

به طور کلی فولادهای ضد زنگ فلزاتی هستند که امروزه به طور وسیعی از آنها در صنعت استفاده می گردد.

این دسته از فولادها دارای استحکام بالا، چکش خواری، مقاومت به خوردگی خوب و در نتیجه قابلیت اطمینان بیشتر می باشد به علاوه مزیت شاخص ایننوع فولادها سهولت جوشکاری آنها در مقایسه با چدن ها یا حتی آلیاژهای آلومینیم (دور آلومین) است.

مجموع این امتیازات ما را بر آن می دارد که از این نوع فولاد در طراحی و ساخت بیشتر استفاده نمائیم و چون ما در بیشتر موارد نیاز به آن داریم که اتصالات و قطعات راز طریق جوشکاری بسازیم لذا بررسی مسائل و مشکلات ونحوه جوشکاری این گونه فولادها یکی از مهمترین نکاتی است که در تولید باید در نظر گرفته شود.

مطالب و مباحث این کتاب عمدتا به بررسی و نحوه جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستنیتی می پردازد.

متالورژی فولاد ضد زنگ

مکانیزم انجماد:

وقتی آهن به صورت مذاب در می آید و ما دما را کاهش داده و زمان می دهیم تا به حالت انجماد در آید، اتم ها ابتدا در حال حرکت هستند و آنقدر به حرکت خود ادامه می دهند تا در حین کاهش دما انرژی آنان کاهش یافته و اولین اتمی که به کمترین مقدار انرژی خود رسیده با اتم های دیگر یک کریستال تشکیل می دهند و از مجموع این کریستال ها دانه (Grain) به وجود می آید.

دانه ها طبق ترتیب خاصی شکل می گیرند تا اینکه کل انجماد را به وجود آورند.

شبکه کریستالی آهن به دو صورت b.c.c (اتم در مرکز) و شبکه F.c.c (اتم در وجوه مکعب) می باشد، وقتی که آهن را حرارت می دهیم در دمای 900°C از شبکه کریستالی b.c.c به شبکه F.c.c تغییر می یابد که این باعث تغییرات فیزیکی و دیگر خواص عملیاتی حرارتی می گردد.

ارتباط شبکه کریستالی و خصوصیات مکانیکی

از آنجایی که ساختمان کلیه فلزات در حقیقت از ترکیب تعداد زیادی از تک کریستال ها تشکیل شده است، این وضعیتیا نوع شبکه کریستالی (شبکه فضائی) که اتم ها شکل می گیرند تعیین کننده استحکام (مقاومت) و چقرمگی (toughness) و در نتیجه خصوصیات عمومی فلز خواهد بود.

شبکه کریستالی آهن و بسیاری از فلزات دیگر نظیر کرم، وانادیم، تنگستن استحکام خوب و چقرمگی بسیار زیادی دارند و این شبکه به صورت b.c.c می باشد. (شکل ۱-۲).

فلزات دیگری مانند نیکل، طلا، فولادهای ضد زنگ با پایه نیکلی و بسیاری از فلزات دیگر، ساختمان F.c.c دارند که این شبکه کریستالی دارای چکش خواری زیاد بوده و به همین دلیل استحکام خوبی دارند.

دیگر شبکه کریستالی b.c.t (تتراگونال) می باشد که شبیه ساختمان b.c.c بوده با این تفاوت که بدنه مکعبی شکل b.c.c در یکی از جهات کمی کشیده تر (طویل تر) می باشد.

وقتی آهن از ساختمان F.c.c به شبکه b.c.c تغییر می یابد اگر سرعت سرد شدن زیاد باشد مقداری از کربن در بین اتم های آن ساختار محبوس می شود که به آن (b.c.t) می گوئیم، که این شبکه فولادهای سخت شده دارند و سختی آنان نیز به دلیل وجود فاز مارتنزیت (martensite) می باشد.

برای آشنایی بیشتر با ساختارهای میکروسکپی فولاد لازم است با توجه به شناخت دیاگرام آهن- کربن ابتدا آنها را بشناسیم:

الف): فریت FERRITE :

همان طور که روی دیاگرام بالا ملاحظه می کنید دو نوع فریت داریم که توسط یک سطح آستنیتی هم جدا شده اند، فریت بالایی را فریت و فریت پایینی را آلفا فریت* گویند.

ب): سمنتیت Fe₃C (CEMENTITE) : هر گاه مقدار کربن از حدود 0.25% بیشتر شود مابقی کربن به صورت ترکیب در آلیاژ ظاهر می شود.

ساختمان کریستالی آن ارترومبیک** و درصد کربن آن تا ۶,۶۷% و نقطه ذوب ۱۵۵۰C و سختی بیش از ۷۰۰ برینل و با شکل پذیری کم می باشد. بنابراین هرگاه سمنتیت در آلیاژی وجود داشته باشد آنرا سخت و شکننده می کند. (در فولادها قسمتهای سفید رنگ نشانه وجود سمنتیت است).

ج) آستنیت (Austenite)

به آهن γ که کربن آن حل شده باشد، استنیت گویند که حداکثر ۱۰۷% کربن را در دمای ۱۱۵ C در خود حل می کند.

قدرت حلالیت کربن در ساختمان آهن γ ، قابلیت عملیات حرارتی فولاد را مشخص می کند، هنگامیکه ۱۸% کروم و ۸% نیکل به فولاد اضافه می کنیم (نوع غیر مغناطیسی) فاز آستنیت در درجه حرارت محیط پایدار خواهد ماند و بدین ترتیب فولادهای ضد زنگ آستینی بوجود خواهد آمد.

د) پیرلیت (Pearlite) :

قسمت عمده آن از لایه های متناوب فریت و سمنتیت تشکیل شده است.

این ساختار هنگامی بوجود می آید که فولاد آستینی با ۰/۸% کربن را با آرامی سود کنیم، کربن حل شده در ساختمان f.c.c به شکلی غیر از Fe₃C رسوب می کند و در آهن باقی می ماند.

ه) مارتنزیت (Martensite) :

همانطور که دیاگرام ۱-۵ نشان می دهد، وقتی آستنیت را زیر دمای ۷۲۰ C با آرامی سرد می کنیم ساختاری که بدست خواهد آمد پیرلیت است اما وقتی سرعت سرد شدن زیاد باشد (مثلاً) وقتی که فولاد را در آب سریعاً سرد می کنیم (ساختار بسیار سختی است که از آستنیت بدست می آید مارتنزیت نامیده می شود که شبکه اتمی آن «ب» به صورت b.c.t خواهد بود.

مارتنزیت ساختاری ناپایدار دارد و اگر دوباره آنرا حرارت دهیم به فریت و سمنتیت تجزیه خواهد شد.

هنگام تشکیل مارتنزیت حجم آن می شود که این انبساط به مقدار درصد کربن بستگی دارد.

شناخت فولادهای ضد زنگ آستینی (سری ۳۰۰)

با افزودن ۸% نیکل و ۱۸% کرم به فولاد، فولادی خواهیم داشت با ساختمان آستینی که خاصیت ضد زنگ دارد.

با اضافه کردن دیگر عناصر آلیاژی با درصد های مختلف به این ترکیب (Cr 18% Ni, 8%) گروه خاصی را تشکیل می دهند که به سری های ۳۰۰ نمایش می دهند (مثلاً ۳۰۱، ۳۰۲، ...). در جدول زیر مشخصات و آنالیز کامل این سری آمده است.

شکل بالا دیاگرام تعادلی کرم - نیکل (فولاد ضد زنگ آستینی) با مقدار ۱۸% کرم را نشان می دهد همان طور که مشاهده می کنید با افزایش مقدار نیکل وسعت ناحیه آستینی (γ) افزایش می یابد و در درجه حرارت محیط فقط آستنیت و سمنتیت با توجه به درصد کربن وجود خواهند داشت.

آستنیت دارای چقرمگی ذاتی و همراه با تغییر طول بسیار خوب می باشد و در درجه حرارت های زیر صفر خاصیت ضربه پذیری بالایی دارد.

جهت کاربرد خواص خوردگی باید مقدار کربن را تا ۰/۰۸% کنترل کنیم (نوع ۳۰۴، ۳۱۶) اما به خاطر مشکلات جوشکاری لازم است که درصد کربن پائین باشد، که حداکثر تا ۰/۰۳% کربن اضافه می شود (نوع ۳۰۴L، 316L).

اضافه کردن عناصر پایدار کننده تیتانیم (Ti) یا کلمبیم (Cb) از تشکیل کاربید کرم در حین جوشکاری جلوگیری می کند زیرا در این حالت تیتانیم و کلمبیم با کربن موجود

ترکیب و باعث خواهد شد کرم در محلول باقی بماند و در نتیجه مقاومت به خوردگی بالا می رود.

اگر مقدار کربن را افزایش دهیم مقاومت در درجه حرارت های بالا افزایش می یابد.

فولاد های ضد زنگ آستینی را نمی توان با سریع سرد کردن در هوا سخت نمود زیرا نیکل باعث پایداری آستنیت در درجه حرارت محیط و پائین تر از آن می شود.

برای جوشکاری این سری فولادها مسائل و مشکلات متالورژیکی وجود دارد که باعث کاهش خواص مطلوب جوش می شود و برای رفع آن باید یک سری بررسی دقیق روی خواص متالورژیکی و عوامل موثر در جوشکاری این نوع فولادها داشته باشیم که در فصل بعدی به آن خواهیم پرداخت.

بررسی مشکلات اساسی جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستنیتی

حساسیت به ترک گرم :

در درجه حرارت بین C° (۸۷۰-۴۳۰) کرم و کربن با هم ترکیب شده و در مرز دانه ها کاربرد کرم رسوب خواهد کرد، کمبود کرم در ناحیه مجاور مرز دانه های محلول باعث می شود تا لایه اکسیدی محافظ فولاد ناکافی باشد و آسیب پذیری فولاد ضد زنگ را در محیط خورنده زیاد می کند ، به این عیب حساسیت در مقابل ترک گرم گویند و دانه ها در معرض خوردگی قرار می گیرند.

وقتی ناحیه مجاور جوش به دمای C° (۸۷۰-۴۳۰) برسد با مساله حساسیت در برابر ترک گرم روبرو هستیم ، که از جوش یک لوله فولاد ضد زنگ آستنیتی انتخاب شده است بیانگر تفاوت توزیع کرم روی یک سطح حساس به ترک گرم و غیر حساس می باشد.

چون کربن عامل اصلی تشکیل کاربرد کرم می باشد، بنابراین یکی از راه های جلوگیری از تشکیل کاربرد کرم کنترل مقدار (در صد) کربن است ، یکی از راه حل ها کم کردن مقدار کربن است، نشان می دهد که چگونه زمان و درجه حرارت با درصد های (مقدار) کربن مختلف روی این حساسیت اثر می گذارد.*

روش دوم اینکه از یک تکنیک جوشکاری استفاده کنیم که سرعت سرد شدن سریع باشد تا بدین ترتیب زمان کافی جهت تشکیل کاربردها نباشد و در نتیجه مشکل حساسیت به ترک گرم را نخواهیم داشت .

مناسفانه ظاهر جوش حساس در مقابل ترک گرم دقیقا مانند جوش سالم است و اگر جوشکار آشنایی کافی با ظاهر متالورژیکی فولاد ضد زنگ نداشته باشد ، قاعدتا نمی توان یک جوش با کیفیت بالا ایجاد کند، اما با استفاده از مواد (فلزاتی) که کربن کمتری دارند می توان خطر به وجود آمدن این عیب را به حداقل رسانید.

همچنین برای اینکه بتوان مقدار کربن فلز اصلی را به حداقل رسانید از آلیاژهایی استفاده کنیم که دارای کلمبیم (cb) یا تیتانیم (Ti) باشند، زیرا هر دو ی این عناصر میل ترکیب زیادی با کربن دارند و از تشکیل کاربرد کرم جلوگیری می کنند در این صورت مساله کمبود کرم نخواهیم داشت، این نوع آلیاژها با شماره سری ۳۲۱ مشخص می شوند و عنصر تیتانیم (Ti) چون نمی تواند به خوبی در طول قوس انتقال پیدا کند لذا بیشتر از آلیاژی استفاده می کنیم که (علاوه بر عناصر اصلی) فقط کلمبیم (cb) داشته باشد.

راه حل سوم برای جلوگیری از حساسیت به ترک گرم، عملیات حرارتی (سرد کردن) در پایان جوشکاری اس، در دمای (1100- 1040) کاربرد ها می توانند در حین جوشکاری حل شوند و اگر بتوانیم آنرا سریعاً در آب سرد کنیم این عیب (حساسیت) اتفاق نمی افتد.

ح) نقش فریت در ایجاد ترکها در جوش

بعضی مواقع در اتصال جوش در نواحی حرارت دیده ترک های به طور اتفاقی رخ می دهد که اغلب این ترک ها ریز بوده و دیده نمی شوند چون به صورت ترک هایی با شکاف (دهانه) بسته می باشند و طول آنها نیز از " کمتر است که به طور اتفاقی در طول جوش توزیع شده اند به این ترک ها ریز ترک * گویند.

علت اینکه چرا اتصال جوش به این نوع ترک ها تمایل پیدا می کنند تا مدت ها نا مشخص بود (تا حدود چهل سال قبل) اما به زودی مشخص شد (در سال ۱۹۸۰) و در یافتند که اگر یک مقدار فریت (۲-۳)% در محلول باشد جوش ایجاد شده سالم بوده و عاری از هر گونه ترک و ترک های ریز است.

مکانیزم ایجاد این گونه ترک ها بدین صورت است که چون نقطه ذوب فریت C° (۱۱۰۰-۱۲۰۰) پائین تر از آستنیت C° (۱۴۲۵-۱۴۵۵) می باشد، این اختلاف دما C° (۲۶۰-۳۱۵) در نقطه ذوب باعث می شود که در حین سرد شدن مذاب (جوش)، انقباض حاصله و تنش های کششی همراه با لایه های ضعیف فریت این ترک های ریز را به وجود می آورد. با کاهش مقدار فریت (تا حدود ۳%-) می توان از وقوع چنین ترک های جلوگیری کرد .

شکل (۲-۳)

شکل (۲-۲) ریز ساختار یک نوع جوش ** که در لایه های فریت در شبکه آستنیت قرار گرفته اند را نشان می دهد.

زیر نویس

وقتی که فریت موجود در جوش کم باشد، این باعث افزایش سطح تماس مرز دانه ها می گردد و تمرکز ناخالصی ها در مرز دانه ها را کاهش داده و از حل شدن مقدار نسبتاً زیادی از ترکیبات مضر فسفوری و سولفوری که به تجمع ناخالصی ها کمک می کنند جلوگیری می کند در غیر اینصورت افزایش ذرات ناخالصی در بین مرزدانه ها (در حالتیکه فریت در جوش زیاد باشد) باعث ضعف در آن نقاط خواهد شد و چون ساختار آستنیت قوی تر است هنگام منقبض شدن در نواحی ضعیف شدن ترکهایی رخ می دهد.

با استفاده از دیاگرام های مخصوص می توان درصد (مقدار) فریت موجود در محلول و همچنین تاثیر عناصر آلیاژی روی مقدار فریت و ساختار بدست آمده را پیش بینی کرد.

آتن شفلر * مخترع چنین دیاگرامی بود، در این دیاگرام شکل (۲-۴) اثر عناصر فریت را در مقابل عناصر آستنیت را بررسی می کند.

شکل ۲-۴

روی محور عمودی این دیاگرام مقدار برابری نیکل که شامل عناصر نیکل، منگنز و کربن که همه آستنیت زا هستند و با تاثیرهای متفاوت و هریک بعنوان فاکتوری موثر در نظر گرفته می شود و در روی محور افقی مقدار برابری کروم که از عناصر فریت زای کرم، مولیدنیم، سلیکون و کلمبیم تشکیل شده واقع شده است.

شکل زیر نیز طرح دیگری از دیاگرام شفلر می باشد که به کمک آن می توان درصد فریت یا عدد فریت (FN) را بدست آورد، برای این کار با توجه به آنالیز فلز مورد استفاده ابتدا مقدار برابری نیکل و همچنین برابری کروم را (قبلاً) توضیح داده شده است) بدست می آوریم، سپس این مقادیر را به ترتیب روی محور عمودی و سپس افقی علامت می زنیم و از روی این نقاط خطوطی به موازات محور افقی و عمودی رسم می کنیم، محل تلاقی این دو خط در روی نمودار مقدار درصد فریت جوش را نشان می دهد.

شکل ۲-۵

علاوه بر دیاگرام شفلر، برای تعیین مقدار فریت موجود در جوش از گنج های مغناطیسی مخصوصی نیز استفاده می گردد. در شکل ۲-۶ یکی از این نوع گنجها به نام (severn) دیده می شود.

همچنین می توان با روشهای محاسباتی به کمک فرمول زیر درصد فریت ها را محاسبه نمود :

فرمول

فاز سیگما Γ

این فاز که تشکیل آن به علت فریت بیش از حد می باشد باعث تاثیرات سوء روی جوش می گردد، فاز γ در درجه حرارت ۸۷۰-۵۴۰) شکل می گیرد و می توان با حرارت دادن به آن در دمای حدود ۱۱۵۵ OC این فاز را دوباره حل نموده و سپس با سریع سرد کردن از ایجاد فاز سیگما جلوگیری کرد. شکل ۲-۷ نحوه شکل گیری فاز γ (سیگما) را نشان می دهد، در این روش شکل خطوط پیوسته (پر) فریت آنیل شده و خط چین ها فریت سخت (γ) می باشد.

همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید مقدار کم فریت در جوش از ایجاد ترکهای ریز جلوگیری می کند، همچنین استحکام و در برخی موارد مقاومت به خوردگی را بهبود می بخشد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که با تغییر ترکیب سیم جوش و به کمک دیاگرام شفلر این مقدار فریت را می توان تعیین کرد، که این مقدار تقریباً (۱۵%-۱۲%) و کمتر از آن می باشد.

فازسیگما (γ) در دمای ۷۳ OC به سرعت شکل می گیرد اما در درجه حرارتهای پایین تر به زمان بیشتری نیاز دارد، در جوشهایی که دما به حدود ۸۳۰-۵۹۰) می رسد و همچنین در مواردی که عملیات حرارتی و تنش زدایی روی جوش صورت می گیرد. این فاز نیز می تواند تشکیل شود و باعث کاهش داکتیلیته گردد، با توجه به شکل بالا (۲-۸) در این حالت فاز سیگمایی در جایی رخ داده که ترکیب ۵۰% کروم و ۵۰% آهن داریم. با تغییر دادن آنالیز مواد مصرفی مقدار این فاز و درجه حرارت شروع شکل گیری آن را

می توان تغییر داد، مولیبدیم و کلبیم سرعت واکنش فاز ۷ را زیاد می کنند و نیکل باعث می شود که تشکیل این فاز در درجه حرارت بالاتری انجام شود.

آهن مقدار زیادی از کروم را در خود حل می کند و چون در فریت جوشهای آستنیتی معمولاً مقدار کافی کروم وجود دارد که برعکس فاز سیگما (فاز ۷) نفوذ کمی (در محلول جامد) دارند بنابراین پس از انجماد می توان با دوباره حرارت دادن تا دمای 0C1515 فاز ۷ را دوباره حل کرده و با سریع سرد کردن از تشکیل آن جلوگیری کنیم.

انتخاب الکتروود برای جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستنیتی

در جوشکاری فولادهای معمولی می توان از الکترودهایی که از لحاظ ترکیب و آنالیز با فلز اصلی فرق می کند استفاده کرد تا یک جوش مقاوم را بوجود آوریم.

الکترودهای مناسب برای جوشکاری هریک از انواع فولادهای آستنیتی را بیان می کند. (البته در ادامه این فصل ما در باره انتخاب دقیق الکتروود به روشهای مختلف به طور مفصل خواهیم گفت).

استحکام ذاتی و چنرمگی جوشهای آستنیتی باعث می شود که بتوانیم آنان را به فولادهای معمولی جوش دهیم که اغلب برای این منظور از نوع ۳۱۲ با ۰/۰۵% مولیبدیم (جهت کنترل رقت) استفاده می گردد.

نوع ۳۰۹ به علت گرانیقیمت بودن پیشنهاد نمی شد و از نوع ۳۰۸ برای جوشکاری فولادهای منگنزدار (HAD FILD) استفاده میکنند، باید توجه داشت که این نوع برای جوشکاری فلزات غیر همجنس توصیه نمی شود بااستثناء فولادهای آستنیتی منگنزدار و در مواردی که جوش تحت تاثیر تنشهای جزئی قرار بگیرد.

اگر از الکتروود ۳۰۸ (۱۸% کروم و ۸% نیکل) برای جوشکاری فولاد کم کربن استفاده کنیم، به دلیل رقت پایین و داکتیل جوش کم و ساختار جوش مارتنزیتی خواهد شد.

به طور کلی اگر از نوع ۳۱۲ و ۳۰۹ استفاده کنیم چون این دو نوع الکتروود مقدار کروم و نیکل کافی دارند حالت آستنیتی حفظ میگردد و در نتیجه جوش مقاوم و داکتیل ایجاد میکنند.

انتخاب الکتروود برای اتصال فولادهای ضد زنگ آستنیتی به فلزات غیر همجنس (فولاد معمولی)

دیاگرام شفلر برای ما پیش بینی میکند که با توجه به آنالیز فلز پایه، جوش چه نوع ساختاری ایجاد می کند.

طریقه استفاده از دیاگرام شفلر در این رابطه را با ذکر یک مثال توضیح می دهیم:

برای اینکه تشخیص دهیم ساختار جوش در کدام قسمت از ناحیه فازی قرار خواهد گرفت، بدین صورت عمل می کنیم که ابتدا با توجه به آنالیز (ترکیب) فولاد معمولی و فولاد ۳۰، مقدار برابری نیکل (Ni.eq) و برابری کروم (Cr.eq) را بدست آورد و محل هر دو را روی دیاگرام توسط دو نقطه مشخص می کنیم، سپس این دو نقطه را به کمک یک پاره خط به هم وصل می کنیم، در این حالت فرض می کنیم که مقدار نفوذ به دو طرف یکسان است و در وسط این خط یک نقطه دیگری به نام Mid point در نظر می گیریم. (نقطه وسط)

حال اگر از الکتروود نوع ۳۱۰ برای اتصال جوش استفاده کنیم، محل ساختار جوشی مکه بدست می آید بین نقطه ۳۱۰ و نقطه وسط قرار خواهد گرفت که اگر از کل اتصال جوش ۷۵% آن سهم الکتروود و ۲۵% سهم فلز پایه باشد، در این صورت ساختار جوش بوجود آمده در محل نقطه ۱ قرار خواهد گرفت.

اگر این عملیات را برای الکتروود ۳۰۹ انجام دهیم، ساختار جوش در نقطه ۲ واقع می شود و برای ۳۰۸ در نقطه ۳ و برای ۳۱۲ در نقطه ۴ قرار خواهد گرفت. از بین این چهار نقطه به دست آمده و بررسی نمودار در می یابیم که ترکیب جوش بدست آمده با نوع ۳۱۲ در ناحیه فازی آستنیت + فریت (A+F) قرار گرفته است که ترکیب مناسبی است اما حدود ۵۰% از فلز پایه را می تواند به طرف جوش جذب کند، که باز هم در ناحیه (A+F) خواهیم بود.

اگر از نوع ۳۱۰ استفاده کنیم ساختاری کاملاً آستنیتی خواهیم داشت و ساختار جوش توام با ترکهای ریز خواهد بود و نوع ۳۰۸ در کنار خط مارتنزیتی قرار می گیرد که مقداری مارتنزیت داریم و نوع ۳۰۹ در کنار خط کاملاً آستنیت قرار می گیرد که اگر بخواهیم این جوش را انجام دهیم به تکنیک های خاصی نیاز داریم چون حساسیت به ترک گرم وجود دارد.

با بررسی نتایج فوق، الکتروود نوع ۳۱۲ به عنوان اولین (مناسبترین) انتخاب و نوع ۳۰۹ را به عنوان دومین انتخاب برای انجام این جوشکاری خواهد بود.

جوشکاری فولاد ضد زنگ آستنیتی

برای ایجاد یک جوش مطلوب در اینگونه فولادها به چها عامل باید توجه داشت:

نوع و جنس فلز پایه که بوسیله طرح ارائه می شود (مثلا" نوع ۳۰۹،۳۰۴ و)

پوشش سطح فلز از لحاظ شیمیایی

رقت* و نفوذ فلز پر کننده (سیم جوش) به داخل فلز پایه که با توجه به نوع پروسه جوشکاری و توسط سازنده مشخص می شود.

انتخاب الکتروود که با توجه به میزان رقت، بوسیله محاسبات خاصی انجام می شود.

رقت:

رقت فاکتور مهمی است که به کمک تغییر آن می توانیم عملیات جوشکاری را به شرایط مطلوب نزدیک کنیم و یک جوش با پیوستگی خوب و سالم ایجاد کنیم، به عنوان مثال اگر یک قطعه با ترکیب ۱۸% کروم و ۸% نیکل و مقدار کربن حدود ۰/۰۸ (فولاد آستنیتی نوع ۳۰۴) را بخواهیم جوشکاری کنیم باید از الکتروودی استفاده کنیم که مقدار کروم و نیکل آن از فلز پایه بیشتر و کربن آن کمتر باشد، این انتخاب را می توان به کمک فاکتور رقت فلز پایه تعیین کرد. عناصر آلیاژی تاثیر زیادی روی رقت نمی گذارند اما کربن به مقدار زیادی رقت را افزایش می دهد که باری جبران این باید پاس هاس جوش اضافی بدهیم که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست و رقت باید طوری تنظیم شود تا تعداد پاسهای جوشکاری به حداقل برسد.

ساده ترین روش برای بدست آوردن فاکتور رقت را می توان با ایجاد جوش روی یک ورق (به طور آزمایشی) و با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای جوشکاری به شرح زیر توضیح داد:

شکل ۲-۳ یک مقطع عرضی جوش تک پاسی را نشان می دهد، سطح A بیانگر مقدار الکتروود (فیلرمتال) و سطح B مقدار فلز پایه را نشان می دهد و هر دو سطح A و B رویهم کل جوش را تشکیل می دهند.

برای بدست آوردن درصد رقت طبق فرمول زیر عمل می کنیم.

رقت% =

لازم به تذکر است که بهترین درصد رقت ۵۰ می باشد (یعنی سطح A برابر با سطح B می باشد).

بررسی پارامترهای موثر روی رقت:

با در نظر گرفتن اینکه جوش به روش اتوماتیک انجام شده باشد، عوامل مختلفی که روی فاکتور رقت تاثیر دارند مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرند:

الف) کاهش آمپر:

با کاهش آمپر (جریان) حرارت ورودی به قطعه کار کاهش یافته و مقدار نفوذ نیز کمتر خواهد شد که در نتیجه سطح B کاهش یافته و رقت کمتر خواهد شد که این از لحاظ اقتصادی مقداری از هزینه را جبران می کند زیرا به تعداد پاسهای کمتری نیاز داریم.

سکل ۳-۴ تاثیر تغییرات آمپر (جریان) را نشان می دهد.

در جوشکاری با الکتروود دستی افزایش بیش از حد جریان باعث بزرگ شدن گروه جوش (dig) خواهد شد و برای کاهش رقت از قطب معکوس استفاده می کنیم.

ب) تاثیر کاهش ولتاژ:

انرژی حرارتی ایجاد شده توسط اعمال جریان و ولتاژ اثر مستقیمی روی میزان رقت دارد و هر گاه جریان ثابت باشد و ولتاژ تغییر کند، مقدار رقت نیز تغییر می کند. از آنجاییکه جریان و سرعت تغذیه سیم جوش روی مقدار فلز اضافه شده با سطح A اثر مستقیم دارد، ولتاژ بالاتر باعث ایجاد حرارت بیشتر و در نتیجه ذوب بیشتر فلز پایه و افزایش رقت خواهد شد که این مسئله در پروسه جوشکاری زیر پودری مفید خواهد بود زیرا استفاده از فلاکسهای پودری و مقدار رسوب زیاد در این پروسه ممکن است نفوذ زیادی ایجاد نکند که با کنترل ولتاژ می توان نفوذ را در این فرایند بهبود بخشید.

همچنین در جوشکاری با گاز محافظ، افزایش ولتاژ باعث می شود تا مقدار حرارتی را که در اثر تشعشع از بین می رود جبران شود و طول قوس در این حالت افزایش می یابد.

شکل بالا ۵-۳ تاثیر ولتاژ روی رقت را بررسی می کند.

(ج) تاثیر استفاده از قطب مثبت:

اگر قطب مثبت دستگاه جوشکاری را به الکترود متصل نماییم (REVERSE POLARITY) نفوذ جوش بیشتر می شود، در نتیجه رقت افزایش می یابد و اگر قطب منفی دستگاه را به الکترود متصل کنیم (STRAIGHT POLARITY) نفوذ کمتر است و بوسیله آن می توانیم گروه جوش بهتری ایجاد کنیم. شکل بالا قطب مثبت و قطب معکوس را با هم مقایسه می کند.

(د) تاثیر میزان تغذیه سیم جوش:

در پروسه جوشکاری MIG هرگاه فاصله بین نازل و قوس الکتریکی (Stick-out) بیشتر شود انرژی بیشتری صرف پیشگرم شدن سیم جوش می شود و باعث افزایش مقدار رسوب جوش خواهد شد در نتیجه نفوذ کمتر خواهد شد و باعث کاهش رقت می گردد.

دیگر عواملی که روی رقت جوش اثر می گذارند عبارتند از:

کاربرد فیلتر متال اضافی باعث کاهش رقت خواهد شد (درجوشکاری TIG).

سرعت بیشتر در جوشکاری رقت را افزایش می دهد.

هرچه زاویه الکترود با سطح افق کمتر باشد مقدار رقت کمتر و بالعکس هرچه مقدار این زاویه بیشتر باشد رقت نیز افزایش می یابد.

بررسی روشهای انتخاب الکترود:

(الف) روش تقریبی

اولین قدم برای انتخاب الکترود جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستنیتی محاسبه دقیق درصد رقت می باشد. برای این کار ابتدا روی یک ورق به طور آزمایشی با یک الکترودی که شامل آلیاژهایی باشد که در جوش مورد نیاز است جوش می دهیم، سپس از مقطع عرضی آن جوش عکس تهیه کرده و به روش زیر مقدار رقت را محاسبه می کنیم:

سطوح A و B را به مربع های مساوی تقسیم می کنیم سپس با استفاده از فرمول زیر درصد رقت را بدست می آوریم:

شکل ۸-۳ به طور فرضی درصد رقت جوش را بدست آورده است که در این مثال ۳۵% است.

در مرحله بعد به کمک دیاگرام شفلر (شکل ۸-۳) و با توجه به درصد رقت محاسبه شده می توان نوع الکترود مناسب یک جوش را حدس زد.

لازم به تذکر است چونکه در پروسه های مختلف جوشکاری یک سری عناصر آلیاژی در حین جوشکاری اکسید می شوند. (burn out) و یا برعکس ممکن است به گروه جوش اضافه شوند (Pick up) باید در انتخاب الکترود آن عوامل را مد نظر داشت.

(ب) روش محاسباتی دقیق:

اگر بخواهیم گروه جوش ما ترکیبی از لحاظ شیمیایی دقیق داشته باشد و بتوانیم الکترودهای استاندارد را مورد استفاده قرار دهیم باید آزمایش و محاسبات دقیق را با فرمول انجام دهیم، همچنین باید اثر اکسید شدن عناصر آلیاژی که در حین پروسه خاص جوشکاری رخ می دهد (burn out) و یا عناصری که ممکن است با بکار گیری پروسه خاصی به صورت اضافی وارد گروه جوش شوند (Pick up) را در نظر داشت.

روش محاسبه با ارائه یک مثال به شرح زیر می باشد:

فرض کنیم می خواهیم گروه جوشی روی یک فلز مشخص (فولاد ۳۴۷) ایجاد کنیم، طبق جدول روبرو آنالیزرسوب فلز مورد نظر و همچنین فلز پایه را می نویسیم.

در مرحله بعدی مقدار رقت را به روشی که قبلاً توضیح داده شده بدست آورده و بررسی می‌کنیم. در این مثال کلیه عوامل یاد شده رعایت شده اند.

حال به یکسری فاکتور و اطلاعات طبق جدول زیر نیاز داریم.

فاکتوری که نشان می‌دهد پروسه جوشکاری مورد استفاده عناصر آلیاژی را به گروه جوش انتقال داده است و یا اینکه باعث اکسید شدن عناصر خاصی شده است را در سمت راست جدول (فاکتور انتقال) می‌بینید.

برای پیدا کردن سیم جوش مورد نیاز با توجه به شکل ۸-۳ روی محور عمودی شکل مذکور مقدار برابری نیکل (NI-eq) را که از جمع درصد وزنی عناصر آستنیت زا (گاما ژن) بدست می‌آید:

$$(\%NI \text{ EQUIVALENT} = Ni\% + 30 \times C\% + 0.5 \times Mn)$$

جدا می‌کنیم (علامت می‌زیم) و روی محور افقی مقدار برابری کروم (Cr-EQ) را که از جمع درصد وزنی عناصر فریت زا (آلفاژن) بدست می‌آید مشخص می‌کنیم.

$$\%Cr \text{ EQUINALENT} = Cr\% + MO\% + 1.5 \times Si\% + 0.5 \times cb$$

در این نمودار ۸-۳ فلز پایه با مربع A در سمت چپ و آنالیز (رسوب) جوش مورد نیاز با مربع B مشخص گردیده است. *

طرح به کمک دیاگرام شفلر باید ترکیبی را انتخاب کند که در آن مقدار فریت رد حدی باشد که از ترک گرم جلوگیری کند، حال به کمک رسم خطوطی از مربع A به مربع B و امتداد دادن آن خطوط ترکیب الکترونی که باید انتخاب شود تا گروه جوش مورد نظر را ایجاد کند مشخص می‌گردد. این آنالیز با مربع C نمایش داده شده است (سمت راست نمودار) برای ترسیم مربع C ابتدا باید یک نقطه از آن را داشته باشیم، این نقطه را به کمک یک فرمول که بیانگر حداقل کروم سیم جوش می‌باشد را بدست می‌آوریم، از این نقطه به دست آمده که روی محور افقی خواهد بود خطی عمود به طرف بالای نمودار رسم می‌کنیم تا امتداد خطوط قبلی (خطوطی که مربع A را به B وصل کرده و امتداد یافته اند) را قطع کند، سپس مربع C را که در حقیقت آنالیز سیم جوش مورد نیاز را برای ما مشخص می‌کند ترسیم می‌کنیم.

با توجه به شکل ۸-۳ یک نمونه از روش انتخاب الکترونی نشان داده شده است که در این مثال مقدار رقت ۳۵٪ فرض شده است بنابراین این داریم:

و در نهایت آنالیز الکترونی مورد نیاز همانطور که شکل نشان می‌دهد ۳۰٪ برابری کروم و ۱۵٪ برابری نیکل با عنصر آلیاژی تقریباً متعادل است.

با توجه به درصد رقت ثابت شده است که سهم فلز پایه ۳۵٪ و سهم فیلمتال (الکترونی) ۶۵٪ می‌باشد، لذا باید یکسری محاسبات دیگر نیز انجام دهیم که در جدول زیر نوشته شده است.

و در نهایت آنالیز مورد نظر الکترونی طبق جدول زیر بدست می‌آید.

بررسی فرایند های جوشکاری در فولادهای ضد زنگ آستنیتی:

اینگونه فولادها را به طور کلی بسته به کیفیت مورد نظر و اینکه از لحاظ اقتصادی محصول تمام شده چه قیمتی داشته باشد با اغلب پروسه های جوشکاری قابل جوش دادن هستند.

اگر تیراژ ساخت بالا باشد (تولید انبوه) باید از روش اتوماتیک استفاده کنیم و در جاییکه جوشکاری قطعات مشکل باشد مهارت بیشتر مورد نیاز است و در قطعات ضخیم مجبور هستیم تا چندین پاس جوشکاری کنیم، بنابراین برای انتخاب نوع پروسه جوشکاری باید کلیه عوامل و محدودیتها در نظر گرفته شود.

جوشکاری اکسی استیلن:

همانطور که می‌دانیم در این روش از مخلوط گاز استیلن و اکسیژن به عنوان منبع حرارتی و همچنین برای محافظت در مقابل اتمسفر هوا استفاده می‌گردد.

شعله خنثی تولید گاز CO و H می‌کند که در مجاورت اکسیژن هوا در بیرون از نازل (مشعل) ایجاد حرارت می‌کند و این بیشتر برای فولادهای معمولی استفاده می‌گردد که در این حالت اکسیژن و کربن با اتمسفر هوا در حال تعادل است.

اما به طور کلی جوش اکسی استیلن د رجوشکاری فولادهای ضد زنگ به دلایل زیر کمتر مورد استفاده قرار می گیرد:

شعله اکسیدی یک لایه اکسید روی سطح جوش و قطعه کار ایجاد می کند که برای بر طرف کردن آن مجبوریم از فلاکس استفاده کنیم و در برخی موارد برطرف کردن این لایه اکسیدی بسیار مشکل است.

راندمان حرارتی کم جوش اکسی استیلن: زیرا فقط یک مقدار از کل حرارت ایجاد شده صرف ذوب فلز می شود و بقیه هدر می رود.

حرارت سطح زیادی از قطعه را تحت تاثیر قرار می دهد و باعث تغییر شکل در فلز پایه می گردد و می تواند روی مقاومت به خوردگی فلاد ضد زنگ آستنیتی اثر سوء داشته باشد.

خطر کربوریزه شدن سطح کار: این مسئله باعث کاهش مقاومت به خوردگی لایه های سطحی قطعه کار د رفولادهای آستنیتی که کربن کمتری دارند خواهد شد.

جوشکاری با الکتروود دستی:

در این روش از یک الکتروود مصرفی که هسته فلزی و پوشش غیر فلزی دارد استفاده می شود که هرکدام از این دو وظایف ویژه ای دارند.

پوشش الکتروود علاوه بر اینکه سرباره کافی برای حفاظت از گروه جوش ایجاد می کند، همچنین از نفوذ هوا به داخل گاز یونیزه شده قوس جلوگیری کرده و باعث پایداری قوس می شود.

در این پروسه از الکتروودهای سلولزی برای فولادهای ضد زنگ استفاده نمی شود بلکه بیشتر در ترکیبات قلیایی کربناتها را بکار می برند ، این ترکیبات به راحتی در طبیعت یافت می شوند و در پوشش الکتروودهای فولاد ضد زنگ بکار می روند که وظیفه جلوگیری از اکسید شدن مذاب را بعهده دارند، اما این حفاظت کاملاً موثر نیست و برخی از عناصر مذاب الکتروود پوششی اکسیده خواهند شد که قسمتی از این ضعف به دلیل نفوذ هوا به داخل گاز یونیزه شده قوس است و همچنین می تواند در نتیجه واکنش بین ترکیبات هسته و پوشش الکتروود باشد. مثلاً کروم می تواند در نتیجه واکنش بین ترکیبات هسته و پوشش الکتروود باشد، مثلاً کروم می تواند با کربناتها واکنش نشان دهد (ترکیب شود) و ترکیبهای اکسیدی پیچیده کروم و کلسیم را بوجود آورد. این حالت واکنش برای تیتانیم (TI) نیز صادق است.

این عیب در جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستنیتی که به روش قوس دستی، انجام می شود، به دلیل استفاده از الکتروودهایی که عناصر آلیاژی در پوشش الکتروود بکار می رود رخ می دهد. در صورتیکه الکتروودهایی که در پوشش آنها از سیلیکات کمتری استفاده شده است، اکسیده شدن جوش در معرض هوا دیده نمی شود، بنابراین افزایش درصد عنصر سیلیکات در فلز اثر نامطلوبی دارد.

از دیگر عیوب این پروسه این است که عناصر خاص با نقطه جوش نسبتاً پایین در قوس الکتریکی (وقتی که قوس آرام باشد) می تواند به بخار تبدیل شود که این باعث پایین آدن کیفیت جوش خواهد شد.

بررسی عوامل فوق می تواند به عنوان راهنمایی ما در این فرایند قرار بگیرند به عنوان مثال وقتی که با یک الکتروود ۱۸% کروم و ۱۰% نیکل (بدون وجود کروم در پوشش) جوش را انجام می دهیم. در حدود ۲-۱% کروم در حین جوشکاری از بین می رود که برای جبران آن سازندگان الکتروود باید عناصر آلیاژی لاتزم را در پوشش الکتروود در نظر بگیرند یا اینکه از پودر فلزی (لازم) در پوشش الکتروود استفاده کنند و بالاخره اینکه اگر پوشش الکتروود رطوبت داشته باشد قابلیت به ایجاد تخلخل و ترک را افزایش می دهد که باید رطوبت الکتروودها را بوسیله حرارت (قبل از جوشکاری) از بین ببریم.

وقتی که جریان کم باشد در درجه حرارت پلاسما (تحرك ذرات گاز باردار) پایین است و در نتیجه درجه یونیزاسیون کم است.

افزایش جریان باعث افزایش درجه یونیزاسیون و در ضمن کاهش (افت) ولتاژ خواهد شد.

در جریانهای بالا ذرات یونیزه شده افزایش بیشتری می یابد اما سرعت متوسط آنها و همچنین جریان به طور همزمان با کاهش پتانسیل افزایش می یابد.

کلیه عوامل گفته شده روی مقدار یونیزاسیون پلاسما و پایداری قوس اثر ویژه ای دارند، زیرا با توجه به خصوصیات منبع انرژی داده شده تغییرات در هر پارامتر (ولت یا آمپر) باعث تغییر در قوس از لحاظ پایداری و یا عدم پایداری می شود. در یک جریان ثابت با افزایش طول قوس، توان دستگاه جوش پایین می شاید.

از آنجاییکه الکتروود پوشش دار به صورت دستی بوسیله جوشکار به طرف قوس هدایت می شود، بنابراین تغییرات قوس غیر قابل اجتناب خواهد بود که بسته به ویژگی منبع قدرت باعث تغییر در جریان خواهد شد. با توجه به شکل ۲-۴ که این تغییرات روی یکنواختی و کیفیت جوش تاثیر خواهد گذاشت زیرا نفوذ و میزان ذوب الکتروود بستگی زیادی به جریان (I) دارد.

این تغییرات را می توان با انتخاب یک منبع انرژی که در یک رینج حرارتی تغییرات آمپر زیادی نداشته باشد و همچنین الکتروود مناسب به حداقل رسانید. زیرا انرژی لازم جهت ایجاد یونها و الکترونها باید پایین باشد.

نقش فلاکس و سرباره:

ترکیبات فلاکس موجود در پوشش الکتروودهای فولاد معمولی به دلیل مقاومت طبیعی اکسیدهای تشکیل شده روی آلیاژهای جوش، برای فولادهای ضد زنگ کافی نیستند. برای اینکه عیوب نفوذ نقص ایجاد نشود، پوششها برا یفولادهای ضد زنگ باید یک عامل فعال کننده سیالیت مانند ترکیبات فلیایی، فلئوریدها، کروئولیتها داشته باشد که البته این ترکیبات روی پایداری قوس اثر نامطلوبی دارند و در کاربرد آنها باید دقت کرد.

همچنین برای اکسید زدایی جوش مقداری سیلیکون، منگنز یا فرو منگنز در مواد مصرفی بکار می برند.

از آنجایی که سرباره تشکیل شده روی جوش حفاظت متالورژیکی مذاب جوش را بعهدده دارد بنابراین ویسکوزیته سرباره به دلایل زیر اهمیت زیادی دارد:

الف) واکنش شیمیایی سرباره - مذاب در حالتیکه سیالیت سرباره زیاد باشد راحت تر صورت می گیرد.

ب) گروه صاف تر و بهتر با سرباره ای بدست می آید که سیالیت آن زیاد باشد.

ج) گروه جوش محدود و مناسب و استفاده از الکتروود در موقعیتهای مختلف جو شکاری (تخت، افقی، سربالا، بالای سر) بستگی به کشش سطحی و ویسکوزیته سرباره خواهد داشت.

کنترل ترکیب فلز جوش:

همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید در فولادهای ضد زنگ برای جبران عناصری که در حین جوشکاری اکسید می شوند معمولاً مقدار کمی از کروم یا فرو کروم به صورت پودر در پوشش الکتروودها در نظر گرفته می شود که این علاوه بر جبران عناصری که در حین ذوب از بین می روند باعث می شود تا پوشش های مختلف الکتروود، رسوبهای متفاوتی از لحاظ ترکیب شیمیایی ایجاد می شود.

بوده و خواص فیزیکی و شیمیایی فلزی داشته باشند، آلیاژ فلزی و به به محلول جامدی که حداقل یکی از اجزای آنها فلز بوده و خواص سرامیکی داشته باشند، آلیاژ سرامیکی گفته محلولهای جامدی که حداقل یکی از اجزای آنها [سیرامیکی](#) می شود.

آلیاژ

از ویکی‌پدیا، دانشنامهٔ آزاد



آلیاژ آهن و کربن را **فولاد** گویند.

آلیاژ مخلوط یا **محلول جامد فلزی** متشکل از یک فلز اصلی که آنرا **فلز پایه** می‌گویند با یک یا چند **عنصر فلزی** و یا غیرفلزی است. آلیاژ معمولاً خواصی متفاوت از عناصر تشکیل دهنده خود دارد. بسته به میزان همگنی در اختلاط عناصر، آلیاژ می‌تواند تک **فاز** یا چند فاز باشد. هدف از آلیاژسازی، تغییر و بهبود خواص ماده مانند **چقرمگی**، **استحکام**، **سختی** و غیره است. خواص فیزیکی آلیاژ با **نمودار فازی** توصیف می‌شود.

معمولاً آلیاژها بر اساس **درصد وزنی** عناصر موجودشان گزارش می‌شوند. بر اساس تعداد عناصر، آلیاژ را **دوتایی**، **سه‌تایی** و غیره می‌نامند. برای بیان یک آلیاژ مشخص با دامنه متغیر از درصد عناصر، اصطلاح **سیستم بکار می‌رود**. مثلاً، **فولاد** سیستم آلیاژی دوتایی از **آهن** و **کربن** است که در این سیستم آلیاژی دامنه کربن بین ۰/۰۲ تا ۲/۱۴ درصد قابل تغییر است.

به محلول جامدی که حداقل یکی از اجزای آنها **فلز** بوده و خواص فیزیکی و شیمیایی فلزی داشته باشند، آلیاژ فلزی و به محلول‌های جامدی که حداقل یکی از اجزای آنها **سرامیکی** بوده و خواص سرامیکی داشته باشند، آلیاژ سرامیکی گفته می‌شود.

محتویات

[[نهفتن](#)]

• ۱ تاریخچه

○ ۱/۱ مفرغ

• ۲ ویژگی‌های آلیاژها

• ۳ انواع آلیاژها

○ ۳/۱ آلیاژهای آهنی

▪ ۳/۱/۱ فولاد

▪ ۳/۱/۲ چدن

○ ۳/۲ آلیاژهای غیرآهنی

▪ ۳/۲/۱ ملغمه نقره

• ۴ جستارهای وابسته

• ۵ منابع

تاریخچه [ویرایش]

تولید آلیاژها سابقه‌ای طولانی دارد و شاید به زمانی برسد که انسان فلز را شناخت. اولین آلیاژها از فلزاتی ساخته شدند که در دسترس انسان و فراوان بودند. **مس**، **فلع**، **سرب** و **روی** از اولین فلزاتی بودند که انسان از آنها آلیاژ ساخت.

مفرغ [ویرایش]

مفرغ نخستین آلیاژی است که بشر ساخته است؛ احتمالاً از ترکیب اتفاقی مس و قلع به صورت مذاب و سرد کردن مخلوطشان. این آلیاژ چون سخت‌تر از هردو فلز مس و قلع بود، برای ساختن چاقو و نیزه و مانند آن به کار رفت. پس از آن هم انواع مختلفی از آلیاژها به دست بشر ساخته شد و با توجه به نیاز و ویژگی‌هایشان مورد استفاده قرار گرفت. یکی از پرکاربردترین آنها، آلیاژ **برنج** است که ترکیبی است از مس و روی. این آلیاژ به سبب سختی زیاد از دیرباز مورد استفاده بوده است.^[۱]

ویژگی‌های آلیاژها [ویرایش]

در برخی از آلیاژها پس از آمیخته شدن عناصر تشکیل دهنده آلیاژ، خواص تمام عناصر تشکیل دهنده در آلیاژ تشکیل شده مشاهده می‌شود. درست مانند حل شدن نمک در آب، یکی از عناصر در دیگری فقط حل می‌شود. اما در برخی از آلیاژها، فلزها چنان در هم می‌آمیزند که آرایش ذرات آنها دگرگون شده و یک ترکیب شیمیایی به دست می‌آید. آلیاژها از ذرات بسیار کوچکی تشکیل شده‌اند. برخی از این ذرات به هم می‌پیوندند و مجموعه‌هایی پدید می‌آورند که به آنها دانه گفته می‌شود. اندازه این دانه‌ها در خواص بعدی آلیاژها بسیار تاثیرگذارند. همچنین اندازه دانه‌ها به عواملی همچون میزان حرارت داده شده به مواد تشکیل دهنده و سرعت سرد کردن آنها بستگی دارد؛ در حقیقت هرچه مواد را سریع‌تر سرد کنیم، اندازه دانه‌ها ریزتر می‌شود. به این ترتیب، ریزی و درشتی دانه‌ها، در خواص بعدی آلیاژها تاثیرگذار است و از راه تنظیم میزان حرارت داده شده و سرعت سرد کردن می‌توان خواص مورد نظر را در آلیاژ ایجاد کرد. بیشتر آلیاژها از فلزات تشکیل دهنده‌شان سخت‌ترند. به همین دلیل از شکل‌پذیری کمتری برخوردارند. همین‌طور بیشتر آلیاژها در دمایی کمتر از دمای ذوب فلزات تشکیل دهنده ذوب می‌شوند و رسانایی الکتریکی ضعیف‌تری دارند.^[۱]

انواع آلیاژها [ویرایش]

آلیاژها را با توجه به فلز پایه‌شان به دو دسته‌ی **آهنی** و **غیرآهنی** تقسیم می‌کنند. آلیاژهای آهنی، آلیاژهایی هستند که فلز پایه در آنها آهن است. از مهم‌ترین آنها می‌توان به **فولاد** اشاره کرد. در مقابل، تمام آلیاژهایی که فلز پایه در آنها، فلزی غیر از آهن است، آلیاژهای غیرآهنی خوانده می‌شود.

آلیاژهای آهنی [ویرایش]

فلز پایه در این آلیاژها **آهن** است. بسته به میزان کربن ترکیب شده در آن، به دو دسته **فولادها** و **چدن** تقسیم می‌شوند.

فولاد [ویرایش]

نوشتار اصلی: [فولاد](#)

وجود کمتر از ۲ درصد تا ۰٫۰۲ **کربن** در **آهن**، **فولاد** را به وجود می‌آورد. اضافه کردن عناصر دیگر غیر از کربن، هرکدام خواص متفاوتی به فولاد می‌دهد. **منگنز** سبب سختی فولاد، **نیکل** باعث جلوگیری از خوردگی فولاد، **تنگستن** باعث محکمی و وجود **کروم** و **نیکل** سبب ضدزنگ شدن فولاد می‌شود. آهن ورزیده نیز آلیاژی است با کربن کم که در ساختن میخ پرچ، لوله آب، زنجیر و غیره به کار می‌رود.

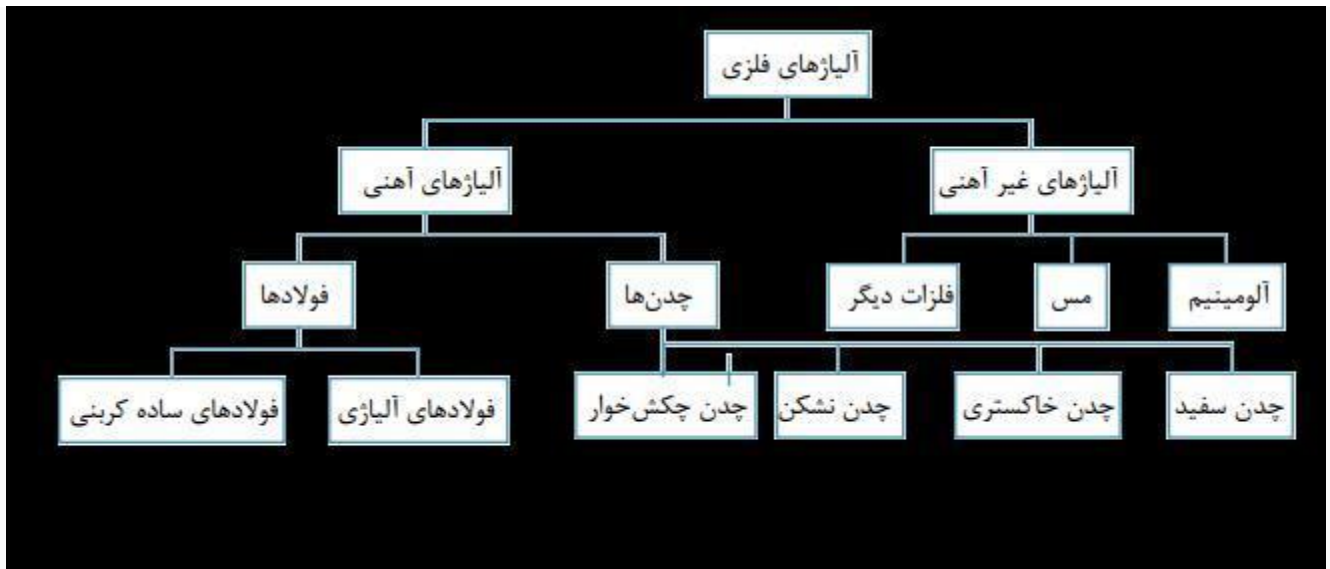
چدن [ویرایش]

نوشتار اصلی: [چدن](#)

وجود بیش از ۲ تا ۶ درصد **کربن** در آهن، تشکیل **چدن** می‌دهد.

آلیاژهای غیرآهنی [ویرایش]

فلز پایه در این آلیاژها، فلزی غیر از آهن است. **مفرغ**، **برنج** و بسیاری آلیاژهایی که می‌شناسیم، آلیاژهای **غیرآهنی** هستند. امروزه بیشتر چیزهای فلزی که استفاده می‌کنیم از آلیاژها ساخته شده‌اند. کمتر اتفاق می‌افتد که از فلزات به شکل خالص استفاده شوند. حتی **طلا** و **نقره** هم به صورت آلیاژ استفاده می‌شوند. افزودن فلزات ارزان قیمت به طلا و نقره، نه تنها از جلوه‌شان نمی‌کاهد، بلکه باعث می‌شود در برابر ساییش نیز مقاوم‌تر شوند. طلا و نقره معمولاً با **مس** ترکیب شده و تشکیل آلیاژ می‌دهند. **عیار طلا**، نشان‌دهنده مقدار فلز اضافه شده در آن است. **عیار طلای** خالص را ۲۴ فرض می‌کنند. بنابراین طلای ۱۸ عیار، طلایی است که از ۲۴ قسمت، ۱۸ قسمت‌اش طلا و باقی مس است. یکی از آلیاژهای مشهور غیرآهنی **ورشو** است. این آلیاژ ترکیبی است از مس به عنوان فلز پایه و **روی** و **نیکل** به عنوان عناصر حل شونده. ورشو به علت شباهت‌اش به نقره، **نقره آلمانی** و **نقره انگلیسی** نیز گفته می‌شود.^[۱]



فلزات و آلیاژهای آنها

ملغمه نقره [ویرایش]

نوشتار اصلی: [آمالگام دندان](#)

آلیاژی از **نقره** و **جیوه** است که از آن برای تهیه مواد پرکننده دندان هم استفاده می‌شود. در این آلیاژها **فلز پایه**، **جیوه** است.