

به نام خدا



# گزارش کارآموزی

تابستان 1400

نام و نام خانوادگی: سجاد ابراهیمی مقدم

شماره دانشجویی: 96531001

رشته تحصیلی و گرایش: کارشناسی مواد و متالورژی – گرایش تولید و فراوری فلزات

مدت زمان کارآموزی: 360 ساعت

استاد راهنما: دکتر مسعود گودرزی

تاریخ شروع و پایان کارآموزی: 19 تیر الی 20 شهریور

محل کارآموزی: شرکت فولاد ریزان

## پیش گفتار

شرکت فولادریزان (سهامی خاص) فعالیت خود را از سال 1360 با اخذ مقاومت اصولی در زمینه ریخته‌گری و تولید قطعات فولادی وچدنی با ظرفیت 1000 تن در سال در زمینی به مساحت 15000 متر مربع و سالن‌های تولید به مساحت 6000 متر مربع که شامل سالن قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری به روش‌های پوسته‌ای ، چسب سیلیکات ، ماسه با چسب گرم و چسب سرد، سالن مونتاز، ریخته‌گری ، عملیات حرارتی، شات بلاست، سنگزنی و ماشینکاری می‌باشد، تاسیس شده است.

این مجموعه عمدتاً فعال در زمینه ثبت سفارشات کارخانجات سیمان و تولید قطعات از جنس فولاد نسوز همچون آلیاژ 1.4848 است که تمام عملیات را از ابتدا تا انتهای کار در آن انجام می‌شود.

اینجانب جهت گذراندن واحد کارآموزی از بخش‌های مختلف این مجموعه نظیر قالب‌گیری، سالن ذوب، ماهیچه‌سازی، تراشکاری و همچنین آزمایشگاه بازدید نموده و عمدتاً در بخش آزمایشگاهی مشغول به فعالیت بودم که مشروح این فعالیت‌ها را در فصول ذیل بیان می‌نمایم.

## تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

### بسمه تعالی

اینجانب ..... به شماره دانش‌جویی .....  
..... دانشجوی رشته مهندسی ..... مقطع .....  
تحصیلی کارشناسی تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی مطالب مندرج در این گزارش حاصل ..... ساعت  
حضور و کار اینجانب در شرکت/کارخانه ..... و بدون هرگونه دخل و  
تصرف است و موارد نسخبرداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام.  
در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم آموزشی،  
پژوهشی و انضباطی با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احقاق حقوق  
مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

## • چکیده:

حوزه های مورد بازدید در مجموعه فولاد ریزان که در گزارش بررسی شده اند شامل قالب گیری به روش ماسه CO<sub>2</sub>، سالن ذوب، ماهیچه گیری، مونتاز، آزمایشگاه آنالیز مواد و تراشکاری می باشد که محل استقرار اینجانب به عنوان کارآموز عمدتاً در بخش های قالب سازی و آزمایشگاهی بوده و به تفصیل به آنها پرداخته می شود.

ماحصل این دوره آشنایی و تسلط نسبی بر انجام فعالیت قالب گیری به صورت عملی و آشنایی با نکات و تکنیک های مورد استفاده و مقابله با مشکلات احتمالی و همچنین تسلط کامل بر آماده سازی انواع نمونه های صنعتی برای انجام آزمایش کوانتومتری و آنالیز شیمیایی و همینطور تعیین و مطابقت متریال با استاندارد های مورد نظرمی باشد.

## واژگان کلیدی:

کوانتومتری – قالب گیری – ریخته گری با قالب ماسه ای – تعیین استاندارد

## تشکر و قدردانی:

باسپاس فراوان از مهندس محمدرضا همافر و سایر کارکنان مجموعه فولاد ریزان که در تمامی مراحل این دوره با فروتنی به تمامی سوالات اینجانب جواب دادند و مرا راهنمایی نمودند.

# فهرست مطالب

## مطالب

فصل اول: مقدمه و معرفی واحد کارآموزی: .....	7
واحد تولید .....	7
سالن قالبگیری، ماهیچه‌گیری و مونتاز .....	7
سالن ذوب .....	7
سالن عملیات حرارتی .....	7
واحد کنترل کیفیت و بهره‌وری .....	8
واحد تحقیقات .....	8
محدوده تولیدات .....	8
فصل دوم: مشروح فعالیت های انجام شده .....	10
مقدمه: .....	10
2.1 - تعاریف، اصول و مبانی نظری: .....	11
2.1.1 - قالب ها و ساختار آن: .....	11
2.1.2 - ماسه: .....	12
2.1.3 - مواد قالبگیری-افزودنی‌های ماسه: .....	15
2.1.4 - روش قالبگیری با گاز $CO_2$ .....	19
2.1.5 - کوره .....	22
2.2 - شرح پروژه ها و فعالیتهای انجام شده توسط کارآموز .....	27
2.2.1 - ماهیچه گیری .....	27
2.2.2 - قالب گیری .....	29
2.2.3 - مونتاز .....	33
2.2.4 - ذوب و کوره ها .....	36
2.2.5 - آزمایشگاه .....	41
2.2.6 - تراشکاری و اهنگری .....	47
فصل سوم: نتیجه گیری و پیشنهادها .....	48
3.1 - خلاصه فعالیت های انجام شده .....	48
3.2 - پیشنهادات .....	48
فصل 4: مراجع .....	49

## فهرست اشکال

- 1 شکل 2.1 – میز ماهیچه گیری همراه با سه مشعل ..... 27
- 2 شکل 2.2- بخش ماهیچه گیری و تجهیزات آن ..... 28
- 3 شکل 2.3- نمونه قالب ساخته شده در واحد آهنگری ..... 29
- 4 شکل 2.4- سیلوهای فرستنده ماسه به سمت مخزن ترکیب کننده با چسب ..... 30
- 5 شکل 2.5- مخزن های نگهداری چسب سیلیکات سدیم ..... 31
- 6 شکل 2.6- منتقل کننده ماسه آماده به قالب ..... 32
- 7 شکل 2.7- پاشش رنگ با پیستوله بر روی قالب ها ..... 34
- 8 شکل 2.8- نمونه قالب های در حال رنگ و ماهیچه گذاری ..... 35
- 9 شکل 2.9- نمونه تغذیه استوانه ای ..... 35
- 10 شکل 2.10- مخزن گاز آرگون متصل به دستگاه ..... 41
- 11 شکل 2.11- دستگاه کوانتومتر مدل اکسفورد ..... 42
- 12 شکل 2.12- قرارگیری نمونه بر روی استند دستگاه جهت آنالیز ..... 42
- 13 شکل 2.13- بازکردن استند و تمیز کردن الکترو ..... 43
- 14 شکل 2.14- نمونه های استاندارد و آنالیز های آن ..... 44
- 15 شکل 2.15- بررسی مطابقت ترکیب ذوب، با الیاژ نسوز 1.4837 ..... 45
- 16 شکل 2.16- سختی سنج پرتابل ..... 45
- 17 شکل 2.17-سختی سنج ثابت راکول سی ..... 46

## فصل اول: مقدمه و معرفی واحد کارآموزی:

در ابتدا نگاهی اجمالی به بخش های گوناگون مجموعه فولاد ریزان و بررسی بخش های مختلف آن خواهیم داشت.

### واحد تولید

این واحد شامل سالن های قالبگیری، مونتاز، ذوبریزی و عملیات حرارتی می باشد و وظیفه تولید محصولات ریختگی با کمترین ضایعات براساس برنامه تنظیمی و تحول محصول به مشتری در کمترین زمان ممکن و بالاترین کیفیت را بر بعهده دارد.

### سالن قالبگیری، ماهیچه گیری و مونتاز

با توجه به امکاناتی نظیر مخلوط کن های مداوم، خطوط قالبگیری و مونتاز، دستگاه های ماهیچه گیری، روزانه حدود 15 تن ماسه تبدیل به قالب و ماهیچه می شود.

### سالن ذوب

مذاب مورد نیاز کارخانه توسط کوره های ذوب القایی آماده می شوند که در موارد خاص به سیستم دمش گاز بی اثر و خلاء مجهز می باشند.

### سالن عملیات حرارتی

کوره های گازی و برقی که قابلیت برنامه ریزی و کنترل دیجیتالی دارند، عملیات حرارتی آنیل، نرماله، تنش گیری و سختکاری را بر روی قطعات تولیدی انجام می دهند.

## واحد کنترل کیفیت و بهره‌وری

این واحد با بهره‌گیری از توان افراد مجرب، امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی مختلف که در ذیل به آنها اشاره شده است، مسئولیت بازرسی و نظارت بر کیفیت مواد اولیه تا محصول نهایی را بعهده دارد.

- آزمایشگاه متالوگرافی شامل دستگاه‌های سمباده زنی، پولیش اتوماتیک، مانت گرم، مانت سرد و دستگاه برش نمونه.

- آزمایشگاه ماسه شامل دستگاه‌های استحکام کششی، فشاری ماسه و تعیین عدد ریزی آن.

- آزمایشگاه آنالیز مواد

- تکنولوژی (طراحی سیستم راهگامی و شبیه‌سازی)

- آزمایشگاه غیر مخرب با تجهیزاتی نظیر دستگاه‌های آلتراسونیک و ضخامت سنجی، مایعات نافذ، دستگاه سختی سنجی یونیورسال و پرتابل.

## واحد تحقیقات

این شرکت با بهره‌گیری از اساتید دانشگاهی و تجهیزات منحصر بفرد خود، پروژه‌های مختلفی از جمله افزایش عمر مفید قطعات ضد سایش، بازیابی ماسه ریخته‌گری، سیکل عملیات حرارتی مناسب برای قطعات مختلف، کاهش عناصر آلیاژی با حفظ ساختار میکروسکوپی قطعات و غیره را برای افزایش راندمان و کیفیت قطعات ریخته‌گری انجام داده است.

## محدوده تولیدات

در چند سال اخیر، فولادریزان علاوه بر تولید انواع قطعات از جنس فولادهای کربنی، فولادهای مقاوم به حرارت، مقاوم به خوردگی (زنگ نزن) و فولادهای مقاوم به سایش، تولید انواع قطعات ریخته‌گری پایه



نیکل (اینکونل)، آلیاژهای خاص و فولادهای زنگ نزن دوپلکس را نیز در برنامه تولید خود قرار داده است تا بعنوان اولین شرکت تولید کننده این قطعات در ایران مطرح شود. سوابق پیشین فولادریزان موید این نکته است که همیشه کیفیت و احترام به حقوق مشتری از اصول اصلی و مهم این شرکت بوده و به تحقق برترین کیفیت در کمترین زمان تحویل کالا می‌اندیشد و همکاری با صنایع داخل کشور نظیر نفت، گاز و پتروشیمی، حمل و نقل، داروسازی، غذایی معادن و کانه آرای، سیمان (تولید قطعات قسمت پخت کارخانجات سیمان تحت لیسانس و نظارت فنی شرکت هامبولت وداگ در ایران)، صنایع نیروگاهی، خودرو و همچنین صادرات قطعات ریخته‌گری به کشورهای آلمان و اتریش، گواه این مطلب است.

## فصل دوم : مشروح فعالیت های انجام شده

### مقدمه:

به سبب آن که کارآموزی در محیط کارگاهی بود، در بدو ورود پس از ارائه نامه کارآموزی، با دریافت یک دست لباس ایمنی و کفش و دستکش مخصوص از قسمت انبار، کارآموزی را در قسمت قالب سازی شروع کردم.

هفته اول را در قسمت قالب گیری مشغول به کار شدم و در ابتدا به کمک مهندس همافر با انواع تجهیزات مورد نیاز برای قالب گیری آشنا شدم و با انواع مهارت ها همچون میزان کوبیدن ماسه، قرار دادن راهگاه، ایجاد ونت، میزان مورد نیاز سفتی ماسه و میزان دمش گاز  $CO_2$  و ... آشنا شدم و پس از آنکه مهارت لازم را در این زمینه پیدا کردم خود به تنهایی اقدام به قالب گیری کردم.

پس از آن به قسمت کارگاه ذوب رفته و در آنجا با نحوه اختلاط مواد اولیه برای بدست آوردن آنالیز مورد نظر قطعه نهایی آشنا شدم و به منظور آشنایی بیشتر مسئله ای عملی را که توسط مسئول آن قسمت به من داده شده بود را حل کردم (در بخش مربوطه اشاره خواهد شد). و همچنین با تجهیزات کوره های القایی و مراحل تولید مذاب و ریختن ذوب آشنا شدم.

سپس یک روز را من باب آشنایی با نحوه ساخت ماهیچه سرد، در بخش مربوطه گذراندم و با مراحل کار از جمله فورمولاسیون ، نحوه اختلاط اسید و چسب با ماسه، زمان دهی به قالب و ... آشنا شدم.

پس از آن نیز از بخش تراشکاری بازدید کرده و به درخواست مسئول مربوطه ابتدا قطعات و یک نمونه از مدل های از پیش آماده شده را مطابق با نقشه ی کار بررسی و ابعاد آن را کنترل نموده و با برخی مفاهیم در حوزه تراشکاری آشنا شدم.

## 2.1 - تعاریف، اصول و مبانی نظری:

### 2.1.1 - قالب ها و ساختار آن:

قالب: محلی که ذوب در داخل آن ریخته می شود و باید مقاومت به شوک حرارتی، دیر گداز، استحکام گرم، ..... و دیگر ویژگی های خود را حفظ کند.

قالب ها به دودسته بزرگ تقسیم می شوند:

1- قالب های فلزی یا دائمی که به دفعات زیادی قابل استفاده هستند.

2- قالب های ماسه ای یا موقتی که پس از هر بار تولید احتیاج به ساخت مجدد دارد.

قالب گیری می تواند به دو روش دستی و ماشینی انجام شود .

جدول 1-2 . توضیح کاملی در مورد روش های قالب موقت

قابلیت بازیافت	شرایط محیطی	مواد افزودنی	فعال کننده	چسب	دیرگداز	قالب موقت
دارد	خشک کردن	گردزغال خاک اره و..	آب	بنتونیت	ماسه سیلیسی	روش ماسه تر
دارد	عدم رطوبت	ملاس چغندر	گاز $CO_2$	سیلیکات سدیم	ماسه سیلیسی	روش $CO_2$
ندارد	پخت 220-180 ساعتی گراد	استئارات کلسیم	هگزامین	نوالاک(رزین) فنل+فرمالوئید	ماسه سیلیسی	روش پوسته ای یا چراغی
ندارد	200-250 درجه	استئارات کلسیم	هگزامین	Resol (فنل+ فرمالوئید)	ماسه سیلیسی	Hot box
ندارد	در معرض هوا	اکسید آهن	اسید فسفریک	فورفوریل الکل	ماسه سیلیسی	فوران (چسب سرد)
ندارد		اکسید آهن	آب	سیمان پورتلند	ماسه سیلیسی	قالب سیمانی

قالب های گچی	ماسه سیلیسی	گچ (سولفات کلسیم)	آب	ندارد
--------------	-------------	-------------------	----	-------

## 2.1.2 - ماسه:

طبق تعریف ماسه عبارت است از ذرات ریز مواد معدنی که قطر آنها از 0.05 تا 1 میلیمتر تغییر می کند. ماسه های مورد استفاده در انواع مختلف با توجه به ترکیب شیمیایی، درجه دیرگدازی، نحوه توزیع دانه ها و در دسترس بودن به کار گرفته می شوند.

### -انواع ماسه:

ماسه ها انواع مختلفی دارند که از آن جمله میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

#### 1. ماسه سیلیسی:

این ماسه به طور گسترده ای در ریخته گری به کار میرود و عمده ترین ماسه مصرفی محسوب می شود. ترکیب اصلی آن سیلیس  $\text{SiO}_2$  است.

#### 2. ماسه زیرکن:

ماسه زیرکن که با فرمول شیمیایی  $\text{ZrSiO}_4$  مشخص می گردد و به عنوان یک ماسه با نقطه گداز بسیار بالا مورد توجه است.

#### 3. ماسه کرومیتی:

کرومیت یا  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  ترکیب اصلی این ماسه است و از آن در ریخته گری فلزات با نقطه ذوب بالا استفاده می شود.

#### ماسه اولوین:

ترکیب این ماسه  $\text{Fe}_2\text{SiO}_2$  یا  $\text{Mg}_2\text{SiO}_2$  است و مخلوطی است از سیلیکات منیزیم و به عنوان ماسه جایگزین در بسیاری نقاط مورد توجه است.

#### 4. ماسه شاموتی:

ماسه شاموتی نوعی کوارتز دانه ریز است که حرارت زیاد دیده است و به عبارت دیگر ماسه ای است که از زینتر کردن ذرات خاک رس به دست می آید.

نگرشی به ماسه های سیلیسی مصرفی ایران:

ماسه های مصرفی به دو نوع ماسه های با چسب طبیعی و ماسه های مصنوعی تقسیم میگردند.

#### 1) ماسه با چسب طبیعی:

ماسه با چسب طبیعی محتوی تا 20 درصد خاک ریز و مواد ناخالصی می باشد. کیفیت این نوع ماسه برای قالبگیری ماهیچه سازی بستگی به:

- مقدار چسب

- ترکیب شیمیایی ناخالصی

- نوع مذاب ریختگی دارد.

این ماده در طبیعت بصورت پیش آماده شده وجود دارد. برای استفاده از این نوع ماسه ها تنها مرطوب کردن آنها کافیهست از این نوع ماسه در ریخته گری فلزات غیر آهنی با نقطه ذوب پایین نظیر آلومینیوم، برنج ها، برنز ها و قطعات کوچک چدنی استفاده میشود. بطور قطع اینگونه ماسه ها برای ریخته گری قطعات بزرگ چدنی مناسب نیست معایب عمده این نوع ماسه ها عبارت از:

- پایین بودن درجه دیرگدازی

- همراه داشتن درصد تقریباً زیادی اکسید های قلیایی و آهک می باشد.

وجود اسیدهای قلیایی در این نوع ماسه باعث پایین آوردن درجه دیرگدازی آن گشته و در نهایت باعث ایجاد عیوبی نظیر ماسه سوزی و چسبیدن ماسه به قطعات ریختگی می شود. از طرف دیگر مواد آهکی در اثر حرارت دیدن به صورت گاز درآمده و در صورتیکه قطعات ریختگی بزرگ و دارای ضخامت

زیاد باشند فرصت ورود به مذاب را داشته و در قطعات ریختگی به صورت مک و حفره‌های گازی باقی می‌مانند.

از آنجائیکه این ماسه در نقاط مختلف ایران به وفور یافت می‌شود و نسبتاً ارزان در دسترس ریخته‌گران قرار می‌گیرد. لذا در اکثر واحدهای کوچک و متوسط ریخته‌گری ایران به طور وسیعی در مواد قالبگیری و ماهیچه سازی مصرف دارد.

ماسه های طبیعی بر حسب میزان خاک رس موجود در آنها به سه دسته تقسیم میشوند:

- ماسه ضعیف که حداکثر تا 8% خاک رس دارد.
- ماسه متوسط که بین 8 تا 18 % خاک رس دارد.
- ماسه خاک یا ماسه ملات که بیش از 18% خاک رس دارد.

معمولاً خاک ماسه های طبقات زیرین بیشتر از لایه های سطحی می باشد و ریخته‌گران بایستی پس از آزمایشات دقیق، ماسه مطلوب خود را تهیه نمایند. در ریخته‌گری معمولاً از ماسه های متوسط استفاده می‌شود.

## 2) ماسه های مصنوعی:

ماسه مصنوعی از شکستن، خرد کردن و غربال کردن سنگهای سیلیس به دست می‌آیند که با اضافه کردن چسب و مواد دیگر قابلیت قالبگیری در آنها ایجاد می‌گردد. ماسه مصنوعی در مقایسه با ماسه طبیعی دارای مزایای زیر می باشد:

- درجه دیرگدازی و خلوص بالاتر.
- سهولت در کنترل مشخصات فیزیکی و مکانیکی مخلوط.
- قابلیت بازسازی و مصرف مجدد.
- در دسترس بودن.

محدودیت اصلی ماسه های مصنوعی در مقابل ماسه های طبیعی بالا بودن قیمت تمام شده آنها می باشد. با این وجود این ماسه ها می توانند بخوبی نیازهای صنایع ریختهگری ایران را در زمینه چدن و فولادریزی (باستثناء فولادهای خاص که به مصرف ماسه های زیرکونی-کرومیتی و اولوینی نیاز دارند) تامین کنند.

ماسه های سیلیس مصنوعی رایج ترین ماسه ها قالب گیری در واحدهای ریختهگری می باشد و انواع ذرات سیلیسی به عنوان ماده اصلی و دیر گداز ماسه ریخته گری به کار می رود. بیشتر ماسه های قالب گیری از کوارتز معدنی که می تواند تا دمای 1700 درجه سانتیگراد را تحمل کند تشکیل شده است. شکل های دیگر سیلیس تریدیمیت و کریستومالیت می باشد.

وجود اکسید های آلومینیوم و آهن خاصیت دیرگدازی ماسه را افزایش می دهند و حضور اکسید های پتاسیم و سدیم و ترکیبات میکا چسبندگی و شکل پذیری ماسه را زیاد و قابلیت دیرگدازی آن را کاهش می دهد و لذا در ترکیبات ماسه سیلیس وجود اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی مضر تشخیص داده می شود. علاوه بر مسئله فوق وجود انواع اکسید ها باعث ایجاد رنگهای قرمز و قهوه ای، اکسید های سدیم و پتاسیم رنگ ماسه را متمایل به آبی می نماید. علاوه بر ترکیبات شیمیایی که خاصیت دیرگدازی ماسه را تحت تاثیر قرار می دهد مشخصات فیزیکی ماسه مانند اندازه، پخش و شکل ذرات نیز باید مناسب باشد.

### 2.1.3- مواد قالبگیری-افزودنی های ماسه:

علاوه بر سه جزء اصلی ماسه قالبگیری (ماسه، چسب، آب) مواد دیگری جهت ازدیاد کیفیت و برطرف کردن بعضی از عیوب خاص به مخلوط اضافه می گردند، چنین موادی بسیار زیاد هستند و لذا در اینجا به برخی از آنها که موارد استفاده بیشتری دارند اشاره می شود:

#### 1. گرد زغال

$Fe_2O_3$  تولید شده در مذاب تولیدات آهنی (چدن و فولاد و...) در اثر تماس با دیواره های قالب که اغلب از جنس سیلیس است وارد واکنش شده و تولید ترکیب زودگداز فایالیت را می دهد که منجر به سوختن ماسه و چسبیدن آنها به سطح قطعه ریختهگری می شود (ماسه سوزی).

در اثر افزودن پودر ذغال سنگ یک محیط احيائی که ناشی از سوختن ذغال و خارج شدن گاز  $CO_2$  و هیدروژن و هیدروکاربیدهای سبک است، ایجاد می شود. در نتیجه این عمل، از اکسیداسیون سطوح مذاب و ایجاد گاز زود گداز فایالیت جلوگیری می شود. لذا در نهایت باعث نچسبیدن ماسه به قطعه و افزایش صافی سطوح قطعات ریختگی میگردد.

همچنین با افزودن این ماده از عیوبی نظیر انبساط حرارتی (ماسه اندازی) می توان جلوگیری نمود. زیرا به وسیله منقبض شدن پودر ذغال در اثر حرارت می توان انبساط ماسه را در اثر گرما جبران نمود. نیز قابلیت خرد شدن ماسه را بهبود می بخشد زیرا ماسه کمتر کلوخه می شود و راحت تر روی shake out خرد می شود.

خواص یک پودر زغال مناسب به شرح زیر است:

(الف) مواد فرار موجود در آن زیاد باشد (حدود 26-30 درصد).

(ب) میزان خاکستر باقیمانده در زغال نباید از 10 درصد تجاوز کند.

(ج) پارامتر مهم دیگر گوگرد موجود در زغال است، زیرا گوگرد در چندهای خاکستری تمایل به ایجاد chilled است و مقدار گوگرد باید از 1% تجاوز نکند.

میزان مصرف خاک زغال برای قطعات تا 1000 کیلوگرم 2 الی 4 درصد و برای قطعات سنگین که دارای گرمای بیشتری بوده عمق ماسه سوزی شدیدتر است میزان مصرف زغال تا 8 درصد نیز می رسد.

## 2. حبوبات، غلات

چسب غله ای مصرفی در ریخته گری عبارت است از پودر ذرات ریز و یا نشاسته ژلاتینی که از ذرات گرفته شده است. نشاسته را می توان در ماسه های قالبگیری به منظور افزایش استحکام تر یا خشک یا بالا بردن، قابلیت فروپاشی<sup>1</sup> تا حد 2 درصد به کار گرفت. اگر مقدار نشاسته در مخلوط زیاد شود خارج سازی

---

<sup>1</sup> Collapsibility



قطعه از قالب دشوار خواهد شد. از آنجایی که نشاسته فرار است، استفاده غیر صحیح از آن می‌تواند باعث ایجاد عیوب گازی<sup>2</sup> در قطعات شود.

### 3. گرد چوب

گرد چوب یا دیگر مواد سلولزی مثل گرد غله یا ذرت، پوسته حبوبات و سلولز را می‌توان به مقدار 0/5 تا 2 درصد به ماسه‌های قالبگیری افزود. این می‌توانند انبساط ماسه را کنترل کنند. مواد سلولزی پس از بالا رفتن دما مشتعل می‌شوند و بعد از سوختن فضای خالی ایجاد می‌کنند و از این طریق انبساط مخلوط ماسه قالبگیری کنترل می‌شود. گرد چوب و مواد سلولزی قابلیت پاشش و قابلیت جاری شدن<sup>3</sup> را نیز اصلاح می‌کنند و به همین دلیل سهولت بیشتری در خارج سازی قطعه از قالب ایجاد می‌کنند.

### 4. پودر سیلیس:

سیلیس سائیده شده و نرم که ریزتر از 200 مش باشد پودر سیلیس نامیده می‌شود. پودر سیلیس را می‌توان تا 35 درصد به منظور افزایش استحکام گرم ماسه به کار گرفت. پودر سیلیس چگالی توده ماسه را افزایش می‌دهد و به همین دلیل ماسه قالبگیری به دلیل فشردگی بیشتر مقاومت بیشتری در برابر نفوذ فلز مذاب دارد.

### 5. اکسید آهن:

اکسید آهن ریز به مقدار اندک در برخی ماسه های قالبگیری به منظور افزایش استحکام گرم به کار می‌رود.

---

<sup>2</sup> Gas Defect

<sup>3</sup> Flow ability

## 6. ملاس ، دکسترین

ملاس ساقه نیشکر یا ملاس چغندر که تصفیه نشده و حاوی 60 تا 70 درصد شکر یا جامد باشد را میتوان برای افزایش استحکام خشک ماسه و بالا بردن سختی لبه قالب ها به کار گرفت. دکسترین یا صمغ نشاسته را می توان برای همان اهداف مورد استفاده قرار داد.

## 7. پرلیت:

پرلیت یک سیلکات آلومینیم معدنی منبسط شده است. این ماده به مقدار کم و در حد 0/5 تا 1/5 درصد به منظور پایداری حرارتی<sup>4</sup> بهتر ماسه به کار می رود این ماده را ممکن است به عنوان عایق کننده تغذیه نیز مورد استفاده قرار داد.

## 8. آسفالت

یک محصول جنبی حاصل از تجزیه نفت خام است. آسفالت نیز همانند قیر به منظور افزایش استحکام گرم، بهبود سطح تمام شده قطعات ریخته گری، آهنی مورد استفاده قرار می گیرد.

## 9. قیر زمینی

قیر یک محصول از کک سازی است. طی عملیات کک سازی، قیر در دمای 3/5 درجه سانتیگراد از ذغال جدا می شود. قیر تا حد 3 درصد و به منظور اصلاح استحکام گرم و بهبود سطح نهایی قطعات در مخلوط های ماسه برای ریخته گری قطعات آهنی به کار می رود.

## 10. گیلسونیت

گیلسونیت یک ماده آسفالتی جامد است که در برخی از نقاط زمین از معدن استخراج می شود. این ماده به خوبی فرار است و عملکرد آن شبیه تاثیر زغال در بهبود تمام شده قطعات است.

---

<sup>4</sup> thermal stability

روغن سوخت برخی از اوقات به میزان بسیار کم و در حد 0/01 تا 0/1 درصد در مخلوط قالبگیری به کار می رود به نظر می رسد که این ماده قابلیت قالبگیری ماسه را بهبود می بخشد.

#### 2.1.4- روش قالبگیری با گاز $CO_2$

در این فرآیند از سیلیکات سدیم به عنوان چسب اصلی جهت استحکام بخشی ماسه ها استفاده می شود. به طوری که در حالت تر وقتی که چسب سیلیکات سدیم با ماسه مخلوط شد آن را روی مدل ریخته گری یا داخل جعبه ماهیچه ریخته و با نیروی کم کوبیده می شود تا شکل خود را حفظ کند. سپس گاز  $CO_2$  به درون ماسه تزریق شده و باعث تکمیل واکنش استحکام بخشی ماسه شده و استحکام آن را به مقدار زیادی افزایش می دهد.

#### مزایای روش $CO_2$

- 1) این روش شبیه قالبگیری ماسه تر بوده، فقط استحکام آن بالاتر است. لذا برای نگه داشتن شکل قطعات پیچیده احتیاج به آرماتور بندی اضافی درون ماسه نیست.
- 2) استفاده از این چسب و اجرای روش قالبگیری نیاز به افراد متخصص و وسایل پیشرفته ندارد.
- 3) قالب و ماهیچه های تولید شده در این روش احتیاج به خشک شدن در گرم خانه ندارند.
- 4) قالبها و ماهیچه های تولیدی با این روش دارای صافی سطح و دقت ابعادی بالایی بوده، لذا کیفیت سطح قطعه نهایی نیز بالا خواهد بود.
- 5) به علت وجود خاک رس خیلی کم در این روش قابلیت عبور گاز در قالب و ماهیچه ها بالا است.
- 6) از نظر محیط زیست و سلامتی پرسونل این روش بر سایر چسبهای شیمیایی برتری دارد زیرا چسب سیلیکات سدیم غیر سمی، بی بو و غیر قابل احتراق است.
- 7) چون این چسب به راحتی در آب حل می شود لذا استفاده مجدد ماسه های مصرفی ممکن خواهد بود

## معایب روش CO<sub>2</sub>

- 1) عیب و محدودیت اساسی این روش مربوط به پایین بودن قابلیت خرد شوندگی قالب پس از اتمام ریخته گری است.
- 2) در ثابت نگه داشتن مقادیر چسب، ماسه و گاز CO<sub>2</sub> در محدوده مشخصی باید دقت به خرج داد. زیرا خروج از آن منجر به اشکال در قالبگیری و ایجاد قطعات معیوب خواهد شد.
- 3) زمان نگهداری ماسه مخلوط با سیلیکات سدیم خیلی محدود است. یعنی باید سریعاً عمل قالبگیری و گازدهی را انجام داد وگرنه در اثر جذب CO<sub>2</sub> از هوا ماسه سفت می گردد.
- 4) ماهیچه ها و قالبهایی که پس از تزریق CO<sub>2</sub> نیز سفت شده اند را نباید بیش از 24 ساعت نگهداری کرد، زیرا با جذب CO<sub>2</sub> از هوا باعث ایجاد عیب می گردد.

## اجزای روش CO<sub>2</sub>

1) سیلیکات سدیم (آب شیشه): سیلیکات سدیم سیال از تاثیر خاکستر سودایی مذاب (Na<sub>2</sub>O) روی ماسه سیلیسی خالص (Si<sub>2</sub>O) حاصل می شود. نسبت وزنی Si<sub>2</sub>O و Na<sub>2</sub>O به مدول آب شیشه معروف است و معمولاً رقم آن در حدود 3/22 به 1 می باشد. مواد مذاب حاصل با این روش دارای ویسکوزیته ی خیلی بالایی هستند. این مواد را در اتمسفر تحت فشار و درجه حرارت بالا با آب مخلوط کرده تا غلظت آن تغییر نماید. آب شیشه به دست آمده با این روش بیشتر در صنایع مواد شوینده استفاده می شود. جهت تهیه آب شیشه مناسب برای ریخته گری حدود 1/6 به 1 است که در شرایطی همچون ماهیچه سازی تا 1/2 به 1 نیز کاهش یابد. معمولاً در صنعت برای مشخص کردن آب شیشه علاوه بر مدول دانسیته (غلظت) آن در مقیاس تادل<sup>5</sup> نیز که با علامت Tw نشان داده می شود، باید بیان گردد. عدد Tw با ضرب دو رقم بعد از ممیز چگالی آب شیشه در عدد 2 به دست می آید. مثلاً اگر چگالی آب شیشه 1/4 گرم به سانتیمترمربع باشد. مقدار Tw برابر 80 خواهد شد.

---

<sup>5</sup> Twaddell

## 2) ماسه مصرفی

الف) خلوص ماسه: ماسه باید عاری از رطوبت باشد تا نتوان بر روی نسبت های دقیق موجود در ترکیب اثر گذارد. در این حالت میزان رطوبت مخلوط نباید از 0/256 افزایش پیدا کند.

ب) شکل و اندازه ماسه: باریز شدن اندازه ی دانه های ماسه، استحکام آن نیز بالا خواهد رفت. همزمان با عمل هم مصرف سیلیکات سدیم افزایش می یابد و هم قابلیت عبور گاز کم می گردد. لذا تا حد امکان باید از ماسه های درشت تر استفاده کرد. معمولاً عدد ریزی مناسب در حدود 55 تا AFS85 است. شکل دانه های مصرفی باید گرد و کروی باشد.

ج) خاک رس ماسه: عمدتاً وجود خاک رس از نوع بنتونیتی در مخلوط ماسه موجب می شود که استحکام آن پس از گازدهی افت یابد. بنابراین لازم بود به ماسه خاک رس اضافه گردد از خاک رس کائولیت استفاده می کنیم و اصولاً برای افزایش قابلیت متلاشی شدن ماسه پس از ریخته گری تا حدود 2/5 درصد وزنی خاک رسی کائولینی اضافه می کنیم.

## موارد کاربرد قالبگیری CO<sub>2</sub>

از این روش می توان در پروسه قالبگیری و ماهیچه سازی در اکثر موارد استفاده کرد. اما در بعضی از روشها این مورد مرسوم تر است.

1) قالبگیری در کف کارگاه: معمولاً در این روش قالبگیری قالبها از نظر ابعادی وسیع بوده و در کف کارگاه درون گودال ایجاد شده یا در جه های آن به وسیله آجرچینی روی کف ایجاد می شود.

2) ماهیچه سازی: به علت بالا بودن دقت ابعادی این روش اکثر ماهیچه ها به این روش ساخته می شود. از طرفی چون استحکام ماسه ها کم است. لذا مخلوط ماسه و چسب سیلیکات می تواند به شکل ماهیچه های پیچیده ساخته شود.

## 2.1.5- کوره

به طور کلی قسمت های مختلف کوره های القائی عبارتند از :

الف- بوته :

حاوی اسکلت فلزی کوره ، کوپل ، جداره نسوز – هسته ترانسفورمر، .....

ب- تاسیسات الکتریکی

شامل دژنکتور، سکیونر، ترانسفورماتور، مبدل فرکانس ، خازن ها ، چوکها، کلید های کولرها ، مکنده ها و تابلو های کنترل.

پ- تاسیسات خنک کن:

تاسیسات الکتریکی کوره القائی مثل ترانسفورماتور چوک ، خازن ها ، کلیدهای فشار قوی و تابلو مدار فرمان در محدوده ی زمانی خاصی می توانند کار کنند و اگر از حد معینی گرمتر شوند باعث ایجاد مشکلاتی می گردند ، لذا این تاسیسات باید خنک گردند ، خنک کردن تاسیسات الکتریکی می تواند به روش، ارکاندیشن یا کولر گازی صورت گیرد .

کوپل و بدنه کوره در کوره های بوته ای و کوپل ، پوسته ی اینداکتور ، پوسته خنک کن و گلوئی کوره در کوره های کانال دار نیز باید خنک شوند این قسمت ها عموماً با آب خنک می گردند(برخی از کوره های کوچک کانال دار بگونه ای طراحی می شوند که تمام قسمت های فوق الذکر یا قسمتی از آن با هوا خنک می شود ) و تاسیسات مخصوصی شامل مبدل های حرارتی ، پمپ ، برج خنک کن و غیره را دارا می باشد و معمولاً مقصود از تاسیسات خنک کن همین قسمت می باشد .

ت- تاسیسات حرکت بوته

برای کوره های بزرگ هیدرولیکی و برای کوره های کوچک مکانیکی یا هیدرولیکی است و شامل جک های هیدرولیک ، پمپ هیدرولیک، مخزن روغن ، شیر ها ، فیلتر ها ، دیگر تاسیسات هیدرولیک و میز فرمان هیدرولیک یا سیستم های چرخ دنده ای دستی یا چرخ دنده ای موتوردار.

ث- محل استقرار کوره

شامل اتاق محل استقرار بوته ، فونداسیون ، چاله ی تخلیه ی اضطراری ، محل استقرار تاسیسات الکتریکی ، هیدرولیکی و خنک کن و محل استقرار تابلو های مدار فرمان ، تابلوی کنترل مدار آب و میز فرمان هیدرولیک می باشد .

ج- تاسیسات تهویه

تاسیسات دوده و غبار گیر، بخصوص در کوره های بوته ای بزرگ را نیز می توان از تاسیسات مهم کوره بحساب آورد .

هر کدام از شش قسمت فوق مسائل و برنامه تعمیر و نگهداری مخصوص دارد که این برنامه بسته به نوع کوره (کانال دار ، بوته ای) ظرفیت بوته ، فرکانس کوره (خط ، متوسط ، بالا )، سیستم خنک کن کوره، سیستم حرکت بوته و نوع جداره نسوز تفاوت هایی داشته اما در اصول همسانی زیاد وجود دارد .

به طور کلی مسائل مربوط به کوره های القائی بوته ای و کانال دار از جمله عوامل موثر در کار کوره ، چگونگی کنترل خوردگی و سایش و ... با یکدیگر تفاوت هایی دارند لذا بهتر است در این

بررسی هر کدام به صورت جداگانه ای مورد مطالعه قرار گیرند .

#### -کوره های القایی بدون هسته

عوامل موثر در کار کوره :

**مهمترین عوامل موثر در بالا بردن راندمان کاری کوره** عبارت است از : اجرای دقیق برنامه تعمیر

و نگهداری کوره ، شارژ مناسب ، اپراتوری صحیح ، وضعیت جداره نسوز .

**الف :** اجرای دقیق برنامه تعمیر و نگهداری کوره

کوره های القایی بسته به نوع آن ( کانال دار ، بدون هسته ) ، ظرفیت آن ، مقدار فرکانس ، نوع سیستم خنک کن ، سیستم حرکت بوته و نوع جداره ی نسوز برنامه تعمیر و نگهداری مخصوص به خود دارد و باید به دقت اجرا شود اصول و خطوط کلی تعمیر و نگهداری کوره های القایی در قسمت های بعدی خواهد آمد

**ب:** شارژ مناسب

کوره های بدون هسته ذوب القائی با فرکانس پایین تر از 250 هرتز تمام ذوب خود را تخلیه نمی کنند تا زمان شارژ بعدی کوتاه تر شود . بعلت وجود ذوب در این کوره های مواد شارژ باید عاری از روغن و رطوبت باشد در غیر این صورت خطر پاشش ذوب و قطعات شارژ جامد به بیرون از کوره وجود دارد ضمناً وجود روغن و دیگر مواد آلی باعث ایجاد دود در کارگاه می شود . سرد بودن سرباره نسبت به ذوب در کوره های القائی ضمن اینکه این کوره ها را در امر احیای مواد اکسیدی ناتوان می کند باعث می شود این کوره ها نتوانند مقدار زیاد مواد اکسیدی ، خاک و سرباره را تحمل کنند و وجود مقادیر زیاد مواد غیر فلزی غیر آلی باعث ایجاد پل بالای ذوب ، بالای ذوب بخصوص هنگام سرد بودن ذوب می شود که خود می تواند مشکلاتی را در کار کوره ایجاد کند ابعاد نامناسب شارژ نیز می تواند هم مستقیماً به جداره صدمه بزند و هم در ایجاد پل روی ذوب کمک نماید

**پ- اپراتوری صحیح**

چرخش و تلاطم ذوب در کوره های القائی بدون هسته به خصوص با فرکانس های پایین تر باعث می شود تهیه ذوب با آنالیز معین و همگن و درجه حرارت مشخص و یکنواخت ، ساده تر شود . با این حال برای بالا رفتن راندمان و سلامت کوره اصولی را در کار با کوره باید رعایت کرد انتخاب شارژ مناسب ، دمای صحیح ذوب در مراحل مختلف، فرآیند تهیه ذوب ، شارژ کوره به روش صحیح ، اضافه کردن مواد آلیاژی و دیگر مواد افزودنی در زمان های صحیح و مقادیر معین ، توجه به تابلو های مدار فرمان و ابزار و وسائل هشدار دهنده و توجه به مسائل ایمنی از جمله وظایفی است که اپراتور کوره ( کوره دار ) هنگام کار با کوره باید رعایت کند ، اپراتوری کوره با توجه به نوع کوره ظرفیت آن ، نوع ذوب تهیه شده، نوع شارژ مواد جامد و پارامتر های دیگر تفاوت می کند .

برنامه تعمیر و نگهداری کوره ، انتخاب شارژ مناسب و اپراتوری صحیح از جمله دستور العمل هایی است که معمولاً فروشنده یا سازنده کوره همراه کوره ارسال می کند و می بایست جهت سلامت و بالا بودن راندمان کوره به آن ها عمل کند .

ت: وضعیت جداره نسوز:

جداره کوره های القائی می تواند در اثر سایش مکانیکی به وسیله ذوب و شارژ جامد خوردگی شیمیایی به وسیله سرباره ، ذوب و آتمسفر کوره ، شوک های مکانیکی و حرارتی ، کندگی و انهدام در اثر برخورد و تصادم با شارژ جامد شیوه شارژ نامناسب و غیر متناسب بودن ابعاد و کیفیت شارژ ، درجه حرارت بیش از اندازه بالای ذوب آسیب دیده یا نازک گردد . (نصب و پخت ناصحیح جداره و هر گونه انفجار به هر دلیلی داخل کوره نیز می تواند باعث انهدام یا آسیب به جداره نسوز شود .

و یا در اثر رسوب مواد غیر فلزی غیر آلی بر جداره ضخیم گردد که هر دو مورد برای کوره مضر می باشد . مورد اول ( نازک شدن جداره ) گر چه در مرحله اول باعث بالا رفتن توان گرمایی کوره می شود ولی در مجموع عمر جداره را پایین آورده و گاهی باعث توقف های اضافی می گردد مورد دوم ( ضخیم شدن جداره ) باعث پایین آمدن راندمان کاری کوره شده و گاهی در شارژ کردن نیز اخلال ایجاد می کند . برای شناخت علل ضخیم شدن جداره و نازک شدن جداره بر اثر فعل و انفعال شیمیایی باید ترمومتالورژی ذوب ، سرباره ، آتمسفر کوره و آستر نسوز را شناخت به عنوان مثال وجود اکسید های قلیایی در ذوب آلومینیم در کوره هایی با جداره آلومینایی باعث اکسید شدن آلومینیم مذاب و تشکیل آلومینا و رسوب آن بر جداره و در نتیجه ضخیم شدن جداره می گردد در صورتی که وجود اکسید های قلیایی در کوره های با جداره سلیسی باعث خوردگی شدید آستر نسوز می گردد . کنترل خوردگی و سایش

جداره کوره های بوته ای بسته ای به شرایط کاری ، نوع جداره از نظر شیمیایی و فیزیکی ، نحوه نصب ، رطوبت گیری و پخت آستر ، نوع و کیفیت شارژ جامد و نحوه شارژ می تواند هنگام کار ضخیم گردد یا اینکه در اثر سایش ، فرسایش خوردگی شیمیایی نازک گردد نازک شدن به مفهوم نزدیک شدن ذوب به کوئل و ضخیم شدن به معنای دور شدن ذوب از کوئل می باشد . با نازک شدن جداره و نزدیک شدن ذوب به کوئل فوران مغناطیسی جذب شده توسط کوئل افزایش پیدا کرده در نتیجه آمپری که توسط کوئل کشیده می شود افزایش پیدا می کند بنابراین اگر مقدار آمپری که توسط کوئل در یک ولتاژ معین کشیده می شود با یک حجم ذوب معین ( درجه حرارت ذوب تاثیر جزئی نیز بر آمپر کشیده شده دارد به هر حال دقیق تر است که درجه حرارت هم تقریباً جهت مقایسه یکسان باشد در کوره هایی که فرکانس متغییر است مقایسه باید در یک فرکانس مشخص صورت گیرد .) در حالت جداره ی نو با حالت جداره خورده شده مقایسه گردد افزایش آمپر مشاهده خواهد شد . با اضافه شدن مقدار آمپر کشیده شده که بیانگر جذب بیشتر فوران مغناطیسی توسط ذوب است خاصیت سلفی مدار بیشتر می شود و در نتیجه ضریب توان  $\cos \alpha$  از یک به سمت خاصیت سلفی منحرف می شود و برای یک کردن ضریب توان نیاز به مقدار خازن بیشتری در مدار می باشد . بنابراین بهترین راه کنترل خوردگی جداره زمانی که ذوب داخل کوره می باشد مشاهده مقدار جریان الکتریکی کشیده شده توسط کوئل ، ضریب توان و مقدار خازن های داخل مدار و مقایسه ی آن ها با حالت جداره نو می باشد . برعکس مطالب فوق در هنگامی است که جداره ضخیم گردد بدین معنا که با ضخیم شدن جداره ذوب از کوئل دور شده و در نتیجه حجم فوران مغناطیسی جذب



شده توسط ذوب کاهش می یابد و در نتیجه جریان کشیده شده توسط کوئل کم می شود و در نتیجه مدار خازنی می شود و ضریب توان از یک به سمت خازنی منحرف می گردد و برای یک کردن  $\cos \alpha$  نیاز است مقداری خازن از مدار خارج شود بنابراین با کنترل مداوم آمپر کشیده شده توسط کوئل ضریب توان  $\cos \alpha$  و مقدار خازن در مدار برای تصحیح ضریب توان و مقایسه آن با حالت جداره نو می توان دریافت که جداره نازک شده است و یا ضخیم ، مقادیر الکتریکی فوق را می توان در رابطه زیر خلاصه کرد :

مقاومت حمام مذاب (اهم) ضرب در توان کوره (وات) برابر است ولتاژ کوره (ولت) مقاومت حمام زمانی که از مذاب پر است و درجه حرارت ذوب نزدیک به درجه حرارت استفاده می باشد و ولتاژ کوره در یکی از ولتاژ های بالا قرار دارد اندازه گیری می شود این اندازه گیری به طور مداوم از زمانی که کوره نو کوبی شده است انجام می شود کاهش مقاومت حمام به معنای نازک شدن جداره و نزدیک شدن ذوب به کوئل است و افزایش مقاومت حمام به مفهوم ضخیم شدن جداره و دور شدن ذوب از کوئل می باشد معمولا اگر مقاومت حمام 20 درصد کاهش یافت به مفهوم این است که جداره نسوز نیاز به تعمیر دارد

این نکته را باید یاد آور ساخت که با نازک یا ضخیم شدن جداره بالانس فاز کوره هم غیر متعادل شده و در نتیجه مقدار خازن در مدار برای متعادل کردن فاز ها نیز تغییر می کند منتها جهت کنترل خوردگی یا ضخیم شدن جداره نیاز چندانی به کنترل بالانس فاز نمی باشد از طرفی با خورده شدن جداره یا ضخیم شدن آن مقدار حرارت منتقل شده به کوئل تغییر یافته و در نتیجه گرمای آب عبوری از داخل کوئل تفاوت می کند و اختلاف دمای آب ورودی با آب خروجی تغییر می کند . با نزدیک شدن ذوب به کوئل ، اختلاف دمای ورودی و خروجی افزایش و با دور شدن ذوب از کوئل اختلاف دمای ورودی و خروجی کاهش می باید از آن جا که بر افزایش و کاهش دمای آب عوامل مهم دیگری نیز موثر هستند این پارامتر به تنهایی نمی تواند معیار سنجش قرار گیرد و در جوار پارامتر های الکتریکی فوق اشاره می توان از آن بهره گرفت در برخی از کارخانجات این مفهوم اشتباه به وجود آمده است که نزدیک شدن ذوب به کوئل را اهم متر کوره نشان می دهد ، در صورتی که اهم متر مقاومت الکتریکی جداره را تعیین می نماید و جداره ی سالم حتی با ضخامتی معادل کمتر از 1/6 ضخامتی اصلی دارای مقاومت الکتریکی به اندازه کافی بالا است که اهم متر نتواند تشخیص بدهد اگر جداره خیس باشد یا در اثر نفوذ ذوب به جداره اتصال کوتاه به وجود آمده باشد اهم متر وضعیت را نشان می دهد زمانی که اهم متر اعلام خطر می نماید ( در بعضی کوره ها اهم متر مقاومت الکتریکی تمامی قسمت های تاسیسات الکتریکی کوره و بوته را همزمان کنترل می کند . در این حالت باید اول مشخص گردد که اتصال کوتاه در بوته است یا تاسیسات الکتریکی و بعد تصمیمات لازم اتخاذ گردد . ) چه از خیس شدن جداره و چه از اتصال کوره باشد باید بلافاصله کوره تخلیه گردد و در جهت رفع عیب تلاش شود . یاد آوری این نکته ضروری است که در زمان پخت جداره مقاومت الکتریکی جداره به خاطر وجود مختصری رطوبت در جداره ، پایین است که این مورد غیر از موارد یاد شده در فوق می باشد ، بنابراین مشخص است که اهم متر خوردگی جداره را نشان نخواهد داد و هنگامی که اهم متر مشخص می کند مقاومت الکتریکی جداره پایین آمده

به مفهوم اعلان خطر است و باید ذوب کوره بلافاصله تخلیه گردد. پس مقاومت الکتریکی جداره جهت کنترل سلامت جداره باید مرتب و مداوم بازرسی گردد ولی جهت کنترل نازک یا ضخیم شدن جداره در هنگام پر بودن کوره از ذوب باید ذوب کوره بلافاصله تخلیه گردد پس مقاومت الکتریکی جداره جهت کنترل نازک یا ضخیم شدن جداره در هنگام پر بودن کوره از ذوب باید از ضریب توان  $\cos\alpha$  مدار، آمپر کشیده شده توسط کوئل و مقدار خازن تصحیح  $\cos\alpha$  بهره جست، مشخص است در صورتی که خوردگی جداره موضعی باشد یا در ناحیه ای خوردگی و در ناحیه ای دیگر افزایش ضخامت جداره داشت، چرا که خوردگی موضعی کوچک گر چه می تواند خطر آفرین باشد اما تاثیر چندانی بر آمپر کشیده شده توسط کوئل ندارد و در صورتی که خوردگی در یک ناحیه با ضخیم شدن در ناحیه ی دیگر توام باشد بعلت خنثی کردن اثر یکدیگر باعث گمراهی کنترل کننده خواهد شد. بنابراین جهت کنترل دقیق تر وضعیت جداره از روش های دیگری هم می توان استفاده کرد. در کوره های با فرکانس بالاتر از 250 هرتز چون ذوب کوره پس از آماده شدن کاملاً تخلیه می گردد، می توان از مشاهده مستقیم نیز استفاده کرد و خوردگی های موضعی را تشخیص داد. در کوره های با فرکانس خط و فرکانس سه برابر (150 یا 180 هرتز) چون ذوب کوره کاملاً تخلیه نمی گردد، مشاهده تمام کوره امکان ندارد اما قسمت های فوقانی را می توان مشاهده کرد.

ضمناً کوره های القایی براساس تلفات فوکر و هیستریزیس عمل می کنند. زمانی که مذاب تشکیل می شود قبل از انتقال به بوته در ته بوته یک تکه AI قرار می دهند. به دلیل آنکه AI به دلیل داشتن اکتیویته ی بالاتر نسبت به Fe با اکسیژن ترکیب شده و اکسیژن  $Fe_2O_3$  را گرفته و به صورت  $Al_2O_3$  در سرباره ظاهر می شود.

## 2.2- شرح پروژه ها و فعالیتهای انجام شده توسط کارآموز

در این بخش به بررسی فعالیت های انجام شده در حوزه های مذکور می پردازیم تا پروسه به وجود آمدن یک قطعه ریخته گری را از ابتدا تا انتها بررسی کنیم.

### 2.2.1- ماهیچه گیری

در این مجموعه عملیات ماهیچه گیری به دو صورت ماهیچه سرد و ماهیچه ماسه چراغی صورت می گیرد.

در روش ماسه چراغی ابتدا دو قسمت جعبه شامل قسمت حفره دار یا مادگی و قسمت برآمده یا نری به یکدیگر متصل شده و سپس ماهیچه بر روی میزی که از سه جهت با استفاده از مشعل گرم می شود قرار گرفته و به مدت 7 الی 10 دقیقه پیش گرم می شود.



1 شکل 2.1 - میز ماهیچه گیری همراه با سه مشعل

سپس پس از پیشگرم شدن، قالب را از ماسه چراغی پر کرده و سطح آن را به وسیله کاردک پرداخت و صاف کرده و یکدست می کنند و آن را مقابل شعله قرار داده تا ماسه به یک رنگ قهوه ای تیره برسد. سپس قالب را از تماس با شعله جدا کرده و قسمت نری و مادگی را به وسیله یک چکش و کاردک از هم جدا کرده و ماهیچه بدست آمده را در انبار نگهداری می کنیم.



شکل 2.2- بخش ماهیچه گیری و تجهیزات آن

### چسب سرد یا فوران

روش دیگری که برای ماهیچه گیری در این کارخانه مورد استفاده قرار می گیرد، روش چسب سرد یا فوران است، که در این روش از ماسه ی سیلیسی و چسب فورفوریل الکل با فعال کننده ی اسید فسفریک در معرض هوا استفاده می شود.

فرمولاسیون مورد استفاده به این صورت است که 3% وزن ماسه، چسب استفاده کرده و 30 درصد وزن چسب، اسید اضافه می کنند. ابتدا ماسه را در میکسر ریخته و سپس اسید و پس از آن چسب را به میکسر اضافه می کنیم.

سپس بعد از گذشت حدود 30 ثانیه مخلوط را خارج کرده و جعبه ماهیچه را با آن پر می کنیم.

ماسه باید در چند مرحله و به مرور به داخل جعبه ریخته شده و همواره پس از ریختن مقداری از آن، به وسیله یک چکش یا کوبه آن را بکوبیم تا جعبه پر شود.

سپس باید به ماهیچه زمان داد تا خودش را بگیرد و خشک شود و این زمان بسته به ابعاد و دمای محیط متفاوت است و حدود یک ساعت زمان داده می شود.

پس از آن جعبه را باز کرده و ماهیچه را خارج می کنیم و به مدت یک روز می گذاریم تا گاز آن خارج شده و سپس مورد استفاده قرار گیرد.

دقت شود که در این روش نیز قبل از ریختن ماسه به درون جعبه، آن را با حرارت شعله خشک و پیش گرم می کنیم و پس از ریختن و پر کردن جعبه نیز بار دیگر به دیواره جعبه حرارت داده تا زودتر خشک شده و واکنش دهد.

این نوع ماهیچه رنگ قهوه ای تیره داشته، برخلاف ماهیچه های سیلیسی یا نو که رنگی قهوه ای روشن و مایل به نارنجی دارند.

### 2.2.2- قالب گیری

در این قسمت قالب ها که در واحد آهنگری تولید شده اند در قسمت ماشین کاری آماده می شود ، در بیشتر مواقع شرکت سفارش دهنده قالب های خود را به صورت ساخته شده و امانی در اختیار شرکت قرار می دهد ولی در غیر این صورت شرکت موظف به ساخت آن می باشد.



3 شکل 2.3- نمونه قالب ساخته شده در واحد آهنگری

بعد از ساخت قالب در واحد آهنگری و قسمت ماشین‌کاری، قالب تولید شده که شامل دو قسمت تای رو، و تای زیر می باشد، به قسمت قالب‌گیری می رود.

قبل از آنکه وارد سیستم قالب‌گیری شویم، باید با نحوه تهیه ماسه آشنا شویم، مقدار زیادی ماسه در کارخانه وجود داشته که خریداری شده و قسمتی از آن نیز بعد از بازیافت به چرخه تولید باز می گردد. که در طی مراحل بعد در مورد بازیافت ماسه صحبت خواهیم کرد.

در مرکز سوله دو مکنده بزرگ وجود دارد که ماسه ای که در مرکز سوله وجود دارد به وسیله ی آن مکیده شده و، وارد 2 سیلوی بزرگ می گردد



شکل 4-2. سیلوهای فرستنده ماسه به سمت مخزن ترکیب کننده با چسب

و دوباره از آن سیلوها به وسیله ی جریان هوا وارد مخزن بزرگ می شود. که وظیفه ی این مخزن ترکیب کردن ماسه با چسب سیلیکات سدیم است که توسط دو سیلوی دیگر به محل مخلوط شدن رسیده بود. پس در این مخزن ماسه ورودی با چسب سیلیکات سدیم به مقدار مناسب ترکیب شده و ماسه مورد نیاز کارخانه را جهت قالب‌گیری تهیه می کند.

2 مخزن بزرگ دیگر در پشت مخزن مخلوط کن، ماسه و چسب قرار دارد که مخزن چسب سیلیکات سدیم بوده که توسط کامیون های باری به آن مخزن ها تزریق می گردد.





5 شکل 2.5- مخزن های نگهداری چسب سیلیکات سدیم

همان طور که دیده می شود ،مخزن ماسه +چسب سیلیکات سدیم،ماسه مربوطه را به 2 جهت مختلف به منظور،قالب گیری تزریق می کند.در هر دو حالت ،یک دستگاه وجود دارد که ماسه را بعد از میکس کردن با فشار دکه ،وارد تا رو و تا زیر (درجه بالا و پایین) می کند .

ابتدا به سراغ درجه بالایی رفته و نوعی ماهیچه به اسم زیر تغذیه ای را بر روی قسمت راهگاه قرار می دهیم تا از شکست ماسه در این ناحیه جلوگیری کرده و جدایش تغذیه بهتر صورت گیرد. سپس استوانه ای را ایجاد قسمت راهگاه بر روی زیرتغذیه ای قرار داده و سپس کارگر مربوطه با زدن دکه پایین دستگاه میکسر (ماسه ریز) شروع به پر کردن درجه بالایی می کند.

هنگام ریخته شدن ماسه باید به وسیله سر انگشتان ماسه را در تمام نقاط درجه پخش کرده و کوبیده تا تمام قسمت ها پر شود و حین پر شدن درجه ، میله ای در قسمتی از درجه جاساز شده که در مراحل حمل و

جابجایی یا برداشتن درجه بالایی حین مونتاژ کارآمد است و یا امکان حمل توسط جرثقیل را فراهم می کند.

پس از پر شدن کامل درجه، شروع به کوبش آن می کنیم که این عمل به وسیله لگد کردن درجه انجام می شد و سپس با استفاده از یک نبشی سطح روی ماسه را پرداخت کرده و صاف می کنیم و بعد می توانیم استوانه را از درجه خارج کنیم. سپس شیر گاز CO<sub>2</sub> را باز کرده تا دمش گاز از زیر به ماسه انجام شود. در صورتی که قالب بزرگی داشتیم چند کانال هوا بر روی سطح درجه بالایی ایجاد کرده و دمش گاز را از بالا به درون دو یا چند کانال انجام داده و باقی را باز می گذاریم تا جریان برقرار شود. تفاوت درجه بالا و پایین از راهگاه و همچنین هواکش ها مشخص می شود.

سپس بعد از حدودا 2 دقیقه استحکام ماسه را چک میکنیم و در صورتی که به استحکام کافی رسیده بود، شیر گاز را بسته و به سراغ درجه پایینی میرویم.



شکل 6-2. منتقل کننده ماسه آماده به قالب

قبل از پر کردن درجه پایینی باید با استفاده از محلولی حاوی گازول و پودر گرافیت، سطح جدایش را در کف درجه با آغشتن محلول ایجاد کنیم. سپس همانند مراحل را طی نماییم.

گاهی در صورت بزرگ بودن قالب، از میل های آهنی جاساز شده در لابلای ماسه ها (گوشه های درجه) استفاده می شود تا استحکام قالب را بالا ببریم.

پس از هر مرحله پر کردن قالب، درجه ها را با استفاده از بادکش تمیز میکنیم تا ماسه ای باقی نمانده باشد.



پس از آن درجه ها را به وسیله نوار نقاله یا به صورت دستی و یا با جرثقیل به قسمت مونتاز منتقل می کنند.

### 2.2.3- مونتاز

در این مرحله قالب ها ی موجود بر روی، نوار نقاله که با جذب  $CO_2$  هوا استحکام کافی را کسب کرده اند، بر روی زمین کارخانه که با ماسه سیلیسی پوشیده شده است قرار می گیرد. زیرا، ماسه سیلیسی موجود در کف، باعث عدم شکستن و ضربه خوردن آن ها در هنگام گذاشتن بر روی زمین می شود، هر چند که قالب در اثر جذب  $CO_2$  مستحکم شده، ولی لازم است، احتیاط کرده و کار را به درستی انجام دهیم.

در صورتی که قسمت جزئی از قالب دچار شکست شد می توان با استفاده از چسب پیوند، آن قسمت را مجدد ترمیم کرد و به قالب چسباند.

در این حالت قالب ها را به صورت تای رو و تای زیر طوری در مقابل هم قرار می دهند که حدوداً 25 قالب به طور کامل به صورت زنجیره ای در مقابل هم قرار گرفته و آماده مونتاز می باشند. قبل از کار مونتاز، روی تا رو و تا زیر را با فشار باد تمیز کرده تا ماسه های اضافی از داخل آن ها خارج شود و باعث عیوب در آن ها نگردد.

و بعد با استفاده از پیستوله، رنگی را به داخل تای رو، و تا زیر پاشیده و سپس آن را مشتعل می کنند و حرارت می دهند.

این عمل به آن دلیل انجام می شود که رنگ مانع چسبیدن ماسه به قطعه و کنده شدن آن شود، و ضمناً آن را مشتعل می کنند تا ماسه قالب دوباره رطوبت نگرفته و مرطوب نگردد. بعد از آن دوباره با فشار باد داخل قالب ها را تمیز می کنیم.



7 شکل 2.7- پاشش رنگ با پیستوله بر روی قالب ها

سپس بعد از ماهیچه گذاری و آماده سازی قالب ها ، با قرار دادن درجه بالایی بر روی پایینی و گذاشتن تغذیه ، قالب ها را با استفاده از ماسه اب بندی کرده تا درزی نداشته باشد و مذاب خارج نشود و سپس با تعبیه تغذیه بر روی تای رو، اقدام به ریختن ذوب می کنیم.

به تغذیه اسلیو<sup>6</sup> نیز می گویند و ساخت آن از یک ماده آگزوترم بوده تا مانع از سرد شدن مذاب شود و همینطور سیالیت مذاب را افزایش دهد.

همچنین برای جلوگیری از تکان خوردن قالب ها حین ذوب ریزی ، پیم هایی را حین مونتاژ در محل مناسب قرار می دهند و سپس دو درجه بر روی هم سوار می شوند.

همچنین برای استحکام بیشتر قالب و چسبیدن هر دو درجه به هم، وزنه های فلزی را بر روی تای روی قالب می گذارند تا از تکان خوردن و پس زده شدن آن جلوگیری کند و ریخته گری به شکل دقیق تری صورت پذیرد.

<sup>6</sup> sleeve



8 شکل 2.8- نمونه قالب های در حال رنگ و ماهیچه گذاری



9 شکل 2.9- نمونه تغذیه استوانه ای

#### 2.2.4- نوب و کوره ها

این کار خانه شامل 2 کوره القایی 1 تنی می باشد، که تنها 1 کوره ی آن به طور دائمی کار می کند، و کوره ی دیگر برای مواقع اضطراری استفاده می شود، چون در مواقعی که کوره دچار مشکل می شود، باعث خوابیدن خط تولید و ضرر اقتصادی به کارخانه نشود. به همین دلیل کارخانه دارای یک اتاق برق برای کوره می باشد. زیرا، کوره، دیگر، در مواقع اضطراری استفاده می شود.

هنگام شروع به کار کوره، آن را با شارژ مربوطه که همان باقی مانده راهگاه ها و ضایعات تمیز شده است شارژ می کنیم. در شارژ کوره یک عمل خیلی مهم است، که ابتدا کوره را با ضایعات کوچک شارژ کرده و سپس ضایعات بزرگ را استفاده می نماییم. ضمناً می توان برای شروع کار از block start استفاده کرد.

فرایند کار به این صورت است که ابتدا کارفرما متناسب با نیاز، آلیاژ خاصی را سفارش می دهد که از آنجا که عمدتاً مشتریان این مجموعه کارخانه های سیمان است، بیشتر فولاد های نسوز در این مجموعه تولید می شوند. لذا متناسب با استاندارد باید ذوبی دارای ترکیب مشخص ایجاد نمود که برای این کار باید با انجام محاسبات میزان نیاز به هر ماده اولیه و یا پسماند را مشخص نمود.

در این کارخانه عمدتاً از پسماند های استینلس استیل استفاده می شود که به طور کلی به دو دسته استیل بگیر و نگیر در نظر گرفته می شوند.

استیل بگیر حدوداً حاوی 12 الی 15 درصد کروم بوده و مقدار نیکل آن در زیر 6، 5 درصد قرار دارد اما استیل نگیر دارای مقادیر نیکل بالاتری است و توسط آهنربا جذب نمی شود زیرا نیکل یک عنصر آستنیت زا و پایدار کننده آستنیت است و وجود این فاز کاهش خاصیت مغناطیسی در آهن می شود.

نمونه ای از محاسباتی که به عنوان یک تمرین توسط مسئول این بخش به من محول شده بود، در ادامه مشاهده می شود:

محاسبه شارژ ذوب چدن نشکن در کوره زمینی:

اندازه	نوع گرافیت	Dness bhn	UTS	گرید چدن
4	A	190-230	265-295	GG25

C	Si	Mn	S	P	CE
3	2.2	0.5	0.05	0.15	3.7-3.8

S%	P%	Mn%	Si%	C%	نوع چدن
0.08	0.17	0.5-0.7	2.2-2	3.1-3.3	GG25
0.08	0.15	0.7	2.2	3.25	ترکیب مورد نظر برای سیلندر
0.05	0.08	0.14	0.65	3	آنالیز شمش مالیبل

درصد تلفات در کوره زمینی:

عنصر	C	Si	Mn	Cr	Ni	cu	N
درصد اتلاف	%10	%5	%15	%10	0	0	0

ترکیب شارژ پس از ذوب شمش

c%	Si%	mn%	P%	S%
$3 - (3 \times 0.1) = 2.7$	$0.65 - (0.65 \times 0.05)$	$0.4 - (0.4 \times 0.15)$	0.08	0.05
درصد کربن بعد از ذوب در کوره	=0.1675	=0.34		

محاسبه کربن مورد نیاز برای 100kg مذاب:

$$C = 3.25 - 2.7 = 0.55 \text{ kg}$$

بازیابی گرافیت 90%

$$\frac{90}{10} \times \%c = 0.55 \rightarrow \%c = 0.611 \text{ kg}$$

محاسبه درصد Si مورد نیاز:

$$Si = 2.2 - 0.6175 = 1.58 \text{ kg}$$

بازیابی فرو سیلیسیم 75% ، 90% می باشد

$$0.15 \times \frac{9}{10} \times \%Fesi = 1.58 \rightarrow \%Fesi = 2.34$$

محاسبه درصد mn:

$$Mn = 0.7 - 0.34 = 0.36 \text{ kg}$$

بازیابی فرو منگنز 75% ، 90% می باشد.

$$\frac{9}{10} \times 0.75 \times \%FeMn = 0.36 \rightarrow \%FeMn = 0.533$$

محاسبه p:

$$P = 0.15 - 0.08 = 0.07 \text{ kg}$$

بازیابی فرو فسفر 25% می باشد.

$$0.25 \times \%FeP = 0.07 \rightarrow \%FeP = 0.28 \text{ kg}$$

محاسبه گوگرد:

$$s = 0.08 - 0.05 = 0.03 \text{ kg}$$

بازیابی فرو سولفور 20% است.

$$0.2 \times \%Fes = 0.03 \rightarrow \%Fes = 0.15$$

همانطور که در بالا مشاهده می شود ابتدا متناسب با آنالیز مورد نیاز برای سیلندر، و همینطور آنالیز شمش که موجود بود و با در نظر گرفتن میزان اتلاف کوره زمینی، میزان کربن باقی مانده که باید به شمش اضافه گردد را محاسبه کردیم.

مقدار کمبود کربن را می توانیم با توزین مقدار لازم از گرافیت گرانوله و همچنین در نظر گرفتن درصد بازیابی گرافیت، تامین کنیم.

باقی عناصر نیز معمولا از به صورت فرو سیلیس، فرو مولیبدن، فرو وانادیم و... درون محفظه هایی نگه داری می شوند که از روی رنگ و شکل آنها می شود آنها را شناسایی کرد.

عنصر نیکل معمولا به حالت ساچمه و خالص در دسترس وجود دارد و رنگ نقره ای دارد. یا به عنوان مثال کروم به صورت فروکروم و به دو حالت پرکربن و کم کربن موجود بود که کم کربن به شکل متخلخل و کلوخه ای بود و پرکربن رنگ کدر تری نسبت به آن داشت.

لذا برای باقی عناصر نیز با در نظر گرفتن مقدار بازیابی آن عنصر از ترکیب آن با آهن برآورد کرده و توزین می کنیم.

درصد بازیابی عناصر مختلف را معمولا به صورت تجربی بدست می آورند که این درصد برای عنصری مثل سیلیسیم بالا بوده ولی برای عناصری چون گوگرد و فسفر کم بوده و لذا مقدار زیادی از آنها می سوزد و خارج می شود.

شیره گیر ابزاری است که برای کنترل شیره یا سرباره و جدا کردن آن استفاده می شود و لذا با فرو کردن آن به سرباره، اگر سرباره به آن چسبید و شل نبود، سرباره مناسبی تشکیل شده است و قابل جداسازی است. اما اگر سرباره شل بود و نچسبید باید فلاکس اضافه کنیم تا این مشکل رفع شود.

همینطور قبل از ریختن مذاب به داخل قالب ها، باید حتما یک قطعه کوچک را ریخته و برای انجام کوآنومتری به آزمایشگاه منتقل کنیم تا درصد عناصر آن مطابق استاندارد و آلیاژ مورد نظر، کنترل شود.

پس از آماده شدن ذوب، آن را با کج کردن کوره به داخل پاتیل هایی میریزند و با استفاده از جرثقیل آن را به بالای قالب ها برده و با انبر هایی بلند آن را کج کرده و مذاب را به داخل تغذیه می ریزند.



## 2.2.5- آزمایشگاه

برای انجام آزمایش کوانتومتری باید ابتدا نمونه سطح مقطعی کاملاً صاف و مماس با استند دستگاه کوانتومتر پیدا کند و کامل بر روی استند بنشیند و همینطور سطح آن عاری از هرگونه الودگی بوده و صیقلی و پرداخت شود. لذا نمونه کوچکی که ریخته گری کردیم را به وسیله یک سنگ دیواری سنگ زده و سطح آن را صاف و صیقلی کرده و سپس بر روی آن سمباده می کشیم تا سطحی تمیز و براق حاصل شود.

در صورتی که نمونه با ناصاف بود و سطح آن قابل پرداخت با سنگ دیواری نبود، یا به وسیله برش یک سطح مقطع بر روی آن و یا با ماشین کاری پرداخت می شود. عموماً می توان با یک مینی سنگ یک مقطع آن را برش زد تا قابل قرار گرفتن بر روی استند و مماس با آن باشد.

ساختار دستگاه کوانتومتر به شکلی است که ابتدا بین سطح نمونه و الکتروستگاه، تخلیه الکتریکی صورت گرفته و جرفه ای زده می شود که باعث می شود تا ذرات جسم با پراکنده شدن از خود تابشی منتشر کنند و این تابش توسط عدسی دستگاه و همینطور فیبر های نوری به داخل دستگاه منتقل شده و توسط دتکتورها و آشکارساز ها دریافت و سپس به وسیله کامپیوتر تحلیل می شود و بر اساس میزان شدت هر تابش، نوع و مقدار هر عنصر درون ماده شناسایی می شود.

همینطور دستگاه پمپ خلا و یک پیوریفایر نیز دارد که به وسیله پمپ محفظه داخل دستگاه عاری از هرگونه گاز های مداخله گر شده و به وسیله پیوریفایر می توان گاز آرگون را که به عنوان یک گاز محافظ برای حفاظت از سطح نمونه استفاده می شود را به خلوص بالا تری رساند.

پیوریفایر دارای یک کوره است که آرگون با گذر از لوله هایی با دمای بالا (در حدود 450 درجه) کاملاً خالص شده و بازدهی آزمایش را بالاتر می برد.



10 شکل 2.10- مخزن گاز آرگون متصل به دستگاه



11 شکل 2.11- دستگاه کوانتومتر مدل اکسفورد



12 شکل 2.12- قرارگیری نمونه بر روی استند دستگاه جهت آنالیز



شکل 13.2- بازکردن استند و تمیز کردن الکتروود

دستگاه نیاز است که هر دو الی سه هفته یکبار کالیبره شود و این کار به وسیله معریف نمونه های استاندارد به دستگاه انجام می شود.

نمونه های استاندارد نمونه هایی هستند که آنالیز آنها از پیش تماما مشخص و در قطعه هموژن است و می توان با استناد به آنالیز آنها، دستگاه را تنظیم و دقت آن را بررسی کرد.

همینطور برای نگهداری بهینه از دستگاه باید هرچند وقت یکبار لنز عدسی دستگاه را نیز به وسیله استون خالص تمیز کرد تا از هرگونه خط و خش و یا دوده و الودگی پاک باشد، در غیر این صورت در تشخیص طول موج عناصر خطا رخ داده و اول از همه عناصری با طول موج بالا نظیر گوگرد و فسفر را همراه با خطای بالایی اندازه گیری می کند.

نشان یک آزمایش خوب و ایده آل جدای از مطابقت دستگاه با نمونه های استاندارد، نحوه پرداخت اولیه نمونه و همچنین سیاه بودن جرقه یا اسپارکی است که بر روی نمونه باقی می ماند. لذا اگر اسپارک آن سفید باشد نیاز به تکرار آزمایش و یا پرداخت بهتر سطح نمونه است.



درصد عناصر نمونه های استاندارد:

Name	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	V	W	Ti	Al
Mad 1	0.39	0.28	0.65	0.04	0.96	0.02	0.03				0.026
Mad2	0.39	0.26	0.64	0.05	0.96	0.01	0.03				0.027
Mad3	0.42	0.25	0.66	0.04	0.99	0.01	0.04				0.011
C 10	0.142	0.217	1.31	3.57	0.200	0.102	0.448	0.411	0.261	0.025	0.075
S 4	0.028	0.567	1.50	19.98	17.73	2.31	2.05	0.033	0.050	0.044	0.064
D 9	0.872	0.829	0.362	0.107	3.02	1.34	0.095	0.115	0.140	0.093	0.187
420	0.238	0.514	0.888	0.226	12.21	0.016	0.059	0.033	0.019	0.007	0.068
2/19	3.55	1.73	0.703	0.451	0.049	0.109	0.213	0.579	0.004	0.061	0.003

14 شکل 2.14- نمونه های استاندارد و آنالیز های آن

پس از انجام آزمایش باید جدول عناصر را مطابق شکل زیر پر کرد و میزان هر یک از عناصر را با استاندارد مورد نظر تطبیق داد و در صورت کم یا زیاد بودن هر یک از عناصر باید ذوب خود را با محاسبه کاستی و یا عنصر اضافی، اصلاح کنیم.

به فرض در صورت کم بودن عنصر کربن می توان با توزین مقدار مورد نیاز از گرافیت گرانوله آن را جبران کرد و یا در صورت بالا بودن عنصر Cr، می توان با افزایش نسبت سایر عناصر با افزودن قراضه ی مناسب، آن را اصلاح نمود.

تاریخ: ۱۳۹۲/۰۲/۲۲		فرم آنالیز نمونه ذوب														شماره ذوب: ۱۷۷۸۴		نوع آلیاژ: 1.4837	
شماره بورانه دستگاه: ۴		آنالیز ذوب (در صد) %														شماره ذوب: ۱۷۷۸۴		نوع آلیاژ: 1.4837	
ردیف	نوع	عنصر	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	CU	Ti	Al	W	تعداد قطعات	نوع	زمان	
h	min	Min.	0.30	1.00	<	<	<	11.0	24.0	<	-	-	-	-	-				
h	min	Max.	0.50	2.50	0.030	0.045	2.00	14.0	27.0	0.50	-	-	-	-	-				
1		SAMP.1	0.19	1.88	0.00	0.02	1.68	9.17	28.15										
2		SAMP.2	0.15	1.18	0.00	0.03	1.88	12.44	26.91	0.8									
3		SAMP.3																	
4		SAMP.4																	

امضاء مسئول آزمایشگاه:

15 شکل 2.15- بررسی مطابقت ترکیب ذوب، با الیاز نسوز 1.4837

همچنین ممکن است قطعه ای در کارخانه مورد عملیات حرارتی قرار گیرد و نیاز باشد که سختی آن را اندازه گیری کنیم.

برای این کار می توان از دو نوع سختی سنج ثابت؛ برای قطعات کوچک تر، و سختی سنج پرتابل برای قطعات بزرگ و تو پر استفاده کرد.



16 شکل 2.16- سختی سنج پرتابل



این نوع سختی سنج قادر با اندازه گیری رنج وسیعی از سختی در واحد های مختلف نظیر برینل، راکول بی، راکول سی و ویکرز و ... است و می توان میزان این سختی ها را به یکدیگر تبدیل کرد اما شرط استفاده از آن این است که قطعه دارای اندازه معین و نسبتاً بزرگی باشد و ضخامت مناسبی داشته باشد.



17 شکل 2.17-سختی سنج ثابت راکول سی

برای سختی سنجی با دستگاه ثابت، نکته ای که حائز اهمیت است آن است که هر دو فک دستگاه کاملاً بر روی سطح نمونه قرار گرفته و مخروط الماسه تماماً عمود بر قطعه نیرو را وارد کند. لذا قطعه نباید ناهمواری هایی در سطح و یا کف خود داشته باشد که مانع از انجام صحیح آزمایش شود. باید دقت شود که در صورت عدم رعایت شرایط مناسب، علاوه بر خطای در نتیجه آزمایش، ممکن است فشار وارد شده در جهتی غیر از عمود بر سطح، موجب شکست مخروط الماسه و وارد آمدن خسارت به دستگاه شود.

## 2.2.6- تراشکاری و اهنگری

برای تراشکاری نیاز به نقشه قطعه داریم و محل های لازم به تراش را با اشکالی مثلث شکل بر روی نقشه مشخص می کنند.

تعداد مثلث های درج شده نشان دهنده شدت و میزان تراشکاری مورد نیاز می باشد و به عنوان مثال یک مثلث نشان از سنگ زنی ساده و چهار مثلث نشان دهنده سنگ زنی مغناطیسی است.

هرماشین برای تراش در جهتی خاص ساخته و طراحی شده است و به طور معمول از الماسه با سختی 70 راکول استفاده می شود.

در صورتی که سختی قطعه بیش از حد بالا باشد (بالا تر از 40 راکول سی) و نیاز به تراشکاری داشته باشد باید حتما قبل از انجام این عملیات، عملیات حرارتی آنیل کردن بر روی آن انجام شود تا نرم تر شده و قابلیت تراش پیدا کند.

همچنین برای سوراخ کردن قطعات و ایجاد رزوه از دستگاهی به اسم رادیال استفاده می شد و یک شابلون از پیش تهیه شده را نصب و قطعه را بر روی آن می بستیم و سپس با کمی سوراخ کردن و مشخص شدن مکان سوراخ ها، شابلون را برداشته و کار سوراخ کردن را تکمیل می کردیم.

محلول اب صابون به عنوان خنک کننده تمام مدت کار بر روی محل تحت عملیات ریخته می شود که از زنگ زدن آن نیز جلوگیری می کند.

موردی از اهنگری که مشاهده نمودم برای زمانی بود که نیاز به گرفتن آنالیز از قطعه ای بسیار باریک و لوله ای شکل داشتیم و برای این کار نیاز بود تا ابتدا آن را بکوبیم؛ لذا آن را به بخش اهنگری منتقل کردیم که شخص با حرارت دادن به قطعه و گداخته کردن آن، با چکشی بر روی آن کوبید تا سطحی پهن تر بدست آید و بتوان از آن آنالیز شیمیایی گرفت.

## فصل سوم: نتیجه گیری و پیشنهادها

### 3.1- خلاصه فعالیت های انجام شده

در مدت زمان حضورم در این مجموعه، علاوه بر آشنایی با روش ریخته گری قالب ماسه ای با گاز CO<sub>2</sub> و انجام عملیات قالب گیری به صورت عملی، از باقی بخش های کارخانه نظیر عملیات حرارتی، شات بلاست که برای جدا کردن ماسه از قطعه انجام می شد، و همینطور بخش اداری مرتبط با رسیدگی به فرم های درخواست کارفرمایان نیز بازدید نمودم.

همچنین در بخش ذوب و کوره، علاوه بر آشنایی با سیستم های کنترل کوره های القایی و تنظیم و الیوم ولتاژ دستگاه و فشار اب داخل لوله ها، با برخی مواد اولیه موجود در کارخانه و پسماند های بازگشتی نیز آشنا شده و همینطور مسئله ای را در خصوص محاسبه میزان شارژ مورد نیاز برای ریخته گری چدن GG-25 را نیز حل نمودم.

و همینطور مدتی را در بخش ماهیچه سازی سرد سپری کرده و با مراحل انجام کار آشنا شدم و تا حدودی در عملیات پر کردن جعبه ماهیچه و میکس کردن ماسه برای ساخت ماهیچه همکاری داشتم.

عمده زمان کارآموزی را در بخش آزمایشگاهی سپری کرده و پس از آشنایی با انواع استاندارد ها و الیاز های متداول در صنعت، به صلاح دید مسئول آزمایشگاه به مرکز متالورژی پارسیان معرفی و مشغول به کار در همین حوزه شدم.

همچنین مسائلی در خصوص محاسبه تقریبی میزان شارژ مورد نیاز برای ریخته گری یک شکل پیچیده به من داده شد که با محاسبه جزئی حجم در بخش های مختلف آن و به کمک چگالی آلیاز مورد نظر؛ توانستم مقدار شارژ مورد نیاز برای ریختن این قطعه را تخمین بزنم.

### 3.2-پیشنهادهات

با مشاهداتی که در محیط کارخانه به عمل آمد، متوجه شدم که بعضی از دستگاه های آنجا مدت هاست که از کار افتاده و فعالیتی ندارد. به عنوان مثال دستگاهی که به شکل ماردونی و به صورت اتومات اقدام به مخلوط کردن ماسه و چسب و اسید برای تولید ماهیچه سرد می کرد، از کار افتاده بود و راندمان کار در این قسمت با توجه به کم بودن نیروی کار در آن به سبب این موضوع پایین آمده بود.

همچنین دستگاه آنالیز ماسه نیز عملکرد مناسبی نداشت و مطمئن نبودن از کیفیت ماسه مصرفی اشکالاتی را در زمینه کار قالب گیری رقم می زد.

یکی از موارد پر تکرار در این حیطة، شکسته شدن جزئی قالب بود که به علت عدم ایجاد سطح جدایش مناسب توسط کارگر مربوطه و یا مناسب نبودن آنالیز ماسه به وقوع می پیوست که برای ترمیم آن مجبور به استفاده از چسب و ترمیم به صورت دستی بودند. لذا با جایگزینی این دستگاه ها بنظر می توان در عملکرد این بخش ها بهبودی را رقم زد.



## فصل 4: مراجع

1- کتاب اصول ریخته گری تألیف: آقای جلال حجازی

2- سایت انجمن مهندسين متالورژی ايران

3- متالورژی فیزیکی نوشته Sidney H. Avner

4- اصول و طراحی کوره های صنعتی – پیتیر مولینگر

---