

کالج پروژه

www.collegeprozheh.ir



دانلود پروژه های دانشگاهی

بانک موضوعات پایان نامه

دانلود مقالات انگلیسی با ترجمه فارسی

آموزش نگارش پایان نامه ، مقاله ، پروپوزال

دانلود جزوه و نمونه سوالات استخدامی



واحد شہر مجلسی

موضوع:
کارآموزی

استاد:
جناب آقای مهندس نصوحیان

دانشجو:
اشکان صادقی ۸۲۴۱۷۵۵۸

کاردان فنی مواد - ریخته گری

تقدیر و تشکر

اوست که مانند شمعی فروزان در برابر دیدگان انسان‌ها نور افشانی می‌کند و راه را برای کاروانیان روشن می‌نماید، با دانش خویش فرهنگ و معرفت آنان را به اوج می‌رساند و اندیشه‌های خام را بارور می‌سازد.

لذا در اینجا لازم می‌دانم از زحمات و راهنمایی‌های استاد ارجمند جناب آقای مهندس نصوحیان که در امر تحقیق و تدوین آن اینجانب را یاری فرمودند کمال تشکر را می‌نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول : تاریخچه شرکت و محصولات آن.....	۷
تاریخچه شرکت.....	۷
محصولات نهایی شرکت.....	۸
روشهای تولید.....	۹
آبکاری.....	۹
فصل دوم.....	۹
تعریف کنترل کیفیت.....	۱۲
کیفیت طرح-کیفیت انطباق- کیفیت عملکرد.....	۱۴
تضمین کیفیت.....	۱۴
سازماندهی.....	۱۴
کیفیت طرح.....	۱۶
کیفیت انطباق.....	۱۶
کیفیت عملکرد.....	۱۷
متغیرها و تعریف عملیاتی.....	۱۸
فصل سوم.....	۱۹

مقدمه	۱۹
متالورژی چدن	۲۰
گرافیت‌زایی	۲۰
اشکال مختلف گرافیت	۲۲
انواع توزیع گرافیت لایه‌ای	۲۳
توزیع نوع A:	۲۳
توزیع نوع B:	۲۳
توزیع نوع C:	۲۳
توزیع نوع D:	۲۳
توزیع نوع E:	۲۴
اندازه گرافیت‌های لایه‌ای و کنترل آنها	۲۴
اثر ضخامت قطعه	۲۹
انواع چدن	۳۰
چدن سفید	۳۱
چدن خاکستری	۳۲
چدن با گرافیت کروی - چدن نشکن	۳۳

چدن مالییل.....	۳۳
چدن با گرافیت فشرده.....	۳۴
چدن خالدار.....	۳۴
چدن سرد شده.....	۳۴
چدنهای آلیاژی.....	۳۵
کاربردهای چدن خاکستری.....	۳۶
لوله‌های چدنی برای گاز یا آب.....	۳۶
مزایای چدن خاکستری.....	۳۷
مشخصات ماسه ریخته‌گری:.....	۳۸
اصلاح چند الکه بودن.....	۳۹
منابع تهیه ماسه.....	۴۰
ماسه به دو صورت وجود دارد.....	۴۰
انواع ماسه.....	۴۱
فرآیندهای مختلف قالبگیری بوسیله ماسه.....	۴۳
تهیه ماسه برای قالبگیری به روش Co_2	۴۵
مراحل قالبگیری.....	۴۶

۴۷	چیدن قالبها در خط بارریزی
۴۹	تهیه مذاب و عملیات کیفی ذوب
۵۳	نحوه محاسبه شارژ کوره
۵۵	تخلیه قطعات از قالب
۵۵	دستگاه شات بلاست
۵۶	روش عمومی کار با دستگاه
۵۷	واحد عملیاتی
۵۹	سخت کردن
۶۰	تنش گیری
۶۲	واحد سنگ زنی
۶۲	آزمایشگاه
۶۳	پمپ سیلندر عقب پیکان
۶۳	کالیبر
۶۳	کالیبر پیکان
۶۴	کنترل کیفیت
۶۴	عیوب قطعات ریختگی

۶۶	.....	ترکهای انقباضی
۶۸	.....	فصل چهارم: ضمیمه‌ها، جداول، عکسها
۶۸	.....	خلاصه عیوب مهم قطعات ریختگی
۶۹	.....	چکیده
۷۴	.....	روشهای ریخته‌گری کامپوزیتهای زمینه فلزی
۷۹	.....	نتیجه‌گیری
۸۰	.....	منابع

فصل اول : تاریخچه شرکت و محصولات آن

تاریخچه شرکت

شرکت آذین تنه در سال ۱۳۷۰ شروع به کار کرده و تهیه سیستم‌های ترمز اتومبیل‌های تولیدی ایران خودرو را به عهده گرفته است. شرکت فوق واقع در کیلومتر ۱۴ جاده مخصوص کرج خیابان ۴۹ قرار دارد.

شرکتهای تابعه آن عبارتند از آذین نام، امواج ذوب و آبکاری حمید و شرکت تراشکاری آذین تراش و تکسان است.

شرکت آذین نام واقع در قزوین و امواج ذوب که در جاجرود واقع است مسئولیت ریخته‌گری قطعات مورد نظر شرکت را به عهده دارد.

روش ریخته‌گری مورد استفاده این شرکتها ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای می‌باشد.

دارای کوره‌های شعله‌ای دوار با ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم و یک تن هستند و یک کوره القایی.

سیستم قالب‌گیری این کارخانه‌ها به روش CO_2 می‌باشد و مواد شارژ کوره‌های آن عبارتند از شمش چدن (اصفهان) و قطعات بازگشتی و قطعات متفرقه و آهن قراضه.

محصولات نهایی شرکت

در این شرکت محصولات زیر طی مراحل مختلف مونتاژ و جهت استفاده به شرکت ایران خودرو فرستاده می شود و به این ترتیب وارد بازار کار می گردد محصولات نهایی شرکت عبارتند از:

۱-بویستر دو مداره پیکان

۲-بویستر پژو ۴۰۵

۳-کلیپر پیکان و آردی

۴-فشار شکن

۵-بک پلیت پیکان و آردی

۶-بک پلیت پژو ۴۰۵

۷-خط LP

عکسهای ضمیمه محصول نهایی را نشان می دهد.

در محصولات قطعاتی وجود دارد که فلزی هستند به طور مثال می توان بویستر را در بویستر و کاسه بویستر، کلیپر و درب آن پمپ در بک پلیت و غیره را مثال زد.

روشهای تولید

روشهایی که ذکر می گردد روشهای مرتبط با رشته متالورژی است روشهای تولید و شکل دهی در این کارخانه و کارخانه های مرتبط با آن به صورت زیر است.

ریخته گری: برای تولید پمپ بک پلیت و مستر سیلندر، کلیپر پیکان و آردی و فشار شکن استفاده می گردد.

فورج: برای تولید پیستون کلیپر از روش فورج استفاده می شود.

پرس کاری: در وشر فرم دار تخت، صفحه کنتاکت خار نگهدارنده فنر پیستون، کلاهدک سر فنر پیستون ثانویه، پولک بشقابی بوستر، وشر تخت پیستون ثانویه، پوسته اصلی، دو شاخه، خار خورشیدی بزرگ، پولک تقویتی درب، درب، وشر تنظیم ۰/۰۹ و ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و ۰/۳ و ۰/۷ و ۱/۲ و ۲/۶۵ و ۳/۲۵ بوستر.

آبکاری: آبکاری پوسته مستر و آبکاری کروماته زرد برای وشر فرم دار تخت، کنتاکتها، کروماته سبز پیستون سوپاپ هوا، آبکاری کلیپر، فشارشکن.

جوشکاری: پوسته زیر مخزن روغن ترمز و پوسته روی مخزن روغن ترمز، میله ورودی و دو شاخه جوشکاری می شود.

فصل دوم: نمایی از کنترل کیفیت

مقدمه

کیفیت امروزه نخستین و مهمترین عاملی است که به مشتری بر اساس آن تصمیم می‌گیرد تا در مواجهه با بسیاری از کالاها و خدمات ارائه شده کدام یک را انتخاب کند و منظور از مشتری مفهوم عام آن است. به طوری که می‌توان چنین عنوانی را در مورد کلیه مشتریان اعم از خانم‌های خانه‌دار، شرکت‌های صنعتی سازمانهای دولتی، فروشگاههای زنجیره‌ای و یا مجریان برنامه‌های نظامی و نیز همه آنهایی که در مقام مصرف کننده و خریدار قرار دارند صادق دانست.

اکنون کیفیت، به عنوان تنها عامل تعیین کننده و تاثیرگذار برای موفقیت و نفوذ سازمانهای تولید و خدماتی در بازارهای خدماتی و خارجی شناخته شده است. میزان بازگشت سرمایه حاصل از اثربخشی و قدرت جذب و نفوذ برنامه‌های کیفی نشان داده شده است که همواره در سازمانهای صاحب استراتژی مناسب کیفی، نتایج سودبخش و چشمگیری به دست آمده است و این ادعا، زمانی قابل لمس و اثبات است که در موفقیت‌های عظیم شرکتهای و سازمانهایی کن اولویت او را به کیفیت داده‌اند. دقیق شویم و به استناد آمار و ارقام، ملاحظه کنیم که تا چه حدی به افزایش قابل توجه در سهم بازار، اصلاحات اساسی در بهره‌وری کل، کاهش شدید هزینه‌های کیفی و پیشتازی در امر رقابت در صحنه‌های بازارهای جهانی دست یافته شده است و چگونه تمامی این مسائل مرهون تأمین کیفیت و ارائه به مشتریان می‌باشد.

و اما باید دانست که موفقیت در اجرای استراتژی سازمانی در میان سازمانهای مختلف جهان البته به امکانات و شرایط ویژه هر کدام بسیار متفاوت و متغیر بوده است و به عبارات دیگر هر یک از سازمانها به روش خاصی پیش رفته‌اند و به موفقیت رسیده‌اند.

بر اساس تجارب به دست آمده طی سالیان متمادی خریداران محصولات تولیدی برخی از شرکتها، نسبت به محصولات شرکتهای رقیب دارای کیفیت بالایی هستند. و از این رو خریدشان را بر اساس خرید از سازمانهای نوع اول قرار داده‌اند و البته این مسئله یک موضوع جدید و مربوط به دیروز و امروز نیست. بلکه از خیلی بیشتر تفاوت آشکاری در میزان اثربخشی محصولات و کالاهای تولیدی شرکتها به چشم می‌خورد که علت‌های اصلی تفاوت برنامه‌های کیفی شرکتها مربوط می‌شد و برخی از برنامه‌ها هم در اجرا موفق بودند و هم در به دست آورد زمینه‌های علمی و احراز شایستگی اجرا توفیق می‌یافتند ولی برخی دیگر از این برنامه‌ها، به صورت ابزار ناقصی درآمدند که مجریانشان می‌کوشیدند تا مقدماتی لازم پیشرفت‌های کیفی را با ایجاد برنامه‌های تشویقی کیفی ترقی و یا اصلاح زمینه‌های کاربردی برخی از روش‌های کنترل کیفی به وجود آورند.

به واسطه تفاوت شدیدی که نتایج کیفی برنامه‌های متفاوت بروز کرد و تحقیق برای تعیین عوامل اصلی موفقیت در زمینه کیفیت به صورت موضوعی اصلی در آمد که در حال حاضر، ذهن مدیریت شرکتها را در سراسر جهان به خود مشغول کرده است و

تجربه نیز نشان می‌دهد که برای نیل به موفقیت در اینگونه برنامه‌ها، عوامل مختلف و بسیار مهمی وجود دارد که باید دقیقاً بررسی و شناسایی گردند و آنگاه در بطن و متن برنامه‌های هماهنگ و حساب شده‌ای قرار داده شوند. البته نباید این اصل مهم را فراموش کرد که کیفیت را همواره باید در ذات روشهای اداری و اجرایی سازمان جستجو کرد، هم اکنون کیفیت کالاها و خدمات، مانند روشهای مالی و بازاری به عامل مهم و حیاتی مدیریت نوین سازمانها تبدیل شده است. تا جایی که اثربخش در مدیریت کیفیت، زمینه‌های جدیدی را برای افزایش اثربخشی در مدیریت صنایع به وجود آورده است.

تعریف کنترل کیفیت:

از زمانی که انسان توانایی ساخت محصولی را پیدا کرد، جهت کنترل کیفیت آن نیز به تلاش پرداخت. ظرافت، دقت و هنرمندی خاصی که در آثار باستانی و محصولات متعلق به زمانهای نه چندان دور مشاهده می‌شود، حکایت از این تلاش دارد. با شروع انقلاب صنعتی در اواسط قرن هیجدهم، ماشین‌های تولید کم کم جایگزین ابزار و مهارت فردی افراد هنرمند و صنعتگر گردید. با پیدایش روشهای جدید و پیچیده تولید، بیشتر افزایش یافت و به این ترتیب نیاز به کنترل محصول نهایی نیز ابعاد تازه‌ای پیدا نمود. بین

روشهای اولیه کنترل کیفیت، هر چند به نوبه خود مؤثر بودند روشهای آماری امروز کنترل کیفیت، تنها شباهت اندکی به چشم می خورد. پایه و اساس کنترل کیفیت آماری به مفهوم آن تنها در سال ۱۹۲۰ گذاشته شد. برای فهم بهتر واژه کنترل کیفیت تعریفی ارائه می گردد.

کنترل کیفیت عبارت از «اطمینان از تهیه و تولید کالا و خدمات بر طبق استانداردهای تعیین شده می باشد». استانداردها را در ماده دو از مواد الحاقی به قانون تأسیس مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بدین گونه تعریف می کند.

استاندارد بر حسب مورد عبارتست از «تعیین تمام یا برخی از خصوصیات و مشخصات دو فرآورده از قبیل نوع، جنس، منشأ، مواد اولیه اجزا تشکیل دهنده، ترکیب، ساخت، نحوه استفاده، طرز نصب، کیفیت، کمیت، شکل، رنگ، وضع ظاهری، وزن، ابعاد، عیار، ایمنی، چگونگی بسته بندی و علامت گذاری، روش آزمایش و همچنین یکنواخت کردن اوراق اداری اسناد بازرگانی و مالی و امثال آن».

کنترل کیفیت سیستمی است جهت رسیدن به سطح مطلوبی از کیفیت یک محصول با یک فرآیند تولید و نگهداری آن با برنامه ریزی دقیق، استفاده از ماشین آلات مناسب، بازرسی مستمر و عمل اصلاحی هر گاه که لازم باشد. کیفیت یک محصول معمولاً در رابطه با سه عامل زیر تعیین می شود:

کیفیت طرح-کیفیت انطباق- کیفیت عملکرد.

تضمین کیفیت:

تضمین کیفیت شامل سلسله فعالیت‌هایی به منظور ارزیابی و سنجش کیفیت محصول نهایی می‌باشد. ابتدا سطح کیفیت کنونی کالا مشخص و با سطح کیفیت سایر رقبا مقایسه می‌شود. از اطلاعات حاصله برای بازنگری طراحی محصول، جریان تولید آن، سیاست‌های فروش، تصمیم‌گیری در مورد قیمت کالا استفاده می‌شود. در سیستم تضمین کیفیت از منابع اطلاعاتی مانند آنچه در زیر آمده استفاده می‌شود.

-آزمایش عمر کالا و آزمایش‌هایی که میزان تحمل کالا را در برابر عوامل مختلف تعیین می‌کند.

-آزمایش‌های مختلف برای تعیین علل خرابی کالا.

-نمونه‌برداری از محصول نهایی به منظور تعیین نوع خرابی کالا.

-ایجاد شرایطی که بتوان کارکرد محصول را در عمل بررسی کرد.

سازماندهی:

غالباً در موسسات تولیدی کنترل کیفیت یک وظیفه ستادی برای ردیابی نقاط ضعف و انجام اقدامات اصلاحی است. معمولاً مسئولیتهای کنترل کیفیت از وظایف خط تولید

جدا می‌باشد و این به لحاظ آن است که از خطاهای ممکن در ارزیابی کیفیت کالا حتی‌المقدور جلوگیری شود. مسئولین خط تولید اغلب در صدد افزایش کمی میزان تولید هستند در حالی که مسئولین کنترل کیفیت می‌کوشند کیفیت کالای تولید شده در سطح مورد نظر باقی بماند. در پاره‌ای موارد ممکن است که اختلاف‌های مذکور را به نحوی حل و فصل کند که تعادلی منطقی بین کمیت و کیفیت کالا برقرار شود.

واحدهای اساسی که کم و بیش در واحدهای کنترل برنامه‌ریزی کلی و سازماندهی سیستم را بر عهده دارد.

۱- مهندسی کنترل کیفیت که مسئول برنامه‌ریزی کلی و سازماندهی سیستم را بر عهده دارد.

۲- مهندسی تجهیزات و ابزارهای کیفیتی که مسئولیت طراحی و توسعه تجهیزات اندازه‌گیری را بر عهده دارد که در عین حال کالیبره کردن تجهیزات و ابزارآلات نیز از وظایفش می‌باشد.

۳- مسئول کنترل فرآیند، که مسئولیت نظارت بر اجرای سیستم کنترل کیفیت را بر عهده دارند.

۴- کنترل‌ها که مسئولیت پر کردن فرمهای مربوط و گزارش به واحد کنترل کیفیت را بر عهده دارند.

کیفیت طرح:

دو محصول ممکن است برای کار مشابهی استفاده شوند ولی در طراحی آنها اختلاف زیاد وجود داشته باشد. یک محصول ممکن است از پلاستیک و از مخلفاتی ناجور ساخته شده باشد. مسلماً در این صورت عمر استفاده از آن هم کوتاه می‌باشد و در مقایسه با محصول دیگری که به خوبی طراحی شده باشد و در آن مواد خوب و مقاوم بکار رفته و قطعات آن با تلوراسنهای دقیق ساخته شده باشد.

کیفیت انطباق:

کیفیت انطباق درجه همسویی محصول با مشخصات، استانداردها و معیارهای تعیین شده برای ساخت آن محصول است. محصولی که طبق مشخصات مورد مطابقت با حدود کنترل فرآیند تولید ساخته می‌شود چنانچه مشخصات آن به خوبی بیانگر نیازهای مصرف کننده باشد از کیفیت خوبی برخوردار بوده و ضایعات و رضایت مشتری را جلب می‌کند.

کیفیت عملکرد:

کیفیت عملکرد یک محصول تابعی از کیفیت طرح و کیفیت انطباق آن محصول است. حفظ سطح بالایی از هر دو کیفیت مذکور، به سطح بالایی از کیفیت عملکرد منجر می‌شود. اگر کیفیت طرح ضعیف باشد یا تطابق با مشخصات مناسب وجود نداشته باشد، کیفیت عملکرد محصول تنزل می‌یابد. مسلماً داشتن بالاترین سطح انطباق با مشخصات محصول چنانچه طراحی محصول ضعیف باشد فایده‌ای نخواهد داشت.

به طور کلی کیفیت عبارتست از:

$$\text{کیفیت} = \text{علم} + \text{هنر}$$

فرضیه‌های تحقیق:

در این تحقیق، محقق فرض را بر این امر بنا نهاده است که عوامل زیر باعث می‌شود که کالا بر طبق ضوابط و مشخصات تعیین شده تولید نگردد.

۱- خطاهای انسانی

۲- مواد اولیه نامرغوب

۳- محیط تولید نامناسب

۴- ابزار و ماشین‌آلات مستعمل

۵- ضعف در طراحی

متغیرها و تعریف عملیاتی

۱- نمونه‌گیری رد یا قبول: نوعی بازرسی نمونه‌گیری که در آن تصمیمات لازم جهت پذیرش یا رد محصول گرفته می‌شود، همچنین علم مربوط به روشهایی که در آنها بر اساس نتایج بازرسی نمونه‌ها، نسبت به رد یا قبول تصمیم‌گیری می‌شود، نمونه‌گیری رد یا قبول نامیده می‌شود.

۲- بازرسی: فعالیتهایی نظیر اندازه‌گیری، آزمایش، تست و مقایسه آنها با خواسته‌های تعیین شده جهت تعیین تطابق.

۳- کیفیت: جامع بودن خصوصیات و مشخصات یک محصول یا خدمت که باعث می‌شود نیازهای تعیین شده را برآورده نماید.

۴- کنترل کیفیت: تکنیک‌های عملیاتی و فعالیتهایی که برای تامین خواسته‌های کیفیتی به کار گرفته می‌شود.

۵- مدیریت کیفیت: جنبه‌ای از نقش کمی مدیریت که سیاست کیفیت را تعیین و اجرا می‌کند.

۶- سیستم کیفیت: ساختار سازمانی، مسئولیتها، دستورالعمل‌ها، فرایندها و منابع اجرای مدیریت کیفیت.

۷- کنترل کیفیت آماری: ۱ کاربرد تکنیک‌های آماری برای کنترل کیفیت.

فصل سوم: چدن، ریخته‌گری، قالب‌گیری

مقدمه

چدن‌ها خانواده‌ای از آلیاژهای آهنی با خواص کاملاً متنوعی بوده که اکثراً به روش ریخته‌گری شکل داده می‌شوند. بر خلاف فولادها که حاوی کمتر از ۲ درصد (و معمولاً کمتر از ۱ درصد) کربن هستند. چدن‌ها معمولاً دارای ۲ تا ۴ درصد کربن و ۱ تا ۳ درصد سیلیسیم می‌باشند. به علاوه اغلب عناصر آلیاژی دیگر (فلز و یا غیر فلز) جهت کنترل ترکیب شیمیایی، ساختمان میکروسکوپی و در نتیجه خواص مکانیکی به چدن‌ها اضافه می‌شود. علاوه بر ترکیب شیمیایی، پارامترهای مهم دیگری که بر روی خواص نهایی اثر می‌گذارند عبارتند از: فرآیند انجماد، سرعت انجماد، سرعت سرد شدن پس از انجماد و عملیات حرارتی. بسیاری از خواص چدن‌ها شدیداً به ساختمان میکروسکوپی زمینه و نحوه توزیع کربن در آن بستگی دارد. با تغییر هر یک از پارامترهای فوق خواص چدن نیز ممکن است کاملاً تغییر نماید. به عنوان مثال در حالی که گرافیت لایه‌ای شکل انعطاف‌پذیری چدن را شدیداً کاهش می‌دهد، چدن‌های نشکن از انعطاف‌پذیری بسیار خوبی برخوردارند.

۱- کنترل کیفیت {سیستم، سازماندهی، روشهای آماری} گروه مهندسين صنايع.
انتشارات جهاد دانشگاهي.

متالورژی چدن:

اساسا چدن‌ها از آهن خام که محصول کوره بوده و معمولاً دارای ۲ الی ۴ درصد کربن حداکثر ۳/۵ درصد سیلیسیم، حداکثر ۲ درصد فسفر، حداکثر ۲ درصد منگنز و ۰/۴ درصد گوگرد می‌باشد تهیه می‌شوند. برای این کار آهن خام با ترکیب شیمیایی مزبور را همراه با درصد مشخصی از چدن و یا قراضه فولاد ذوب کرده، پس از تنظیم ترکیب شیمیایی به کمک عناصر دیگری که به مذاب اضافه می‌کنند آن را اشکال مورد نظر ریخته‌گری می‌نمایند.

گرافیت‌زایی:

کربن می‌تواند به دو صورت الماس و گرافیت وجود داشته باشد. کربن در چدن‌ها می‌تواند به صورت آزاد یعنی گرافیت و یا به صورت ترکیبی یعنی سمیتیت باشد. گرافیت دارای ساختمان کریستال لایه‌ای می‌باشد. تشابه بین ساختمان کریستالی آستنیت و سمیتیت در مقایسه با تشابه بین ساختمان کریستالی آستنیت و گرافیت بیشتر است. از نظر ترکیب شیمیایی شباهت آستنیت با حداکثر ۲ درصد کربن به سمیتیت (۶/۶۷ درصد کربن) بسیار بیشتر از شباهت آستنیت به گرافیت (کربن خالص) است. از این رو تشکیل

سمتیت از مذاب یا آستنیت بسیار ساده‌تر از تشکیل گرافیت از مذاب یا آستنیت است. بنابراین از نظر سینتیکی احتمال تشکیل مخلوط آستنیت و سمتیت و یا فرمیت و سمتیت بسیار از احتمال تشکیل مخلوط آستنیت-گرافیت و یا فریت-گرافیت است. از سوی دیگر گرافیت به مراتب پایدارتر از سمتیت می‌باشد. بنابراین از نظر ترمودینامیکی تمایل به تشکیل گرافیت به مراتب بیشتر از سمتیت است. در موقع مطالعه چگونگی انجماد و سرد شدن چدنهای مختلف شرایط فوق باید به دقت در نظر گرفته شود. در حقیقت اگر شرایط موجود به نحوی باشد که امکان تشکیل گرافیت وجود داشته باشد، کربن موجود در چدن عمدتاً به شکل گرافیت ظاهر می‌شود. در غیر اینصورت، به جای گرافیت آزاد سمتیت تشکیل می‌شود. تشکیل گرافیت از مذاب و آستنیت در دامنه حرارتی محدودی یعنی بین خطوط پایدار و شبه پایدار، در نمودار آهن کربن انجام می‌شود. به بیان دیگر تحت شرایطی که میزان تحت تبرید در ضمن انجماد و تجزیه آستنیت بسیار کم باشد، لازمه داشتن تحت تبرید کم، سرعت سرد شدن آهسته می‌باشد. علاوه بر سرعت سرد شدن، پارامترهای دیگری نیز وجود دارند که نقش بسیار مهمی در رابطه با گرافیت‌زایی دارند. برخی از این پارامترها عبارتند از: ترکیب شیمیایی، میزان فوق ذوب و مواد جوانه‌زا.

اشکال مختلف گرافیت:

بر اساس استاندارد ASTM-A247 هفت شکل مختلف گرافیت در چدن‌ها وجود دارد

که به ترتیب عبارتند از:

شماره ASTM مشخصات

گرافیت کروی ۱ که در چدن‌های داکتیل یا نشکن وجود دارد.

گرافیت کروی، در شرایطی که کاملاً کروی نشده باشد.

گرافیت تمپر شده ۲ که در چدن‌های مالیبیل یا چکشخوار دیده می‌شود.

گرافیت فشرده ۳ یا کرمی شکل ۴ مخصوص چدن‌های با گرافیت فشرده است.

گرافیت خرچنگی ۵ که فرم تغییر شکل یافته گرافیت کروی است.

گرافیت کروی نامنظم یا باز که جزء گروه گرافیت‌های کروی است. در اینجا رشته‌های

گرافیت از مرکز کره بیرون زده شده‌اند.

گرافیت لایه‌ای ۶، ورقه‌ای یا رشته‌ای که مربوط به چدن‌های خاکستری می‌باشد. این نوع

گرافیت بر اساس نحوه توزیع به پنج دسته تقسیم می‌شود.

^۱ -Nodular . Spheroidal graphite

^۲ -Aggregate graphite

^۳ -Compacted graphite

^۴ -Vermicular graphite

^۵ -Crab-form graphite

^۶ -Flake graphite

انواع توزیع گرافیت لایه‌ای

توزیع نوع A:

در این نوع لایه‌های گرافیت به طور یکنواخت در زمینه پخش می‌شوند و دارای جهات خاصی نمی‌باشند. توزیع مزبور اکثراً در چدنهای خاکستری با ضخامت‌های زیاد یا متوسط دیده می‌شود.

توزیع نوع B:

در این حالت، توزیع گرافیت‌های لایه‌ای اصولاً به توزیع گل رزی موسوم است و معمولاً در چدنهای با ترکیب شیمیایی نزدیک به یوتکتیک که انجماد آنها با تعداد محدودی جوانه انجام گیرد دیده می‌شود.

توزیع نوع C:

در این نوع توزیع، لایه‌های ضخیم، بزرگ و مستقیم گرافیت (گرافیت کیش) همراه با لایه‌های نازک و کوچکتر گرافیت در ساختمان دیده می‌شود. این نوع گرافیت باعث افزایش قابلیت هدایت حرارت و کاهش مدول الاستیک چدن می‌شود. در نتیجه تنشهای حرارتی راکاهش داده و مقاومت چدن در برابر شوکهای حرارتی را زیاد می‌کند.

توزیع نوع D:

در این نوع توزیع، لایه‌ای گرافیت به صورت رسوب بین دندریتی تشکیل شده و دارای جهات خاصی نمی‌باشند. این نوع توزیع اغلب در آلیاژهایی دیده می‌شود که خیلی سریع سرد شده و در نتیجه انجماد در درجه حرارتی زیر دمای تعادلی انجام گیرد.

توزیع نوع E:

در این نوع توزیع، لایه‌های بسیار نازک و کوچک گرافیت، همانند نوع D، در بین ساختمان دندریتی آستنیت اولیه محبوس شده و بنابراین به رسوبات بین دندریتی موسوم هستند. ولی بر خلاف نوع D، در این نوع گرافیتها دارای جهات خاصی می‌باشد.

اندازه گرافیت‌های لایه‌ای و کنترل آنها:

اندازه‌گیری لایه‌های گرافیت بر اساس طول بزرگترین لایه‌ها در مقطع پولیش ولی اچ نشده در بزرگنمایی ۱۰۰* انجام می‌گیرد. برای این کار از رابطه زیر استفاده می‌شود.

طول بزرگترین لایه گرافیت بر حسب میلیمتر در بزرگنمایی ۱۰۰*

در این رابطه، N عدد طول لایه گرافیت است که با مقایسه با چارت اندازه استاندارد ASTM می‌توان آن را مشخص کرد. در مورد گرافیت کروی، از چارت استاندارد مشابه دیگری که مربوط به گرافیت کروی است استفاده می‌کنند. نظر به اینکه اندازه لایه‌های گرافیت نقش بسیار مهمی بر روی خواص چدن‌ها دارد، کنترل آن در متالورژی چدن بسیار مهم می‌باشد. مناسبترین روش برای کنترل توزیع و اندازه گرافیت استفاده از تلقیح کننده نظیر Al , Zr , Sic و ... می‌باشد. نقش عوامل فوق عبارتست از ایجاد مکانهای مناسب برای جوانه‌زنی.

اثر ترکیب شیمیایی بر روی ساختمان میکروسکوپی خواص چدن‌ها

عناصر آلیاژی به نحو قابل توجهی بر روی شرایط گرافیت‌زایی اثر گذاشته و به این ترتیب ساختمان میکروسکوپی و خواص چدن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این قسمت اثرات عناصر فوق مورد بررسی قرار می‌گیرد:

-سیلیسیم:

با توجه به نمودار آهن-کربن، سیلیسیم ترکیب شیمیایی نقاط یوتکتیک و یوتکتوئید و حداکثر حلالیت کربن در آستنیت را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. همچنین با اضافه کردن Si به سیستم آهن-کربن دماهای استحاله‌های یوتکتیک و یوتکتوئید افزایش می‌یابد و به علاوه اینکه استحاله‌های فوق به جای اینکه در یک دمای ثابت انجام شوند در یک محدوده دمایی انجام می‌شوند. این محدوده حرارتی تابع درصد سیلیسیم بوده و با افزایش درصد سیلیسیم افزایش می‌یابد. همچنین سیلیسیم تمایل چدن به گرافیت‌زایی را شدیداً افزایش می‌دهد. اثر آن به این صورت است که درجه حرارت تعادلی تشکیل گرافیت را افزایش می‌دهد و محدوده تشکیل گرافیت را وسیع می‌کند. معه‌ذا استفاده از سیلیسیم به این منظور محدودیت دارد، زیرا سیلیسیم زیادی باعث فریتی کردن زمینه و در نتیجه کاهش استحکام خواهد شد. لازم به ذکر است که سیلیسیم مازاد بر مقدار فوق در فریت حل شده و استحکام و سختی مجدداً افزایش می‌یابد و

می‌تواند برای سختی تا ۱۰۰ الی ۱۴۰ برنیل و برای استحکام کششی تا ۵۰۰۰۰ الی ۷۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع باشد. در عمل برای اجتناب از تشکیم کاربید در چدنهای خاکستری با استحکام بالا، به جای استفاده از سیلیسیم از مواد جوانه‌زای حاوی سیلیسم استفاده می‌شود. مواد فوق را درست قبل از ریخته‌گری به مذاب اضافه می‌کنند.

-گوگرد

گرچه گوگرد عنصری نیست که عمدتاً به آلیاژهای آهنی اضافه شود، ولی تقریباً در تمامی فولادها و چدنهای تجارتی به مقدار خیلی کم وجود دارد. نقش گوگرد عبارتست از تثبیت و پایدار کردن سمیتیت. از اینرو وجود گوگرد در چدن‌ها، میل به سفید شدن آنها را تشدید می‌کند. به علاوه، گوگرد با آهن ترکیب شده و سولفید آهن (Fes) در مرز دانه‌ها رسوب کرده و خواص مکانیکی چدن‌ها را کاهش می‌دهد. در چدنهای خاکستری معمولاً مقدار گوگرد به ندرت از ۰/۱۴ درصد تجاوز می‌کند.

اثرات گوگرد را توسط منگنز خنثی می‌کند. برای این منظور، درصد منگنز مورد نیاز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\% \text{ Mn} = 1/7 \% \text{ S} + 0/3$$

منگنز اضافه شده با گوگرد ترکیب شده و سولفید منگنز تولید می‌کند. سولفید منگنز به سطح مذاب صعود کرده و به صورت سرباره در می‌آید که باید از مذاب خارج شود.

همچنین درصدی از سولفید که در ضمن انجماد در قطعه محبوس شده است به صورت رسوبات پراکنده با اشکال هندسی نامنظم در ساختمان میکروسکوپی باقی می‌مانند. رسوبات فوق اثرات قابل توجهی بر خواص مکانیکی چدن‌ها نخواهند داشت.

-مگنز

مگنز عمدتاً برای خشی کردن اثرات مخرب گوگرد استفاده می‌شود. مگنز به تنهایی عامل تثبیت و پایدار کننده سمیتیت است، ولی در کنار گوگرد چون یک عامل پایدار کننده قوی سمیتیت (یعنی گوگرد) را از محیط خارج می‌کند به طور غیر مستقیم نقش گرافیت‌زایی دارد. در حالت اخیر، مگنز در صورتی می‌تواند نقش واقعی خود را ایفا کند که مقدار آن بیشتر از $S+0.3\%$ باشد.

-فسفر

فسفر تا حدود ۰/۱ درصد در آهن محلول می‌باشد. مقادیر بیشتر آن با آهن ترکیب شده و فسفید آهن (Fe_3P) تشکیل می‌دهند. این ترکیب با آستنیت و سمیتیت یوتکتیک سه‌تایی موسوم به استدیت را بوجود می‌آورد. نقطه ذوب استدیت $954^\circ C$ تا $980^\circ C$ است. از این رو در آخرین مراحل انجماد چدن‌های فسفردار منجمد می‌شود. و در مرز بین سلول‌های یوتکتیکی تشکیل خواهد شد. در چدن‌های خاکستری حاوی تا ۰/۲ درصد فسفر، تشکیل استدیت معمولاً محدود می‌شود به محلهای تلاقی در مرزهای سه سلول و

شکلی شبیه به یک سه ضلعی مقعر دارد. این مقدار فسفر اثر چندانی بر روی خواص مکانیکی چدن ندارد. در چدنهای خاکستری با تقریباً ۰/۵ درصد فسفر یک شبکه تقریباً بسته از استدیت در مرز بین سلولها تشکیل می‌شود. به علت ترد و شکننده بودن استریت این ساختمان قابلیت ماشین‌کاری و استحکام ضربه چدن‌ها را به نحو قابل توجهی کاهش می‌دهد. از سوی دیگر چدنهای پر فسفر مقاومت به سایش بسیار خوبی دارند.

-مس

مس تشکیل گرافیت را تسریع می‌کند ولی فقط حدود یک پنجم قدرت گرافیت‌زایی سیلیسیم را دارد. مقاوم کننده متوسط زمینه چدن بوده و نقاط سمتیتی حجیم را تجزیه می‌کند. در چدن خاکستری سبب افزایش مقاومت به سایش و خوردگی افزایش سختی می‌شود.

-کرم

کرم کاربیدهای پایدار تشکیل می‌دهد و به تشکیل پرلیت لایه‌ای و سخت‌تر کمک می‌کند. بنابراین سختی و مقاومت به فرسایش را افزایش می‌دهد. از گرافیت شدن مقاطع نازک جلوگیری می‌کند.

-کربن معادل

کربن معادل (C.E) پارامتری است که به کمک آن اثر ترکیب شیمیایی چدن (معمولا در چدنهای غیر آلیاژی) نسبت به اثر درصد کربن ارزیابی شده و به آن تبدیل می‌شود. فرمول کلی برای تعیین کربن معادل به صورت زیر است:

$$C.E = \%C + \frac{1}{3} (\%Si + \%P) + \frac{1}{4} (\%S) + \frac{1}{3} (\%Mn)$$

با توجه به اهمیت نقش سیلیسیم و فسفر در چدن‌ها، متداولترین رابطه برای تعیین کربن معادل به صورت زیر است:

$$C.E = \%C + \frac{\%S + \%P}{3}$$

مقایسه عدد کربن معادل با درصد کربن یوتکتیک در سیستم دو تایی آهن-کربن (یعنی $\frac{3}{4}$ درصد) مشخص می‌کند که چدن مزبور در ضمن انجماد رفتاری مشابه با کدام یک از آلیاژهای یوتکتیک، هیپو و یا هایپر یوتکتیک دارد.

اثر ضخامت قطعه:

اثر ضخامت قطعه بر روی خاص مکانیکی چدن‌ها ناشی از تأثیر آن بر روی نحوه انجماد و سرد شدن و در نتیجه نوع چدن و ساختمان میکروسکوپی حاصل می‌باشد. در یک

ترکیب شیمیایی ثابت، هر چه ضخامت قطعه بیشتر باشد سرعت سرد شدن کمتر، احتمال گرافیتی شدن ساختمان بیشتر و در نتیجه سختی آن کمتر خواهد بود. از سوی دیگر هر چه ضخامت قطعه کمتر باشد سرعت سرد شد آن بیشتر است، احتمال تشکیل کاربید بیشتر و بنابراین سختی قطعه بالاتر خواهد بود.

یکی از مناسبترین راهها برای بررسی اثر ضخامت قطعه بر روی ساختمان و سختی استفاده از آزمایش گوه است. برای این کار، نمونه‌ای گوه‌ای شکل با زاویه رأس ۱۰ درجه از چدن با ترکیب شیمیایی مورد نظر را در قالب ماسه‌ای ریخته‌گری می‌کنند. سپس در امتداد ارتفاع و از وسط نمونه را مقطع زده و سختی آن را در امتداد ارتفاع نمونه اندازه می‌گیرند، همچنین ساختمان میکروسکوپی سطح مقاطع را مشخص می‌کنند.

انواع چدن:

چدن‌ها را با توجه به ساختمان میکروسکوپی آنها تقسیم‌بندی می‌کنند. در این تقسیم‌بندی که بر اساس نوع فاز غنی از کربن (یعنی سمیتیت و یا گرافیت) و شکل آن می‌باشد. پنج گروه اصلی چدن وجود دارد که عبارتند از: چدن سفید، چدن خاکستری، چدن نشکن یا چدن با گرافیت کروی (SG)، چدن مالیل یا چکشخوار، چدن با گرافیت فشرده. به جز پنج گروه اصلی، حالات بینابینی نیز در طبقه‌بندی چدن‌ها وجود دارند که عبارتند از

چدن خالدار و چدن سرد شده. به علاوه چدنهای پر آلیاژ گروه دیگری از چدنهای پر مصرف با خواصی بسیار عالی را تشکیل می‌دهند.

جدول (۱)

درصد عناصر					نوع چدن
کربن	سیلیسیم	منگنز	گوگرد	فسفر	
۱/۸-۳/۶	۰/۵-۱/۹	۰/۲۵-۰/۸	٪۰/۶-۰/۲	٪۰/۶-۰/۲	سفید
۲/۲-۲/۹	۰/۹-۱/۹	۰/۱۵-۱/۲	٪۰/۲-۰/۲	٪۰/۲-۰/۲	چک—شخوار (گرافیت فشرده)
۲/۵-۴	۱-۳	۰/۲-۱	٪۰/۲-۰/۲۵	٪۰/۲-۰/۱	خاکستری
۳-۴	۱/۸-۲/۸	۰/۱-۱	٪۰/۱-۰/۳	٪۰/۱-۰/۱	نشکن
۲/۵-۴	۱/۳	۰/۲-۱	٪۰/۱-٪۰/۳	٪۰/۱-۰/۱	گرافیت فشرده

چدن سفید

تحت شرایطی که ترکیب شیمیایی آلیاژ و یا سرعت شدن به نحوی باشد که تمام کربن موجود به صورت سمیتیت درآید، اصطلاحاً گفته می‌شود که چدن سفید بدست آمده است. مبنای این نامگذاری، ظاهر سطح مقطع شکست این نوع چدن‌ها می‌باشد. به علت

وجود توده‌های سمتیت در ساختمان میکروسکوپی این نوع چدن‌ها، سطح مقطع شکست آنها سفید، براق و حالت دانه‌ای دارد.

چدن خاکستری

ترکیب شیمیایی چدن و سرعت سرد شدن آن را می‌توان به نحوی انتخاب کرد که در ضمن انجماد، کربن به صورت گرافیت رسوب کند. با توجه به اینکه در چدن‌ها حاوی گوگرد و اکسیژن سرعت رشد گرافیت در جهات مختلف متفاوت می‌باشد، از این رو گرافیت‌های حاصل به شکل ورقه‌ای در ساختمان ظاهر می‌شوند.

موقعی که چدن با این نوع ساختمان شکسته می‌شود، مسیر شکست عمدتاً در امتداد لایه‌های گرافیت پیش می‌رود. در نتیجه سطح مقطع شکست خاکستری رنگ به نظر می‌رسد. خواص چدن‌های خاکستری تحت تأثیر اندازه، مقدار و توزیع گرافیت‌های لایه‌ای تغییر می‌کند. به علاوه، نوع زمینه ساختمان میکروسکوپی در کنترل خواص مکانیکی نقش مهمی دارد. مهمترین خواص چدن‌های خاکستری که آنها را به عنوان یکی از پر مصرف‌ترین آلیاژهای صنعتی درآورده است عبارتند از: نقطه ذوب پایین، سیالیت زیاد، انقباض کم در حین انجماد، قابلیت ارتعاش، قیمت ارزان و قابلیت ماشین کاری عالی.

چدن با گرافیت کرووی - چدن نشکن

در این نوع چدن از نظر ترکیب شیمیایی شبیه به چدن خاکستری ولی با درصد گوگرد و فسفر کمتر می‌باشند. منتهی در ضمن انجماد، گرافیت به جای وقه‌ای به شکل کرووی رسوب می‌کند. عمل کرووی کردن توسط اضافه کردن مقدار بسیار کم، ولی محاسبه و کنترل شده، از عناصری نظیر منیزیم، لیتیم، سدیم، پتاسیم و ... درست قبل از ریختن مذاب به درون قالب انجام می‌گیرد. از بین عناصر یاد شده برای کرووی کردن گرافیت منیزیم بیشترین مورد استفاده را دارد، زیرا هم ارزانتر است و هم در دامنه وسیعتری از چدن‌ها قابل استفاده می‌باشد.

چدن مالیل

این نوع چدن، از عملیات حرارتی چدن‌های سفید با ترکیب شیمیایی مناسب بدست می‌آید. در اثر عملیات حرارتی چدن مزبور، سمیتیت تجزیه شده و کربن به صورت کره‌های متلاشی شده نامنظم گرافیت رسوب می‌کند. از اینرو به کربن تمپر شده موسوم است، زیرا از مذاب بوجود نمی‌آید.

چدن با گرافیت فشرده

این نوع چدن که اغلب به چدن CG و یا چدن با گرافیت کرمی شکل موسوم است. مشابه با چدن خاکستری حاوی لایه‌های گرافیت محصور شده بین سلولهای یوتکتیکی می‌باشد. معه‌ذا در مقایسه با گرافیت لایه‌ای گرافیت در این نوع، درشت‌تر ضخیم‌تر و تا حدودی گردتر می‌باشد.

چدن خالدار

تحت شرایطی که ترکیب شیمیایی مذاب، سرعت سرد شدن و نحوه انجماد طوری باشد که قسمتی از کربن در ضمن انجماد به صورت گرافیت رسوب کرد. و بقیه به صورت سمیتیت درآید ساختمان میکروسکوپی حاوی رگه‌های سیاه‌رنگ گرافیت و نواحی سفید رنگ سمیتیت خواهد بود. از این رو به چدن خالدار موسوم است.

چدن سرد شده

اگر ترکیب شیمیایی مذاب به نحوی باشد که در شرایط معمولی انجماد، تبدل به چدن خاکستری شود ولی آن را سریعتر از حد معمولی سرد نماییم. قسمتهایی از قطه که با سرعت کافی سرد شده باشند تبدیل به چدن سفید می‌شوند. این نوع چدن سفید را چدن سرد شده می‌نامند.

اثر ساختار میکروسکوپی زمینه بر روی خواص مکانیکی چدن‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

چدن‌های آلیاژی

این گروه شامل چدن‌های آلیاژی سفید، خاکستری و نشکن می‌باشند. عناصر فلزی که بیشتر از ۰/۱ درصد به چدن‌ها اضافه شوند جزء عناصر آلیاژی محسوب می‌شوند. مقدار عناصر آلیاژی که برای اصلاح خواص و یا بهبود قابلیت ریخته‌گری به چدن‌ها اضافه می‌شود معمولاً تا حدود ۳ درصد می‌باشد. تحت شرایطی که به چدنی با خواص کاملاً جدید و متفاوت از چدن‌های معمولی نیاز باشد مقدار عناصر آلیاژی می‌تواند بین ۳ تا بیشتر از ۳۰ درصد باشد. این نوع چدن‌ها به چدن‌های پرآلیاژ موسوم و در کاربردهایی نظیر مواقعی که به مقاومت سایش، مقاومت حرارتی و یا مقاومت خوردگی بسیار عالی نیاز باشد استفاده می‌شود.

نیکل معمولترین عنصر آلیاژی است که استفاده می‌شود، زیرا هیچگونه اثر نامطلوبی بر روی خواص چدن ندارد. نیکل پایداری کاربیدهای اولیه را کاهش داده، در حالی که باعث ریز شدن و پایداری پرلیت می‌شود. به این ترتیب استحکام چدن را افزایش می‌یابد. علت این امر ناشی از کاهش فریت و ریز شدن پرلیت است. مولیبدن عنصر آلیاژی بسیار مناسب برای افزایش استحکام چدن مخصوصاً در دماهای بالا می‌باشد. و

انادیم عنصر آلیاژی بسیار فعال برای تشکیل کاربید می‌باشد. چدنهای آلیاژی سیلیسیم‌دار با درصد سیلیسیم بیشتر از حد معمول، دارای مقاومت خوردگی و اکسیداسیون بسیار بالایی می‌باشند. تأثیر بعضی از عناصر بر روی ساختمان میکروسکوپی چدن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۲

شکل گرافیت	لایه‌ای	برفکی	کروی
درصد ازدیاد طول	۰/۲-۰/۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵
ساختمان زمینه	فریت	فریت-پرلیت	پرلیت
سختی برنیل	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰

کاربردهای چدن خاکستری

چدن خاکستری عمومی‌ترین آلیاژ ریخته‌گری است و برای ساخت تولیدات زیر به کار می‌رود:

لوله‌های چدنی برای گاز یا آب.

پوسته سیلندر موتور و سر سیلندر، بوش ترمز، صفحه کلاچ، رینگ پیستون، چرخ دنده.

پوسته موتورهای الکتریکی، پوسته پمپ، پوسته گیربکس.

قالبهای مش که در آنها فولاد و سایر فلزات ریخته‌گری می‌شود.

قالبهای ریخته‌گری برای تولید قطعات به روش ریخته‌گری با قالب دائمی.

صفحات کف‌پوش، دریچه‌ها، ستون و پایه‌های نگهدارنده و

مزایای چدن خاکستری

چدن خاکستری عمومی‌ترین آلیاژ ریخته‌گری است که به طور وسیعی تولید می‌شود. این

آلیاژ متداولترین آلیاژ ریخته‌گری است زیرا ارزان است، تولید آن به سهولت انجام

می‌شود و به خوبی و راحتی ریخته‌گری می‌شود و به آسانی ماشین‌کاری می‌شود و درجه

حرارت ذوب آن پایین است (حدود $1140-1200^{\circ}C$) و به همین جهت برای ذوب و

تهیه آن کوره‌هایی با هزینه کم می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. سیالیت بالا و توانایی پر

کردن قالب این آلیاژ این امکان را فراهم می‌سازد که قطعاتی با شکل پیچیده و قطعات

جداره نازک را بتوان از آن ریخته‌گری و تولید نمود. قابلیت ماشین‌کاری چدن خاکستری

از فولاد بهتر است و از نظر امکان تهیه ابعاد دقیق و تolerانس مناسب اشکالی وجود ندارد.

مشخصات ماسه ریخته‌گری:

استحکام‌تر: پس از آنکه ماسه با آب و چسب مخلوط شد ماسه تر حاصل می‌شود. ماسه تر باید استحکام کافی و شکل‌پذیری مناسب را داشته باشد.

استحکام خشک: وقتی مذاب داخل قالب ریخته می‌شود ماسه با فلز داغ تماس حاصل می‌کند. ماسه قالب باید استحکام کافی در برابر فشار متالواستاتیکی را داشته باشد.

نفوذپذیری: نفوذپذیری در حقیقت قابلیت یک مخلوط قالبگیری برای عبور دادن گاز از میان ذرات خود است. گرمای ناشی از فلز مذاب باعث می‌شود که قالب ماسه‌ای تر مقدار زیادی بخار آب و گازهای دیگر متصاعد کند قالب باید نفوذپذیری خوبی داشته باشد. در غیر اینصورت سبب ایجاد حفره‌های گازی در قطعه می‌شود.

قابلیت شکل‌پذیری

حداقل تغییرات ابعادی در درجه حرارت‌های بالا

داشتن انتقال حرارت مطلوب

قابلیت متلاشی شدن

اقتصادی بودن

اندازه شکل و نحوه توزیع ذرات ماسه

محدوده اندازه دانه وسیع است ولی یک محدوده خاص دارای اهمیت است. بیشتر اندازه

مورد نظر در ریخته‌گری بین $250-350 \mu m$ است. اندازه دانه بر روی خواص ماسه تأثیر

می‌گذارد. بستگی به نوع کاربرد می‌توان اندازه دانه را تعیین کرد. ماسه دارای چهار شکل استاندارد کروی، نیمه کروی، تیز گوشه‌دار، مرکب می‌باشد. حالت کروی دارای قابلیت عبور گاز عالی است و حالت تیز کمترین قابلیت عبور گاز را دارد. ماسه‌های نیمه کروی بعد از مدتی کار کردن به صورت کروی در می‌آیند، بنابراین در کارگاه‌های ریخته‌گری حدود ۲۰ درصد ماسه‌های مورد استفاده از ماسه‌های کار کرده است. عدد ریزی یک معیار از متوسط ریزی دانه است ولی یک معیار دقیق نیست و بایستی که نحوه توزیع دانه را بدانیم. مثلاً ماسه‌های با عدد ریزی ۶۰، با نحوه توزیع ذرات دانه مختلف وجود دارد. خواص فیزیکی ماسه از خواص شیمیایی آن مهمتر است. معمولاً ماسه‌ای با ذرات کروی و توزیع اندازه دانه یکنواخت ترجیح داده می‌شود. امروزه برای افزایش مقاومت سایشی و جلوگیری از نفوذ مذاب به درون قالب از ماسه‌هایی با اندازه دانه کوچکتر استفاده می‌شود.

اصلاح چند الکه بودن

برای تعیین چند الکه بودن باید دو کار انجام بدهیم:

ماسه ای که روی هر الک می‌نشیند باید بیش از ۱۰ درصد باشد (شرط لازم)

مجموع وزنی ماسه‌هایی که بر روی الکهای بیش از ۱۰ درصد قرار گرفته‌اند، حداقل ۷۰

درصد وزن کل ماسه باشد.

اگر ۷۰ درصد ماسه روی ۲ یا ۳ الک پخش شود و توزیع متمرکز و اگر ۷۰ درصد ماسه روی بقیه الکها پخش شود توزیع ماسه گسترده است. اگر توزیع متمرکز باشد و عدد ریزی یکسان باشد، قابلیت عبور گاز بیشتر از زمانی است که توزیع گسترده است. در حالت گسترده ماسه‌های ریز خلل و فرج ماسه‌های درشت را پر می‌کنند و قابلیت عبور گاز را کم می‌کنند.

منابع تهیه ماسه

ماسه به دو صورت وجود دارد:

به صورت طبیعی: در معادن مانند بستر دریا‌های خشک شده، کف رودخانه‌ها و معادن و که در اثر فعل و انفعالات طبیعی به فرم ایده‌آل درآمده و چسب که همان خاک رس است در آن موجود می‌باشد. بزرگترین عیب آن، این است که خواصی را که دارد مانند درجه خلوص و معلوم نیست که مطابق با خواسته‌های ما باشد و دیگر عدم دسترسی به معادن است. این گونه ماسه‌ها را در ریخته‌گری سنتی به کار می‌برند به خصوص در واحد آلومینیوم‌ریزی.

به صورت مصنوعی: ماسه‌ای که در صنعت استفاده می‌شود، ماسه مصنوعی است. جنس ماسه‌ای را که نیاز است انتخاب کرده و با توجه به جنس، معدن را انتخاب می‌نماییم. سنگهای معدن را پودر کرده و دانه‌بندی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ماسه

چسب و افزودنی ندارد و باید با توجه به خواص مورد نیاز مواد افزودنی و چسب را به آن اضافه نماییم.

انواع ماسه

انواع مختلفی از ماسه در صنعت ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نقطه نظر

شیمیایی مهمترین ماسه‌های مصرفی را می‌توان به چند گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد:

ماسه سیلیسی: فرمول شیمیایی آن SiO_2 است و دمای ذوب آن 1710°C و دمای زینتر 1400°C است. رنگ آن زرد تا بی‌رنگ است و مصارف عمومی دارد.

ماسه کرمیتی ($\text{FeO-Cr}_2\text{O}_3$): دارای نقطه ذوب حدود 1850°C و دمای زینتر 1500°C است. رنگ آن سیاه براق است و برای ریخته‌گری فولاد و قطعات چدنی سنگین به کار می‌رود.

ماسه زیرکن ($\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2$): دارای نقطه ذوب حدود 2400°C و نقطه زینتر 2000°C است. رنگ آن سفید تا قهوه‌ای است و برای قطعات چدنی سنگین، فولادهای آلیاژی به کار می‌رود.

ماسه اولیوین ($(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$): دارای نقطه ذوب حدود 1800°C و نقطه زینتر 1750°C است. رنگ آن خاکستری سبز و برای قطعات فولاد آستنیتی به کار می‌رود.

ماسه‌ای که در این واحد استفاده می‌شود، ماسه سیلیسی است. ماسه سیلیسی دارای وزن مخصوص حدود ۲/۷ درصد انبساط در ۹۰۰°C، ۱/۶ است و تقریباً تمامی چسبها را می‌توان با آن به کار برد. ADV آن بسیار کم است. به عنوان مثال توزیع ذرات ماسه بر روی الکها برای یک نمونه مانند زیر است که از طرف کارخانه تولید ماسه ارسال شده است:

حاصلضرب ماسه مانده روی هر الک در ضرایب مربوط به هر اندازه	ضرایب	وزن ماسه مانده روی سرنده	اندازه دهانه به میکرون طبق استاندارد ASTM
	۱۰		۱۴۰۰
	۱۴		۱۶۰۰
	۱۸		۷۱۰
	۲۵		۵۰۰
	۳۵		۳۵۵
	۴۵	۲,۶	۲۵۰
	۶۰	۱۶,۸	۱۸۰
	۸۰	۵۲,۴	۱۲۵
	۱۲۰	۲۵,۶	۹۰
	۱۷۰	۲,۶	۶۳
	۲۳۰		Pan
۸,۸		۱۰۰	جمع

در این واحد فقط از ماسه نو استفاده می‌شود که ماسه نو در دو سیلو قرار می‌گیرد و سپس از این سیلوها ماسه به قسمت قالبگیری منتقل می‌شود. ماسه‌ای که استفاده می‌شود نباید گرم باشد، زیرا سبب کاهش کیفیت قالب می‌شود.

در این قسمت اگر سیستم احیاء ماسه وجود داشت و از ماسه به عنوان ماسه پستی استفاده می‌شد صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مقدار ماسه و در نتیجه هزینه خرید ماسه می‌شد. همچنین باید توجه کرد که هنگام تخلیه ماسه و قرار دادن آن در انبار ناخالصی وارد ماسه نشود.

فرآیندهای مختلف قالبگیری بوسیله ماسه

قالبگیری ماسه-سیمان.

فرآیند CO_2 -سیلیکات سدیم.

فرآیندهای ماسه خودگیر.

قالبگیری پوسته‌ای.

ریخته‌گری در قالبهای گچی.

ریخته‌گری دقیق.

در این واحد تولیدی، از روش ماسه CO_2 استفاده می‌شود. در این روش ماسه سیلیسی بدون خاک رس با حداکثر ۵ درصد سیلیکات سدیم مخلوط می‌گردد و از آن برای تهیه

قالب و ماهیچه‌ها استفاده می‌شود. سپس قالب یا ماهیچه با دمش گاز دی‌اکسیدکربن استحکام می‌یابد. فرآیند اتصال، یک واکنش شیمیایی ساده، شامل تشکیل کربنات سدیم و ژل سیلیسی نیست بلکه شامل ترکیب سه فرآیند زیر است:

الف) رسوب ژل سیلیسی.

ب) تغییر نسبت Na_2O در سیلیکات که باعث ایجاد استحکام می‌گردد.

ج) خشک شدن سیلیکات تغییر نیافته.

از دست رفتن آن باعث تغییر گرانروی و به دنبال آن سختی می‌گردد. برهم کنش‌های پیچیده بین این فرآیندهای گوناگون سبب می‌شود که واکنش سخت شدن به زمان گازدهی و ترکیب شیمیایی سیلیکات بستگی پیدا نماید. باید از انجام بیش از حد واکنش جلوگیری نمود، زیرا باعث زوال استحکام می‌گردد.

تکنیکهای متعددی برای گازدهی ابداع شده است. اگر چه می‌توان قالبهای ساده را بعد از خارج کردن از مدل با استفاده از یک محفظه بسته گازدهی نمود، اما در بسیاری از فرآیندهای گازدهی درست پس از قالبگیری و قبل از خارج نمودن مدل از قالب انجام می‌گیرد. این عمل باعث افزایش استحکام قالب گشته و بنابراین احتمال تخریب قالب در حین خروج مدل را کاهش می‌دهد.

تهیه ماسه برای قالبگیری به روش Co_2

ابتدا ماسه الک می شود و وارد Mixer می شود. دو نوع Mixer با ظرفیت 300 kg و 150 kg وجود دارد. سپس ۵ درصد چسب سیلیکات سدیم و مقداری آب به آن اضافه می شود. چسب باید بصورت یکنواختی در ماسه توزیع شود. سپس Mixer روشن می شود. بعد از مدتی که ماسه خوب با چسب مخلوط شد، از Mixer تخلیه می شود و به قسمت قالبگیری منتقل می شود. اگر دیواره جانبی Mixer کثیف باشد و ماسه های خشک شده از مرحله قبل به آن چسبیده باشد، وارد ماسه شده و کیفیت ماسه شده و کیفیت ماسه را پایین می آورد. همچنین به علت قرار نگرفتن ماسه در سیلو، ناخالصی وارد ماسه خواهد شد که کیفیت ماسه را پایین می آورد.

بعد از مخلوط شدن ماسه با چسب بایستی از تماس هوا با ماسه جلوگیری به عمل آید و برای این منظور باید ظرفهای حمل ماسه دارای درپوش باشند تا در اثر تماس با هوا خشک نشود که نداشتن درپوش در بعضی ظرفها سبب خشک شدن ماسه و پایین آمدن کیفیت ماسه می شود.

مراحل قالبگیری

در ابتدای شیفت، مدل را خوب بادگیری کرده، به شماره شناسایی آن را روی تمام کویته‌های تای رویی الصاق می‌کنیم. در ابتدای هر سیکل کاری مدل را بادگیری کرده و بعد کمی پودر تالک (پودر سفید) روی مدل می‌ریزیم. تا حدود نصف مدل، ماسه ریخته بعد کوبش اولیه را با چکش لاستیکی شروع می‌کنیم و مجدداً ماسه را مقداری بالاتر از سطح قالب ریخته و با تسمه آهنی می‌کوبیم. سپس شیلنگ گاز Co_2 را به مدل وصل کرده، بالا فاصله چند ضربه با چکش لاستیکی به درجه مدل زده تا قالب از درجه فاصله بگیرد. در اثر واکنش گاز Co_2 با چسب سیلیکات سدیم ماسه سخت می‌شود. زمان خشک شدن قالب بین ۱۵ تا ۳۰ ثانیه است. پس از حصول اطمینان از خشک شدن کامل قالب عملیات گازدهی متوقف می‌شود. سپس با زدن چند ضربه روی پدال و مشاهده سطح بالایی قالب پدال را تا انتها فشار داده و قالب را از مدل خارج می‌کنیم و در جایگاه مخصوص قرار می‌دهیم.

هنگام قالبگیری اگر در پودر تالک استفاده نکنیم امکان چسبیدن قالب به مدل و جدا شدن قسمتهایی از قالب وجود دارد.

اگر قبل از شروع عملیات قالبگیری مدل خوب بادگیری نشود و سطح مدل کثیف باشد در اینصورت هنگام خارج کردن قالب، امکان چسبیدن قسمتهایی از قالب به مدل وجود دارد.

اگر ماسه مورد استفاده گرم باشد ممکن است قسمتهایی از قالب هنگام خارج کردن شکسته شده و به مدل بچسبد و کیفیت سطحی قالب هم خوب نخواهد بود. در زمان قالبگیری باید توجه شود که کمترین میزان ماسه تلف شود. اگر زمان دمش گاز زیاد باشد در اینصورت قسمتهایی که گاز دمیده می شود پوک شده و هنگام بارریزی باعث ماسه شویی می شود.

چیدن قالبها در خط بارریزی

بعد از آماده سازی قالبها، قالبها در خط چیده می شوند که هنگام جفت کردن تای زیر و بالایی باید هر دو بادگیری شوند که ذرات ناخالصی در محفظه قالب باقی نماند. برای جلوگیری از بلند شدن قسمت بالایی قالب توسط مذاب و بیرون زدن مذاب از قالب باید هر دو قسمت را با گیره محکم ببندیم یا اینکه وزنه های بر روی قالب قرار دهیم. برای اطمینان از عدم بیرون زدن مذاب از قالب محل جدایش قالب را بوسیله ماسه می پوشانیم که در این قسمت باید توجه شود که ماسه زیادی مصرف نشود. بعد از زدن ماسه Co_2 به دلیل تماس هوا، ماسه خشک می شود.

برای بعضی از قطعات، برای بهبود کیفیت سطحی، جلوگیری از نفوذ مذاب به داخل ماسه و ... از پوشان استفاده می شود. به عنوان مثال برای کالیبر پیکان از پوشان استفاده می شود. ماده ناقل آن الکل است. پوشان باید به صورت یکنواخت بر روی سطح قالب

قرار گیرد و همچنین بعد از زدن پوشان بر روی قالب باید خشک شود و ماده ناقل آن

تبخیر گردد که برای این منظور می توان از حرارت استفاده کرد.

بعد از عملیات ذوب ریزی و تخلیه خط می بایست که قطعات از داخل قالب خارج شوند

که با زدن ضربه می توان این کار را انجام داد. نکته قابل توجه طراحی یک ناچ بین

سیستم راهگاهی و قطعه است که سبب می شود با زدن ضربه قطعه به راحتی از سیستم

راهگاهی جدا شود. بعد از خارج کردن قطعات از قالب و جداسازی از سیستم راهگاهی

آنها را در دستگاه درام قرار می دهند تا ماسه چسبیده شده به قطعه از قطعه جدا شوند و

سپس به قسمت شات بلاست منتقل می شوند.

تهیه مذاب و عملیات کیفی ذوب

برای تهیه مذاب از سه کوره شعله‌ای دوار با ظرفیتهای ۵۰۰kg و ۱ Ton و ۲Ton استفاده می‌شود. راندمان کوره‌های شعله‌ای دوار به دلیل تماس مستقیم سوخت و شعله ناشی از آن با شارژ، بالاست و راندمان آنها به سهولت به ۴۳ درصد می‌رسد. ولی به دلیل تماس مستقیم سوخت و محصولات ناشی از احتراق با مذاب کیفیت مذاب پایین است و برای جبران آن باید عملیات شلاکه‌گیری به خوبی انجام شود. بعد از ذوب قطعات شارژ، کوره در دو جهت چپ گرد و راستگرد، دو نیم دور می‌زنند. در واقع سقف کوره ملتهب و سوزان است و مانند یک آینه مقعر عمل کرده و امواج حرارتی انعکاسی از سقف کوره سبب افزایش دمای مذاب می‌شوند. ترکیب جداره کوره به صورت زیر است:



۲-۱ درصد ۶ درصد ۹۲ درصد

برای جلوگیری از سوختن عناصر در مذاب باید مدول سطحی کم باشد.

برای تهیه مذاب ابتدا کوره روشن می‌شود و کوره پیش گرم می‌گردد که با توجه به شرایط محیط مدت زمان پیش گرم متفاوت است. مثلاً در تابستان حدود نیم ساعت و در زمستان حدود یک ساعت زمان پیش گرم کردن است. برای پیش گرم کردن از گازوئیل استفاده می‌شود بعد از پیش گرم کردن کوره خاموشی می‌شود و در کوره باز می‌شود و

کوره شارژ می‌گردد که شارژ کوره از شمش و برگشتی می‌باشد. سپس در کوره بسته شده و بدنه و اطراف کوره بازرسی می‌شود و کوره روشن خواهد شد. بعد از سپری شدن زمان ۲۰ دقیقه، کوره یک نیم دور می‌زند و دوباره بعد از گذشت زمان ۲۰ دقیقه کوره یک نیم دور در جهت عکس می‌زند. سپس حدود ۲۰ دقیقه بعد از این کوره باید دور کامل بزند و برای این منظور کوره باید حدود ۲۰ دقیقه بچرخد. بعد از این کوره خاموش می‌شود و در کوره باز شده و فلاکس اضافه می‌شود و شلاکه‌گیری صورت می‌گیرد. عمل شلاکه‌گیری باید به خوبی صورت گیرد، در غیر اینصورت کیفیت مذاب پایین می‌آید. بعد از عمل شلاکه‌گیری عناصر آلیاژی با توجه به مقادیری که از قبل محاسبه شده‌اند اضافه می‌شوند و سپس در کوره بسته می‌شود و کوره روشن می‌شود و تا دمای فوق ذوب مهیا گردد که برای این منظور ۲۰ دقیقه زمان می‌دهیم و در این حین کوره هم باید بچرخد. به عنوان مثال زمانها به صورت زیر است:

افزودن عناصر	تخلیه	شلاکه‌گیری	نیم دور کامل	نیم دور دوم	نیم دور اول	روشن کردن کوره
آلیاژی						
زمان	۹/۱۰	۸/۵۵	۸/۳۵	۸/۱۵	۷/۵۵	۷/۳۵

در هنگام پیش گرم کردن از گازوئیل استفاده می‌شود و در بقیه زمانها از مازوت استفاده می‌شود. برای تشخیص گرم بودن کوره، کوره را برگردانده، اگر شیره از کوره خارج

گردد، کوره گرم شده است و همچنین باید هنگام روشن کردن کوره یک ترکیب مناسب بین سوخت و هوا برقرار گردد تا ماکزیمم گرمای ناشی از احتراق حاصل شود. شارژ کوره نباید دریچه‌ای را که شعله دارد کوره می‌شود ببندد، چرا که از رسیدن حرارت به قسمتهای دیگر جلوگیری می‌کند. کوره‌ها دارای دو دریچه خروج مذاب می‌باشند که بعد از شارژ کوره بسته می‌شوند و این کار بوسیله گل نسوز انجام می‌گیرد. در هر بار بارریزی یکی از دریچه‌ها را باز می‌کنیم. وقتی که برای اولین بار کوره بعد از کوبیده شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد، در چندین بار اول جداره کوره جذب کربن دارد و به همین دلیل باید درصد کربن بار را بیشتر در نظر بگیریم تا این کاهش کربن را جبران نماییم.

اگر بار بیش از اندازه در کوره بماند کربن و سیلیسیم آن می‌سوزد. اگر فارسونگا شعله را بالای کوره بزنید و شعله بر روی مذاب برخورد نکند بعد از گذشت زمان لازم، بار کوره سرد خواهد بود.

می‌توان هوای مورد نیاز کوره را پیش گرم نمود تا راندمان کوره بالا برود ولی مشکلی که بوجود می‌آید این است که برای پیش گرم کردن هوا چند زانویی بر سر راه هوا می‌خورد و در نتیجه از قدرت و فشار هوا کاسته می‌شود.

بعد از آماده شدن مذاب، مذاب در بوتۀ ریخته می‌شود، بوتۀ ای که مورد استفاده قرار می‌گیرد باید پیش گرم شود که این کار بواسطه گازوئیل انجام می‌شود. بر سر راه خروج مذاب از بوتۀ یک فیلتر قرار می‌گیرد که از خروج سرباره و ورود آن به داخل قالب جلوگیری می‌کند. بعد از ریخته شدن مذاب در بوتۀ، بر روی آن فلاکس می‌ریزند و عمل سرباره‌گیری را انجام می‌دهند و سپس دوباره مقداری فلاکس بر روی آن می‌ریزند که مانند یک عایق عمل می‌کند و همچنین از ورود ذرات ناخالصی به مذاب جلوگیری می‌کند.

برای اندازه‌گیری دمای مذاب از ترموکوپل استفاده می‌شود. در این نوع ترموکوپل یک غلاف یکبار مصرف بر روی آن نصب می‌شود که در آن یک پیزوالکتریک قرار دارد که گرما را به جریان الکتریسیته تبدیل می‌کند. سپس با توجه به میزان جریان، دما بر روی صفحه دیجیتالی خوانده می‌شود. نحوه کاربرد آن به این صورت است که قبل از قرار دادن غلاف در داخل مذاب، دکمه ترموکوپل را فشار دهیم. عددی که نشان می‌دهد باید بین ۲۳۰ تا ۲۵۰ باشد. سپس غلاف را بدون اینکه دکمه را رها کنیم وارد مذاب می‌نماییم و مشاهده می‌شود که عدد بر روی صفحه دیجیتالی افزایش می‌یابد، دمایی که ثابت شد و بعد از آن دما، دوباره دما کاهش یابد، دمای مذاب است. باید توجه کرد که غلاف در

داخل مذاب قرار گیرد نه در داخل سرباره چرا که سرباره سردتر از مذاب است، مقطع یک کوره بلند در شکل آورده شده است.

نحوه محاسبه شارژ کوره:

برای شارژ کوره از شمش و برگشتی استفاده می شود که شمش و برگشتی هر کدام دارای یک آنالیز هستند که آنالیز شمش را فروشنده شمش ارائه می دهد و آنالیز برگشتی را هم می دانیم. همچنین ما باید به یک آنالیز هدف دست پیدا کنیم که برای این منظور از درصدهای مختلف شمش و برگشتی به همراه عناصر آلیاژی استفاده می کنیم که میزان درصدها با توجه به موجودی کارخانه و عناصر آلیاژی می تواند متغیر باشد. به عنوان مثال اگر آنالیز شمش و برگشتی و هدف به صورت زیر باشد:

%Cr	%Sn	%Cu	%Mn	%Si	%C	
Man/۵	—	۰/۱	۰/۳	۲	۴/۴	آنالیز شمش
۰/۹	۰/۰۴	۰/۷۵	۰/۸	۲/۳۵	۳	آنالیز برگشتی
۰/۱	٪۱	۰/۷	۰/۶	۱/۲	۳/۲	آنالیز هدف
۲٪	۲٪	۲٪	۵٪	۱۲٪	۱۵٪	پرت

از پرت عناصر Cu و Sn و Cr به دلیل کم بودن صرفنظر می‌کنیم. ابتدا به دلیل اهمیت کربن میزان کربن را محاسبه می‌کنیم. اگر از ۸۰ درصد شمش و ۲۰ درصد برگشتی استفاده کنیم:

$$\%C = 0/8 * 4/4 + 0/2 * 3 = 4/12 * 0/85 = 3/5$$

به دلیل اینکه کربن ۱۵ درصد پرت دارد لذا حاصل را در ۰/۸۵ ضرب می‌نماییم.
چون درصد کربن، از درصد کربن هدف بالاتر است لذا درصدها را تغییر می‌دهیم:

$$\%C = 0/4 * 4/4 + 0/6 * 3 = 3/56 * 0/85 = 3/02$$

مقدار کربن از کربن هدف کمتر است، لذا باید کربن بار را زیاد نماییم که این کار را با گرافیت انجام می‌دهیم.

$$3/2 - 3/02 = 0/18$$

$$0/216 = 0/18 * 1/2 = \text{مقدار گرافیت که باید به بار اضافه شود}$$

بنابراین میزان گرافیت اضافه شده به هر ۱۰۰ kg مذاب، ۲۱۶ گرم است و اگر کوره دارای ظرفیت یک تن باشد باید ۲/۱۶kg گرافیت اضافه نماییم.

پس میزان Si را محاسبه می‌کنیم:

$$\%Si = 0/4 * 2 + 0/6 * 2/35 = 2/21 * 0/88 = 1/94$$

$$0/16 = 2/1 - 1/94 = \text{میزان Si مورد نیاز}$$

اما سیلیسیم به صورت فروسیلیس است که ۷۵ درصد آن سیلیسیم و ۲۵ درصد آن آهن

است، لذا مقدار فروسیلیس که باید اضافه کرد:

$$0.21 = 0.16 * \frac{1}{0.75}$$

یعنی مقدار فروسیلیس که به هر ۱۰۰kg مذاب باید اضافه کرد ۲۱۰ گرم است. برای

دیگر عناصر هم به همین ترتیب عمل می‌نماییم.

تخلیه قطعات از قالب

بعد از عملیات ذوب‌ریزی، قالبها از خط خارج شده و قطعات را از قالبها خارج کرده و

سپس از سیستم راهگامی جدا می‌نمایند. بعد از این برای جدا کردن ماسه از قطعات،

آنها را در دستگاه درام قرار می‌دهند. بعد از مدت زمان لازم که ماسه از سطح قطعه

زدوده شد، قطعات به قسمت شات بلاست یا عملیات حرارتی منتقل می‌شوند.

دستگاه شات بلاست

به منظور تمیزکاری سطحی قطعه و بدست آوردن کیفیت سطحی مطلوب از این دستگاه

استفاده می‌شود. اجزاء مختلف دستگاه شات بلاست عبارتند از :

(۱)کابین. (۲)توربین (۳)روتور (ساچمه‌پاش) (۴) elevator (۵)اسکرو

(۶)هاپر (۷)غبارگیر (۸)درب (۹)سیستم محرک دستگاه

روش عمومی کار با دستگاه:

پس از بارگیری قطعات مورد نظر و انتقال آن به داخل کابین و بستن درب اقدامات زیر به ترتیب انجام می گیرد. ابتدا با روشن کردن کلید اصلی، تابلوی فرمان آماده می شود و سپس فن غبارگیر راه اندازی می شود. سپس کلید اصلی، تابلوی فرمان آماده می شود و سپس فن غبارگیر راه اندازی می شود. سپس کلید اصلی elevator را روشن می نماییم (پس از راه اندازی الواتور در مرحله ای که هنوز ساچمه های مورد نیاز دستگاه بارگیری نشده اند و یا اینکه مقدار ساچمه موجود در دستگاه باید تمیزکاری کافی نباشد، لازم است قبل از شروع مرحله بعدی کیسه ساچمه را از قسمت دریچه کابین به داخل کابین تخلیه نمود تا جائیکه مقدار کافی ساچمه در هاپر جمع گردد).

پس از انجام این مراحل می توان اقدام به روشن نمودن توربین نمود. سپس کلید مربوط به درام و بعد کلید مربوط به شیر ساچمه توسط دستگاه را تنظیم کرد. که پس از سپری شدن مدت زمان تنظیم شده توربین و الواتور خاموش می شوند و پاشش ساچمه متوقف می گردد و بعد از این حدود یک دقیقه صبر می کنیم تا ساچمه ها متوقف شوند و بعد از آن کلید مربوط به متوقف کردن درام کار را می زنیم. سپس با زدن دکمه درام تخلیه اقدام به تخلیه قطعات می شود. در دستگاه دارای یک میکروسوئیچ است که سبب می شود تا زمانی که درب بسته نشود توربین کار نکند.

واحد عملیاتی

در میان آلیاژهای صنعتی چدن‌ها متنوع‌ترین خواص مکانیکی را با ارزانه‌ترین قیمت دارا می‌باشند. استفاده کامل از دامنه وسیع خواص مزبور مستلزم بررسی دقیق اثرات و نتایج حاصل از اعمال روشهای مختلف عملیات حرارتی بر روی ساختمان و خواص چدن‌ها می‌باشد. از جمله اهداف عملیات حرارتی چدن‌ها عبارتند از:

بر طرف کردن تنشهای داخلی، بهبود قابلیت ماشین‌کاری، افزایش انعطاف‌پذیری، افزایش استحکام و مقاومت به سایش.

انواع عملیات حرارتی که بر روی چدن‌ها انجام می‌گیرد عبارتند از:

تنش‌گیری، آنیل‌کردن، نرماله کردن، سخت کردن، تمپر کردن.

عملیات حرارتی که بر روی چدن‌ها خاکستری انجام می‌گیرد عبارتند از:

۱) آنیل کردن

بجز در مورد تنش‌گیری، اکثر عملیات حرارتی که بر روی چدن‌های خاکستری انجام می‌گیرد، معمولاً به منظور آنیل کردن آنها می‌باشد. آنیلینگ چدن‌های خاکستری شامل حرارت دادن در درجه حرارت بالا به منظور نرم کردن و یا کاهش یا حذف توده‌های سمیتیت یوتکتیکی و در نتیجه افزایش قابلیت ماشین‌کاری آنها می‌باشد. معه‌ذا، عملیات حرارتی آنیل، خواص مکانیکی چدن‌های خاکستری را کاهش می‌دهد.

از جمله پارامترهای مهم در رابطه با آنیلینگ چدنهای خاکستری، اثر عناصر آلیاژی بر روی زمان نگهداری در درجه حرارت عملیات می‌باشد. عناصر مشخصی نظیر کربن و سیلیسیم تجزیه پرلیت و سمیتیت آزاد در درجه حرارت آنیل را افزایش می‌دهند. از این رو در صورتیکه چدن حاوی مقادیر کافی از عناصر فوق باشد زمان آنیل کردن را می‌توان کاهش داد. نتایج حاصل از مطالعات انجام گرفته بر روی اثر سیلیسیم نشان می‌دهد که در صورتیکه درصد سیلیسیم از ۱/۹۳ به ۲/۶۸ درصد افزایش یابد. زمان لازم برای تجزیه کامل پرلیت در 750°C از ۴۵min به ۱۰min کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، عناصر تثبیت کننده کاربید نظیر واناریم، کرم و منگنز و عناصر تثبیت کننده پرلیت نظیر فسفر، نیکل، مس تجزیه پرلیت را به تعویق می‌اندازند.

نوع عنصر	درصد افزایش زمان
منگنز	۶۰ درصد
نیکل	۳۰ درصد
مس	۳۰ درصد
کرم	۲۰۰ درصد
فسفر	۳۰ درصد

۲) نرمال کردن

چدن‌های خاکستری را به منظورهای مختلف نظیر افزایش نسبی سختی و استحکام کشش و یا اعاده خواص ریخته‌گری به قطعاتی که تحت عملیاتی نظیر پیش گرم و یا پس گرم در جوشکاری تعمیراتی قرار گرفته باشند نرماله می‌کنند. برای این کار قطعه مورد نظر را مدتی در حدود یک ساعت برای هر ۱ اینچ ضخامت در درجه حرارتی در محدوده ۸۸۵ تا ۹۲۵ درجه سانتیگراد نگه داشته و سپس در هوا سرد می‌کنند.

سخت کردن

در مواردی که نیاز به افزایش قابل ملاحظه استحکام و مقاومت به سایش باشد از عملیات سخت کردن استفاده می‌شود. این عملیات شامل آستنیت‌زدن در دمایی در حدود 55°C بالاتر از درجه حرارت شروع استحاله یوتکتیکی (A₁) و سپس سرد کردن در یک محیط مناسب (معمولاً روغن) می‌باشد. تحت شرایط فوق مقاومت به سایش در مقایسه با چدن‌های خاکستری پرلیتی در حدود پنج برابر افزایش می‌یابد.

تنش گیری

قطعات چدنی در شرایط ریخته گری شده دارای تنشهای داخلی نسبتاً زیادی می باشند. این امر ناشی از سرعتهای سرد شدن مختلف در قسمتهای قطعه با ابعاد متفاوت می باشد. به طور کلی برای اینکه حداکثر تنش گیری و در عین حال حداقل تجزیه کاربرد را در چدنهای غیرآلیاژی داشته باشیم درجه حرارتی در محدوده ۵۴۰ تا ۵۶۵ درجه سانتیگراد مناسب می باشد.

در این واحد تولیدی عملیات حرارتی آنیلینگ بر روی قطعات BP.P (پمپ سیلندر ترمز چرخ عقب پیکان) انجام می گیرد که برای این منظور قطعات به مدت چهار ساعت در دمای 780°C نگهداری می شوند. کوره عملیات حرارتی، کوره مافلی می باشد که دارای مشخصات زیر است:

مدل کوره Exiton ۱۳۰۰-۳۴۰Si می باشد که حداکثر دمای تعریف شده آن 1300°C است و حداکثر دما در استفاده پیوسته 1200°C است. دقت تثبیت دما $\pm 2^{\circ}\text{C}$ است. محفظه حرارتی آن از نوع Box و از جنس Sic است. ابعاد محفظه حرارتی Cm $96*58*62$ است و ابعاد بیرون آن $153*155*107\text{cm}$ است. وزن تقریبی خالص کوره 50kg است و در کوره به پهلوی باز می شود و دارای میکروسوئیچ حفاظتی است. روش صحیح استفاده از کوره:

قبل از کار با کوره داخل محفظه باید تمیز گردد.

از قرار دادن موادی که تولید گاز سمی، قابل اشتعال و قابل انفجار می‌کنند در داخل کوره باید خودداری کرد.

قطعه بار حتی‌الامکان در مرکز محفظه باید قرار گیرد و فاصله مناسب بین جداره و قطعه رعایت شود.

گرمایش کوره از پنج سمت است، به همین دلیل استفاده از پودر محافظ ضخیم یا قطعات عایق حرارتی در کف کوره به نیت حفظ آن و یا قرار دادن قطعه بار عایق حرارت نسبتاً ضخیم باعث حبس گرما در المنهای کف می‌شود که این امر در کارکرد در دمای بالا می‌تواند منجر به سوختن المان حرارتی شود.

قطعات باید حتماً در بوته مطمئن در کوره قرار داده شوند.

در دمای بالا از باز کردن بیهوده کوره باید پرهیز شود.

کوره باید به طور سالیانه کالیبره شود.

واحد سنگ زنی:

در این واحد برجستگی‌های نامطلوب بر روی سطح قطعه و همچنین پلیسه‌هایی که در محل جدایش دونیمه قالب بوجود آمده است، حذف می‌گردد. در این واحد در صورت عدم مهارت اپراتور در سنگ زدن یا بد کارکردن با دستگاه فرز، قطعه معیوب خواهد شد و قطعه سالم به برگشتی تبدیل می‌گردد.

آزمایشگاه:

انواه تستهای خواص مکانیکی عبارتند از:

- | | |
|------------------|-----------------|
| (۱) آزمایش خستگی | (۲) آزمایش خمش |
| (۳) آزمایش ضربه | (۴) آزمایش سختی |

در این واحد از آزمون سختی برینل استفاده می‌شود که برای این منظور برای بعضی از قطعات از ساچمه ۱۰ و وزنه ۳۰۰ kg و یا از ساچمه ۵ و وزنه ۷۵ kg استفاده می‌شود. برای سه قطعه که در این واحد تولید می‌شود درصد عناصر و محدوده سختی مورد قبول به صورت زیر است.

پمپ سیلندر عقب پیکان:

Cu - ۰/۶٪ Mn - ۰/۶٪ Si - ۲/۲٪ C - ۴٪ سختی بین HB ۱۶۵-۱۲۰ است.

کالیر RD:

Cu - ۰/۶٪ Mn - ۰/۵٪ Si - ۲/۳٪ C - ۳/۳٪ همراه با عناصر آلیاژی کرم و قلع که

پرلیت‌زا هستند و سختی را بالا می‌برند و سختی بین HB ۲۶۰-۲۱۰ است.

کالیر پیکان:

Cu - ۰/۶٪ Mn - ۰/۶٪ Si - ۲/۳٪ C - ۳/۳٪ سختی بین HB ۲۲۰-۱۸۰ است.

همچنین برای بررسی ساختار میکروسکوپی قطعات و علل تغییر خواص اقدام به متالوگرافی می‌شود، که برای این منظور ابتدا قسمتی از قطعه مورد نظر بریده شده و سنگ زده می‌شود. سپس سطح آن سوهان زده می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از سمباده‌های ۱۰۰، ۲۸۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ سطح نمونه سمباده زده می‌شود که این کار یا به صورت دستی یا با دستگاه انجام می‌گیرد.

قبل از اینکه نمونه را اچ نماییم، نمونه را در زیر میکروسکوپ قرار می‌دهیم تا نحوه توزیع گرافیتها را مشاهده نماییم. سپس بعد از مشاهده نحوه توزیع گرافیتها، نمونه را اچ می‌کنیم و سپس سطح آن را در زیر میکروسکوپ مشاهده می‌نماییم.

کنترل کیفیت:

برای کنترل کیفیت قطعات، از قطعات نمونه‌برداری می‌شود که تعداد نمونه ۱ درصد است و به واحد آزمایشگاه نمونه‌ها را منتقل می‌کنند و سختی نمونه اندازه گرفته می‌شود و سختی را با سختی هدف مقایسه می‌کنند. همچنین قطعات را به صورت تک تک بعد از مراحل سنگ‌زنی یا شات‌بلاست کنترل می‌نمایند تا اگر دارای عیوب ریخته‌گری هستند، آنها را رد نمایند.

عیوب قطعات ریختگی:

تولید یک قطعه ریختگی سالم از نظر اقتصادی بسیار مهم است. شناخت انواع گوناگون و زمان بوجود آمدن عیوب ریختگی اولین قدم در جهت کنترل آنهاست. طراحی تأثیر مهمی در ایجاد عیوب دارد. در اغلب اوقات اشتباهات طراحی می‌تواند کنترل دقیق فلز و فرآیند ریخته‌گری جبران نمود. در بسیاری از مواقع به منظور سهولت تولید، تغییر

طراحی یک قطعه ریختگی از نظر اقتصادی و علمی دارای اهمیت به سزایی است. انواع

عیوب ریختگی عبارتند از:

سوسه (Blow Holes): به حفره‌های کروی شکل یا کشیده‌ای شده‌ای که معمولاً دارای

دیواره‌هایی صاف بوده و بر روی یا زیر سطح قطعه ریختگی به چشم می‌خورند سوسه

گفته می‌شود. ممکن است در اثر عوامل متعددی چون: (۱) به علت به دام افتادن هوا در

خلال ریختن فلز مذاب به داخل حوضچه بارریزی. (۲) به علت تولید گاز در اثر واکنش

فلز مذاب با مواد قالب یا ماهیچه. (۳) در اثر آزاد شدن گاز در خلال انجماد.

سردجوشی (Cold shuts): سرد جوشی هنگامی بوجود می‌آید که در جریان مذاب از

دو منطقه مختلف به یکدیگر برسند، ولی با هم یکی نگردند. این محل‌های برخورد به

صورت ترک‌ها و چروک‌های کاملاً آشکار در سطح قطعه به همراه لایه‌های اکسید ظاهر

می‌شود. بارریزی منقطع نیز می‌تواند باعث ایجاد سردجوشی شود. برای رفع این اشکال

باید سیالیت را بوسیله افزایش دمای فوق ذوب و یا پیش گرم کردن قالب افزایش داد.

تغییر محل راهگاه‌های اصلی و فرعی نیز گاهی می‌تواند به همان اندازه مؤثر باشد.

ترکهای انقباضی:

هنگامی که فلز در حین سرد شدن در درون قالب و یا پس از خروج از آن به طور ناگهانی منقبض می‌شود. ترکهای که ترک در خلال آخرین مراحل انجماد بوجود می‌آید، به ترک گرم (ترک کشیدگی) موسوم است. ترک گرم در فلزاتی که دارای دامنه انجماد طولانی هستند بیشتر به چشم می‌خورد.

آخال اکسیدی و سرباره: این عیب در اثر به دام افتادن اکسیدهای سطحی یا سایر مواد خارجی در خلال بارریزی بوجود می‌آید و در تقلیل خواص مکانیکی و فیزیکی قطعه ریختگی مؤثر است. افزایش فلاکس برای حذف این مواد ناخواسته و ایجاد ترکیبات سبک و بی‌ضرر، جلوگیری از ورود هوا به مذاب به وسیله افزایش فلاکس پوششی و احیاء اکسیدها توسط عناصر دیگر از جمله عواملی هستند که در تقلیل آخال مؤثرند. انواع سیستم‌های مذاب در تقلیل آخال تأثیر بسیار زیادی دارند.

عیوب انقباضی (Shrinkage): این عیوب معمولاً در اثر فقدان فلز مذاب لازم برای جبران کسرهای ناشی از انقباض ضمن انجماد بوجود می‌آید. مسائل مربوط به انقباض و عیوب ناشی از آن به بحث تغذیه‌گذاری مربوط می‌شود.

نیامد ۱: نیامد شدیدترین حالت سردجوشی است. این عیب هنگامی اتفاق می‌افتد که مذاب نمی‌تواند تمام قالب را به خوبی پر نماید. علت این امر ممکن است سیالیت پایین

^۱ -Misrun

مذاب و یا طراحی اشتباه سیستم راهگاهی باشد. این عیب به صورت حفره‌های نامنظم صاف با لبه‌های گرد بر سطح دیواره قالب، خود را نشان می‌دهد. عدم وجود هواکش کافی در قالب و ماهیچه می‌تواند مسأله را تشدید می‌کند. افزایش دمای بارریزی و اصلاح محل، اندازه و تعداد راهگاههای فرعی و هواکشها اغلب می‌تواند از بوجود آمدن این عیب جلوگیری کند.

پلیسه ۱: به بیرون زدگی فلز در اطراف خط جدایش قالب در اثر جریان یافتن فلز مذاب به فضای بین دو نیمه قالب پلیسه گویند. هنگامی که فلز مذاب به درون ترکهای قالب یا ماهیچه نفوذ نماید. عیبی بوجود می‌آید که به رگه‌ای شدن معروف است. اتصال محکم درجه‌ها و سخت نمودن سطوح ماهیچه‌ها و قالب باعث غلبه بر این عیب می‌شود. گاهی باید درجه حرارت فوق‌گداز را برای کاهش سیالیت مذاب کاهش داد. بالا بودن بیش از حد سیالیت می‌تواند باعث ایجاد پلیسه ضخیم شود. چنانچه دو نیمه قالب به خوبی بر روی یکدیگر قرار نگرفته باشند، عیب مشابهی به نام ناجفتی بوجود می‌آید.

^۱ -Flash

فصل چهارم: ضمیمه‌ها، جداول، عکسها

خلاصه عیوب مهم قطعات ریختگی

عیب	علت	راه حل عملی	راه حل طراحی
سوسه	به دام افتادن گازها	۱. افزایش تعداد هواکش ۲. گاززدایی	اجتناب از سیستم راهگاهی که در آنها سرعت مذاب زیاد است
سردجوشی	یکی نشدن جریانهای فلز مذاب	۱. افزایش دمای بارریزی ۲. پیش گرم کردن قالب	تغییر محل قرار گرفتن راهبارها
پلیسه	سیلان مذاب در بین دو درجه	۱. کاهش دمای بارریزی ۲. افزایش نیروی فشاردهنده درجه‌ها به یکدیگر	
آخال اکسیدی و سرباز	به دام افتادن مواد جامد خارجی	۱. افزایش دقت در حین ذوب‌ریزی ۲. سرباره‌گیری بهتر	
حفره‌های انقباضی	عدم وجود مذاب تغذیه کننده کافی	۱. ایجاد انجماد جهت دار توسط کنترل جریان حرارت ۲. افزایش دمای بارریزی	تغییر محل قرار گرفتن راهبارها
نیامد	سیالیت کم مذاب	۱. افزایش دمای بارریزی	تغییر محل، اندازه و تعداد راهبارها و هواکشها

چکیده

در سالهای اخیر استفاده از کامپوزیتهای زمینه فلزی به علت دارا بودن خواص مناسب استحکامی، حرارتی و، در آلیاژهای سبک مورد توجه قرار گرفته است. روشهای تولید این کامپوزیتها متنوع می باشد، که از بین آنها روشهای ریخته گری یا تولید کامپوزیت از فاز مذاب فلز زمینه، به علت سرعت بالاتر تولید و کاهش قابل توجه هزینه ها، در تولید انبوه قطعات صنعتی به کار گرفته شده است.

این مقاله به بررسی روشهای مختلف تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی از طریق ریخته گری شامل روشهای اضافه کردن ذرات تقویت کننده به مذاب متلاطم، نفوذ مذاب در پیش فرم اجزاء تقویت کننده، تولید فازهای تقویت کننده در مذاب با استفاده از واکنشهای شیمیایی و زیر گروههای آنها نظیر ریخته گری سنتی در قالب ماسه ای، ریخته گری در قالب دائم، ریخته گری گریز از مرکز، ریخته گری با استفاده از اکستروژن مذاب، ریخته گری در حالت نیمه جامد و ریخته گری تحت فشار پرداخته و مزایا، معایب و کاربردهای این روشها در تولید کیفی قطعات را مورد بررسی قرار میدهد.

کلمات کلیدی: کامپوزیتها زمینه فلزی، روشهای تولید، ریخته گری، آلیاژهای سبک.

مقدمه:

کامپوزیتهای زمینه فلزی MMC^۱ در دو دهه اخیر موضوع بسیاری از تحقیقات و ابداعات علمی بوده، ولی تنها در چند سال اخیر استفاده از این مواد پیشرفته در قطعات مهندسی گوناگون توسعه یافته است. بزرگترین مزیت استفاده از این مواد امکان به دست آوردن خواص بهینه متنوع با تغییر زمینه یا فازهای تقویت کننده است. خواصی که در تولید این کامپوزیتهای مورد توجه است، عبارتند از: دمای کاری و استحکام بالاتر، سختی مطلوب، مقاومت بهتر به خزش، سایش، خوردگی، اکسیداسیون و افزایش مدول یا چقرمگی.

به طور کلی روشهای تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

متالورژی پودر

ایجاد باندهای نفوذی^۲

آلیاژسازی مکانیکی

روشهای ریخته‌گری

از بین این روشها، روشهای ریخته‌گری یا روشهایی که در آنها کامپوزیت از فاز مذاب فلز زمینه تولید می‌گردد، به علت سرعت بالاتر و هزینه‌های پایین‌تر، بیش از سایر روشها

^۱ –Metal Matrix Composites

^۲ –Diffusion bonding

در تولید انبوه قطعات صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله روشهای مختلف تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی که بر مبنای استفاده از فاز مذاب فلزی هستند و پارامترهای مؤثر به آنها بررسی خواهد شد.

پس از تهیه مخلوط مذاب و ذرات ثانویه آنرا به روشهای ریز ریخته‌گری نمود:

ریخته‌گری سنتی در قالب ماسه

ریخته‌گری در قالب دائم

ریخته‌گری گریز از مرکز

ریخته‌گری با استفاده از اکستروژن مذاب

ریخته‌گری در حالت نیمه جامد

ریخته‌گری تحت فشار

انجماد سریع

پارامترهای مؤثر بر خواص نهایی در کلیه این روشها عبارتند از سرعت سرد شدن، اندازه و درصد حجمی ذرات، اختلاف وزن مخصوص مذاب و ذرات، خواص شیمیایی و سطحی ذرات، تمایل به خوشه‌ای شدن و وجود نیروهای خارجی.

در ریخته‌گری قالب ماسه‌ای به علت کم بودن سرعت سرد شدن، اختلاف وزن مخصوص می‌تواند جدایش زیادی ایجاد کند و باعث غنی شدن برخی از سطوح قطعه

از فازهای سخت شود. اگر طراحی قطعه بگونه‌ای مناسب انجام شود می‌توان خواص مورد نظر را در سطوح خاصی از قطعه بوجود آورد. با کاهش ضخامت‌ها می‌توان سرعت سرد شدن را بالا برد و جدایش را کمتر نمود. استفاده از قالب فلزی نیز اثرات گفته شده را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. در روش ریخته‌گری گریز از مرکز معمولاً نیروی گریز از مرکز باعث ایجاد جدایش می‌شود و مناطق غنی یا فقیر از فاز دوم را حاصل می‌کند که به این وسیله می‌توان خواص مناسب سایشی و یا ماشینکاری را در سطوح مورد نظر قطعه ایجاد کرد. تشکیل این مناطق به سرعت گردش، زمان انجماد، ویسکوزیته مذاب، دمای بارریزی و شکل ذرات بستگی دارد. به علت وجود فشار نسبی در حال انجماد، تا حدی معایب ناشی از عدم ترشوندگی در این روش جبران می‌شود، ولی جدایش در این روش همواره وجود خواهد داشت. آلیاژهای آلومینیوم با الیاف Al_2O_3 و گرافیت در این روشها مورد بررسی قرار گرفته است. با انتخاب دو فاز که یکی دانسیته بیشتر و دیگری دانسیته کمتر از مذاب داشته باشد، می‌توان در سطوح مختلف خواص مختلفی را ایجاد کرد.

در روشی دیگر بنام Screw Extrusion مخلوط معلق مذاب و ذرات در داخل قالبی شبیه به آنچه که برای اکستروژن پلیمرها استفاده می‌شود، ریخته می‌شود. گردش مارپیچ داخل قالب (شکل ۲) باعث یکنواختی و تزریق مذاب به داخل قالب مورد نظر می‌شود.

در این روش تیز سرعت چرخش مارپیچ و گرادیان حرارتی داخل آن پارامترهای قابل تغییر و دوتر هستند.

در روش ریخته‌گری نیمه جامد کیفیت فصل مشترک مذاب و فاز دوم بهبود می‌یابد. در این روش امکان استفاده از درصد بالاتری از ذرات فاز دوم و بدست آوردن ساختار یکنواخت‌تر موجود می‌باشد. شکل مورد نظر بوسیله فورج یا اکستروژن مخصوص حالت نیمه جامد حاصل می‌شود. اگر مذاب نیمه جامد مستقیماً ریخته‌گری شود به آن Rheocasting و اگر ابتدا منجمد و دوباره قبل از ریخته‌گری، ذوب ناقص شود، به آن Thixocasting می‌گویند.

ریخته‌گری تحت فشار به منظور تولید کامپوزیتهای بدون تخلخل (اعم از تخلخل در زمینه و یا تخلخل در فصل مشترک) استفاده می‌شود. از مزایای دیگر آن یکنواختی بالاتر ساختار و توزیع ذرات، امکان استفاده از درصد بالاتر فاز دوم و در بعضی آلیاژها تغییرات مناسب در مورفولوژی ساختار زمینه است. برای مثال استفاده از فشارهای خیلی بالا در ریخته‌گری Al-TiB باعث کوتاه شدن صفحات سیلیکونی، افزایش مدول الاستیسیته و افزایش مقاومت به سایش شده است. فشار اعمالی از ۵۰ تا چند صد مگا پاسکال می‌باشد.

روشهای ریخته‌گری کامپوزیتهای زمینه فلزی

این روشها بسیار متنوع بوده و به طور کلی می‌توان از ریخته‌گری پیوسته، ریخته‌گری تحت فشار، ریخته‌گری گریز از مرکز، ریخته‌گری سنتی، روشهای انجماد سریع و پوشش‌دهی فلزات نام برد.

قطعات تولیدی می‌توانند فقط در قسمتهای خاصی کامپوزیتی باشند. برای تولید این قطعات می‌توان مغزیهای^۱ کامپوزیتی، که ممکن است یکی از روشهای تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی ساخته شده باشند، را قبل از ریخته‌گری در محلهای مورد نظر درون قالب قرار داد. این قسمتها پس از ورود مذاب به درون قالب یا قطعه یکپارچه می‌شود. استفاده از پیش‌فرمها و قرار دادن آنها در قسمتهای مختلف، راه دیگری برای کامپوزیتی کردن قسمتهای مورد نظر در یک قطعه می‌باشد.

روشهای تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی به روش ریخته‌گری را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نمود:

اضافه کردن ذرات تقویت کننده به مذاب متلاطم^۲

نفوذ مذاب در پیش‌فرم اجزاء تقویت‌کننده^۳

تولید فازهای تقویت‌کننده در مذاب با استفاده از واکنشهای شیمیایی^۴

^۱ -Inserts

^۲ -Stir Casting

^۳ -In Filtration

^۴ -In situ Composite

۱- اضافه کردن ذرات تقویت کننده به مذاب متلاطم

این روشها از قدیمی ترین روشها به شمار رفته و هدف تهیه مخلوط معلق ذرات فاز تقویت کننده در مذاب فلز زمینه می باشد. ذرات سرامیکی ممکن است به مذابی که در حال همزده شدن است، اضافه شده و در آن توزیع شوند. تلاطم می تواند بوسیله روشهای مکانیکی^۱ (شکل ۱) و یا با استفاده از امواج التراسونیک و یا جریانهای القایی ایجاد شود. پارامترهای مؤثر بر چگونگی توزیع ذرات عبارتند از: خاصیت تر شوندگی، اندازه، شکل ذرات ثانویه، چگونگی تلاطم، ویسکوزیته مذاب و اختلاف وزن مخصوص ذرات با مذاب. در برخی از روشها از نیروی گریز از مرکز^۲ جهت توزیع ذرات ثانویه در مذاب استفاده شده است. سرعت چرخش، زمان عملیات، اختلاف وزن مخصوص ذرات با مذاب و شکل آنها پارامترهای مؤثر بر چگونگی توزیع ذرات می باشند.

اضافه نمودن ذرات ثانویه را به مذاب متلاطم می توان در دمایی بین لیکویدوس و سالیدوس^۳ مذاب انجام داد. تحقیقات نشان داده است که این کار باعث توزیع یکنواخت ذرات، کاهش جدایش، تخلخل و برخی عیوب دیگر ریخته گری در قطعه خواهد شد. مخلوط حاصل را میتوان با روشهای مناسب مستقیماً ریخته گری کرد و یا

^۱ -Vortex Method

^۲ -Centrifugal Dispersion

^۳ -Compocasting

آنکه آن را به صورت شمش منجمد کرده و پس از رساندن مجدد دما به ناحیه ذوب ناقص به روشهای مناسب ریخته‌گری کرد.

مخلوط مذاب را نیز می‌توان به روشهای انجماد سریع منجمد ساخت. در یک روش باریکه‌ای از مخلوط مذاب و ذرات بر روی دیسک مسی گردان خنک شونده با آب ریخته و به سرعت منجمد می‌شود و الیاف کامپوزیتی شکل می‌گیرد. ضخامت این الیاف ۴۰-۶۰ میکرومتر و طول آنها ۶-۸ میلی‌متر و به عرض ۰/۵-۰/۷ میلی‌متر می‌باشد، که با کاهش سرعت دیسک پهن‌تر و ضخیم‌تر می‌شوند، گاهی نیز مذاب منجمد شده بصورت روبانهای نازکی می‌باشد که پس از تولید خرد می‌شود.

در روش دیگر باریکه مذاب خارج شده در معرض جت گاز سرد قرار گرفته و پودر کامپوزیتی حاصل می‌شود. در برخی روش‌ها ذرات فاز دوم نیز می‌توانند همراه جت گاز به داخل مذاب تزریق و سریعاً منجمد شوند. پودر تولید شده در این روش‌ها از طریق روشهای متالورژی پودر به قطعه مورد نظر تبدیل می‌شود. استفاده از روشهای انجماد سریع می‌تواند باعث تشکیل محلولهای جامد فوق اشباع (که عملیات حرارتی قادر به ایجاد آنها نیست) شده و امکان عملیات رسوب سختی و تشکیل فازهای جدید را به دنبال داشته باشد که در حالت عادی این خواص دیده نمی‌شود.

در ضمن ممکن است در روش اسپری کردن مذاب، مستقیماً آنرا به روی یک پایه^۱ بنشانند که می‌تواند ایجاد پوشش کامپوزیتی بنماید.

۲- روشهای مبتنی بر نفوذ مذاب به پیش‌فرم^۲ فازهای تقویت‌کننده

در این روشها آلیاژ مذاب به طرق گوناگون به داخل پیش‌فرم نفوذ داده میشود. پیش‌فرمها توده متخلخلی از فازهای تقویت‌کننده میباشد که با استفاده از چسباندن با چسبهای مخصوص، زینتر کردن، بافتن الیاف و روشهای نمونه‌سازی سریع به شکلی نزدیک به شکل نهایی تهیه میشود. بسته به خواص ترشوندگی ذرات، نفوذ مذاب به دو صورت خودبخودی و یا تحت نیروی خارجی انجام می‌شود. برای نفوذ مذاب به داخل پیش‌فرم با ترشوندگی کم، فشار حداقلی^۳ لازم است که بستگی به زاویه تماس، سطح ویژه و پیچیدگی تخلخل دارد که فشار مکانیکی اعمال شده حتماً باید از این فشار بیشتر باشد.

آنها در زمینه‌های آلومینیوم، تیتانیم، مس، نیکل و آهن تولید شده است. این کامپوزیتها بخاطر اندازه‌های بسیار کوچک فاز دوم تشکیل شده، دارای خواص مکانیکی عالی می‌باشند. تولید کامپوزیتها از این روش نسبت به سایر روشهای ذکر شده مزایای زیر را

دربار دارد:

^۱ -Substrate

^۲ -Preform

^۳ -Threshold In filtration Pressure

۱) ذرات شکل گرفته از نظر ترمودینامیکی پایدار بوده و در دماهای بالا تغییر شکل

نمی‌دهند و لذا برای کاربردهای دمای بالا مفید هستند.

۲) سطح فصل مشترک تمیز این ذرات باعث ایجاد باندهای قوی بین آنها و زمینه

می‌شود.

۳) ذرات تولید شده دارای اندازه کوچکتر و توزیع یکنواخت‌تر در زمینه بوده که باعث

بهبود خواص مکانیکی می‌شود. که عبارتند از واکنش‌های بین گاز-مایع، مایع-جامد،

مایع-مایع و جامد-جامد، ...

نتیجه گیری

بطور کلی روشهای تولید کامپوزیتهای زمینه فلزی به روش ریخته گری را می توان به سه دسته تقسیم کرد، که هر کدام مزایا و معایبی نسبت به یکدیگر دارد. در گروه اول (اضافه کردن ذرات تقویت کننده به مذاب متلاطم) روشهای ساده تر می باشند و امکان بدست آوردن خواص متفاوت در قسمتهای مورد نظر قطعه به سادگی مهیا است، ولی معایب گوناگونی نیز به همراه دارد. در روشهایی که از پیش فرم استفاده می شود علیرغم عدم وجود تلاطم قطعه بطور مناسب و دلخواه کامپوزیتی می شود. البته در این روشها برای رسیدن به خواص مناسب کنترلهای بیشتری لازم است. در روشهایی که فازهای تقویت کننده در اثر واکنش شیمیایی تولید می شوند، هزینه های مربوط به تولید است. در روشهایی که فازهای تقویت کننده در اثر واکنش شیمیایی تولید می شوند، هزینه های مربوط به تولید و آماده سازی ذرات سخت وجود نداشته و این فازها می توانند با اندازه های بسیار ریز که تولید آنها بطور جداگانه ای مقرون به صرفه نیست، تولید شوند. البته انجام این واکنشها به صورت مناسب نیز مستلزم کنترلهای دقیق می باشد.

منابع

۱. گل‌عزار، محمد علی، ۱۳۷۵، اصول و کاربرد عملیات حرارتی فولادها و چدن‌ها، دانشگاه

صنعتی اصفهان.

۲. مرعشی، مرعش، ۱۳۷۵، متالورژی کاربردی چدن‌ها، تهران شرکت نورد و تولید قطعات

فولادی.

۳. فتحی، محمد حسین، ۱۳۷۴، ریخته‌گری چدن، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. حجازی، جلال، دوامی، پرویز، ۱۳۶۵، اطلس عیوب ریخته‌گری، جامعه ریخته‌گران

ایران.

۵. رئیس زاده، رامین، ۱۳۷۶، انجماد و ریخته‌گری، دانشگاه کرمان.