است قطعات بدون آن ‌که آب و ذوب شوند به یکدیگر اتصال پیدا می‌کنند. در این روش قطعات درهم فرورفته و اتصال بین آن‌ها ایجاد خواهد شد. انواع جوشکاری غیر ذوبی به شرح زیرند:

* جوشکاری مقاومتی

جوشکاری نقطه‌ای و جوشکاری درزی نمونه‌های مختلف از جوشکاری مقاومتی محسوب می‌شوند. در روش نقطه‌ای از جریان الکتریکی برای ایجاد حرارت و اتصال قطعات فلزی در نقاط مشخص استفاده می‌کنند. در روش درز مشابه جوشکاری نقطه‌ای عمل می‌کنند اما اتصالات طولی و پیوسته با آن ایجاد می‌شود.

* جوشکاری اصطکاکی

در این روش انواع مدل‌های اصطکاک چرخشی و اصطکاکی اغتشاشی را داریم. در روش اصطکاکی چرخشی از حرارتی که به واسطه اصطکاک ایجاد می‌شود برای اتصال قطعات فلزی استفاده می‌کنند و برای اتصال فلزات غیر آهنی مثل آلومینیوم از جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی کمک می‌گیرند.

* جوشکاری فراصوتی

 در جوشکاری فراصوتی از امواج فراصوت برای ایجاد حرارت و اتصال قطعات فلزی استفاده می‌کنند که معمولاً در صنایع الکترونیک و پزشکی کاربرد بیشتری دارد.

* جوشکاری انفجاری

 در این روش هم از انرژی انفجار به ‌منظور اتصال قطعات فلزی استفاده می‌شود که انواع آن برای جوشکاری فلزات با ویژگی‌های مختلف متفاوت است.

##  **انواع الکترود جوشکاری اسکلت فلزی**

 یکی از قطعات بسیار مهم در مراحل جوشکاری اسکلت فلزی الکترودها هستند. این الکترودها بر اساس نوع فلز و همچنین نوع کار متفاوتند.

###  الکترود قلیایی

 این نمونه دارای پوششی قلیایی بوده که برای جوشکاری فولاد با استحکام بالا و سازه‌های سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الکترودها به واسطه تولید کم هیدروژن، جوش‌هایی با کیفیت بالا و مقاومت زیاد ایجاد می‌کنند.

###  الکترود اسیدی

 در مقابل الکترود قلیایی، نمونه‌ اسیدی را داریم که دارای پوششی اسیدی است و برای جوشکاری فولادهای کم کربن و سازه‌های سبک به کار می‌رود. به کمک این الکترودها می‌توان جوش‌هایی با سطح صاف و تمیز ایجاد کرد.

###  الکترود روتیل

نمونه روتیل از همین پوشش تشکیل ‌شده که برای جوشکاری فولادهای کم کربن و یا کربن متوسط به‌ کار می‌رود .این الکترود به ‌دلیل سهولت در استفاده و همچنین تولید جوش‌هایی با کیفیت بالا محبوبیت زیادی دارد.

###  الکترود سلولزی

نمونه سلولزی از پوشش سلولز برخوردار بوده و برای جوشکاری موقعیت‌های مختلف مانند لوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به کمک این نوع می‌توان قوسی قوی‌تر و همچنین نفوذ بالاتری داشت و استحکام بیشتری در سازه ایجاد کرد.

###  الکترود اکسیدی

این نمونه از پوششی اکسیدی تشکیل شده و برای جوشکاری فولاد کم کربن و متوسط کربن استفاده می‌شود که به دلیل تولید جوش‌هایی با کیفیت بالا، کاربرد گسترده‌ای دارد.

##  **مراحل جوشکاری اسکلت فلزی**

 جوشکاری ساختمان‌های اسکلت فلزی مراحل خاص خود را دارد که باید به ‌ترتیب و دقت بالا انجام شود.

###  آماده‌سازی سطح

در قدم اول سطح کار باید تمیز و آماده بوده و هرگونه زنگ زدگی و روغن و آلودگی از روی آن پاک شود.

###  تنظیم و تثبیت قطعه

در مرحله دوم قطعات فلزی باید در موقعیت‌های دقیق و تثبیت شده به کمک گیره و جک قرار بگیرند. هم‌ترازی آن‌ها هم باید کاملاً رعایت شود تا برای شروع پروسه جوشکاری آماده باشند.

###  انتخاب روش جوشکاری

 در این مرحله روش مناسب جوشکاری با توجه به نوع فلز و نیاز پروژه باید انتخاب شود.

###  انجام جوشکاری

 پس‌ از انتخاب روش درست، نوبت به انجام جوشکاری با رعایت نکات لازم و استانداردهای ایمنی می‌رسد.

### بررسی کیفیت

 و درنهایت پس ‌از اتمام پروسه جوشکاری، بازرسی و کنترل کیفیت جوش‌ها به کمک روش‌های مختلف تستی مانند تست غیر مخرب باید انجام شود تا از عدم تشکیل حفره، ترک و نقص‌های دیگر اطمینان حاصل گردد.

## **مزایا و معایب جوشکاری اسکلت فلزی**

 جوشکاری اسکلت فلزی مانند هر روش دیگر یکسری مزایا و معایب دارد که در این قسمت به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

###  مزایا

* ازجمله مزایای این روش می‌توان به ایجاد اتصالات قوی و یکپارچه بین قطعات فلزی اشاره داشت که استحکام و مقاومت سازه را افزایش می‌دهند.
* این روش در مقایسه با دیگر روش‌ها مثل پیچ و مهره، سرعت بالاتری دارد و زمان ساخت ‌و ساز را به ‌شدت کاهش می‌دهد.
* جوشکاری امکان ایجاد طرح‌های متنوع و پیچیده را فراهم می‌سازد و به معماران و مهندسان آزادی عمل بیشتری در طراحی می‌دهد.
* به کمک این روش می‌توان وزن کلی سازه را کم کرد، چرا که به اتصالات اضافی دیگر نیاز نیست.

###  معایب

* اما از جمله معایب این روش می‌توان به حساسیت در مقابل حرارت اشاره داشت، چرا که سازه‌های جوشکاری شده ممکن است در مقابل آتش‌سوزی مقاومت کمتری داشته باشند.
* مشکل دیگر این روش خطر زنگ‌زدگی برای فلزات در معرض رطوبت است که ممکن است خوردگی ایجاد شود و به نگه‌داری و پوشش خاص نیاز باشد.
* همچنین این روش باید توسط افراد ماهر و باتجربه انجام گیرد تا اتصالات کیفیت خوبی داشته باشند.
* از دیگر معایب آن‌ هم می‌توان به تجهیزات پرهزینه و همچنین رعایت استانداردهای ایمنی اشاره داشت که به سرمایه‌ بیشتر نیاز است.

## **اصول و نکات مهم جوشکاری اسکلت فلزی**

یک جوشکار اسکلت فلزی باید نکات جوشکاری اسکلت فلزی را به ‌خوبی بداند تا با رعایت آن پروسه را به بهترین شکل ممکن انجام دهد.

###  انتخاب صحیح الکترود و تجهیزات

 یکی از مهم‌ترین اصول در این کار انتخاب الکترود مناسب براساس نوع فلز و شرایط جوشکاری آن است که برای این امر می‌توان از انواع الکترودهای قلیایی، اسیدی، سلولزی و روتیل استفاده کرد.

### آماده سازی سطح

 نکته مهم دیگر آماده سازی سطح است که سطح کار باید از هرگونه آلودگی، روغن و گرد و غبار تمیز باشد.

###  استفاده از تجهیزات مناسب

 یک جوشکار باید بداند که در حین کار و در هر مرحله از چه تجهیزاتی استفاده کند تا پروسه جوشکاری به شکل صحیح انجام شود.

###  مهارت کافی

 فرد جوشکار باید از مهارت بالایی برای اتصالات و جوشکاری برخوردار باشد که این مهارت در کنار دانش علمی، برای اجرای جوش‌هایی با کیفیت ضروری است.

###  کنترل کیفیت

 پس‌ از انجام جوشکاری حتماً باید بازرسی و کنترل کیفیت براساس روش‌های مختلف انجام شود تا نسبت ‌به کار انجام‌شده اطمینان کافی حاصل گردد.

## **هزینه جوشکاری اسکلت فلزی**

حال به مبحث قیمت جوشکاری اسکلت فلزی می‌رسیم. باید گفت که این قیمت تحت تأثیر عوامل بسیار مختلفی نظیر نوع پروژه، نوع فلز، پیچیدگی طرح و متریال و مواد مورد نیاز متفاوت است. در کنار آن، تکنیک‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند هم بر روی هزینه تأثیرگذار هستند. همچنین اجرت جوشکاری اسکلت فلزی برای هر فرد جوشکار متفاوت است و در تعیین قیمت باید دستمزد جوشکاری اسکلت فلزی هم لحاظ شود.

 به‌ طور کلی برای اطلاع نسبت ‌به این قیمت‌ها و همچنین برآورد دقیق هزینه و مشاوره تخصصی، می‌توانید با کارشناسان شرکت گداز منظومه فولاد تماس بگیرید تا با بررسی جزئیات پروژه، هزینه دقیق‌ را ارائه دهند و شما را در انتخاب بهترین روش و مواد کمک کنند.

##  **جمع‌بندی**

 جوشکاری اسکلت فلزی یکی از فرایندهای بسیار مهم در ساخت سازه‌های مستحکم و پایدار است که به کمک تکنیک‌های متفاوتی نظیر جوشکاری قوسی، لیزری و گازی انجام می‌شود. به کمک این روش می‌توان با سرعت بسیار بالا سازه‌های بسیار مقاوم و انعطاف‌پذیر ساخت و همچنین وزن کلی سازه هم در مقایسه با روش‌های دیگر کم‌تر می‌شود. انجام جوشکاری به رعایت اصول مناسب و نکات ایمنی نیاز است تا کیفیت کار بالا رود، پس در این زمینه انتخاب الکترود مناسب و تجهیزات متناسب با نوع پروژه اهمیت بسیار بالایی دارد.