جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

ایمنی کار در ریخته گری

ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

ایمنی کار در ریخته‌گری

ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی

تهیه‌شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و
بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مولف: امین جعفری رامیانی

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول
۱۴۰۰

سرشناسه : جعفری رامیانی، امین، ۱۳۵۷-
عنوان و نام پدیدآور : ایمنی کار در ریخته گری ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی/ مولف امین جعفری رامیانی؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ [برای] وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی معاونت روابط کار. مشخصات نشر : تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۰. مشخصات ظاهری : ۲۲۹ ص.: مصور(بخشی رنگی)، جدول.
۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۳۹-۳ : شابک وضعیت فهرست نویسی : فیپا یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۲۲ - ۲۲۹.
موضوع : ریخته گری -- پیش بین یهای ایمنی Founding -- Safety measures ریختهگری -- جنبه های بهداشتی Health aspects -- Founding ایمنی صنعتی Industrial safetym بهداشت صنعتی Industrial hygiene محیط کار -- پیش بینی های ایمنی Work environment -- Safety measures شناسه افزوده : مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار شناسه افزوده : دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران) Amir Kabir university of technology)Tehran polytechnic) : افزوده شناسه
شناسه افزوده : ایران. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. معاونت روابط کار
رده بندی کنگره : TS۲۳۳
رده بندی دیویی : ۶۷۱/۲
شماره کتابشناسی ملی : ۸۶۷۶۳۳۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

ایمنی کار در ریخته‌گری ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی

تهیه شده: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مؤلف و گردآورنده: امین جعفری رامیانی
ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۴۰۰
قیمت: رایگان
شمارگان: ۵۰ نسخه

ISBN: 978-600-6203-39-3
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۳۹-۳

مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد بلوار معلم، نرسیده به میدان معلم کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳۵۱

کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

سخنی با خوانندگان

ارتقای فرهنگ ایمنی کار، همواره به عنوان مهمترین راهبرد پیشگیری حوادث ناشی از کار شناخته شده است و امروزه فرهنگ ایمنی کار به عنوان مهارت های شغلی افراد تلقی می گردد و نقشی بی بدیل در کاهش هزینه های مستقیم وغیرمستقیم ناشی از حوادث و بیماریهای شغلی ایفاء می نماید. طبق نظر دفتر بین المللی کار ، مهمترین اصل در پیشرفت یکپارچه اصول ایمنی و بازتاب آن در محیط کار ، توجه به جنبه های فرهنگی و اجتماعی با دید زیست افزاری است که این امر ضمن تحقق شعار "انسان سالم محور توسعه پایدار"، موجب ارتقای بهره وری و بهبود نظامهای اقتصادی در کشورها محسوب می گردد. در همین راستا، بهره مندی از محصولات و محتوای فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه واستاندارد ایمنی ، یکی از کاربردی ترین و موثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار می باشد که ضمن تحقق آموزشهای کاربردی وهدفمند ، نهایتا به ایجاد کار شایسته منجر می گردد.

بر همین اساس معاونت روابط کار پس از سالیان متمادی، با اتخاذ سیاستهای نوین و به روز آموزشی؛ از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان مجرب آن مرکز و با بهره مندی از دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و با حمایت های بی دریغ جناب آقای دکتر عبد الملکی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه، استاندارد و منطبق با نیازسنجی های آموزشی؛ همچنین دستورالعمل های فنی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که با بهره گیري از جدیدترین متون علمی داخلی وبین المللی ومتناسب با نیاز علوم و فناوریهاي پیشرفته روز تدوین گردیده است ، بتواند در ارتقای سطح دانش ایمنی و آگاهي جامعه کار و تولید کشور موثر واقع گردد.

علی حسین رعیتی فرد
معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

مقدمه ناشر

بی‌شک یکی از نشانه‌های بارز توسعه پایدار در هر کشور، ایجاد و ارتقای فرهنگ ایمنی است که به صیانت از نیروی انسانی و حفظ منابع مادی و معنوی منجرخواهد شد. به طور یقین دستیابی به چنین هدفی نیازمند رشد همه جانبه علمی و فرهنگی در زمینه ایمنی و بهداشت کار است، که از این مجمل تهیه و انتشار کتب و استانداردهای ایمنی یکی از راهکارهای موثر در بسترسازی مناسب در این خصوص به شمار می‌رود که در نتیجه نیازسنجی‌های علمی تهیه و تدوین شده باشد.

مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کاروزارت تعاون کارورفاه اجتماعی، در سال ۱۳۴۸ با هدف تامین ایمنی وسلامت نیروی انسانی شاغل در واحدهای صنعتی، تولیدی، خدماتی، کشاورزی و معدنی کشور تاسیس ومستند به قانون کار جمهوری اسلامی ایران، بعنوان مرکز تخصصی ایمنی وبهداشت کاراقدام به خدمت رسانی به جامعه کار وتلاش کشور می‌نماید. این مرکز از سال ۱۳۸۸ ودر راستای توسعه و رسالت خطیر و وظایف قانونی آموزشی وپژوهشی خودورفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی وتخصصی در زمینه ایمنی وبهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف، هدایت، راهبری وانتشار این کتب در سطح کشور نمود. در همین راستا این مرکز اقدام به استانداردسازی منابع آموزشی ایمنی وحفاظت فنی و تقویت میزان اثربخشی آموزش‌های مرتبط و به تبع آن ایجاد نظام یکپارچه در فرآیندهای آموزشی و همچنین تدوین دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی، به عنوان یک حرکت پویا و نوین و با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره‌گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور نموده است. امید است بهره‌مندی از محتواهای آموزشی و دستورالعمل‌ها و منابع علمی جدید بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره وری، کاهش حوادث و بیماری‌های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان برخود لازم می‌دانم ضمن تشکر از گردآورنده این محتوا جناب آقای دکتر امین جعفری رامیانی و از تلاش‌های همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار از جمله آقایان مهندس آرش گودرزی، مهندس علی قنادان، مهندس غلام‌حسین حسینی و نیز همه عزیزانی که در تولید و تدوین این محتوی آموزشی ما را یاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری نمایم.

درپایان؛ مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کاربا چاپ اثر مزبوربه عنوان نسخه اولیه منتشر شده؛ آمادگی بهره‌مندی مستمر ازبازخوردها ونظرات وپیشنهادات اصلاحی وسازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به منظور بروزرسانی ورفع نواقص احتمالی، وهرچه پربارتر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

امیرعباس پرکنی

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

فهرست

عنوان | شماره صفحه

فصل اول مقدمه..... ۱۱

۱-۲ تعاریف..... ۱۴

فصل دوم آشنایی با ریخته‌گری..... ۱۷

۲-۱ محصولات و روش‌های ریخته‌گری..... ۲۰

۲-۱-۱ دامنه محصولات ریخته‌گری..... ۲۰

۲-۱-۲ دامنه روش‌های ریخته‌گری..... ۲۲

۲-۲ قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی)..... ۲۵

۲-۲-۱ کارخانه ریخته‌گری قطعه..... ۲۵

۲-۲-۲ قالب موقت (مصرفی)، قالب دائمی و مدل ریخته‌گری..... ۲۹

۲-۲-۳ بارریزی، انجماد و سردشدن قطعه..... ۴۱

۲-۲-۴ تمیزکاری، ریخته‌پیرایی و تمام‌کاری..... ۴۳

۲-۲-۵ بازرسی قطعه و عیوب ریختگی..... ۴۴

۲-۳ کوره، ذوب و بارریزی..... ۴۴

۲-۳-۱ انبار قراضه و مواد بار کوره..... ۴۵

۲-۳-۲ باردهی (شارژ) کوره و ذوب..... ۴۶

۲-۳-۳ کوره‌های ذوب ۴۷

۲-۳-۴ عملیات کیفی ذوب..... ۵۱

۲-۳-۵ نسوزکاری کوره..... ۵۳

۲-۴ شمش‌ریزی..... ۵۴

۲-۴-۱ شمش‌ها..... ۵۴

۲-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته فولاد..... ۵۷

۲-۴-۳ ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (DC) آلیاژهای آلومینیم و مس..... ۶۰

۲-۴-۴ ریخته‌گری پیوسته افقی آلیاژهای مس..... ۶۲

۲-۴-۵ ریخته‌گری پیوسته میله، تسمه و ورق..... ۶۲

فصل سوم مخاطرات محیط کار ریخته‌گری..... ۶۵

۳-۱ مخاطرات عمومی محیط کار..... ۶۹

۳-۱-۱ مخاطرات مکانیکی و ارگونومی..... ۷۰

۳-۱-۲ مخاطرات فیزیکی و برق..... ۷۳

۳-۱-۳ مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی..... ۷۴
۳-۱-۴ مخاطرات روانی و عوامل انسانی..... ۷۶
۳-۲ مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری..... ۷۷
۳-۲-۲ انفجار مذاب..... ۷۸
۳-۲-۳ آسیب‌های گرمایی و سوختگی..... ۸۱
۳-۲-۴ گاز، دود، بخار و مواد شیمیایی خطرساز..... ۸۴
۳-۲-۵ مخاطرات قراضه، انبار، جابجایی و فرآوری مواد..... ۸۶
۳-۲-۶ مخاطرات کوره، ذوب، بارریزی..... ۸۸
۳-۲-۷ مخاطرات مدل‌سازی و قالب‌گیری..... ۹۷
۳-۲-۸ مخاطرات تمیزکاری، ماشین‌کاری و عملیات حرارتی..... ۱۰۱
۳-۳ ارزیابی ریسک مخاطرات..... ۱۰۲
فصل چهارم ایمن‌سازی محیط کار ریخته‌گری..... ۱۰۵
۴-۱-۱ جانمایی، جابه‌جایی و گذرگاه‌ها..... ۱۰۸
۴-۱-۲ ایمنی محوطه قراضه و انبار مواد..... ۱۱۰
۴-۱-۳ ایمنی کارگاه ذوب و بارریزی..... ۱۱۳
۴-۱-۴ ایمنی کارگاه قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری..... ۱۲۰
۴-۱-۵ پیش‌گیری و کنترل مخاطرات شیمیایی و آلاینده‌ها..... ۱۲۴
۴-۱-۶ پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی و ارگونومی..... ۱۲۷
۴-۲ ایمن‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری..... ۱۲۸
۴-۲-۱ ماشین‌آلات فرآوری قراضه و مواد اولیه..... ۱۲۹
۴-۲-۲ ایمن‌سازی کوره‌های ذوب..... ۱۳۰
۴-۲-۳ ایمن‌سازی پاتیل‌ها و تجهیزات جابجایی مذاب..... ۱۳۶
۴-۲-۴ ایمن‌سازی ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته..... ۱۳۸
۴-۲-۵ ایمن‌سازی ماشین‌ها و جرثقیل‌های جابجایی مذاب..... ۱۴۰
۴-۲-۶ ماشین‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری..... ۱۴۴
۴-۲-۷ ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری..... ۱۴۹
۴-۳ حفاظت فردی..... ۱۵۵
۴-۳-۱ حفاظت سر..... ۱۵۹
۴-۳-۲ حفاظت چشم و صورت..... ۱۵۹
۴-۳-۳ حفاظت تنفسی..... ۱۵۹
۴-۳-۴ حفاظت دست‌وپا..... ۱۵۹
۴-۳-۶ حفاظت گوش و شنوایی..... ۱۶۰

۴-۳-۷ حفاظت فردی فراتر از تجهیزات..... ۱۶۱
فصل پنجم حادثه و شرایط اضطراری..... ۱۶۳
۵-۱ مروری بر حوادث کار ریخته‌گری..... ۱۶۶
۵-۱-۱ انفجار مذاب..... ۱۶۶
۵-۱-۲ آتش‌سوزی در کارگاه قراضه..... ۱۶۸
۵-۱-۳ حادثه در بارریزی پاتیل..... ۱۷۱
۵-۱-۴ انفجار کوره القایی..... ۱۷۳
۵-۲ اقدام برای شرایط اضطراری..... ۱۷۵
۵-۲-۱ آمادگی برای شرایط اضطراری..... ۱۷۵
۵-۲-۲ اقدام‌های فوری در شرایط اضطراری..... ۱۷۶
۵-۳ مستندسازی رویدادها و حوادث..... ۱۷۷
فصل ششم مدیریت ایمنی و سلامت کار..... ۱۷۹
۶-۱ چه کسانی مسؤولیت دارند؟..... ۱۸۱
۶-۲ سامانه مدیریت سلامت و ایمنی (کارفرما)..... ۱۸۳
۶-۲-۱ کمیته ایمنی و سلامت کار **HSE** (مغزافزار)..... ۱۸۳
۶-۲-۲ سامانه نرم‌افزاری و دانش نیروی انسانی (نرم‌افزار)..... ۱۸۴
۶-۲-۳ محیط کار، ماشین‌ها و تجهیزات (سخت‌افزار)..... ۱۸۵
۶-۳ روش مدیریت ایمنی و سلامت (کارفرما)..... ۱۸۶
۶-۳-۲ شناسایی و تدوین اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی..... ۱۸۸
۶-۳-۳ آموزش و مدیریت نیروی انسانی (کارفرما)..... ۱۸۹
۶-۳-۴ کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند (کارفرما)..... ۱۹۱
۶-۴ چالش‌های مدیریت سلامت و ایمنی کار..... ۱۹۲
۶-۴-۱ بوروکراسی، یک مانع..... ۱۹۲
۶-۴-۲ آموزش نیروی انسانی..... ۱۹۲
۶-۴-۳ مسایل ناشناخته..... ۱۹۳
۶-۴-۴ توسعه فرهنگ ایمنی و سلامت کار..... ۱۹۳
فصل هفتم مقررات، استانداردها و راهنماها..... ۱۹۵
۷-۱ نهادهای قانون‌گذار..... ۱۹۷
۷-۱-۱ شورای عالی حفاظت فنی ایران..... ۱۹۷
۷-۱-۲ مرکز سلامت محیط و کار ایران..... ۱۹۸
۷-۱-۳ سازمان ملی استاندارد ایران..... ۱۹۸
۷-۱-۴ انجمن‌های علمی و صنفی ریخته‌گری..... ۱۹۸

۷-۱-۵ نهادهای برون‌مرزی و جهانی..... ۱۹۸
۷-۲ مقررات ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری..... ۱۹۹
۷-۲-۱ ماده اول مقررات ایمنی و سلامت کار..... ۲۰۰
۷-۲-۲ آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه‌ریزی و لوله ریزی)..... ۲۰۰
۷-۲-۳ آیین‌نامه کار با دستگاه‌های ریخته‌گری تحت‌فشار..... ۲۰۰
۷-۲-۴ مقررات برون‌مرزی و جهانی..... ۲۰۰
۷-۳ استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری..... ۲۰۲
۷-۳-۱ راهنماهای مدیریت ایمنی و سلامت..... ۲۰۲
۷-۳-۲ استانداردهای ملی برای ایمنی ریخته‌گری..... ۲۰۲
۷-۳-۳ استانداردهای جهانی ایمنی در ریخته‌گری..... ۲۰۲
۷-۳-۴ ارزیابی ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری..... ۲۰۵
فصل هشتم پیوست‌ها و مراجع..... ۲۰۹

۱

فصل اول

مقدمه

مقدمه

ریخته‌گری فرآیند ذوب فلز و ریختن آن درون محفظه‌ی قالب برای شکل‌دهی و تولید محصول فلزی است. ریخته‌گری بیش از ۵۰۰۰ سال پیشینه دارد و همچنان درحال‌توسعه است. دامنه‌ی تعریف و کاربرد ریخته‌گری به اندازه‌ی دامنه‌ی فلزها و آلیاژها گسترده است؛ بسیاری افراد ریخته‌گری را در فن‌آوری و صنعت می‌شناسند، برخی آن را در دامنه‌ی علم و مهندسی تعریف می‌کنند؛ و برخی دیگر آن را در زمینه‌ی هنر و یا تاریخ تمدن می‌جویند. آنچه بین همه‌ی تعریف‌ها و کاربردهای ریخته‌گری مشترک است، ذوب فلز و ریختن آن در قالب است. از جواهرات گرفته تا قطعه‌های غول‌پیکر چندصدتنی کارخانه‌ها، بیش از ٪۸۰ تمام محصولات فلزی ساخت انسان، در طی ساخت، دست‌کم یک بار ریخته‌گری می‌شوند. بسیاری از صنایع همچون ساختمان‌سازی، حمل و نقل، انتقال نیرو، ماشین‌سازی و کارخانه‌ها نیاز اساسی به کالاهای ریختگی دارند. زیرساخت‌ها، تولید، توسعه و اقتصاد، به صنایع آهن و فولاد و فلزات غیرآهنی وابسته است، که در اغلب آن‌ها، ریخته‌گری بخش مهمی از فرآیند تولید است. باوجود تمام پیشینه و اهمیت این صنعت، در مورد ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری همواره نگرانی‌هایی وجود داشته و حادثه‌هایی رخ داده است. اگرچه تمرکز یک کارخانه ریخته‌گری بر تولید اقتصادی قطعه‌های ریختگی است، اما توجه به جنبه‌ها و اثرات این فرآیند بر ایمنی و سلامت افراد و محیط کار و زندگی آن‌ها، با توجه به احتمال حادثه، بسیار ضروری است. سرمایه‌های انسانی و دارایی کسب‌وکار با ایمنی و سلامت کار حفاظت می‌شود و توسعه پایدار کسب‌وکار، بدون وجود فرهنگ ایمنی و سلامت، شکل نمی‌گیرد.

۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

افراد گوناگونی، حقیقی یا حقوقی، در سمت‌ها و سازمان‌های مختلف، ممکن است با ریخته‌گری سروکار داشته باشند. تمام این افراد، چه آن‌ها که در کارگاه ریخته‌گری کار می‌کنند و به‌طور مستقیم با کوره و ذوب و بارریزی سروکار دارند، چه افرادی که در خارج از محل ریخته‌گری، به‌طور غیرمستقیم، مشغول به کاری در ارتباط با ریخته‌گری هستند، نیاز به دانش و اطلاعات در مورد ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری دارند. هدف کتاب حاضر بر این است که ضمن ارائه یک شناخت اولیه از فرآیندهای ریخته‌گری، مجموعه‌ای از مستندات و مطالب مربوط به ایمنی و سلامت را برای دامنه‌ای از افراد، که با ریخته‌گری سروکار دارند، گردآوری کند. مخاطب این کتاب ممکن است جزو افراد یا گروه‌های زیر باشد:

- کارشناسان ایمنی و بازرسان ریخته‌گری
- مدیران ارشد و کارفرمایان کسب و کار ریخته‌گری
- اعضای کارگروه‌های سلامت، ایمنی و زیست بوم

فصل دوم کتاب حاضر، مروری مختصر بر فرآیندها، روش‌ها و تجهیزات ریخته‌گری دارد. فصل سوم، مخاطرات ایمنی و سلامت کار در ریخته‌گری را معرفی و شناسایی می‌کند. مجموعه‌ای از راهکارهای ایمن‌سازی و اقدامات پیش‌گیری و کنترل ریسک‌های ریخته‌گری در فصل چهارم آمده است. چند گزارش مستند از حوادث ریخته‌گری و توصیه‌های ایمنی برای شرایط اضطراری در فصل پنجم ارائه شده است. فصل ششم چارچوبی از یک سامانه مدیریت ایمنی و سلامت رسم می‌کند و به معرفی ساختار و روش کار این سامانه می‌پردازد. فصل هفتم نهادهای قانون‌گذار، مقررات، راهنماها و استانداردهای ایمنی و سلامت که مربوط به ریخته‌گری هستند را معرفی و مرور می‌کند.

۱-۲ تعاریف

در کتاب حاضر از واژه‌ها و تعاریف زیر استفاده شده است:

بار (شارژ)[۱]: موادی که به داخل کوره ذوب باردهی (شارژ) می‌شود.

بارریزی (ذوب‌ریزی)[۲]: عملیات ریختن ذوب درون قالب ریخته‌گری.

بوته[۳]: محفظه‌ی دیرگداز برای ذوب، نگهداری و ریخته‌گری مذاب فلزات

پاتیل[۴]: محفظه‌ی تخلیه، حمل و نگهداری مذاب با قابلیت خم‌شدن برای باریزی.

پیش‌آمد[۵]: رویداد مخاطره‌آمیز که منجر به آسیب یا جراحت نشده باشد.

۱-Charge
۲-Pouring
۳-Crusible
٤-Ladle
٥-Incident

حادثه[۱]: رویداد ناخواسته که منجر به مرگ، جراحت یا نقص در سلامت شود.
ذوب (ذوب‌گیری)[۲]: عملیات ذوب مواد فلزی در کوره و تولید مذاب با ترکیب شیمیایی و دمای مشخص
ریخته‌پیرایی[۳]: زدودن، پیرایش و پرداخت‌کاری سطوح و لبه‌های قطعه ریختگی
ریختگی[۴]: قطعه‌ی فلزی که محصول فرآیند ریخته‌گری است.
ریخته‌گری[۵]: فرآیندی که با ذوب فلز و ریختن آن درون محفظه‌ی قالب برای شکل‌دهی و تولید محصول فلزی انجام می‌شود.
ریژه‌ریزی (ریخته‌گری قالب دایمی)[۶]: روش ریخته‌گری با قالب دائمی که اغلب فلزی است.
ریسک[۷]: ترکیب (حاصل ضرب) احتمال وقوع و عواقب یک رویداد مخاطره‌آمیز.
سرباره‌گیری[۸]: کار جمع‌آوری و تخلیه سرباره از سطح مذاب.
فشار گرمایی[۹]: اثرات محیط گرم که شامل ناراحتی، بی‌قراری، جوش و عارضه پوستی، یا حتی شوک گرمایی می‌تواند باشد.
کاردان (فرد شایسته)[۱۰]: فردی که دارای ترکیب مشخصی از مهارت، دانش تأییدشده و تجربه است.
مخاطره[۱۱]: منبع یا موقعیتی که دارای خطر بالقوه آسیب به شکل جراحت، نقص سلامت، مرگ یا ترکیبی از آن‌ها باشد.
مدل[۱۲]: قطعه‌ای از چوب، فلز یا دیگر مواد که شبیه به قطعه ریختگی است و برای ایجاد شکل محفظه قالب از آن استفاده می‌شود.
ممیزی[۱۳]: فرآیند مدون و مستقل بررسی شواهد برای تعیین میزان تحقق یک هدف بر اساس معیار مشخص.

۱-Accident
۲-Melting
۳-Fettling
٤-Casting / Cast
٥-Casting / Founding
٦-Permanent Mold Casting
۷-Risk
۸-Deslaging
۹-Thermal Stress
۱۰-Competent person
۱۱-Hazard
۱۲-Pattern
۱۳-Audit

۲

فصل دوم

آشنایی با ریخته‌گری

آشنایی با ریخته گری

انسان از آغاز عصر برنز (مفرغ[۱])، از حدود ۶۰۰۰ سال پیش، با فن و هنر ریخته‌گری سروکار داشته است. تا آنجا که از باستان‌شناسی می‌دانیم، کهن‌ترین شیء فلزی ریخته شده، یک مجسمه‌ی قورباغه‌ی مسی است که ۵۲۰۰ سال پیش در میان‌رودان (بین‌النهرین ـ عراق کنونی) ساخته شد. انسان آن دوران موم عسل را به فرم مجسمه شکل می‌داد (مدل‌سازی)، در توده‌ی گِل می‌گرفت (قالب‌گیری)، در آتش می‌سوزاند (پخت قالب و تخلیه‌ی موم)، زیر کوره‌ای از سنگ مس و زغال جای می‌داد و در آتش کوره می‌دمید (ذوب). با آن آتش احیاکننده، سنگدازی[۲] انجام می‌شد و گدازه‌ای از مس و قلع ـ مفرغ یا برنز ـ به زیر کوره جاری می‌گشت (بارریزی). ذوب، حفره‌ی درون قالب گلی را پر می‌کرد، شکل آن را به خود می‌گرفت و به‌صورت مجسمه‌ای از مفرغ منجمد می‌شد. هنوز پس از گذشت عصرها و هزاره‌ها، انسان این فن را به کار می‌برد تا آن‌جاکه برخی از حساس‌ترین قطعات موتور جت امروزی (مانند پره‌های توربین) تا ظریف‌ترین جواهرات از فلزات گران‌بها با الهام از همین روش ساخته می‌شوند؛ با این تفاوت که مدل مومی با چاپگر سه‌بعدی شکل می‌گیرد، بازوی ربات آن را در دوغاب سرامیک غوطه‌ور می‌کند، و کوره‌های پیشرفته با برنامه‌ریزی هوشمند و اتمسفر کنترل‌شده، کار پخت قالب و بارریزی را به‌طور خودکار انجام می‌دهند.

۱- Bronze – مفرغ: آلیاژ مس و قلع

۲- Smelting

۲-۱ محصولات و روش‌های ریخته‌گری

■ ۱-۱-۲ دامنه محصولات ریخته‌گری

برای تولید قطعات فلزی روش‌های گوناگون مانند ماشین‌کاری، آهنگری (پتکاری[۱])، ماشین کنترل عددی[۲]، ریخته‌گری، ورق‌کاری، چاپ سه‌بعدی، متالورژی پودر، جوشکاری و ساخت افزایشی به کار می‌روند. از این بین، ریخته‌گری یکی از روش‌های ارزان، سریع و انعطاف‌پذیر برای تولید انبوه است. افزون بر آن، ریخته‌گری دو برتری منحصربه‌فرد دارد:

۱. برای قطعاتی با هراندازه و ابعادی پاسخگو است؛

۲. محدودیتی برای شکل هندسی پیچیده و توخالی ندارد.

اندازه و وزن محصولات ریخته‌گری ممکن است از چند میلی‌متر و چند گرم (پروتز دندان یا جواهرات) تا چند ده‌متر و چند صدتن (سازه‌های غول‌پیکر صنعتی) تنوع ابعاد و وزن داشته باشد. در مقایسه با دیگر روش‌های ساخت، ریخته‌گری کاستی‌هایی نیز دارد؛ محدودیت کار در دمای بالا، مصرف انرژی زیاد، محدودیت در قطعات دارای دیواره نازک، خواص مکانیکی ضعیف‌تر (به نسبت شکل‌دهی مکانیکی) و کندی در تغییر قطعه مواردی هستند که ممکن است روش ریخته‌گری را با چالش مواجه کنند. بااین‌وجود ریخته‌گری در ٪۹۰ تولیدات صنعتی نقش دارد؛ به طوری که فقط در بخش قطعه‌ریزی در سال ۲۰۰۵ م.، تولید سالانه جهانی به روش ریخته‌گری ۸۵/۷ میلیون تن بوده و این عدد در سال ۲۰۱۹ م. به ۱۰۹ میلیون تن رسیده است. لازم است توجه شود که این عدد شامل شمش‌ریزی نمی‌شود..

۱- Forging

۲- CNC

شکل ۱-۲. محصولات ریخته‌گری؛ شمش‌ها: شبیه به شکل نهایی قطعه نیستند (کارهای دیگری بر روی آن‌ها انجام می‌گیرد تا شکل بگیرند). اما شکل‌ها، به فرم نهایی قطعه ریخته می‌شوند.

به محصول فرآیند ریخته‌گری قطعه‌ی ریختگی[۱] گفته می‌شود. محصولات ریختگی با توجه به هندسه، در دو دسته از هم جدا می‌شوند؛ شمش‌ها[۲] و شکل‌ها[۳]. شمش‌ها محصول اولیه به‌حساب می‌آیند و شبیه به محصول نهایی نیستند. مانند تختال (اسلب)[۴] فولادی که تشابهی با بدنه خودرو ندارد، یا شوشه نقره (شمش قالبی) که فرم انگشتر نگرفته، یا شمشال (بیلت) یا گِرده‌ی آلومینیمی که هنوز به شکل ظرف آشپزخانه درنیامده است. اما شکل‌ها مشابه محصول نهایی ریخته می‌شوند. مانند انواع شیرآلات برنجی و آلومینیمی، مجسمه‌ی برنزی یا دیسک ترمز چدنی. ازاین‌رو فرآیندهای ریخته‌گری نیز به دو گروه بزرگ شمش‌ریزی و شکل‌ریزی جدا می‌شوند. هرکدام از این دودسته محصول ریختگی بسته به نیاز بازار ممکن است در شمار

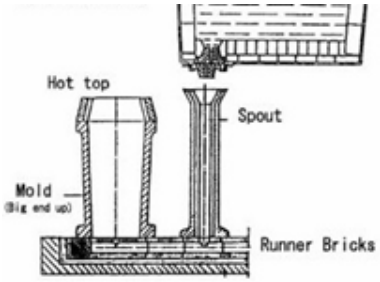
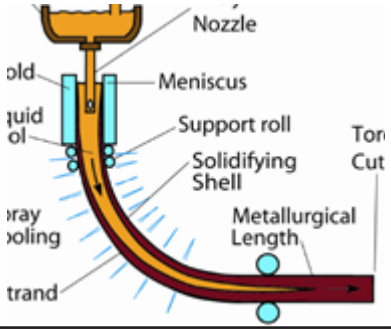
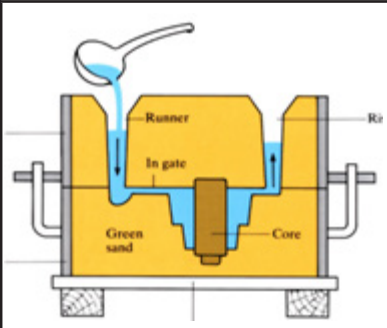
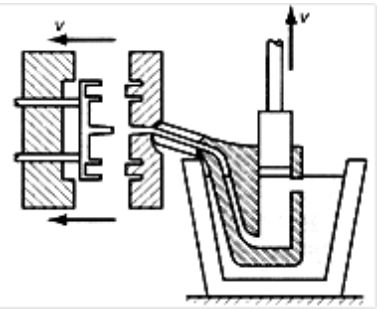
۱- Casting
۲- Ingot
۳-Shapes
٤- Slab

اندک یا شمار انبوه تولید شوند. با توجه به تعداد قطعه و حجم تولید، نوع قالب ریخته‌گری (دائمی یا موقت) انتخاب می‌شود.

■ ۲-۱-۲ دامنه روش‌های ریخته‌گری

جدول ۱-۲ دسته‌بندی فرآیندهای ریخته‌گری را بر اساس شکل محصول (شمش یا شکل) و حجم تولید آن (نوع قالب) نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲. دسته‌بندی فرآیندهای ریخته‌گری بر اساس شکل محصول و شمار تولید

تولید / شکل	کم	زیاد
اولیه	شمش‌ریزی تک بار	شمش‌ریزی پیوسته (ریخته‌گری پیوسته)
		
نهایی	شکل‌ریزی در قالب موقت (قالب مصرفی)	شکل‌ریزی در قالب دائمی (ریژه‌ریزی)
		

فرآیندهای ریخته‌گری گوناگون برای انواع آلیاژها و ظرفیت‌های مختلف استفاده می‌شوند. جدول ۲-۲ فهرستی از این فرآیندها را معرفی می‌کند و نشان می‌دهد که هرکدام برای چه هدفی مناسب هستند.

جدول ۲-۲. روش‌های شکل‌ریزی (ریخته‌گری قطعه).

فرآیند	قطعه						تولید				هزینه			
	آلیاژ	وزن قطعه (kg)	حداقل ضخامت (mm)	حداقل قطر حفره (mm)	کیفیت سطح	مهارت	زمان‌بری	نرخ (piece/mold. h)	حداقل تعداد	تجهیزات	مدل و قالب	کار	تمام‌کاری
ریخته‌گری ماسه‌تر (بدون رزین شیمیایی)	All	۰.۱-۳۰۰، ...	۳-۶	۴-۶	C	A-C	Days	۱-۲۰	۱-۱۰۰	C-E	C-E	A-C	A-C
ریخته‌گری ماسه (با رزین شیمیایی)	All	۰.۱-۱۰۰	۲-۴	۳-۶	B	C	Weeks	۵-۵۰	۱۰۰	C	B-C	C	B-D
ریخته‌گری قالب گچی	Zn - Cu	۰.۱-۱۰۰۰	۱	۱۰	A	C-E	Days	۱-۱۰	۱۰	C-E	C-E	A-B	C-D
ریخته‌گری فوم فداشونده	All	۰.۱-۱۰۰	۲-۴	۴-۶	C	B-C	Weeks-Months	۱-۲۰	۵۰۰	B-C	B-C	C	C-D
ریخته‌گری دقیق (Investment Casting)	All	۰.۱-۱۰۰	۱	۱.۰-۱	A	C-E	Hours-weeks	۱۰-۱۰۰۰	۱۰-۱۰۰۰	C-E	C-E	A-B	C-D
ریخته‌گری ریژه (قالب دایمی)	Zn - Cast Iron	۰.۱-۱۰۰	۲-۴	۴-۶	B-C	B	Weeks	۵-۵۰	۱۰۰۰	B	B	C	B-D
ریخته‌گری قالب ابزار (Die Cast)	Zn-Al	۰.۱-۵۰	۱-۵.	۱-۳	A-B	A	Weeks-Months	۲۰-۲۰	۱۰۰۰...	A	A	E	C-E

توضیح: A بیشترین مقدار

در فرآیندهای ریخته‌گری قالب موقت (مصرفی)[۱] در مرحله قالب‌گیری، به‌وسیله‌ی یک مدل یا الگو با شکل مشابه قطعه، مواد قالب شکل می‌گیرند. مدل از جنس چوب، پلاستیک، فلز یا فوم ممکن است ساخته‌شده باشد. در این دسته ریخته‌گری، مواد قالب از جنس ماسه یا سرامیک هستند. قالب‌گیری یک مرحله زمان‌بر در ریخته‌گری است. برای افزایش سرعت تولید ممکن است امکان استفاده از قالب فلزی وجود نداشته باشد (مانند فولاد و چدن و آلیاژهای با نقطه ذوب بالا). در این موارد برای قالب‌گیری از ماشین‌های خودکار

۱- Expendable Mold

قالب‌گیری (ماشین دیزاماتیک، و یا قالب‌گیری تحت خلأ) استفاده می‌شود. از طرف دیگر برای قطعات بسیار بزرگ (مثل شیرآلات صنعتی بزرگ) یا قطعات بسیار پیچیده (بدنه موتور خودرو) که ساخت مدل پرهزینه و مشکل می‌شود، از مدل‌های فومی فداشونده[۱] استفاده می‌کنند. لذا با توجه به نیاز تولید، شکل قطعه و نوع آلیاژ، روش‌های گوناگونی برای ریخته‌گری با قالب‌های مصرفی وجود دارد.

در فرآیندهای ریخته‌گری قالب دائمی[۲] از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود تا سرعت فرآیند ریخته‌گری افزایش یابد. در ساخت قالب‌های دائمی از دو روش آلیاژهای مقاوم به‌گرما یا مجرای گردش آب و یا هردو استفاده می‌شود تا در معرض گرمای مذاب، شکل و اندازه قالب و کارکرد آن دچار مشکل نشود. قالب‌های دائمی در سه دسته جای می‌گیرند؛

- قالب ریژه (ثقلی)
- قالب ریژه کم‌فشار
- ریژه پرفشار یا دایکست (قالب‌افزار)

قالب‌های دائمی معمولاً چندتکه ساخته می‌شود تا به‌سادگی باز و بسته شوند و خروج قطعه منجمد شده به‌سرعت انجام گیرد. برای افزایش بیشتر ظرفیت تولید قطعات، قالب‌های فلزی به ابزار خودکار باز و بسته‌شدن مجهز شده و روی ماشین‌های هیدرولیک سوار می‌شوند. به این‌ها قالب‌ابزار[۳] می‌گویند که به دلیل محدودیت کارکرد در دماهای بالا، فقط برای آلیاژهای آلومینیم، منیزیم، روی، سرب و برخی برنج‌ها، که نقطه ذوب پایین دارند، به کار می‌رود. برای قطعات استوانه یا کروی شکل از قالب‌های چرخان و ریخته‌گری گریز از مرکز[۴] استفاده می‌شود. این روش برای تولید لوله‌های قطر متوسط خطوط انتقال رایج است. روش‌های ترکیبی ریخته‌گری و شکل‌دهی نیز برای کنترل ساختار و خواص قطعه ریختگی به کار می‌روند مانند ریخته‌گری کوبشی[۵] و ریخته‌گری نیمه جامد[۶].

۱- Lost Foam
۲- Permanent Mold
۳- Die
٤- Centrigugal Casting
٥- Squeeze-Casting
٦- Semi-Solid Casting

۲-۲ قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی)

■ ۱-۲-۲ کارخانه ریخته‌گری قطعه

در هر کارخانه یا کارگاه ریخته‌گری قطعه[۱] (کارگاه شکل‌ریزی) سه دسته عملیات اصلی انجام می‌شود:

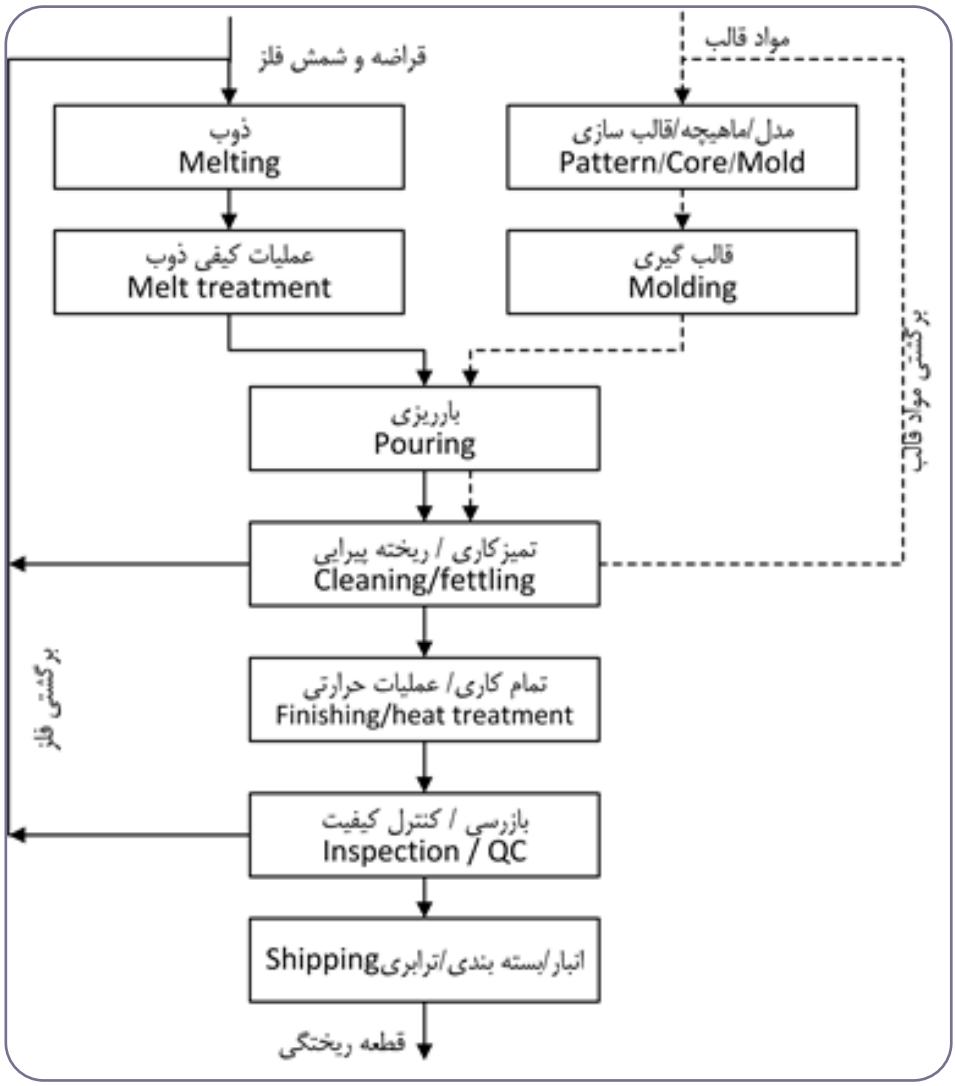
۱. مدل‌سازی، ماهیچه‌سازی و قالب‌گیری[۲]؛ شامل مدل‌سازی، آماده‌سازی و بازیافت مواد قالب، کنترل کیفیت ماسه، ماهیچه‌گیری، قالب‌گیری، پوشش و پیش‌گرم قالب

۲. ذوب و باریزی[۳]؛ شامل آماده‌سازی و فرآوری قراضه و مواد شارژ، باردهی و ذوب در کوره، اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی تخلیه ذوب در پاتیل، انتقال ذوب و عملیات کیفی مذاب، باریزی در قالب

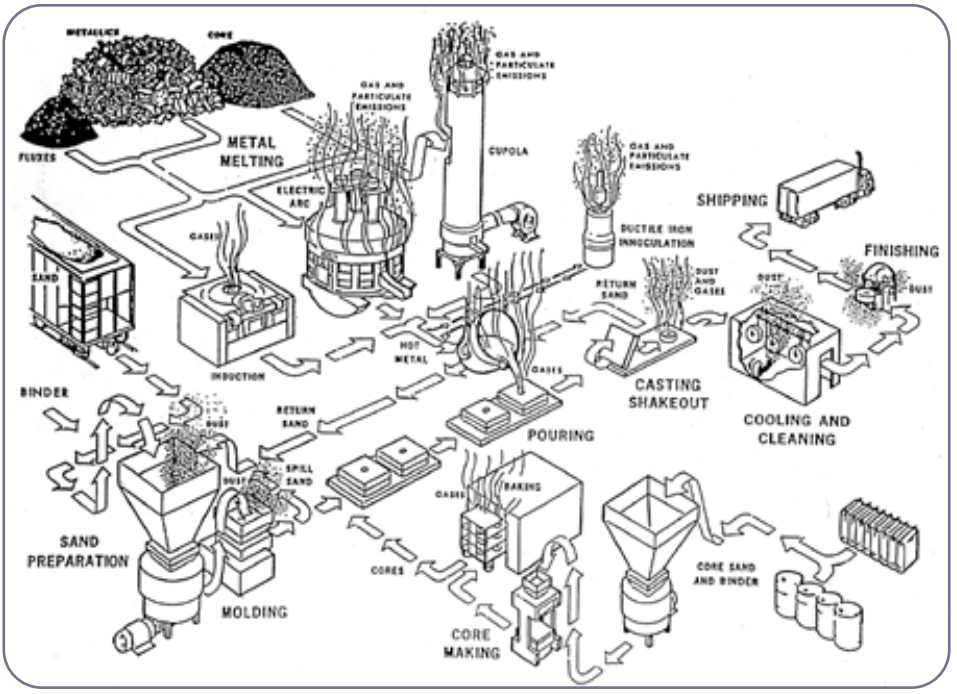
۳. تمیزکاری و تمام‌کاری[۴]؛ شامل تخلیه قالب[۵]، تمیزکاری (پلیسه‌برداری، ساچمه‌پاشی /ماسه‌پاشی[۶])، ماشین‌کاری[۷]، عملیات حرارتی، عملیات سطحی و کنترل کیفیت

ممکن است بسته به محصول موردنظر و ظرفیت تولید، عملیات دیگری نیز به سه عملیات بالا افزوده می‌شوند. شکل ۲-۲ نمودار جریان فرآیند ریخته‌گری قطعه را نشان می‌دهد. در این شکل ترتیب انجام کار و ارتباط عملیات مختلف در یک کارگاه ریخته‌گری دیده می‌شود. شکل ۳-۲ طرح‌واره‌ای از تجهیزات و جریان مواد را در یک کارگاه ریخته‌گری چدن نشان می‌دهد. برخلاف اغلب کارخانه‌ها، که یک خط تولید آشکار در زمین کارگاه دارند، یک کارگاه ریخته‌گری، شبکه پیچیده‌ای از جریان مواد و حرکت افراد در بین تجهیزات گوناگون دارد. این ویژگی باعث می‌شود که موضوع ایمنی و سلامت در کارگاه ریخته‌گری چالش‌برانگیز باشد. زیرا افراد در هر واحد ممکن است در معرض مخاطراتی از واحد مجاور باشند که نسبت به آن شناخت و مهارت ندارند. از طرفی نمی‌توان به‌سادگی واحدهای مختلف کارگاه را از همدیگر جدا کرد، زیرا جریان مواد بین واحدها پیچیده و با نرخ زیاد است و فاصله‌گذاری بین واحدها باعث افزایش هزینه و مخاطرات جابه‌جایی می‌شود.

۱- Foundry
۲- Pattern Making، Core making، Molding
۳- Melting & Pouring
٤- Finishing
٥- Shakeout
٦- Cleaning
۷- Machining



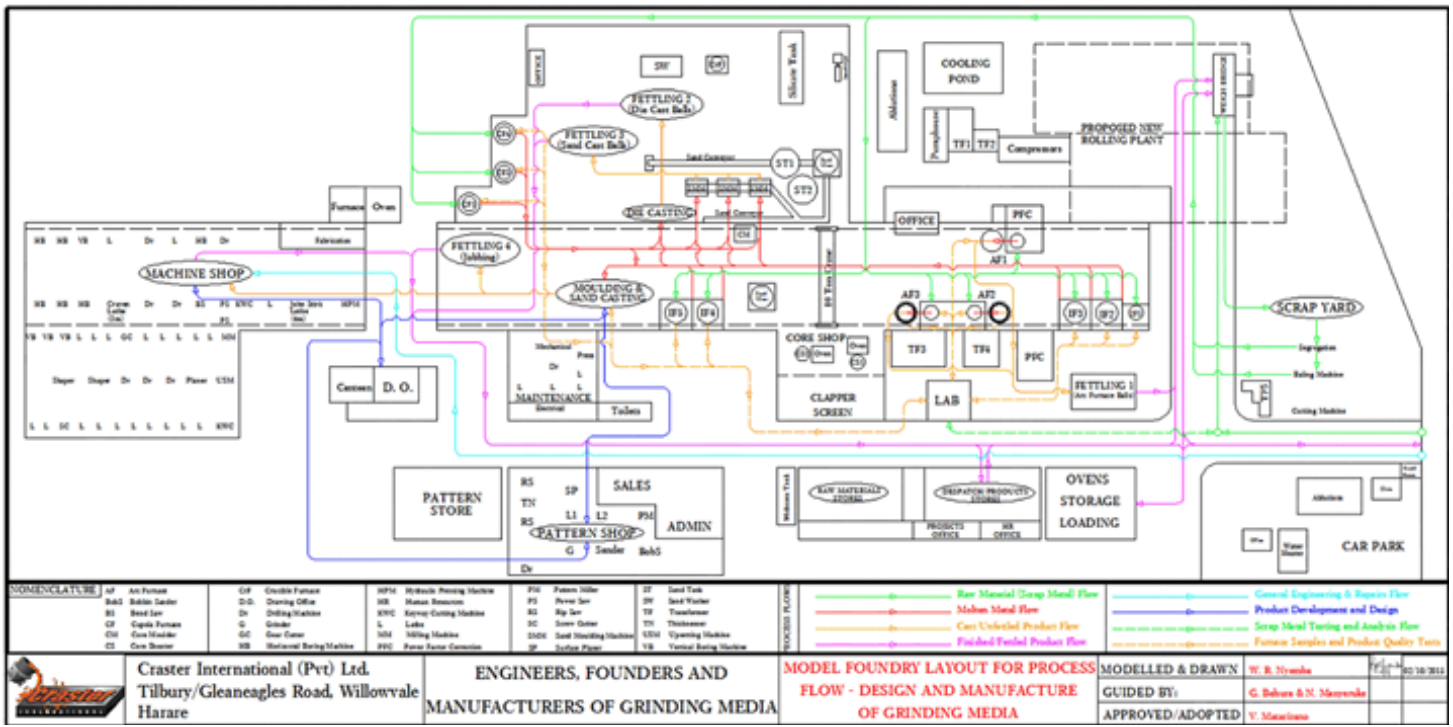
شکل ۲-۲. نمودار جریان فرآیند کلی ریخته‌گری قطعه (شکل‌ریزی). این فرآیند شامل واحد (زیرفرآیند)های مدل‌سازی Pattern Making، آماده‌سازی ماسه، ماهیچه‌سازی Core Making، قالب‌گیری Molding، ذوب Melting، بارریزی Pouring، تخلیه قالب Shakeout، تمیزکاری Cleaning، تمام‌کاری Finishing، عملیات حرارتی Heat treatment، بازرسی Inspection و حمل و نقل (ترابری) Shipping است.



شکل ۳-۲. نقشه طرح‌واره یک کارگاه ریخته‌گری قطعات چدن. واحدهای مختلف شامل انبار مواد، آماده‌سازی ماسه Sand Preperation، ماهیچه‌سازی Core Making، قالب‌گیری Moulding، ذوب Melting، بارریزی Pouring، قالب تکانی Shakeout، تمیزکاری Cleaning، تمام‌کاری Finishing و ترابری Shipping است. در بخش انبار چهار دسته مواد؛ ماسه، فلزات، کک و روان کارها Fluxes (به‌طورکلی افزودنی‌ها) وجود دارد. در بخش ذوب سه کوره کوپل Cupola یا کوره قوس الکتریک Electric Arc یا کوره القایی Induction و یک پاتیل تلقیح ذوب چدن ممکن است وجود داشته باشد.

شکل ۴-۲ نقشه پلان و جانمایی یک نمونه کارگاه ریخته‌گری را نشان می‌دهد. در این جانمایی واحدهای مختلف درون بیضی معرفی شده‌اند. در سمت راست زمین قراضه Scrap yard، در پایین انبار محصول Product Store و انبار مواد اولیه Raw Material Store، در پایین چپ کارگاه مدل‌سازی Pattern Shop، بالای آن در وسط کارگاه قالب‌گیری و ریخته‌گری ماسه Moulding and Sand Casting، بالاتر ریخته‌گری قالب‌افزار Die Casting، بالاتر از آن ریخته‌پیرایی Fettling، در وسط کوره‌های القایی با دایره IF همراه با مبدل برقی آن با مربع PFC، کوره‌های قوس با دایره AF و مبدل‌های برقی آن با مربع TR، آزمایشگاه آنالیز ذوب با LAB و در سمت چپ کارگاه ماشین‌کاری Machine Shop است.

شکل ۴-۲. نقشه جانمایی یک کارخانه ریخته‌گری قطعه.
کارگاه‌های اصلی که در نقشه با بیضی مشخص شده‌اند: انبار قراضه Scrap yard،
انبار محصول و مواد اولیه
Product Store و Raw Material Store،
مدل‌سازی Pattern Shop، قالب‌گیری و ریخته‌گری ماسه Moulding and Sand Casting، ریخته‌گری تحت‌فشار
Die Casting، تمیزکاری و ریخته‌پیرایی Fettling، کوره‌های القایی و قوس IF و AF و ماشین‌کاری Machine Shop

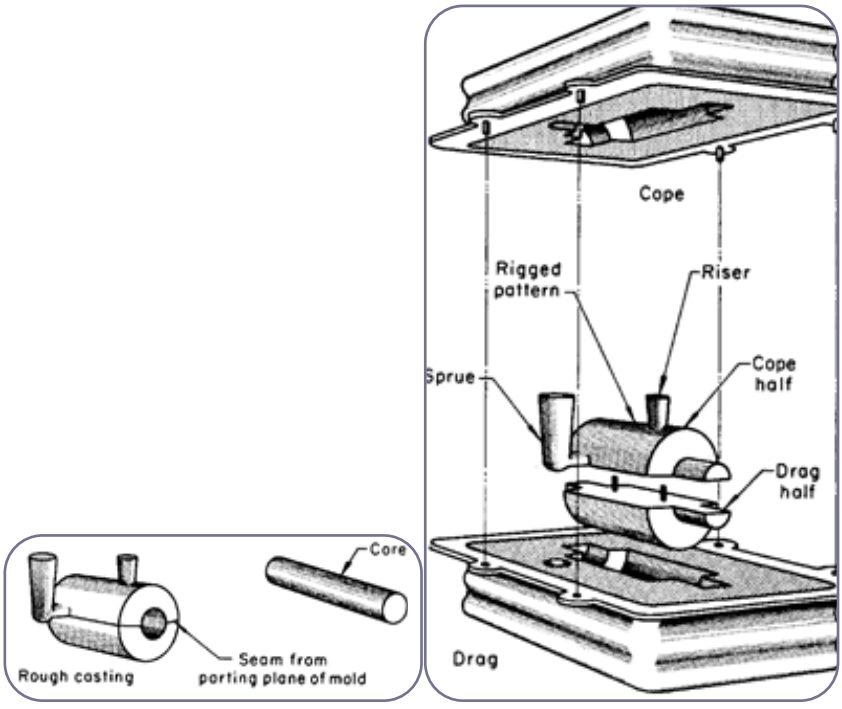


■ ۲-۲-۲ قالب موقت (مصرفی)، قالب دائمی و مدل ریخته‌گری

روش‌های مختلف قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی) با توجه به نوع قالب و روش قالب‌گیری آن‌ها نام‌گذاری می‌شوند. برای مثال در ریخته‌گری ماسه، قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری با ماسه انجام می‌شود؛ ریخته‌گری پوسته‌ای قالب پوسته‌ای دارد؛ ریخته‌گری گریز از مرکز قالب حرکت دورانی دارد و مذاب تحت نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد.

۱-۲-۲-۲قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری ماسه‌ای

یک قالب ریخته‌گری ماسه‌ای سه قطعه اصلی دارد؛ درجه قالب، مدل و ماهیچه. در شکل ۵-۲ این سه جزء نشان داده‌شده‌اند.

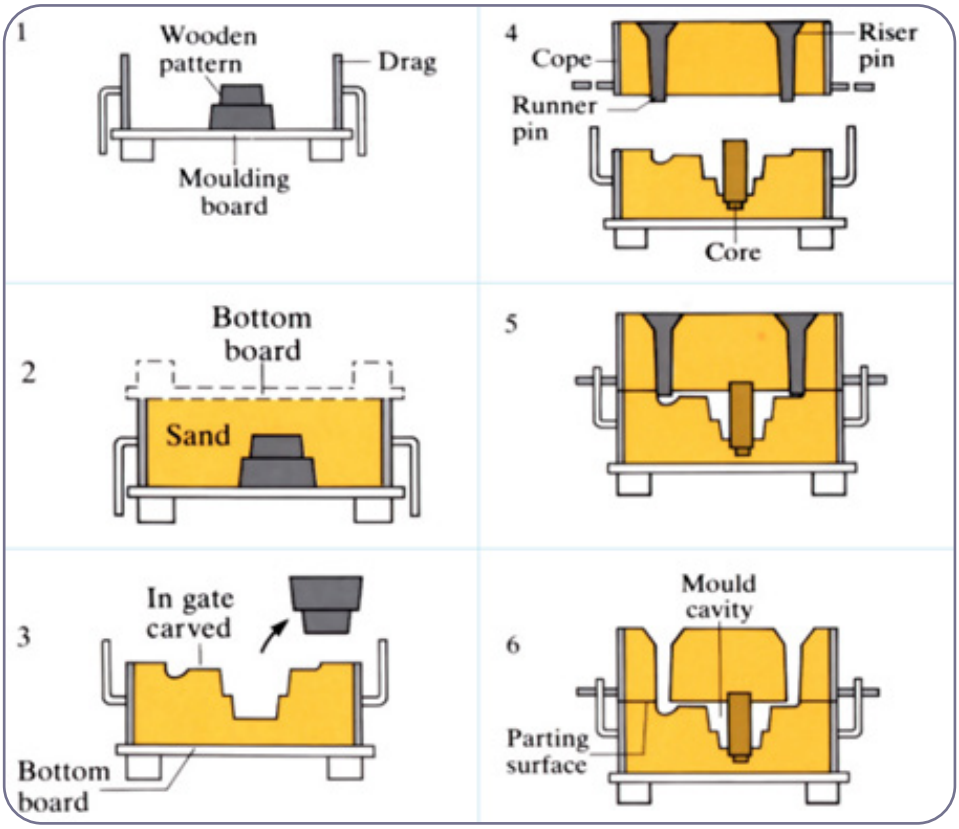


شکل ۵-۲. اجزای قالب ریخته‌گری ماسه‌ای

درجه قالب معمولاً یک قاب فلزی دوتکه (لنگه‌ی رویی[۱] و لنگه‌ی زیری[۲]) است که به‌صورت پیش‌ساخته استفاده می‌شود. مدل ریخته‌گری یک شیء برگردان از قطعه ریختگی است. ماسه (یا انواع دیگر مواد قالب) به دور مدل ریخته و متراکم می‌شود و شکل می‌گیرد. پس از آن مدل از درون ماسه خارج می‌شود و محفظه‌ی قالب شکل می‌گیرد. برای ریخته‌گری قطعه‌های توخالی از ماهیچه استفاده می‌شود. ماهیچه

۱- Cope
۲- Drag

قطعه‌ای پیش‌ساخته از مواد قالب (معمولاً ماسه) است که درون محفظه‌ی قالب کار گذاشته می‌شود. هنگام بارریزی، مذاب تمام محفظه‌ی قالب، به جز حجم ماهیچه، را پر می‌کند. بدین‌ترتیب، ماهیچه کمک می‌کند تا بتوان قطعه‌های توخالی یا قطعه‌های با هندسه‌ی پیچیده را به سهولت قالب‌گیری و تولید نمود.

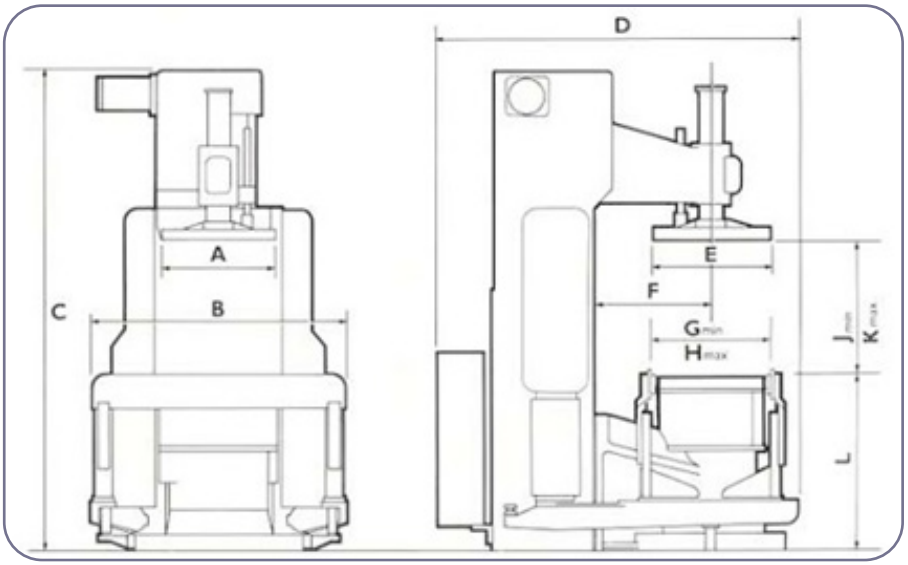


شکل ۶-۲. مراحل قالب‌گیری ماسه با درجه زیری و رویی

قالب‌گیری با درجه و بدون درجه (بیشتر برای قطعات کوچک) و به هر دو صورت دستی و ماشینی انجام می‌شود. قالب‌گیری به‌طور ساده سه مرحله است:

۱. قالب‌گیری درجه زیری و برگرداندن درجه،
۲. قالب‌گیری درجه رویی و راهگاه و تغذیه،
۳. باز کردن، خارج کردن مدل، ماهیچه‌گذاری و بستن قالب.

مراحل کار در شکل ۶-۲ نشان داده‌شده است.

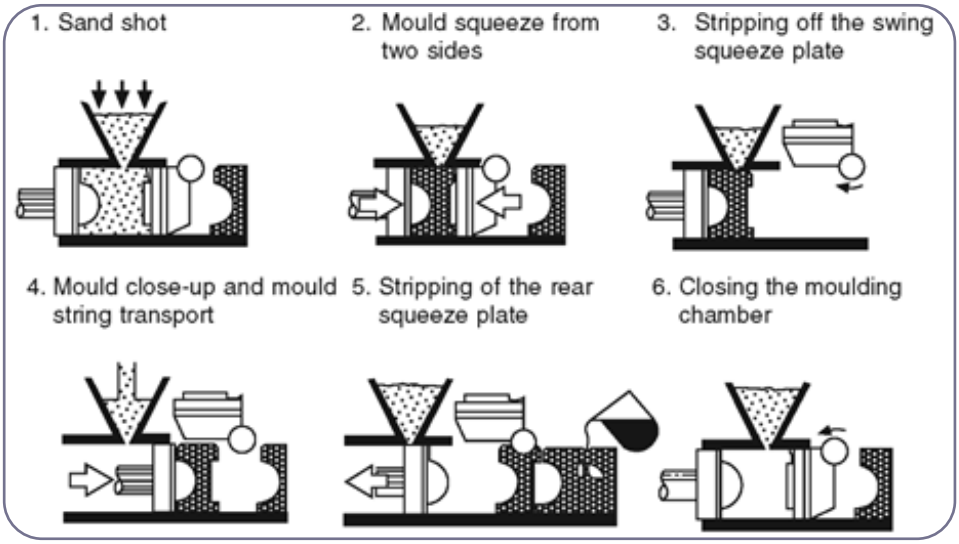


شکل ۷-۲. ماشین قالب‌گیری نیمه‌خودکار ضربه‌ای ـ فشاری بادی (پنوماتیک)

برای قالب‌گیری نیمه‌خودکار از ماشین قالب‌گیری ضربه‌ای ـ فشاری[۱] بادی (پنوماتیک) استفاده می‌شود. مدل ریخته‌گری از نوع صفحه‌ای[۲] برای این ماشین‌ها به کار می‌رود. برای سرعت بیشتر قالب‌گیری، از روش قالب‌گیری بدون درجه و ماشین قالب‌گیری دیزاماتیک (شکل ۸-۲) استفاده می‌شود. در این روش صفحه جدایش قالب عمودی است و قالب‌ها پشت سر هم‌روی تسمه‌نقاله به سکوی باریزی منتقل‌شده و پس‌ازآن به تونل تمیزکاری می‌روند.

۱- Jolt-squeez molding machine

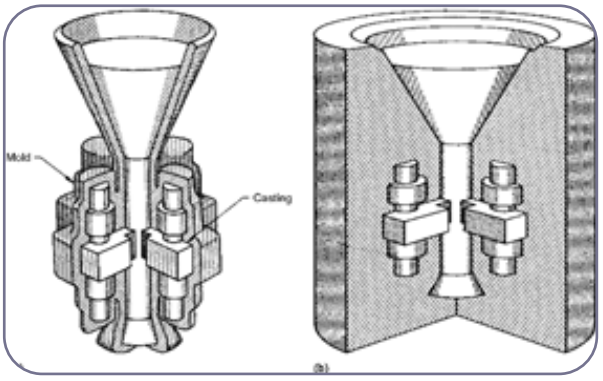
۲- Plated pattern



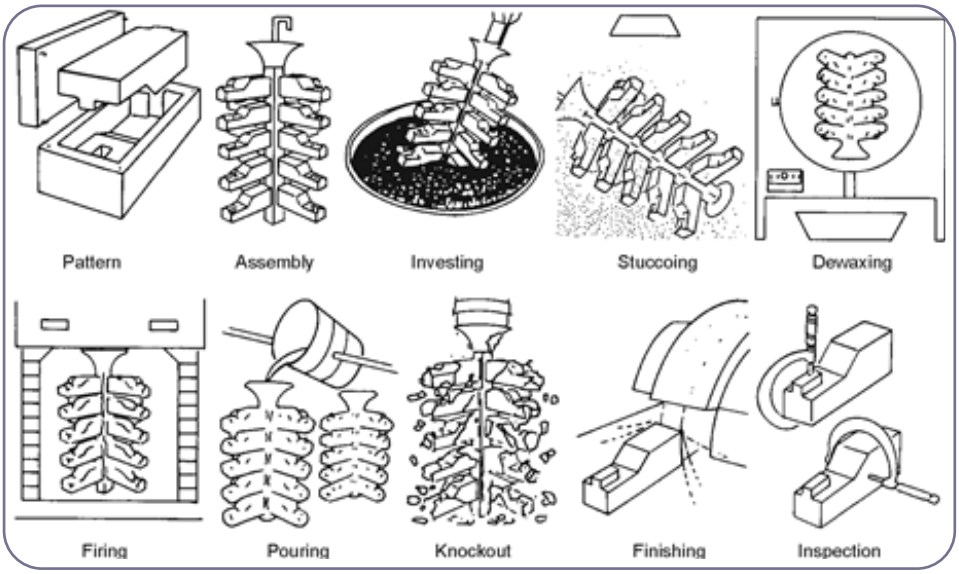
شکل ۸-۲. قالب‌گیری بدون درجه جدایش عمودی، ماشین قالب‌گیری دیزاماتیک.

۲-۲-۲-۲ قالب پوسته‌ای و قالب سرامیکی

روش‌های دیگری نیز برای ساختن قالب‌های مصرفی وجود دارند، که در آن‌ها قالب‌های پوسته‌ای، گچی یا سرامیکی ساخته می‌شوند. این روش‌های قالب‌گیری برای تولید قطعات حساس‌تر مانند قطعات موتور، قطعات سوپرآلیاژ، قطعات با ضخامت کم، قطعات با تلرانس کم، قطعات با کیفیت سطح بالا و جواهرات به کار می‌روند. این روش‌های تولید، به ریخته‌گری پوسته‌ای و ریخته‌گری دقیق معروف هستند. شکل ۹-۲ و شکل ۱۰-۲ شمایی از این روش‌های قالب‌گیری و ریخته‌گری را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲. قالب پوسته‌ای و قالب توپر برای ریخته‌گری دقیق.



شکل ۱۰-۲. مراحل قالب‌گیری و ریخته‌گری دقیق.

۳-۲-۲-۲ آماده‌سازی ماسه

ماسه ریخته‌گری لازم است دیرگداز باشد؛ پایداری شیمیایی داشته باشد؛ در دسترس باشد؛ قابلیت عبور گاز (گذرپذیری Permeability) داشته باشد؛ به‌سادگی جریان یابد؛ با چسب به استحکام لازم برسد؛ پس از ریخته‌گری به‌سادگی تخریب و تخلیه شود؛ کیفیت سطحی مناسب قطعه را ایجاد کند و در آخر ارزان باشد. بسته به نوع کاربرد، ماسه‌های ریخته‌گری به نام‌های ماسه تر[۱] (ماسه، آب و خاک رس یا بنتونیت)، ماسه خشک، ماسه رویی[۲] (در تماس با مذاب)، ماسه پشت‌بند[۳]، ماسه ماهیچه، ماسه ماشین و ماسه طبیعی یا رودخانه‌ای (ماسه لات ـ ماسه با خاک رس زیاد برای قطعات بزرگ)[۴] شناخته می‌شوند. ماسه ریخته‌گری چهار ماده تشکیل‌دهنده دارد:

- ماسه پایه
- چسب
- افزودنی
- جداکننده

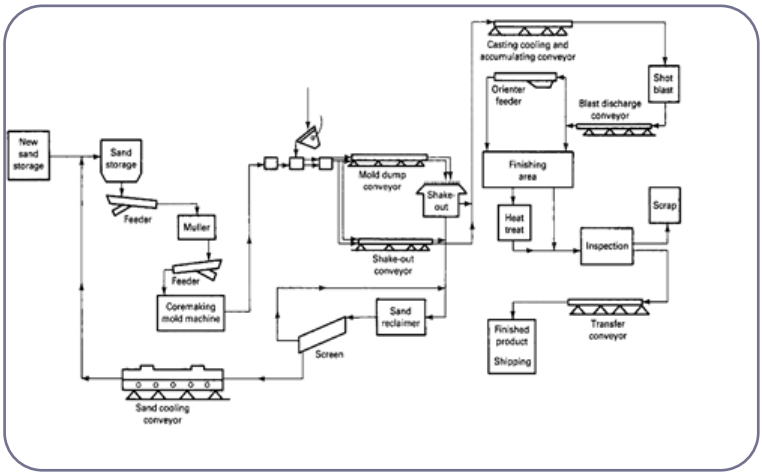
۱- Green sand
۲- Facing sand
۳- Backing sand
٤- Loam sand

ماسه پایه، دانه‌هایی با اندازه mm ۲ - ۰/۰۶ دارد. انواع ماسه پایه مناسب ریخته‌گری در جدول ۳-۲ خلاصه‌شده‌اند. برای تولید ماسه‌تر از چسب ماسه مانند آب و پودر بنتونیت (گِل[۱] ـ چسب طبیعی) یا انواع چسب شیمیایی معدنی یا آلی (سیلیکات سدیم، رزین، فوران، کائولن و غیره) استفاده می‌شود. افزودنی‌ها ممکن است برای بهبود کیفیت سطحی یا سهولت در تخریب قالب به ماسه اضافه شوند. برای مخلوط کردن ماسه و چسب و مواد افزودنی قالب از ماشین مخلوط‌کن (میکسر)[۲] و آماده‌ساز یا آسیا (مولر)[۳] استفاده می‌شود.

جدول ۳-۲. ماسه‌های ریخته‌گری و ویژگی‌ها و مقایسه آن‌ها

ماسه پایه	فرمول شیمیایی	نقطه ذوب (°C)	رنگ	نوع	برتری	کاستی	کاربرد	شاخص قیمت
ماسه‌سیلیسی Silica sand	SiO_2 (Quartz)	۱۷۱۳	سفید تا زرد قهوه‌ای	اسیدی	دسترسی بالا قیمت پایین	ضریب انبساط بالا، نقطه ذوب پایین	عمومی (با احتمال عیوب)،	۱
ماسه اولیوین Olivine sand	Ortho Silicates of Fe، Mg	۱۹۰۰ ۱۲۰۵	سبز	بازی	ضریب انبساط کم رسانش گرمایی بالا خطر کمتر از سیلیکاتی	دسترسی کم	فولاد منگنزدار	۴
ماسه کرومیت Chromite Sand	Complex Metal Oxide ((Spinel	۱۹۸۰ ۱۷۶۰	سیاه		رسانش گرمایی بالا، کیفیت سطحی	قیمت بالا	ماهیچه فولاد آلیاژی	۱۰
ماسه زیرکن Zircon Sand	ZrO_2٪۶۷ SiO_2٪۳۳-	۲۲۰۰	زرد قهوه‌ای کم‌رنگ	اسیدی	ضریب انبساط بسیار پایین رسانش بالا	دسترسی کم	ریخته‌گری دقیق، فولاد آلیاژی	۶
ماسه شاموتی Chamotte Sand	Calcinated fire Clay -(Al_2O_3 (SiO_2	۱۷۵۰	قرمز قهوه‌ای	اسیدی	دیرگداز ارزان	نیاز به پوشش	قطعات سنگین فولاد	۲

۱- Clay
۲- Sand Mixer
۳- Muller



شکل ۱۱-۲. جریان مواد قالب در کارگاه ریخته‌گری و عملیاتی که بر روی ماسه انجام می‌شود.

ماسه ریخته‌گری و عملیات آماده‌سازی ماسه و قالب، تأثیر زیادی بر کیفیت قطعه ریختگی دارد. لذا آزمون‌های استاندارد برای ارزیابی کیفیت مواد قالب وجود دارد.

جدول ۴-۲. آزمون‌های ماسه و مواد قالب ریخته‌گری

نام آزمون	خواص موردنظر	روش/استاندارد/دستگاه
آزمون غربال	اندازه و توزیع دانه‌های ماسه	غربال استاندارد
رطوبت‌سنجی	مقدار آب ماسه (بر استحکام و خودگیری ماسه تأثیر دارد)	
اندازه‌گیری خاک	درصد خاک	AFS
ضریب گوشه‌داری COA	شکل دانه‌های ماسه (بر تراکم‌پذیری، استحکام و گذرپذیری ماسه اثر دارد)	دستگاه اندازی‌گیری زمان خروج هوا
استحکام فشاری‌تر CGS	مقاومت ماسه در حالت تر	دستگاه کوبش نمونه ماسه
استحکام فشاری خشک	مقاومت ماسه در حالت خشک	دستگاه آزمون مکانیکی ماسه
گذرپذیری/عبور گاز	خروج هوا و گاز از حفره قالب	دستگاه سنجش عبور گاز
آزمون برش	استحکام ماسه	دستگاه آزمون مکانیکی ماسه
آزمون سقوط	شاخص Shatter	

۲-۲-۲-۴ ماهیچه گیری

ماهیچه‌ی ماسه‌ای در کارگاه قالب‌گیری و توسط قالب دیگری به نام جعبه ماهیچه[۱] شکل می‌گیرد. و به این مرحله از کار قالب‌گیری ماهیچه‌گیری می‌گویند. ماهیچه‌گیری به سه روش ممکن است:

- ماهیچه‌گیری سرد[۲]: با ترکیب رزین و تزریق گاز (مثل فوران /SO_2 یا سیلیکات سدیم /CO_2)
- ماهیچه‌گیری گرم[۳]: با رزین و گرمایش (مثل روغن / اجاق یا فوران / جعبه داغ)
- ماهیچه خودگیر[۴]: تنها با مخلوط کردن و قالب‌گیری (مثل فوران / اسید یا سیلیکات / استر)

در ماهیچه‌سازی ترجیح بر این است که از ماسه نو و درشت دانه‌تر زیرکنی و اولیوینی استفاده شود. زیرا ماهیچه به طور کامل با مذاب احاطه می‌شود و به دمای بالاتری (نسبت به ماسه قالب) می‌رسد. در صورتی که تولید گاز و ماسه‌سوزی در ماهیچه زیاد باشد، یا عبور گاز کافی نداشته نباشد، باعث ایجاد عیب در قطعه می‌کند. در ساخت ماهیچه‌های باریک با جایگذاری قانجاق فلزی درون ماسه استحکام لازم را ایجاد می‌کنند. علاوه بر استحکام به تهویه گاز، کیفیت سطحی و تخریب پذیری ماهیچه نیز لازم است توجه شود.

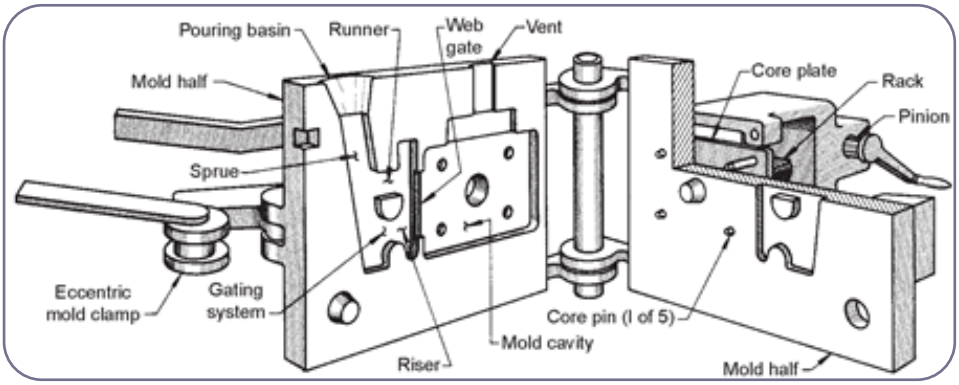
۲-۲-۲-۵ ریخته گری با قالب دائمی

روش‌های ریخته‌گری قالب دائمی در چهار دسته قرار می‌گیرند؛

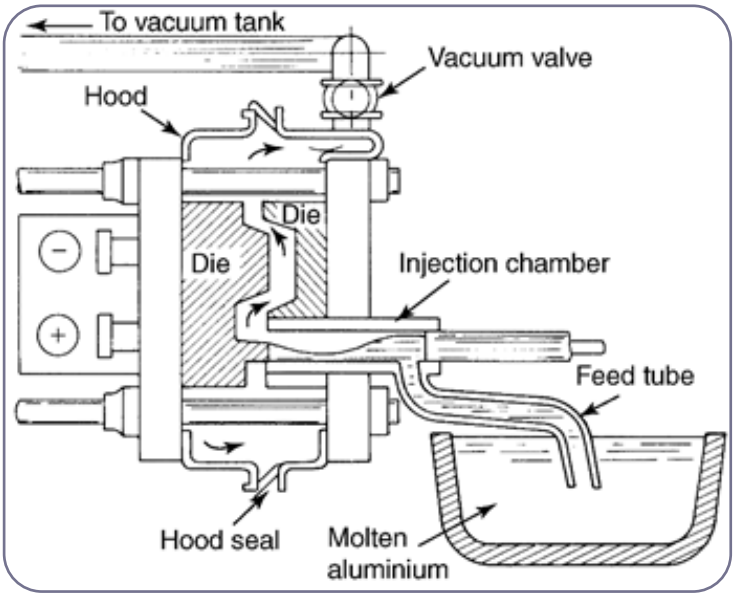
- ریخته‌گری ثقلی (با نیروی گرانش)
- ریخته‌گری گریز از مرکز (با نیروی گریز از مرکز)
- ریخته‌گری کم‌فشار (با فشار حداکثر ۲ اتمسفر)
- ریخته‌گری پرفشار (دایکست یا ریخته‌گری قالب ابزار با فشار هیدرولیک یا پنوماتیک بالا)[۵]

روش گرانشی (یا ثقلی یا ریخته‌گری قالب ریژه) شبیه به ریخته‌گری قالب مصرفی است (به‌جز اینکه قالب آن فلزی و ماندگار است). ریخته‌گری فشاری یا قالب ابزار، تجهیزات و سازوکارهایی دارد که بیشتر شبیه به روش‌های تزریق قالب است و محدود به آلیاژهای دماپایین (مانند آلومینیم و روی) می‌شود. ریخته‌گری گریز از مرکز بیشتر برای تولید لوله‌ها و بوش‌های بزرگ استفاده می‌شود. همچنین در جواهرسازی و دندان‌سازی برای پرشدن سریع قالب به کار می‌رود.

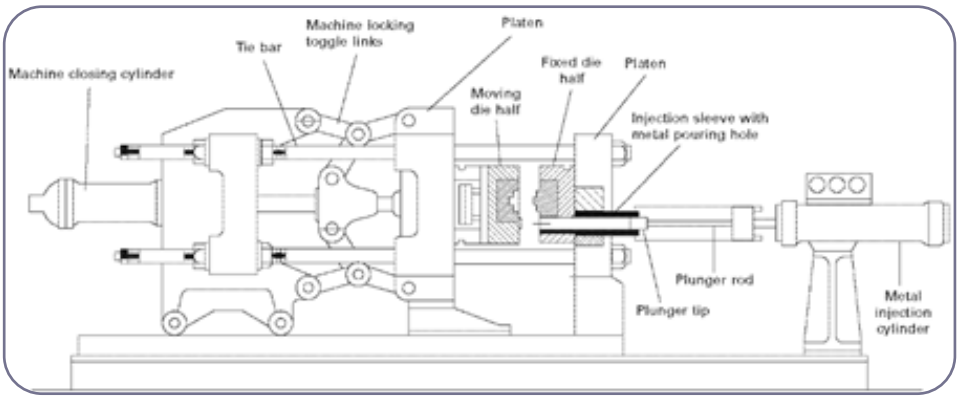
۱- Core box
۲- Cold box
۳- Heat-cured
٤- Self-set (No-bake)
٥- Pressure casting – Die-casting



شکل ۱۲-۲. قالب ریژه (ثقلی یا گرانشی).



شکل ۱۳-۲. طرح‌واره‌ای از ریخته‌گری پرفشار (دایکست یا قالب ابزار) با محفظه‌ی گرم.



شکل ۱۴-۲. ماشین ریخته‌گری قالب‌افزار پرفشار[۱].

۶-۲-۲-۲ مدل ریخته‌گری

در بخش ۲-۲-۲ بیان شد که مدل ریخته‌گری یک شیء برگردان از قطعه ریختگی است که مواد قالب (معمولاً ماسه) به دور آن شکل می‌گیرد تا حفره قالب ایجاد شود. اگرچه مدل ریخته‌گری شبیه به قطعه ریختگی است اما از سه نظر با قطعه اصلی تفاوت دارد:

- شکل مدل
- اندازه مدل
- مواد سازنده مدل

شکل مدل ریخته‌گری با شکل قطعه متفاوت است، زیرا مدل می‌تواند دو یا چندتکه باشد (برای سهولت در قالب‌گیری)، یا در آن زوایدی برای ایجاد تکیه‌گاه ماهیچه[۲] بیاید. برخی سوراخ‌ها و شیارهای قطعه در مدل نیست، زیرا برخی جزییات قطعه با ماشین‌کاری ایجاد خواهد شد. همچنین اندازه و ابعاد مدل با قطعه ریختگی تفاوت دارد. زیرا برای ماشین‌کاری و تلرانس ریخته‌گری، حذف اثر انقباض بر ابعاد (ناشی از سردشدن) و سهولت در قالب‌گیری، به مدل اضافه اندازه داده می‌شود. سطوح عمودی مدل اندکی شیب‌دار می‌شوند. بنابراین، با توجه به این تفاوت‌ها، پیش‌از هر چیز لازم است تغییراتی بر روی نقشه قطعه محصول انجام گیرد تا طراحی و نقشه مدل ریخته‌گری به دست آید. با داشتن نقشه مدل، عملیات ساخت مدل انجام می‌شود و پس‌ازآن می‌توان فرآیند قالب‌گیری را آغاز نمود. طراحی مدل با این اصل کلی انجام می‌شود که انجماد قطعه به‌طور پیش‌رونده[۳] و کنترل‌شده از یک سر شروع‌شده (سردترین نقطه) و در ناحیه اتصال راهگاه و تغذیه (گرم‌ترین نقطه) پایان یابد. طوری که درون قطعه نقطه‌ی داغ وجود نداشته باشد و جبهه انجماد در آنجا متوقف نشود و حفره و ناخالصی در قطعه باقی نماند. بر این اساس هندسه و حجم قطعه، سطوح انتقال

۱- High-Pressure Die Casting (HPDC)

۲- Core Print

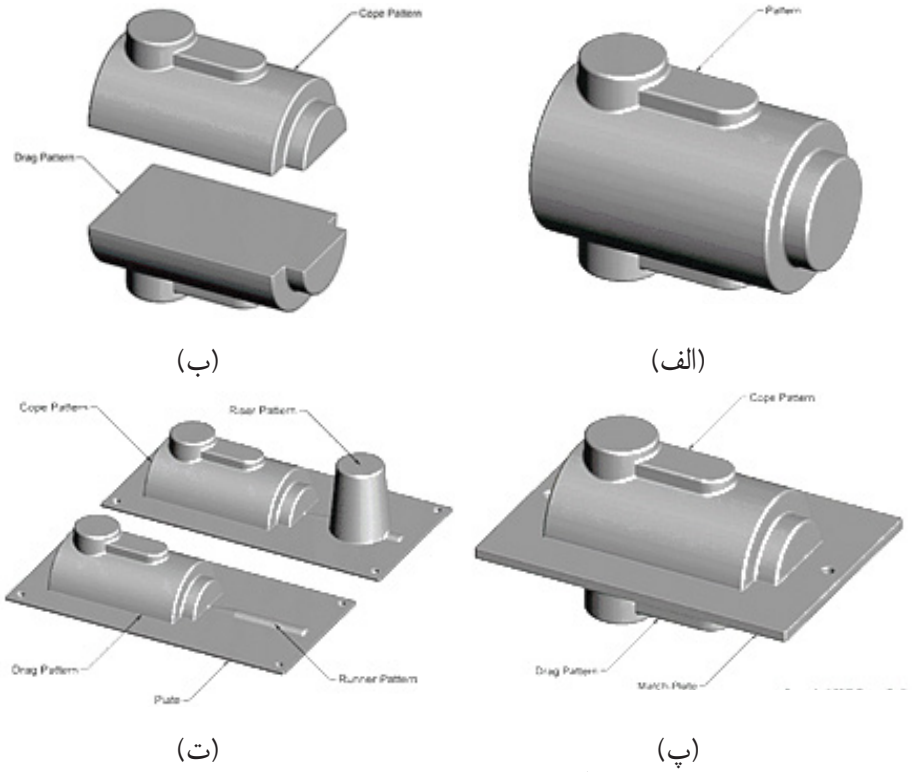
۳- Progressive solidification

گرما و جریان گرما در هنگام انجماد اهمیت دارد. اگر فرض شود که راهگاه و تغذیه سمت چپ باشد، معمولاً بهتر است قطعه به‌گونه‌ای در قالب بنشیند که بخش ضخیم آن سمت چپ و سطوح خشن در بالا قرار گیرد (بخش نازک سمت راست و سطوح ظریف و دارای جزییات در پایین).

در طراحی مدل، به‌طور خلاصه مراحل طراحی و تکمیل نقشه مدل به‌این‌ترتیب است:

۱. اصلاحات هندسی نقشه قطعه برای تغییر ضخامت‌ها و حذف نقاط داغ[۱]، طراحی مفهومی قالب و سطح جدایش
۲. اضافه ماشین‌کاری و تلرانس ریخته‌گری، اضافه انقباض و اعوجاج، تکیه‌گاه ماهیچه و اضافه شیب
۳. طراحی تغذیه و سیستم راهگاهی
۴. رسم نقشه ساخت مدل، رسم نقشه ماهیچه و جعبه ماهیچه و رسم نقشه قالب‌گیری.

مدل‌های ریخته‌گری انواع مختلف[۲] دارند؛ مانند مدل یکپارچه، دوتکه، چندتکه، صفحه مدل، صفحه جفت، قطعه آزاد و تخته زیرسری، شابلونی، اسکلتی. مدل دوتکه برای ریخته‌گری دستی و مدل صفحه جفت برای قالب‌گیری ماشینی رایج هستند.



(الف) (ب)

(پ) (ت)

شکل ۱۵-۲. چند نمونه از مدل‌های رایج برای ریخته‌گری قالب مصرفی (الف) مدل یکپارچه، (ب) مدل چندتکه، (پ) صفحه مدل جفت و (ت) صفحه مدل جدا.

۱- Hot-spot

۲- Single piece pattern، Split pattern، Plated pattern، Match plate pattern، Loose piece pattern، Follow board pattern، Sweep molding pattern، Skeleton pattern

تغذیه[۱] یک مخزن متصل به قطعه است که مذاب لازم برای جبران انقباض هنگام انجماد را تأمین می‌کند. تغذیه به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که دیرتر از قطعه منجمد شود تا در تمام مدت انجماد بتواند کار مذاب رسانی را انجام دهد. طراحی تغذیه با روش‌های سنتی محاسبه دستی یا با کمک نرم‌افزارهای کامپیوتری انجام می‌گیرد. نکته مهم در طراحی قالب، توجه به بازده ریخته‌گری[۲] است که برابر است با نسبت وزن قطعه به وزن کل فلز ریخته شده در قالب (شامل قطعه، تغذیه و راهگاه). با توجه به اینکه ذوب فلز و جریان مواد در کارخانه هزینه‌بر است، تغذیه، راهگاه و ماهیچه هزینه‌بر هستند و بر قیمت تمام‌شده قطعه ریختگی اثر می‌گذارند. لذا تلاش می‌شود که قالب ریخته‌گری با حداقل تغذیه و راهگاه و ماهیچه طراحی شود و از اجزای کمکی قالب مانند مبرد[۳]، برای جهت‌دهی به جبهه انجماد و افزایش طول اثر تغذیه، غلاف (عایق) تغذیه[۴]، برای گرم نگه‌داشتن تغذیه، پل ماهیچه (دوپا)[۵]، برای ثابت نگه‌داشتن ماهیچه و غیره استفاده شود.

سیستم راهگاهی در قالب ریخته‌گری به انتقال درست و توزیع مناسب مذاب به حفره ریخته‌گری کمک می‌کند. سیستم راهگاهی از سه بخش اصلی تشکیل‌شده است؛

- بارریز S[۶] (راهگاه عمودی)
- راه بار R[۷] (راهگاه افقی)
- راهباره G[۸] (راهگاه ورودی حفره قالب)

سیستم راهگاهی را با سه عدد S:R:G شناسایی می‌کنند، مثلا سیستم ۳: ۲: ۱ که برابر نسبت سطح مقطع آن سه مجرای راهگاهی است. سیستم راهگاهی دو نوع است:

۱. سیستم راهگاه فشاری[۹]: در بارریزی ابتدا راهگاه پر می‌شود و سپس حفره قالب (فشار در راهگاه بیشتر از حفره قالب است)

۲. سیستم راهگاه غیرفشاری[۱۰]: در بارریزی راهگاه و حفره قالب باهم پر می‌شوند.

همچنین راهگاه ممکن است سرریز، کف ریز یا مرکزی باشد که درواقع موقعیت ورود مذاب به حفره قالب را مشخص می‌کند. انواع راهگاه، معمولی، درختی، خوشه‌ای، سرریز مدادی، قله‌ای، نعل اسبی، خرطومی، پله‌ای و غیره در ریخته‌گری استفاده می‌شود. اما لازمه مهم در سیستم راهگاهی جریان آرام،

۱- Riser
۲- Casting yield
۳- Chill
٤- Sleeve
٥- Chapplet
٦- Sprue
۷- Runner
۸- Gate
۹- Pressurized gating system
۱۰- Unpressurized garing system

بدون آشفتگی، بدون فرسایش قالب و ماسه شویی، بدون هواکشی، بدون ورود ناخالصی به حفره قالب و بااین‌وجود بدون افت دما و سردشدن مذاب است.

پس از طراحی مدل و انجام مراحلی که در بالا مرور شد، معمولاً حداقل یک‌بار مدل طراحی‌شده آزموده می‌شود تا طرح به‌دست‌آمده تایید و بهینه‌سازی شود و احتمال بروز عیوب ریخته‌گری و هزینه‌ها به کمترین مقدار ممکن برسد. پس از طراحی و بهینه‌سازی مدل و قالب ریخته‌گری، مدل در کارگاه مدل‌سازی ساخته می‌شود که معمولاً فضایی جدا از کارگاه ریخته‌گری دارد. مواد سازنده مدل بسته به شمار قالب‌گیری، میزان سایش مواد قالب و عمر لازم، ممکن است از جنس فلز (بادوام)، چوب (بادوام تا کم‌دوام)، پلاستیک (کم‌دوام)، یا فوم (یک‌بارمصرف) باشد (جدول ۵-۲).

جدول ۵-۲. مواد سازنده مدل ریخته‌گری طبق استاندارد EN 12890

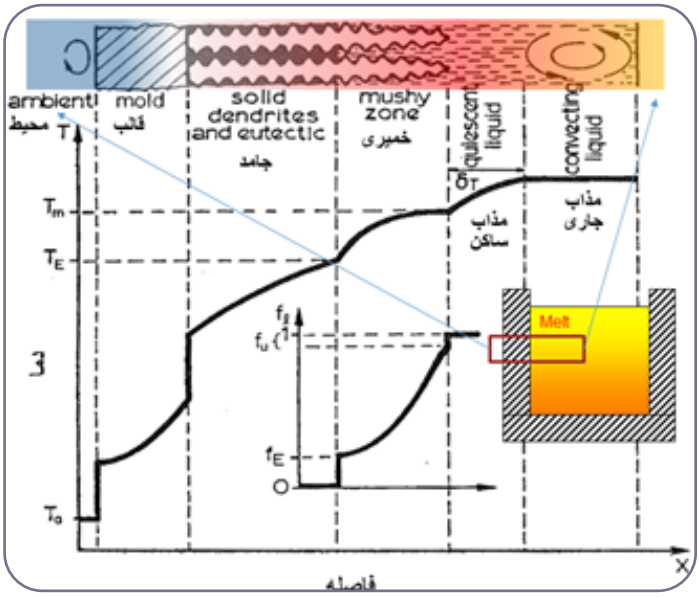
Class	Material	Used for
H۱a	Wood	serial production
H۱	Wood	medium to serial production
H۲	Wood	small serial production
H۳	Wood	(Batch production (possibly repeating production
M۱	Metal	serial production
M۲	Soft metal	medium serial production
K۱	Plastic	medium serial production
K۲	Plastic	small serial production
S۱	Foam	usable for more moulds، smooth surface
S۲	Foam	usable for one mould، smooth surface
S۳	Foam	usable for one mould، no surface condition requirements

■ ۳-۲-۲ بارریزی، انجماد و سردشدن قطعه

پس از قالب‌گیری، ذوب و عملیات کیفی مذاب (در بخش ۳-۲ معرفی شده است)، عملیات بارریزی و در پی آن انجماد و سردشدن قطعه انجام می‌گیرد. بارریزی دستی با بوته و ابزار (برای قطعات کوچک) یا پاتیل و جرثقیل (برای قطعات بزرگ) انجام می‌شود. برای خطوط ریخته‌گری دیزاماتیک یا قالب‌گیری‌های ماشینی ممکن است بارریزی به‌صورت خودکار انجام شود. در روش‌های قالب دائمی نیز، ماشین‌های ریخته‌گری قالب فلزی محفظه داغ[۱] عملیات تزریق مذاب به قالب را به‌طور خودکار انجام می‌دهند. در مرحله بارریزی، عملیات فرعی مانند پیش‌گرم بوته (یا پاتیل)، سرباره‌گیری، دماسنجی، آماده‌سازی قالب شمش مذاب اضافه نیاز باشد.

۱- Hot-Chamber Die cast

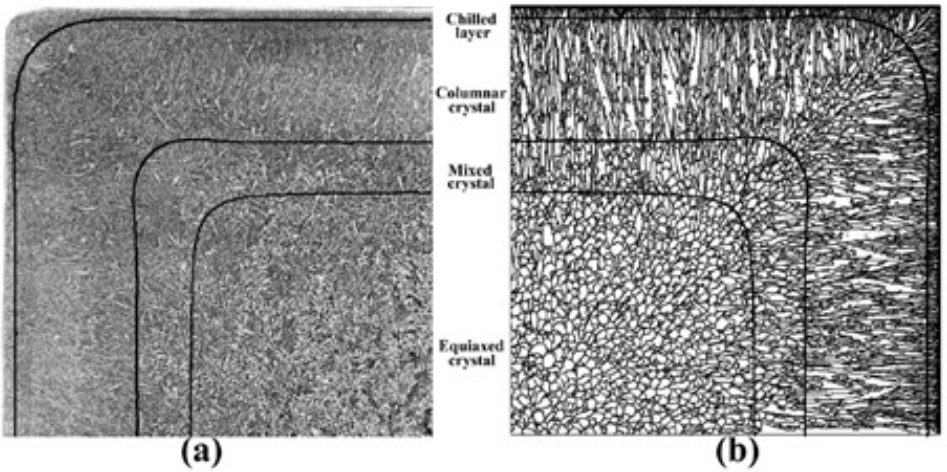
شکل ۱۶-۲. بارریزی چدن در قالب ماسه‌ای با پاتیل ۱۰۰ kg



شکل ۱۷-۲. انتقال گرما و توزیع دما از مرکز ذوب تا بیرون قالب. منحنی کوچک: ناحیه انجماد.

با ورود مذاب داغ به قالب، گرما از مذاب به قالب منتقل می‌شود و دما پایین می‌آید (شکل ۱۷-۲). جریان

گرما عمود بر دیواره‌های قالب شکل می‌گیرد. با سردشدن مذاب در قالب، جوانه‌زنی جامد روی ناهمواری دیواره‌های قالب و سطح ذرات جوانه‌زا شروع می‌شود. جوانه‌زنی در دمایی پایین‌تر از نقطه ذوب آلیاژ اتفاق می‌افتد که به این افت دمایی مذاب فروسرد [۱] (مادون تبرید) گفته می‌شود. با کاهش دمای ذوب و رسیدن به فروسرد لازم، تعداد بسیاری بلور جامد پدید می‌آید و با جهت‌گیری گوناگون رشد می‌کند. بدین شکل لایه‌ای از دانه‌های ریز روی دیواره‌ها را می‌پوشاند که پس‌ازاین در مقطع قطعه ریختگی به نام ناحیه تبریدی [۲] آشکار خواهد شد (شکل ۱۸-۲). بلورهایی که هم‌راستا با سوی انتقال گرما باشند سریع‌تر رشد کرده و بر دیگر بلورها چیره می‌شوند و باقی می‌مانند. این‌ها به‌صورت کشیده در راستای جریان گرما پدیدار می‌شوند و ناحیه ستونی [۳] را شکل می‌دهند. بلورهای هم‌محور شناور در مذاب و تکه بلورهای شکسته یک توده از دانه‌های هم‌محور در مرکز پدید می‌آورند که ناحیه هم‌محور [۴] نام دارد.



شکل ۱۸-۲. ساختار انجمادی مقطع شمش فولادی ناحیه تبریدی، ستونی و هم‌محور را نشان می‌دهد [۱۵].

■ ۴-۲-۲ تمیزکاری، ریخته‌پیرایی و تمام‌کاری

پس از شکل‌گیری قطعه ریختگی در قالب، لازم است عملیات تمام‌کاری [۵] بر روی آن انجام گیرد. معمولاً زوایدی مانند راهگاه و تغذیه به قطعه وصل است، یا چند قطعه به یک راهگاه درختی متصل شده و یا قطعه در توده‌ای از ماسه سخت شده (در ریخته‌گری قالب مصرفی) قرار دارد. تمیزکردن و زدودن زواید و ماسه از قطعه (به‌ویژه در مورد ماسه با چسب شیمیایی) کار زیادی می‌طلبد. به‌طورکلی تمام‌کاری شامل

۱- Supercooling ou under-cooling
۲- Chill Zone
۳- Columnar
٤- Equiaxed zone
٥- Finishing

مراحل زیر است:

- تمیزکاری (یا ریخته‌پیرایی[۱])، مانند تخلیه قالب و تکاندن[۲]، ضربه زنی[۳] و شکستن زواید، ساچمه پاشی[۴] و برش‌کاری راهگاه و تغذیه و پلیسه
- ماشین‌کاری، مانند سنگ‌زنی، سمباده زنی، تراش‌کاری و سوراخ‌کاری
- عملیات حرارتی، مانند آنیل، کوئنچ، سخت‌کاری، پیر سختی و عملیات سطحی
- کنترل کیفیت قطعه، بررسی چشمی، بررسی ابعادی، بررسی مکانیکی، بررسی‌های غیرمخرب و بررسی‌های ساختاری

■ ۲-۲-۵ بازرسی قطعه و عیوب ریختگی

در هنگام ریخته‌گری پدیده‌های فیزیکی متعدد و پیچیده‌ای اتفاق می‌افتد. ازاین‌رو احتمال پیدایش عیوب گوناگون در قطعه ریختگی زیاد است. لازم است قطعه ریختگی طبق فهرست وارسی[۵] استاندارد به‌دقت بازرسی شود و در صورت وجود عیب در محصول، اقدامات متناسب کیفی در فرآیند ریخته‌گری انجام گیرد. بازرسی‌ها می‌تواند شامل (اما نه محدود به) این موارد باشد: بررسی چشمی[۶]، بررسی ابعادی، وارسی برای عیوب سطح، وارسی برای عیوب درونی، اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی، آزمودن خواص مکانیکی، بررسی ساختار متالورژیکی. انواع بررسی‌های غیرمخرب[۷] به‌صورت روتین و بررسی‌های مکانیکی، ساختاری و غیره به‌صورت نمونه بر روی قطعه‌های ریختگی ممکن است انجام گیرد.

۲-۳ کوره، ذوب و بارریزی

قلب هر کارخانه ریخته‌گری کوره‌های ذوب فلز است که آن را از کارخانه‌های دیگر متمایز می‌کند. اهمیت کوره ذوب و فرآیند ذوب در این است که:

۱. شرایط کارکرد در دمای بالا و جاری بودن مذاب ازنظر ایمنی و محیط کار بسیار متفاوت، حساس و به‌شدت خطرپذیر است.

۲. عمده هزینه کارخانه صرف انرژی کوره می‌شود؛ حدود نیمی از کل انرژی مصرفی تمام صنایع، فقط در ذوب فلزات می‌رود.

۳. عملیات ذوب مستقیماً بر کیفیت محصول ریختگی اثر می‌گذارد. بخش حاضر مروری کوتاه بر فرآیند ذوب دارد.

۱- Fettling
۲- Shakeout
۳- Knockout
۴- Shotblast
۵- Check list
۶- Visual Testing
۷- NDT – Non-Destractive Testing

■ ۱-۳-۲ انبار قراضه و مواد بار کوره

مواد بار کوره می‌تواند از مواد اولیه (فلزات استخراجی) و مواد ثانویه (فلزات بازیافتی) باشد. مواد اولیه مانند آهن خام[۱]، آهن اسفنجی[۲] DRI، شمش‌ها و شوشه‌های غیرآهنی و آمیژان‌ها[۳] است. به قراضه‌ها[۴]، فلزات بازیافتی و برگشتی‌ها[۵] مواد ثانویه می‌گویند. در هر کارخانه ریخته‌گری، انباری از قراضه هست که بسته به نوسان بازار فلزات و حجم تولید ممکن است بزرگ باشد. قراضه‌ها بسته به چگالی ظاهری، شکل و اندازه قطعات و میزان ناخالصی، در رده‌هایی با نام‌های سنگین، متوسط و سبک و با شماره‌ای که رتبه خلوص بار را نشان می‌دهد دسته‌بندی می‌شوند. برای مثال سنگین بیشترین چگالی و کمترین ناخالصی را دارد و سبک کمترین چگالی و بیشترین ناخالصی. همچنین ممکن است قراضه‌ها را با توجه به شکل، ابعاد و جنس آن‌ها نام‌گذاری کنند، مانند قراضه پرسی[۶]، حلبی، دم‌قیچی، براده و مشابه آن. بهتر است قراضه در معرض باران نباشد و رطوبت نگیرد، زیرا در کوره باعث تولید گاز، بالا رفتن مصرف انرژی و خطر انفجار می‌شود. قراضه‌ها برحسب ترکیب شیمیایی و چگالی توده در انبار چیده می‌شوند. در کارگاه فرآوری قراضه عملیات تخلیه بار، تفکیک، سرند، قیچی، برش هوا، پرس، خوردکردن و خنثی‌سازی قطعات انفجاری ممکن است انجام گیرد.

شکل ۱۹-۲. انبار قراضه و ماشین خردکن و جداکننده.

۱- Pig iron – آهنی که از کوره بلند به دست می‌آید

۲- Direct Reduction Iron - آهن اسفنجی که از فرآیند احیای مستقیم به دست می‌آید

۳- Hardener – ترکیباتی که برای آلیاژسازی استفاده می‌شود.

٤- Scraps

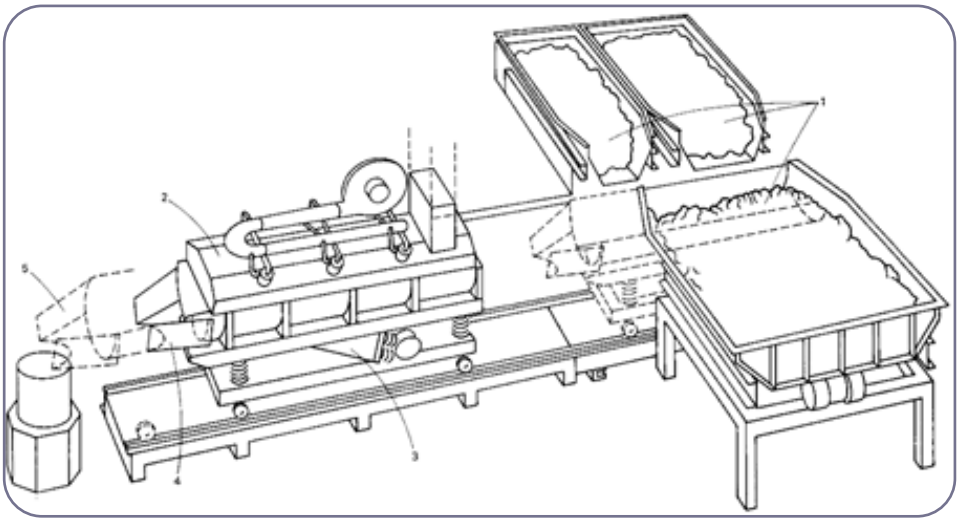
٥- Returns

٦- Boundle

■ ۲-۳-۲ باردهی (شارژ) کوره و ذوب

در فرآیند باردهی کوره، عملیاتی مانند محاسبه بار، برنامه‌ریزی ذوب، توزین بار، پیش‌گرم بار، انتقال بار و باردهی کوره انجام می‌شود. در محاسبه بار کوره تعیین می‌شود که چه وزنی از هر یک از مواد اولیه ورودی لازم است تا ترکیب شیمیایی ذوب نهایی در محدوده استاندارد قرار گیرد. این محاسبه بر اساس موازنه جرم عناصر، وضعیت کوره و بهینه‌سازی وزن بار برای کمترین هزینه، کمترین هدررفت و بالاترین کیفیت انجام می‌شود. سامانه‌های انتقال بار ممکن است جرثقیل، واگن باردهی، مگنت، چنگ و تسمه‌نقاله باشد.

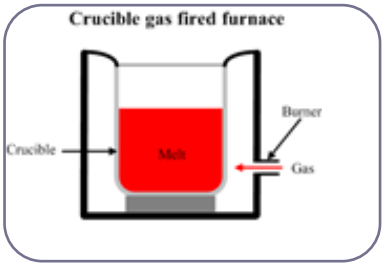
در کارگاه‌های ذوب با حجم تولید زیاد، معمولاً کوره را به‌طور کامل تخلیه نمی‌کنند و مقداری از ذوب را برای ذوب بعدی ته کوره نگاه می‌دارند (پاشنه ذوب Melt Hill). زیرا هرچه تعداد چرخه‌های سرد و گرم شدن کوره کمتر شود، عمر نسوز کوره، بازده و سرعت ذوب افزایش می‌یابد. حجم توده بار قراضه (حتی به‌صورت پرس) پر از فضای خالی است. چگالی توده قراضه حدود ۵٪ تا ۱۰٪ چگالی فلز است، که این عدد در مورد قراضه‌های پرس شده در هنگام باردهی کوره، کل حجم کوره به‌سرعت اشغال می‌شود. لازم است با گرمایش کوره، قراضه ذوب شود و پایین‌رود تا حجم کوره برای ادامه باردهی قراضه آزاد شود. بنابراین فرآیند باردهی نمی‌تواند به‌یک‌باره انجام گیرد و باردهی و ذوب پله‌پله انجام می‌شود. در هر پله با اشغال شدن حجم کوره به‌اندازه حدود یک‌دهم وزن ظرفیت کوره، به وزن مذاب افزوده می‌شود. در هنگام باردهی ترتیب مواد ورودی مهم است. معمولاً ابتدا قراضه‌های سنگین باکیفیت بهتر باردهی می‌شوند و پس‌ازآن نوبت به قراضه‌های سبک، شمش‌ها و آمیژان‌ها به ترتیب نقطه ذوب بالا به پایین می‌رسد. مواد با نقطه ذوب پایین و فرار مانند روی بهتر است در آخر باردهی شوند تا هدررفت آن‌ها در کوره به کمترین مقدار برسد.



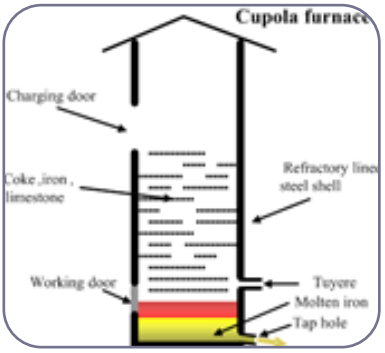
شکل ۲۰-۲. سیستم خودکار باردهی کوره مجهز به کفه‌های توزین، محفظه پیش‌گرم، ریل انتقال و قیف تخلیه با لرزاننده.

■ ۳-۳-۲ کوره‌های ذوب

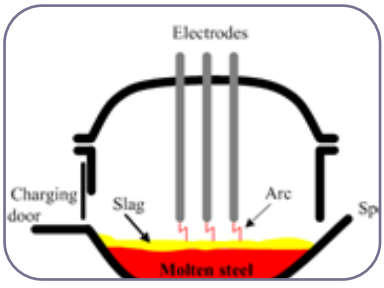
کوره‌های ذوب فلز بسته به نوع مصرف انرژی (سوخت جامد، سوخت مایع، سوخت گاز و برق) توان متفاوت دارند. برای آلیاژهای آهنی (فولاد و چدن) و غیرآهنی دمابالا (مس، برنج و برنز) کوره‌های برقی و سوخت جامد که توان گرمایش بالا دارند به کار می‌روند. برای آلیاژهای آلومینیم، منیزیم، روی، قلع، سرب با نقطه ذوب دمای پایین (<۱۰۰۰)، از انواع کوره با توجه به دسترسی به سوخت می‌توان استفاده کرد. کوره‌های سوختی ممکن است شعله مستقیم (مثل کوره کوپُل برای چدن) یا شعله غیرمستقیم (مثل کوره بوته‌ای برای آلومینیم) باشند. کوره‌های برقی سه دسته‌اند؛ کوره مقاومتی (برای دمای پایین)، کوره قوس (برای فولاد) و کوره القایی (برای تمام فلزات) هستند. شکل ۲۱-۲ چند نمونه رایج از کوره‌های مختلف ذوب فلز را باهم مقایسه‌می‌کند.



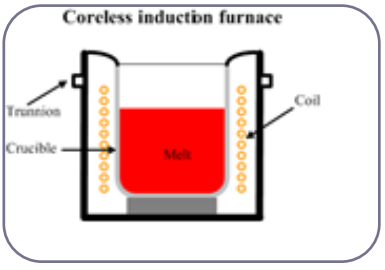
(ب)



(الف)

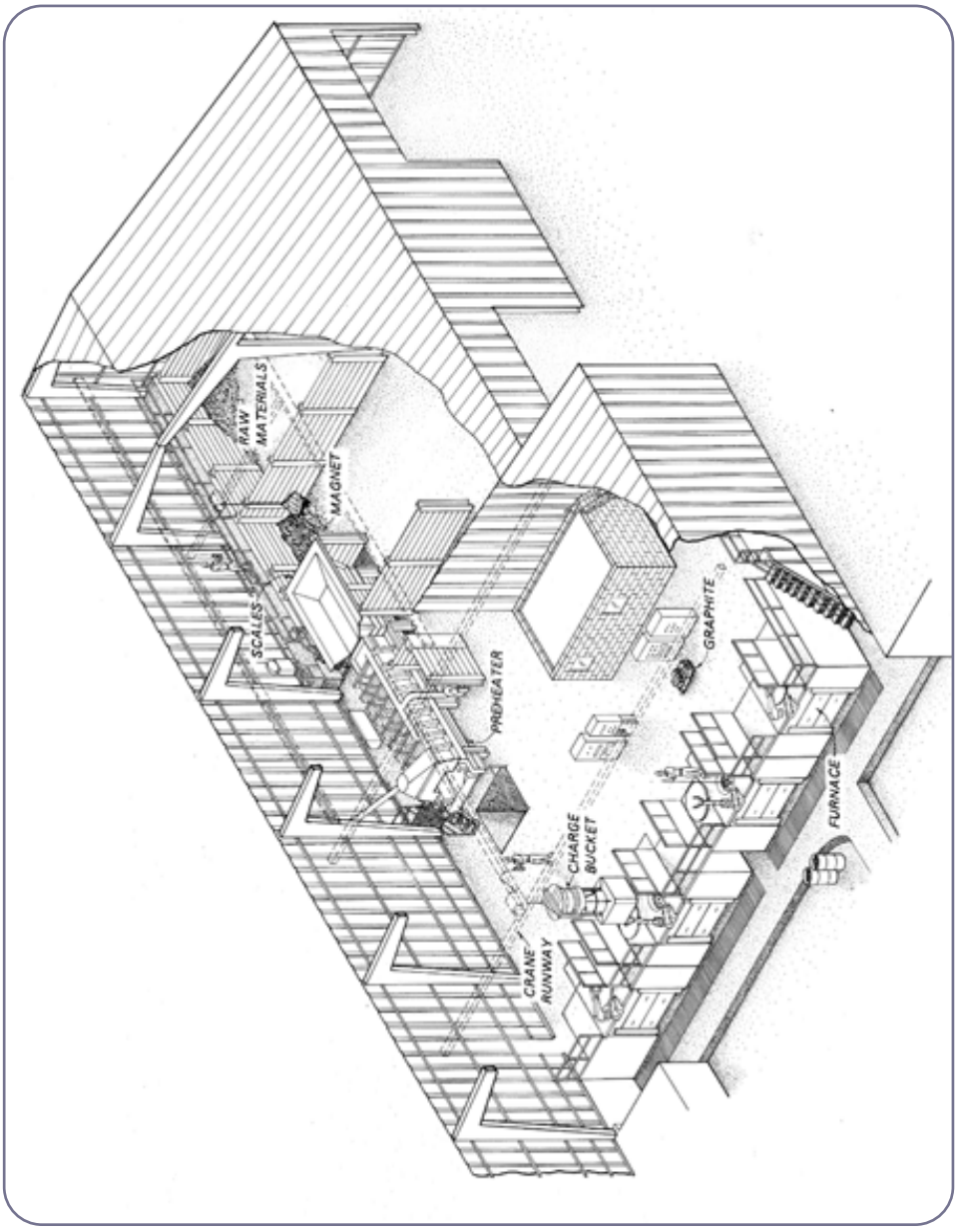


(ت)



(پ)

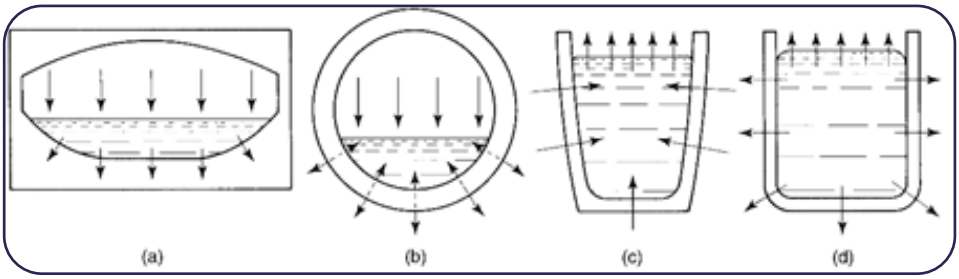
شکل ۲۱-۲. کوره‌های رایج ذوب (الف) کوره کوپل (کاپولا) برای چدن (ب) کوره بوته‌ای برای آلیاژهای دماپایین (پ) کوره القایی برای تمام آلیاژها (ت) کوره قوس برای فولاد



شکل ۲-۲۲. نمایی از کارگاه باردهی و ذوب با چهار کوره القایی.

جدول ۶-۲. کوره‌های ذوب فلزات و مقایسه مصرف انرژی و کاربرد آن‌ها.

نوع انرژی	کوره	مصرف انرژی	تجهیزات	نسوز	کاربرد	نقاط قوت	نقاط ضعف
سوخت فسیل	کوره زمینی / بوته‌ای	کک، گاز، مازوت ۸۰۰ kg Coke/ton	دمنده	بوته گرافیتی	چدن و آلیاژ غیرآهنی	سرمایه اولیه بسیار پایین	کاربرد محدود
	کوره اجاقی، کوره گردان	گاز، مازوت ۲۵۰ lit Oil/ton	دمنده و سازه گردان	آجر نسوز و جرم کوبشی	آلیاژ غیرآهنی، چدن	هزینه ذوب پایین	کاربرد محدود و کنترل ضعیف روی ترکیب
	کوره کوپول Cupola	فقط کک ۲۰۰ kg coke/ton	دمنده	آجر و گل نسوز	فقط چدن	ظرفیت تولید بالا	بدون کنترل روی ترکیب
برق	کوره القایی	۶۰۰-۵۵۰ kWh/ton	سیستم سرمایش آب، اتاق خازن، سیستم هیدرولیک	جرم کوبشی	تمام آلیاژها	نرخ ذوب گیری بالا، ذوب آلیاژها و حفظ ترکیب مواد، آلایندگی پایین	سرمایه اولیه بالا
	کوره قوس الکتریکی	kWh/ ۷۲۵ ton	ترانسفورمر، سرمایش آب، تجهیزات شارژ و تخلیه	آجر و جرم ریختگی	فولاد	نرخ ذوب بالا، کنترل ترکیب	سرمایه‌گذاری سنگین، نوسان برق، آلایندگی

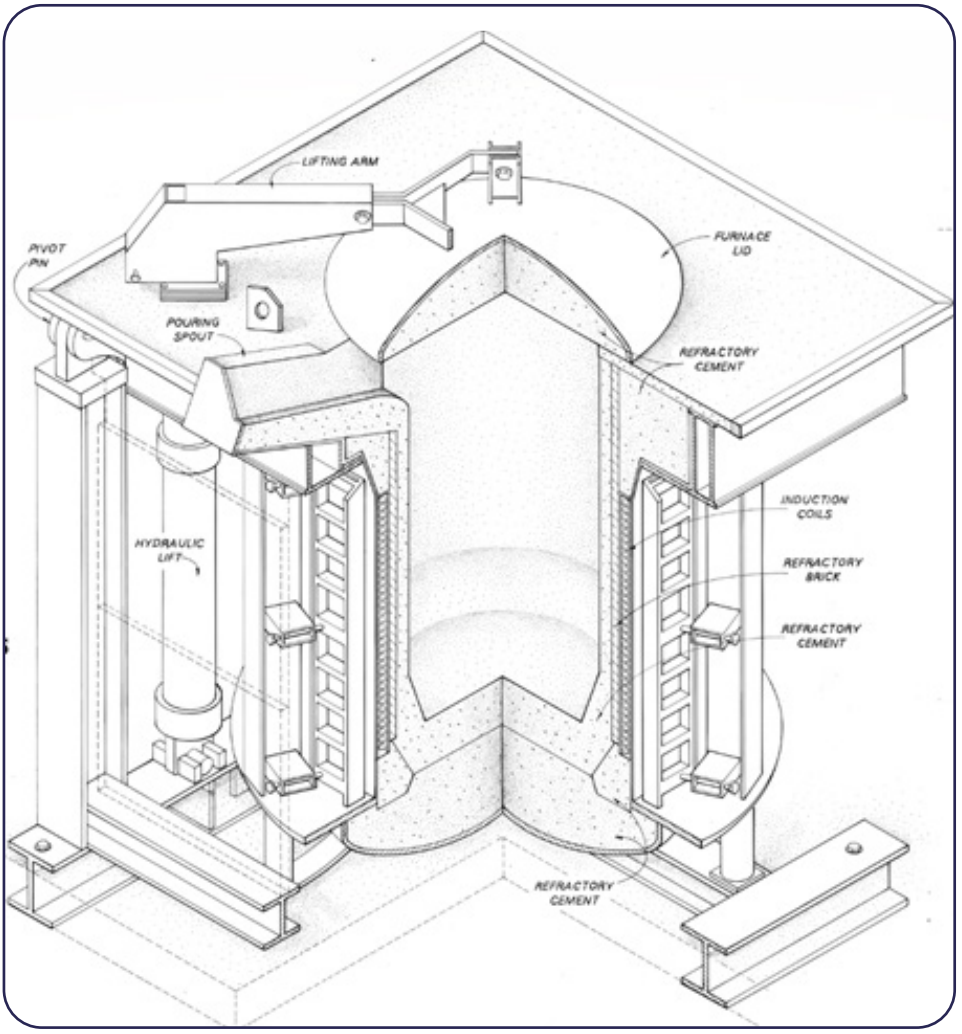


شکل ۲۳-۲. جریان گرما در کوره‌های ذوب (الف) کوره زیمنس مارتین (آتش‌دان روباز)[۱] (ب) کوره گردان یا دوار[۲] (پ) کوره بوته‌ای (ت) کوره القایی.

تعداد کوره‌های القایی رو به افزایش است. زیرا باوجود محدودیت در قطر بوته و مصرف برق بالا، کوره‌های القایی توان و سرعت ذوب بالا، کنترل دما، هم زدن و یکنواختی مذاب و سهولت در کارکرد دارند. کوره‌های القایی در دو نوع بی‌هسته و کانالی ساخته می‌شوند. در نوع بی‌هسته، سیم‌پیچ القا (کویل) به دور قطر بوته پیچیده شده و تقریبا تمام حجم بوته را پوشش می‌دهد. در نوع کانالی، بوته به یک کانال گرمایش وصل می‌شود که این کانال از درون یک هسته فولادی القایی عبور می‌کند. گرمایش و جریان القایی باعث چرخش مذاب بین بوته و کانال می‌گردد. کوره‌های القایی کانالی معمولاً در کنار کوره‌های دیگر به‌کاررفته و کار نگهداری و رساندن مذاب به فوق ذوب را انجام می‌دهند.

۱- Open-hearth furnace

۲- Rorary furnace



شکل ۲۴-۲. ساختمان کوره القایی بدون‌هسته. استفاده از این کوره برای ذوب فولاد، چدن، مس و بسیاری از آلیاژهای نقطه ذوب بالا رایج است. سهولت و سرعت ذوب از مزیت‌های این کوره و هزینه بالای تجهیزات، نگهداری و هزینه بالای مصرف برق آن از محدودیت‌های آن است.

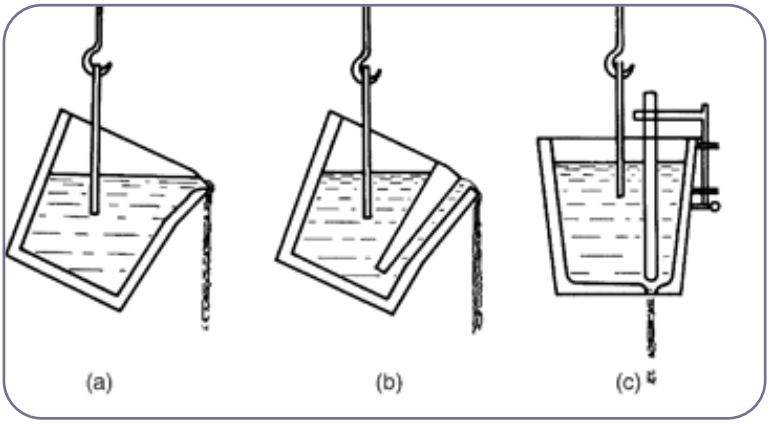
■ ۲-۳-۴ عملیات کیفی ذوب

عملیات ذوب بر اساس علم شیمی فیزیک و باهدف این‌که ذوب دارای میزان معینی از عناصر آلیاژی باشد انجام می‌گیرد. اما دمای بالا و واکنش‌پذیری مذاب باعث تشکیل سرباره، جذب گاز و ناخالصی می‌شود. لذا پس از ذوب بار در کوره لازم است عملیاتی برای حذف آخال[۱]، حذف عناصر ناخواسته، حذف گاز و حذف

۱- Inclusion – ناخالصی غیرفلزی

سرباره[۱] و کف باره[۲] انجام گیرد که به آن عملیات فلزمذاب[۳] یا عملیات کیفی ذوب گفته می‌شود. این عملیات شامل مراحل زیر است:

- فلاکس‌زنی[۴]: برای حذف آخال، حذف گاز، حفظ عناصر، روان‌سازی سرباره و تمیزکاری انجام می‌شود. فلاکس به‌صورت یک ترکیب فعال (مانند سنگ‌آهک برای حذف گوگرد از فولاد کوره قوس یا بوراکس برای حفظ روی در مس) به مذاب افزوده می‌شود.
- گاززدایی[۵]. مانند دمش نیتروژن یا آرگون برای حذف هیدروژن از مذاب آلومینیم
- تصفیه[۶] یا فیلتراسیون مانند عبور مذاب از صافی سرامیکی برای حذف آخال
- سرباره گیری[۷] و کف‌زدایی[۸].
- نگهداری و تحویل مذاب، شامل کوره نگه‌دارنده[۹]، ناودانی[۱۰]، پاتیل[۱۱]، تاندیش[۱۲]، نازل و غیره
- جوانه زایی[۱۳] مانند افزودن فروسیلیسیم به چدن برای گرافیت‌زایی یا افزودن تیتانیم-بور به آلومینیم برای ریزدانه کردن



شکل ۲۵-۲. پاتیل‌های بارریزی (الف) لب ریز (ب) قوری (پ) کف ریز.

۱- Slag
۲-Dross
۳- Molten-metal treatment
٤- Fluxing
٥- Degassing
٦- Filteration
۷- Deslagging
۸- Drossing
۹- Holding Furnace
۱۰-Launder
۱۱- Ladle
۱۲- Tundish
۱۳- Inocualtion

■ ۵-۳-۲ نسوزکاری کوره

دیواره نسوز کوره[۱]، همواره در معرض نیروهای فرساینده است؛ وزن ذوب، شوک‌های گرمایی، فرسایش مکانیکی جریان ذوب، فرسایش شیمیایی سرباره و مذاب، رسوب ترکیبات سرامیکی، ضربه و تخریب باردهی شمش و قراضه، ارتعاشات و شوک‌های مکانیکی حرکت هیدرولیک تخلیه کوره است. به همین خاطر پس از مدتی از ضخامت نسوز کم می‌شود یا غیریکنواخت شده و رسوب می‌بندد و ظرفیت کوره را می‌گیرد، که هر دو حالت بازده گرمایی و ذوب را به‌شدت پایین می‌آورند. همچنین ممکن است در نسوز آسیب به شکل ترک، شیار، تخریب، حفره، تاول یا سوراخ پدید آید که می‌تواند به کوره آسیب بزند یا خطرات بزرگ‌تر به همراه داشته باشد. ازاین‌رو نسوز کوره اهمیت دارد و عملیات نسوزکاری در تناوب‌های مشخص انجام می‌شود. برای کوره‌های عظیم یا کوره‌های بسیار کوچک عملیات نسوزکاری ممکن است هرچند سال یک‌بار انجام گیرد. اما برای کوره‌های متوسط پرکاربرد، به‌ویژه کوره‌های القایی ممکن است عملیات نسوزکاری به دو بار در هر هفته برسد.

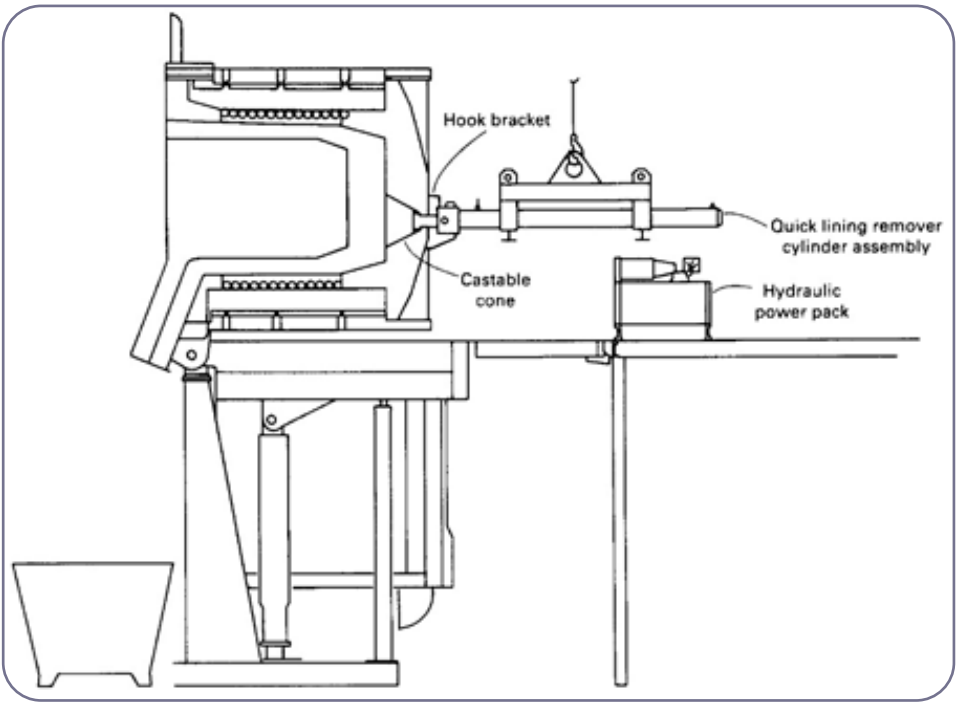
برای نسوزکاری کوره از مواد نسوز به‌صورت جرم ریختنی، پودر کوبشی، آجر، ورق و الیاف نسوز ممکن است استفاده شود. برای کوره‌های بسیار بزرگ یا کوره‌های کوچک خاص از آجرهای نسوز پخته‌شده استفاده می‌کنند و روی آن‌ها را با جرم نسوز می‌پوشانند. دیوارهای نسوز آجری پرهزینه هستند و عمرهای چندساله دارند. برای کوره‌های متوسط پرکاربرد که امکان تخریب زیاد است از پودر نسوز کوبشی و تف‌جوشی (سینتر) آن با مشعل یا گرمای خود کوره استفاده می‌کنند.

عملیات نسوزکاری (نسوزکوبی) یک کوره‌های القایی در سه مرحله انجام می‌شود:

۱. تخلیه نسوز قبلی
۲. عایق‌بندی، قالب‌گیری و نسوزکوبی
۳. تف‌جوشی نسوز با مشعل، مذاب و یا گرمایش کوره

برخی از کوره‌ها تجهیزات هیدرولیک برای تخلیه نسوز و جرم کوبی دارند. شکل ۲۶-۲ یک کوره القایی را در هنگام عملیات نسوزکاری نشان می‌دهد.

۱- Refractory lining



شکل ۲-۲۶. عملیات نسوزکاری کوره القایی و دستگاه تخلیه نسوز کهنه.

۲-۴ شمش‌ریزی

■ ۲-۴-۱ شمش‌ها

شمش‌ها محصولات ریختگی اولیه هستند که هنوز به شکل محصول نهایی درنیامده‌اند. بنابراین در پایین‌دست ریخته‌گری، عملیات دیگری برای شکل‌دهی روی آن‌ها انجام خواهد شد (ب). دودسته عملیات ممکن است روی شمش‌ها انجام شود؛ ذوب دوباره یا شکل‌دهی مکانیکی. شمش‌هایی که برای ذوب دوباره ساخته می‌شوند در دسته شمش ریختگی[۱] قرار می‌گیرند و با کدهای استاندارد متفاوت شناخته می‌شوند. شمشی که برای تغییرشکل به روش کار مکانیکی تولیدمی شود، شمش کارپذیر[۲] خوانده می‌شود و حساس‌تر از شمش ریختگی است. زیرا شمش ریختگی با تمام عیوب احتمالی دوباره ذوب می‌شود. اما اگر ترک، ناهمگنی، یا عیب دیگری در ساختار انجمادی شمش کارپذیر باشد در فرآیندهای پایین‌دست یا در محصول نهایی مشکل‌ساز خواهد شد. شمش‌های کارپذیر بسته به تعداد سفارش ممکن است به‌صورت ریخته‌گری

۱- Cast Alloy

۲- Wrought Alloy

تک بار[۱] یا ریخته‌گری پیوسته[۲] تولید شوند. مثلاً شمشال فولاد آلیاژی برای ساخت غلتک شکل ۲۷-۲ الف)، ممکن است ده عدد (۱۰۰۰ تن) در سال تقاضا داشته باشد و لذا به‌صورت تک بار در قالب فلزی (کوکیل) ریخته می‌شود. درحالی‌که سفارش تختال فولاد برای نورد ورق بدنه خودرو (شکل ۲۷-۲ب) می‌تواند بیش از یک‌میلیون تن در سال باشد. تنها راه رسیدن به این عدد، یک ماشین ریخته‌گری پیوسته است که تمام سال بدون توقف با سرعت ۲تن بر دقیقه (حدود ۶۰ cm/min) تختال تولید کند.

(الف)

(ب)

شکل ۲۷-۲. (الف) شمشال به دست آمده از ریخته‌گری تک بار قطر ۲ متر (ب) تختال تولید شده به روش ریخته‌گری پیوسته

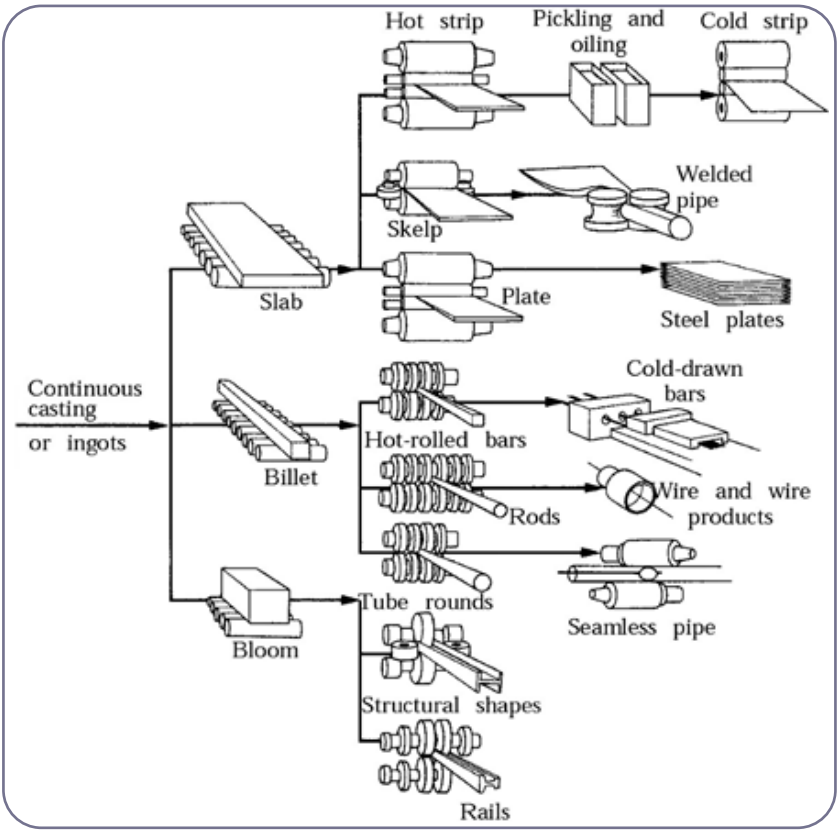
۱- Ingot Casting

۲- Continuous Casting

شمش‌های کارپذیر با توجه به کار مکانیکی که در پایین‌دست روی آن‌ها انجام می‌گیرد، شکل مقطع گوناگون دارند. انواع مقاطع ریختگی به نسبت بزرگ را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی کرد:

- تختال (اسلب)[۱]: در مقطع این شمش نسبت عرض به ضخامت بسیار بزرگ است. تختال در پایین‌دست زیر غلتک نورد رفته و به ورق یا فویل تبدیل خواهد شد. اگر ضخامت شمش از ۱۰cm کوچک‌تر باشد، به آن تختال نازک گفته و اگر عرض (و ضخامت) آن کوچک باشد، آن را تسمه می‌نامند.
- شمشال (بیلت)[۲]: مقطع این شمش گرد است یا ضلع‌های هم‌اندازه دارد (مانند مربع، شش‌ضلعی یا هشت‌ضلعی منتظم). شمشال در پایین‌دست اکستروژن، پتکاری (فورج)، کشش یا نورد شده و به شکل لوله، میله، مفتول یا مقاطع گوناگون (پروفیل قوطی، نبشی و غیره) درمی‌آید. اگر قطر یا ضلع شمشال از ۱۰cm کوچک‌تر شود میله[۳] نامیده می‌شود و به فرآیند تولید آن میله ریزی[۴] گویند.
- شمشه (بلوم)[۵]: در مقطع این شمش ضلع‌ها نزدیک به هم اما نامساوی هستند (مثل مستطیل). شمشه‌ها نورد می‌شوند و به شکل مقاطع مثل تیر یا ریل درمی‌آیند. در این دسته ممکن است مقطع شمش شبیه به تیر یا ریل نهایی باشد که به آن تیر خام[۶] می‌گویند.

۱- Slab
۲- Billet
۳- Rod
٤- Rod Casting
٥- Bloom
٦- Beem Blank



شکل ۲۸-۲. شمش کارپذیر با سطح مقطع مختلف ریخته می‌شوند که سه گروه آن‌ها بسیار رایج است.

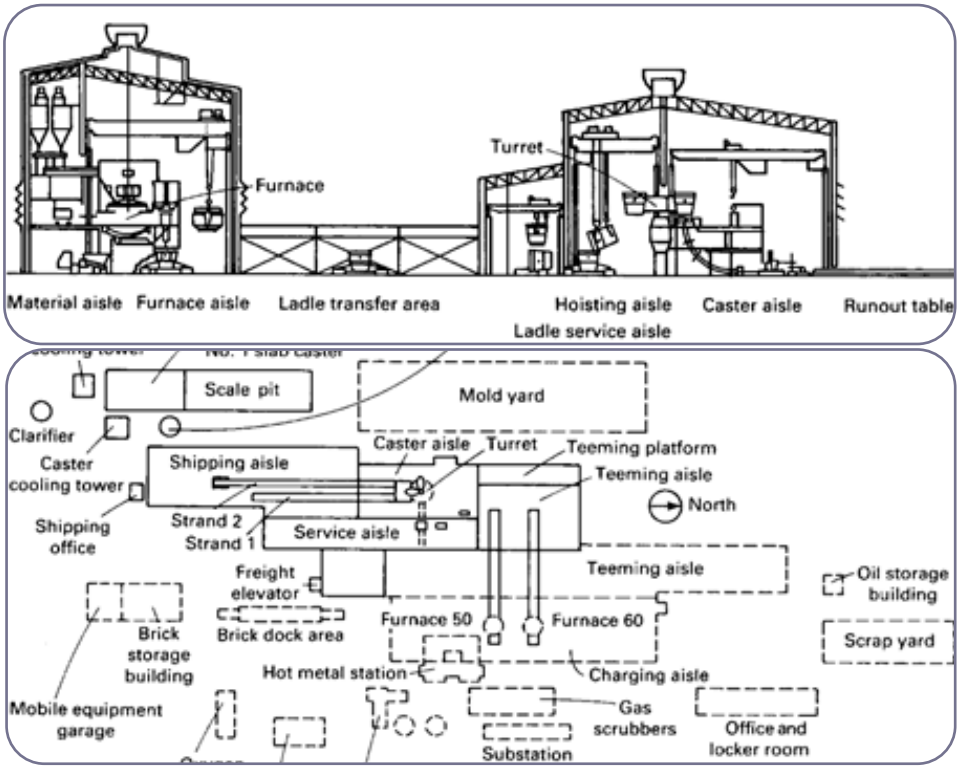
■ ۲-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته فولاد

ماشین ریخته‌گری پیوسته[۱] یک سازه عظیم است که به‌طور مداوم ذوب را تحویل گرفته و شمش جامد با مقطع مشخص تولید می‌کند. ظرفیت تولید چنین ماشینی می‌تواند به بیش از ۱.۵ میلیون تن در سال برسد. در فرآیند ریخته‌گری پیوسته عملیات زیر انجام می‌شود:

- انتقال ذوب به خط ریخته‌گری
- جریان مذاب از درون تاندیش به قالب ریخته‌گری
- شکل‌گیری مقطع شمش در قالب مسی آب سرد
- خروج پیوسته مقطع شمش از قالب
- سرمایش شمش با افشانه‌های آب و استخراج گرمای نهان ذوب تا انجماد کامل مقطع
- برش مقطع شمش با طول‌های مشخص و برداشت آن

۱- CCM - Continuous Casting Machine

ماشین ریخته‌گری پیوسته معمولاً با دو رشته (استرند)[۱] شمش موازی (با دو قالب ریخته‌گری) کار می‌کند. یک تاندیش[۲] کار تأمین پیوسته مذاب و توزیع آن در قالب‌ها را انجام می‌دهد. مذاب به کمک پاتیل و جرثقیل از کارگاه ذوب[۳] به کارگاه ریخته‌گری منتقل می‌شود.

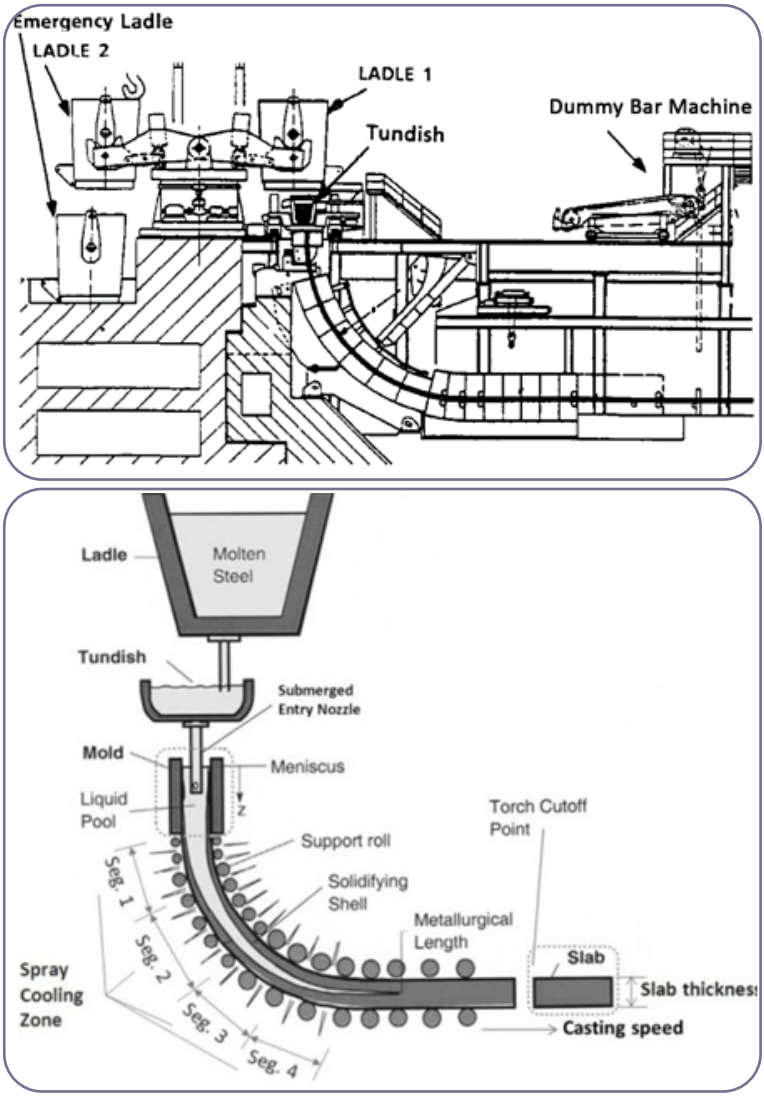


شکل ۲۹-۲. نقشه کارخانه ریخته‌گری پیوسته فولاد. بالا: کارگاه ذوب در چپ و کارگاه ریخته‌گری در راست. پایین: جانمایی کارگاه‌ها. در شکل بالا مقطع روبروی ساختمان ریخته‌گری پیوسته نشان می‌دهد که کوره‌ها در کارگاه ذوب، درون پاتیل‌های بزرگ تخلیه شده و پاتیل‌ها از راه ریل یا جرثقیل به کارگاه ریخته‌گری منتقل می‌شود. ازآنجاکه ریخته‌گری پیوسته است، به‌طور مداوم به مذاب نیاز است. لذا یک تاندیش Tundish بزرگ به‌صورت مخزن روی قالب ریخته‌گری قرار می‌گیرد تا در هنگام تعویض پاتیل مذاب، جریان مذاب به قالب پیوسته برقرار باشد. کار تعویض پاتیل را یک برج چرخان Turret در بالای تاندیش انجام می‌دهد. هنگامی که یک پاتیل در حال تخلیه است، پاتیل خالی از روی برج چرخان برداشته شده و پاتیل پر به‌جای آن قرار می‌گیرد. در نقشه جانمایی (شکل پایین) سمت راست زمین قراضه scrap yard، در وسط راهروی باردهی کوره charging aisle با دو کوره قوس ۵۰ و ۶۰ تن، در پایین آن تأسیسات تصفیه گاز کوره gas scrubbers، در بالای کوره‌ها راهرو تخلیه ذوب teeming aisle (از پاتیل به تاندیش)، مجاور آن در وسط سکوی ماشین ریخته‌گری Caster aisle، روی آن برج گردان Turret پاتیل، و زیر آن دو رشته Strand تختال ریخته شده و به دنبال آن تأسیسات برش تختال و راهروی ترابری آن Shipping aisle و در بالای ماشین ریخته‌گری کارگاه قالب‌سازی Mold yard دیده می‌شود.

۱- Strand

۲-Tundish

۳- Hot metal station ایستگاه ذوب



شکل ۳۰-۲. ماشین ریخته‌گری پیوسته CCM معمول برای تولید تختال و شمشال فولادی.

در شروع یک نوبت فرآیند[۱] ریخته‌گری پیوسته فولاد، یک زنجیر یا میله اتصال[۲] کف قالب مسی را می‌بندند. مذاب از طریق یک نازل ورودی غوطه‌ور[۳] (SEN) از تاندیش به قالب جریان می‌یابد. با شروع انجماد مذاب در قالب، میله اتصال، مقطع منجمد را با سرعت ریخته‌گری در حدود ۱ m/min به بیرون (پایین) کشیده و بین غلتک‌ها راهنمایی می‌کند تا شمش به سکوی برش برسد. در پی آن ریخته‌گری به‌طور

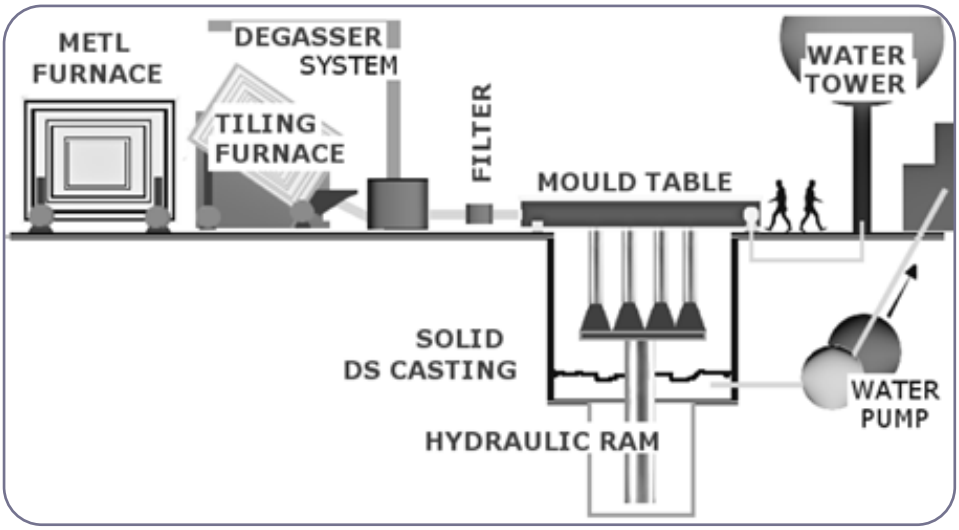
۱- Sequence
۲- Dummy bar
۳- SEN – Sumberged Entry Nuzzle

پیوسته ادامه می‌یابد و شمش به طور پیوسته از سکوی برش تخلیه می‌گردد. این نوبت ریخته‌گری تا به پایان رسیدن سفارش ذوب، یا محدودیت‌های فنی (مانند عمر نسوز تاندیش یا عمر قالب ریخته‌گری) ممکن است تا چند ده ساعت به طول بیانجامد. در زیر قالب سازه‌ی عظیمی جعبه‌های غلتک خنک‌کننده و افشانه‌های آب را به‌صورت منحنی نگاه می‌دارد. در این فاصله مغز شمش هنوز مذاب است و حدود ۱۵ m تا ۳۰ m طول می‌کشد تا مقطع شمش به‌طور کامل منجمد شود. پس از انجماد کامل و رسیدن مقطع شمش به وضعیت افقی، یک سکوی متحرک رو شمش قفل می‌شود و با مشعل هوا شمش را برش می‌زند.

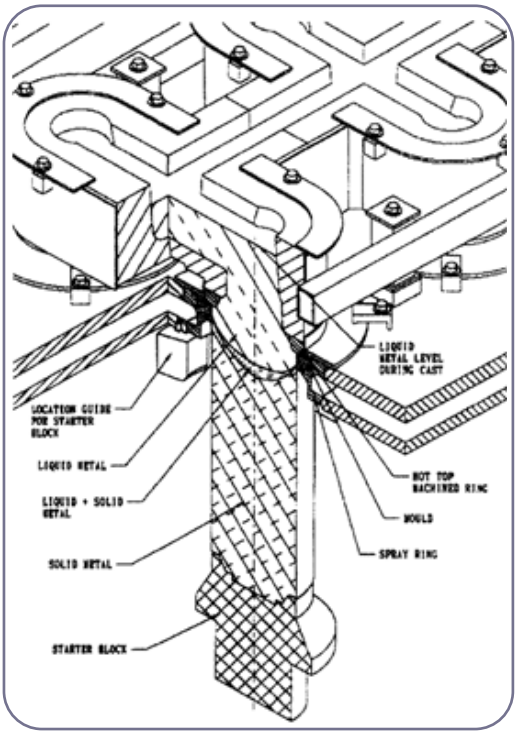
■ ۳-۴-۲ ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (DC) آلیاژهای آلومینیم و مس

برای ریخته‌گری پیوسته آلیاژهای آلومینیم و مس، از روش ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (تبرید مستقیم) یا DC[1] استفاده می‌شود. این روش شبیه به ریخته‌گری پیوسته عمودی است، با این تفاوت که به جای سازه چندطبقه‌ای شکل ۳۰-۲، ماشین ریخته‌گری در سطح زمین و روی یک چاهک ۲۰-۶ متری (شکل ۳۱-۲) قرار دارد. در ریخته‌گری دم‌سرد، مذاب کوره از راه یک ناودانی[2] به یک میز نسوز (به نام صفحه DC) جاری می‌شود. قالب‌های ریخته‌گری در زیر حفره‌های میز نسوز (صفحه DC) نصب شده است. صفحه نسوز مذاب را به سری قالب‌های نصب شده توزیع می‌کند. قالب‌ها در ابتدا از زیر توسط کف‌بند[3] هیدرولیک بسته‌شده است. در هر نوبت ریخته‌گری DC شمش با طول محدود ۱۵ m-۳ ریخته می‌شود و به درون چاهک سرمایش می‌رود. سپس جریان ذوب متوقف می‌گردد، صفحه DC از جلی خود بلند شده و شمش ریخته شده از چاهک خارج می‌شود. لذا فرآیند ریخته‌گری دم‌سرد (DC) با توالی[4] کوتاه و منظم به طور نیمه‌پیوسته انجام می‌گیرد. اما دلیل نامگذاری دم‌سرد یا تبرید مستقیم[5] به مکانیزم سرمایش مذاب توسط خود شمش جامد باز می‌گردد. در این روش طول قالب DC کوتاه‌تر از قالب‌های ریخته‌گری پیوسته فولاد است (۲۰ cm یا کمتر) و شمش خروجی به کمک افشانه‌های آب در خروجی قالب، با لایه‌ی از آب روان روی سطح آن سرد می‌شود. این روش تنها برای آلیاژهایی مناسب است که رسانش گرمایی بالا داشته باشند و بتوانند جریان گرمای حوضچه مذاب را از طول شمش به آب جاری روی سطح منتقل کنند. این امکان برای آلیاژهای آهنی وجود ندارد، اما در آلیاژهای آلومینیم و مس به‌خوبی انجام‌پذیر و بسیار رایج است. رسانش بالای آلومینیم و مس باعث می‌شود که حوضچه مذاب توسط خود شمش جامد سرد شود. به همین دلیل عمق حوضچه مذاب کوتاه است.

۱- Direct-Chill Casting
۲- Launder
۳- Bottom block
٤- Sequence
٥- Direct-Chill



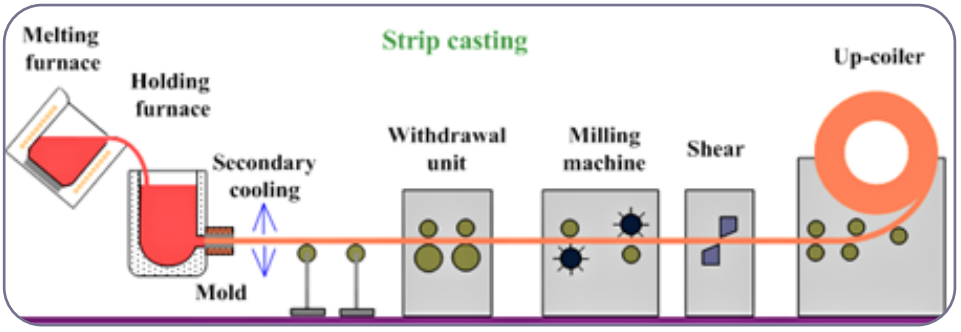
پشکل ۳۱-۲. نمایی از کارگاه ریخته‌گری دم‌سرد DC آلومینیم.



شکل ۳۲-۲. صفحه و قالب ریخته‌گری دم‌سرد DC برای تولید شمشال و تختال آلیاژهای آلومینم و مس.

■ ۲-۴-۴ ریخته‌گری پیوسته افقی آلیاژهای مس

در ریخته‌گری پیوسته افقی، نسبت به روش عمودی، کار نگهداری و اداره شمش و دسترسی به تجهیزات آسان‌تر است و طول خط و خطرات فرآیند کاهش می‌یابد. این روش برای بسیاری از آلیاژها آزموده شده و برای آلیاژهای مس به‌طور رایج استفاده می‌شود. شکل ۳۳-۲ نمایی از تجهیزات خط ریخته‌گری پیوسته افقی مس (فن‌آوری ورتلی[۱]) را نشان می‌دهد. قالب ریخته‌گری از گرافیت ساخته‌شده و به بوته نگه‌دارنده مذاب متصل شده و توسط سیستم سرمایش آبگرد خنک می‌شود. در روش افقی به دلیل اثر گرانش و نشست شمش درون قالب، انتقال گرما در قالب ریخته‌گری غیریکنواخت شده و به‌سوی پایین جهت‌دار می‌شود. بنابراین جبهه انجماد در این روش متقارن نیست. سرمایش ثانویه بیرون قالب توسط افشانه‌های آب توان و بازدهی بیشتری از سرمایش اولیه درون قالب دارد. سیستم کشش با چرخه‌های تناوبی رفت‌وبرگشت و توقف برنامه‌ریزی می‌شود تا از چسبیدن پوسته منجمد شده به قالب و پیدایش عیوب سطحی در شمش (یا ورق) جلوگیری کند.



شکل ۳۳-۲. نمای ماشین ریخته‌گری پیوسته افقی برای تولید شمشال و تسمه آلیاژهای مس.

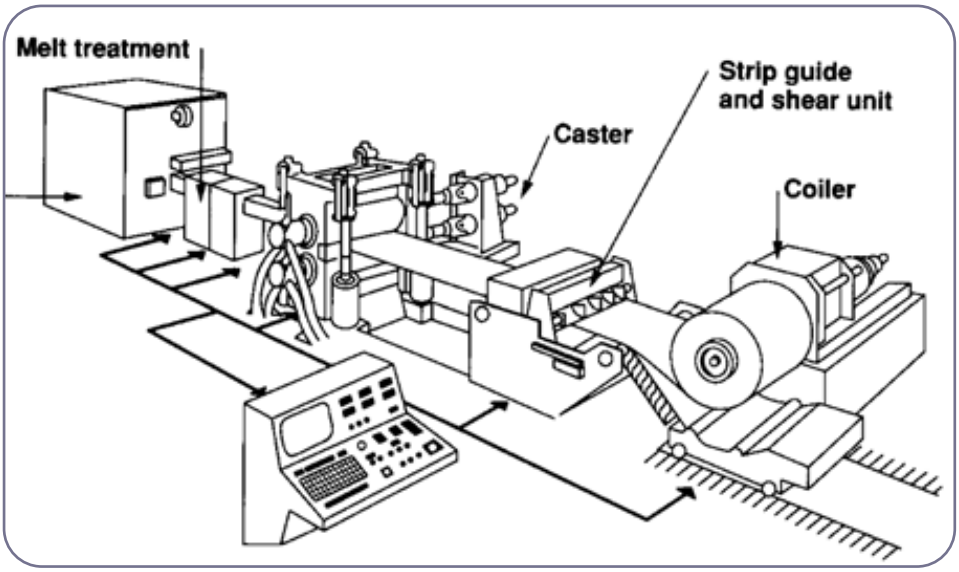
■ ۲-۴-۵ ریخته‌گری پیوسته میله، تسمه و ورق

ایده ریخته‌گری پیوسته ورق از مذاب در ۱۸۵۷م توسط بسمر[۲] برای فولاد طرح شد و پژوهش‌ها برای ورق‌ریزی فولاد در مقیاس صنعتی هنوز ادامه دارد. اما روش ریخته‌گری پیوسته دوغلتکی[۳] افقی برای تولید ورق آلومینم در صنعت رایج شده و منبع اصلی تولید مواد اولیه فویل‌های آلومینیم است. در این روش مذاب توسط یک تاندیش یا شانه پخش‌کننده سرامیکی به فاصله بین دو غلتک تحویل داده می‌شود. فرآیند توسط دو متغیر اصلی سرعت غلتک و فاصله نازل تاندیش از نقطه خروج ورق تنظیم می‌شود.

۱- Wertly

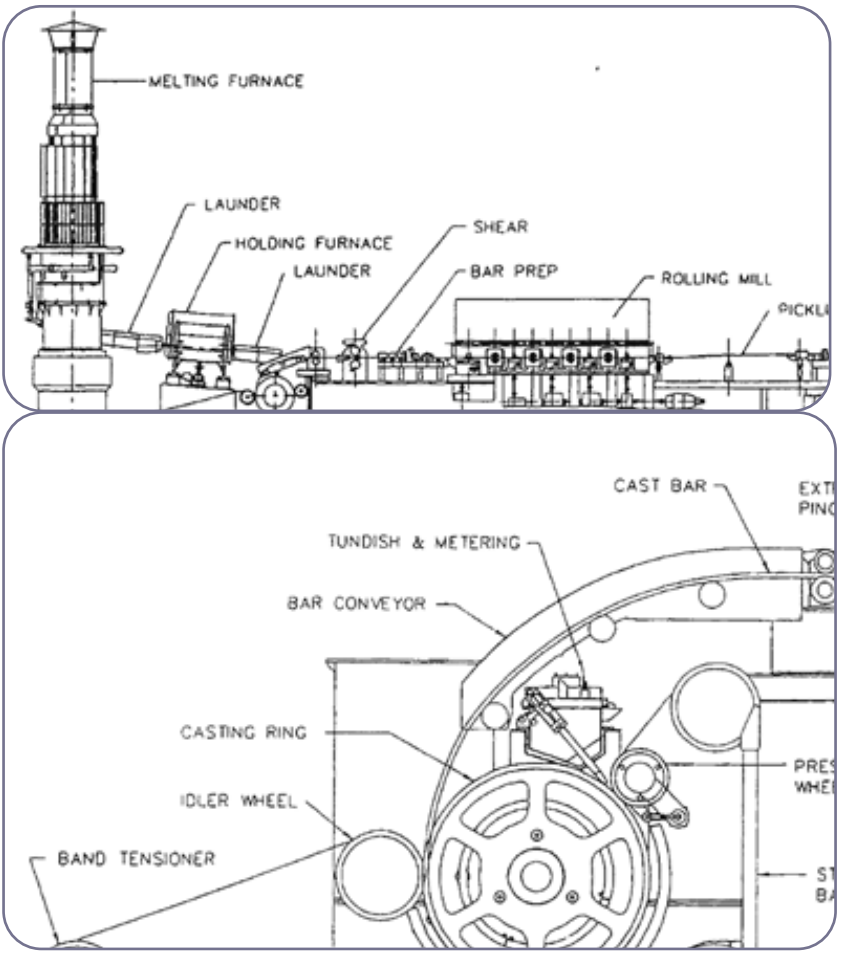
۲- Henry Bessemer

۳- Twin-roll continuous strip casting



شکل ۳۴-۲. ماشین ریخته‌گری پیوسته دوغلتکی ورق آلومینیم.

برای تولید میله‌های و تسمه‌های آلیاژهای غیرآهنی، پراپرزی مخترع ایتالیایی یک ماشین ریخته‌گری ساخت که به‌جای قالب ریخته‌گری یک سیستم چرخ و تسمه را به کار می‌برد و به‌طور پیوسته میله تولید می‌کرد. به دنبال آن و با پیشرفت سیستم قالب چرخ و تسمه، ماشین ریخته‌گری پیوسته میله SCR (شکل ۳۵-۲) رایج شد که عملیات ذوب، نگهداری ذوب، ریخته‌گری، نورد، تاب و پیچیدن میله را انجام می‌دهد. از این ماشین برای تولید میله‌ها و تسمه‌های آلومینیم، مس، سرب و دیگر آلیاژهای غیرآهنی استفاده می‌شود.



شکل ۳۵-۲. ماشین ریخته گری پیوسته میله SCR[۱] (سیستم چرخ و تسمه) برای تولید میله و تسمه آلیاژهای آلومینیم و مس.

۱- Southwire Casting Rod

۳

فصل سوم

مخاطرات محیط کار ریخته‌گری

مخاطرات محیط کار ریخته گری

هنگامی که فردی وارد یک کارگاه ریخته‌گری می‌شود، پرسش‌هایی از ذهنش می‌گذرد و و نگرانی‌هایی با او همراه خواهد بود؛ آیا اینجا ایمن است؟ تا چه فاصله‌ای می‌توان به کوره و مذاب و دیگر تجهیزات نزدیک شد؟ آیا این دود و بویی که در فضا هست سمی است؟ آیا وسایل ایمنی کامل و کافی است؟ تا چه حد سلامت و ایمنی افراد تضمین‌شده است؟ آیا هشدارها و علائم ایمنی کافی است؟ آیا افرادی که کار می‌کنند از تمامی خطرات آگاه هستند؟ آیا به‌اندازه کافی آموزش دیده‌اند؟ آیا ممکن است خطری وجود داشته باشد که از آن بی‌خبرم؟ آیا ممکن است خطری باشد که کارگران از آن بی‌خبرند یا به آن توجه نکرده‌اند؟ هنگام کار چه نکاتی را برای ایمنی و سلامت خود باید درنظر داشته باشم؟ اگر حادثه‌ای پیش‌آید چه باید کرد؟

شکل ۱-۳. هنگامی که فردی وارد یک کارگاه ریخته‌گری می‌شود، با خود می‌پرسد آیا اینجا ایمن است؟!

از کجا اطلاعات بگیرم و از که بپرسم؟ مدیران کارخانه، برای ایمنی و سلامت محیط کار چه تمهیداتی اندیشیده‌اند و چه اقداماتی کرده‌اند؟

برای پاسخ به پرسش‌های بالا، لازم است هر فردی که با فرآیندهای ریخته‌گری سروکار دارد، از مقررات ایمنی و ضوابط سلامت محیط کار در ریخته‌گری آگاه باشد. ریخته‌گری پیشینه‌ای دراز دارد و حوادث پرشماری در تاریخ آن ثبت گردیده است. در مورد ضرورت و اولویت ایمنی و سلامت کارکنان، چه در کارگاه‌های درون کارخانه و چه در زیست‌بوم بیرون از کارخانه، جای هیچ تردید و درنگ نیست. اولین گام در

علم ایمنی و سلامت محیط کار، شناسایی مخاطرات و سپس بررسی و ارزیابی ریسک مخاطرات می‌باشد. در این فصل به این پرسش مهم پرداخته خواهد شد که مخاطرات ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری چه هستند؟ و کدام‌یک، در کجا و چه زمانی در یک کارگاه ریخته‌گری وجود دارند.

۱-۳ مخاطرات عمومی محیط کار

برای شناخت و درک درست مخاطراتی که در محیط کار ریخته‌گری وجود دارد، بهتر است آشنایی قبلی از مخاطرات عمومی ایمنی و سلامت محیط کار حاصل شده باشد. چنانچه آشنایی قبلی برای خواننده وجود ندارد، بخش حاضر مخاطرات عمومی ایمنی و سلامت کار را به‌طور مختصر معرفی می‌کند. در مباحث ایمنی، طبق تعریف، مخاطره شرایطی است که امکان آسیب به افراد (، نقص سلامت، جراحت یا مرگ)، یا خسارت به تجهیزات، ساختمان‌ها یا مواد، یا افت کارایی یک فرآیند، یا ضرر به زیست‌بوم را داشته باشد.[۱] مخاطرات سلامت و ایمنی محیط کار بی‌شمار هستند و در گروه‌های متنوعی ازجمله مخاطرات مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی، برق، بیولوژیکی، ارگونومی و روانی دسته‌بندی می‌شوند. برخی از استانداردها بسته به دامنه تعریف خود، خطر را محدود به انسان معرفی می‌کنند؛ خطر شرایطی است که احتمال آسیب به شکل جراحت، نقص سلامت یا مرگ داشته باشد. از دیدگاه صدمه و آسیب‌هایی که ممکن است به افراد وارد شود، مخاطرات ممکن است به دسته‌های مخاطرات سوختگی، تنفسی، پوستی، بینایی، شکستگی و کوفتگی، مفصلی، شنوایی، خستگی و روانی و غیره تقسیم‌بندی شوند. اما چنانکه بیان شد، مخاطرات نه‌تنها شامل صدمه به سلامت افراد، بلکه شامل آسیب به زیست‌بوم و خسارت به کسب‌وکار نیز می‌شود. به همین دلیل دسته‌بندی مخاطرات بر اساس منشأ تولید آن‌ها کاربرد عمومی‌تر دارد و پذیرفته‌تر است. آتش و انفجار نیز به‌خودی‌خود توانایی تخریب و آسیب زیاد دارند؛ اما بیش از آنکه یک خطر شمرده شوند، معمولاً خود یک حادثه به شمار می‌روند (مخاطرات در شرایط معمول کار وجود دارند و قابل‌بررسی هستند، درحالی‌که بروز آتش و انفجار اغلب غیرمعمول است). در برخی موارد، بسته به نوع و مقیاس فرآیند، ممکن است شدت معینی از آتش و انفجار در بخشی از فرآیند وجود داشته باشد و تنها به‌عنوان مخاطرات شناخته شود. برای نمونه، ممکن است انفجار یک محفظه روغن کوچک در ماشین بزرگ خردکن قراضه[۲] معمول باشد، درحالی‌که انفجار همان قطعه در کوره القایی، یک حادثه ناایمن به شمار می‌رود. بنابراین ضروری است که مخاطرات بسته به نوع و مقیاس فرآیند شناسایی و بررسی گردد.

۱- وب‌سایت اداره کل بازرسی کار، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی https: //bazresikar. mcls. gov. ir/fa/question

۲- Scrap Shredder

شکل ۲-۳. نشان‌هایی از مخاطرات عمومی هنگام کار. لغزش، پاگیر و سقوط در یک کارگاه ریخته‌گری ریسک ایمنی بالایی دارد.

می‌توان گفت تمامی انواع مخاطرات ایمنی محیط کار در صنایع مختلف، در یک کارخانه کوچک ریخته‌گری وجود دارند. مخاطراتی که در سقوط مصالح در یک کارگاه ساختمانی، یا در مواد سمی شیمیایی یک کارخانه مواد شوینده، یا در ذرات معلق هوای یک معدن زیرزمینی، یا در قطع برق در تأسیسات یک سیکل ترکیبی، یا در نشت آب در یک راکتور هسته‌ای هست به‌طور مشابه با ریسک کمتر یا بیشتر در یک کارخانه ریخته‌گری وجود دارد. پیش‌از آنکه به شناسایی این مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری پرداخته شود لازم است، مخاطرات ایمنی محیط کار به‌طورکلی و مستقل از فرآیندهای ریخته‌گری معرفی شوند. در این کتاب، به‌منظور اینکه تمام انواع مخاطرات در یک دسته‌بندی کلی و ساده پوشش داده شود و شمار زیاد موضوعات و مخاطرات، باعث نشود که رویکرد و نگاه کلی به موضوع ایمنی تحت تأثیر قرار گیرد، انواع مخاطرات در چهار دسته اصلی مخاطرات مکانیکی و ارگونومی، مخاطرات فیزیکی و برق مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی و مخاطرات روانی دسته‌بندی می‌شوند.

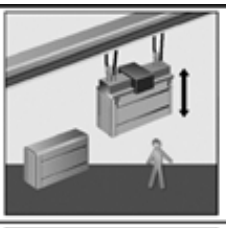
■ ۳-۱-۱ مخاطرات مکانیکی و ارگونومی

مخاطرات مکانیکی شامل نیروهای مکانیکی، لغزش، برخورد، پاگیر، سقوط، پرتاب و اشیاء خطرساز و حادثه‌آفرین هستند. این مخاطرات در ماشین‌آلات (مانند دستگاه‌های پرس و برش، لیفتراک، تجهیزات هیدرولیک، پنوماتیک و غیره)، اشیاء برنده و تیز (تیغه‌ها، اره‌ها، ابزار، لبه‌ها و غیره)، سقوط وسایل و مواد

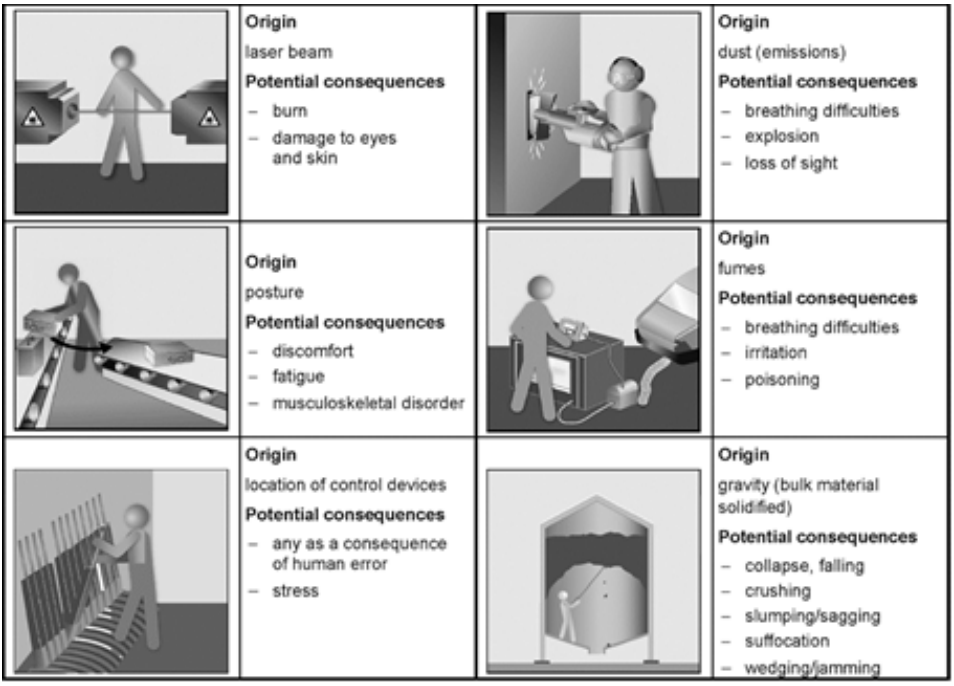
(بالابرها، جرثقیل، تخلیه بار و غیره)، ناهمواری و لغزش روی زمین (راه‌پله، سکوها، گودال‌ها، زمین روغنی یا مرطوب و غیره)، مکان‌های خطرناک (مسیر عبور ماشین، حریم دستگاه‌ها، مسیر خط تولید و عبور مواد و غیره) و مشابه آن وجود دارد. معمولاً بیشترین آمار حوادث ناگوار در محیط کار مربوط به این دسته از مخاطرات است.

به‌طورمعمول جراحت‌های گزارش‌شده از کارگران کارگاه ریخته‌گری بیشتر شامل کوفتگی و ضرب‌دیدگی دست و پا، به خاطر ضربه خوردن، افتادن، و شکستگی عضو ناشی از گیرکردن در ماشین یا سقوط وسایل بوده است.

مخاطرات ارگونومی را شرایطی از قبیل قرارگیری بدن در وضعیت نامناسب، حمل بار سنگین یا نامتعادل توسط فرد، حالت‌های حرکتی نامناسب بدن (بالابودن دست از کتف، دراز بودن دست در هنگام کار)، میز و صندلی و نمایشگر نامناسب، تکرار زیاد حرکت توسط یک عضو، یا فشار زیاد به ستون فقرات و مفصل‌ها به هر شکل تشکیل می‌دهند. اگرچه ممکن است به این مخاطرات توجه کافی نشود، اما پس از مدت کوتاهی، دردهای ستون فقرات، کمر، مفصل‌ها و خستگی زودهنگام را به همراه دارند که می‌توانند منشأ حواس‌پرتی و حوادث دیگر باشند.

	Origin cutting parts **Potential consequences** – cutting – severing		**Origin** falling objects **Potential consequences** – crushing – impact
	Origin moving elements **Potential consequences** – crushing – impact – shearing		**Origin** moving elements (three examples) **Potential consequences** – drawing-in – friction, abrasion – impact
	Origin gravity, stability **Potential consequences** – crushing – trapping		**Origin** approach of a moving element to a fixed part **Potential consequences** – crushing – impact
	Origin rotating or moving elements (three examples) **Potential consequences** – severing – entanglement		**Origin** moving elements **Potential consequences** – crushing – friction, abrasion – impact – severing
	Origin live electrical parts **Potential consequences** – electric shock – burn – puncture – scald		**Origin** objects or materials with a high or low temperature **Potential consequences** – burn
	Origin vibrating equipment **Potential consequences** – osteo-articular disorder – vascular disorder		**Origin** noisy manufacturing process **Potential consequences** – fatigue – hearing impairment – loss of awareness – stress

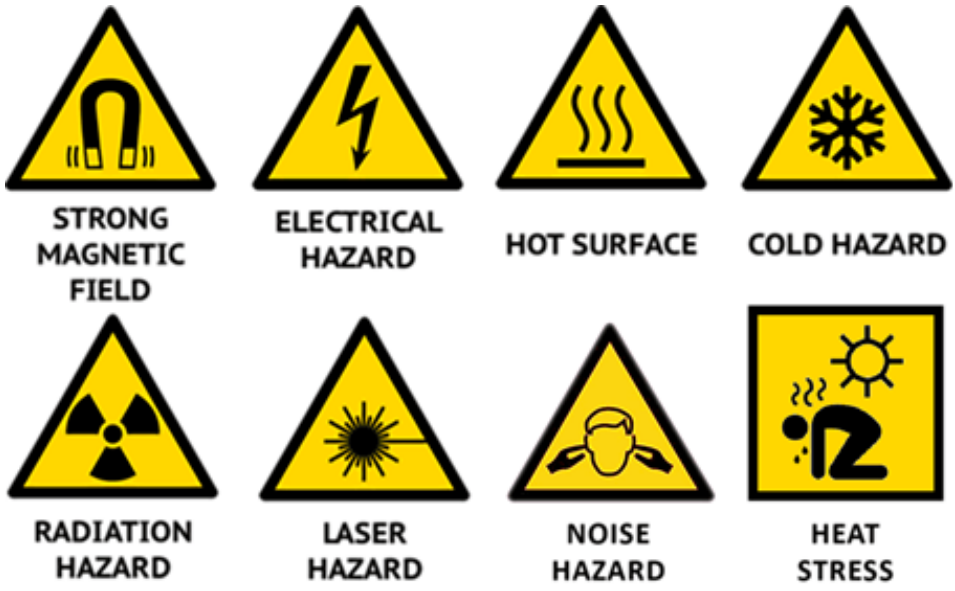
شکل ۳-۳. مخاطرات عمومی محیط کار.



ادامه شکل ۳-۳ مخاطرات عمومی محیط کار.

■ ۲-۱-۳ مخاطرات فیزیکی و برق

مخاطرات فیزیکی مجموعه عوامل فیزیکی مانند گرما و سرما، نور، صدا، ارتعاش، پرتوها و فشار است که می‌تواند خطرساز و آسیب‌رسان باشد. استرس‌ها و آسیب‌های گرمایی، سوختگی و مشکلات بینایی و شنوایی از عوارض رایج این مخاطرات است. اگرچه این مخاطرات بیشتر به‌عنوان تهدید سلامت و کمتر به‌عنوان تهدید ایمنی شمرده می‌شوند، اما می‌توانند خود منشأ مخاطرات مکانیکی و حوادث ناایمن شوند. استرس‌های گرمایی منجر به سرگیجه و سقوط، تغییر نور شدید منجر لحظه‌ای و برخورد با ماشین‌آلات و آلودگی صوتی منجر به کاهش شنوایی و نشنیدن آژیر خطر تخلیه بار، مثال‌هایی از حوادث با منشأ مخاطرات فیزیکی است.



شکل ۴-۳. مخاطرات فیزیکی و برق

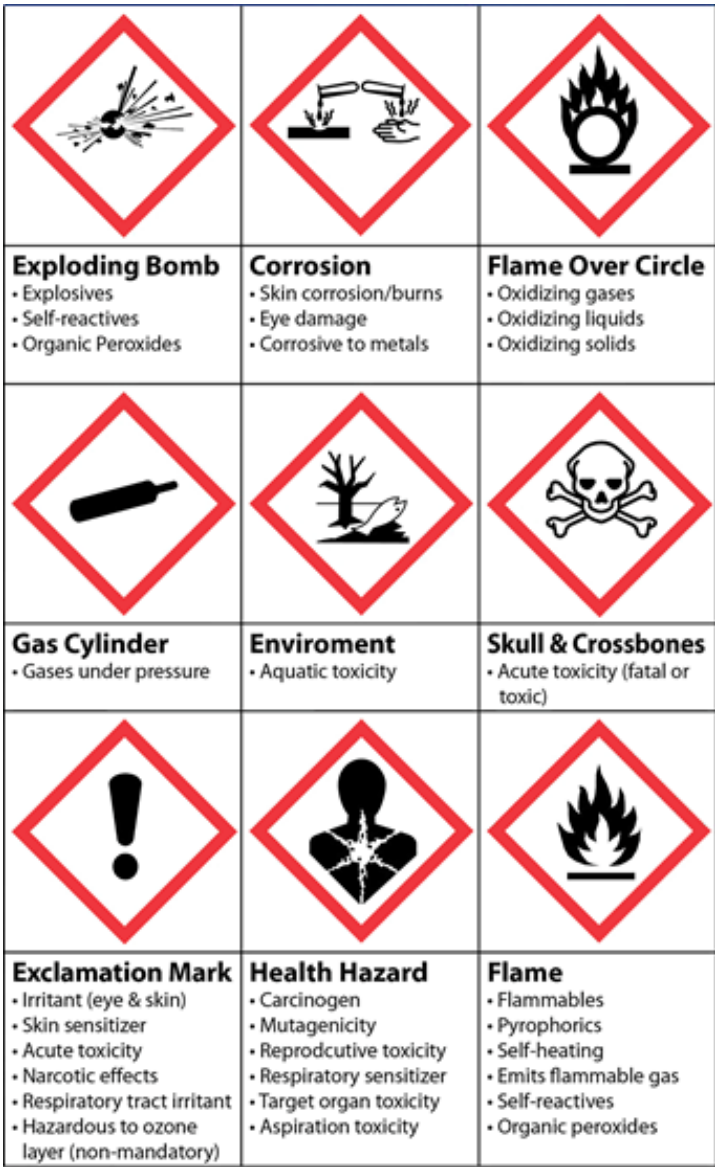
برق با ولتاژ یا شدت‌جریان بالا به‌ویژه برق صنعتی منشأ بسیاری از حوادث و آسیب‌های کاری است. مخاطرات برق می‌تواند شامل مواردی چون اتصال کوتاه، آتش‌سوزی، برق‌گرفتگی، سوختگی، تخریب مدار، قطعی برق، خاموشی و توقف‌های حادثه‌ساز، نیروهای الکترومغناطیسی، پرتاب اشیا و غیره باشد. همچنین میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از برق می‌توانند برای بدن انسان و اشیا، به‌ویژه برای افرادی که ایمپلنت‌های پزشکی دارند و سلامت آن‌ها وابسته به اشیاء یا اعضای مصنوعی است، مخاطره انگیز باشد.

▪ ۳-۱-۳ مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی

مخاطرات شیمیایی شامل دود و دمه‌ها، گازها و بخارهای سمی، اسیدها و محلول‌های شیمیایی زیان‌آور، ذرات معلق (آزبست، سرب، سیمان، غبارها) و مواد محرک است. مخاطرات شیمیایی ممکن است باعث بیماری‌های محیط کار[۱] (مانند بیماری ریوی، التهاب‌ها، سرطان و غیره) و یا حوادث کاری[۲] (مانند آتش‌سوزی، بیهوشی، خفگی، سوختگی و مرگ) شوند.

۱- Occupational disease

۲- Occupational accident



شکل ۵-۳. نگاره‌های سامانه یکپارچه جهانی GHS برای دسته‌بندی و مخاطرات مواد شیمیایی.

مخاطرات بیولوژیکی (میکروبی) شامل میکروب‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها، انگل‌ها و قارچ‌ها هستند که ممکن است به‌واسطه انتقال از افراد بیمار یا موجودات زنده و یا مواد ورودی آلوده و یا تولید و رشد و انتشار در محل کار به وجود آیند. این مخاطرات در مواد و فلزات بازیافتی که از پسماندهای شهری بازیافت شده‌اند وجود دارند.

شکل ۶-۳. نشان مخاطرات زیستی (باکتری، ویروس، قارچ، انگل، شیرابه و غیره). فلزات و مواد بازیافتی و قراضه‌هایی که از پسماندهای شهری بازیافت شده، ویروس، باکتری، قارچ و سایر مخاطرات زیستی دارد.

■ ۴-۱-۳ مخاطرات روانی و عوامل انسانی

مخاطرات کار که پیش‌از این معرفی شد، منشأ شیئی (جسم یا ماده)[۱] داشت. در محیط کار، هر نوع مخاطره‌ای که منشأ موضوعی[۲] داشته باشد، جزو مخاطرات روانی[۳] شناخته می‌شود. مخاطرات روانی به چگونگی تعریف کار، روش مدیریت کار و زمینه‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی کار مربوط می‌شود. مخاطرات روانی، که منجر به ایجاد فشارهای روانی و عصبی می‌شود، نه‌تنها می‌تواند بر روان و رفتار فرد اثر بگذارد، بلکه ممکن است فیزیک و کارکرد فرد را نیز تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین می‌تواند باعث ایجاد خشونت در کار، حواس‌پرتی و یا حادثه‌های ناایمن شود. عوامل مخاطرات روانی عبارتند از:

- عوامل شغلی
- عوامل مدیریتی و سازمانی
- عوامل فردی، اجتماعی و اقتصادی

دسته اول و دوم مربوط به تعاریف شغلی، شرایط موضوعی محیط کار و یا مدیریت نیروی انسانی در محیط کار است. در این دو بخش مخاطراتی مانند بی‌تجربگی، عدم مهارت، فشارهای شغلی، ساعت کار نامناسب و زیاد، برخورد نامناسب کارفرما یا همکاران، نارضایتی از درآمد، برنامه کاری ثابت و خسته‌کننده، نگرانی از بیکاری، عدم دریافت ارتقا و رشد شغلی، عدم دریافت حقوق رفاهی مانند خدمات بیمه و درمان وجود دارند. این مخاطرات می‌توانند باعث حواس‌پرتی، رفتارهای پرخطر در محیط کار شود و حوادث ناایمن ایجاد کنند. دسته سوم مخاطرات روانی منشأ فردی یا اجتماعی دارند، مانند استرس‌های روانی، نگرانی‌های شخصی (از خانواده یا جامعه)، کم‌خوابی، سردرد، سابقه بیماری مانند صرع، اعتیاد، حواس‌پرتی، شتاب‌زدگی، ترس‌های فردی (مانند ترس از ارتفاع، ترس از افراد)، افسردگی، شوخی، ناشکیبایی، شوک عصبی از حادثه و مشابه آن.

۱- Object
۲- Subject
۳- Psychological Hazards

شکل ۷-۳. مخاطرات روانی و انسانی به چگونگی تعریف کار، روش مدیریت کار و زمینه‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی مربوط است، که می‌تواند ایمنی کار را تحت تأثیر قرار دهد. عکس از وب سایت سازمان جهانی کار.

۳-۲ مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری

شناخت مخاطرات عمومی محیط کار برای ریخته‌گری لازم است، اما به‌هیچ‌وجه کافی نیست. برای ورود به محیط کار ریخته‌گری، حتی به‌عنوان یک بازدیدکننده، لازم است ریسک‌های ایمنی ریخته‌گری شناخته شوند. سازمان جهانی کار ILO مخاطرات ویژه صنایع تولید آهن و فولاد و صنایع فلزی غیرآهنی را در دو کد راهنما مرور کرده است. بخش حاضر به مخاطرات ایمنی مختص محیط ریخته‌گری می‌پردازد. اگرچه مخاطراتی که در این بخش معرفی می‌شوند، ممکن است به‌طور عمومی در محیط‌های کاری دیگر کم‌ریسک باشند (مانند زمین لغزنده)، اما در ریخته‌گری پرخطر هستند.

شکل ۸-۳. پاتیل ۱۰ تن مذاب چدن در حال باراریزی در قالب ماسه‌ای. از مخاطرات معمول در کارگاه ریخته‌گری، انفجار مذاب، پاشش مذاب، سطوح داغ، تابش مذاب، پرتاب اجسام، گازهای مضر، آسیب‌های گرمایی، برخورد، لغزش، سقوط و درگیرشدن لباس یا دست‌وپا در تجهیزات است.

■ ۲-۲-۳ انفجار مذاب

رایج‌ترین دلیل جراحت ناشی از ذوب، انفجار و پاشش مذاب است، که به‌عنوان یکی از مخاطرات پرریسک ریخته‌گری شناخته می‌شود. فلز مذاب می‌تواند باعث دو نوع انفجار، بخار (فیزیکی) و انفجار شیمیایی گردد. اگرچه ریسک انفجار فیزیکی در فرآیند ریخته‌گری زیاد است، ریسک انفجار کوره که باعث پاشش مذاب و پرتاب اجسام خواهد می‌شود نیز، کم نیست. بخش حاضر به معرفی مخاطره پرریسک انفجار و علت وقوع آن می‌پردازد.

۱-۲-۲-۳ انفجار بخار (فیزیکی)

تماس ماده مذاب با هرگونه مایع مانند آب یا روغن می‌تواند حادثه و فاجعه به دنبال داشته باشد. تمامی مایعات با نقطه‌جوش پایین در مجاورت ذوب با دمای بالا یا تابش مذاب، افزایش حجم شدید و ناگهانی نشان خواهند داد. به‌ویژه مقدار ناچیزی آب (نقطه‌جوش $100\ ^{\circ}C$) کافی است تا در تماس با مذاب یک فلز ($1600-1600\ ^{\circ}C$) در یک‌لحظه با افزایش حجم حدود ۱۶۰۰ برابر و با فشار بسیار زیاد به بخار تبدیل شود. به این معنی که یک لیوان آب به‌اندازه یک مترمکعب افزایش حجم لحظه‌ای خواهد داشت. این افزایش حجم،

به‌صورت یک انفجار لحظه‌ای تمام مواد مجاور، ازجمله مذاب را به اطراف پرتاب می‌کند. چنین انفجاری معمولاً همراه با پرتاب و پاشش گدازه‌ها و بارش مذاب در تمام نقاط کارگاه ریخته‌گری است. با توجه به مجاورت مذاب و آب درکارگاه ریخته‌گری، امکان وقوع چنین حوادثی، زیاد می‌باشد.

شکل ۹-۳. حوادث انفجار بسیاری براثر تماس مذاب با رطوبت اتفاق گزارش شده است عکس از وبلاگ Aluminum Plant Safety.

برخلاف تصور بسیاری از افراد، که حوادث را نادر می‌شمارند، معمولاً ریسک انفجارهای ناشی از تماس رطوبت با مذاب زیاد است. منابع رطوبت در نزدیکی مذاب زیاد هستند. کارگاه‌های ریخته‌گری معمولاً با تجهیزات سرمایش با آب کار می‌کنند و جریان آب در اطراف و درون تجهیزات ریخته‌گری وجود دارد. آب یا مایع حبس شده در مواد شارژ آشکار نیست. قراضه‌های فلزی، پر از قوطی‌های نوشابه، رادیاتورها و فیلترهایی است که مایعات درون آن است. آب باران و آب شستشو همواره در کارگاه هست. بسیاری از مواد، جاذب رطوبت هستند و بدون هیچ نشانی، معمولاً مقدار قابل‌توجهی رطوبت در خود دارند. برای مثال فلزات زنگ‌زده و حتی بتن کف کارگاه مقدار قابل‌توجهی آب جذب می‌کنند اما خشک به نظر می‌رسند. بسیاری از انفجارهای بخار گزارش‌شده است، که منشأ آن، تماس مذاب با رطوبت، از طریق یکی از موارد زیر بوده است:

- کف کارگاه یا چاله تخلیه مذاب پای کوره که آب در آن مانده یا رطوبت داشته
- قوطی نوشابه، کنسرو و غیره در شارژ کوره (آب یا مایع در آن حبس است)
- کمک‌فنر خودرو در شارژ کوره (روغن درون آن است)
- ظرف یا مخزن دربسته مانند رادیاتور یا فیلترها در شارژ کوره
- باطری‌های‌تر یا خشک در شارژ کوره (الکترولیت باتری آب یا جاذب آب است)

- فلزات به‌شدت زنگ‌زده و خورده شده (اکسید فلزی جاذب آب است)
- فلزات با سطح شبنم‌زده براثر هوای مرطوب
- بلوک قراضه پرس‌شده شارژ شده (که در زمستان آب باران درون آن یخ زده است)
- رطوبت زیاد ماسه قالب، یا قطرات آب در قالب‌های ریژه یا قالب شمش
- نشت سیستم‌های آبگرد قالب یا کویل کوره
- جداره نسوز پاتیل و بوته که رطوبت جذب کرده‌اند
- فلاکس‌ها، جوانه‌زاها و مواد افزودنی مذاب که رطوبت جذب کرده‌اند
- ابزار و وسایل عملیات ذوب (هم زدن، سرباره‌گیری و غیره) که مرطوب بوده‌اند
- قالب و ابزار ریخته‌گری که قطرات عرق صورت کارگر بر آن چکیده
- بتن کف کارگاه، که براثر گرما، آب تبلور خود را آزاد کرده است (بتن جاذب آب است).

شکل ۱۰-۳. هنگام باریزی در قالب، ممکن است مذاب تا فاصله ۱۰ متر یا بیشتر پرتاب شود. پاشش مذاب در تماس با اشیایی که رطوبت دارند می‌تواند منجر به حادثه شود. عکس از metal works

۲-۲-۲-۳ انفجار شیمیایی

انفجارهای شیمیایی براثر واکنش مواد شیمیایی فعال در پی تماس مستقیم یا غیرمستقیم با مذاب یا ورود مخلوط نادرستی از مواد شیمیایی به مذاب اتفاق می‌افتند. واکنش‌های شیمیایی می‌توانند تولید گاز و افزایش ناگهانی فشار و پرتاب و پاشش مذاب را به دنبال داشته باشند. برای مثال افزودن اتفاقی نیترات آمونیم یا پتاسیم یا دیگر نمک‌های اکسیدکننده فعال به بوته مذاب آلومینیم، یا ورود نادرست دو ماده فوران و اسید به کوره باعث یک انفجار شیمیایی خواهد شد. اگرچه، افزودن هر ماده شیمیایی فعال به مذاب باعث انفجار نخواهد شد؛ برای نمونه افزودن آلومینیم یا فروسیلیسیم به مذاب به‌عنوان اکسیژن‌زدا یک واکنش شیمیایی در مذاب ایجاد می‌کند که لزوماً انفجاری به دنبال ندارد. موارد دیگر مخاطره انفجار شیمیایی مربوط به ورود ناخواسته

مواد شیمیایی، منفجره یا سوخت از طریق شارژ قراضه ناخالص فلزی به کوره است. در قراضه‌های ناخالص ممکن است چاشنی انفجاری، فشنگ و باروت، مخازن با سوخت باقیمانده، باتری یا فندک سیگار وجود داشته باشد.

■ ۳-۲-۳ آسیب‌های گرمایی و سوختگی

کار کردن در محیط گرم می‌تواند همراه با مخاطراتی برای سلامت افراد باشد. در محیط کار ریخته‌گری افراد مستقیم یا غیرمستقیم در معرض گرما می‌باشند. تماس مستقیم با منبع گرما می‌تواند منجر به سوختگی[۱] و اثر غیرمستقیم گرما می‌تواند باعث آسیب گرمایی شود. در محیط کار گرم همواره استرس (فشار) گرمایی[۲] وجود دارد. فشار گرمایی منجر به آسیب گرمایی [۳] در افراد می‌شود. آسیب گرمایی می‌تواند از ناراحتی و بی‌قراری، تا جوش و تحریک پوستی، تا خستگی مفرط و بی‌حالی و حتی گرمازدگی یا شوک گرمایی [۴] گسترش یابد. این اثرات ممکن است به صدمات دایمی یا مرگ منجر شود. نکته‌ای که در مورد آسیب‌های گرمایی قابل‌توجه است آن است که فردی که تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد، ممکن است تا وقتی‌که خیلی دیر شود یا از پا بیفتد، متوجه میزان اثر گرما نشود. اثرات گرما رفته‌رفته در تمرکز، حواس، ادراک و قدرت تصمیم‌گیری فرد اختلال ایجاد می‌کند. ازاین‌رو آسیب‌های گرمایی می‌توانند رفتار و قضاوت فرد را تحت تأثیر قرار دهند. این تأثیر، خود در شرایط کاری ذوب و باریزی مخاطره انگیز است. علاوه بر اثراتی که به‌طور مستقیم از گرما ناشی می‌شوند، عوامل دیگری در این هنگام به آسیب‌های گرمایی دامن می‌زنند:

- عوامل شغلی مانند شدت و سختی کار، مدت طولانی کار و زمان ناکافی برای تجدید قوا
- عوامل فصلی مانند دمای بالای هوا، رطوبت نسبی، عدم وزش نسیم و هوای ساکن
- عوامل فردی مانند ضعف، خستگی، کم‌آبی و کم‌خوابی
- پوشش و لباس کار نامناسب و ناایمن
- نامناسب بودن تجهیزات حفاظت فردی (PPE)[۵]

۱-Burns

۲- Heat stress

۳- Heat strain

٤- Heat stroke

٥- Personal Protective Equipments

شکل۱۱-۳. محیط کار ریخته‌گری انباشته از تجهیزات، مواد و تابش‌هایی است که افراد را مستقیم یا غیرمستقیم در معرض گرما می‌گذارد. به‌جز خطر سوختگی، آسیب گرمایی می‌تواند به شکل ناراحتی و بی‌قراری، جوش و تحریک پوستی، خستگی مفرط، بی‌حالی، گرمازدگی یا شوک گرمایی بروز کند.

پژوهش‌ها عوامل مؤثر بر شدت آسیب‌های گرمایی را در شش دسته، شناسایی و دسته‌بندی کرده‌اند؛ عوامل محیطی، فردی، لباس کار، نوع کار، برنامه کار و سبک زندگی. شکل ۱۲-۳ دسته‌بندی نموداری از عوامل و زیربخش‌های آن‌ها را نشان می‌دهد. نتایج پژوهش آماری به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۱] این‌طور پیش‌بینی می‌کند که تأثیر عوامل محیطی و پس‌ازآن نوع کار و لباس کار در آسیب‌های گرمایی بیشتر از عوامل دیگر است. لازم به ذکر است که ارزیابی درست و دقیقی از اینکه درواقع کدام عوامل اهمیت و اولویت بیشتری دارند وجود ندارد. همچنین ممکن است، میزان تأثیر عوامل مختلف بسته به مکان و زمان و حتی خود فرد تغییر کند.

۱- Analytical Hirarchy Process

شکل ۱۲-۳. عوامل مؤثر در شدت آسیب‌های گرمایی در محل کار.

کارگران می‌توانند در محیط‌های گرم با گرما سازگار شوند. این سازگاری[۱] ناراحتی و بی‌قراری را کم می‌کند، باعث می‌شود که تعرق بدن مؤثرتر عمل کند و هدررفت آب و نمک بدن کاهش یابد. برای سازگار شدن بدن با محیط گرم به مدتی زمان نیاز است. هنگامی‌که فرد برای چند روزی از محیط دور بماند، این سازگاری از بین می‌رود. ازاین‌رو کارگری که مدتی در مرخصی بوده یا از محیط گرم دورمانده یا تازه‌کار است، نیاز به زمان دارد تا با محیط گرم سازگار شود. سازگاری تنها حفاظت جزیی ایجاد می‌کند؛ اگرچه کارگران سازگار به نسبت کارگران تازه یا سازگارنشده با محیط گرم، با ریسک کمتری روبرو هستند، اما همچنین ریسک مخاطرات گرما برای آنان نیز وجود دارد.

سوختگی[۲] از جراحت‌های رایج در کارخانه‌های ریخته‌گری است. در کارگاه‌های ریخته‌گری به‌طور مرسوم یک پیش‌فرض وجود دارد و به تازه‌کارها گوشزد می‌شود؛ همه‌چیز داغ است! ازآنجاکه مذاب و کوره توجهات را به خود معطوف می‌دارد، ممکن است این خطای ذهنی پیش‌بیاید که اجسام داغ همیشه سرخ و زرد و سفید هستند؛ و ذهن ناخودآگاه بقیه اجسام خاکستری و تیره را سرد بشمارد. بسیاری از قطعات فلزی، قالب‌ها، ماسه یا ماشین‌آلات با دمای بیش از ۵۰۰ ℃ در کارگاه وجود دارد که هیچ نشانی از گرما ندارند. برخی قالب‌های ماسه‌ای ریخته‌گری شده حتی در روز بعد ممکن است باعث سوختگی شود.

۱- Acclimatisation

۲-Burns

سوختگی‌ها عموماً به دلیل تماس با سطوح داغ، تابش گرما یا پاشش مذاب اتفاق می‌افتند. تابش‌های شدید فرابنفش و فروسرخ می‌تواند باعث نارسایی چشم و سوختگی پوست گردد. تابش‌های شدید مذاب در اطراف کوره، منطقه بارریزی و فرآیندهای جوشکاری وجود دارد. بسیاری از افرادی که در کارخانه ریخته‌گری کار می‌کنند، ممکن است با ریسک سوختگی مواجه شوند. به‌ویژه افرادی که در نزدیکی مذاب کار می‌کنند یا با عملیات بارریزی سروکار دارند، ممکن است با ریسک‌هایی مانند واژگونی پاتیل مذاب، لب ریز شدن و جاری شدن مذاب روبرو باشند. طبق گزارش‌ها، برخی از سوختگی‌ها در شرایط اضطراری ایجادشده‌اند. برای مثال هنگام لب‌ریز شدن یا جاری شدن مذاب، کارگر ناخودآگاه با دست یا پای خود مانع جریان مذاب شده و دچار سوختگی شده است.

شکل ۱۳-۳. کارگر در حال بارریزی آلومینیم مذاب در ماشین دایکست کارخانه دایرس‌ویل دایکست Dyersville Die Cast[۱]. اطراف محفظه پیستون و پشت قالب دایکست پلیسه‌های آلومینیم چسبیده دیده می‌شود که نشان می‌دهد پاشش مذاب بارها اتفاق افتاده است.

■ ۴-۲-۳ گاز، دود، بخار و مواد شیمیایی خطرساز

فرآیندهای ریخته‌گری افزون بر مصرف فلزات، مصرف‌کننده‌ی منابع طبیعی مانند ماسه، مواد کانی، سوخت‌های فسیلی، انرژی، آب و مواد شیمیایی است. همچنین در کنار تولید قطعات، تولیدکننده مواد زاید است و آن‌ها را در سه حالت جامد، مایع و بخار در معرض خاک، آب‌وهوای زیست‌بوم قرار می‌دهد. اولین محیطی که تحت تأثیر عوارض فرآیند ریخته‌گری قرار می‌گیرد، خود کارخانه ریخته‌گری است. ازاین‌رو، موضوع سلامت و ایمنی کارگران و کارکنان در کارخانه ریخته‌گری، با موضوع حفاظت از زیست‌بوم باهم گره‌خورده است. اثرات زیست‌بومی یک کارخانه ریخته‌گری در استاندارد BS EN ISO 14001شناسایی‌شده

۱- https: //www. youtube. com/watch?v=Ed۰sKngW۱uA

است. یکی از مخاطرات اصلی ایمنی و سلامت در کار ریخته‌گری، آلاینده‌های شیمیایی است و شناسایی آن‌ها ضرورت دارد.

۱-۴-۲-۳ آلاینده‌های هوا

عمده آلاینده‌های هوا در یک کارگاه ریخته‌گری شامل موارد زیر است:

- گازهای ناشی از واکنش چسب‌های شیمیایی
- بخار محلول‌های شیمیایی و فلزات سمی (مانند سرب، کادمیوم و غیره)
- غبار (کارگاه قالب‌گیری، انبار قراضه، ذوب در کوره، سنگ‌زنی)
- دود (ذوب در کوره، عملیات کیفی مذاب، احتراق مواد در ماهیچه‌گیری)
- مونواکسید کربن، کلر، دی‌اکسید سولفور

بسیاری از این آلاینده‌ها وارد دودکش تجهیزات می‌شوند یا از محیط کار به اتمسفر خارج می‌روند. اما لازم است مقدار آن زیر نظر گرفته شود. آلاینده‌های هوا تنها موردبحث سلامت و زیست‌بوم نیست، بلکه مواردی زیادی از آن مربوط به موضوع ایمنی کار می‌شوند. آلاینده‌های هوا می‌تواند باعث سرگیجه و بیهوشی (مانند مونواکسید کربن یا کلر)، باعث مسمومیت (بخارها و گازهای سمی) و یا باعث انفجار (گازهای قابل اشتعال و بخار محلول‌های الکلی و مواد قابل اشتعال) شوند.

۲-۴-۲-۳ آلاینده‌های آب

در یک کارخانه ریخته‌گری آب در معرض مواد آلاینده قرار می‌گیرد؛ اسیدها، قلیاها، نمک‌ها، حلال‌ها و محلول‌ها، مواد آلی و فلزات سنگین وارد جریان آب کارخانه می‌شوند. واحدهای فرآوری ماسه، سرمایش قطعه ریخته شده، چسب‌های شیمیایی، آزمایشگاه‌ها، انبار فلزات، سرمایش کوره، ماشین‌کاری قطعات، عملیات حرارتی و برج‌های خنک‌کننده، محل‌هایی هستند که در آنجا، آب در تماس مواد آلاینده قرار می‌گیرد و آن‌ها را به خاک یا فاضلاب منتقل می‌کند.

۳-۴-۲-۳ آلاینده‌های زمین

کارگاه‌های ریخته‌گری زمین زیادی اشغال می‌کنند. انبار مواد، پسماندها، تجهیزات، کوره‌ها، جریان مواد قالب، جابجایی قطعات و واحدهای مختلف کارگاه معمولاً در سطح زمین پراکنده می‌شوند (برخلاف کارخانه‌های دیگر که ممکن است از ارتفاع و طبقات استفاده کنند). ازاین‌رو صنعت ریخته‌گری به‌تنهایی زمین و خاک زیادی را در معرض مواد و آب آلاینده و پسماندها قرار می‌دهد. با توجه به این‌که حجم تولید جهانی ریخته‌گری و تعداد کارخانه‌های ریخته‌گری بسیار زیاد است، و هرکدام زمین قابل‌توجهی را اشغال می‌کنند، مساله آلودگی زمین یک دغدغه جاری در این صنعت است. اما علاوه بر مسایل جهانی و منطقه‌ای،

دو نکته مهم در مورد اشغال و آلودگی زمین هست که مستقیماً در محیط کار ریخته‌گری اثر دارد. اول این‌که اشغال و آلودگی زمین، ایمنی و سلامت محیط کار را با مخاطرات مکانیکی به خطر می‌اندازد. نکته‌ی دوم مربوط به هزینه‌های اشغال زمین و جریمه‌های قانونی است. تحمیل هزینه‌های سنگین و جریمه‌های قانونی به یک کارگاه ریخته‌گری می‌تواند توجه و تمرکز مدیران و نیروی انسانی را از مخاطرات ایمنی دورکند.

۳-۲-۴-۴ مواد شیمیایی خطرساز

درگذشته اتحادیه اروپا فرآیندها و کارخانه‌های ریخته‌گری را ازنظر میزان و شدت آلایندگی در دو گروه A و B جای می‌داد. فرآیندهای نوع A پتانسیل آلایندگی زیادی داشته و در تماس با هر سه محیط هوا، آب و خاک هستند. فرآیندهای نوع B ریسک آلایندگی کمتری دارند. جدول ۱-۳ فهرستی از این فرآیندها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳. فرآیندهای نوع A و نوع B ازنظر میزان آلایندگی.

	Part A Processes (Integrated Pollution Control)
IPR 2/2	Ferrous foundry processes
IPR 2/3	Processes for electric arc steelmaking, secondary steelmaking and special alloy production
IPR 2/4	Processes for the production of zinc and zinc alloys
IPR 2/8	Processes for the production of aluminium
IPR 2/9	Processes for the production of copper and copper alloys
	Part B Processes (Local Air Pollution Control)
PG 2/3	Electrical and rotary furnaces
PG 2/4	Iron, steel and nonferrous metal foundry processes
PG 2/5	Hot and cold blast cupolas
PG 2/6	Aluminium and aluminium alloy processes
PG 2/7	Zinc and zinc alloy processes
PG 2/8	Copper and copper alloy processes

پیوست ب فهرستی از مواد شیمیایی ارائه می‌کند که به‌طور عمومی در کارخانه‌های ریخته‌گری استفاده یا تولید می‌شود. این مواد شیمیایی برای ایمنی و سلامت کار ایجاد مخاطره می‌کنند. محل کاربرد یا تولید مواد و نوع مخاطرات یا عوارضی که هر یک از آن‌ها ایجاد می‌کنند، نیز در پیوست ب بیان شده است.

▪ ۳-۲-۵ مخاطرات قراضه، انبار، جابجایی و فرآوری مواد

اگرچه در انبار مواد یا کارگاه قراضه[۱]، ذوب و ریخته‌گری انجام نمی‌شود. اما ایمنی افراد در انبار مواد و کارگاه قراضه با مخاطرات جدی مواجه است. یکی از عملیات رایج در زمین قراضه و انبار مواد، جابجایی و

۱- scrap yard

جداسازی مواد است که ممکن است به‌صورت دستی توسط کارگران یا به کمک ماشین‌آلات مانند لیفتراک، چنگ و مگنت انجام گیرد. در این شرایط ریسک آسیب‌های ناشی از لغزش، سقوط و ریزش مواد قابل‌توجه است. این خطر حتی در مورد سقوط یک قطعه کوچک از دست کارگر ممکن است ریسک قطع عضو را به همراه داشته باشد. زیرا قطعات فلزی هرچند در ابعاد کوچک باشند، وزن قابل‌توجه دارند. از دیگر ریسک‌های محتمل هنگام اتصال کابل و قلاب جرثقیل، گیرکردن دست کارگر در کابل و قلاب است. پرتاب مواد هنگام فرآوری و خردایش و جداسازی بسیار محتمل است و تکه‌های فلزی پرتاب‌شده ریسک آسیب‌های جدی و حتی مرگ را به همراه دارد. آسیب و جراحت ناشی از مخاطرات مکانیکی در انبار فرآوری قراضه به‌طور رایج گزارش شده است. همچنین خطر برخورد با ماشین‌های فرآوری، کشیده شدن، گرفتار شدن، گیرکردن لباس و بریدگی با لبه‌های فلزات وجود دارد. به نقل از مدیر یک کارگاه قراضه در اصفهان در سال ۱۳۷۴، گزارش‌شده که هنگام حرکت ماشین سنگین چنگ در بین دپوی قراضه، پای یک کارگر در زیر چرخ‌تسمه ماشین چنگ مانده است.

شکل ۱۴-۳. در کارگاه قراضه ماشین‌آلات سنگین مانند چنگ، قیچی، مگنت و پرس وجود دارند. در این شرایط خطر لغزش، سقوط و ریزش مواد زیاد است. همچنین مخاطرات شیمیایی و زیستی در مواد بازیافتی قابل‌توجه است.

خطر دیگری که در انبار مواد لازم است به آن توجه بسیار شود ریسک آتش‌سوزی و انفجار است. این خطر نه‌تنها برای مواد شیمیایی و پالت‌های چوبی، بلکه برای دپوی فلزات قراضه نیز وجود دارد. زیرا قراضه همراه با ناخالصی‌های قابل اشتعال مانند غبار، پلاستیک، اسید، روغن و پودر فلز وجود دارد که در کنار سطح بسیار زیاد، شرایط مساعدی برای اشتعال دارد. جابجایی قراضه همراه با ضربه و اصطکاک زیاد است

که به‌راحتی جرقه و گرمای لازم برای مشتعل‌شدن مواد را تأمین می‌کند. علاوه بر آن ممکن است قطعاتی مانند مخازن روغن، کپسول‌های گاز، باک بنزین و چاشنی‌های عمل‌نکرده ضایعات جنگی در انبار فلزات وجود داشته باشد و در هنگام پرس یا جداسازی ریسک انفجار را به همراه داشته باشد. در نقل قولی از یک کارشناس، گزارش‌شده که در یک کارگاه فرآوری قراضه آهن در اصفهان در سال ۱۳۷۲، دو کارگر مشغول جداسازی دستی قطعات آلومینیم از فولاد بوده‌اند. در این هنگام، یکی از کارگران برای جداکردن پره‌های آلومینیمی یک قطعه فولادی، چند ضربه پتک به آن می‌زند، بدون اینکه توجه کند که آن قطعه یک موشک خمپاره است. همین ضربه منجر به انفجار و پرتاب موشک به سمت کارگر دوم می‌شود. متأسفانه این حادثه باعث مرگ کارگر دوم و قطع دست کارگری که ضربه زد، شد.

از دیگر مخاطرات در انبار مواد و فرآیندهای مربوط به آن، آلایندگی مواد است. ضایعات فلزات در انبار مواد آلوده به فلزات سنگین و سمی مانند سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک و بریلیم است. همچنین ممکن است در فلزات بازیافتی، مواد ارگانیک سمی و آلودگی‌های بیولوژیک وجود داشته باشد. چراکه بخشی از قراضه‌ها از زباله‌های بازیافتی شهری و بیمارستانی و ظروف غذا به دست می‌آید. اگرچه در هنگام بارگیری قراضه از مبدأ استانداردهایی برای کنترل آلایندگی وجود دارد، اما در هنگام تخلیه بار در ورود کارخانه، نمی‌بایست احتمال وجود مواد مضر یا مواد رادیواکتیو یا میکروب‌ها را نادیده گرفت. لذا ریسک بیماری در انبار فلزات یک کارخانه ریخته‌گری قابل‌توجه است. همچنین تماس با مواد خورنده و مواد شیمیایی همراه با قراضه‌های فلزی سبب عارضه‌های پوستی می‌شود. غبار مواد در هنگام تخلیه و بارگیری می‌تواند باعث مشکلات تنفسی شود.

■ ۶-۲-۳ مخاطرات کوره، ذوب، باریزی

فرآیند ذوب و باریزی گستره‌ای از محیط کار، از شارژ مواد در کوره، و از کوره تا پای قالب ریخته‌گری را در برمی‌گیرد. در این بخش موارد با اهمیت‌تر از مخاطرات فرآیند ذوب و باریزی مرور می‌شوند.

۱-۶-۲-۳ مخاطرات باردهی کوره

هنگام ذوب، همواره خطر ورود اجسام و قطعات ناخواسته به درون کوره وجود دارد. به‌ویژه در کارگاه‌هایی که سیستم باردهی (شارژ) خودکار مواد به درون کوره دارند، احتمال ورود مواد ناخواسته به کوره بالا می‌رود. ورود مایعات و قطعات توخالی می‌تواند منجر به حادثه انفجار و پرتاب مذاب شود. همواره ریسک پاشش مذاب و پرتاب اجسام از درون کوره به بیرون وجود دارد. جرثقیل، باکت‌ها و لاوک‌های ریلی توزین و شارژ مواد که در عملیات باردهی استفاده می‌شود، مخاطرات مکانیکی مختلفی با خود دارند. از آن جمله می‌توان به ریسک سقوط اجسام، گیرکردن لباس، درگیرشدن دست و پا، افتادن و له شدن اشاره کرد.

شکل ۱۵-۳. هنگام ذوب، همواره خطر ورود اجسام و قطعات ناخواسته به درون کوره وجود دارد. ورود مایعات و قطعات توخالی می‌تواند منجر به حادثه انفجار و پرتاب مذاب شود. علاوه بر آن جرثقیل، باکت، لاوک ریلی یا مگنت شارژ مواد مخاطرات مکانیکی مانند سقوط اجسام، گیرکردن لباس، درگیرشدن دست‌وپا، افتادن و له شدن با خود دارد.

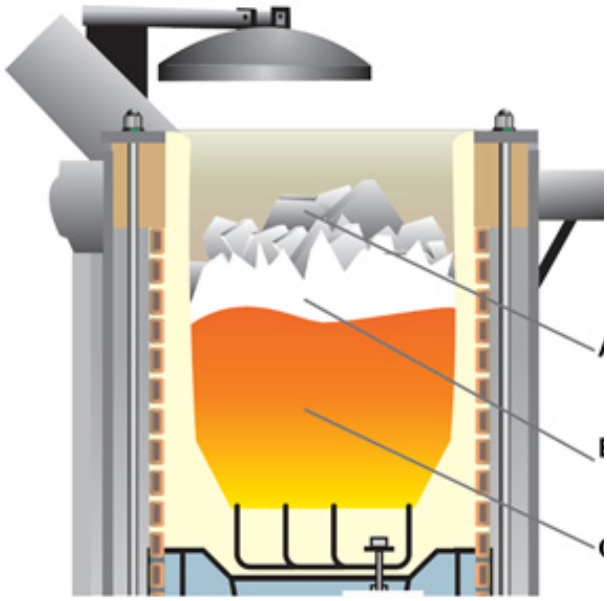
یکی از مخاطرات باردهی کوره‌های الکتریکی، احتمال برق‌گرفتگی است. طبق یک گزارش، وجود یک ترک یا شکاف در نسوز کوره القایی، باعث رسیدن فلز مذاب به سیم‌پیچ کوره شده است. کارگری در حال باردهی قطعه‌ای از قراضه به درون کوره بوده، در تماس با قطعه قراضه بوده است. به‌محض ورود قطعه به کوره و تماس آن با مذاب، جریان برق از طریق بدن کارگر به زمان وصل شده و باعث برق‌گرفتگی وی شده است.

۳-۲-۶-۲ انفجار ناشی از پل زدن (بسته شدن) کوره القایی

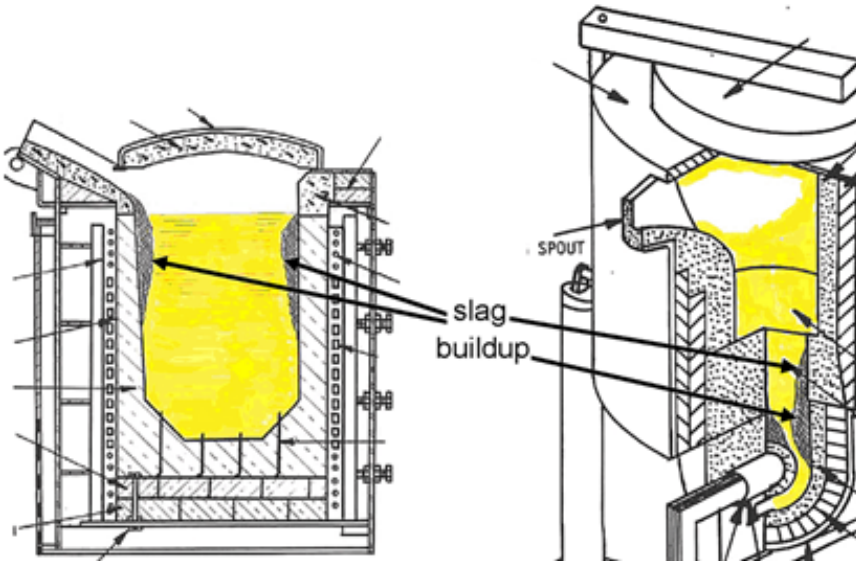
هنگام ذوب در کوره القایی، ممکن است شرایطی پیش‌بیاید که سطح ذوب با لایه‌ای از سرباره یا فلز جامد بسته شود. این توده جامد مستحکم، که به شکل کلاهک روی مذاب می‌پوشاند، را پل می‌نامند و این پدیده

را پل‌زدن[۱] کوره می‌گویند. هنگامی که این پدیده روی می‌دهد، سطح مذاب بسته می‌شود. مذاب درون کوره حبس می‌گردد و گازهای کوره در زیر پل (لایه جامد شده) انباشته و متراکم می‌شوند. لایه گاز زیر پل، به‌عنوان عایق گرما عمل کرده و از رسیدن گرما به پل و ذوب آن جلوگیری می‌کند. بنابراین پل سردتر و مستحکم‌تر می‌شود. از طرفی تجمع و تراکم گاز و حبس مذاب باعث افزایش فشار درون کوره می‌شود. با افزایش فشار، دمای مذاب به سرعت بالا می‌رود و تبخیر را بیشتر می‌کند و فشار کوره را بالاتر می‌برد. در این حالت، کوره با ریسک بسیار بالایی از انفجار، تخریب نسوز و پرتاب و پاشش مواد مذاب همراه خواهد شد. به‌طوری که پس از مدت زمان کوتاهی، انفجار بزرگی اتفاق خواهد افتاد. اما منشا این مخاطره چیست؟ چه چیزی باعث ایجاد پل در کوره می‌شود؟ و چه عوامل و شرایطی منجر به پل‌زدن می‌گردد؟ برای شناخت دلیل پل‌زدن، لازم است به این نکته توجه شود که نقطه ذوب سرباره بیشتر از نقطه ذوب مذاب است و زودتر از مذاب منجمد می‌شود. از طرف دیگر، در کوره القایی، برخلاف کوره قوس الکتریکی، سرباره سردتر از مذاب است. زیرا توان گرمایشی کوره القایی در سطح کمتر است. بنابراین اگر در کوره القایی مقدار سرباره از حدی بیشتر شود و سرباره‌گیری به‌موقع انجام نگیرد، لایه سرباره (که سردتر است و نقطه ذوب بالاتر از مذاب دارد) منجمد می‌شود. عوامل مختلفی ممکن است به بروز پدیده کمک کند؛ شارژ مواد با ابعاد بزرگ یا ابعاد خیلی کوچک، فرکانس بالا و کاهش توان همزنی مذاب، انجام‌نشدن سرباره‌گیری، پرشدن کوره بیش از ظرفیت، کاهش توان گرمایش کوره، تولید بیش‌ازحد گاز (ناشی از سوختن ناخالصی شارژ) و بالاآمدن مواد شارژ شده در هنگام ذوب از جمله عواملی هستند که ممکن است منجر به پل زدن شوند. شکل ۱۶-۳ شمایی از پل‌زدن مواد جامد روی مذاب کوره را در کوره القایی نشان می‌دهد. شکل ۱۶-۳ شمایی از پل‌زدن مواد جامد روی مذاب کوره را در کوره القایی نشان می‌دهد.

۱- Bridging



شکل ۱۶-۳. پل زدن Bridging مواد جامد روی مذاب کوره. (A) در هنگام پل زدن یک کلاهک (پل) از مواد جامد روی مذاب را می‌پوشاند؛ (B) باعث حبس و تجمع گاز در لایه زیر پل می‌شود. حفره گازی مانند یک عایق عمل کرده و مذاب را از مواد جامد جدا می‌کند. (C) فشار درون کوره افزایش می‌یابد و دمای مذاب به‌سرعت بالا می‌رود. ریسک انفجار کوره در این شرایط بسیار زیاد است.



شکل ۱۷-۳. تجمع سیلیس، سرباره و مواد سرامیکی روی کانال کوره (در کوره القایی کانالی ـ راست) و دیواره نسوز (کوره القایی بی‌هسته ـ چپ) می‌تواند منجر به ترک در آسیب به نسوز، نشت مذاب و پل زدن کوره شود.

کوره‌های قوس الکتریک معمولاً کارکرد خودکار دارند و عملیات ذوب در آن‌ها طبق استاندارد انجام می‌گیرد. اما در هنگام کار آن، معمولاً چند گروه در کارگاه مشغول به کار هستند و مخاطرات ایمنی مختلفی ممکن است وجود داشته باشد. مخاطرات ایمنی کوره قوس الکتریک می‌تواند شامل موارد زیر باشد (اما محدود به این موارد نیست):

- نشت آب از سیستم خنک کننده
- انتشار گاز، بخار کربن و مونوکسید کربن
- ورود مواد ناخواسته، قطعات توخالی و رطوبت هنگام باردهی
- مخاطرات تسمه‌نقاله
- مخاطرات سیستم چرخش
- مخاطرات انفجار در هنگام شارژ DRI یا تجمع گاز CO
- پاشش مذاب و سوختگی
- مخاطرات هنگام شارژ الکترود
- مخاطرات مکانیکی تجهیزات متحرک (مانند برخورد و درگیرشدن)
- مخاطرات تخلیه مذاب

شکل ۱۸-۳. اگرچه کوره‌های قوس الکتریک معمولاً کارکرد خودکار دارند و عملیات ذوب در آن‌ها طبق استاندارد انجام می‌گیرد، اما در هنگام کار آن، معمولاً چند گروه در کارگاه مشغول به کار هستند و مخاطرات ایمنی مختلفی ممکن است وجود داشته باشد. عکس از GT Enginnering

۳-۶-۲-۳ سرریزشدن مذاب از کوره، پاتیل یا قالب

همواره ریسک سرریزشدن ناخواسته مذاب از پاتیل، در هنگام تخلیه، جابجایی و یا با کوره و پاتیل باربریزی وجود دارد. هنگام ذوب در کوره یا باربریزی با پاتیل لازم است به ظرفیت کوره و پاتیل توجه شود. تکان‌ها و لنگرهایی که پاتیل حمل مذاب دارد، ممکن است ذوب را به بیرون پرتاب کند. اگر کارگران تجربه و آموزش کافی برای جابجایی مذاب نداشته باشند، در هنگام سرریزشدن مذاب، ممکن است ناخودآگاه بخواهند با دست یا پای خود جلو مذاب را بگیرند یا پاتیل را نگاه دارند. مواردی از سوختگی براثر تماس ناخودآگاه کارگر با مذاب و پاتیل گزارش شده است.

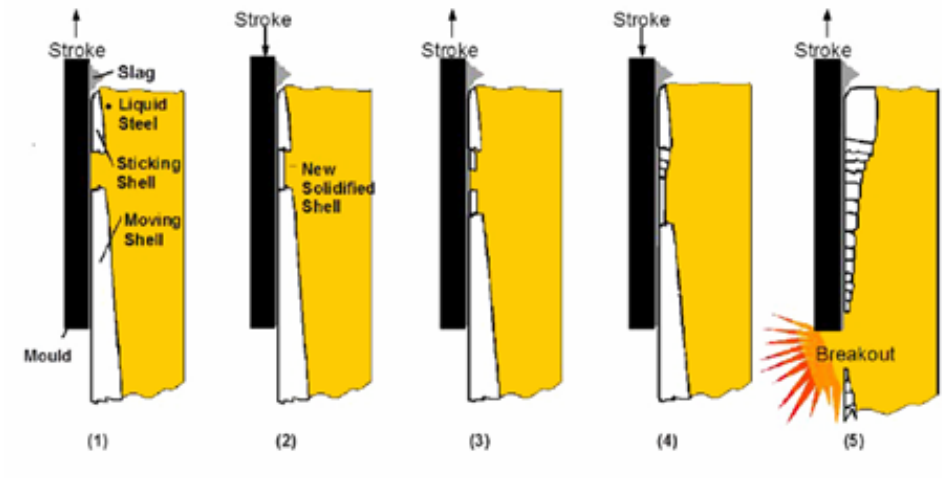
قالب‌های غیرفلزی وزن مخصوص کمتر مذاب دارند و معمولاً سبک‌تر از مذاب هستند. بنابراین به‌راحتی روی مذاب شناور می‌شوند. به همین خاطر هنگام باربریزی ریسک زیادی برای بلندشدن قالب درجه رویی و جاری شدن مذاب از خط جدایش قالب وجود دارد.

شکل ۱۹-۳. کارگران در حال تخلیه مذاب چدن از کوره القایی. عکس از focusedcoolection. com

۳-۶-۲-۴ پارگی شمش و برون‌ریزی مذاب در ریخته‌گری پیوسته

تقریبا در تمام روش‌های ریخته‌گری پیوسته (شمش‌ریزی)، مذاب با نیروی وزن خود به درون قالب

جاری می‌شود (به‌جز روش ریخته‌گری سربالا[۱] مفتول مسی). قالب ریخته‌گری پیوسته با یک پوسته جامد از شمش درحال انجماد بسته می‌شود. پوسته تازه‌جامد نازک و داغ است و استحکام چندانی ندارد، اما لازم است که وزن و فشار مذاب روی خود را تحمل کند. این خطر وجود دارد، که به هر دلیل، پوسته آسیب ببیند یا پاره شود. در این شرایط، برون‌ریزی مذاب اتفاق خواهد افتاد. این رویداد معمولاً با خسارت زیاد به ماشین ریخته‌گری همراه است. علاوه بر آن برون‌ریزی مذاب می‌تواند منجر به آتش‌سوزی، انفجار و تلفات شود. یکی از دلایلی که منجر به برون‌ریزی[۲] مذاب می‌شود، پوسته چسبیده[۳] به قالب است. برای پیش‌گیری از چسبیدن پوسته شمش به قالب، معمولاً قالب‌های شمش‌ریزی را با یک مکانیزم نوسانی حرکت می‌دهند. شکل ۲۰-۳ شمایی از درون قالب ریخته‌گری پیوسته فولاد را نشان می‌دهد، که در آن پوسته جامد به قالب می‌چسبد و پس از مدت کوتاهی منجر به برون‌ریزی مذاب می‌شود.



شکل ۲۰-۳. در هنگام ریخته‌گری پیوسته شمش، یک پوسته جامد نازک، وزن و فشار مذاب را نگه می‌دارد. اگر به هر دلیلی، مثل چسبیدن پوسته به قالب، این پوسته تازه جامد، آسیب ببیند یا پاره شود، خطر برون‌ریزی مذاب روی خواهد داد.

در ریخته‌گری دم‌سرد DC آلیاژهای آلومینیم، که قالب‌ها در زیر صفحه ریخته‌گری نصب می‌شود و ثابت هستند (حرکت نوسانی ندارند)، و شمش نیز به نسبت سبک است، ریسک چسبیدن شمش به قالب زیاد است. در این شرایط، کل شمش به زیر قالب آویزان می‌شود و احتمال سقوط یا تخریب صفحه و قالب ریخته‌گری بالا می‌رود. این حالت ممکن است به ریزش مذاب به چاهک آب و تخریب ماشین و انفجار بیانجامد. کارکرد نامناسب سرمایش قالب و مجرای آبگرد آن، سرعت نامناسب شمش (سرعت ریخته‌گری) و عوامل کنترلی دیگر در فرآیند می‌تواند باعث این رویداد شود.

۱- Upcast

۲- Breakout

۳- Sticker

۳-۲-۶-۵ تکان، لغزش، سرخوردن و سقوط در هنگام باراریزی

تکان‌های هیدرولیک کوره، لغزش پاتیل، لغزش دسته پاتیل[۱]، سرخوردن پای کارگر در هنگام انتقال مذاب، سقوط بوته مذاب هنگام باراریزی، رهاشدن پاتیل از جرثقیل، و به‌طورکلی هرگونه حرکت، جابجایی و مانع اضافه و کنترل نشده هنگام انتقال مذاب و باراریزی، با ریسک جاری شدن مذاب در کف کارگاه همراه است.

۳-۲-۶-۶ پاشش مذاب و جرقه و پرتاب اجسام ریز

در کارگاه‌های ذوب و ریخته‌گری و به‌خصوص در نزدیکی و بالای کوره‌ها یکی از مخاطرات پاشش مذاب و پرتاب جرقه و اجسام ریز است. اگرچه پاشش مذاب ممکن است به‌عنوان یک حادثه و نادر شناخته شود، اما در فواصل کوتاه‌تر به‌عنوان یک پدیده بسیار رایج اتفاق می‌افتد. ازاین‌رو پاشش مذاب و پرتاب اجسام ریز به‌عنوان یک مخاطره مطرح هست که می‌تواند باعث کوری، سوختگی، آتش‌سوزی، ترس و حواس‌پرتی کارگر شود.

۳-۲-۶-۷ تابش گرما از مذاب و کوره

تابش مذاب به‌ویژه مذاب فلزات با نقطه ذوب بالاتر از $1000\ ^{\circ}C$ مانند آلیاژهای مس و آهن ریسک سوختگی و تخریب به همراه دارد. خیرگی چشم و کاهش موقت یا دائم بینایی، آسیب‌های پوستی، آسیب به تجهیزات اطراف و داغ شدن مخازن اطراف و تخریب اتصالات پاتیل جزو ریسک‌هایی است که در مورد این خطر لازم است موردتوجه قرار گیرد.

۳-۲-۶-۸ مواد سمی در گاز و پسماند کوره

آزاد شدن مونواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، دود و دم سمی و بخار فلزات از مخاطراتی است که در اطراف کوره نیاز به توجه، شناسایی و اقدام کنترلی دارد. هنگام باردهی کوره یا سرباره‌گیری، میزان آلایندگی و مواد سمی در هوای اطراف کوره معمولاً از حدود مجاز بسیار بیشتر می‌شود.

در کوره‌های قوس میزان انتشار آلاینده‌های هوا در حالت معمول ۱-۲ $kg/ton.\ h$[۲] است که در هنگام دمش اکسیژن به $10\ kg/ton.\ h$ می‌رسد. این مقدار برای کوره‌های القایی در حدود $0.1-0.7\ kg/ton.\ h$ است که در هنگام شارژ قراضه‌های روغنی به کوره به $1.5\ kg/ton.\ h$ می‌رسد. در مورد کوره‌های کوپل ذوب چدن مقدار آلایندگی $5-25\ kg/ton.\ h$ است. هنگامی‌که دمای کوره پایین باشد، به‌ویژه در زمان شارژ، احتراق ناقص کربن باعث تولید گاز سمی مونواکسید کربن CO خواهد شد.

۱- Trunion

۲- kg/ton. h کیلوگرم بر تن ساعت

دی‌اکسید گوگرد نیز از سوختن گوگرد مذاب و کک حاصل می‌شود که تحریک حواس بویایی و چشایی و نامطبوع شدن اتمسفر محیط کار را به همراه دارد.

برخی از فلزات خود سمی هستند؛ مانند سرب، آرسنیک، کروم، کادمیم، نیکل و بریلیم. در دمای فوق گداز نرخ انتشار بخار این فلزات به محیط افزایش می‌یابد. برای مثال کوره‌های ذوب آلیاژ برنج مقدار زیادی بخار روی و سرب منتشر می‌کنند که سریع اکسیدشده و به‌صورت دوده سفید و خاکستری خارج می‌شوند. بریلیم و ترکیبات آن کاملا سمی هستند. در مواردی که میزان بریلیم در هوا به mg/m^3 ۰.۰۰۱ رسیده، بیماری بریلیوسیت در کارگران گزارش‌شده است. کروم و ترکیبات آن، که در ریخته‌گری فولاد زنگ‌نزن منتشر می‌شود، باعث خارش در سیستم تنفس می‌گردد. فلورایدها در ریخته‌گری منیزیم و چدن نشکن استفاده می‌شوند، و تنفس آن‌ها نیز عوارض تنفسی را به همراه دارد.

در هنگام عملیات کیفی مذاب، با افزودن مواد فلاکس، جوانه‌زا و گاززدا مواد شیمیایی منتشر می‌شود. برای مثال عملیات کیفی آلیاژهای آلومینیم و منیزیم، ترکیباتی مانند کلرید، فلورید و اکسید فلزات قلیایی منتشر می‌کند. ترکیبات فلورید باعث تولید اسید فلوریدریک و بوی بد در محیط می‌شود.

جداره دیرگداز کوره‌ها معمولاً از سیلیس ساخته‌شده و ممکن است در آن مواد سمی از ترکیبات سیلیکاتی مانند آزبست یا کریستوبالیت وجود داشته باشد. الیاف آزبست (پنبه نسوز یا پشم‌شیشه) پیش‌تر کاربرد زیادی در عایق‌کاری داشته که در دستورالعمل‌های جدید، استفاده از آن به‌کلی منع شده است. کریستوبالیت براثر گرمایش کوارتز[1] جرم‌های نسوز در هنگام کارکرد کوره ایجاد می‌شود. در زمان تعمیر و نگهداری و نسوزکوبی کوره، تنفس این مواد یا غبار سیلیس ممکن است باعث بیماری‌های تنفسی جدی شود.

۹-۶-۲-۳ آسیب دیدن هواکش، تابلوهای هشدار و راهنما

در فضاهای اطراف کوره و ذوب، همواره دود، گرما، تابش، پاشش مذاب، پرتاب مواد وجود دارد. علاوه بر اینکه این موارد جزو مخاطرات محسوب می‌شوند، خطر دیگری که ممکن است نادیده گرفته شود، آسیب دیدن تابلوهای هشدار و راهنما است. ازکارافتادن تابلویی که راه خروج را نشان می‌دهد، یا سیلندر خاموش کردن آتش را نشان می‌دهد، یا استفاده از عینک ایمنی را الزام می‌کند می‌تواند خود ریسک حوادث دیگری را به همراه داشته باشد.

یکی پدیده ناخواسته در هنگام ذوب، خروج آتش از دهانه کوره است. وقتی مواد اولیه همراه با ناخالصی‌های سوختنی، مانند روغن، پلاستیک یا چوب، به کوره شارژ شوند، گاز خروجی کوره مشتعل می‌شود و شعله آن تا چندین متر درون هواکش ادامه می‌یابد. هوای بسیار داغ در راه خود، به دستگاه‌های هواکش و صافی‌ها آسیب می‌رساند. لازم است به این مخاطرات توجه شود که با خرید قراضه‌های با درجه پایین و ناخالصی زیاد ممکن است کارخانه متحمل هزینه‌های سنگین و افت ایمنی و سلامت محیط کار گردد.

۱- SiO_2

■ ۷-۲-۳ مخاطرات مدل‌سازی و قالب‌گیری

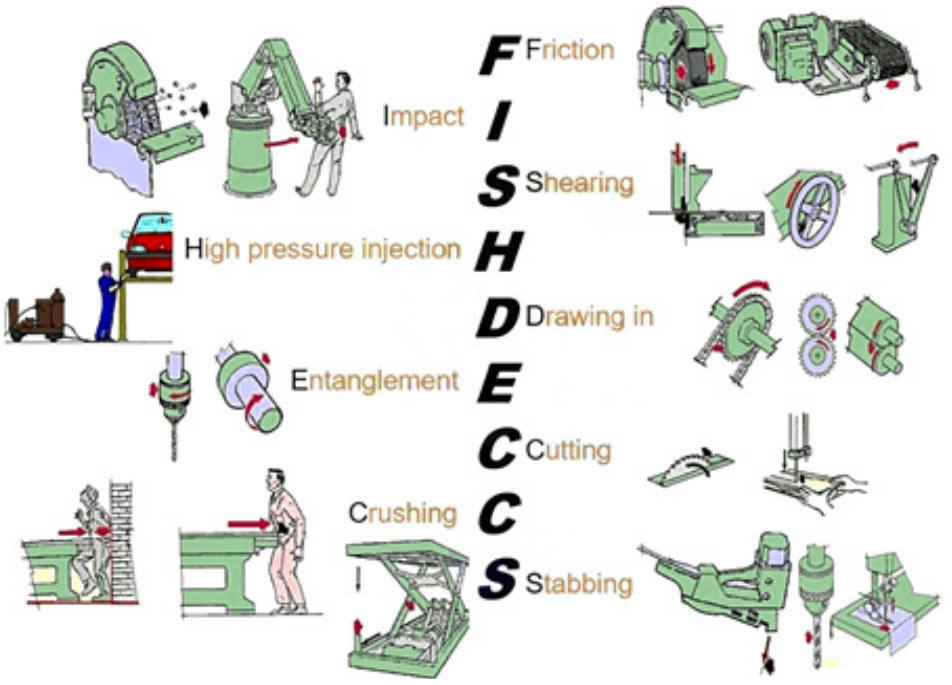
در کارگاه‌های آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری، انواع مختلفی از فرآیندها انجام می‌گیرد. در این کارگاه‌ها معمولاً مخاطرات مکانیکی پرریسک هستند. عملیاتی که در این فرآیندها انجام می‌گیرد، بیشتر از سایر عملیات کارخانه‌های ریخته‌گری نیاز به نیروی انسانی دارد. بنابراین معمولاً حضور کارگران در این کارگاه‌ها، بیشتر از مکان‌های دیگر کارخانه است. بسیاری از کارگران کارها را به‌صورت دستی و در کنار یک ماشین با اجزای متحرک انجام می‌دهند. برای مثال، یک نمونه‌گیری ساده از ماسه‌ای که روی تسمه‌نقاله خط آماده‌سازی ماسه در حال جابجایی است، در هر نوبت کاری انجام می‌شود. همین کار می‌تواند ریسک گیرکردن دست فرد در ماشین‌آلات را به دنبال داشته باشد. شکل ۲۱-۳ دو کارگر را در حال قالب‌گیری با ماشین پنوماتیک نشان می‌دهد. در همین لحظه، کارگر با مخاطرات مختلفی مواجه است؛ مخاطرات مکانیکی همچون افتادن قالب، ماندن دست در پرس؛ مخاطرات فیزیکی همچون لرزش و تکان قالب؛ مخاطرات شیمیایی همچون مواد قالب و مخاطرات ارگونومی.

شکل ۲۱-۳. مخاطرات مدل‌سازی و قالب‌گیری به‌وسیله ماشین پتوماتیک[۱]

تجهیزات آماده‌سازی ماسه، مانند میکسر و مولر و تسمه‌نقاله‌ها، دارای محورها، بازوها، تیغه‌ها و اجزای متحرک هستند. به نقل از یک کارشناس متالورژی، در سال ۱۳۸۱ در یک کارگاه ریخته‌گری در منطقه اصفهان، فردی براثر درگیرشدن لباس با تیغه میکسر به داخل میکسر کشیده شده است. این حادثه در شرایطی اتفاق افتاده که میکسر مجهز به قطع اضطراری نبوده و فرد دیگری در آن نزدیکی متوجه رویداد نشده است. متأسفانه این حادثه منجر به مرگ شخص شده است.

۱- https: //www. youtube. com/watch?v=n۰BfQ۵zdhJ٤

در یک کارخانه ریخته‌گری، کارگاه مدل‌سازی معمولاً به شکل یک کارگاه عمومی است که در آن عملیات نجاری، تراشکاری، آهنگری و جوشکاری انجام می‌شود. مخاطرات کارگاه نجاری و فلزکاری بیشتر از نوع مخاطرات مکانیکی هستند. استفاده از ماشین‌ها و تجهیزات اره‌کاری و تراشکاری در این کارگاه رایج است. شکل ۲۲-۳ مخاطرات مکانیکی کارگاه‌های ماشین‌ابزار و مدل‌سازی را به‌اختصار با واژه FISHDECCS نمایش می‌دهد. این واژه اختصاری به سرحرف لاتین مخاطرات ساییدگی، ضربه، بریدگی، افشانه فشار بالا، کشش به درون، گیرگردن، بریدگی، له‌شدگی و سوراخ‌شدگی اشاره دارد. در برخی از کارگاه‌های مدل‌سازی، از چوب‌های بازیافتی برای ساخت مدل استفاده می‌شود؛ در هنگام کار بر روی چوب، به‌ویژه چوب‌های بازیافتی، مواردی گزارش شده که در آن پرتاب قطعه یا شکستن و پرتاب تیغه‌اره اتفاق افتاده است. یکی از دلایلی که باعث چنین پیش‌آمدی می‌شود، وجود فلز در چوب بازیافتی، مانند پیچ و میخ بوده است.



شکل ۲۲-۳. مخاطرات مکانیکی ماشین‌ابزار در کارگاه‌های عمومی. عملیاتی مانند اره‌کاری، برش‌کاری، تراش‌کاری در کارگاه مدل‌سازی ریخته‌گری رایج است.

یکی دیگر از مخاطرات کارگاه قالب‌گیری مخاطرات فیزیکی، مانند آلودگی صوتی کوبش مواد قالب ناشی از کارکرد ماشین‌های نیوماتیک با تکانش و لرزش است[۱]. مطابق مقررات COSHH ۷ اگر شدت

۱- Jolting Machine

روزمره صدا به ۹۰ dB برسد یا پیک صدا از ۲۰۰ dB تجاوز کند، می‌تواند آسیب‌های شنوایی جدی برای افرادی که در معرض صدا هستند به همراه داشته باشد. همچنین آلودگی صوتی می‌تواند عوارض روانی و عصبی، حواس‌پرتی، سردرد و سرگیجه، خستگی زودرس را به دنبال داشته باشد که خود منجر به بالارفتن ریسک حوادث می‌شود. تکان‌ها و لرزش‌های ماشین‌های قالب‌گیری نیز مخاطرات ایمنی و سلامت زیادی با خود دارند.

در کارگاه قالب‌گیری و ماهیچه‌سازی، استفاده از چسب‌های شیمیایی رایج است. گاز، بخار، محصول واکنش یا محصول تجزیه و گرمایش این مواد در اتمسفر پراکنده می‌شود، که می‌تواند باعث آسیب یا عوارض در سلامت افراد و محیط کار شود. ازجمله این مواد فنول فرم آلدئید است که مقدار مجاز آن در هوای محیط کار ۵ ppm می‌باشد. همچنین برخی از ترکیبات چسب‌های ماسه قالب‌های پوست‌های (ماسه چراغی)، گازهای قابل‌انفجار یا قابل اشتعال تولید می‌کنند. مواد دیگری که در چسب‌ها استفاده می‌شود فورفوریل الکل است که ریسک آتش‌سوزی، و در مجاورت اسیدهای آلی قوی، ریسک انفجار دارد. از دیگر مواد الکل متیلیک است که ماده‌ای سمی است که به اجزای سمی‌تر تبدیل می‌شود و ریسک تأثیر بر عصب‌های بینایی و کوری را با خود دارد. افشانه‌های سیلیکون که به‌عنوان جداکننده‌ی مدل از قالب استفاده می‌شوند، درصورتی‌که از نوع هیدرولیزشده باشند ریسک خوردگی و سوختگی پوست و در صورت تماس با چشم ریسک کوری را دارند.

جدول ۲-۳. مواد شیمیایی گزارش‌شده در محیط کار قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری.

فرآیند	مواد شیمیایی
قالب‌گیری پوست‌های Shell molding	آمونیاک فنول، هگزامتیلن تترامین، استارات، اسید
ماهیچه‌گیری جعبه داغ (Hot box)	فرم آلدئید، فنول، اوره، فورفوریل الکل
ماهیچه‌گیری سردگیر (Cold set)	فرم آلدئید، فنول، بنزن، تولوئن، گزیلن
ماهیچه‌گیری جعبه سرد (Cold box)	دی‌اکسید کربن، تری اتیل آمین، دی متیل اتیل آمین، MDI، فنول، حلال رزین (تری متیل بنزن، ایزوفورون، نفتالین، همولوگ)

■ ۸-۲-۳ مخاطرات تمیزکاری، ماشین‌کاری و عملیات حرارتی

در کارگاه تمیزکاری قطعات، در هنگام تخریب قالب ماسه‌ای یا گچی، غبار زیادی تولید می‌شود. یکی از مخاطرات این مکان‌ها برای کارکنان، مخاطرات شیمیایی و هوای غبارآلوده است. این غبار ممکن است دارای ریزگردها (ذرات معلق مضر) باشد که از راه تنفس یا پوست در بلندمدت باعث آسیب می‌شوند. تنگی نفس، سوزش چشم، مسموم شدن، آزبستوزیس[۱] از عوارض و بیماری‌های ناشی این مخاطرات است.

اگر غبار عاری از ریزگردها باشد، میزان استاندارد غبار در محیط برای ۸ ساعت کار حداکثر ۱۰ mg/m^3 است. در صورتی هوای غبارآلود دارای ریزگرد (ذرات میکرونی) باشد مثلا ذرات ناشی از سنگ‌زنی زوائد قطعه (جداسازی راهگاه و تغذیه و پلیسه‌ها) میزان استاندارد غبار ۵ mg/m^3 در محیط برای ۸ ساعت کار است. برای درک مفهوم این اعداد لازم است یادآوری شود که مقدار تنفس یک فرد در یک روز حدود ۸-۱۰ m^3 است. بنابراین اگر میزان یک آلاینده در هوای محیط ۱ g/m^3 باشد، کارگری که در آن محیط کار می‌کند هرروز ۱۰ g گرم از آن آلاینده را تنفس خواهد کرد و بخش زیادی از آن وارد ریه خواهد شد. ریزگردها با چشم دیده نمی‌شوند و برای آشکارسازی آن‌ها یا منبع تولید آن‌ها می‌توان از روش پرتو تیندال که یک روش نوری است استفاده کرد. این روش غلظت ذرات را اندازه نمی‌گیرد، اما برای آشکارسازی آن‌ها یک روش سریع است.

کارگاه ریخته‌گری، به‌ویژه در فرآیند ریخته‌پیرایی و تمیزکاری، تجهیزات و دستگاه‌هایی با خود دارد که به‌طور پیوسته تولید صدا دارند. جابجایی مواد، جداسازی ماسه، تمیزکاری قطعات، ویبراتورها، دستگاه‌های ساچمه زنی و ماشین‌کاری تولید صدا می‌کنند. ماشین‌ها و وسایل سنگ‌زنی علاوه بر تولید غبار و ریزگرد، با دورهای بالا کار می‌کنند و آلودگی صوتی قابل‌توجهی دارند که ممکن است به شنوایی افرادی که در معرض آن هستند آسیب برساند. همچنین ممکن است افراد را در معرض ارتعاشات شدید قرار دهند. این منابع تولید صدا درصورتی که کنترل نشوند، به‌راحتی میزان شدت صدا را به بالاتر از محدوده‌های سلامت انسانی می‌برند. در این صورت در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌توانند باعث مشکلات شنوایی، نارسایی‌های عصبی، سردرد و عدم تمرکز در هنگام کار شوند. هم‌چنین بخارها و آلاینده‌های هوا، گذشته از مشکل سمی بودن و مخاطراتی که برای سیستم تنفسی دارند، از طریق انتشار بو باعث اختلال در کارکرد نیروی انسانی می‌شوند. در این مورد نیز استانداردهای سلامت و ایمنی کار تذکر می‌دهند و حدود ایمن و سالم را شناسایی می‌کنند.

در عملیات سنگ‌زنی غباری از ذرات ریز فلزی تولید می‌شود که ممکن است اشتعال‌پذیر باشد. به‌ویژه در مورد آلیاژهای منیزیم، غبار تولیدشده از سنگ‌زنی ریسک اشتعال و انفجار دارد. همچنین پرتاب ذرات فلزی و جرقه سنگ‌زنی ریسک آسیب‌های جدی به چشم و پوست را دارد.

۱- نوعی از بیماری ریوی

شکل ۲۳-۳. مخاطرات تمیزکاری و ماشین‌کاری، عکس از ایوو دو بروین Stocksy.

۳-۳ ارزیابی ریسک مخاطرات

شناسایی مخاطرات و جمع‌آوری داده‌های میدانی مربوط به مسایل ایمنی و سلامت، اولین قدم برای برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات لازم برای ایمنی و سلامت کار است. اما لازم است داده‌های گردآوری‌شده دسته‌بندی و پردازش و تحلیل شوند. داده‌های پراکنده، آمار حوادث، مشاهدات و نظرات افراد ممکن است گمراه‌کننده باشند. برای مثال ممکن است به حوادثی که زیاد تکرار نمی‌شوند توجه نشود و برخی اتفاقات پرتکرار کوچک شمرده شوند و عادی و گریزناپذیر به نظر برسند. برای آنکه کمیته‌های ایمنی و سلامت کار بتوانند تصمیم‌گیری مؤثری برای اقدامات مؤثر داشته باشند، نیاز به اطلاعات دسته‌بندی‌شده و نتایج تحلیل ریسک آمار حوادث دارند. استاندارد ISO 12100 اصول کلی ارزیابی ریسک را برای ماشین‌آلات بیان می‌کند. جمع‌آوری داده‌های فرآیندی و نمونه‌برداری محیطی در ارزیابی درست ریسک و تصمیم‌گیری‌های بعدی بسیار مؤثر است. همچنین مقررات شماره ۶ COSHH به ارزیابی ریسک آلاینده‌ها می‌پردازد.

فرآیند تحلیل ریسک مخاطرات ایمنی و سلامت به‌این‌ترتیب است؛ برای هر یک از مخاطرات، آمار تکرار وقوع حادثه و برآورد خسارت و آسیب ناشی از مخاطره شناسایی‌شده، گردآوری و رسم می‌گردد. بر این اساس، احتمال وقوع آسیب برای هر مخاطره از میان حالت‌های بسیار کم احتمال تا بسیار محتمل درجه‌بندی می‌شود (مشابه جدول ۳-۳). همچنین میزان شدت آسیب برآورد می‌گردد، و برای مثال در دسته‌بندی آسیب

کم، آسیب متوسط و آسیب زیاد قرار می‌گیرد. به‌این‌ترتیب، بر اساس اینکه هر ریسک چقدر محتمل باشد و در هر وقوع سبب چقدر خسارت گردد، ریسک‌ها در یک ماتریس مشابه جدول ۴-۳ دسته‌بندی می‌شوند. دسته‌بندی مخاطرات کمک می‌کند که هر مخاطره در دستور کار اقدام مناسب قرار گیرد.

جدول ۳-۳. مثالی از دسته‌بندی احتمال وقوع حادثه برای هر مخاطره.

دسته‌بندی احتمال وقوع آسیب	بسیار محتمل	محتمل	احتمال کم	احتمال بسیار کم
میزان تکرار پیش‌آمد	معمولاً یک‌بار در هر شش ماه برای هر فرد پیش‌می‌آید.	معمولاً یک‌بار در هر پنج سال برای هر فرد پیش‌می‌آید.	معمولاً یک‌بار در طول عمر کاری برای هر فرد پیش‌می‌آید.	کمتر از ۱٪ احتمال دارد که در طول عمر کاری برای هر فرد پیش‌بیاید.

جدول ۴-۳. مثالی از روش شناسایی و ماتریس دسته‌بندی ریسک‌های ایمنی و سلامت در محیط کار. این دسته‌بندی تنها به‌عنوان‌مثال و راهنما آورده شده و بسته به سیاست‌گذاری ایمنی در کارخانه، ممکن است اندازه ماتریس دسته‌بندی ریسک تغییر کند.

		شدت آسیب		
		آسیب کم	آسیب متوسط	آسیب شدید
احتمال آسیب	احتمال بسیار کم	بسیار کم‌ریسک	بسیار کم‌ریسک	پرریسک
	احتمال کم	بسیار کم‌ریسک	ریسک	بسیارپرریسک
	محتمل	کم‌ریسک	پرریسک	بسیارپرریسک
	بسیار محتمل	کم‌ریسک	بسیارپرریسک	بسیارپرریسک

۴

فصل چهارم

ایمن‌سازی محیط کار ریخته‌گری

ایمن سازی محیط کار ریخته گری

پیش‌ازاین، به مخاطرات محیط کار ریخته‌گری که ایمنی و سلامت افراد را تهدید می‌کنند اشاره شد. مجموعه کاملی از مخاطرات آتش و انفجار، مخاطرات مکانیکی و ارگونومی، مخاطرات فیزیکی و برقی، مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی و مخاطرات روانی و انسانی در محیط کار ریخته‌گری می‌تواند وجود داشته باشد. ریسک مخاطرات در برخی موارد مانند انفجار مذاب، سوختگی، آسیب‌های گرمایی، جراحت‌های دست‌وپا، آسیب چشم و صورت، مسمومیت و بیماری‌های تنفسی زیاد است. بنابراین لازم است به ایمنی و سلامت در ریخته‌گری توجه شود و محیط کار ریخته‌گری ایمن‌سازی شود.

در فصل حاضر به این پرسش‌ها پاسخ داده می‌شود؛ اقدامات مؤثر برای ایمن‌سازی محیط کار ریخته‌گری چه هستند؟ محیط کار ریخته‌گری چه الزاماتی برای ایمنی دارد؟ کدام‌یک از کارگاه‌ها و عملیات ریخته‌گری به ایمن‌سازی نیاز دارند؟ کدام‌یک از ماشین‌آلات لازم است ایمن‌سازی شوند؟ تجهیزات ایمنی برای کارگران چیست؟

پیش از پرداختن به جزئیات الزام‌های ایمنی و اقدام‌های مؤثر برای محیط کار ریخته‌گری، لازم است یادآوری شود که افراد چه مسؤولیتی در ارتباط با ایمنی و سلامت کار دارند و اقدام‌هایی که در این فصل بیان خواهد شد، به عهده چه کسانی است؟ در فصل ۶ به‌طور مفصل به مسوولیت افراد و روش‌های مدیریت ایمنی و سلامت کار پرداخته شده است. بااین‌همه لازم است به‌طور مختصر اشاره شود که شورای عالی حفاظت فنی، در آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری مسئولیت افراد را این‌گونه بیان می‌کند:

ماده ۱- کارفرما مکلف است نسبت به شناسایی خطرات و ارزیابی شرایط محیطی کارگاه‌های ریخته‌گری اقدام نموده و اقدامات کنترلی مناسب را به‌منظور حذف مخاطرات احتمالی به عمل آورد.

ماده ۲- کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری باید متناسب با نوع کار و خطرات، مطابق با آیین‌نامه آموزش

ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان مصوب شورای عالی حفاظت فنی، آموزش‌های ایمنی لازم را دیده و مدارک مربوطه در پرونده آنان ثبت و ضبط شده باشد.

ماده ۲۶۹-سازندگان ماشین‌های ریژه‌ریزی باید در طراحی و ساخت تولیدات خود موارد ذکرشده در این آیین‌نامه را لحاظ نمایند.

ماده ۲۷۰-کلیه افرادی که نسبت به بازسازی و ارتقاء ماشین‌های ریژه‌ریزی اقدام می‌نمایند ملزم به رعایت موارد ذکرشده در این آیین‌نامه هستند.

۴-۱ ایمن‌سازی زمین و فضای کار ریخته‌گری

برای انجام اقدام باهدف حذف یا کاهش ریسک مخاطرات ایمنی و سلامت، شاید پیش‌از هر چیز، ایمن‌سازی زمین و فضای کارگاه‌ها اولویت داشته باشد. الزامات محیط کار می‌تواند شامل موارد زیر باشد (اگرچه محدود به موارد زیر نمی‌شود):

- در تمام جانمایی‌ها و جابجایی‌ها، مخاطرات ایمنی و سلامت شناسایی و کنترل‌شده باشد.
- تمامی تجهیزات شناسنامه ایمنی و فنی داشته و ایمن‌سازی شده باشند.
- مطابق استاندارد، تابلوهای راهنما، هشدار و اضطرار در محیط کار نصب‌شده باشند.
- مطابق استاندارد محیط کار تمیز باشد و میزان آلاینده‌ها دیده‌بانی شوند.

▪ ۱-۱-۴ جانمایی، جابه‌جایی و گذرگاه‌ها

همواره لازم است به این نکته توجه شود که بسیاری از حوادث منجر به آسیب، جراحت یا مرگ در کارخانه‌ها و کارگاه‌های ریخته‌گری، تنها به دلیل حضور فرد در مکان نامناسب اتفاق افتاده است. از اقدام‌های مؤثر و بسیار مهم برای کاهش ریسک مخاطرات در تمام کارگاه‌ها، به‌ویژه مخاطرات مکانیکی، ایجاد گذرگاه ایمن برای رفت‌وآمد افراد است. لازم است مکان‌های کارگاه بر اساس عملیاتی که در آنها انجام می‌گیرد شناسایی شوند. هر ماشین، دستگاه‌ها یا کوره، که حریم ناایمن دارد، لازم است شناسایی شده و حدفاصل ناایمن نشان‌گذاری گردد. لازم است برای ورود به حریم ماشین‌ها و یا مکان هر عملیات، به کمک خط‌کشی زمین کارگاه یا حفاظ‌گذاری مناسب و نصب تابلوهای هشدار، احتمال ورود یا گذر افراد متفرقه به مکان‌های ناایمن تا جای ممکن کاهش یابد.

ماده ۱۱-کارفرما مکلف است فاصله کافی بین ماشین‌ها و خطوط عملیاتی را مهیا نموده تا حرکت کارگران محدود نگردد.

ماده ۷-برای جلوگیری از تماس یا ورود افراد به داخل محفظه‌ها یا تجهیزاتی که دارای اجزاء متحرک داخلی هستند باید از حفاظ مناسب استفاده شود.

ماده ۱۲-از فضاهای مجزا باید برای تعمیر و نگهداری، نظافت ماشین‌ها، جابه‌جایی و اسقاط مواد استفاده گردد. سطوح مورداستفاده برای عبور افراد باید عاری از موانع، گریس، روغن و آب و یا هرگونه مواد

لغزنده باشد.

شکل ۱-۴ کنترل مخاطرات مکانیکی در کارگاه‌ها با ایجاد گذرگاه ایمن برای رفت‌وآمد افراد.

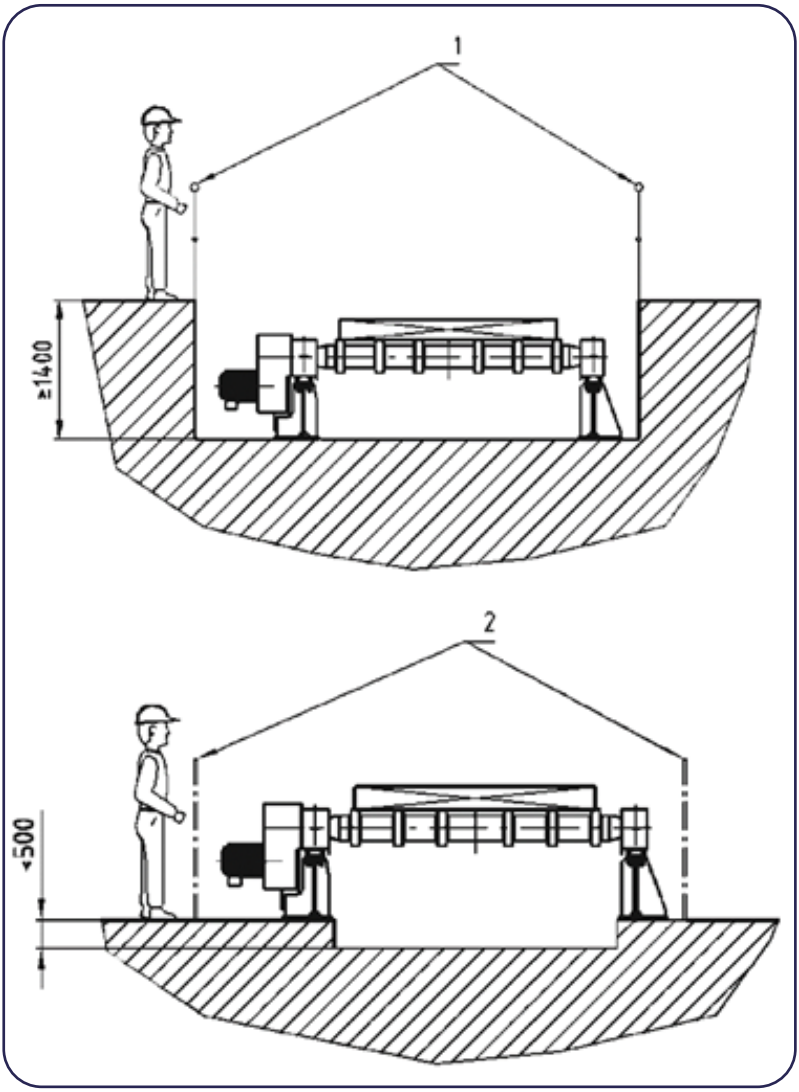
ماده ۳۲-هنگامی که انتقال مواد به‌صورت دستی کنترل می‌شود، تابلوی کنترل باید با رعایت شرایط ذیل جانمایی شود:

اپراتور از مکانیزم انتقال جدا شده باشد.

اپراتور در مسیر مواد برگشتی نباشد.

اپراتور به کنترل‌ها دسترسی داشته باشد.

مانعی در برابر دید اپراتور به خط انتقال وجود نداشته باشد.



شکل ۲-۴. مثال‌هایی از محدودکردن نواحی خطر؛ بالا: جداکردن و ایزوله کردن (ماشین متحرک در چاهک ریل، لازم است ریسک سقوط در چاهک کنترل شود، عبور و دسترسی به سمت دیگر محدود می‌شود)، پایین: نرده محافظ، لازم است ریسک برخورد، تابش و آلودگی صوتی کنترل شود. برای تغییرارتفاع بیش از ۵۰۰ mm کنترل ریسک سقوط لازم است.

■ ۲-۱-۴ ایمنی محوطه قراضه و انبار مواد

در بخش مخاطرات انبار مواد به برخی از ریسک‌های ایمنی و سلامت اشاره شد. برای کاهش ریسک مخاطرات مکانیکی در انبار، جابجایی و فراوری مواد، یک اقدام کنترلی مؤثر، ارائه روش مناسب و تدوین دستورالعمل برای اجرای ایمن عملیات و جلوگیری از ریزش و سقوط مواد است. بارگیری، تخلیه، جابجایی

و انبار تمامی مواد، گرچه ساده و پیش‌پاافتاده به نظر می‌رسد، اما به دستورالعمل، تابلوهای راهنما و نظارت بر انجام عملیات طبق دستورالعمل نیاز دارد. به‌ویژه لازم است کارگران مهارت شناسایی قطعات مخاطره‌آمیز، مانند مخازن، چاشنی‌های انفجاری، رطوبت و روغن را در مواد بار و قراضه‌ها داشته باشند و بتوانند اقدام مناسب را در برابر آنها انجام دهند. همچنین در هنگام جابجایی شمش‌ها و قطعات، طبق دستورالعمل اقدام کنند. ایجاد فضای سرپوشیده و استاندارد برای انبار مواد اولیه و قراضه‌های فلزات یک اقدام کنترلی مؤثر برای جلوگیری از بارش‌های جوی بر مواد و کاهش ریسک ورودی رطوبت به کوره است.

ماده ۲۲ – قراضه‌ها فقط باید وقتی تحویل گرفته شوند که تهیه‌کننده تضمین نماید کنترل‌های لازم انجام شده و قراضه‌ها عاری از مواد منفجره و ظروف توخالی دربسته می‌باشند.

ماده ۱۹– کارفرما باید کار جابه‌جایی قراضه‌ها را به کارگرانی واگذار نماید که آموزش‌های لازم را در رابطه با آزمایش، کنترل و حمل‌ونقل قراضه‌ها فراگرفته باشند.

ماده ۲۰– جابجایی و شارژ قراضه‌ها باید پس از اطمینان از آزمایش‌ها کنترلی آن‌ها در خصوص امکان وجود مواد منفجره، اشیایی که به‌طور بالقوه خطر انفجار دارند و ظروف توخالی دربسته انجام شود.

ماده ۲۱ – قبل از جابه‌جایی یا پیاده کردن قراضه‌های تهیه‌شده از صنایع نظامی که ممکن است حاوی مواد منفجره باشند باید فرد ماهری برای بررسی وقوع احتمالی انفجار تعیین گردد.

ماده ۲۳ –اگر کارگران ماده منفجره یا مشکوکی یافتند باید به‌طور فوری کار را متوقف کرده، محل را علامت‌گذاری و با استفاده از نوار مسدود نمایند و مراتب را سریعاً به فرد مسئول اطلاع دهند. فرد مسئول باید مطمئن شود که در صورت کشف مواد منفجره یا مشکوک در داخل قراضه‌ها مقامات ذی‌صلاح فوراً در جریان امر قرار می‌گیرند.

ماده ۲۴ – اگر کارگران در داخل قراضه‌ها ظرف توخالی دربسته‌ای یافتند باید آن را کنار گذارده و به فرد مسئول اطلاع دهند. برای استفاده مجدد، ظرف توخالی باید به‌منظور اطمینان از عدم ایجاد خطر در اثر افزایش فشار درونی ظرف به مقدار کافی سوراخ شود.

ایمن‌سازی انبار مواد و زمین قراضه برای پیشگیری و کنترل ریسک آتش‌سوزی از الزامات دیگر فضای کار ریخته‌گری است.

ماده ۳۳ – در مواقعی که مواد قابل اشتعال، انفجار یا سمی جابه‌جا یا انبار می‌شوند رعایت کلیه موارد ایمنی و حفاظت یالزامی است.

ماده ۸ –کارفرما باید در خصوص امکان ایجاد مخلوط هوای خطرناک (ازجمله کمبود اکسیژن، مخلوط گازهای سمی، مخلوط گازهای قابل‌انفجار و غیره) در محیط کارگاه از طریق اشخاص حقیقی یا حقوقی ذیصلاح (طبق آیین‌نامه مشاورین حفاظت فنی و خدمات ایمنی مصوب شورای عالی حفاظت فنی) بررسی‌های لازم را به عمل‌آورده و در صورت وجود چنین مخلوطی روش‌های پیشگیرانه لازم را اتخاذ و دستورالعمل‌های مربوطه را تهیه کند. در کارگاه فراوری قراضه که جرثقیل، چنگک، مگنت، قیچی و دیگر

تجهیزات متحرک وجود دارد لازم است روشنایی به‌اندازه کافی، در ارتفاع بالا، دور از منطقه کار، و به‌طور پراکنده (تک نقطه نباشد) تعبیه شود. زیرا سایه‌ها و تغییر شدید روشنایی باعث کاهش دید افراد در کارگاه خواهد شد. لازم است ورودی‌ها و خروجی‌ها، راه عبور امن و پناه گاه اضطراری مشخص‌شده باشند. لازم است حریم ماشین‌های ثابت و متحرک با خط کشی‌های استاندارد روی زمین مشخص شود.

شکل ۳-۴. کارگر در حال برش کاری و جداسازی ضایعات آهن به‌وسیله مشعل اکسیژن در کارگاه قراضه. عکس از Jessica Palomo در Unsplash

برای سیلوها، مخازن و قیف‌های ماسه، توجه به ایمنی بارگیری و تخلیه و تعمیرات بسیار مهم است.

ماده ۲۶ – سیلوها، قیف‌ها، مخازن و مخلوط کن‌های مورداستفاده در آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری و ماهیچه‌سازی به‌عنوان فضای بسته محسوب شده و انجام کار در آنها باید با کسب مجوز صادره از طرف کارفرما و رعایت اصول ایمنی همراه باشد.

ماده ۲۷– تمامی دریچه‌ها در سیلوها، مخازن و قیف‌ها باید به حفاظ مناسب و مؤثر مجهز شوند.

ماده ۲۸– انجام عملیات خارج کردن پسماند در سیلوها، قیف‌ها و مخازن باید به‌گونه‌ای طراحی‌شده باشد تا کار به‌صورت ایمن انجام پذیرد.

ماده ۲۹– مکانیزم راه‌اندازی دریچه‌ها در سیلوها، مخازن و قیف‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی‌شده باشد تا از سقوط افراد در مسیر جریان تخلیه مواد جلوگیری نماید.

■ ۳-۱-۴ ایمنی کارگاه ذوب و بارریزی

در زمین و کف کارگاه بارریزی، لازم است تمامی مخاطرات مکانیکی و فیزیکی موردبررسی قرار گیرند. ناهمواری‌ها، گودال‌ها، سطح لغزنده یا مرطوب، نور کم، آلودگی صوتی، خطر سقوط، خطر برخورد با موانع و تمامی موارد دیگر نیاز به توجه ویژه دارند. لازم است ورق‌های فلزی کف و راه‌پله‌ها آجدار باشند. نصب، رسیدگی و نگهداری به تابلوهای هشدار و پوسترهای ایمنی در فضاهای اطراف ذوب اهمیت دارد. در این فضاها به خاطر گرما، دود، پاشش و پرتاب مواد ریسک آسیب به تابلوهای هشدار و راهنما زیاد است و نیاز به توجه ویژه دارند. کارگاه‌های ذوب و کوره‌ها اغلب از سطح زمین فاصله داشته و نیاز به راه‌پله‌های استاندارد با پاگردها، نرده‌ها و پله‌های ایمن‌سازی شده دارند. وجود تجهیزات آتش‌نشانی و وسایل کمک‌های اولیه و دسترسی به دستگاه‌های تنفسی در نزدیکی کوره‌ها در شرایط اضطراری می‌تواند حیاتی باشد. لازم است چیدمان، نظم و نظافت محیط کارگاه طبق استاندارد مناسب و به‌طور مداوم رسیدگی و بازرسی شود. توجه ویژه به دستورالعمل‌های ذوب، بارریزی و جابجایی مذاب، هم از طرف کارفرما، و هم از طرف کارگران و کوره‌بانان بسیار مهم است:

ماده ۹ – کارفرما باید دستورالعمل‌های مکتوب برای عملیات ایمن ذوب، بارریزی و انتقال مذاب را تهیه و بر نحوه اجرای آن‌ها نظارت نماید. این دستورالعمل‌ها همچنین باید شامل مشخص نمودن افراد ماهر برای انجام کار و تجهیزات حفاظت فردی موردنیاز باشد.

ماده ۹۸ – دستورالعمل‌های مربوط به عملیات تخلیه مذاب باید به‌گونه‌ای تهیه‌شده باشد که ایمنی کارگران را در این عملیات تأمین نماید.

ماده ۱۲۹– کارفرما باید دستورالعمل‌های مکتوب برای عملیات ذوب و بارریزی را تهیه و بر نحوه اجرای آن‌ها نظارت نماید. این دستورالعمل‌ها همچنین باید شامل مشخص نمودن افراد مجاز برای ورود به مناطق اطراف کوره و تجهیزات حفاظت فردی موردنیاز باشد.

۱-۳-۱-۴ ایمن‌سازی زمین و فضای کارگاه

در کارگاه ذوب و بارریزی لازم است حریم ناایمن کوره‌ها، مکان عملیات ذوب و عملیات بارریزی شناسایی و نشان‌گذاری شوند:

ماده ۱۰۴ – مناطق اطراف کوره‌های القایی و کوره‌های نگه‌دارنده (تا شعاع ٦ متر و یا ۵ برابر قطر داخلی کوره هرکدام که بزرگ‌تر هستند) به‌عنوان مناطق خطرناک محسوب می‌گردد. لذا کارفرما باید مناطق اطراف کوره که در آنها احتمال پاشش فلز مذاب وجود دارد را با استفاده از نرده‌های حفاظتی با رنگ زرد یا دیگر علائم هشداردهنده مشخص نموده و محل‌های مجاز ورود به این نواحی را نیز با استفاده از خط‌کشی به رنگ زرد بر روی کف کارگاه و با عرض حداقل ۱۰ سانتیمتر مشخص نماید.

ماده ۱۲۶ – مناطق اطراف کوره‌های قوس الکتریک (تا شعاع ٦ متر و یا ۵ برابر قطر داخلی کوره هرکدام

که بزرگ‌تر هستند) به‌عنوان مناطق خطرناک محسوب می‌گردد. لذا کارفرما باید مناطق اطراف کوره که در آنها احتمال پاشش فلز مذاب وجود دارد را با استفاده از نرده‌های حفاظتی با رنگ زرد یا دیگر علائم هشداردهنده مشخص نموده و محل‌های مجاز ورود به این نواحی را نیز با استفاده از خط کشی به رنگ زرد بر روی کف کارگاه و با عرض حداقل ۱۰ سانتیمتر مشخص نماید. یک اقدام لازم برای ایمن‌سازی کارگاه ذوب، ساخت چاله تخلیه اضطراری برای کوره است:

ماده ۹۹ – چاله موجود در قسمت جلو یا زیر کوره باید همواره خشک و عاری از رطوبت و روغن بوده و از موادی (نظیر ماسه) ساخته‌شده باشد که از پاشش فلز در اثر تماس با آن جلوگیری نماید. چاله باید ظرفیت نگهداری حداقل یک‌بار کامل کوره را داشته باشد و از ذرات فلزی عاری بوده و به‌صورت منظم و حداقل یک‌بار در روز بازرسی شود.

ماده ۱۰۳– کارفرما باید فضای چاله جلوی کوره را ازلحاظ وجود عوامل خطرناک بررسی نموده و با استفاده از روش‌های ایمن راهکارهای مناسب برای مقابله باآنکه شامل استفاده از وسایل حفاظت فردی نیز است را اتخاذ نماید.

ماده ۱۲۲ – با استفاده از تمهیداتی نظیر ایجاد چاله در جلوی کوره‌های قوس باید در مواقع پاشش مذاب از کارگران حفاظت نمود. کف و دیواره‌های این چاله باید همواره خشک بوده و از موادی ساخته‌شده باشد که از پاشش فلز در اثر تماس جلوگیری نماید. چاله باید دارای ظرفیت نگهداری حداقل یک‌بار کامل کوره را داشته باشد. چاله باید از ذرات فلزی عاری بوده و به‌صورت منظم بازرسی شود.

زمین کف کارگاه، نیاز به ایمن‌سازی در برابر مخاطرات انفجار و پاشش مذاب دارد:

ماده ۹۷ – کف مناطقی که عمل انتقال مذاب در آنها انجام می‌گردد باید از جنس موادی (نظیر ماسه ریخته‌گری یا مواد دیرگداز) باشند که باعث ایجاد حداقل فوران و پاشش مذاب گردد.

ماده ۱۰۰ –مناطقی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید همواره خشک باشند.

ماده ۱۲۱ –جنس مواد مورداستفاده در کف مناطق انتقال مذاب در محوطه کوره‌های قوس باید از موادی باشد که پاشش و فوران مذاب را به حداقل برساند.

ماده ۱۲۳ – مناطق تخلیه، بارریزی و انتقال مذاب که احتمال پاشش مذاب در آنها وجود دارد باید عاری از وجود هرگونه تجمع سیالات مانند آب یا روغن باشند.

یک اقدام کنترلی بسیار مؤثر، کنترل حضور و رفت‌وآمد افراد در مناطق مخاطره‌آمیز است:

ماده ۱۰۵ – ورود افراد به مناطق اطراف کوره‌های القایی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید فقط محدود به افراد ماهر و تنها به‌منظور انجام وظایف محوله باشد. انجام کار افراد در این مناطق باید در حداقل زمان موردنیاز برای انجام وظایف محوله باشد.

ماده ۱۲۷ – ورود افراد به مناطق اطراف کوره‌های قوس الکتریک که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید محدود به افراد مجاز و فقط به‌منظور انجام وظایف محوله باشد. انجام کار افراد در این مناطق

باید در حداقل زمان موردنیاز برای انجام‌وظیفه محوله باشد.

ماده ۱۰۶ – محل استقرار کارگران ازجمله اپراتورهای کوره القایی باید در خارج از منطقه اطراف کوره که احتمال پاشش فلز مذاب در آن وجود دارد، باشد. در صورت امکان عملیات باردهی، سرباره‌گیری و یا دیگر موارد به‌صورت خودکار انجام شود تا خطراتی که متوجه اپراتور است به حداقل کاهش یابد.

ماده ۱۲۸ – محل استقرار کارگران ازجمله اپراتورهای کوره‌های قوس الکتریک باید در خارج از منطقه اطراف کوره که احتمال پاشش فلز مذاب در آن وجود دارد باشد و در صورت امکان انجام عملیات سرباره‌گیری، انتقال مذاب، نمونه‌گیری و اندازه‌گیری دما به‌صورت کنترل از راه دور انجام پذیرد.

ماده ۱۰۱ – تردد کارگران به چاله جلوی کوره باید همواره تحت کنترل باشد. در زمان انجام عملیات باردهی، بارریزی، انتقال مذاب و سرباره‌گیری حضور کارگران در چاله ممنوع است.

ماده ۱۰۸ – ماشین‌های انتقال مذاب که دارای امکان کنترل از راه دور هستند و همچنین مسیر حرکت آنها باید دارای علائم هشداردهنده باشند تا در رابطه با شروع حرکت ناگهانی آن‌ها به کارگران هشدارهای لازم داده شود.

ماده ۱۲۴ – ورود افراد به چاله جلوی کوره باید تحت کنترل باشد و در حین عملیات باردهی، بارریزی، تخلیه یا سرباره‌گیری هیچ‌یک از کارگران نباید در چاله جلوی کوره حضور داشته و یا وارد آن شوند.

ماده ۱۴۳ – هنگام ذوب‌ریزی فقط باید افرادیکه مستقیماً درگیر کار ذوب‌ریزی هستند در محل باقی بمانند.

لازم است مسیر عبور ماشین‌ها، خودروها، واگن‌ها و جرثقیل‌های حمل مذاب، بدون مانع، هم‌سطح و بدون دست‌انداز باشد:

ماده ۱۶۰ – برای جلوگیری از ریختن مواد مذاب فقط باید از راه‌ها و راهروهای هم‌سطح و بدون مانع و دست‌انداز استفاده شود.

در مورد ایمن‌سازی کارگاه ذوب و بارریزی در برابر مخاطرات فیزیکی به‌ویژه آسیب‌های گرما به اقدامات کنترلی زیر اشاره شده است:

- حذف منابع غیرضروری تولید گرما و رطوبت
- جداکردن محل کار کارگرانی که مستقیماً درگیر فرآیند بارریزی و ذوب نیستند.
- حفاظ‌گذاری ضدتابش در اطراف خط تولید و سطوح داغ
- نصب خنک‌کننده‌های موضعی، دمنده‌ها، فن‌ها و هواسازها برای متعادل کردن رطوبت و گردش هوا
- اتوماسیون کارها در محیط گرم در صورت امکان، به‌منظور به حداقل رساندن کارهای دستی با مذاب و تجهیزات داغ و به حداقل رساندن حضور افراد در محیط گرم
- طراحی و کنترل فرآیندها برای پیشگیری واکنش‌های غیرمنتظره در مذاب و ریخته‌گری
- تعبیه حصار محافظ برای پیش‌گیری از برخورد گرما و مذاب درجاهایی که فاصله ایمن را نمی‌توان رعایت کرد، برای مثال تعبیه توری فلزی دورتادور نقطه بارریزی

- استفاده از روش‌ها و تجهیزات کاهش رطوبت مانند رطوبت‌زدا[۱]
- استفاده از دستگاه‌های تهویه مانند هواکش[۲]، برای ورود هوای خنک به درون کارگاه
- تامین آب تازه برای نوشیدن در هنگام کار
- تعبیه مکان‌هایی برای وقفه و رمق‌گیری برای مثال اتاق خنک یا پناهگاه گرما
- تأمین تجهیزات حفاظت فردی ویژه[۳] برای عملیات کار در محیط گرم و کار با مذاب، ازجمله لباس ضدتابش، دستکش عایق گرما، نقاب محافظ و فیلتر چشم
- علامت‌گذاری برای هشدار حفظت چشم در مکان‌هایی که ریسک تابش دارند.
- آگاه کردن کارگران از خطرات تابش‌های شدید فرابنفش و فروسرخ
- محافظت از عابران و رهگذران ترجیحاً با حذف ریسک قرارگرفتن در محیط تابش

ازآنجاکه بیشتر کارگران کارخانه ریخته‌گری در معرض آسیب‌های گرمایی هستند، لازم است سیاست و رویه مشخصی برای پیش‌گیری از آسیب گرمایی تدوین شود. چنین سیاست‌گذاری شامل موارد زیر است:

- آموزش کارگران برای شناخت علائم و عوارض آسیب‌های گرمایی، شوک‌های گرمایی و فرآیند سازگارشدن با گرما
- ترویج فضای رفاقت[۴] در کار که در آن هر کارگر مراقب دیگران است.
- برقرار کردن وقفه‌های نوشیدن آب در توالی منظم در نوبت کاری برای مثال نوشیدن یک لیوان آب در هر ۲۰ دقیقه
- متعادل کردن آهنگ کار برای سازگار شدن با شرایط
- برنامه‌ریزی کارهای محیط گرم برای زمان‌هایی از روز که هوا خنک‌تر است
- جداسازی و فاصله‌گذاری کار گرم از سایر کارگران
- گردش کار در محیط گرم بین کارگران برای کاهش زمان اثر گرما
- دیده‌بانی پیوسته علائم و عوارض اثر گرما و شوک گرمایی
- برنامه‌ریزی برای عملیات مراقبت از کارگران برای عوارض احتمالی آسیب‌های گرمایی

۲-۳-۱-۴ عملیات ذوب و باردهی کوره

عملیات ذوب مخاطرات زیادی را با خود دارد. ازآنجاکه معمولاً ریسک انفجار ناشی از تماس مذاب با رطوبت در کارگاه‌های ریخته‌گری بسیار زیاد است، پیش‌گیری و کنترل این ریسک در ایمن‌سازی فضای کارگاه ذوب و بارریزی اهمیت دارد. در هر کارگاه که مذاب وجود دارد، لازم است تمام منابع رطوبت که ممکن است در تماس با مذاب قرار گیرند شناسایی شوند. لازم است برای هر مورد شناسایی‌شده، اقدامی برای پیشگیری تماس رطوبت با مذاب انجام شود. لازم است تمامی عملیات کاری ازجمله نظافت کارگاه

۱- de-humidifier

۲- flue

۳- Task-Spechfic Personal Protective Equipment (PPE)

٤- Buddy system

به‌گونه‌ای انجام گیرد که باعث باقی ماندن آب در کف کارگاه، یا در مرطوب شدن تجهیزات نشود. به‌طور مثال لازم است اطمینان حاصل شود که:

- مواد واردشده به کارگاه در جای خشک نگهداری شده‌اند و بدون رطوبت هستند.
- کوره‌ها و نسوزها پیش‌از استفاده پیش‌گرم شوند.
- تمام تجهیزات عملیات ذوب و بارریزی، بدون زنگ‌زدگی هستند و پیش‌از استفاده پیش‌گرم شوند.
- مواد شارژ کوره رطوبت حبس شده در خود ندارند و پیش‌از ورود به مذاب کاملاً خشک هستند.
- هیچ‌گونه قراضه‌ی توخالی (مانند بطری، قوطی، کنسرو، مخزن، محفظه، کپسول و لوله) به کارگاه ذوب وارد نشود. لازم است این اشیاء در کارگاه دیگری بیرون از محل ذوب فراوری شوند.

ماده ۱۷ – به‌منظور حذف رطوبت، روغن و سایر مایعات موجود در مواد شارژ و ابزارها قبل از فرورفتن آنها در کوره یا مذاب باید تمهیداتی پیش‌بینی‌شده باشد. از افزودن ظروف سربسته مثل انواع کپسول‌ها و همچنین مواد قابل‌انفجار مانند مهمات جنگی باید اکیداً خودداری شود.

ماده ۱۰۹– در مواقع نمونه‌گیری و یا سرباره‌گیری تنها باید از ابزارهای مخصوص این عملیات استفاده نمود. ابزارهایی که دارای پوشش نسوز هستند باید قبل از استفاده رطوبت‌زدایی شوند. ابزارها باید عاری از وجود هرگونه زنگ‌زدگی باشند.

ماده ۱۸ – ابزارهای زنگ‌زده نباید در مذاب آلومینیم فروبرده شوند.

در هنگام عملیات ذوب با کوره‌های القایی، لازم است اقدامات کنترلی زیر برای کاهش ریسک مخاطرات مکانیکی و برقی انجام گیرند:

ماده ۹۳ – قبل از وارد نمودن هرگونه ابزار عایق نشده به داخل حمام مذاب کوره، باید نیروی الکتریکی کوره را قطع نمود و نسبت به تخلیه انرژی الکتریکی ذخیره‌شده اقدام نمود. اگر امکان قطع نمودن جریان برق ورودی به کوره میسر نباشد، به‌منظور جلوگیری از خطر برق‌گرفتگی، کلیه کاربران کوره موظف به استفاده از ابزارهای با دسته عایق و یا دستکش و لباس عایق مناسب هستند.

ماده ۸۷ – اگر در حین چرخش کوره، خطر سقوط کارگران به داخل چاله کوره وجود داشته باشد، انجام اقدامات حفاظتی در این خصوص الزامی است. این اقدامات نباید باعث بروز خطر دیگری برای کارکنان شود.

ماده ۹۵– در صورت بروز هرگونه اشکال یا خطا در سیستم کنترل اتصال به زمین کوره (ارت)، از ادامه کار کوره تا محو کامل اشکال یا خطا باید جلوگیری شود.

یکی از اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش میزان آلایندگی و ریسک حوادث، پیش‌گرم کردن مواد بار کوره است. به‌غیراز مزایایی که این عملیات در مصرف انرژی کوره خواهد داشت، خطر آلایندگی شدید در کوره، تماس مذاب با رطوبت، ورود روغن، پلاستیک و مواد قابل اشتعال به کوره را بسیار کاهش می‌دهد. استفاده از قراضه‌های خردشده گذشته از برتری‌های کیفی در ذوب و کاهش هزینه انرژی، و افزایش عمر نسوز کوره، از دیدگاه ایمنی جزو اقدامات بسیار مؤثر در کاهش حوادث کوره به شمار می‌روند. قراضه

خردشده به دلیل چگالی ظاهری بالاتر، تعداد دفعات ذوب و درنتیجه احتمال حوادث مربوط به بارگیری و آلایندگی را کاهش می‌دهد. همچنین ریسک وجود ظروف و مخازن دربسته در بار کوره و انفجارها را بسیار پایین می‌آورد. علاوه بر آن با اندازه و ابعاد بسیار یکنواخت و مناسب محفظه کوره، خطر پل‌زدن و مسدودشدن کوره را نیز کم می‌کند.

اقدامات کنترلی برای مخاطرات انفجار شیمیایی می‌تواند شامل موارد زیر باشد (اما محدود به این موارد نیست):

- منع استفاده از فندک‌های بوتانی در محل ذوب و باربریزی
- اصلاح سیستم انبارداری به‌گونه‌ای که مواد شیمیایی نامناسب با مذاب به‌طور واضح برچسب خورده و دور از محیط ذوب و باربریزی نگهداری شوند تا از ورود اشتباهی یا تماس تصادفی آنها با مذاب جلوگیری گردد.
- رنگ‌ها، محلول‌ها و مواد اشتعال‌پذیر و سوختی در مکان‌های مشخص دور از محل ذوب و باربریزی نگهداری شوند.
- پیش از ورود هر چیزی به مذاب، همواره به‌عنوان آخرین گام، ایمنی و درستی ماده برای تماس با مذاب مورد تائید قرار گیرد.

۳-۳-۱-۴ عملیات جابجایی مذاب و باربریزی

برای عملیات جابجایی مذاب و باربریزی و روش استفاده از تجهیزات آن، شورای عالی حفاظت فنی ایران، دستورالعمل‌های ایمنی زیر را ارائه کرده است:

ماده ۶۷ –بوته‌ها باید در مکان‌های گرم و خشک انبار شوند. قبل از استفاده ازنظر وجود حفره و ترک‌های ریز به‌دقت بازرسی و بدون آسیب زدن به بوته یا دیواره‌های جانبی بارگیری شوند. همچنین به‌آرامی گرم و فقط توسط ابزارهایی با شکل و اندازه مناسب بالابرده شوند.

ماده ۱۳۹ –پاتیل‌های ریخته‌گری، حمل ذوب و سرباره باید پیش از استفاده خشک و ترجیحاً پیش‌گرمایش شوند.

ماده ۱۴۰ –پاتیل‌های حمل ذوب و ریخته‌گری باید تا حدی پر شوند که از پاشش مذاب در حین حمل جلوگیری شود.

تبصره: اگر نتوان از پرشدن بیش‌ازحد پاتیل جلوگیری نمود در این صورت باید برای حمل آن اقدامات ایمنی خاصی به عمل آید.

ماده ۱۴۶ –مکانیزم چرخش پاتیل باید همواره در طی کار تحت کنترل اپراتور عملیات ریخته‌گری باشد.

ماده ۶۸ –بوته‌ها باید توسط تعداد کافی از کارگران حمل و جابجا شود به‌نحوی‌که از وارد آمدن فشار بی‌مورد به کارگران جلوگیری شود. در این زمینه رعایت آیین‌نامه حفاظتی حمل دستی بار مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی است.

ماده ۱۹۷–پاتیل‌ها باید تا سطحی پر شوند که در حین حمل‌ونقل معمول احتمال پاشش مذاب وجود

نداشته باشد. مقدار ارتفاع خالی پاتیل باید حداقل بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد.
ماده ۱۹۸ –مسیر حرکت پاتیل مذاب باید عاری از هرگونه مانع باشد.
ماده ۱۹۹ –در زیر مسیر حرکت مذاب نباید هیچ‌گونه تجمعی از مایعات سیال موجود باشد.
ماده ۲۰۰ –در قالب‌های ریژه مجهز به سیستم آبگرد باید امکان تماس مذاب با آب وجود نداشته باشد.
ماده ۲۰۱ –در هنگام انتقال پاتیل‌های حاوی مذاب باید تمهیداتی لحاظ شود تا از کج شدن ناخواسته آن جلوگیری به عمل آید.
ماده ۲۰۲–مقدار مذاب موجود در پاتیل نباید از ظرفیت اسمی پاتیل و چنگک و سیستم حمل‌کننده آنها بیشتر باشد.
ماده ۲۰۳ –پاتیل‌های حاوی مذاب اضافی که به دلایلی در خارج از خط عملیات نگه‌داشته شده‌اند باید تا حد امکان در نزدیکی کف کارگاه قرار گیرند.
ماده۲۰۴–درمناطق باریزی و پرشدن پاتیل‌ها که در آنها از پاتیل‌های کف‌ریز استفاده می‌شود، باید در صورت وجود نشت فلز مذاب با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر پیش‌بینی گودال ماسه‌ای) خطرات مربوطه حذف گردد.
ماده ۲۰۵–اپراتور تنها باید دستورات شخصی که بالابر را هدایت می‌کند اجرا نماید.
تبصره: اگر فرمان توقف اضطراری از طرف هر شخصی صادر شود، اپراتور باید این فرمان را اجرا نماید.
ماده ۲۰۶ – باید از برخورد جرثقیل‌ها و مونوریل‌ها با یکدیگر و یا با ضربه‌گیرها یا ریل با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر استفاده از کلیدهای (stop) موانع متوقف‌کننده و سیستم ضد تصادم) خودداری شود. (Limit Switch) محدودکننده
تبصره: در صورت برخورد باید با استفاده از روش‌های ایمن، پاشش مواد مذاب به حداقل برسد.
ماده ۲۰۷ – شخصی که هدایت‌کننده بالابر است مسئولیت کنترل محکم بودن اتصال بار به بالابر، حفظ تعادل آن و قرارگرفتن صحیح بار در قلاب را بر عهده دارد.
ماده ۲۰۸ – در زمان جابه‌جایی و بالابردن مواد مذاب باید موارد ذیل رعایت گردد:
۱. مکانیزم حرکت دادن بار نباید دچار افزایش یا کاهش ناگهانی سرعت شود.
۲. هیچ‌گونه مانعی نباید در تماس با پاتیل مذاب قرار گیرد.
۳. پاتیل‌های حاوی مذاب نباید در مسیر خود از روی کارگران رد شود. از یک هشداردهنده صوتی برای آگاهی دادن به کارگران نسبت به حرکت پاتیل و نزدیک شدن آن باید استفاده شود.
۴. به کارگران نباید اجازه داده شود که در زیر پاتیل‌های آویزان قرار گیرند.

۴-۳-۱-۴ عملیات کیفی (ثانویه) مذاب

در مورد ریخته‌گری آلیاژهایی که مذاب آنها نیاز به عملیات کیفی (عملیات ثانویه) پس از ذوب و پیش‌از باریزی دارند، مانند تلقیح چدن‌ها، گاززدایی و جوانه‌زایی، دستورالعمل‌های ایمنی زیر ارائه شده است:

ماده ۲۱۲ –کارفرما باید دستورالعمل‌های اجرایی عملیات ثانویه بر روی فلز مذاب را به نحوی تهیه نماید که مقدار زمان قرارگیری کارگران در مقابل خطرات به حداقل کاهش یابد.

ماده ۲۱۳ –انجام عملیات ثانویه یا جوانه‌زایی و یا هردوی آنها بر روی فلز مذاب تنها باید توسط کارگران مجاز و دارای مهارت لازم انجام پذیرد.

ماده ۲۱۴ –در پاتیل‌های مورداستفاده برای عملیات ثانویه یا جوانه‌زایی و یا هردوی آنها بر روی مذاب در قسمت بالا، باید با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر نصب سپر حفاظتی و یا اعمال فاصله کافی بین کارگران و پاتیل) از تماس فلز مذاب با کارگران در حین عملیات جلوگیری به عمل آورند.

ماده ۲۱۵–در مخازنی که عمل جوانه‌زایی در آنها توسط گاز انجام می‌گیرد، باید به‌صورت متناوب در خصوص جداره درونی و اتصالات مربوط به گاز مورد بازرسی و تعمیر قرار گیرند.

ماده ۲۱۶–انجام تزریق گاز برای عمل جوانه‌زایی که منجر به پاشش فلز مذاب می‌شود ممنوع است.

ماده ۲۱۷–کاربید کلسیم و مواد حاوی آن (به‌منظور گوگردزدایی) باید در مناطق خشک نگهداری و استفاده شده و از تماس اتفاقی آنها با رطوبت جلوگیری گردد.

ماده ۲۱۸ –خشک نمودن نسوز داخل پاتیل‌ها و مخازن باید مطابق دستورالعمل تهیه‌شده از طرف کارفرما انجام گیرد. نحوه کار باید به‌گونه‌ای باشد که از ترک و شکسته شدن مواد نسوز در حین خشک کردن، پیش‌گرم نمودن و تماس مذاب جلوگیری گردد.

▪ ۴-۱-۴ ایمنی کارگاه قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری

در کارگاه‌های آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری، که انواع مختلفی از فرآیندها در آن انجام شود، معمولاً، مخاطرات مکانیکی پرریسک‌ترین مخاطرات هستند و لازم است به آنها رسیدگی شود.

ماده ۳۰ – برای نمونه‌گیری ماسه، تجهیزات و ماشین‌آلات مربوطه باید متوقف‌شده باشند.

ماده ۴۱ – با استفاده از حفاظ مناسب باید از تماس احتمالی اپراتورها با سیستم انتقال لاوک‌ها (SKIP) جلوگیری به عمل آید.

ماده ۳۶ – در تجهیزات ماهیچه‌سازی، قالب‌گیری و جابه‌جایی درجه‌ها، تمامی مناطقی که امکان ایجاد آسیب برای کارگران وجود دارد باید به‌صورت مناسب حفاظ‌گذاری شوند.

ماده ۴۴ – در پیستون‌های موجود در دستگاه‌های قالب‌سازی باید با استفاده از روش‌های ایمن از خارج شدن پیستون از داخل سیلندر جلوگیری شود.

ماده ۴۵ – در هنگامی که از سرسره‌های سقوط آزاد برای بازگرداندن گیره‌ها (کلمپ) به ایستگاه‌های گیره زنی استفاده می‌شود، گیره‌ها (کلمپ) باید در داخل سرسره محکم شده و مجرای خروجی سرسره نیز حفاظ داشته باشد.

ماده ۴۶ – ابزارهای بلند کردن درجه ریخته‌گری باید به صورتی طراحی‌شده باشد که دارای فاصله کافی از کارگران بوده یا دارای دستگیره‌های جداگانه باشند.

ماده ۴۷- برای جلوگیری از ورود مواد فلزی ناخواسته به مخلوط ماسه باید از روش‌های مناسب (نظیر جداکننده مغناطیسی و سرند) استفاده شود.

ماده ۴۸- انجام تنظیمات یا تعمیرات در تجهیزات مورداستفاده برای آماده‌سازی قالب، قالب‌سازی و ماهیچه‌سازی توسط اپراتور ممنوع است مگر اینکه وی در این رابطه آموزش‌های لازم را دیده باشد و مجوزهای موردنیاز را از طرف کارفرما دریافت کرده باشد.

برای عملیات ماهیچه‌گیری که در کارگاه قالب‌سازی انجام می‌شود، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده ۳۷ - با استفاده از روش‌های زیر و یا دیگر روش‌های مناسب باید از اصابت ذرات ماسه خارج‌شده از بین خط جدایش بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه‌سازی و اصابت آنها به اپراتور محافظت گردد: (الف) از سایش سطوح فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه‌سازی جلوگیری گردد. (ب) قبل از شروع به کار، ذرات ماسه باقیمانده در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه‌سازی تمیز گردد. (پ) از درزگیر (لاتون) در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه‌سازی استفاده گردد. (ت) از سپرها یا پرده‌های حفاظتی در فاصله بین اپراتور و دستگاه استفاده شود.

ماده ۳۸-جعبه‌های ماهیچه‌سازی باید به صورتی طراحی‌شده باشند که جاگذاری و برداشتن جعبه بدون قرارگیری دست اپراتور در معرض آسیب باشد. درصورتی‌که دستگیره‌های مناسب در طراحی جعبه ماهیچه پیش‌بینی‌نشده باشد نقاط مذکور باید به جعبه ماهیچه اضافه شود.

ماده ۳۹- جعبه ماهیچه باید دارای استحکام لازم برای مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی و نیوماتیکی (پنوماتیکی) حین کار را داشته باشد.

ماده ۴۰- سوراخ‌های ارتباط با هوا باید در جعبه ماهیچه یا صفحات دمش وجود داشته باشد.

در کارگاه قالب‌گیری و ماهیچه‌سازی، لازم است مخاطرات شیمیایی و ترکیباتی که در چسب ماهیچه، افزودنی مواد قالب، پوشان قالب ماهیچه استفاده می‌شوند، موردتوجه قرار گیرند. برخی از این ترکیبات گازهای قابل‌انفجار یا قابل اشتعال تولید می‌کنند. تهویه مناسب و دیده‌بانی مقدار غبار، گازها و بخارهای سمی در این سالن‌ها لازم است.

ماده ۳۵ -درروش ریخته‌گری پوست‌های (چراغی)، غلظت آلاینده‌های قابل‌انفجار باید به نحوی کنترل شود که حداکثر غلظت آلاینده‌ها ۲۵ درصد حد پایینی انفجار LEL باشد.

ماده ۴۹ -برای تخلیه ترکیبات پوشان قالب از ظروف کار باید از تجهیزات مناسب (نظیر یکبرکننده بشکه، شیرهای سماوری) استفاده شود.

ماده ۵۰ -ترکیبات پوشان قالب و حلال‌های قابل اشتعال باید در ظروف دربسته محکم، نشکن، غیرقابل اشتعال و فقط در مقادیر موردنیاز یک نوبت کاری در محل کار انبار شوند.

ماده ۵۱ -در صورت استفاده از پوشان‌های پایه آبی قبل از باریزی، سطح قالب باید به‌وسیله شعله دستی خشک گردد. درصورت استفاده از پوشان‌های پایه الکلی قبل از باریزی با آتش زدن سطح قالب باید خشک گردد.

ماده ۵۲-مادامی که از ترکیبات پوشان قالب با نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتی گراد استفاده می‌شود، باید در اطراف نقطه مصرف، منطقه‌ای به شعاع ۳ متر عاری از هرگونه شعله نگه‌داشته شده و کشیدن سیگار در این منطقه ممنوع گردد.

ماده ۵۳-ظروف کار باید در برابر ضربه محافظت‌شده و پس از استفاده درب آنها بسته شوند.

ماده ۵۴ -اسپری کردن قالب‌ها و ماهیچه‌ها با ترکیبات پوشش‌دهنده‌ای که دارای نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتی گراد هستند باید در جایگاه‌ها یا غرفه‌های مخصوص انجام شود.

ماده ۵۵ - ماهیچه‌ها و قالب‌های سنگین که حمل آنها مشکل است، را می‌توان با رعایت تدابیر ایمنی در کارگاه اسپری نمود. این تدابیر همچنین عملیات اسپری در ماشین‌های قالب‌گیری که دارای جایگاه‌های اسپری مجهز به سیستم تهویه مکنده هستند را نیز شامل می گردد.

در انتهای مراحل قالب‌گیری، لازم است به ریسک انفجار مذاب، پرتاب قالب و جاری شدن مذاب در هنگام بارریزی توجه شود و اقدامات کنترلی برای آن صورت گیرد:

ماده ۵۶ -جهت جلوگیری از بیرون زدن مذاب از سطح جدایش دونیمه قالب باید از وزنه‌گذاری و یا گیره استفاده شود.

ماده ۵۷ -هم‌زمان با شروع ریخته‌گری باید نسبت به سوزاندن گازهای قالب اقدام نمود تا از تجمع گاز در قالب و ماهیچه جلوگیری به عمل آید.

در برخی از مکان‌های کارگاه قالب‌گیری و تمیزکاری وجود تجهیزات شستشوی چشم لازم است. بهتر است که با حذف منبع آلودگی بتوان از مخاطرات آن پیش‌گیری نمود. اگر پیش‌گیری امکان‌پذیر نباشد، کنترل آلودگی از منبع آلودگی شروع می‌شود. جایگزین کردن آزبست با آلومینوسیلیکات Alumino-Silicate برای عایق‌سازی کوره‌ها و لوله‌ها و تأسیسات یک اقدام پیش‌گیرانه مناسب است. به همین صورت جایگزین کردن ترکیبات سیلیکونی هیدرولیزشده (در مواد قالب) با انواع بی‌خطر آنها مانند متیل پلی سیلوکسان یا مخلوط متیل و فنیل پلی سیلوکسان توصیه‌شده است. گاز دی اکسیدگوگرد از آلاینده‌های محیط کار ریخته‌گری است که براثر سوختن گوگرد در مذاب یا فرآیندهایی که از فوران استفاده می‌کنند تولید می‌شود. برای کاهش ریسک مخاطرات این گاز استفاده از پوشش‌های قلیایی قالب، تهویه مناسب محیط، استفاده از یک‌لایه ماسه قلیایی و کاهش اسید در مواد قالب توصیه‌شده است. گاز آکرولئین در اثر گرمایش و تجزیه روغن‌ها (مانند روغن ماهیچه یا روغن قراضه‌های چرب) تولید می‌شود. تهویه عمومی کارگاه به کاهش این گاز تا زیرحدمجاز کمک می‌کند. تجهیز کارگاه ذوب و ریخته‌گری به سیستم تهویه، هواکش و غبارگیر تأثیر زیادی در سلامت محیط کار دارد. استفاده از دستگاه‌های غبارگیر با کارایی بالا مجهز به صافی‌های پارچه‌ای یا دستگاه‌های جداکننده[۱] توصیه‌شده است.

۱- Scrubber system

(الف)

(ب)

شکل ۴-۴. (الف) در کارگاه تمیزکاری غبار زیادی تولید می‌شود. اگر تمیزکاری مکانیزه باشد، یکی از اقدام‌های مؤثر ایزوله کردن کل فضای تمیزکاری است. به‌طورمعمول در چنین فضایی کارگران حضور ندارند. (ب) اقدام بهتر برای ایمن‌سازی فضای کارگاه تمیزکاری ایزوله کردن تسمه‌نقاله‌ها با تونل‌های مجهز به مکنده غبار است.

ماده ۳۴ –هنگامی که ماشین‌آلات، تجهیزات و فرآیند جابه‌جایی و آماده‌سازی ماسه باعث ایجاد غلظت آلاینده‌ها بیش‌ازحد مجاز شود، با استفاده از روش‌های کنترلی مناسب مقدار آلاینده‌ها باید به کمتر از حد مجاز رسانده شود و یا با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی میزان تماس کارگران با آلاینده‌ها به حداقل ممکن تنزل یابد.

ماده ۴۲ –در فرآیند ماهیچه‌سازی، باید از تهویه مناسب برای نگهداری هوای محیط کار در سطحی معادل حداکثر مقدار مجاز برای آلاینده‌های موجود در فرآیند ماهیچه‌سازی استفاده شود.

■ ۵-۱-۴ پیش‌گیری و کنترل مخاطرات شیمیایی و آلاینده‌ها

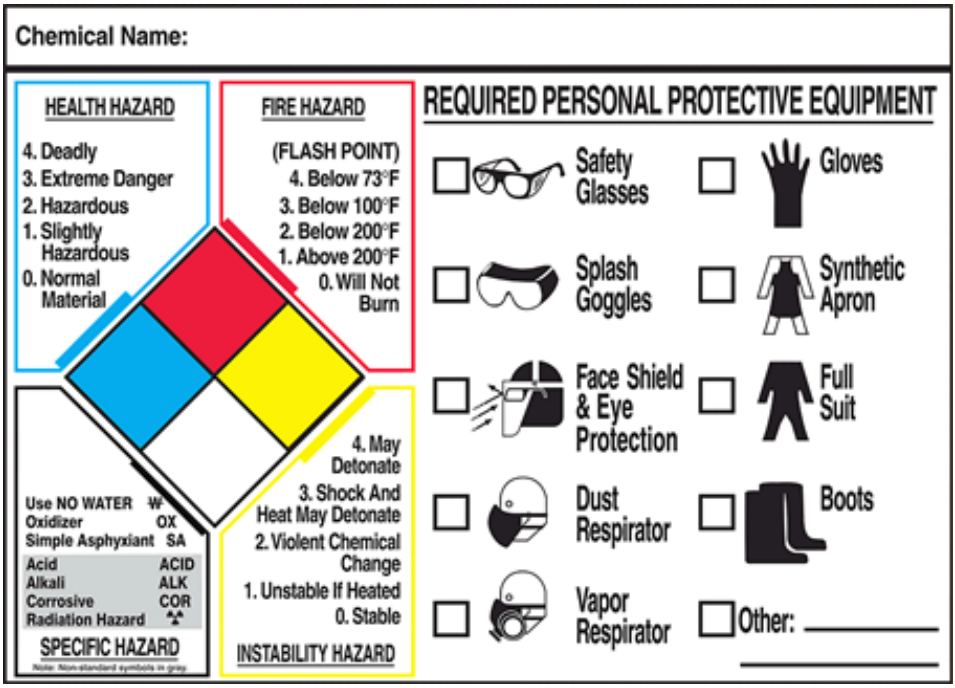
ماده ۴۳ –کارفرما موظف است برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) مورد مصرف در فرآیند ماهیچه‌سازی را تهیه و در راستای ایمن‌سازی فرآیند ماهیچه‌سازی از آن استفاده نماید.

اطلاعات لازم در مورد مخاطرات مواد شیمیایی را می‌توان از روی برچسب مواد و یا برگ اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)، یا برگ ایمنی (SDS)[۱] که به دست آورد. مسوولیت تهیه برگ ایمنی مواد با سازنده یا تأمین‌کننده مواد است و کمیته HSE بر آن نظارت دارد. با خوددارند. نمونه‌ای از برگ ایمنی و لوزی خطر برای فنول را نشان می‌دهد. برگ ایمنی مواد یک سند ضروری است که لازم است در هنگام خرید مواد از تأمین‌کننده مطالبه و دریافت شود. برگ ایمنی ماده اطلاعاتی از قبیل مخاطرات و ریسک‌ها، میزان در معرض قرار گرفتن افراد، دستورالعمل استفاده، نگهداری، جابجایی و معدوم‌سازی ایمن آن ماده را در خود دارد. در برگ ایمنی هر ماده یک لوزی مخاطرات هست که نوع و میزان ریسک مخاطرات آن ماده را مشخص می‌کند. اطلاعات بیشتر در مورد مواد شیمیایی را می‌توان از سامانه اطلاعات مواد اروپا ESIS[۲] به دست آورد. در یک کارخانه ریخته‌گری برای مثال مواد زیر نیاز به برچسب و برگ ایمنی دارند:

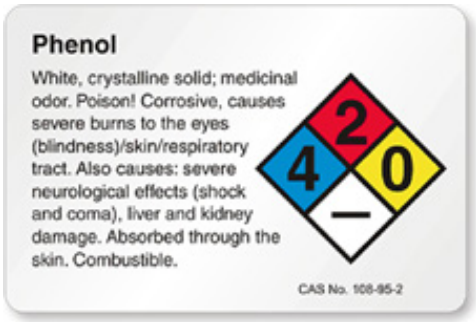
- مواد شیمیایی تمیزکننده
- مواد رزین یا چسب مواد قالب
- کاتالیزورها و مواد آلیاژسازی
- گازهایی که در سیلندر حمل می‌شوند
- مواد پاششی و ساینده

۱- Material Safety Data Sheet (SDS)

۲- Europian Chemical Substance Information System (ESIS)



(الف)



(ب)

شکل ۵-۴. (الف) نمونه‌ای از برگ ایمنی مواد MSDS که برای ظروف مواد شیمیایی لازم است. (ب) نمونه لوزی خطر برای ماده شیمیایی فنول که در مواد قالب ریخته‌گری کاربرد دارد.

بااین‌وجود، لازم است توجه شود که تمام مواد شیمیایی موجود در کارخانه از پیش‌برگ ایمنی ندارند. مانند گازها و ترکیباتی که در هنگام فرآیند تولید می‌شوند. از این دسته مواد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- غبار چوب تولیدشده در کارگاه مدل‌سازی
- دوده و بخار فلزات متصاعد شده از مذاب و دیگر وسایل
- مونوکسید کربن، اکسید سرب، روی، قلع و دیگر فلزات در هنگام ذوب
- کروم۳ و کروم۶[۱] که از ذوب، بارریزی و سنگ‌زنی فولاد زنگ نزن و آلیاژهای کروم متصاعد می‌شود.

در کارگاه ذوب و بارریزی، هرچند کوره‌ها به هود و دودکش مجهز باشند، توجه به آلاینده‌های گازی و تهویه هوای کارگاه ذوب و بارریزی مهم است:

ماده ۱۶-بخارها و فیوم‌های فلزی، گردوغبار و دودهای حاصل از عملیات ریخته‌گری باید توسط سیستم تهویه و تصفیه مناسب از محیط خارج شود.

ماده ۱۴۵ -وقتی از پاتیل برای انجام عملیات ثانویه استفاده می‌شود باید با استفاده از روش‌های ایمن از تماس فلز مذاب و فیوم‌های ناشی از آن با افراد در حین انجام واکنش‌های شیمیایی جلوگیری گردد.

مرکز سلامت محیط و کار با انتشار راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری، شماری از مواد شیمیایی مورداستفاده در کارخانه‌های ریخته‌گری را، همراه با عوارض و ریسک‌های ایمنی و سلامت که هر یک ایجاد می‌کنند. همچنین در پیوست ب کتاب حاضر، که از مرجع اقتباس‌شده است، فهرستی از مواد شیمیایی مورداستفاده یا تولیدشده در فرآیند ریخته‌گری، محل کاربرد /تولید آنها و ریسک‌های ایمنی و سلامت که ممکن است ایجاد کنند ارائه شده است.

پس از شناسایی یک آلاینده، لازم است بی‌درنگ به نقاط خروجی فرآیند مانند دودکش‌ها و خروجی فاضلاب و تخلیه گاه‌ها توجه شود. نمونه‌گیری و دیده‌بانی این خروجی‌ها کمک می‌کند که نرخ خروج آلاینده‌ها ثبت شود و مبنای تصمیم‌گیری‌های بعدی باشد. همچنین ثبت متناوب شرایط آن خروجی‌ها مانند pH، دما و ترکیب شیمیایی ممکن است لازم باشد. گردآوری و مستندسازی این داده‌ها برای ارزیابی موازنه کلی جرم در فرآیند استفاده خواهد شد. پس از ارزیابی نرخ خروج آلاینده‌ها و موازنه جرم مواد در فرآیند، تجهیزات متناسب برای کنترل آلاینده در فرآیند قرار داده می‌شود. این تجهیزات یا از تخلیه آلاینده‌ها به آب، هوا و خاک پیش‌گیری می‌کند و یا آنها را تبدیل به مواد بی‌ضرر برای محیط خواهد کرد. انتخاب تجهیزات متناسب نیازمند بررسی راهکارها و فن‌آوری‌های مختلف، بر اساس معیارهای هزینه، زمان و هدف انجام می‌گیرد. این بررسی خود به کارگروهی از نیروهای متخصص درون و بیرون کارخانه نیاز دارد، که کارشناس، مشاور، تأمین‌کننده و مسئول مربوطه را در برمی‌گیرد. جدول ۱-۴ نمونه‌هایی از فن‌آوری و تجهیزات مؤثر برای کاهش آلاینده‌های ریخته‌گری در هوا و آب را ارائه کرده است.

پیش‌گیری از آلودگی ممکن است با تغییر بخشی از فرآیند یا جایگزین کردن مواد مضر به‌کاررفته همراه باشد. در بخشی از مقررات COSHH به روش‌های پیش‌گیری و کنترل آلاینده‌ها پرداخته شده است. کنترل آلودگی به مواردی مانند تجهیز فرآیند به دودکش، خارج کردن آلودگی از مسیر فرآیند، یا کاهش زمان ماند

۱- Trivalent chromium، hexavalent chromium

افراد در محیط اشاره دارد. اگر اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی به‌اندازه لازم اجراشده باشد، اما هنوز کافی نباشد، حفاظت فردی مانند ماسک، دست‌کش، پوشش محافظ و تجهیزات تنفسی لازم خواهد بود.

جدول ۱-۴. نمونه‌هایی از فن‌آوری و تجهیزات مؤثر برای کاهش آلاینده‌های ریخته‌گری در آب‌وهوا.

Medium	*Equipment/function*	*Pollutant type*
Air	Gravity and cyclone separators Electrostatic precipitators	Particulate materials
	Scrubbers	Acid gases and particulates
	Thermal and catalytic oxidation Adsorption	Volatile organic compounds (VOCs)
Water	Gravity separation Filtration	Suspended solids
	Distillation	Volatile organic compounds, solvents
	Evaporation	Concentration of solute impurities
	Precipitation	Metals
	Adsorption	Solvents
	Electrochemical processing	Metals
	Neutralization	Acids and alkalis

▪ ۶-۱-۴ پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی و ارگونومی

محیط کار ریخته‌گری، علاوه بر دارا بودن مخاطرات انفجار و ذوب و آلاینده‌های شیمیایی، معمولاً یک محیط کار گرم و آلوده به صدا و بزرگ و تاریک است. بنابراین پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی نقش مهمی در ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری دارد. به‌طور مشخص لازم است به گرما، صدا، نور و ارگونومی محیط کار ریخته‌گری توجه شود.

در مورد آلاینده‌های صوتی تا جای ممکن در گام اول اقدامات پیش‌گیرانه برای حذف صدا از منبع انجام می‌گیرد. برای مثال تغییر فن‌آوری به ماشین‌آلات استاندارد (صوتی)، تعمیر و روغن‌کاری به‌موقع ماشین‌آلات، حذف منبع صوتی ناخواسته، استفاده از کف و دیواره‌های جاذب انرژی مکانیکی برای تخلیه فلزات از آن جمله هستند. پس‌ازآن اگر نتوان منبع تولید صدا را حذف کرد، اقدام‌های کنترلی صدا مانند روش‌های جذب صدا (آسترهای لاستیکی، جاذب‌های ضربه و موج، دیوارهای عایق صدا)، عایق‌سازی صوتی دستگاه‌ها و به‌کارگیری خفه‌کننده‌ها انجام می‌شوند. درنهایت اقدام کنترلی سوم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند گوشی ایمنی و گوش‌گیر خواهد بود. در مکان‌هایی که میزان شدت صدا به‌طور روزمره به ۸۵ dB می‌رسد، ثبت کمی و بررسی آلودگی صوتی و اطلاعات و آموزش و محافظ گوش برای کارکنان لازم می‌شود. اما

اگر میزان روزمره صدا به ۹۰ dB برسد یا پیک صدا از شدت ۲۰۰ dB تجاوز کند، علاوه بر اقدامات قبلی، کارکنان نیز ملزم می‌شوند که از محافظ گوش استفاده کنند. محلی‌هایی که چنین شرایطی دارند می‌بایست علامت‌گذاری شده و با روش‌هایی غیر از محافظ گوش، محافظت صوتی انجام گیرد تا جای ممکن افراد در معرض آن قرار نگیرند. محافظت صوتی می‌تواند با ایجاد حصار آکوستیک دورتادر دستگاه تولید آلودگی صوتی انجام شود. اما راهکار مؤثر بلندمدت توسعه تجهیزات و به‌روز کردن آنها برای کاهش تولید آلودگی صوتی است. یک مثال خوب برای این مورد فن‌آوری ماشینی کوبش قالب با تکان و لرزش است. توسعه فن‌آوری به ماشین‌های خودکار به‌روز شده مشکل آلودگی صوتی (و مصرف مواد و بسیاری از موارد دیگر) را حل می‌کند. مثال دیگر سنگ‌زنی و تمیزکاری زواید و پلیسه‌های قطعه ریختگی است، که با توسعه فن‌آوری ریخته‌گری، قطعات با تلرانس ابعادی بهتری تولیدشده و علاوه بر کاهش آلودگی صدا و غبار، هزینه‌های ریخته‌گری را نیز کاهش می‌دهد.

در مورد مخاطرات ارگونومی، علاوه بر محیط کار، لازم است خود افراد نیز مورد معاینه و بررسی قرار گیرند. انجام معاینه زمان استخدام، انتخاب مناسب افراد برای موقعیت‌های ارگونومی، معاینه دوره‌ای، دوره‌ای کردن (گردش) کار بین افراد، آموزش ارگونومی سالم، نرمش‌های منظم در برنامه کار از جمله اقداماتی است که در مورد افراد می‌تواند انجام شود و ریسک بیماری‌های و حوادث را کاهش دهد.

۲-۴ ایمن‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری

یک شرط لازم برای ایمنی و سلامت محیط کار، ایمن بودن تمام ماشین‌ها و تجهیزات محیط کار است. منظور از ایمن‌سازی ماشین، مطابق استاندارد ISO 12100 شناسایی، بررسی و کاهش ریسک‌های ایمنی مربوط به کار با ماشین است.

ماده ۳ – ماشین‌ها و تجهیزات مورداستفاده در صنایع ریخته‌گری باید دارای لوح شناسایی حاوی اطلاعات و مشخصات زیر بوده و در محل قابل‌رؤیتی بر روی آنها نصب شود:

۱. نام و آدرس سازنده دستگاه
۲. شماره سری یا نوع دستگاه
۳. مشخصات فنی ضروری مانند توان، ظرفیت اسمی، وزن
۴. شماره سریال و سال ساخت
۵. در صورت وجود استاندارد، شماره استاندارد.

چرخه عمر هر ماشین ۷ فاز دارد که لازم است در تمام فازها، ریسک‌ها شناسایی شوند و اقدامات لازم انجام گیرد:

۱. جابجایی و ترابری
۲. مونتاژ، نصب و راه‌اندازی
۳. برنامه‌ریزی، تنظیم و آموزش

۴. کارکرد
۵. تمیزکاری و نگهداری
۶. عیب‌یابی، تعمیرات و رفع مشکل
۷. ازکارافتادن و جمع‌کردن

برای ایمن‌سازی ماشین لازم است نه‌تنها به کارکرد ماشین، بلکه به جابجایی، بازرسی، نگهداری، تعمیرات و سرویس‌های ایمنی و فنی تجهیزات ریخته‌گری توجه شود:

ماده ۵-ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری باید دارای پرونده مجزا بوده و دستورالعمل‌ها، نتایج سرویس، تعمیر و نگهداری و بازرسی‌های فنی و ایمنی در آن ثبت گردد.

ماده ٤-انجام کلیه امور نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و سرویس، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری باید توسط افراد ماهر و با رعایت دستورالعمل‌های شرکت سازنده و الزامات قانونی انجام‌پذیرد.

ماده ۳۳۵ - با عنایت به ماده ۸۸ قانون کار جمهوری اسلامی ایران، کلیه اشخاص حقیقی و یا حقوقی که به ساخت یا ورود و عرضه ماشین‌ها، دستگاه‌ها و تجهیزات مشمول این آیین‌نامه می‌پردازند مکلف به رعایت موارد ایمنی و حفاظتی مناسب هستند.

در تمام ماشین‌ها و تجهیزات، لازم است به سیستم‌های قدرت، موتورها، محورهای انتقال نیرو و دستگاه‌های هیدرولیک طبق استاندارد و دستورالعمل‌های سازنده توجه گردد:

ماده ۲۵-تمامی موتورها و محورهای انتقال نیرو باید مطابق آیین‌نامه حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو حفاظ‌گذاری شده باشند.

ماده ۱۳ -در ماشین‌هایی که از سیستم هیدرولیک استفاده می‌گردد باید با استفاده از روش‌های ایمن از جاری شدن مایع هیدرولیک و آتش گرفتن آن جلوگیری به عمل آید.

■ ۱-۲-۴ ماشین‌آلات فرآوری قراضه و مواد اولیه

برای فرآوری قراضه، ماشین‌های ثابت و متحرک متنوع با ابعاد و دامنه حرکت متنوع وجود دارد. لازم است مساحت زمین کارگاه به‌اندازه کافی بزرگ باشد تا جابجایی و حمل‌ونقل و تخلیه ایمن امکان‌پذیر باشد. لازم است از ایمن‌سازی برقی و مکانیکی (پیشگیری از سقوط و برخورد) ماشین‌ها اطمینان حاصل شود. چیدمان مناسب مواد و جانمایی ماشین‌ها می‌تواند تا حد زیادی ریسک‌های سقوط و برخورد را کاهش می‌دهد. تعیین و خط‌کشی حریم حرکت ماشین‌ها ضروری است. همچنین حفاظ‌گذاری برای ایمنی افراد در برابر پرتاب مواد اهمیت دارد. در برخی موارد حفاظ‌ها و شیشه‌های ضدانفجار برای اتاقک ماشین‌ها لازم است.

لازم است برای کارهای دستی مانند جداسازی و برش، موقعیت‌هایی جدا از انبار قراضه در نظر گرفته شود. همچنین دستورالعمل‌های ایمنی، تابلوهای هشدار، تجهیزات آتش‌نشانی و وجود وسایل حفاظت فردی برای کارهای دستی ضروری است. شورای عالی حفاظت فنی ایران، دستورالعمل‌های زیر را برای

ایمن‌سازی تجهیزات جابجایی مواد در کارگاه ریخته‌گری ارائه کرده است:

ماده ۱۸۷ –وقتی از حفاظ برای ایمن نمودن تجهیزات متحرک باردهی استفاده می‌شود، فاصله بین حفاظ و تجهیزات باید به میزان کافی باشد تا از گیرافتادن کارگران بین حفاظ و تجهیزات جلوگیری به عمل آید.

ماده ۱۸۸ –در طول مسیر حرکت جرثقیل‌ها و همچنین بر روی پل‌های جرثقیل‌ها که شینه‌های باز برق‌دار وجود داشته و افراد به آنها دسترسی دارند، باید از علائم هشداردهنده استفاده شود.

ماده ۱۸۹–در قلاب‌هایی که متصل به مگنت هستند باید با استفاده از روش‌های ایمن از جداشدن ناخواسته مگنت آن‌ها از قلاب جلوگیری به عمل آید.

ماده ۱۹۰ –جرثقیل‌هایی که از مگنت برای بالابردن مواد استفاده می‌نمایند باید دارای سوئیچ مدار مگنت جداگانه باشند که بتوان آن را در حالت باز (خاموش) قفل نمود. ضمناً باید با استفاده از روش‌های ایمن بتوان انرژی القایی مگنت را تخلیه نمود.

ماده ۱۹۱ –مدار سوئیچ قطع جریان مگنت باید مجزا از مدار سوئیچ قطع جریان باید برای این « روشن » یا « خاموش » جرثقیل باشد. از چراغ‌های نشان‌دهنده موقعیت وضعیت‌ها استفاده شود. این چراغ‌ها باید به صورتی جانمایی شده باشند که توسط اپراتور قابل‌مشاهده باشند. ضمناً از چند عدد لامپ باید برای چراغ‌ها استفاده شود تا در اثر سوختن یکی از آنها اپراتور دچار اشتباه نگردد.

ماده ۱۹۲ –از کنترل‌های آویزان نباید برای جرثقیل‌های مگنتی استفاده نمود مگر اینکه احتیاط‌های لازم برای جلوگیری از سقوط مواد بر روی اپراتور فراهم گردد.

ماده ۱۹۳ –کلیه جرثقیل‌های مگنتی باید مجهز به سیستم باتری پشتیبان باشند تا در مواقع قطع جریان برق اصلی بتواند وارد مدار شده و از افتادن بار در این وضعیت جلوگیری نماید. این سیستم باید مجهز به سیگنال‌های صوتی و نوری باشد تا به اپراتور وضعیت قطع جریان برق اصلی و وارد مدار شدن باتری پشتیبان را اعلام نماید.

ماده ۱۹۴–اگر جرثقیل مگنتی دارای کنترل رادیویی باشد، باید با استفاده از روش‌های ایمن، در زمان از دست رفتن کنترل رادیویی بتوان از غیر مغناطیس شدن مگنت جلوگیری نمود.

ماده ۱۹۵ –پلاگ‌های اتصال مگنت باید به صورتی طراحی‌شده باشند که جریان‌های ورودی و خروجی به مگنت به‌صورت هم‌زمان قطع گردند.

ماده ۱۹۶ –باکت‌های باردهی نباید از بالای محل استقرار کارگران رد شوند. ضمناً اگر باکت‌ها دارای کابل‌های غیرفلزی باشند نباید از روی مناطق با دمای بالا عبور داده شوند.

■ ۲-۲-۴ ایمن‌سازی کوره‌های ذوب

۱-۲-۲-۴ ایمن‌سازی تجهیزات باردهی کوره

برای کارگاه‌های ذوب که مجهز به فن‌آوری باردهی خودکار هستند، دستورالعمل‌های زیر برای ایمن‌سازی تجهیزات ارائه شده است:

ماده ۵۸ – راه‌های دسترسی به نقاط بارگیری، مسیرهای تغذیه و سکوهای بارگیری یا منطقه عبور ارابه‌ها باید با تعبیه درهای مخصوص محافظت شوند.

ماده ۵۹– برای جلوگیری از بسته شدن تصادفی و ناخواسته درها و شروع بکار مجدد دستگاه، درها باید به میکروسوئیچ مجهز شوند.

ماده ۶۰–در صورت بازبودن یکی از درهای دسترسی، سیستم کنترل دستگاه باید به‌طور خودکار خاموش شده و هدایت دستگاه به‌صورت دستی از اتاق کنترل مرکزی غیرممکن باشد.

ماده ۶۱ –روشن کردن دوباره دستگاه از داخل اتاق کنترل مرکزی فقط باید زمانی میسر باشد که درهای دسترسی بسته بوده و قفل میکروسوئیچ توسط یک کلید از بیرون باز شده باشد.

ماده ۶۲ –در مسیر تغذیه، روی سکوی بارگیری مجاور کوره و در صورت لزوم در نزدیکی محور راهنما باید کلیدهای توقف اضطراری و کنترل‌هایی برای هدایت دستی موجود باشد. راه‌اندازی کنترل‌های فوق باید توسط سوئیچی که با کلید باز و بسته می‌شود امکان‌پذیر باشد.

ماده ۶۳ –تخلیه ظروف توزین فقط باید پس از قرارگرفتن کامل قیف در زیر آنها انجام شود.

ماده ۶۴ –مابین عریض‌ترین قسمت‌های پیش‌آمده یا متحرک نوار نقاله‌های لاوک (SKIP)دار برقی و قسمت‌های ثابت ساختمان در مسیر تغذیه، باید فاصله‌ای آزاد و بدون مانع به عرض ۵۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲ متر وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۴ ایمن‌سازی کوره‌های القایی

ایمن‌سازی کوره‌های القایی شامل موارد زیر است:

- ایمن‌سازی برق کوره
- ایمن‌سازی در برابر سقوط و لغزش افراد در نزدیکی کوره
- تعبیه هود و غبارگیر کوره
- تعبیه چاله تخلیه مذاب
- علائم هشدار صوتی برای زمان تخلیه و بارگیری
- علایم هشدار برای کنترل تغییرات دمای آب سامانه خنک‌کننده برای آگاهی از نازک‌شدن احتمالی دیواره نسوز کوره و خطر نفوذ مذاب به کویل
- ایمن‌سازی دستگاه‌های هیدرولیک با مواد مقاوم به آتش (مانند استر و آب ـ گلیکول و فسفات)
- ایمن‌سازی تجهیزات باردهی و به‌روزرسانی فن‌آوری‌های قدیمی شارژ کوره
- تجهیز سیستم شارژ به محفظه‌ی پیش‌گرم
- بازرسی دستگاه‌های مکانیکی و حرکتی کوره
- بازرسی مسیرهای حرکت هوا و دمنده‌ها در کوره‌های کانالی

- بازرسی تجهیزات برقی، ارت‌سنجی، کابل‌ها، اینداکتور و کویل کوره القایی
- تعبیه خرطوم‌های مکنده در هنگام نسوزکوبی و تعمیر و نگهداری مواد دیرگداز کوره

شورای عالی حفاظت فنی ایران، ماده‌های زیر را در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری برای کوره‌های القایی بیان کرده است:

ماده ۸۲–علاوه بر مواد این بخش، موارد ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره ۳_۶۴۴۴ تحت عنوان «ایمنی تأسیسات گرمایش الکتریکی ـ قسمت ۳: الزامات ویژه گرمایش القایی و رسانشی و تأسیسات ذوب القایی» نیز الزامی است.

ماده ۸۳ –طراحی کوره القایی باید به نحوی باشد که از پراکندگی میدان مغناطیسی در اطراف بوته و محیط کار کوره جلوگیری نماید.

ماده ۸۴ –تمامی هادی‌های بدون روکش به‌غیراز آن‌هایی که برای اتصال به زمین (کابل ارت) استفاده می‌شود، باید حفاظ‌گذاری شوند.

ماده ۸۵ –پوسته بوته‌های ذوب کوره‌های القایی (steel shell) باید دارای امکان خروج رطوبت یا بخار آب باشند.

ماده ۸۶ –در سیستم هیدرولیک تخلیه کوره باید مکانیزمی پیش‌بینی شود تا در صورت بروز خطا یا نقص فنی در آن سیستم، برگشتن آن به وضعیت عادی با سرعت کنترل‌شده باشد.

ماده ۸۸ –ابزار فرمان‌دهنده به شیر هیدرولیک که چرخش کوره را کنترل می‌نماید باید دارای مکانیسمی باشد که با برداشتن نیروی دست به وضعیت «خاموش» برگردد.

ماده ۸۹ –کوره‌هایی که دارای قابلیت چرخش است باید دارای کلیدهای محدودکننده (Limit Switch) یا موانع متوقف‌کننده (stop) باشند تا از چرخش بیش‌ازحد کوره جلوگیری شود.

ماده ۹۰ –در تمامی دستگاه‌های چرخش کوره، دکمه‌های فشاری و اهرم‌ها باید از نوع غیرثابت شونده باشند.

ماده ۹۱ –در کوره‌هایی که قابلیت چرخش در دو سمت را دارند مکانیسم‌های چرخش برای خروج سرباره و مذاب باید یکپارچه باشند.

ماده ۹۲ –سیم‌کشی‌ها و لوله‌کشی‌های کوره باید به صورتی انجام‌شده باشند تا محل قرارگیری آنها در معرض حرارت ناشی از مذاب خروجی و تشعشع گرمایی آن به حداقل برسد.

ماده ۹۴ –برای پرهیز از بالا رفتن بیش‌ازحد دمای کوره باید از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری دما برای این منظور استفاده نمود.

ماده ۹۶ –آنتن نیکل ـ کروم سیستم اتصال به زمین (ارت) که به نسوزهای کوره فروبرده می‌شوند نباید توسط تکه‌های نسوز پوشانده شوند.

ماده ۱۰۲–نصب سیستم اطفاء حریق سقفی (sprinkler) بالای ناحیه ذوب و سکوی کوره (عرشه

کوره) ممنوع است. ضمناً آب مربوط به این سیستم هرگز نباید بر روی منطقه خطر ریخته شود.

ماده ۱۰۷– در هنگام حرکت ماشین‌های انتقال‌دهنده مذاب باید از ابزارهای هشداردهنده سمعی یا بصری و یا هردوی آنها به‌طور مداوم در حین حرکت این ماشین‌ها استفاده شود.

ماده ۱۱۰ – در هنگام تعمیرات بر روی مدار قدرت ترانسفورماتور کوره در قسمت ولتاژ پایین رعایت موارد ذیل الزامی است:

۱. نیروی ورودی به ترانسفورماتور در حالت خاموش قفل‌شده باشد.

۲. با استفاده از حفاظ از تماس کارگران با مدار ولتاژ بالا جلوگیری شود.

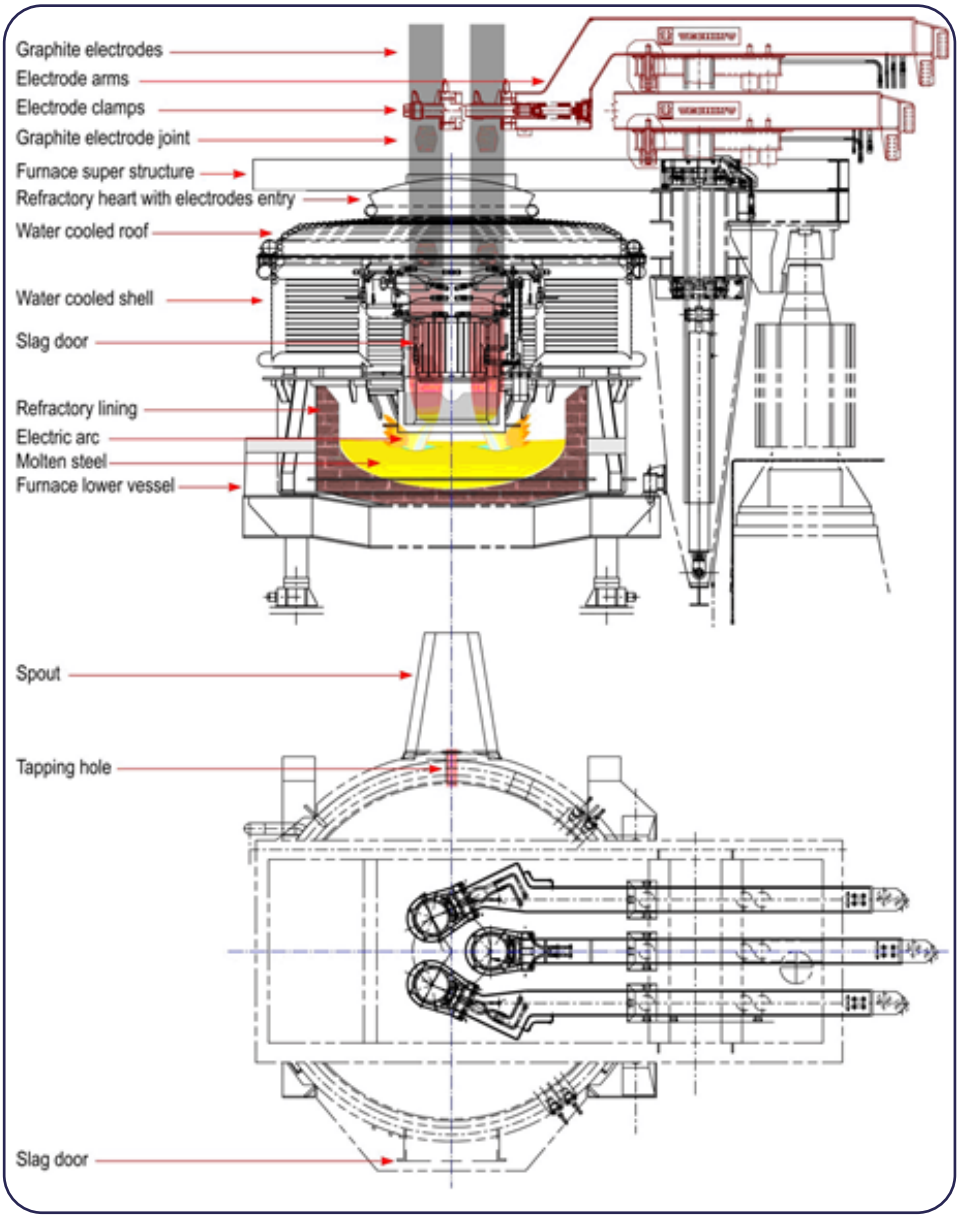
ماده ۱۱۱ – در کوره‌های ذوب القایی باید از یک منبع آب که در ارتفاع مناسب نصب‌شده است برای خنک کردن اضطراری کویل کوره در مواقع اضطراری استفاده شود.

ماده ۱۱۲– وسایل و تجهیزات اضطراری برای خنک کردن نقاط داغ کوره‌های نگه‌دارنده القایی باید در همه حال آماده و در دسترس باشد.

۳-۲-۲-۴ ایمن‌سازی کوره‌های قوس

ایمن‌سازی کوره‌های قوس الکتریک، شامل موارد زیر است:

- تعیین حریم سیم‌های ثانویه و تجهیز جراثقال‌ها برای منع حرکت در بالای سیم‌ها در هنگام عبور جریان
- بازرسی اتصالات قطع مدار
- بازرسی دستگاه‌های دمش اکسیژن
- بازرسی چاله زیر دهانه بارریز کوره
- تجهیز جراثقال‌ها با فن‌آوری روز و زنگ هشدار



شکل ۶-۴. نقشه تجهیزات کوره قوس الکتریک

شورای عالی حفاظت فنی ایران، ماده‌های زیر را در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری برای کوره‌های قوس الکتریکی بیان کرده است:

ماده ۱۱۳ – علاوه بر مواد این بخش، موارد ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره ۴_۶۴۴۴ تحت

عنوان «ایمنی تأسیسات گرمایش الکتریکی قسمت ٤: الزامات ویژه تأسیسات کوره قوس الکتریکی» نیز الزامی است.

ماده ۱۱۴ – به‌منظور جلوگیری از برخورد کوره یا الکترودها با افراد و یا تجهیزات در زمانی که کوره برق‌دار است، مکانیزم چرخش کوره باید با جریان برق ورودی اینترلاک شود.

ماده ۱۱۵ – در کوره‌هایی که از بالا شارژ می‌شوند، به‌منظور جلوگیری از حرکت سقف کوره در زمانی که کوره برق‌دار است، مکانیزم شارژ کوره باید با جریان برق ورودی اینترلاک شده باشد.

ماده ۱۱۶ – هنگام افزودن یا تعویض الکترودها نباید از سقف کوره به‌عنوان سکو یا جایگاه کار استفاده شود. برای این منظور باید از سکو یا جایگاه کار مناسب استفاده گردد.

ماده ۱۱۷ –اپراتور باید با استفاده از روش‌های ایمن از برق‌دار بودن الکترودها اطلاع یابد و بتواند جریان قوس الکتریکی را بین الکترود و شارژ برقرار کند.

ماده ۱۱۸–اجزاء سیستم خنک کردن الکترودها که روی سقف کوره قرار دارند باید به نحوی ساخته و مهارشده باشند که امکان سقوط آنها به داخل کوره وجود نداشته باشد.

ماده ۱۱۹ –کارفرما باید وسایل و تجهیزاتی (نظیر شیلنگ آب) را برای خنک کردن اضطراری نقاط داغ کوره فراهم نموده و بر تعمیر و نگهداری مداوم آنها نظارت نماید.

ماده ۱۲۰ –قبل از تعویض الکترودها در کوره‌های قوس مستقیم، جریان برق به الکترودها، دستگاه‌های چرخش کوره و حرکت دادن سقف کوره باید قطع و قفل شوند.

ماده ۱۲۵ –در صورت وجود کارگران در چاله جلوی کوره به‌منظور جلوگیری از عملیات باردهی، باریزی، تخلیه یا سرباره‌گیری استفاده از علائم هشداردهنده الزامی است.

۴-۲-۲-۴ ایمن‌سازی کوره کوپل

- تجهیز کوره به سیستم جمع‌آوری و غبارگیر گاز خروجی
- تجهیز کوره به سیستم خنک‌کننده گاز خروجی

۴-۲-۲-۵ ایمن‌سازی کوره‌های بوته‌ای، گازی و شعله‌ای

در مورد کوره‌های بوته‌ای که بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرند، دستورالعمل زیر ارائه شده است:

ماده ۶۵ –کوره‌های بوته‌ای ایستاده با لولای مفصلی که بیش از ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرارگرفته‌اند، باید به سکوهایی با مشخصات زیر مجهز شوند:

۱. از فلز یا سایر مواد مقاوم به آتش ساخته‌شده باشند.

۲. دارای عرض کافی باشند.

۳. در قسمت جلو و کناره‌های کوره و هم‌سطح با قسمت فوقانی آن امتدادیافته باشند.

۴. به نرده و آستانه‌های محافظ استاندارد مجهز شده باشند.

برای کوره‌هایی که با مشعل‌های سوخت گاز یا سوخت مایع کار می‌کنند، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده ۶۶ – اگر دمنده‌ها و پمپ‌های سوخت تغذیه کننده مجموعه‌ای از کوره‌های بوته‌ای گازوئیل سوز، به یک منبع انرژی مشترک متصل نباشند در این صورت باید روی خط لوله اصلی تأمین سوخت کوره‌ها یک شیر فلکه دستی یا خودکار نصب شود تا هنگام بروز نقص در سیستم هوا، جریان سوخت به کلیه کوره‌ها فوراً قطع گردد.

ماده ۶۹ – مشعل‌های گازسوز باید دمنده‌دار باشند و فشار استاتیک هوای آنها حداقل ۷۰ میلی بار باشد.

ماده ۷۰ – کاهش فشار هوا به کمتر از مقدار حداقل باید توسط سوئیچ‌های مربوطه بررسی شود تا موجب قطع گاز در شرایط نامتعارف گردد.

ماده ۷۱ – مسیر هوا و گاز باید مجهز به نشان‌دهنده فشار باشند.

ماده ۷۲ – مشعل‌ها باید مجهز به شیر تنظیم نهایی جریان هوا و گاز باشند.

ماده ۷۳ – مسیر ورودی شعله و فاصله سر مشعل از کوره باید بر اساس دستورالعمل سازنده باشد.

ماده ۷۴ – ظرفیت حرارتی مشعل باید مطابق با نیاز کوره و یا حداکثر ۲۰ درصد بالاتر باشد.

ماده ۷۵ – در مسیر گاز باید فیلتر مناسب نصب گردد.

ماده ۷۶ – دمای مازوت ورودی به مشعل باید حداقل ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده و پیش‌گرم‌کن مجهز به سوئیچ کنترل درجه حرارت باشد.

ماده ۷۷ – مشعل کوره‌های شعله‌ای باید مجهز به پیلوت (شمعک) باشد.

ماده ۷۸ – چنانچه در مسیر گاز طبیعی از سیستم تقلیل فشار استفاده می‌شود، این سیستم باید مجهز به شیر قطع‌کننده و شیر اطمینان باشد.

ماده ۷۹ – در مسیر گاز طبیعی باید حداقل یک عدد شیر برقی مناسب نصب گردیده و این شیر برقی باید در صورت اختلال در فشار هوا و یا عدم تعادل در فشار گاز طبیعی مسیر گاز را قطع نماید. ترجیحاً این شیر باید از نوع تنظیم دستی (Manual Reset) باشد.

ماده ۸۰ – تجهیزاتی که در معرض حرارت قرار دارند باید برای درجه حرارت موردنظر طراحی‌شده و یا با استفاده از روش‌های موجود و تدابیر ایمنی از برخورد تشعشع و بالا رفتن دما جلوگیری گردد.

ماده ۸۱ – مشعل کوره باید طوری نصب گردد که در شرایط کاری، از محل نصب جدا نشود.

■ ۳-۲-۴ ایمن‌سازی پاتیل‌ها و تجهیزات جابجایی مذاب

ایمن‌سازی پاتیل‌های انتقال مذاب و باربری در کاهش ریسک مخاطرات عملیات باربری بسیار مؤثر است. در این رابطه، شورای عالی حفاظت فنی، دستورالعمل‌های زیر را برای ایمن‌سازی پاتیل‌های ذوب ارائه نموده است:

ماده ۱۴۷ – مقدار بار مجاز باید روی چنگک پاتیل‌ها حک‌شده باشد.

ماده ۱۳۰ – پاتیل‌های ریخته‌گری که با دست چرخیده و تخلیه می‌شوند باید دارای ابزار قفل کردن یکپارچه

باشند تا از چرخش اتفاقی پاتیل جلوگیری گردد. پاتیل‌های بزرگ حمل‌ونقل مذاب (با ظرفیت بیش از ۵۰۰ کیلوگرم) باید دارای ابزار ضد چرخش خودکار باشند.

ماده ۱۶۳- برای کمچه‌ها باید تمهیداتی در نظر گرفته شود تا بوته‌ها در طول زمان حمل‌ونقل و تخلیه از آن جدا نشوند.

ماده ۱۳۱- پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب دارای چنگک باید به وسایل ایمنی مجهز شوند که از تاب خوردن و وارونه شدن چنگک پیش‌گیری نماید.

ماده ۱۳۲ -چنگک‌های پاتیل‌ها باید در برابر گرمای تشعشعی محافظت شوند.

ماده ۱۳۳-گوه‌هایی که برای اطمینان از قفل شدن دنده‌ها بکار می‌روند باید در برابر حرکت‌های محوری ایمن شده باشند.

ماده ۱۳۴-رای اطمینان از بلند کردن بدون خطر پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب که مستقیماً به‌وسیله لیفتراک چنگک‌دار بلند می‌شوند، تجهیزات مزبور باید به وسایل ایمنی مجهز شوند.

ماده ۱۳۵-به‌منظور اطمینان از عدم برگشت ناگهانی پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب، وسایل قفل‌کردن آنها پیش‌از پرشدن باید در وضعیت آماده بکار قرار گیرند.

ماده ۱۳۶ -قفل پاتیل باید بلافاصله پیش‌از خم شدن و تخلیه پاتیل باز شود.

ماده ۱۳۷ -وسایل متوقف‌کننده خودکار پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب فقط باید با موادی روغن‌کاری شوند که تأثیری بر عمل توقف خودکار نداشته باشد و فقط باید از روان‌سازهای تعیین‌شده توسط سازندگان پاتیل استفاده گردد.

ماده ۱۳۸ -چنگک و دسته پاتیل‌ها (Trunnion)، محورهای نگه‌دارنده حلقه‌ها و مکانیزم‌های برگردان پاتیل‌های ریخته‌گری، حمل ذوب و سرباره باید ازنظر وجود ترک و سایر عیوب کنترل شوند. قسمت‌های فوق حداقل سالی یک‌بار باید توسط فردی مجاز و دارای مهارت لازم آزمایش‌شده و نتایج آزمایش و اقدامات انجام‌شده جهت رفع نقص باید مکتوب گردند.

ماده ۱۴۱ - در پاتیل‌های کف ریز، برای اطمینان از باز نشدن تصادفی استوپر (stopper) در حین حمل‌ونقل باید مکانیزم کار آن قفل گردد.

ماده ۱۵۲ - در پاتیل‌های کف‌ریز، باید با استفاده از روش‌های ایمن از بکار افتادن مکانیزم تخلیه غیرکنترل شده جلوگیری شود.

ماده ۱۴۲ - هنگام حمل‌ونقل پاتیل‌های گردان که به دنده توقف خودکار مجهز نیستند، مکانیزم برگردان و تخلیه پاتیل باید قفل گردد.

ماده ۱۴۴ - دسته پاتیل و ابزارهای مورداستفاده برای اتصال آنها به تجهیزات حمل‌ونقل فلز مذاب باید دارای مشخصات زیر باشند:

۱. برای پاتیل‌های بدون جعبه‌دنده که با چنگک‌های قلاب مانند درگیر هستند، انتهای هر یک از دسته

پاتیل‌ها باید دارای یک فلانج با قطری بیشتر یا مساوی با ۱.۵ برابر قطر محور باشد مگر اینکه طول دسته پاتیل به‌اندازه‌ای باشد که امکان دررفتن قلاب از آن وجود نداشته باشد.

۲. برای پاتیل‌های بدون جعبه‌دنده که دسته پاتیل آنها با چنگک‌های رکاب مانند درگیر است، هر یک از دسته پاتیل‌ها باید دارای یک نگه‌دارنده یا استاپ باشد تا از دررفتن چنگک از دسته پاتیل جلوگیری نماید.

۳. در چنگک‌های قلاب مانند، همه اجزاء قلاب باید به صورتی ساخته‌شده باشند که قلاب به‌صورت صحیح با محور دسته پاتیل درگیر شده و اندازه گلوگاه آن کوچک‌تر از اندازه فلانج باشد.

ماده ۱۴۸ –در پاتیل‌های بدون جعبه‌دنده که چنگک آنها قابلیت جداشدن را ندارند باید به نحو مقتضی با استفاده از روش‌های ایمن از پایین آمدن غیرکنترل‌شده چنگک در مواقعی که اتصال قلاب به پاتیل جدا می‌شود، جلوگیری نمود.

ماده ۱۴۹– در مواقعی که پاتیل توسط جرثقیل به‌صورت معلق و آویزان قرار می‌گیرد باید با استفاده از تمهیداتی از چرخیدن غیرکنترل‌شده آن جلوگیری شود.

بازرسی، نگهداری و تعمیرات دوره‌ای پاتیل‌ها، جزو اقدامات ایمنی به شمار می‌رود:

ماده ۲۰۹ –چنگک و دسته پاتیل باید به‌صورت دوره‌ای به لحاظ هرگونه تغییرشکل ظاهری، آسیب، وجود شیار و یا ترک و خوردگی سایشی مورد بازرسی قرار گیرد. قطعات معیوب باید تعمیر و یا تعویض شوند.

ماده ۲۱۰ – بوته‌های بسیار بزرگ به‌عنوان فضای محبوس تلقی شده و کار با آنها نیازمند صدور مجوزهای مربوطه است.

ماده ۲۱۱ – بوته‌ها باید به‌صورت ماهانه توسط افراد مجاز و دارای مهارت لازم بر پایه شاخص‌های کاربردی ذیل بازرسی شوند:

۱. فلز ذوب‌شده
۲. تناوب استفاده
۳. مواد نسوز مورداستفاده در بوته
۴. سختی شرایط کار
۵. تجارب به‌دست‌آمده در عمر طبیعی کار
۶. آلیاژ فلزی به‌کاررفته در بوته فلزی

■ ۴-۲-۴ ایمن‌سازی ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته

استاندارد اروپایی EN14753 مرور جامعی بر الزامات ایمنی ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری فولاد دارد. برای ایمن‌سازی ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری پیوسته فولاد به‌طور خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

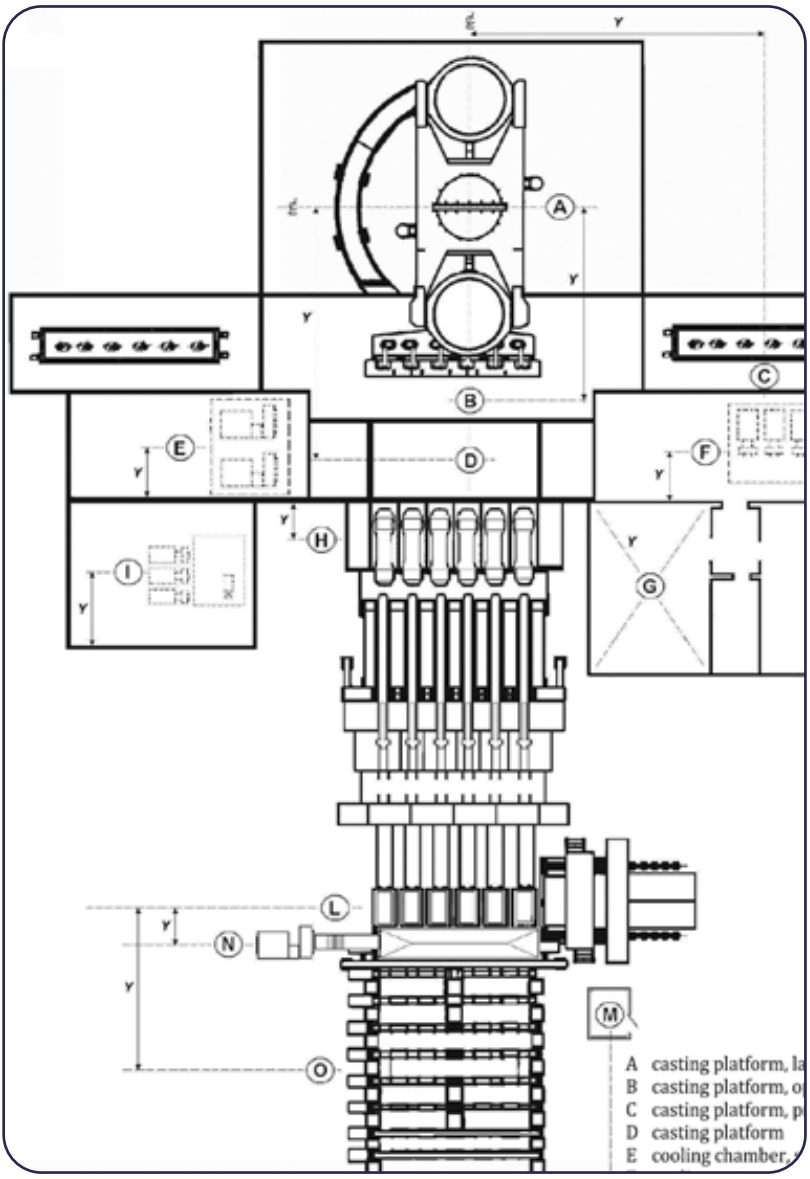
◣ لازم است سازنده ماشین‌آلات نقشه جانمایی ایمنی[۱] ماشین CCM را ارائه کند. این نقشه نقاط خروج و فرار

۱- Safety Layout

اضطراری، تجهیزات مهار آتش، کلیدهای ایست اضطراری ماشین، نواحی خطر، گاردهای ایمنی، محل تابلوها و علائم ایمنی، و گذرگاه‌ها را مشخص می‌کند.

- مودهای عملیاتی ماشین و اقدامات ایمنی لازم برای هر یک شناسایی شود.
- تابلوهای کنترل ماشین در نواحی خطر قرار نگیرد
- لازم است سکوی ریخته‌گری، که تاندیش و سطح قالب در آن است، فضا و مسیر آزاد برای فرار کارکنان و اپراتورها در شرایط خطر داشته باشد. در این موارد نرده‌گذاری باعث محدودیت دسترسی و گیرافتادن کارکنان نشود.
- ماشین‌ها و حرکت‌های خودکار به حسگرها و سنجه‌های ایمنی (مانند کلیدها و لیزرهای و آژیر و چراغ‌های هشدار) مجهز شوند.
- برای قطعه‌های متحرک و چرخان استانداردهای ایمنی لازم پیاده شود.
- در هنگام تعمیر یا سرویس سگمنت‌ها، به مخاطرات مانده از عملیات، مانند انرژی ذخیره، گرمای باقیمانده و انرژی پتانسیل وزنی قطعات و فنرهای فشرده و مشابه آن توجه شود.
- استانداردهای لازم برای ایمنی نرم‌افزارهای کنترلی ماشین (مانند ورودی‌های نادرست، خروجی‌های ناایمن، دسترسی افراد، امنیت نرم‌افزار، پشتیبانی برق و فن‌آوری اطلاعات) رعایت شود.
- تجهیزات هیدرولیک ماشین مطابق استاندارد مربوطه ایمن‌سازی شوند.
- تابش گرما و سطوح داغ شناسایی و کنترل ایمنی شوند.
- خطر سقوط، لغزش و پاگیرشدن روی سکو و مناطق مختلف شناسایی و پیشگیری و کنترل شود.
- دسترسی و دید اپراتورها و نقاط کور و خطای دید در نظر گرفته شود.
- خطر جاری شدن کنترل نشده مذاب از تاندیش در نظر گرفته شود.
- خطر جابجایی غیرمنتظره تاندیش در نظر گرفته شود.
- خطر سوختگی، آتش‌سوزی، پاشش مذاب در نزدیکی شرود و نازل SEN در نظر گرفته شود.
- دسترسی به ناحیه غلطک‌های هدایت استرند، و افشانه‌های خنک‌کاری برای زمان تعمیرات ایمن‌سازی شود.
- مشعل برش طبق استاندارد ایمن‌سازی شود. برای شرایطی که مشعل برش در هنگام ریخته‌گری از کار بیفتند، تجهیزات و تمهیدات برای شرایط برش اضطراری لحاظ شود.
- تجهیزات کف بند قالب یا میله متصل[۱] و سیستم حرکتی آن مطابق استاندارد ایمن‌سازی شود.

۱- Dummy bar



شکل ۷-۴. نقشه نمونه کارگاه ماشین ریخته‌گری پیوسته

■ ۵-۲-۴ ایمن‌سازی ماشین‌ها و جرثقیل‌های جابجایی مذاب

در مورد ماشین‌های جابجایی مذاب، مانند لیفتراک، جرثقیل، واگن و مشابه آن، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده ۱۵۳ –علاوه بر مواد این بخش، رعایت مفاد آیین‌نامه ایمنی ماشین‌های لیفتراک نیز الزامی است.
ماده ۱۶۲–مقدار وزن مجاز برای حمل باید بر روی تمامی حمل‌کننده‌های پاتیل ذکرشده باشد.
ماده۱۵۰–استفاده‌ازتجهیزات‌صوتی‌وچراغ‌های‌گردان‌هشداردهنده‌درحین‌حمل‌ونقل‌پاتیل‌الزامی‌است.
ماده ۱۵۱ –در هنگام استفاده از تجهیزات خودرویی برای حمل‌ونقل پاتیل، باید با استفاده از روش‌های ایمن از سرخوردن یا چرخیدن ناخواسته پاتیل جلوگیری نمود.
ماده ۱۵۴ –لیفتراک‌های چنگک‌دار باید به وسایلی مجهز شوند که پاتیل‌ها را در حین جابجایی به‌طور ایمن نگهدارند.
ماده ۱۵۵ – مکانیزم کنترل بالابردن و تخلیه پاتیل باید طوری طراحی‌شده باشد که با برداشتن دست از روی آن بالا رفتن و چرخیدن پاتیل سریعاً متوقف شود.
ماده ۱۶۱ –هنگام حمل پاتیل‌ها توسط لیفتراک‌های چنگک‌دار سرعت حرکت لیفتراک نباید بیش از سرعت قدم زدن معمولی باشد.
ماده ۱۵۶ –حداکثر سرعت‌پایین آوردن چنگک باید ۲۰ سانتی‌متر در ثانیه باشد.
ماده ۱۵۷ – به‌منظور محافظت راننده در برابر پاشش فلز مذاب باید حفاظ‌های مناسب پا و ساق پا در محل نشستن یا ایستادن او نصب گردد.
ماده ۱۵۸ – لاستیک‌های لیفتراک‌های چنگک‌دار باید از نوع توپر باشند. برای این لیفتراک‌ها نباید از لاستیک‌های معمولی بادی استفاده شود.
ماده ۱۵۹ – باک سوخت و نازل‌های سوخت‌گیری در لیفتراک‌های حمل‌ونقل پاتیل باید طوری نصب شوند که سوخت در اثر گرمای ناشی از مواد مذاب مشتعل نشود.
ماده ۱۶۴ –در سیستم باربریزی خودکار، در زمان کج شدن سکو (stand) باید با استفاده از روش‌های ایمن مانع از جداشدن دسته‌های پاتیل از سکو شد.
ماده ۱۶۵–اگر در مکانیزم خم شدن سیستم باربریزی خودکار اشکالی پیدا شود، سکو باید در این حالت به موقعیت اولیه برگردد.
ماده۱۶۶–مکان‌قرارگیری‌سیستم‌باربریزی‌خودکاربایدبه‌گونه‌ای‌باشدکه‌به‌خوبی‌توسط‌اپراتورمشاهده‌شود.

در مورد تجهیزات سقفی جابجایی مذاب، موارد زیر توصیه‌شده است:

ماده ۱۶۷ –علاوه بر مواد این بخش، رعایت مفاد آیین‌نامه حفاظتی وسایل حمل‌ونقل و جابجا کردن مواد و اشیا در کارگاه‌ها نیز الزامی است.
ماده ۱۶۸ –وسایل مورداستفاده برای بالابردن مواد مذاب باید دو ترمز مستقل از یکدیگر داشته باشند که هر یک از آنها دارای شرایط زیر باشد:
۱. ترمزها قادر به متوقف نمودن و نگه‌داشتن بار در هر جهت باشند.
۲. هنگامی که کنترل‌ها به حالت صفر برگردانده می‌شوند، ترمزها باید قادر به توقف مکانیزم حرکت باشند.

۳. هنگامی که وسایل حفاظت در برابر بارگیری بیش‌ازحد، عمل کرده و یا وقتی وسایل محدودکننده حرکت بالابردن به‌طور خودکار عمل می‌کنند، مکانیزم ترمزها باید به‌طور خودکار بکار بیافتد.

۴. فقط درصورتی‌که وزن بار تا $\frac{2}{3}$ ماکزیمم بار مجاز باشد، تجهیزات حمل مذاب تا ظرفیت ۲۵ تن می‌توانند به سیستم تک ترمز مجهز شوند.

ماده ۱۶۹–علاوه بر اطلاعات معمول ظرفیت مجاز بار نیز باید به‌طور واضح و قابل‌فهم روی وسیله بالابر نشان داده شود. ضمناً علاوه بر موارد فوق این عبارت نیز باید بر روی بالابر نوشته شود «.... تن ظرفیت بالابردن مواد مذاب»

ماده ۱۷۰ –قلاب‌های بالابر باید از فولاد باکیفیت مطلوب ساخته شود.

ماده ۱۷۱ –هنگام بالابردن مواد مذاب قلاب‌های بالابر و ترازوهای آویز باید در برابر گرمای تشعشعی و تماس مواد مذاب محافظت شوند.

ماده ۱۷۲ –خطوط آهن و ریل‌های هوائی واگن‌های حمل مذاب نباید از بالای محل‌های کار دائمی عبور داده شوند.

ماده ۱۷۳ –وقتی پاتیل‌ها بر روی جرثقیل‌ها یا کانوایرهای سقفی حمل می‌شوند حداقل باید ۵۰ سانتی‌متر فاصله ایمن بین سطح خارجی اجزاء متحرک و قسمت‌های ثابت و تجهیزات برقی اطراف وجود داشته باشد. این امر جاهایی را که مواد مذاب برداشته یا ریخته می‌شود و یا جایی که پاتیل‌ها خالی می‌شوند را شامل نمی‌گردد.

ماده ۱۷۴ –مکانیزم قلاب مربوط به حمل‌ونقل مذاب باید دارای ابزار محدودکننده حرکت به بالا باشد. این ابزار باید بدون استفاده از دیگر ابزارها مستقیماً نیرو را به موتور قلاب قطع نماید و نباید به‌عنوان کنترل عملیات از آن استفاده شود. اگر از یک سوئیچ محدودکننده به‌عنوان ابزار کنترل استفاده می‌شود، از یک سوئیچ ثانویه باید به‌عنوان محدودکننده حرکت به بالا استفاده شود.

ماده ۱۷۵ –اگر بالابرهای الکتریکی یا بادی مجهز به ابزار محدودکننده حرکت به پایین نباشند نباید از آنها استفاده نمود مگر اینکه امکان پایین آوردن قلاب به میزانی بیش از مقدار مجاز آن وجود نداشته باشد.

ماده۱۷۶–تمامی کابل‌های فلزی (سیم‌بکسل) مورداستفاده‌در حمل‌ونقل مذاب باید دارای شرایط زیر باشند:

۱. کابل‌های فلزی باید دارای هسته فلزی (فولادی) باشد.

۲. ظرفیت اسمی کابل فلزی تقسیم بر اجزاء کابل نباید از ۵. ۱۲ درصد استحکام شکست اسمی کابل بیشتر باشد.

۳. امکان آسیب دیدن هسته و روان کار (گریس) در اثر حرارت وجود نداشته باشد.

۴. زمانی که تلقیح در چدن مذاب انجام می‌شود و پاتیل در حالت آویزان به بالابر یا جرثقیل متصل است، کابل‌های فلزی پایینی، قرقره‌های پایینی و شاهین حمل مذاب باید به جهت مصون بودن از اثرات واکنش، حفاظ گذاری شوند.

ماده ۱۷۷ –اتاقک اپراتور باید مقاوم به پاشش مذاب یا تشعشع حرارت یا هردوی این‌ها در زمان

سر ریزشدن مذاب باشد.

ماده ۱۷۸ –دهانه قلاب باید به صورتی باشد تا به‌راحتی داخل چنگک پاتیل قرار گیرد.

ماده ۱۷۹ –از قطعات نگه‌دارنده مستقل باید برای جلوگیری از سقوط احتمالی تیر مسیر حرکت مونوریل یا جرثقیل آویز استفاده شود تا درزمانی که اشکالی در نگه‌دارنده‌های موجود در سیستم به وجود آید وارد عمل گردند. این قطعات نگه‌دارنده نباید در حالت نرمال تحت بار قرار داشته باشند.

ماده ۱۸۰ –در مواقعی که محور، پین یا چرخ سیستم حمل‌ونقل سقفی مذاب دچار شکست می‌شود باید با استفاده از قطعات نگه‌دارنده از سقوط اجزاء متحرک تحت بار جلوگیری شود.

ماده ۱۸۱ –قطعات تحت بار سیستم حمل‌ونقل سقفی مذاب که فقط توسط یک پیچ در جای خود متصل شده‌اند، باید با استفاده از روش‌های ایمن از سقوط آنها جلوگیری نمود.

ماده ۱۸۲ –تجهیزات مونوریل و جرثقیل‌های حمل‌ونقل مذاب باید مجهز به وسایل هشداردهنده شامل چراغ چشمک‌زن و آژیر باشند.

ماده ۱۸۳ –برای دستگاه‌های حمل‌ونقل سقفی مذاب با سرعت بیشتر از ٤٥ متر در دقیقه باید با استفاده از روش‌های ایمن نوسانات پاتیل در طی مسیر و در حالتی که پاتیل در بالاترین موقعیت قرار داشته باشد به حداقل برسد.

ماده ۱۸۴ –سرعت مونوریل‌های حمل مذاب در نقاطی از مسیر که مستقیم نبوده و یا در حین گذر از سوئیچ‌ها یا نقاط تغییر مسیر به‌منظور به حداقل رساندن امکان پاشش فلز مذاب باید محدود شود.

ماده ۱۸۵ –یک سیستم قفل‌کننده باید مسیر متحرک مونوریل را در زمان عبور آن کاملاً محکم نگه‌داشته و از تغییر جهت اتفاقی و ناخواسته آن جلوگیری نماید.

ماده ۱۸۶ –مونوریل‌ها و جرثقیل‌های سقفی حمل مذاب در صورت عدم وجود سیستم برق اضطراری، باید مجهز به آزادکننده ترمز بالابر و محرکه‌های افقی باشند تا در زمان قطع برق بتوان بار مذاب را به‌صورت اضطراری جابه‌جا نمود.

برای قلاب‌های طراحی‌شده برای حمل‌ونقل قطعات ریختگی موارد ایمنی زیر بیان‌شده است:

ماده ۲۶۷ –موارد ذیل باید در خصوص قلاب‌های مورد استفاده در حمل‌ونقل قطعات ریختگی رعایت گردد:

۱. از قلاب‌ها نباید با باری بیش از ظرفیت اسمی آنها استفاده نمود.

۲. از بار دادن ناگهانی به قلاب باید پرهیز شود.

۳. بار باید در مرکز قلاب قرار گیرد و از بار دادن نقطه‌ای پرهیز شود.

۴. از قلاب نباید برای کاری که برای آن طراحی نشده است استفاده نمود.

۵. بار نباید توسط قطعه واسطه به گلویی قلاب و بار متصل شود.

۶. دست‌ها و انگشتان اپراتور نباید بین قلاب و بار قرار گیرند.

۷. قلاب‌ها نباید توسط اعمال جوشکاری یا برشکاری تغییرشکل یابند.

برای ابزار و وسایل باربرداری مانند زنجیر و قلاب (SLING) نکات ایمنی زیر بیان شده است:

ماده ۲۶۸ –موارد ذیل باید در ابزار و وسایل باربرداری رعایت گردد:
۱. از ابزار و وسایل باربرداری معیوب نباید استفاده شود.
۲. وسایل باربرداری نباید توسط قطعات مربوطه تغییر طول یابند.
۳. پایه‌های ابزار و وسایل باربرداری نباید پیچ‌خورده یا تاب داشته باشند.
۴. ابزار و وسایل باربرداری نباید بیش از بار اسمی خود تحت بار قرار گیرند.
۵. ابزار و وسایل باربرداری که دارای سبد است، باید دارای بارهای بالانس شده باشند. در غیر این صورت لغزش اتفاق می‌افتد.
۶. ابزار و وسایل باربرداری باید به‌صورت مطمئن به بارهای مربوطه متصل شوند.
۷. ابزار و وسایل باربرداری باید در برابر برخورد نقاط تیز بار مصون باشند.
۸. بارهای آویزان باید بافاصله مناسب از موانع نگه‌داشته شوند.
۹. تمامی کارگران باید از بارهای درحال حمل یا آویزان فاصله کافی داشته باشند.
۱۰. دست‌ها یا انگشتان اپراتور نباید بین ابزار و وسایل باربرداری و بار قرار گیرند.
۱۱. از اعمال بارهای شوک مانند باید خودداری شود.
۱۲. وقتی‌که بار روی ابزار و وسایل باربرداری قرار دارد نباید وسایل باربرداری به بیرون کشیده شود.

■ ۶-۲-۴ ماشین‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری

۱-۶-۲-۴ ماشین‌های آماده‌سازی ماسه

برای تجهیزات آماده‌سازی ماسه، مانند میکسر و مولر، لازم است ایمن‌سازی در برابر مخاطرات مکانیکی مانند درگیرشدن دست و لباس کارگر با تیغه‌های و محورهای متحرک دستگاه انجام گیرد.

ماده ۳۱ –مولرها و میکسرها باید دارای حفاظ باشند تا از تماس افراد با اجزای خطرآفرین آنها جلوگیری به عمل آید.

۲-۶-۲-۴ ماشین‌های مدل‌سازی

برای ایمن‌سازی کارگاه مدل‌سازی توجه ویژه به ماشین‌های اره‌کاری، برش‌کاری و تراش‌کاری لازم است. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ایران، در سری کتاب‌های آموزشی فنی و حرفه‌ای به نکات ایمنی هنگام کار با ابزار و ماشین‌های کارگاه مدل‌سازی اشاره‌کرده است. برخی از نکات مهم در ایمن‌سازی ماشین‌ابزار مدل‌سازی شامل موارد زیر است:

- بازرسی دوره‌ای سیستم برق، کابل‌ها، فیوزها و کلیدهای اضطراری قطع برق

- بازرسی پیش‌ازکار اجزای متحرک به‌ویژه تیغه‌ها و مته‌ها طبق دستورالعمل سازنده
- تجهیز ماشین به حفاظ تیغه‌اره، تکه‌های چوب راهنما برای پیش‌گیری از نزدیک‌شدن دست به تیغه‌اره
- تجهیز ماشین‌ها به مکنده و هود برای جمع‌آوری غبار
- تجهیز ماشین‌ها به تابلوهای الزام تجهیزات حفاظت فردی
- تجهیز ماشین‌ها به حفاظ اطراف و پشت برای ایمنی افراد عابر و اطراف ماشین

۳-۶-۲-۴ ماشین‌های ریژه‌ریزی

شورای حفاظت فنی ایران دستورالعمل‌های زیر را برای ایمن‌سازی ماشین‌آلات ریژه‌ریزی (تقلی و فشار پایین) ارائه نموده است:

ماده ۲۷۱ –کارفرما مکلف است هنگام نصب ماشین‌های ریژه‌ریزی، منطقه کاری کافی را در اطراف آنها در نظر گیرد تا خطراتی که در حین تولید یا تعمیر و نگهداری متوجه کارگران می‌شوند را به حداقل کاهش دهد.

ماده ۲۹۳ –سازنده ماشین‌های ریژه‌ریزی موظف است دستورالعمل‌های کار با ماشین‌های ریژه‌ریزی را تهیه نماید. این دستورالعمل‌ها باید شامل اطلاعات مربوط به نصب، عملیات و تعمیر و نگهداری آنها باشد.

ماده ۲۹۴ –افرادی که نسبت به ارتقاء ماشین‌های ریژه‌ریزی اقدام می‌نمایند موظف‌اند دستورالعمل کار با آنها که شامل تعمیرات مربوط به ماشین‌های بهینه‌شده است را ارائه نمایند. این اطلاعات باید شامل نقشه‌های مهندسی و کنترل‌ها و تجهیزات بهینه‌شده باشد.

ماده ۲۹۵ –کارفرما موظف است دستورالعمل‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌های ریژه‌ریزی را بر اساس دستورالعمل‌های ارائه‌شده از سوی سازندگان ماشین‌ها و یا ارتقاء دهنده‌های آنها و یا بر اساس تجربیات شخصی خود تهیه و بر اجرای آنها نظارت نماید تا برای کارگران عملیاتی و تعمیر و نگهداری خطرات به حداقل برسد.

ماده ۲۹۶ –کارفرما مسئولیت بازرسی و تعمیر و نگهداری از تجهیزات ریژه‌ریزی را به‌منظور به حداقل رساندن خطرات برای اپراتورها دارد. این بازرسی‌ها باید شامل تنظیمات، وضعیت و عملکرد تجهیزات باشد. بیشترین تأکید مربوط به موجود بودن و عملکرد ابزارهای حفاظتی است.

ماده ۲۸۵ –نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های برقی ماشین‌های ریژه‌ریزی باید مطابق با دستورالعمل ایمنی ارائه‌شده از طرف سازنده دستگاه باشد.

ماده ۲۸۶ –طراح قالب باید با استفاده از روش‌های ایمن، خطرات بالقوه مربوط به اپراتور و دیگر کارگران را کاهش دهد.

ماده ۲۸۷ –سازنده قالب باید قالب را مطابق طراحی انجام‌شده، تولید و تمامی موارد ایمنی موجود در آن را لحاظ نماید.

ماده ۲۸۸ –کارفرما موظف است از مطابقت قالب‌ها با استانداردهای ایمنی اطمینان حاصل نماید.
ماده ۲۸۹ –در حمل‌ونقل قالب توسط زنجیر، بالابر، خودرو و یا دست باید احتیاط‌های لازم بکار برده شود.
ماده ۲۷۲ –ماشین‌های ریژه‌ریزی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که خطرات ناشی از قطعات متحرک آنها به حداقل کاهش پیدا کند.
ماده ۲۷۳ –تجهیزات ماشینی خارج‌کننده قطعه از قالب نباید دارای سرعتی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بر ثانیه باشند مگر اینکه به‌خوبی محافظت‌شده باشند.
ماده ۲۷۴ –درزمانی که ماشین ریژه‌ریزی به‌صورت پیوسته یا خودکار در حال کار است، استفاده از تجهیزات ماشینی خارج‌کننده قطعه به‌نحوی که هماهنگ با مراحل عملیاتی ماشین باشد، الزامی است.
ماده ۲۷۵ –سازندگان یا افرادی که ماشین‌های ریژه‌ریزی را بازسازی یا ارتقاء می‌دهند، باید ابزاری در منطقه خط جدایش قالب فراهم نمایند که خطرات در هنگام باز و بسته شدن قالب برای اپراتور به حداقل برسد.
ماده ۲۷۶ –درصورتی که سرعت باز و بسته شدن قالب بیش از ۱۵۰ میلی‌متر بر ثانیه باشد، حسب مورد حداقل یکی از موارد ذیل باید رعایت گردد: الف) مکان قرارگیری کنترل‌ها باید به مقدار کافی دورتر از قالب باشد تا خطر قرار گرفتن اجزاء بدن در میان قالب‌ها وجود نداشته باشد. ب) ترتیب قرارگیری کنترل‌ها باید به صورتی باشد که عملیات با آنها نیازمند استفاده همزمان از هر دو دست باشد. ج) استفاده از حفاظ برای جلوگیری از ورود دست‌ها به داخل قالب‌ها د) استفاده از سایر ابزارهای حفاظتی برای جلوگیری از ورود دست‌ها به داخل قالب‌ها مثل حسگر نوری (فتوسل)
ماده ۲۷۷ –هنگامی که ماشین‌های ریژه‌ریزی دارای بیش از یک نفر اپراتور است، سرعت بسته شدن قالب‌ها باید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر بر ثانیه باشد.
ماده ۲۷۸ –در دستگاه‌های انتقال خودکار مذاب از کوره نگه‌دارنده به ماشین ریژه‌ریزی، طراحی سامانه باید به‌گونه‌ای باشد که خطرات ناشی از فوران، نشتی یا انفجار را به حداقل برساند.
ماده ۲۷۹ –حداکثر فشار در دستگاه‌های هیدرولیک و بادی نباید از فشار اسمی هر یک از اجزاء مورداستفاده در سیستم بیشتر باشد.
ماده ۲۸۰ –روغن هیدرولیک باید از نوع مقاوم به آتش‌سوزی باشد. درصورتی که موجود نبودن آن، خطوط و اجزاء تحت‌فشار باید به مقدار کافی در برابر کوره، شعله یا فلز مذاب محافظت‌شده باشد.
ماده ۲۸۱ –در ماشین‌های ریژه‌ریزی با فشار پایین، سوپاپ اطمینان فشار مخزن نباید بیشتر از ۲ اتمسفر (۳۰ psi) باشد.
ماده ۲۸۲ –در سیستم کنترل بادی، هیدرولیکی و برقی ماشین‌های ریژه‌ریزی، باید کلید اصلی قطع جریان با قابلیت قفل شدن در حالت خاموش وجود داشته باشد. در دستگاه‌های بادی و هیدرولیکی این کلید باید قابلیت آزاد کردن فشار پسماند را داشته باشد.
ماده ۲۸۳ –کنترل استارت موتور باید به‌منظور جلوگیری از عملکرد اتفاقی پوشانده شده باشد.

ماده ۲۸۴ –ماشین‌های ریژه‌ریزی باید دارای نوعی استارتر موتور باشند که در مواقع بروز اشکال در منبع نیرو یا نوسانات ولتاژ موتور ازکارافتاده و برای استارت مجدد نیازمند عملکرد به‌صورت دستی باشد.

ماده ۲۹۰ –کارگران باید از وضعیت دمایی قالبی که در حال حمل آن هستند آگاه باشند تا دچار سوختگی نشوند.

ماده ۲۹۱ –وزن قالب‌ها باید بر روی آنها حک‌شده باشد تا برای حمل‌ونقل و جابه‌جایی آنها از تجهیزات مناسب استفاده شود.

ماده ۲۹۲ –قالب‌ها باید به‌صورت ایمن و محکم به تجهیزات جابه‌جاکننده آنها متصل گردند.

ماده ۲۹۸ –در خصوص انجام کار در مناطقی که در دید مستقیم نیست، کارفرما موظف است یک سیستم هشداردهنده مناسب را تهیه و نصب نماید.

ماده ۳۰۵ –لوله‌های تزریق مذاب به داخل قالب باید به‌صورت مناسب پیش‌گرم شده و قسمت رویی آنها پوشانده شده باشد تا امکان بیرون زدن مواد مذاب و خارج شدن آن وجود نداشته باشد.

در هنگام تعمیرات دستگاه، لازم است به دستورالعمل‌های ایمنی توجه شود:

ماده ۳۰۴ –کارفرما مکلف است بر اجرای مراحل راه‌اندازی و خاموش نمودن دستگاه مطابق دستورالعمل ارائه‌شده از طرف سازنده دستگاه نظارت نماید. انجام عمل خاموش نمودن دستگاه به‌منظور انجام امور بازرسی، تنظیم و یا تعمیر و نگهداری است.

ماده ۲۹۹ –کارگران تعمیر و نگهداری یا تنظیم ماشین که بر روی ماشین‌هایی که در معرض دید دیگران نیست کار می‌نمایند باید حضور خود را در محل از طریق سیستم هشداردهنده نصب‌شده در محل به دیگران اطلاع دهند.

ماده ۳۰۰ –هر یک از کارگران که مجبور است به‌صورت فیزیکی بدن خود را در داخل ماشین قرار دهد قبل از این کار باید ماشین را غیرفعال نموده و با استفاده از روش‌های ایمن از حرکت اجزاء ماشین جلوگیری نماید.

ماده ۲۹۷ –انجام تعمیر و نگهداری بر روی ماشین‌هایی که دارای حفاظ نبوده و امکان آزاد شدن فشار باقیمانده در آنها وجود دارد، ممنوع است.

ماده ۳۰۳ –کارگران تعمیر و نگهداری ماشین‌های ریژه‌ریزی باید مجهز به ابزارهای مخصوص و بلوک‌های متوقف‌کننده (Stop Blocks) موردنیاز خود باشند تا بتوانند وظایف خویش را به‌صورت ایمن انجام دهند.

ماده ۳۰۱ –هنگامی که به‌منظور رفع اشکالات، لازم است کار تعمیر در حین روشن بودن دستگاه انجام پذیرد، کارگران مجاز (که عموماً کارگران تعمیر و نگهداری هستند) می‌توانند با برداشتن حفاظ‌ها و یا کار در محوطه پشت حفاظ‌ها به کار خود ادامه دهند و در این حالت بدن آنها نباید در مسیر حرکت اجزاء متحرک ماشین قرارگرفته باشد.

ماده ۳۰۲ –مسئولیت صدور تأییدیه برای بازگشت ماشین‌آلات به خط تولید بر عهده کارگران تعمیر و

نگهداری بوده و آنها باید قبل از صدور تأییدیه از نصب صحیح حفاظ‌ها در محل خود مطمئن شده باشند.

۴-۲-۶-۴ ایمن‌سازی ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز

ماده۳۰۶-ماشین‌ها و ایستگاه‌های مختلف کار در ریخته‌گری گریز از مرکز باید از اتاق کنترل قابل رؤیت باشند.

ماده ۳۱۴ -در ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن صدمه به اپراتورها به‌واسطه پرتاب ذرات و حرکت طولی ماشین و لوله، تابلوی کنترل ماشین باید خارج از منطقه خطر باشد.

ماده ۳۰۷ -کلید توقف اضطراری و کنترل‌های مربوط به ماشین ریخته‌گری گریز از مرکز باید هنگام بارریزی و چرخش دستگاه در دسترس اپراتور ماشین باشد.

ماده ۳۰۸ -باز کردن گیره (بست) قالب‌ها در حین بارریزی نباید امکان‌پذیر باشد. ضمناً بست قالب‌های نیوماتیک (پنوماتیک)، هیدرولیک یا الکترومغناطیس باید طوری طراحی‌شده باشند که فقط پس از انجماد ذوب امکان بازشدن آنها وجود داشته باشد.

ماده۳۰۹-برای پیشگیری از جابجایی ناخواسته، حفاظ‌های متحرک باید در موقعیت بسته نگه‌داشته شوند.

ماده ۳۱۰ -پاتیل، لوچه و ناودانی بارریز باید هنگام بارریزی در برابر تکان‌های ناخواسته حفاظت شوند.

ماده ۳۱۱ -ناودانی بارریز، لوچه و قالب‌ها باید پیش‌از استفاده خشک شوند.

ماده ۳۱۲ -منطقه زیر و اطراف پاتیل باید خشک نگه‌داشته شود.

ماده ۳۱۳ -در مواردی که تمیزکاری پاتیل و ناودانی بارریز با دوران آنها حول محور مرکزی‌شان انجام می‌گیرد، نظافت محوطه اطراف از بیرونی‌ترین منطقه‌ای که احتمال پاشش قطعات فلزی وجود دارد، باید انجام پذیرد.

ماده ۳۱۵ -در ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز به‌منظور جلوگیری از جدا شدن اجزاء قالب از یکدیگر که ناشی از اعمال نیروی سانتریفوژ است موارد ذیل باید رعایت گردد: الف) استحکام قالب و قفل‌های قالب مناسب و کافی باشد. ب) سرعت دوران قالب مطابق مقدار مجاز آن باشد. ج) فشار اعمالی محدود به مقدار مجاز باشد.

ماده ۳۱۶ -با استفاده از سوئیچ‌های محدودکننده، باید از افزایش سرعت دوران ناخواسته و حرکت طولی خطرآفرین غیرمجاز ماشین‌آلات و تجهیزات جلوگیری گردد.

ماده ۳۱۷ -طراحی منطقه نقل و انتقالات محصولات ریخته‌گری گریز از مرکز باید به‌گونه‌ای باشد که امکان گیرافتادن کارگران وجود نداشته باشد.

ماده ۳۱۸ -در صورت متحرک بودن قالب‌ها و امکان نزدیک شدن آنها به نقطه توقف باید طراحی به‌گونه‌ای باشد که از گیرافتادن کارگران در فضای بین قالب‌ها و نقطه توقف جلوگیری به عمل آید.

ماده ۳۱۹ -به‌منظور جلوگیری از سقوط و یا از جا دررفتن قالب‌ها از غلطک‌های حمل‌کننده، باید از راهنماهای ثابت یا قطعات نگه‌دارنده استفاده نمود.

ماده ۳۲۰ –چرخش پاتیل‌های مذاب برای ریخته‌گری در ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز باید کاملاً تحت کنترل اپراتور باشد. به این منظور اپراتور باید دید کامل و بدون محدودیت به روند کار داشته باشد. ضمناً شروع چرخش پاتیل باید با فشار دادن مداوم دکمه کنترل مربوطه توسط اپراتور انجام پذیرد.

ماده ۳۲۱ –به‌منظور جلوگیری از پرتاب مذاب در حین چرخش قالب در ریخته‌گری گریز از مرکز، باید از حفاظ‌های مناسب استفاده گردد.

ماده ۳۲۲ –به‌منظور جلوگیری از شروع به کار ناخواسته و ناگهانی ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز و حذف خطرات مربوطه، باید از شروع به کار مجدد خودکار این ماشین‌ها جلوگیری به عمل آید.

ب بوش ریزی

ماده ۳۲۳ –دستگاه بوش‌ریزی باید مجهز به حفاظ مناسب بوده تا از پاشش مواد مذاب در هنگام کار دستگاه، جلوگیری به عمل آید.

ماده ۳۲۴ –مخزن پوشان دستگاه بوش‌ریزی باید مجهز به سیستم تخلیه خودکار فشار هوا باشد.

ماده ۳۲۵ –پوشان داخل قالب دستگاه باید قبل از تخلیه مذاب به داخل آن از لحاظ خشک بودن بررسی گردد.

ماده ۳۲۶ –استفاده از پوشان‌های داخل قالب که بر پایه الکل یا مواد مشابه است ممنوع است.

ماده ۳۲۷ –قبل از تخلیه مذاب به داخل قالب فلزی دستگاه بوش‌ریزی باید از بسته شدن کامل درب آن اطمینان حاصل گردد.

ماده ۳۲۸ –لوله‌های پاشش (لانس های) پوشان به داخل قالب، باید از جنس فلزات کم مقاومت مانند مس یا برنج یا آلومینیم باشند.

ماده ۳۲۹ –دسته برس سیمی مورداستفاده برای تمیزکردن پوشان باقیمانده در داخل مذاب نباید از جنس فلز باشد. تبصره: توصیه می‌شود از دسته‌های چوبی باضخامت حداکثر ۲۵ تا ۳۰ میلی‌متر استفاده شود.

ماده ۳۳۰ –خارج نمودن قطعه از داخل قالب باید پس از توقف کامل قالب انجام پذیرد.

ماده ۳۳۱ –به‌منظور جلوگیری از پاشش مواد مذاب به خارج از دستگاه، مقدار مذاب ریخته شده باید متناسب با ظرفیت قالب باشد.

ماده ۳۳۲ –جهت تعویض قالب‌های دستگاه بوش‌ریزی استفاده از ابزار و فیکسچرهای مخصوص الزامی است.

ماده ۳۳۳ –قبل از باز کردن در مخزن مخلوط هوا و پوشان باید از بسته بودن شیر ورودی هوا به داخل مخزن و تخلیه کامل هوای فشرده داخل آن اطمینان حاصل گردد.

■ ۷-۲-۴ ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری

ازآنجاکه تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری غبار زیادی تولید می‌کنند، لازم است مجهز به مکنده و تهویه‌ها باشند. بهتر است کنترل اتصال برق ماشین سنگ‌زنی با برق تجهیزات تهویه همراه باشد، تا امکان روشن بودن ماشین سنگ‌زنی بدون کارکرد تهویه حذف شود.

(الف)

(ب)

شکل ۸-۴. پس از خروج قطعه از قالب، نیاز به ریخته‌پیرایی و جدا کردن زایده‌های قطعه است. (الف) در کارگاه‌هایی که عملیات جدا کردن زایده‌ها و ریخته‌پیرایی به‌صورت دستی و توسط کارگر انجام می‌شود، بهتر است تجهیزات و تسمه‌نقاله‌های کارگاه تمیزکاری به هود، حفاظ مکنده و غبارگیر مجهز شوند. لازم است تجهیزات به‌گونه‌ای ایمن شوند که ریسک آلودگی غبار، آسیب دست، پرتاب اجسام ریز و آسیب‌های گرمایی (ناشی از تابش گرما از قطعه) کاهش یابد. (ب) کارشناس در حال برنامه‌ریزی بازوی ربات برای عملیات ریخته‌پیرایی قطعه است. اقدام کنترلی مؤثرتر برای پیشگیری

از مخاطرات ریخته‌پیرایی، استفاده از ماشین به‌جای نیروی انسانی است.

شورای حفاظت فنی ایران دستورالعمل‌هایی را برای ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ریخته‌پیرایی ارائه کرده است:

ماده ۲۱۹ –برای حفظ ایمنی افراد، تعمیر و نگهداری مناسب تجهیزاتی که از پرتاب ذرات ساینده برای تمیزکاری استفاده می‌نمایند الزامی است.

ماده ۲۲۰ –شیلنگ‌ها، لوله‌ها و اتصالات فلزی مورد استفاده در تجهیزات تمیزکاری که از پرتاب ذرات ساینده برای این منظور استفاده می‌نمایند باید به‌طور متناوب در خصوص عیوب به وجود آمده در شیلنگ‌ها و از نظر سایش بیش از اندازه برای لوله و اتصالات فلزی مورد بازرسی قرار گیرند و نسبت به تعمیر یا تعویض لوله‌ها و شیلنگ‌های معیوب صدمه‌دیده اقدام به عمل آید.

ماده ۲۲۱ –کف زمین کارگاه، طاقچه‌ها و قفسه‌ها باید عاری از تجمع بیش‌ازحد مواد ساینده و تراشه‌های فلزی بوده و به‌طور متناوب تمیز گردد. تمامی کف زمین کارگاه باید ازنظر تخریب و تغییرشکل مورد بازرسی قرار گیرد. سطوح معیوب کف زمین باید تعمیر یا تعویض شود تا از ایجاد لغزش و حوادث ناشی از سقوط جلوگیری به عمل آید.

ماده ۲۲۲–لاینرها (Liners) و همچنین اتصالات آنها که شکسته شده یا دارای ساییدگی شدید می‌باشند باید تعویض شوند.

ماده ۲۲۳ –تمامی درزگیرهایی که وظیفه آنها جلوگیری از فرار مواد ساینده است، در صورت معیوب بودن باید تعویض شوند.

ماده ۲۲۴ –تمامی مکانیزم‌های حمل قطعات در صورت معیوب بودن باید تعویض شوند.

ماده ۲۲۵–بازرسی، تعویض و تعمیر قلاب‌ها و قطعات متصل به آنها باید مطابق برنامه تهیه‌شده انجام شود.

ماده ۲۲۶ –قطعات معیوب متصل به قلاب و همچنین قلاب‌هایی که دارای شرایط ذیل باشند باید از چرخه مصرف خارج شوند:

۱. قلاب‌های ترک‌دار.

۲. وجود خراشیدگی و شیار بر روی قلاب به‌نحوی که اندازه آنها بیشتر از مقدار مجاز برای تعمیر باشند.

۳. سایش به‌نحوی که بیش از ۱۰ درصد ابعاد اولیه قلاب باشد.

۴. افزایش ابعاد گلوگاه قلاب به مقدار بیش از ۱۵ درصد ابعاد اولیه.

تبصره: در خصوص بند الف درصورتی که ترک به‌صورت طولی وجود داشته باشد توسط افراد ماهر قابل تعمیر است.

ماده ۲۲۷ –تمامی تعمیرات باید توسط سازنده یا اشخاص ماهر صورت پذیرد.

ماده ۲۲۸ –هنگامی که لازم باشد یک دستگیره یا یک ساپورت به قلاب و یا قطعات متصل به قلاب با عمل جوشکاری متصل گردد درصورتی که طراحی قطعه نیازمند عملیات حرارتی باشد، عمل جوشکاری باید

قبل از انجام عملیات حرارتی صورت پذیرد.

ماده ۲۲۹ –قبل از شروع به کار، تمامی وسایل باربرداری و متعلقات آنها باید به‌صورت روزانه بازرسی شوند تا هرگونه عیب و تخریب توسط افراد ماهر مشخص شود. اگر وضعیت سرویس‌دهی قطعات ایجاب نماید انجام عمل بازرسی در حین کار نیز باید اضافه گردد.

ماده ۲۳۰–وسایل باربرداری که معیوب یا تخریب‌شده‌اند باید بلافاصله از چرخه کاری خارج شوند.

ماده ۲۳۱ –سوراخ‌های موجود در کف زمین، سکوهای کار که بالاتر از سطح زمین قرار دارند و دیگر محل‌های عبور باید مطابق اصول ایمنی حفاظ‌گذاری شوند.

ماده ۲۳۲ –وقتی ایستگاه‌های کاری در مجاورت تجهیزات هستند، کنترل یا وسایل فرمان عملیات باید چنان جانمایی شوند که:

۱. کارگران در معرض خطرات ناشی از تخلیه قطعات نباشند.

۲. مانعی بر سر راه دسترسی کارگران به کنترل‌ها یا وسایل فرمان عملیات وجود نداشته باشد.

۳. کارگران دارای دید کافی نسبت به منطقه کار باشند.

۴. به‌صورت واضح برای فرآیند مربوطه مشخص‌شده باشند.

ماده ۲۳۳–کنترل‌ها یا وسایل فرمان عملیات باید به صورتی طراحی‌شده باشند که اگر فرمان توقف اضطراری از هر نقطه صادر شود، شروع به کار مجدد دستگاه‌ها فقط از طریق تابلوی کنترل اصلی ممکن باشد.

ماده ۲۳۴ – تمامی مجاری مربوط به قیف‌ها و سرسره‌های انتقال قطعات ریختگی که برای کارگران امکان ایجاد خطر دارند باید حفاظ‌گذاری شوند.

ماده ۲۳۵– با استفاده از روش‌های ایمن، باید از تخلیه خطرناک قطعات در قیف‌ها و سرسره‌های انتقال قطعات ریختگی که خطراتی را برای کارگران به همراه دارد، جلوگیری شود.

ماده ۲۳۶ – دریچه‌های موجود در قیف‌ها و سرسره‌ها که به‌صورت غیر دستی باز و بسته می‌شوند در حالت قطع نیرو، بروز خطا یا قطع عملیات باید به حالت بسته یا خاموش درآیند.

ماده ۲۳۷– ماشین‌های انتقال‌دهنده قطعات مجهز به قوای محرکه باید دارای ترمز، گیره ریل یا دیگر ابزارهای قفل‌کننده ماشین باشند تا به‌واسطه حرکت آنها خطری کارگران را تهدید نکند.

ماده ۲۳۸–به‌منظور جلوگیری از جابه‌جایی بیش‌ازحد معمول ماشین‌های انتقال‌دهنده قطعات، باید از متوقف کننده‌های حرکت استفاده شود.

ماده ۲۳۹ –درجایی که حرکت ماشین‌های انتقال‌دهنده قطعات باعث ایجاد خطر برای کارگران می‌شود، باید از وسایل هشداردهنده صوتی و یا تصویری و یا هردوی آنها به‌صورت مداوم در حین حرکت ماشین استفاده شود. ماشین‌های انتقال‌دهنده با قابلیت کنترل از راه دور باید دارای علائم هشداردهنده خطر روی ماشین و همچنین در طول مسیر حرکت باشند تا در رابطه با حرکت آنها، به کارگران هشدارهای لازم داده شود.

ماده ۲۴۰– شینه‌های انتقال جریان الکتریکی باید به نحوی حفاظ‌گذاری شده باشند تا از ایجاد تماس

اتفاقی آنها با کارگران جلوگیری شود.

ماده ۲۴۱ – ماشین‌های انتقال‌دهنده قطعات که راننده دارد، باید دارای سکوی کار مناسب برای وی باشند.

ماده ۲۴۲ – رعایت استانداردها و آیین‌نامه‌های جاری در جابه‌جایی و انبار نمودن مواد خطرناک و نوع تجهیزات حفاظت فردی الزامی است.

ماده ۲۴۳ – درصورتی‌که افتادن قطعه از ویبره تخلیه باعث ایجاد خطر برای کارگران می‌شود، باید از حفاظ مناسب در این رابطه استفاده گردد.

ماده ۲۴۴ – اجزای متحرک دستگاه ویبراتور که باعث ایجاد خطر برای کارگران می‌شوند باید حفاظ‌گذاری شوند.

برای جدا نمودن سیستم راهگاهی دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده ۲۴۵ – درصورتی‌که از قیچی و پرس و اره‌های نواری برای جدا نمودن راهگاه استفاده می‌شود، نقاط خطرناک آنها باید حفاظ‌گذاری شده باشند.

ماده ۲۴۶ – قسمت‌های زردجوش شده (لحیم سخت شده) روی اره نواری باید هم‌سطح یکدیگر باشند.

برای دستگاه‌های سند بلاست و شات بلاست (ساچمه زنی و ماسه پاشی) دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده ۲۴۷ – حصارهای دستگاه‌های سند بلاست و شات بلاست باید دارای شرایط ذیل باشند:

۱. امکان فرار ذرات ساینده را به حداقل برساند.

۲. امکان ایجاد جریان مداوم هوا را به داخل حصار در حین عملیات، به‌صورت پایدار فراهم سازد.

ماده ۲۴۸ – هوای خروجی از حصار دستگاه سندبلاست و شات بلاست باید وارد یک سیستم جمع‌آوری گردوغبار گردد.

ماده ۲۴۹ – اگر دستگاه سندبلاست یا شات بلاست محصور نباشد تمامی ملاحظات لازم باید انجام گیرد تا افراد در برابر خطرات ناشی از پرتاب ذرات ساینده محافظت شوند.

ماده ۲۵۰ – هنگام استفاده از دستگاه‌های سندبلاست و شات‌بلاست دستی، رعایت موارد ذیل الزامی است:

۱. شروع و پایان کار فقط تحت کنترل اپراتور باشد.

۲. کنترل عملیات باید به‌صورت مطمئن به لوله یا نازل دستگاه متصل شده باشد و در دسترس اپراتور باشد.

۳. شروع و ادامه کار باید از طریق عملکرد فشاری دست اپراتور روی کنترل یا وسایل فرمان عملیات دستگاه انجام شود.

۴. عملکرد کنترل یا وسایل فرمان عملیات دستگاه باید به گون‌های طراحی‌شده باشد که امکان بکار افتادن اتفاقی آن هنگامی که نازل در دست اپراتور نباشد، وجود نداشته باشد.

۵. مواد مورداستفاده در دستگاه باید به صورتی انتخاب شوند که خطرات بهداشتی ناشی از تماس با ذرات سیلیس را به حداقل برسانند.

۶. برای تخلیه بار استاتیک الکتریکی موجود در نازل دستگاه، لوله‌های دستگاه باید به سیستم اتصال به زمین مجهز باشند.

۷. درصورتی که اپراتور در داخل منطقه محصور سندبلاست یا شات بلاست قرارگرفته باشد تهویه لازم باید انجام گیرد تا دید کافی برای اپراتور فراهم شود. در این حالت تمامی درها در قسمت حصار باید از خارج و داخل به‌صورت بازشو باشند. ضمناً درها باید با کنترل نازل به‌صورت اینترلاک باشند. درصورتی که در ورودی کارگران و در ورودی قطعات مجزا باشند، در ورودی قطعات فقط باید از خارج بسته شود.

ماده ۲۵۱ –هنگام استفاده از دستگاه‌های شات بلاست یا ساچمه پاش رعایت موارد ذیل الزامی است:

۱. درهای ورودی افراد در قسمت حصار باید با کنترل سیستم سانتریفوژ اینترلاک شود به صورتی که تا زمانی که درها در وضعیت بسته قرار نگیرند امکان استارت سیستم ساچمه پاش وجود نداشته باشد، ضمناً درها باید دارای علائم خطر مناسب و متصل به آنها باشند

۲. به‌منظور جلوگیری از بروز خطرات ناشی از پرتاب ذرات به خارج از منطقه ساچمه پاش، انجام تعمیر و نگهداری مناسب از تجهیزات ساچمه پاش الزامی است. ج در صورت جمع شدن تسمه‌های دستگاه بالابرنده (الواتور) ساچمه حتی در هنگام خاموش بودن دستگاه، استفاده از دست برای آزاد کردن آن ممنوع بوده و در این رابطه باید از یک ابزار در دسترس مانند بیل یا چنگک استفاده شود.

برای پلیسه برداری قطعات ریختگی، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

ماده۲۵۲–ابزارهای مورداستفاده‌برای جداکردن قسمت‌های اضافی از قطعه کار نباید بر روی زمین رها شوند.

ماده ۲۵۳– برای قطعات کوچک که در حین پلیسه برداری، امکان پرتاب شدن آنها وجود دارد، باید از گیره‌های نگه‌دارنده مناسب استفاده نمود.

ماده ۲۵۴ –پلیسه بردارها باید از آلیاژ مناسبی (برای مثال، فولاد پرکربن عملیات حرارتی شده) ساخته‌شده باشند که در حین کار دچار شکست نشوند.

ماده ۲۵۵ – درصورتی که امکان دررفتن پلیسه بردار و ایجاد جراحت برای افراد وجود داشته باشد، باید از یک نگه‌دارنده مناسب در این زمینه استفاده شود.

برای سنگ‌های ساب، سمباده و برش دستورالعمل زیر ارائه شده است.

ماده ۲۵۶ –در هنگام استفاده از سنگ‌های ساب، سمباده و برش رعایت مفاد آیین‌نامه حفاظتی ماشین‌های سنگ‌زنی الزامی است.

سنگ‌زنی قطعات منیزیمی از حساسیت ویژه برخوردار است و دستورالعمل‌های ایمنی افزون بر موارد طرح‌شده دارد:

ماده ۲۶۶ –در ارتباط با خطرات خاص سنگ‌زنی منیزیم باید آموزش‌های کافی به کارگران داده‌شده باشد.

ماده ۲۵۷ –تجهیزات سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید دارای سیستم جمع‌آوری گردوغبار مرطوب باشد.

مقدار سیال موجود در سیستم باید به‌گونه‌ای باشد که گردوغبار جمع‌آوری‌شده کاملاً در آن غوطه‌ور گردد.

ماده ۲۵۸- تجهیزات الکتریکی ازجمله موتورهای الکتریکی باید از نوع ضد جرقه باشند.

ماده ۲۵۹ - مخازن جمع‌آوری گردوغبارتر باید دارای تهویه باشد.

ماده ۲۶۰- لوله‌ها و کانال‌های موجود در سیستم جمع‌آوری گردوغبار باید دارای کمترین تعداد خمیدگی باشند به‌نحوی‌که امکان تمیز نمودن کامل آنها وجود داشته باشد.

ماده ۲۶۱-جریان برق ورودی به ماشین‌های سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید به موتور هواکش و کنترل‌کننده سطح مایع در سیستم جمع‌آوری گردوغبار اینترلاک شده باشد تا اگر هر اشکالی در سیستم جمع‌آوری گردوغبار پدید آید عمل سنگ‌زنی متوقف شود. ضمناً ماشین سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید دارای یک سوئیچ تأخیری یا ابزار مشابه آن باشد تا قبل از استارت موتور دستگاه سنگ‌زنی، سیستم جمع‌آوری گردوغبار به‌منظور خارج نمودن هیدروژن باقی‌مانده شروع به کار نماید.

ماده ۲۶۲- مواد و تجهیزات خاموش‌کننده آتش مناسب باید درجایی که سنگ‌زنی منیزیم انجام می‌گیرد، در دسترس باشد.

ماده ۲۶۳ - اپراتورهای دستگاه‌های سنگ‌زنی منیزیم باید دارای لباس کارهای مناسب از جنس پارچه دارای سطح صاف باشند به‌گونه‌ای که این لباس‌ها از تجمع گردوغبار منیزیم بر روی خود و همچنین بدن اپراتور جلوگیری نمایند. این لباس‌ها باید به‌صورت دوره‌ای برس زده شوند.

ماده ۲۶۴- استفاده از ماشین‌های مخصوص سنگ‌زنی قطعات منیزیمی برای سنگ‌زنی دیگر فلزات ممنوع است. در این زمینه ماشین‌های سنگ‌زنی منیزیم باید دارای علامت « فقط برای قطعات منیزیمی » باشند.

تبصره: درصورتی‌که عمل سنگ‌زنی منیزیم بندرت انجام می‌گردد می‌توان عمل سنگ‌زنی منیزیم را در دیگر دستگاه‌های سنگ‌زنی انجام داد به شرطی که قبل و پس از پایان عمل سنگ‌زنی منیزیم کلیه تجهیزات مورداستفاده ازجمله سنگ، سیستم گرد و غبارگیر و محیط اطراف نظافت گردد.

ماده ۲۶۵ -اگر گردوغبار منیزیم قابل بازیابی نباشد، آنها باید قبل از تبدیل به زباله با مواد خنثی‌کننده مخلوط شوند به‌نحوی‌که نسبت مواد خنثی‌کننده (نظیر ماسه) به منیزیم ۱: ۳ باشد. همچنین زباله‌های تولیدشده باید دفن گردد.

۳-۴ حفاظت فردی

پس از ایمن‌سازی محیط کار و ایمن‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات، به دلیل حساسیت موضوع در ریخته‌گری و ریسک بالای حوادث، حفاظت فردی به‌عنوان آخرین اقدام مهم کنترلی شناخته می‌شود. اقدام‌های حفاظت فردی بر اساس حفاظت اعضای مختلف بدن دسته‌بندی می‌شوند. لازم است به این نکته اشاره شود که حفاظت فردی اغلب به معنی تجهیزات حفاظت فردی (PPE)[۱] برداشت می‌شود. اما وسایل حفاظت فردی به تنهایی ایمنی و سلامت فرد را تضمین نمی‌کند. آگاهی و شناخت فرد از مخاطرات،

۱- Personal Protective Equipment

مهارت‌های ایمنی، توجه به محیط و دستورالعمل‌ها، حضور حواس، عدم خستگی، عدم بیماری و عدم استرس‌های روانی برای حفاظت فردی لازم است.

تجهیزات حفاظت فردی PPE شامل وسایلی است که برای حفاظت سر، حفاظت چشم، حفاظت صورت، حفاظت تنفس، حفاظت بدن و بازو، حفاظت دست، حفاظت ران و ساق پا، حفاظت پا، و حفاظت گوش استفاده می‌شود. وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کارکنان در دودسته قرار دارند؛ وسایل دائمی و وسایل اضافی. وسایل دائمی آن‌هایی است که در تمام مدت ساعت کار الزامی است، برای مثال کفش ایمنی، کلاه ایمنی و لباس کار معمولاً جزو این دسته است. وسایل اضافی بسته به کارکرد و فرآیند الزامی یا توصیه می‌شود، برای مثال هنگام باربریزی یا سرباره‌گیری ممکن است لباس نسوز و پوشش محافظ (شیلد) صورت الزامی باشد. جدول ۲-۴ نیاز به تجهیزات حفاظت فردی در کار ریخته‌گری را در دو گروه اولیه و ثانویه دسته‌بندی شرح می‌دهد. دسته تجهیزات اولیه برای کار با فلز مذاب به وسایل عمومی اضافه می‌شود و دسته ثانویه برای کارهای عمومی ریخته‌گری به کار می‌رود.

شکل ۹-۴. برای کار با مذاب، تجهیزات حفاظت فردی ویژه، افزون بر PPE معمول ریخته‌گری، لازم است. لذا تجهیزات حفاظت فردی ریخته‌گری در دودسته اولیه و ثانویه معرفی می‌شود. تجهیزات ثانویه شامل وسایل حفاظت فردی معمول و تجهیزات اولیه شامل وسایل حفاظت فردی برای کار با مذاب است. در این تصویر فرد با تجهیزات حفاظت فردی اولیه مشغول کار با مذاب است.

ماده ٦ -کارگران شاغل در صنایع ریخته‌گری باید متناسب با نوع کار و خطرات موجود با وسایل حفاظت فردی مناسب (عینک‌های ایمنی و حفاظتی، گوشی ایمنی، کلاه و کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، گتر حفاظتی و لباس مقاوم به حرارت و مانند آنها) مطابق با آیین‌نامه وسایل حفاظت فردی مصوب شورای عالی حفاظت فنی تجهیز گردند.

جدول ۲-۴. خلاصه‌ای بر تجهیزات حفاظت فردی PPE اولیه و ثانویه برای ریخته‌گری.

نوع حفاظت	تجهیزات حفاظت فردی اولیه (برای کار با فلز مذاب ـ افزون بر تجهیزات ثانویه)	تجهیزات حفاظت فردی ثانویه (برای کارهای عمومی ریخته‌گری)
سر	برای جاهایی که امکان سقوط اجسام از ارتفاع است، یا در ارتفاع بالای سر کاری در حال انجام است، مثلا روی نیم‌طبقه mezzanine، کلاه ایمنی صنعتی لازم است. درجاهایی که غبار و ذرات هست، سرپوش لازم می‌شود.	
گوش‌ها	برای انتخاب وسایل حفاظت گوش، لازم است به سطح آلودگی صدا در محیط، تطابق با کار، آسایش فرد، برقراری ارتباط، سطح شنوایی و ویژگی‌های فردی توجه شود.	
چشم و صورت	شیلد صورت و حفاظت گردن	عینک ایمنی صنعتی با حفاظ جانبی حداقل تجهیز است.
تنفس	انتخاب وسیله مناسب حفاظت تنفس، به موارد زیر بستگی دارد: نوع آلودگی و غلظت آن، نوع کار، روش انجام کار، مدت کار و نرخ تکرار کار و ویژگی‌های فیزیکی و روانی اپراتور. وجود موهای صورت در موارد لزوم منع می‌شود.	
تن و بازوها	یک ژاکت از چرمی یا جنس مقاوم دیگر روی لباس‌های دیگر پوشیده شود. این ژاکت می‌بایست فاقد جزییات مانند جیب، سرآستین، چاک و غیره باشد، تا باعث گیرکردن به لبه‌ها و ابزار و یا حبس مذاب در لباس هنگام پاشش نشود. لازم است لباس هر بار به‌طور کامل پوشیده شود.	پیراهن آستین‌بلند بافته‌شده از الیاف مقاوم‌به‌گرما (مثل پشم یا نخ سنگین) لازم است دگمه‌ها و زیپ‌های لباس بسته باشد تا از ورود پاشه و جرقه مذاب و تراشه و غبار و مواد شیمیایی از یقه و آستین و درزها به درون لباس جلوگیری شود.
دست‌ها	دستکش‌های بلند مقاوم‌به‌گرما از جنس کولار یا چرم سنگین که پایین بازوها را نیز بپوشاند.	در انتخاب دستکش لازم است به موارد زیر توجه شود: مخاطرات کار مثل سوختگی، بریدگی، ساییدگی و مواد شیمیایی، محیط کار و فرد محافظت شونده، اندازه، آسایش، چابکی و حرکت انگشتان دست.

ران و ساق پا	وقتی ریسک پاشش و جرقه مذاب هست، لازم است شلوار چرمی یا جنس مقاوم مناسب پوشیده شود. لازم است شلوار روی ساق کفش را بپوشاند و جزییات مانند جیب و بند و درز، که مذاب را حبس یا به لبه‌ها گیر می‌کند، نداشته باشد.	شلوارمقاوم‌به‌گرما
پاها	کارگران می‌بایست در محل کار همواره کفش ایمنی بپوشند، مگر آنکه ملاحظات پزشکی مشخصی وجود داشته باشد. در آن صورت نیز حفاظت مؤثر دیگری از پا لازم است.	

شکل ۱۰-۴. علائم تجهیزات حفاظت فردی لازم برای حضور در سایت ریخته گری.

■ ۴-۳-۱ حفاظت سر

استفاده از کلاه ایمنی[۱] در تمام کارگاه‌های ریخته‌گری برای همه افراد ضروری است. کلاه ایمنی معمول سبک، مقاوم به ضربه، برخورد، سوراخ شدگی، گرما، آتش و برق و دارای بند و تسمه استاندارد است. کلاه ایمنی در کلاس A (مناسب برای کارگاه‌ها و کارخانه‌ها)، کلاس B (مناسب برای عملیات الکتریکی)، کلاس C (مناسب برای کارهای ساختمانی) و کلاس D (مناسب برای آتش‌نشانی) ساخته می‌شود. در استاندارد ANSI کلاه‌های ایمنی در کلاس‌های E (الکتریکی)، G (عمومی) و C (رسانا) دسته‌بندی می‌شوند. استانداردهای کلاه ایمنی BS EN 397، ISO 3873و ANSI/ISEA Z89 هستند.

■ ۴-۳-۲ حفاظت چشم و صورت

در بسیاری از عملیات ریخته‌گری ریسک پرتاب ذرات، اشیاء، تراشه چوب، براده فلز، پلیسه، جرقه و مذاب وجود دارد. هنگام استفاده از افشانه، ماسه پاشی، هوای فشرده و چکش زدن به قطعه ممکن است پرتاب ذرات ماسه یا فلز آسیب‌های جدی به چشم وارد کنند. تقریباً در تمام عملیات کارگاه ریخته‌گری، حداقل استفاده از عینک محافظ الزامی است. ویژگی‌های عینک ایمنی مناسب بسته به نوع عملیات کاری ممکن است متفاوت باشد. اما به‌طورمعمول یک عینک ایمنی مناسب مقاوم‌به‌گرما، دیرسوز، انعطاف‌پذیر و با درجه تیرگی مناسب برای تابش مذاب است. شیلدهای مقاوم‌به‌گرما که به کلاه ایمنی متصل می‌شوند برای محافظت در برابر پاشش مذاب و مواد و جرقه مناسب هستند. کوره‌بان‌ها و افرادی که با مذاب کار می‌کنند، نیاز به سرپوش‌های نسوز و شیلد مخصوص دارند. در هنگام استفاده از سرپوش، تلق‌های رنگی محافظ چشم در برابر تابش مذاب با درجه تیرگی مناسب لازم است.

■ ۴-۳-۳ حفاظت تنفسی

ماسک‌های تنفسی غبارگیر، فیلتردار، هوارسان و یا اکسیژن بسته به شرایط کاری برای محافظت از دستگاه تنفسی استفاده می‌شوند. لازم است ماسک در یک برنامه منظم شسته، نگهداری و یا تعویض شود و هر ماسک تنها به یک فرد اختصاص داده شود. استفاده از ماسک در هنگام نسوزکوبی و تعمیر و نگهداری دیرگداز کوره الزامی است. همچنین برای کوره‌بان‌ها و افرادی که در مجاورت مذاب، لازم است یادآوری شود که عملیات شارژ مواد، تخلیه ذوب، عملیات کیفی مذاب و بارریزی در قالب به‌طورمعمول با آزاد شدن گازهای سمی بیش‌ازحد استاندارد همراه است و استفاده از ماسک محافظ تنفس را الزام‌آور می‌کند.

■ ۴-۳-۴ حفاظت دست‌و پا

در فصل مخاطرات بیان شد که سوختگی از مخاطرات اصلی محیط کار ریخته‌گری است. در بیشتر کارگاه‌هایی که با مذاب و اجسام داغ سروکار دارند، استفاده از دستکش مقاوم‌به‌گرما الزامی است. همچنین

۱- Safety Helmet

در کارگاه‌هایی که با قراضه، قطعات فلزی و ابزار سروکار دارند استفاده از دستکش سنگین‌کار[۱] نیاز است. لذا در بیشتر مکان‌های کار ریخته‌گری، دستکش مناسب یک PPE دائمی به‌حساب می‌آید. دستکش مناسب کار، مانع حرکت انگشتان نمی‌شود، عایق گرما و رطوبت و در برابر ابزار برنده و تیز مقاوم است. دستکش مخصوص کار با مذاب، بلند است و از مواد دیرسوز مانند کولار یا چرم سنگین ساخته می‌شود. استاندارد AS/NZS 2161. 1 مواردی را برای انتخاب، کاربرد و نگهداری دستکش مناسب کار بیان می‌کند.

کفش ایمنی مقاوم به ضربه، دیرسوز و دارای استحکام کافی برای نیروی فشاری ۱۱۰۰ kg است. کوره‌بان و افرادی که در نزدیکی ذوب کار می‌کنند برای محافظت دست‌وپا از ساق‌بند و پاپیچ نسوز مخصوص با پوشش عایق و بازتابنده گرما استفاده می‌کنند. در نزدیکی کوره و مذاب، چکمه‌ی نسوز برای محافظت از پا در برابر پاشش و مذاب لازم خواهد بود. همچنین کفش ایمنی در برابر کوفتگی، له‌شدگی، سقوط اجسام و قطعات، پیچ‌خوردگی، لغزش روی سطوح لغزنده و برق‌گرفتگی از فرد محافظت می‌کند. استاندارد بین‌المللی BS EN ISO 20345: 2011 انواع پاپوش و کفش ایمنی و ویژگی‌های کفش ایمنی[۲] مناسب را بیان می‌کند.

۵-۳-۴ حفاظت بدن و بازوها

لباس کار در کارگاه ریخته‌گری به دلیل مخاطرات پاشش مواد ذوب و گرما و تابش از حساسیت بیشتری برخوردار است. لازم است لباس کار کوره‌بان:

- روکش نسوز و بازتابنده تابش گرما (آلومینیم) داشته باشد.
- از الیاف نسوز یا دیرسوز بافته شود.
- در ناحیه شانه و یقه و سینه، محافظت مضاعف داشته باشد.
- بدون چین‌خوردگی، جیب، یا لبه باشد (خطر گیرکردن به اطراف)
- قابلیت درآوردن سریع داشته باشد.
- لباس‌زیر و جوراب از جنس نایلون نباشد.
- اگر ریسک شوک‌های گرمایی بالا باشد، لباس خنک‌کننده با آب نیاز است.

■ ۶-۳-۴ حفاظت گوش و شنوایی

در شرایطی که به‌طورمعمول شدت صدا بیش از ۸۵ dB است حفاظت از گوش و شنوایی لازم می‌شود. این شرایط در کارگاه‌های ریخته‌گری که با کوره قوس کار می‌کنند و یا در کارگاه‌های تمیزکاری زیاد گزارش‌شده است. درجاهایی که منبع تولید صدا گریزناپذیر باشد و اقدامات دیگر مانند حفاظ‌های صوتی دور دستگاه جوابگو نشود، استفاده از گوش‌گیر اسفنجی یا گوشی ایمنی لازم است. حدود مجاز صدا در محیط برای کارکرد روزمره ۸۵ dB پیشنهادشده است. در مقادیر بالاتر از این اقدامات کنترل محیطی لازم و پس‌ازآن

۱- Heavy-duty
۲- footwear

درصورتی‌که اقدامات قبلی جوابگو نباشد، حفاظت فردی لازم است.

■ ۴-۳-۷ حفاظت فردی فراتر از تجهیزات

موضوع حفاظت فردی اغلب در وسایل حفاظت فردی PPE خلاصه می‌شود. درحالی‌که PPE به‌طور کامل حفاظت فرد را تضمین نمی‌کند. برای مثال حفاظت از مفصل‌ها و ستون فقرات نیاز به توجه فرد به سبک و ارگونومی کار دارد. در این مورد تجهیزات حفاظت فردی به‌تنهایی کمکی نمی‌کند. مجموعه دانش، مهارت، سبک‌کار و ارگونومی نیز در کنار وسایل حفاظت فردی لازم است. به‌ویژه در هنگام جابجایی بار و کارهای دستی، مهارت، حفظ تعادل بدن و رعایت آموزه‌های ارگونومی بسیار اهمیت دارد. توجه به وزن و شکل بار، مرکز ثقل بار، چگونگی حرکت بدن در هنگام برداشتن و گذاشتن، استفاده از تسمه و قلاب و کنترل بار در هنگام حرکت بسیار اهمیت دارد. به‌ویژه در کارگاه‌های قالب‌گیری دستی، قالب‌های ریخته‌گری معمولاً سنگین‌تر از آن هستند که به نظر می‌رسند. برای جابجایی قالب‌های بزرگ لازم است، از جرثقیل استفاده شود یا نیروی چند نفر کارگر به کار گرفته شود.

۵

فصل پنجم

حادثه و شرایط اضطراری

حادثه و شرایط اضطراری

احتمال حادثه همواره هست. اما، مدیریت ایمنی و سلامت تنها به پیشگیری از حادثه محدود نمی‌شود. پیش‌آمد پرخطر در محیط کار محتمل است و با هر شرایط و به هر دلیل امکان دارد اتفاق بیفتد؛ اما یک پیش‌آمد، در لحظه‌های نخست با آسیب مهلک و تلفات شروع نمی‌شود. برای مثال انفجار، آتش‌سوزی، جاری شدن و پاشش مذاب، سقوط وسایل، گرمازدگی، سوختگی و مشابه آن، ممکن است با آسیب ماندگار و تلفات جانی شروع نشود؛ اما باگذشت زمان کوتاهی، احتمال دارد رویداد تبدیل به حادثه شده و با ایجاد زنجیره‌ای از رویدادهای پشت سرهم، خسارت، آسیب‌های جدی، جراحت‌های ماندگار و تلفات برجای بگذارد. گزارش‌های پراکنده پرشماری از حادثه‌های ریخته‌گری منتشرشده است. به‌جز داده‌های حوادث که توسط اداره کار ایالات‌متحده آمریکا منتشر می‌شود، و به‌جز گزارش‌های پراکنده از دور دنیا، آمار جامع و دقیقی از حوادث کار ریخته‌گری در کشورهای دیگر و در ایران یافته نمی‌شود. پژوهشی در کارخانه‌های ریخته‌گری مکزیک در سال ۱۹۷۷م. (۱۳۵۵هـ. ش.) نشان داد که در آن زمان، سالانه از هر ۱۰۰ نفر کارگر ۲۹ نفر دچار حادثه می‌شده‌اند، که در بین آنها، ۲۰ مورد ناتوانی دائمی و ۱ مورد فوت بوده است. در آن زمان، این آمار رتبه دوم را پس از حوادث کار معدن داشته است. هنوز پژوهش‌های پراکنده روی آمار حادثه‌ها و جراحت‌های ریخته‌گری انجام می‌شود. اگرچه به نظر می‌رسد در این دوره زمانی، رتبه اول حوادث کار مربوط به ساختمان و معدن باشد، اما پژوهش‌ها و داده‌های آماری اداره کار ایالات‌متحده آمریکا نشان می‌دهد که آمار حادثه و جراحت در صنایع مربوط به ریخته‌گری هنوز بیشتر از صنایع دیگر است.

در شرایط اضطراری وقوع یک رویداد، بسیار حیاتی است که محیط کار و افراد برای اقدام‌های فوری ایمنی، آمادگی لازم را داشته باشند. سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار، می‌بایست در فهرست اقدامات

پیش‌گیرانه و کنترلی خود، به اقدام‌های فوری برای شرایط اضطراری وقوع رویداد و پس‌ازآن بپردازد. لازم است از شکل‌گیری رویدادهای زنجیره‌ای پیش‌گیری شود. همچنین بسیار مهم است که کارگران برای چنین شرایط اضطراری آموزش‌دیده و مانورهای تمرینی داشته باشند.

فصل حاضر در بخش اول گزارشی کوتاه بر چند حادثه در کارگاه‌های ریخته‌گری دارد تا درک بهتری از شرایط مشابه در رویدادهای محیط کار ایجاد کند. در بخش‌های پس‌ازآن، اقدامات مؤثر برای شرایط اضطراری به‌طور خلاصه نام‌برده و معرفی‌شده است.

۵-۱ مروری بر حوادث کار ریخته‌گری

این بخش منتخبی از گزارش‌های مستند از چند حادثه در کارخانه‌های ریخته‌گری را به‌طور مختصر ارائه می‌کند. موارد منتخب مربوط به انفجار مذاب، آتش‌سوزی در کارگاه قراضه و واژگونی پاتیل مذاب هنگام بارریزی است.

■ ۵-۱-۱ انفجار مذاب

برای آشنایی با انفجار مذاب، گزارشی ویدیویی از دیلی میل در دسامبر ۲۰۱۹م در یک کارخانه آلومینیم‌ریزی مرور می‌شود. شکل ۵-۱ گزارش تصویری از لحظه انفجار بخار در یک کوره ذوب آلومینیم، که دوربین کارگاه ثبت کرده است، را در چهار قاب نشان می‌دهد. در قاب اول، دو کارگر راننده، سوار بر لیفتراک، در حال باردهی بسته قراضه پرس شده آلومینیم به دو کوره شعله‌ای هستند. در اطراف کارگاه بسته‌های قراضه پرسی و کلاف‌های برگشتی ورق آلومینیم چیده شده است. گزارش، اطلاعاتی از اسم و آدرس و محصول کارخانه ندارد. بااین‌حال احتمال می‌رود که تصاویر از یک کارخانه تولید ورق آلومینیم در بریتانیا ثبت‌شده باشد، که دو کوره با ظرفیت حدود ۲ تن، دو ماشین ریخته‌گری دمسرد DC تختال و یک خط نورد ورق دارد با ظرفیت تولید سالانه در حدود ۱۰۰۰ ton دارد. قاب دوم شکل ۵-۱ چند ثانیه بعد از قاب اول، لحظه انفجار مهیب کوره سمت راست را نشان می‌دهد. مقدار زیادی مواد مذاب از دهانه کوره به بیرون پرتاب می‌شود. یک‌تخته پالت چوبی در پایین قاب دوم در میان قراضه‌ها دیده می‌شود که در لحظه انفجار هنوز سالم است. قاب سوم حجم پاشش و دامنه پرتاب مذاب را نشان می‌دهد. ازآنجاکه مذاب آلومینیم نسبتاً سبک است، مذاب تا انتهای محوطه کارگاه پاشیده شده است. پالت چوبی در پایین قاب سوم آتش‌گرفته و لیفتراک در بین گدازه‌ها مانده است. خوشبختانه شیشه جلو لیفتراک سپر شده و در مقابل حجم زیادی از پاشش مذاب قرارگرفته و از مرگ آنی راننده جلوگیری کرده است. در قاب چهارم راننده لیفتراک، که احتمالاً در شوک است، موفق می‌شود که لیفتراک را با چند حرکت از محل گدازه‌ها دور کند و از آن خارج شود. این در حالی است که چرخ‌ها و موتور لیفتراک در آتش می‌سوزد. در این حادثه خوشبختانه راننده لیفتراک جان سالم به در برده است. در گزارش آمده که علت انفجار، وجود رطوبت در قراضه پرس شده بوده است. حدس بر این است که یک قوطی آلومینیمی نوشابه، که مقداری مایعات نوشیدنی یا آب باران در آن باقی‌مانده، منجر

به چنین حادثه‌ای شده باشد.

شکل ۱-۵. انفجار بخار در کوره ذوب آلومینیم، گزارش دیلی میل، دسامبر ۲۰۱۹ در چهار قاب.

دیگر حوادث انفجار مذاب، مشابه نمونه بالا، زیاد گزارش‌شده‌اند؛ با این تفاوت که متأسفانه در بسیاری از آن‌ها افراد و کارگران جراحت دیده‌اند، دچار آسیب‌های جدی و ماندگار شده‌اند و یا حتی جان خود را از دست داده‌اند. در گزارشی از ای پی نیوز[1] به تاریخ ژوئن ۱۹۹۵م. آمده است که در شهر ورشو در کارخانه چدن‌ریزی دالتون، کوره ذوب، همانند یک «سلاح شات‌گان»، مقدار زیادی مذاب را به سمت ۱۹ نفر کارگر «شلیک» کرده است. لباس‌ها و پوست کارگران سوخته، وضعیت ۳ نفر از آنها وخیم بوده، که یک نفر از آنها، ناحیه زانو به پایین را ازدست داده است. پیراهن و شلوار جین کارگران شبیه به کاغذ سوخته درآمده و از لباس یکی از آنها به‌جز یقه چیزی باقی نمانده است. در مورد علت حادثه این‌طور گفته‌شده که در ابتدا به خاطر ورود رطوبت به کوره، مقدار مختصری پاشش مذاب اتفاق افتاده است. اما اندکی مذاب پرتاب‌شده، به یک لوله پلیمری آب در آن نزدیکی رسیده است. پاشش اندک مذاب باعث پارگی خط لوله آب شده و منجر به فوران آب شده است. سپس مقدار بیشتری آب به داخل کوره رفته است. در آن هنگام، انفجار به‌صورت شلیک‌های پی‌درپی مذاب به همه اطراف روی داده است.

■ ۲-۱-۵ آتش‌سوزی در کارگاه قراضه

در خبرها گزارش‌های پرشماری از آتش‌سوزی در کارگاه‌های قراضه وجود دارد. شکل ۵-۲، شکل ۳-۵ و شکل ۴-۵ گزارش‌هایی از آتش‌سوزی در کارگاه‌های قراضه را نشان می‌دهد. در ضایعات فلزی کارگاه‌های قراضه، وجود پلاستیک، روغن، سوخت و باطری، ریسک آتش‌سوزی و انفجار را بالا می‌برد. همچنین برخی فلزات مانند منیزیم در قطعات ماشین‌ها، یا غبار ضایعات، می‌توانند در حضور رطوبت، نور آفتاب یا جرقه‌های ایجادشده در هنگام جابجایی شعله‌ور شوند.

۱- https: //apnews. com/article/۱۲۷f۲۵۲۷e۷bb۱٤۸۲۱bd۱۷۰cb۸bef۵۳fa

شکل ۲-۵. آتش‌سوزی کارگاه قراضه سکرز Sackers Recyling در بلکنهام UK سپتامبر ۲۰۱۷م، گزارش BBC News، که در آن شعله‌های آتش به ۹ متر می‌رسیده است. طبق گزارش، دلیل حادثه وجود باتری در ضایعات بوده است. در ضایعات فلزی، وجود پلاستیک، روغن، سوخت و باطری باعث پیشرفت آتش می‌شود. البته در گزارش آمده است که به‌طور خاص وجود فلز منیزیم در قطعات ماشین‌ها، ریسک آتش‌سوزی را بالا می‌برد.

شکل ۳-۵. آتش‌سوزی در کارخانه بازیافت فلزات شمالی، در شهر بکر ایالت مینه‌سوتا، USA فوریه ۲۰۲۰م گزارش MPRNews. مهار شعله‌های آتش درون دپوی قراضه توسط آتش‌نشانان با مشکل مواجه می‌شود و آتش‌سوزی چندین روز ادامه پیدا می‌کند، به‌طوری که دود غلیظ برای ساکنان منطقه ایجاد مشکل می‌کند.

ادامه تصویر ۳-۵. آتش‌نشانان برای خاموش کردن آتش ناچار به برداشتن تک‌تک قطعات قراضه برای رسیدن به شعله‌های زیرین می‌شوند.

شکل ۴-۵. مهار آتش در کارگاه قراضه کانزاس سیتی USA، ژوئن ۲۰۱۹م. گزارش Kansas City Star.

■ ۳-۱-۵ حادثه در بارریزی پاتیل

هنگام بارریزی ریسک حوادث بالا است. شکل ۵-۵ چهار قاب تصویر از یک گزارش ویدیویی را در یک کارخانه، که احتمالاً شمش‌ریزی آلومینیم است، نشان می‌دهد. در این گزارش، ظاهراً یک کارگر در حال تخلیه مذاب آلومینیم از پاتیل به درون کوره شعله‌ای است. به‌طور تقریبی پاتیل دارای ۵ تن آلومینیم مذاب است و با جرثقیل سقفی جابجا شده و نگه‌داشته شده است. آن‌طور که از ویدیوی گزارش مشاهده‌شده، سایه یک جرثقیل سقفی دوم دیده می‌شود (خود جرثقیل در شکل نیست)، که بدون توجه به عملیات بارریزی و پاتیل، حرکت کرده و از بالا به جرثقیل پاتیل برخورد می‌کند. این برخورد باعث انحراف پاتیل می‌گردد. کارگر متوجه ضربه و تکان شدید پاتیل می‌شود و خود را از پاتیل دور می‌کند (شکل ۵-۵ قاب دوم، کارگر با فلش مشخص‌شده است) تا از آسیب جدی به خود جلوگیری کند. این یک اقدام اضطراری مناسب برای این شرایط است. اما گزارش ویدیویی نشان می‌دهد که کارگر سراسیمه شده و ریسک سقوط وی از سکو بالا بوده است. مذاب به کف کارگاه می‌ریزد و باعث آتش‌سوزی و انفجار می‌شود. کارگر که از پاتیل دور شده است، ناگهان تصمیم می‌گیرد که به روی سکو بازگردد و از تخلیه بیشتر ذوب جلوگیری کند. اما او موفق نمی‌شود تخلیه ذوب از پاتیل را متوقف کند. این اقدام خارج از دستورالعمل ایمنی است و ممکن بوده که باعث آسیب جدی یا مرگ وی شود. براثر لنگر ضربه اول، پاتیل می‌چرخد و چون مکانیزم توقف بارریزی ندارد، بیشتر مذاب به اطراف ریخته می‌شود. در این گزارش ویدیویی کارگر تا پایان گزارش ویدیویی از محل حادثه دور نشده است. او تجهیزات حفاظت فردی کامل ویژه کار با مذاب ندارد، در حالی که ریسک انفجار و پاشش مذاب به روی سمت او بسیار بالا بوده است. به نظر می‌رسد که کارگر به‌اندازه کافی برای چنین شرایطی آموزش و آمادگی نداشته است. ظاهراً کارگر آسیب یا جراحت جدی ندیده است، اما گزارش کامل یا اطلاعات بیشتری لازم است تا میزان تلفات و خسارت این حادثه شناخته شود.

در این حادثه به نظر می‌رسد که برخورد جرثقیل دوم به جرثقیل حمل پاتیل باعث بروز حادثه شده باشد. احتمال دارد که اپراتور جرثقیل دوم از وجود پاتیل و عملیات بارریزی خبر نداشته باشد. اگرچه در ویدیوی گزارش، چراغ خطر تخلیه ذوب از دید دوربین دیده می‌شود، اما اپراتور جرثقیل متوجه آن نشده است. همچنین احتمال دارد که در سیستم کنترل یا ترمز جرثقیل مشکلی بوده باشد. گذشته از آن، ظاهراً دو جرثقیل برای جلوگیری از برخورد به همدیگر ایمن‌سازی نشده بودند. علاوه بر آن پاتیل بزرگ جابجایی مذاب، مکانیزم توقف تخلیه خودکار نداشته و چنانکه در شکل دیده می‌شود تا پایان حادثه در وضعیت تخلیه باقی‌مانده است. اگر هر یک از این مخاطرات شناسایی و کنترل‌شده بود، شاید این حادثه اتفاق نمی‌افتاد یا گسترش نمی‌یافت و باعث آسیب کمتری می‌شد.

شکل ۵-۵. قاب اول: کارگر در حال باریزی آلومینیم مذاب با پاتیل آویزان با جرثقیل است. قاب ۲: جرثقیل سقفی دوم از بالا به جرثقیل پاتیل برخورد می‌کند و باعث انحراف پاتیل می‌شود. کارگر خود را از پاتیل دور می‌کند (فلش). قاب ۳: مذاب به کف کارگاه می‌ریزد و کارگر موفق نمی‌شود تخلیه را متوقف کند. قاب ۴: براثر ضربه اول، پاتیل می‌چرخد و چون مکانیزم توقف باریزی ندارد، بیشتر مذاب به اطراف ریخته می‌شود. ویدیوی کامل در reddit. com

■ ۴-۱-۵ انفجار کوره القایی

در تاریخ ۲۴ آذرماه ۱۳۹۹ یک گزارش خبری ـ تصویری از انفجار کوره و آتش‌سوزی در یک کارگاه ریخته‌گری در شهرک صنعتی سلفچگان منتشر شد. شکل ۶-۵ تصویری از ستون دود و غبار برخاسته از کارگاه را لحظاتی پس از انفجار نشان می‌دهد. گزارش خبری روز حادثه بیان می‌کند که حادثه در همان هنگام با فوت ۲ نفر و جراحت ۷ نفر همراه بوده است. در گزارش خبری به میزان خسارت وارده اشاره‌ای نشده است.

شکل ۶-۵. انفجار کوره ذوب و آتش سوزی در شهرک صنعتی سلفچگان، آذر ۱۳۹۹، این حادثه همراه منجر به فوت دست کم ۲ نفر و جراحت ۷ نفر گردید. گزارش خبری دیده‌بان ایران.

تحقیقات از محل حادثه و بررسی‌های کارشناسان ایمنی علت حادثه را پل زدن کوره القایی ۲۰ تنی ذوب فولاد در کارگاه ریخته‌گری بیان نموده است. در گزارش کارشناسی آمده است که کوره با مقدار زیادی آهن اسفنجی شارژ شده بود. آهن اسفنجی (DRI) به نسبت قراضه فولاد ارزان‌تر است، اما کف‌باره و سرباره بیشتری تولید می‌کند. همچنین به دلیل چگالی کم و تخلخل زیاد، روی ذوب شناور می‌شود و احتمال پل‌زدن (تشکیل پوسته جامد) و حبس گاز زیر پوسته را افزایش می‌دهد. به دلیل رعایت نشدن الزامات ایمنی و فنی در ذوب کوره، به نظر می‌رسد این احتمال به وقوع پیوسته و کوره را در شرایط اضطراری قرار داده است.

استانداردها و دستورالعمل‌های ایمنی، در شرایط اضطراری پل‌زدن کوره، معمولاً دستور به تخلیه کارگاه و خاموش کردن کوره می‌دهند. با این وجود، در این حادثه، ظاهرا آگاهی و آموزش کافی برای این شرایط اضطراری وجود نداشته است و هیچ نشانی از اعلام شرایط اضطراری پس از مشاهده پل‌زدن کوره گزارش نشده است. برخلاف آن، گزارش بیان می‌کند که عوامل تولید، پس از پل‌زدن کوره به عملیات تولید همانند

شرایط معمول ادامه داده‌اند. علاوه بر آن، گزارش بیان می‌کند که جرثقیل‌های کارگاه، استاندارد ایمنی کافی برای کار در کارگاه ریخته‌گری را نداشته‌اند.

با ادامه کار کوره، عدم توجه به شرایط اضطراری و بسته شده سطح مذاب در کوره، فشار درون بوته به تدریج افزایش یافته است. فشار داخل کوره آنقدر بالا رفته که منجر به نفوذ مذاب به دیواره‌ی نسوز، تخریب نسوز و تخریب کویل شده است. کویل مسی دور کوره به شکل لوله توخالی است و با جریان آب درون لوله خنک‌کاری می‌شود. تخریب نسوز و کویل و تماس مذاب با کویل باعث پاشش مقداری قابل‌توجهی آب به درون کوره می‌شود. از این رو، با تماس آب با فولاد مذاب، انفجار مهیب رخ داده و مواد مذاب کوره را هم از بالا و هم از پایین به بیرون پرتاب کرده است. پرتاب مواد مذاب از بالای کوره منجر به مرگ دو نفر در کابین جرثقیل بالای کوره شده است. شکل ۷-۵ نمایی از کویل و دیواره تخریب شده همان کوره القایی را پس از حادثه انفجار نشان می‌دهد. تخریب و ذوب‌شدن چندین ردیف کویل در ته کوره در شکل مشاهده می‌شود.

شکل ۷-۵. نمایی از کویل و دیواره تخریب شده کوره القایی ۲۰ تن ذوب فولاد در حادثه انفجار کوره سلفچگان. پس از بررسی‌های کارشناس ایمنی مشخص شد که علت حادثه پل‌زدن کوره القایی ذوب بوده است. کوره با آهن اسفنجی شارژ شده و عدم رعایت الزامات ایمنی ذوب باعث بسته شده سطح مذاب شده است. فشار درون بوته آنقدر بالا رفته که منجر به تخریب نسوز و کویل و ورود جریان آب به کوره گردیده است. با تماس آب کویل با فولاد مذاب، انفجار مهیب رخ داده و مواد مذاب کوره را هم از بالا و هم از پایین به بیرون پرتاب کرده است. این حادثه منجر به مرگ دو نفر در کابین جرثقیل بالای کوره شد. پدیده پل زدن کوره در بخش مخاطرات کوره شرح داده شده است.

۵-۲ اقدام برای شرایط اضطراری

همیشه این امکان وجود دارد که در هنگام وقوع یک رویداد[۱]، با آمادگی و پاسخ مناسب، آسیب‌های ایمنی و سلامت به حداقل برسد و رویداد تبدیل به یک حادثه[۲]، به شکل فاجعه با آسیب و تلفات زیاد، نشود. استاندارد بین‌المللی سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار بیان می‌کند که یکی از الزامات برقراری ایمنی و سلامت در محیط کار، ایجاد آمادگی و پاسخ مناسب به رویدادهای محیط کار است.

■ ۵-۲-۱ آمادگی برای شرایط اضطراری

اقدامات لازم می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- مستندسازی و نگهداری اطلاعات رویدادها و حوادث
- شناسایی شرایط اضطراری و برنامه‌ریزی اقدام‌های اضطراری (پاسخ) برای آنها
- برقراری، برنامه‌ریزی و آموزش کمک‌های اولیه
- ارائه آموزش لازم برای اقدام‌های اضطراری (پاسخ‌ها)
- آزمایش دوره‌ای میزان آمادگی افراد برای انجام اقدام‌های اضطراری
- ارزیابی کارایی و تأثیر اقدام‌های اضطراری پس از شرایط آزمایشی و پس از شرایط واقعی
- برقراری ارتباطات و اطلاعات لازم به همه افراد و مشخص کردن مسوولیت‌ها و وظایف آنها در شرایط اضطراری
- شناسایی نیازها برای شرایط اضطراری، درنظرگرفتن پیمانکاران مناسب برای رفع نیازها، حصول اطمینان از پیاده‌سازی خدمات پیمانکاران
- استاندارد مدیریت ایمنی و سلامت کار توصیه می‌کند که در زمان شناسایی هر مخاطره لازم است به شرایط اضطراری نیز توجه شود:
- برای هر مخاطره شناسایی‌شده در هر عملیات، شرایط معمول (روتین[۳])، و شرایط غیرمعمول (غیرروتین[۴]) ناشی از آن مخاطره شناسایی شود.
- رویدادها و حوادث گذشته، چه در درون کارخانه، چه در بیرون در کارخانه‌های مشابه، مستندسازی و بررسی شوند.
- شرایط اضطراری شناسایی گردند و در شناسایی شرایط اضطراری تمام تجربیات گذشته و تمام احتمالات و عوامل داخلی یا خارجی درنظر گرفته شوند.
- افراد که در شرایط اضطراری به عملیات دسترسی دارند، یا تحت تأثیر آن شرایط قرار می‌گیرند، شناسایی شوند.

برای شناسایی شرایط اضطراری، لازم است تمام احتمالات و عوامل داخل و خارجی در نظر گرفته

۱- Incident
۲- Accident
۳-Routin
٤- Non-routin

شوند. وقوع شرایط اضطراری لزوماً ناشی از یک ریسک در عملیات موردنظر نیست. برای مثال واژگونی پاتیل مذاب در یک کارگاه، می‌تواند برای کارگاه‌های مجاور نیز ایجاد شرایط اضطراری کند. لذا ممکن است شرایط اضطراری ناشی از یک عامل دیگر در نزدیکی یا همسایگی محل عملیات ایجاد شود. در هنگام شناسایی شرایط اضطراری، توجه به موارد زیر لازم است (هرچند ممکن است کافی نباشد):

- کارکردهای غیرمعمول ماشین‌آلات و تجهیزات که منجر به شرایط اضطراری می‌شود.
- خطاها انسانی و رفتارهای غیرمعمول که منجر به شرایط اضطراری می‌شود.
- شرایط غیرمعمول کارگاه‌ها یا عملیات که در همسایگی یا در نزدیکی محل موردنظر هستند.
- شرایط غیرمعمول که از عوامل طبیعی مانند طوفان، زلزله یا سیل ایجاد می‌شود.

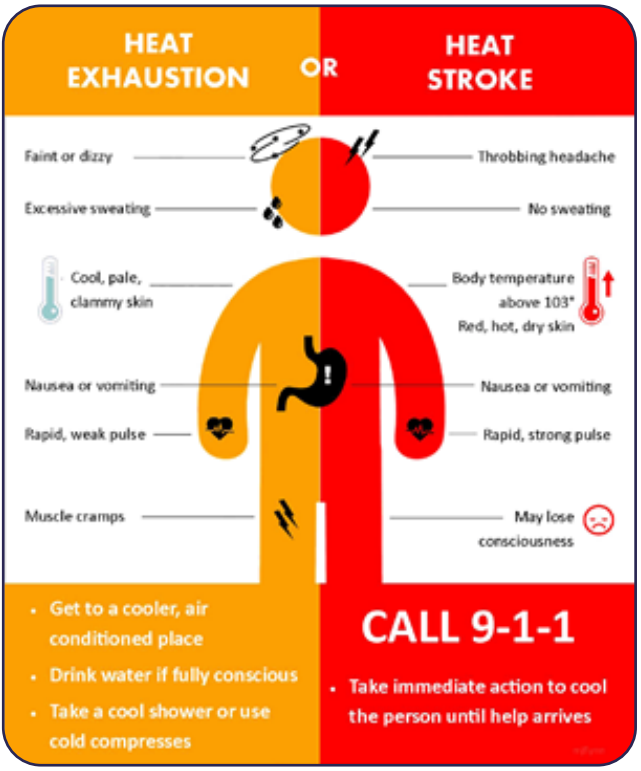
■ ۲-۲-۵ اقدام‌های فوری در شرایط اضطراری

برای کنترل ریسک مخاطرات در پی وقوع رویدادها، شناسایی اقدامات فوری لازم و حیاتی است. اقدام‌های فوری بسته به نوع رویداد متفاوت هستند. بااین‌وجود معمولاً اولین اقدام، حرکت به سمت مکان حفاظت‌شده یا پناه گاه ایمنی است. بنابراین لازم است مکان‌های حفاظت‌شده و پناهگاه‌های ایمن شناسایی‌شده و با علائم لازم نشان‌گذاری شده باشند. نمونه‌هایی از شرایط اضطراری برای کارگاه‌های ریخته‌گری در جدول۱-۵ به‌طور مختصر مرور می‌شود. برای هر مورد، اقدام‌های فوری برای افراد حاضر در رویداد بیان‌شده است. لازم به توضیح است که این موارد تنها به‌عنوان‌مثال آمده‌اند.

جدول ۱-۵. نمونه‌هایی از شرایط اضطراری و اقدامات کنترلی فوری در کارگاه ریخته‌گری

رویداد/شرایط اضطراری	اقدامات کنترلی	راهنما / استاندارد
انفجار و آتش‌سوزی	• خروج به محل ایمن یا پناه گرفتن در سکو و پناهگاه ایمن • اعلام شرایط اضطراری • اقدامات اضطراری برای کنترل مذاب، آتش‌سوزی و انفجار	ISO ۱۹۳۵۳
پل زدن کوره القایی	• اعلام زنگ اضطراری برای تخلیه افراد از کارگاه • خاموش کردن بی‌درنگ کوره برای کاهش فشار داخل بوته • کج کردن کوره برای ذوب شدن لایه سطحی	
واژگونی پاتیل مذاب	• اعلام زنگ اضطراری برای تخلیه افراد از کارگاه • کلید اضطراری توقف باربری	
پرتاب و ریزش مذاب	• حرکت به سمت سکو و پناهگاه ایمن • اقدامات اضطراری برای کنترل مذاب، آتش‌سوزی و انفجار • کمک‌های اولیه به افراد آسیب‌دیده	
شوک‌های گرمایی در افراد	• خروج فرد از محیط کار • عملیات درمان افراد گرمازده • کمک‌های اولیه برای گرمازدگی	
سوختگی	• کمک‌های اولیه برای سوختگی	

نمونه‌ای از دستورالعمل اقدام فوری برای شرایط اضطرای ناشی از فشار گرما بر فرد در شکل ۵-۸ نشان داده شده است. این دستورالعمل شرایط اضطراری را در دو وضعیت نارنجی و قرمز شناسایی می‌کند و برای هر یک اقدام فوری را معرفی می‌کند.



شکل ۸-۵. فشار و آسیب‌های گرمایی که ممکن است به‌صورت عوارضی از گرمازدگی (چپ) یا شوک گرمایی (راست) ظاهر شود.[۱]

۵-۳ مستندسازی رویدادها و حوادث

پس از وقوع هر رویداد یا حادثه، لازم است داده‌ها، اطلاعات، تصاویر و ویدیوهای مربوطه ثبت گردد. همچنین لازم است گزارشی از آسیب‌های ایمنی و سلامت ناشی از رویداد و حادثه برای افرادی که در معرض آن بوده‌اند، تهیه شود. جدول ۲-۵ نمونه‌ای از گزارش‌ها و جدول مستندسازی حوادث OSHA را نشان می‌دهد.

۱- https: //www. ehs. iastate. edu/services/occupational/heat-stress

Accident: 14513006 - Crushed In Molding Machine

Accident: 14513006 -- Report ID: 0521100 -- Event Date: 08/28/1985

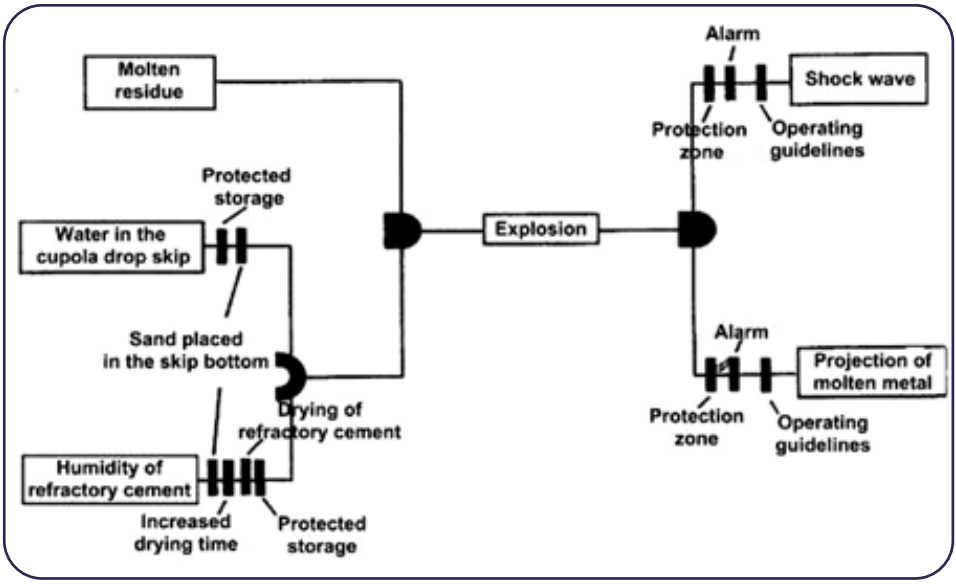
Inspection	Open Date	SIC	Establishment Name
2424695	08/29/1985	3321	Waupaca Foundry Inc

AN AUTOMATIC MOLDING MACHINE OPERATOR WAS CRUSHED IN THE POINT OF OPERATION WHILE PUTTING A CORE IN THE MOLD. THE LIGHT CURTAIN GUARDING DEVICE WAS TURNED OFF. THE OPERATOR DID NOT TURN OFF THE AUTOMATIC CONTROL BEFORE REACHING INTO THE POINT OF OPERATION TO INSERT 2 CORES. THE MOLD ADVANCE PUSHED THE OPERATOR FROM BEHIND INTO A FIXED PLATE EDGE THAT OPENED HIS CHEST AND BROKE HIS NECK. THE SITE WAS A GRAY IRON FOUNDRY SAND MOLD FORMING OPERATION. CONTRIBUTING FACTORS WERE: 1. THE LIGHT CURTAIN WAS TURNED OFF. 2. THE PRESSURE TAPE STOPS ON THE MOVING PARTS WERE INEFFECTIVE. 3. THE CONTROLS WERE NOT LABELED. 4. THERE WERE NO WRITTEN OPERATING PROCEDURES.

Keywords: chest, guard, molding machine, crushed, point of operation, neck, foundry, machine--misc

Employee #	Inspection	Age	Sex	Degree	Nature	Occupation
1	2424695			Fatality	Fracture	Molding and casting machine operators

جدول ۲-۵. نمونه‌ای از گزارش و جدول مستندسازی حوادث از وب سایت OSHA.



شکل ۹-۵. نمونه‌ای از نمودار رویداد که در پی گزارشی از یک انفجار کوره کوپل در یک کارخانه ریخته‌گری تهیه‌شده است. در این نمودار موانع ایمنی برای پیش‌گیری و کنترل ریسک مشخص‌شده است. .

۶

فصل ششم

مدیریت ایمنی و سلامت کار

مدیریت ایمنی و سلامت کار

کیفیت محصول و توسعه پایدار واحد صنعتی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از سلامت و ایمنی محیط کار اثر می‌گیرد. از طرف دیگر، تعداد کارخانه‌های ریخته‌گری پرشمار است و افراد بسیار زیادی از کارگران و کارمندان صنعتی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با کارخانه ریخته‌گری سروکار دارند. اما چالش ایمنی و سلامت، تنها به شناسایی چندی از مخاطرات، نصب چند تابلوی هشدار و تصویب چند دستورالعمل محدود نمی‌شود. موضوع ایمنی و سلامت محیط کار و زیست‌بوم، نیاز به یک سامانه مدیریتی فراگیر دارد، تا در راه توسعه پایدار قرار گیرد. اما این پرسش مطرح است که سامانه مدیریت ایمنی و سلامت چیست؟ چه بخش‌هایی دارد؟ و روش کار آن چگونه می‌تواند باشد؟ در فصل حاضر تلاش شده است که تعریف و تصویری از یک سامانه مدیریت ایمنی و سلامت ارائه گردد که نه‌تنها ریسک‌های ایمنی و سلامت را کاهش می‌دهد بلکه در توسعه پایدار کسب‌وکار نقش خواهد داشت. بخش‌ها، کارگروه‌ها و مسؤولیت‌های این سامانه معرفی‌شده است. همچنین روش کار، مراحل کار و چالش‌هایی که مدیریت ایمنی و سلامت با آن مواجه است مرور خواهد شد.

۱-۶ چه کسانی مسؤولیت دارند؟

شاید افراد بر این باور باشند که مسوولیت ایمنی و سلامت کار بر عهده افرادی است که در محل کار حضور دارند. بااین‌وجود، راهنماها، استانداردها و مقررات ایمنی و سلامت، رویکرد دیگری در مورد مسوولیت‌های افراد دارد. هر فردی که به هر شکلی در ارتباط با یک کارخانه ریخته‌گری است، چه در محل کار حضورداشته باشد و چه در محلی دیگر با آن سروکار داشته باشد، پیش‌از هر چیز نیاز دارد که

مسوولیت خود را در مورد ایمنی و سلامت کار بداند. فهرست افرادی که در خصوص ایمنی و سلامت کار در ریخته‌گری مسوولیت دارند در جدول ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۶. مسوولیت افراد برای ایمنی و سلامت در ریخته‌گری

چه کسی؟	مسؤولیت‌ها	توضیح/مقررات
بنیان‌گذاران یا گردانندگان کسب‌وکار ریخته‌گری	– تضمین کنند که، تا حد امکان، کارگران و دیگر افراد در معرض ریسک‌های سلامت و ایمنی ناشی از آن کسب‌وکار قرار نمی‌گیرند. – ریسک‌های سلامت و ایمنی را تا حد امکان حذف، و درصورتی‌که حذف آنها امکان‌پذیر نباشد، کمینه کنند.	ماده ۱ [۲] IR-MCLS WHS Act s۱۹ WHS Regulation r۳۵
طراحان، مهندسان، واردکنندگان، تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و پیمانکاران کارخانه و مواد	– تضمین کنند که، تا حد امکان، کارخانه یا موادی که طراحی، تولید، وارد یا تأمین کرده‌اند، بدون ریسک سلامت و ایمنی است و آزمایش‌ها و آنالیزهای لازم و کافی برای آن انجام‌شده و اطلاعات کامل ارائه شده است.	WHS Act s ۲۲-۲۶
مدیران ارشد محیط کار	– تمام کوشش را به کار ببندند و گام‌های لازم را بردارند تا تضمین شود که محیط کار، تمام منابع و ویژگی‌های لازم برای حذف یا کمینه کردن ریسک‌های ایمنی و سلامت را دارد و به کار می‌برد.	WHS Act s ۲۷
کارمندان و کارگران	– مراقبت کافی از سلامت و ایمنی خود – مراقبت کافی برای اینکه سلامت و ایمنی دیگران را به خطر نیندازند. – همکاری با سیاست‌گذاری‌ها و رویه‌های سلامت و ایمنی کار – برآورده کردن دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی کار تا حد امکان	ماده ۲ [۲] IR-MCLS WHS Act s ۲۸
سایر افراد در محل کار، مانند بازدیدکنندگان، بازرسان، مشتریان، مشاوران و بازرگانان.	– مراقبت کافی از سلامت و ایمنی خود – مراقبت کافی برای اینکه سلامت و ایمنی دیگران را به خطر نیندازند. – برآورده کردن دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی کار تا حد امکان	WHS Act s ۲۹

شورای عالی حفاظت فنی، چنانکه پیش‌تر بیان شد، در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری، مسوولیت افراد را این‌چنین بیان می‌کند:

ماده ۱- کارفرما مکلف است نسبت به شناسایی خطرات و ارزیابی شرایط محیطی کارگاه‌های ریخته‌گری اقدام نموده و اقدامات کنترلی مناسب را به‌منظور حذف مخاطرات احتمالی به عمل آورد.

ماده ۲ -کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری باید متناسب با نوع کار و خطرات، مطابق با آیین‌نامه آموزش ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان مصوب شورای عالی حفاظت فنی، آموزش‌های ایمنی لازم را دیده و مدارک مربوطه در پرونده آنان ثبت و ضبط شده باشد.

ماده ۲۶۹ –سازندگان ماشین‌های ریژه‌ریزی باید در طراحی و ساخت تولیدات خود موارد ذکرشده در این آیین‌نامه را لحاظ نمایند.

ماده ۲۷۰–کلیه افرادی که نسبت به بازسازی و ارتقاء ماشین‌های ریژه‌ریزی اقدام می‌نمایند ملزم به رعایت موارد ذکرشده در این آیین‌نامه هستند.

۶-۲ سامانه مدیریت سلامت و ایمنی (کارفرما)

سامانه مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار وزندگی، قانون‌ها، مقررات، اقدامات لازم و بازرسی‌ها را پیگیری می‌کند. لازم است تشکیلاتی در داخل کارخانه ایجاد شود که مستقیماً با مدیران ارشد و کارفرما در ارتباط باشد. این تشکیلات مسوولیت راه‌اندازی سامانه مدیریت سلامت و ایمنی را خواهد داشت و بر کارکرد درست آن نظارت می‌کند. در این هنگام مسوولیت شناسایی مقررات مصوب نهادهای قانون‌گذار و تبیین و پیاده‌سازی مقررات به‌صورت دستورالعمل‌های داخلی را دارد.

به‌طورکلی می‌توان گفت یک سامانه جامع مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار سه بخش مغزافزار، نرم‌افزار و سخت‌افزار دارد. بخش مغزافزار آن را کمیته حفاظت ایمنی و سلامت تشکیل می‌دهد و تصمیم‌گیری‌ها را به عهده خواهد داشت. بخش نرم‌افزار آن را شناخت و دانش نیروی انسانی، ارتباطات، مستندات، بانک اطلاعات مخاطرات، اقدام‌ها و حوادث تشکیل می‌دهد. این بخش ممکن است توسط یک نرم‌افزار مدیریت ایمنی و سلامت اداره شود. بخش سخت‌افزار مدیریت ایمنی و سلامت را درواقع خود محیط کار، ماشین‌آلات، تجهیزات و آنچه درون محیط کار است تشکیل می‌دهد.

۶-۲-۱ کمیته ایمنی و سلامت کار HSE (مغزافزار)

کمیته‌ی ایمنی و سلامت محیط کار، که به‌اختصار HSE[۱] یا بام[۲] خوانده می‌شود، یک کارگروه حفاظتی متشکل از مدیران رده‌بالای کارخانه/کارگاه، کارشناسان ایمنی و سلامت، مدیران واحدها، نماینده‌های کارگران واحدها و بازرسان ایمنی و سلامت است. دبیر کمیته، که می‌تواند از کارشناسان ایمنی و سلامت انتخاب شود، مسوولیت تنظیم دستور جلسات، برگزاری منظم جلسات، ابلاغ صورت‌جلسات و مقررات مصوب کمیته را دارد. کمیته مسوولیت پیگیری موارد زیر را دارد (هرچند ممکن است محدود به این موارد نباشد):

- طرح موضوع برای تصمیم‌گیری و تصویب آیین‌نامه‌های داخلی
- مستندسازی مقررات و آیین‌نامه‌های داخلی ایمنی و سلامت محیط کار
- پیگیری برای پیاده‌سازی و نظارت بر سامانه ایمنی و سلامت محیط کار
- مستندسازی مسؤولیت‌ها و ابلاغ آنها به افراد

۱- Health، Safet، Environment

۲- بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست (بام)

- پیگیری تهیه و گزارش مستندات شناسایی و تحلیل ریسک مخاطرات
- پیگیری تهیه و گزارش مستندات اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی
- پیگیری برای پشتیبانی اجرای اقدامات مصوب
- پیگیری و گزارش مستندات بازرسی‌های مصوب
- پیگیری ثبت آمار و مستندسازی حوادث در محیط کار و گزارش تحلیلی حوادث
- تصمیم‌گیری و تصویب برنامه برای توسعه ایمنی و سلامت محیط کار
- بازرسی کارکرد سامانه مدیریت ایمنی و سلامت و تصمیم‌گیری برای اصلاح آن.
- ارائه و تصویب راه‌حل‌های امکان‌سنجی شده برای مسایل ایمنی و سلامت محیط کار

■ ۲-۲-۶ سامانه نرم‌افزاری و دانش نیروی انسانی (نرم‌افزار)

شاید از میان مسایل و امور مربوط به موضوع ایمنی و سلامت، چالش‌برانگیزترین مساله مدیریت و آموزش نیروی انسانی در این خصوص باشد. برخلاف فرآیندهای صنعتی که با مواد و تجهیزات سروکار دارند و محصول آنها (کالا/خدمات) قابل پیش‌بینی است، فرآیندهای مدیریت نیروی انسانی با عوامل و سیستم‌های پیچیده انسانی درگیر هستند. تصمیم‌گیری و انتخاب‌های انسانی در شرایط مختلف قابل پیش‌بینی نیست و لذا موضوع ایمنی و سلامت محیط کار به‌آسانی نصب تابلو و ابلاغ دستورالعمل برقرار نخواهد شد. حداقل سه سطح از شناخت یعنی دانش (اطلاعات)، توانش (مهارت) و نگرش (بینش و انگیزه) لازم است تا افراد در حمایت و راه توسعه ایمنی و بهداشت محیط کار قرار بگیرند. کارفرمایان و کارکنان و واحدهای مختلف کارخانه در خصوص ایمنی و سلامت محیط کار به‌طور موازی با کمیته ایمنی و سلامت مسؤولیت‌هایی دارند که شامل موارد زیر می‌شود (اما محدود به این موارد نیست):

- اعطای اختیارات لازم به کمیته حفاظت ایمنی و سلامت
- پشتیبانی از آیین‌نامه‌ها و مقررات داخلی مصوب برای ایمنی و سلامت
- تأمین تجهیزات ایمنی و وسایل حفاظت فردی
- فراهم کردن زیرساخت و همکاری برای اجرای مصوبات کمیته ایمنی و سلامت
- سرپرستی آموزش و تعلیم‌های حفاظت ایمنی و سلامت به افراد
- بازدیدهای دوره‌ای از شرایط ایمنی و سلامت محیط کار، تجهیزات و افراد
- اجرای مصوبات و مقررات ایمنی و سلامت محیط کار
- انتشار و ابلاغ مصوبات، دستورالعمل‌ها و راهنماهای ایمنی و بهداشت
- ثبت و گزارش فوری حوادث به کمیته حفاظت ایمنی و سلامت
- توجه به دستورالعمل‌ها و تابلوهای ایمنی در هنگام کار
- گزارش مسایل مربوط به ایمنی و سلامت محیط کار برای تصمیم‌گیری

به انجام رسیدن موارد بالا در صنعت امروز نیازمند یک سامانه نرم‌افزاری مدیریت ایمنی و سلامت

است. حجم بالایی از گردش اطلاعات و داده‌ها در شبکه ارتباطی کاملی از همگی افراد شامل افراد کارفرما، کارشناسان، کارکنان و کارگران نیاز است. همچنین یک سامانه مدیریت دانش KM[۱] می‌تواند زیرساختی برای گردش اطلاعات، سرعت‌دادن به ایجاد شناخت لازم و آموزش ایمنی و سلامت به افراد باشد. سامانه نرم‌افزاری سلامت و ایمنی پاسخگوی نیازهای گوناگونی است که ازجمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ایجاد شبکه ارتباطی مؤثر بین افراد و واحدها برای گردش اطلاعات ایمنی و سلامت
- ایجاد بانک اطلاعاتی از داده‌ها و مستندات ایمنی و سلامت محیط کار
- ابلاغ مسؤولیت‌ها به واحد، کارگروه یا فرد مربوطه
- جمع‌آوری داده‌ها و شاخص‌ها از دیده‌بان‌ها و سنسورهای محیط کار
- ارائه آمار و اطلاعات مربوط به مخاطرات و حوادث ایمنی و سلامت
- تنظیم گزارش‌ها و ارائه اطلاعات
- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی
- پیگیری اجرای اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی برای کاهش ریسک مخاطرات
- ثبت و ضبط، مستندسازی و تحلیل داده‌های حوادث
- مدیریت دانش ایمنی و سلامت در کارخانه
- زیرساخت آموزش برخط افراد در خصوص ایمنی و سلامت کار
- تحلیل ریسک مخاطرات با توجه به آمار موجود در بانک اطلاعاتی
- ارتباط با اتوماسیون، دستگاه‌های هوشمند، کنترل واحدها و تجهیزات در صورت لزوم

ممکن است بخشی از ویژگی‌های بالا در سامانه‌های نرم‌افزاری مدیریت کیفیت یا مدیریت یکپارچه منابع ERP وجود داشته باشد و بتوان از آن سامانه‌ها برای برقراری ارتباط و مستندسازی استفاده کرد. لیکن لازم است به این نکته توجه شود که زیرساخت نرم‌افزاری مدیریت ایمنی و سلامت محیط کار در برخی موارد نیاز به مدل‌های تحلیلی و ارتباطی مخصوص و متفاوت دارد. و در صورت استفاده از سامانه‌های یکپارچه لازم است بانک اطلاعاتی، جریان داده‌ها و جریان کارهای ویژه برای موضوع ایمنی و سلامت طراحی شود و در آن سامانه‌ی جامع پیاده‌سازی گردد.

■ ۳-۲-۶ محیط کار، ماشین‌ها و تجهیزات (سخت‌افزار)

در موضوع ایمنی و سلامت کار، درواقع در خود محیط کار، عوامل فیزیکی زیادی هست که ایمنی و سلامت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فضای فیزیکی کار، جانمایی و جابجایی، ماشین‌ها و تجهیزات موجود در محیط کار، به‌خودی‌خود علت بسیاری از حوادث ناایمن می‌شوند. بنابراین رویکرد این کتاب به محیط کار، همانند ابزاری برای توسعه ایمنی و سلامت است. از این منظر، بین ایمنی محیط کار (فرهنگ ایمنی و سلامت کار) با محیط کار ایمن، اندکی تفاوت هست. در مورد محیط کار ایمن، لازم است به دو نکته اشاره شود:

۱- Knowledge Management

۱. ایمنی محیط کار با نصب تابلو و رعایت چند دستورالعمل تضمین نمی‌شود. چندی از کارفرمایان و مدیران ارشد به‌اشتباه می‌پندارند که مفهوم ایمنی و سلامت محیط کار با تمیز و پیشرفته بودن فن‌آوری یا ظاهر کارگاه یکسان است. در این‌گونه کارگاه‌ها، تابلوهای ایمنی و رعایت دستورالعمل‌ها به‌عنوان سندی بر تضمین ایمنی پنداشته می‌شود. اجرای دستورالعمل‌ها و اخذ گواهینامه ایمنی و محیط زیست، یک باور کاذب از ایمنی تولید می‌کند، درحالی‌که ممکن است سرمایه، سلامت یا جان افراد درخطر باشد. زیرا که فضای فیزیکی کارگاه درواقع عوامل، احتمالات و ریسک‌های ایمنی زیادی در خود دارد که کشف و بررسی نشده‌اند. در این‌گونه کارگاه‌ها، برخلاف تصور کارفرما، معمولاً ریسک حوادث بالا می‌رود. کارفرما همچنان بر ایمن‌بودن کارگاه پافشاری می‌کند و مسوولیت ریسک حوادث را بر عهده کارگران می‌داند.

۲. تمام حوادث ایمنی، ناشی از محیط کار نیست. ایمنی محیط کار، حتی اگر به حد کمال برسد، تنها بخشی از فرهنگ توسعه ایمنی و سلامت است، نه تمام آن. برخی از کارکنان و کارگران کارخانه‌ها بر این باور هستند که تمام حوادث کار، ناشی از محیط کار ناایمن است. برای مثال، کارگر با چنین باوری استفاده از وسایل حفاظت شخصی را بیهوده می‌پندارد، یا انتظار دارد که تمام مکان‌های کارگاه برای حضور هر فردی ایمن باشد. در این‌گونه کارگاه‌ها، برخلاف نظر کارگران، ممکن است ریسک بروز حوادث در مکان‌هایی که ایمن به نظر می‌رسند بیشتر شود. برای مثال، فردی که از کارگاه ذوب به کارگاه مدل‌سازی می‌رود، خود را از مخاطرات دور می‌پندارد و احساس ایمنی کاذب می‌کند. در آنجا، کلاه و عینک ایمنی را باز می‌کند، درحالی‌که شناختی از نکات ایمنی کارگاه جدید ندارد. در این شرایط، کارگر مسوولیت ریسک حوادث را بر عهده کارفرما می‌داند.

هر دو مورد بالا، که احتمالاً باعث افزایش ریسک حوادث می‌شود، از آن باور می‌آید که محیط کار ایمن را با فرهنگ ایمنی و سلامت یکسان می‌پندارد. ازاین‌رو در کتاب حاضر، محیط کار به‌عنوان یک سخت‌افزار در موضوع ایمنی و سلامت شناخته می‌شود. با این رویکرد، ویژگی‌های محیط کار به‌عنوان الزام سخت‌افزاری (شرط لازم و نه کافی) برشمرده خواهند شد.

۳-۶ روش مدیریت ایمنی و سلامت (کارفرما)

در بخش پیش‌بیان شد که کمیته‌ی ایمنی و سلامت، به‌عنوان مغزافزار و تصمیم‌گیرنده با مسوولیت‌های معلوم تشکیل می‌گردد و نشست‌هایی مداوم برای توسعه ایمنی و سلامت در کارخانه برگزار می‌کند. اما برای اعضای کمیته این پرسش طرح می‌شود که روش کار کمیته چگونه است؟ دستور جلسات کمیته با چه رویکردی نوشته می‌شود؟ آیا در هر نشست، اعضای کمیته گزارشی از رویداد، حوادث و آسیب‌های هفته قبل ارائه کرده و به حل‌وفصل آن می‌پردازند؟ آیا از مدیران ارشد دستور جلسه را می‌گیرند؟ اگر برای مدتی حادثه‌ای پیش‌نیاید، چه موضوعاتی در دستور کار کمیته گذاشته شود؟ اولویت‌ها چگونه تعیین شود؟

۱-۳-۶ توسعه پایدار ایمنی و سلامت

در پاسخ به این پرسش که راه و روش و مراحل کار برای توسعه پایدار ایمنی و سلامت در کارخانه ریخته‌گری چیست، سازمان جهانی کار و استانداردهای ISO پنج گام اساسی را توصیه کرده‌اند که می‌تواند به‌عنوان راه و روش کمیته ایمنی و سلامت دنبال شود:

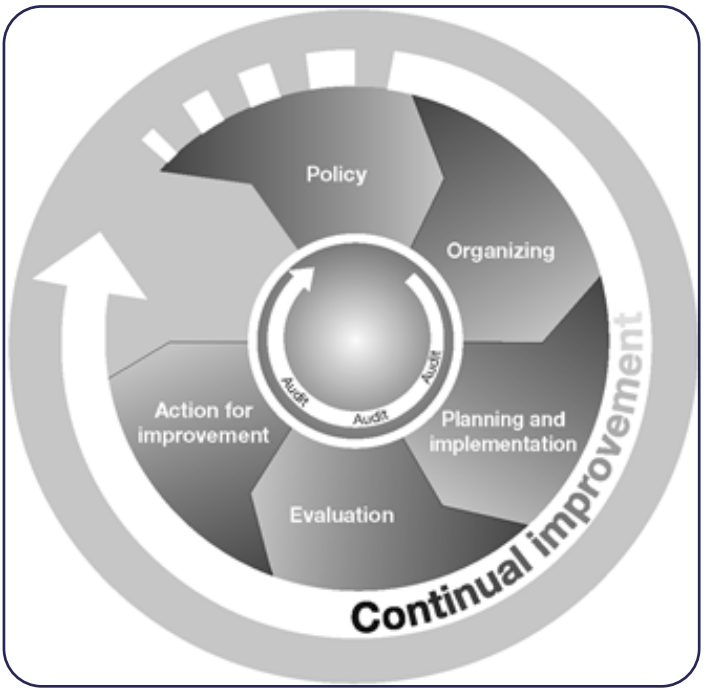
۱. سیاست‌گذاری. در این گام کل چرخه فرآیند از مواد اولیه تا خروجی‌ها مرور شده و سیاست‌ها و راهبردها شناسایی می‌شوند. این گام با حضور مدیران ارشد و بر اساس مقررات بالادست انجام می‌گیرد. خروجی این مرحله، در قالب بیانیه‌های عمومی مصوب و مستندسازی می‌گردد.

۲. برنامه‌ریزی. در این گام، مخاطرات ایمنی و سلامت شناسایی و ارزیابی می‌شود؛ آمار و اطلاعات گردآوری شده و در هر مورد تحلیل ریسک انجام می‌گیرد. اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی شناسایی و تدوین و اولویت‌بندی می‌شوند. عوامل مؤثر و نیازمندی‌ها و دستورالعمل‌ها تدوین می‌گردند. خروجی این گام، مستنداتی شامل هدف‌ها، بسته‌های کاری، زمان‌بندی‌ها و منابع موردنیاز انجام کار است.

۳. پیاده‌سازی. در این گام کمیته ایمنی و سلامت، پشتیبانی لازم برای تأمین منابع و اعطای اختیارات به‌منظور انجام کارها طبق برنامه را پیگیری می‌کند. یکی از موارد لازم و مهم تعیین فرد نماینده مدیریت با مسوولیت مربوط برای پیگیری کارها و گزارش به مدیران ارشد است. آموزش‌های لازم انجام می‌گیرد و اقدام‌ها به اجرا درمی‌آید.

۴. ارزیابی و اصلاح. در این گام گزارش‌ها و مستندات به‌دست‌آمده از نتایج کار در مقایسه با اهداف شناسایی‌شده بررسی می‌شوند. در صورت عدم انطباق اقدامات اصلاحی شناسایی و انجام می‌گیرند. در این گام ضرورت دارد که جریان کارها با یک برنامه منظم ارزیابی درونی پیگیری شوند.

۵. بازرسی مدیریتی. به‌منظور حفظ توالی و پیوستگی کارها در سامانه مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار، لازم است در ایستگاه‌های زمانی مشخص، مدیران ارشد تمامی چرخه را به‌طور فراگیر بازنگری کنند. این بازنگری اساساً راهبردی است و ممکن است همراه با تغییر باشد. در این بازنگری ممکن است بیانیه‌ها، هدف‌ها و رویه‌ها ویرایش شوند.



شکل ۱-۶. روش کار سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار به‌منظور توسعه پایدار ایمنی.

در تمامی مراحل بالا آموزش، مستندسازی و ارتباطات بسیار مهم است و زیرساخت این سامانه را می‌سازد. همچنین ضروری است که تمامی حوادث و آسیب‌های اتفاق افتاده ضبط و ثبت شوند و مورد مطالعه قرار گیرند تا هر یک تجربه، بتواند گامی برای اصلاح و بهبود سلامت و ایمنی محیط کار باشد.

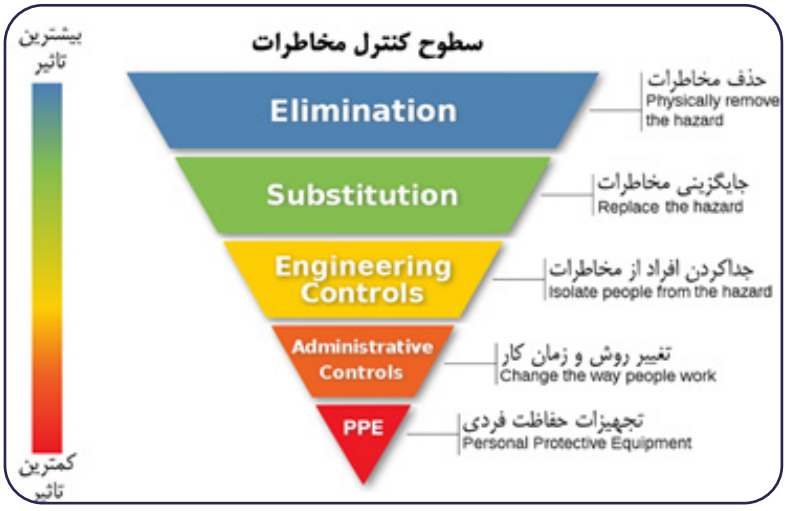
■ ۲-۳-۶ شناسایی و تدوین اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی

در فصل پیش‌مخاطرات محیط کار مرور شد. علاوه بر مخاطرات عمومی کار، مخاطرات انفجار مذاب، مخاطرات کوره، ذوب و بارریزی، آسیب‌های گرمایی، مواد شیمیایی و آلاینده‌های ریخته‌گری معرفی شد. همچنین به‌ضرورت گردآوری اطلاعات میدانی و تحلیل ریسک مخاطرات اشاره شد. در پی آن فهرستی از مخاطرات شناسایی‌شده، که بر اساس ارزیابی ریسک اولویت‌گذاری شده‌اند نوشته می‌شود. در این مرحله (برنامه‌ریزی)، لازم است مطابق فهرست مخاطرات، راهکارهای حذف یا کاهش ریسک مخاطرات جستجو و بررسی و تصویب شوند. راهکارهای مصوب، در یک فهرست اقدام تدوین می‌شود. اقدام‌ها در دو دسته اقدام‌های پیش‌گیرانه و اقدام‌های کنترلی تعریف می‌شوند. اقدام‌های پیش‌گیرانه با هدف حذف اثر مخاطرات (مانند حذف منبع تابش گرما از فضای کار کارگر) و اقدامات کنترلی با هدف کمینه کردن، کاهش یا تعدیل اثر مخاطرات (مانند پوشش محافظ برای کارگر در برابر تابش گرما) نوشته می‌شوند. همچنین فهرست اقدام

برای شرایط اضطراری تهیه می‌گردد.

برای تدوین فهرست اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی، امکان‌ها و راه‌حل‌های موجود برای کاهش ریسک مخاطرات بررسی می‌شوند. اولویت انتخاب با راهکارهایی است که باعث حذف ریسک می‌شوند. اگر حذف ریسک امکان‌پذیر نباشد، اقداماتی کنترلی برای کمینه‌کردن در دستور کار قرار می‌گیرند؛ این اقدامات ممکن است از راه‌های زیر صورت گیرد:

- جایگزینی (مانند جایگزینی ماسه پاشی با ساچمه زنی)
- ایزوله کردن (مانند تعبیه اتاق کار مجهز به فیلتر هوا در کارگاه)
- جدا کردن (مانند جدا کردن مواد شیمیایی از اتمسفر محیط کار)
- تمهیدات مهندسی (مانند تجهیز کوره به هود)



شکل ۲-۶. اولویت و میزان تأثیر اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی

■ ۳-۳-۶ آموزش و مدیریت نیروی انسانی (کارفرما)

کارفرمایان ملزم به ارائه اطلاعات و آموزش کافی به کارکنان هستند. اطلاعاتی که به کارکنان داده می‌شود لازم است شامل تمام موارد مخاطرات و اقدام‌های مناسب در برابر هر یک از آنها باشد. اقدام‌های مناسب شامل دو بخش اقدام‌های کنترلی و اقدام‌های شرایط اضطراری می‌شوند.

ماده ۱۰-کارفرما باید آموزش لازم را در خصوص روش‌های صحیح انجام کار مطابق دستورالعمل‌های مربوطه به کارگران ارائه نماید. کارفرما باید مطمئن گردد که کارگران از روش‌های صحیح انجام کار و دستورالعمل‌های مربوطه پیروی می‌نمایند و کارگران نیز موظف به رعایت روش‌های صحیح انجام کار و دستورالعمل‌های مربوطه می‌باشند.

ماده ۳۳۴ –صدور مجوز کار باید توسط کارفرما یا نماینده وی انجام پذیرد و باید به‌صورت حداقل شامل نوع فرآیند، مخاطرات شغلی، اقدامات کنترلی و مدت‌زمان انجام کار باشد.
ماده ۳۳۶ –کارفرما موظف است از پیمانکارانی استفاده نماید که دارای صلاحیت ایمنی بر اساس آیین‌نامه ایمنی امور پیمانکاری مصوب شورای عالی حفاظت فنی باشند.

مدیریت نیروی انسانی و مدیریت ایمنی و سلامت کار دو بازوی مؤثر برای کاهش ریسک‌های ایمنی و سلامت در کارخانه هستند. همکاری این دو بخش، برای اهداف هر دو بخش هم‌افزایی خواهد داشت. برای نمونه، برخی از راهبردها و اقدام‌های مؤثر گزارش‌شده از کارخانه‌های ریخته‌گری، که در آنها دو بخش مدیریت نیروی انسانی و مدیریت ایمنی و سلامت همکاری و هم‌افزایی داشته‌اند شامل موارد زیر بوده است:

- آموزش و کارآموزی
- معاینه‌های پیش‌از استخدام
- معاینه‌های ادواری
- مشاوره‌های حرفه‌ای
- خدمات پزشکی برای افراد مشکوک به بیماری
- حضور پزشک و بازدیدهای در محل کار
- مانورهای آموزشی برای شرایط اضطراری
- خدمات ورزشی و فیزیوتراپی
- اصلاح برنامه نوبت کاری مشاغل سخت

ظرفیت و قابلیت‌های نیروی انسانی برای حل مسایل و کاهش ریسک‌های ایمنی و سلامت کار معمولاً دست‌کم گرفته می‌شود. برگزاری نشست‌های دوره‌ای با کارگران و بررسی چالش‌های ایمنی و سلامت، یکی از اقدامات مؤثر و موردنیاز در سامانه مدیریت ایمنی و سلامت است. دانش و اطلاعات کارگران به دلایل زیر در موضوع ایمنی و سلامت بسیار باارزش است:

- مدت‌زمان تجربه و مشاهده کارگر از مخاطرات فضای کار و ریسک‌های سلامت و ایمنی اغلب بیشتر یا روزآمدتر از افراد دیگر است.
- از جزییات و کمبودهای محیط کار و تجهیزات اطلاع دارد.
- اجرای بسیاری از دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت و استفاده از وسایل حفاظتی به عهده او است.
- قبل از شروع کار تجهیزات، با آنها سروکار دارد و بازدیدهای پیش‌از کار را انجام می‌دهد.
- از استرس‌ها و مخاطرات روانی کار آگاهی دارد.

مدیریت، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی نوبت کاری در مشاغل سخت و پرمخاطره، یکی از ویژگی‌های مهم و موثر سامانه‌ی مدیریت ایمنی و سلامت است که در بخش نرم‌افزار این سامانه جای دارد. پیرو ماده ۵۲ قانون کار، برای مشاغل سخت و زیان‌آور، کاهش ساعت کاری از ۸ ساعت به ۶ ساعت توصیه‌شده است. این

اقدام یکی از اقدامات کنترلی مؤثر برای کاهش ریسک خستگی، حواس‌پرتی، خطای انسانی، ریسک‌های سلامت و افزایش بهره‌وری ساعت کار خواهد بود.

ماده ۴ – در مشاغل سخت و زیان‌آور، لازم است کارگران به‌طور مداوم تحت معاینات پزشکی قرار داشته باشند.

▪ ۴-۳-۶ کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند (کارفرما)

یکی از اقدامات مؤثر و اصولی که نه‌تنها ازنظر اقتصادی و زیست‌بوم مهم است بلکه بر ایمنی و سلامت محیط کار لازم است، بهینه‌سازی فرآیندها با هدف کاهش مصرف منابع است. کارخانه ریخته‌گری مصرف کننده انواع منابع طبیعی، ازجمله فلزات، مواد قالب، نسوزها، مواد شیمیایی، زمین، انرژی و سوخت‌های فسیلی است. بهینه‌سازی فرآیند با هدف کاهش مصرف منابع شاخص‌هایی مانند راندمان ریخته‌گری، نسبت وزن فلز به قالب، شاخص انرژی و شاخص تولید پسماند را بهبود می‌دهد. به دنبال آن توجه بیشتری به استفاده از فن‌آوری نوین شده و کاهش آلودگی‌های هوا و صوتی کارگاه را به همراه خواهد داشت. به‌این‌ترتیب بر ایمنی و بهداشت محیط کار نیز مؤثر خواهد بود.

یک مثال مهم برای درک تأثیر بهینه‌سازی مصرف منابع بر سلامت محیط کار، بهینه‌سازی فرآیند ریخته‌گری برای کاهش نسبت مصرف ماسه به فلز است. اگرچه ماسه فراوان، قابل‌دسترس و ارزان به نظر می‌رسد، اما هزینه معدن کاری، انبار، حمل‌ونقل، جابجایی درون کارخانه و دفع آن قابل‌توجه است و نیاز به دیده‌بانی و اقدام دارد. با کاهش مقدار ماسه در قالب، علاوه بر کاهش هزینه و قیمت تمام‌شده، کارگران در معرض میزان کمتری از غبار و مواد شیمیایی مواد قالب قرار می‌گیرند. همچنین با کاهش وزن قالب، آلودگی صوتی و ارتعاشات تجهیزات کاهش می‌یابد. همچنین از خستگی کاری کارگران قالب‌گیر و مشکلات ارگونومی کاسته می‌شود.

در موضوع بهینه‌سازی مصرف منابع در صنایع ریخته‌گری پژوهش‌های بسیاری انجام‌شده است. اقدام‌های مؤثر در این زمینه در سه دسته می‌تواند باشد؛

۱. اقداماتی که منجر به حذف مصرف منابع می‌شود
۲. اقداماتی که منجر به کاهش مصرف منابع می‌شود، و
۳. اقداماتی که منجر به بازیافت منابع می‌گردد.

این ترتیب از اقدام به‌عنوان مراتب بازدهی منابع[۱] شناخته می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در کارخانه‌های ریخته‌گری اقدام‌های انجام‌شده بیشتر از نوع ۱ و ۲ بوده است.

مدیریت پسماند به مساله دفع پسماندها مانند ماسه زائد، مانده فلاکس، تفاله، کف باره و سرباره مذاب می‌پردازد. درصورتی‌که به این موضوع توجه نشود، پیش‌از همه ایمنی و سلامت کارکنان در معرض خطر قرار می‌گیرد. تأثیر مهم دیگر آن‌که کارخانه دچار هزینه‌های اضافه و سنگین می‌شود؛ جریمه‌های قانونی، اشغال زمین، هزینه نگهداری و هدررفت مواد، خطای زیاد در موازنه جرم مواد ورودی و خروجی خواهد شد. تأثیر

۱- Resource E_ciency Hierarchy

سوم آلودگی زیست‌بوم است که شامل هر سه هوا، آب و زمین خواهد بود. لذا مدیریت پسماند هم ازنظر ایمنی، هم از دیدگاه اقتصادی و هم ازنظر زیست‌بوم برای یک کارخانه ریخته‌گری لازم است.

۶-۴ چالش‌های مدیریت سلامت و ایمنی کار

۶-۴-۱ بوروکراسی، یک مانع

ضرورت و اهمیت موضوع سلامت و ایمنی به دنبال تجربه‌ها و حوادث ناگوار گذشته در صنعت باعث شده که نهادهای قانون‌گذار مختلف بین‌المللی و ملی و داخلی شکل بگیرند و هر یک مجموعه مقررات مختلفی را منتشر و الزام کنند. مدیران ارشد ملزم هستند هم‌زمان شماری از مقررات و دستورالعمل‌های مختلف را دنبال کنند و به‌طور پیوسته با نمایندگان مختلف از نهادها و مؤسسات گوناگون در ارتباط باشند و نیز جلسات بی‌شمار با کارشناسان، مشاوران و متخصصان داشته باشند. یک چالش که برای مدیران وجود دارد این است که با شبکه پیچیده‌ای از قوانین، مقررات، مسایل، افراد و فرآیندها سروکار دارند که در تمام سطوح و در تمام زمان‌ها و مکان‌ها گسترده و تنیده می‌شود. این شبکه پیچیده ممکن است تبدیل به یک بوروکراسی زمان‌بر و هزینه‌بر شود و اهداف اصلی موضوع فراموش‌شده و به هدف‌های کوتاه‌مدت اخذ گواهینامه و مجوزها محدود گردد. لازم است مدیران ارشد به این مساله توجه داشته باشند که هدف اصلی قوانین و مقررات صرفاً ایجاد بوروکراسی و نظارت بر انجام امور جاری و دریافت گواهینامه‌ها نیست. لازم است یادآوری شود که هدف ایجاد فرهنگ سلامت و ایمنی در محیط کار و ایجاد مسوولیت پذیری در افراد است. مدیران مسؤول خوب می‌دانند که رویکرد سامانه‌ای و مستند به مساله سلامت و ایمنی با رویکرد بوروکراسی و دستوری اجرای رویه‌ها تفاوت دارد. برای اینکه مدیران درگیر دومی نشوند نیاز است به توسعه فرهنگ سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم و به آگاهی و آموزش افراد و تفهیم مسؤولیت‌ها توجه داشته باشند.

۶-۴-۲ آموزش نیروی انسانی

کیفیت سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم، به‌طور مستقیم به مسوولیت پذیری افراد چه در سطح کارفرما و چه در سطح کارمندان وابسته است. این نیاز مهم، مدیران را به آموزش نیروی انسانی در محیط کار ملزم می‌کند. اما آموزش، انگیزش و ایجاد مسوولیت در افراد به‌سادگی تولید یک کالا یا محصول باکیفیت یا انتقال اطلاعات و دانش فنی نیست. مدیریت نیروی انسانی همواره موضوع پیچیده‌تری بوده و نیازمند توجه به اصول و روش‌ها و ارزش‌های متفاوت است. همچنین عوامل مختلفی بر این موضوع اثرگذار هستند. فرصت‌ها و تهدیدهای بیرونی مانند فرهنگ جامعه، شرایط اقتصادی، کیفیت آموزش و سطح بهداشت و درمان در جامعه به‌طور مستقیم و ناشناخته کیفیت کار نیروی انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آن گذشته خطاهای انسانی گریزناپذیر هستند. افراد مختلف، درک، تخمین و برداشت متفاوتی از احتمال و شدت خطرناک بودن یک رویداد دارند. در مدیریت ایمنی و سلامت، به برداشتی که هر فرد از یک موقعیت خطر

دارد، درک ریسک گفته می‌شود. پژوهشی روی کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری شهر تهران نشان داده که میزان درک ریسک[۱] افراد از مخاطرات متفاوت و پیچیده بوده است. به همین دلیل کیفیت سلامت و ایمنی کار و زیست‌بوم با آموزش و مدیریت نیروی انسانی گره‌خورده است. در این خصوص لازم است به‌جای تکیه‌بر روش‌های سنتی مانند جریمه و پاداش، به راهنماها و رویکردها و سامانه‌های نوین آموزش و مدیریت نیروی انسانی توجه شود.

■ ۳-۴-۶ مسایل ناشناخته

مساله دیگری که برای مدیران ارشد چالش‌برانگیز است، تضمین سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم است. اگرچه مجموعه قوانین، مقررات و استانداردها به جنبه‌های گوناگونی از مسئله‌ها پرداخته‌اند و موضوعات متنوعی را پوشش می‌دهند، هنوز اما مسئله‌ها و حوادث مربوط به‌سلامت و ایمنی هزینه‌های سنگین و آسیب‌ها و تلفات جبران‌ناپذیر تحمیل می‌کنند. هنوز مخاطرات تجهیزات نوین به‌خوبی شناخته‌نشده‌اند و هنوز خطاهای انسانی و کارمندان تازه‌کار وجود دارند. علاوه بر آن محدودیت زمان و هزینه مطرح است و سرعت تغییرات رفته‌رفته بیشتر می‌شود. لذا لازم است مدیران به این نکته توجه کنند که مجموعه قوانین و مقررات و استانداردها، تنها تصاویری پراکنده از مساله سلامت و ایمنی هستند و زاویه‌های ناشناخته دیگری از مساله وجود دارد و هرروز به آن افزوده می‌شود. وجود مقررات و پیشینه کیفیت ایمنی و سلامت در محیط کار به معنی تضمین آن در آینده نیست. به همین خاطر این نکته مهم است که در سامانه مدیریت سلامت و ایمنی، به‌طور پی‌درپی اصلاحیه‌ها و مکمل‌های لازم برای سامانه شناسایی و افزوده شوند و سامانه به‌طور پیوسته توسعه یابد.

■ ۴-۴-۶ توسعه فرهنگ ایمنی و سلامت کار

فرهنگ سلامت و ایمنی کار به‌شدت با فرهنگ عمومی جاری در کارخانه و در سازمان شغلی درهم‌تنیده است. مسایل سلامت و ایمنی را نمی‌توان به‌طور مجزا و جداگانه مدیریت کرد. در یک فرهنگ کاری مناسب که به مدیریت ایمنی و سلامت کمک می‌کند ویژگی‌های زیر وجود دارد:

- کارکنان کارخانه به هدف‌های سازمانی و روش مدیریت آن متعهد هستند. آنها همکاری و مشارکت مؤثر در کار دارند.
- هیات رئیسه و مدیران ارشد کارخانه و سازمان در مسایل ایمنی و سلامت، حتی در مورد شخص خود، شفاف عمل کرده و دیگران را رهبری می‌کنند. آنها به همان اندازه که خبرهای خوشایند را می‌شوند، آماده شنیدن خبرهای ناخوشایند نیز هستند. آنها در برابر اطلاعاتی که به دستشان می‌رسد اقدام می‌کنند.
- مدیران ارشد و سرپرستان، برای ترویج و گفتگو در موارد ایمنی و سلامت وقت می‌گذارند. رفتارهای ایمن در کار را ارج می‌نهند و اگر رویه‌های ایمنی و سلامت کار پیروی نشوند، نگرانی و واکنش نشان می‌دهند. نمایندگان ایمنی و سلامت، فعالیتشان را با پشتیبانی مدیریت کارخانه دنبال می‌کنند. مشاوران ایمنی و سلامت، ازنظر ارتباط با مدیران

۱- Risk perception

رده‌بالای سازمان، شأن و وجهه بالایی درون کارخانه دارند.

- کمیته ایمنی و سلامت کار، دارای شأن بالایی است، بر اوضاع مسلط است، مدیران رده‌بالا به‌طور منظم در جلسات آن شرکت می‌کنند، و فعالیت‌های کمیته درون کارخانه ترویج می‌شود. موضوع سلامت و ایمنی کار، با همان توجه و اهمیت که اهداف اصلی کسب‌وکار پیگیری می‌شوند، مدیریت می‌شود. سازمان/کارخانه برای کارکرد افراد در امور ایمنی و سلامت بازخورد می‌دهد.
- کارکنان کارخانه، در هر موقعیتی که باشند، به‌عنوان مهم‌ترین منابع کارخانه شناخته می‌شوند، به‌خصوص برای پیشنهادهایی که برای توسعه کارخانه‌دارند. آنها حمایت و آموزش لازم را به‌ویژه در هنگام جابجایی نیروهای انسانی دریافت‌می‌کنند.
- راه‌های ارتباطی چندگانه وجود دارد؛ هم به‌طور رسمی و هم غیررسمی؛ هم شفاهی و هم کتبی. موضوعات ایمنی و سلامت جزو موضوعات گفتگوی روزانه در محل کار است.
- آموزش بسیار حیاتی شمرده می‌شود، تمام شایستگی‌های لازم برای افراد را پوشش می‌دهد، همچنین شامل یاددهی در محل کار و آموزش‌های انگیزشی برای ترویج سازگاری با مقررات است.

۷

فصل هفتم

مقررات، استانداردها و راهنماها

مقررات، استانداردها و راهنماها

۱-۷ نهادهای قانون‌گذار

یکی از راهبردهای اصلی و بالادست در موضوع ایمنی و بهداشت کار که توسط جوامع بین‌المللی و محلی دنبال می‌شود تأسیس نهادهای قانون‌گذار در این زمینه است. نهادهای قانونی با اختیارات لازم برای قانون‌گذاری و اقدامات متقابل آغازگر تغییرات و پیش‌ران سلامت و ایمنی محیط کار و زندگی هستند. دامنه فعالیت این نهادها ممکن است بین‌المللی، محلی و ملی باشد و یا ممکن است در قالب سازمان‌های مردم‌نهاد و مستقل عمل کنند. معرفی این نهادها و سازمان‌ها ازنظر آگاهی از قوانین و مقررات و همچنین شناخت خدمات و دسترسی به استانداردها و راهنماها مفید است. در این بخش نمونه‌هایی از نهادهای قانون‌گذار که درزمینه‌ی سلامت و ایمنی کار در ریخته‌گری فعال هستند، معرفی می‌شوند.

■ ۱-۱-۷ شورای عالی حفاظت فنی ایران

شورای عالی حفاظت فنی ایران از معاونان وزارتخانه‌ها تشکیل می‌شود و زیر نظر وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می‌کند. این شورا بر اساس اصول قانون اساسی، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های ایمنی و سلامت کار در صنایع مختلف را تدوین و منتشر می‌کند. تمامی صنایع و کارخانه‌های ایران ملزم به مقررات مصوب این شورا هستند. آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری از انتشارات این شورا است.

■ ۷-۱-۲ مرکز سلامت محیط و کار ایران

مرکز سلامت محیط و کار زیر نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می‌کند و با همکاری سازمان‌های فعال درزمینه‌ی سلامت و زیست‌بوم، به انتشار راهنماهای بهداشت حرفه‌ای در مشاغل می‌پردازد. راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری از انتشارات این مرکز است.

■ ۷-۱-۳ سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران، ارگان مرجع برای استانداردسازی تهیه مواد، ساخت محصولات، تجهیزات و ماشین‌آلات، بازرسی‌ها و تایید صلاحیت مراکز صنعتی و آزمایشگاهی است. این سازمان مجموعه مقررات و دستورالعمل‌های ملی را با عنوان INSO منتشر می‌کند. از انتشارات این سازمان که مربوط به صنایع متالورژی و ریخته‌گری است، می‌توان به ایمنی کوره‌های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته اشاره کرد.

■ ۷-۱-۴ انجمن‌های علمی و صنفی ریخته‌گری

انجمن علمی ریخته‌گری ایران (جامعه‌ی ریخته‌گران) و انجمن صنفی صنعت ریخته‌گری ایران دو نهاد فعال در صنعت ریخته‌گری هستند که به طور تخصصی به مسایل مختلف در صنعت ریخته‌گری ایران می‌پردازند. این دو نهاد، به ترتیب، فصل‌نامه ریخته‌گری و ماهنامه صنعت ریخته‌گری را منتشر می‌کنند. در انتشارات این دو نهاد، چندی از مقاله‌ها به موضوع ایمنی ریخته‌گری و مدیریت ایمنی اشاره دارد. حضور این دو انجمن در صنعت کشور، همواره فرصت‌هایی را برای انتقال دانش و تجربه ایمنی به صنایع ریخته‌گری فراهم می‌کند.

■ ۷-۱-۵ نهادهای برون‌مرزی و جهانی

۷-۱-۵-۱ سازمان جهان کار ILO

سازمان جهان کار ILO زیرمجموعه سازمان ملل است که موضوعات مربوط به استانداردهای کار، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و حقوق کارگران در تمام جهان می‌پردازد. این سازمان در مورد ایمنی کار، هرسال آمارهای مربوط به حوادث منجر به آسیب یا مرگ را به تفکیک کشورها منتشر می‌کند.

۷-۱-۵-۲ اداره ایمنی و سلامت کار OSHA (ایالات‌متحده آمریکا)

اداره ایمنی و سلامت کار OSHA زیرمجموعه وزارت کار ایالات‌متحده آمریکا است که استانداردها و مقررات ایمنی و سلامت کار در بخش خصوصی و دولتی را در تمام ایالت‌ها و منطقه‌ها، با پشتیبانی دولت فدرال وضع و پیگیری می‌کند.

۷-۱-۵-۳ ستاد اجرایی سلامت و ایمنی HSE (بریتانیا)

قانون سلامت و ایمنی در کار از سال ۱۹۷۴م. در اتحادیه اروپا ابلاغ شد. به‌موجب این قانون ستاد اجرایی سلامت و ایمنی HSE به‌عنوان یک ستاد مستقل در کارخانه‌ها تشکیل گردید. این ستاد تمام عملیات مربوط به سلامت و ایمنی، که در بخش‌های مختلف کارخانه پراکنده بود، را در خود متمرکز نمود. همچنین یک کمیسیون سلامت و ایمنی مستقل متشکل از نماینده کارمندان و کارگران و مسؤولین محلی (نمایندگان مردم) تأسیس شد. مسوولیت این کمیسیون قانون‌گذاری و نظارت بر ستاد HSE گذارده شد.

ستاد اجرایی HSE وظیفه دارد مقررات سلامت و ایمنی کار را برقرار نماید و همچنین مرجعی برای اطلاعات و مشاوره در این خصوص باشد. مسوولیت این ستاد شامل دامنه‌ای از عملیات است که از آن جمله می‌توان به حفاظ‌گذاری ماشین‌آلات، انجام امور پیش‌گیری آتش، پیش‌گیری از حوادث و حفاظت از محیط کار (در برابر دود، غبار، بو، مواد سمی و آلودگی صدا) اشاره کرد.

۷-۱-۵-۴ نهادهای کنترل آلودگی IPC و LAPC (بریتانیا)

قانون حفاظت محیط زیست ۱۹۹۰ (انگلستان) بر پایی دو نهاد کنترلی برای قانون‌گذاری و اقدامات متقابل در صنایع ریخته‌گری را پیشنهاد می‌دهد؛ IPC و LAPC. نهاد کنترل آلودگی یکپارچه یا IPC نهادی است که متمرکز بر فرآیندهای نوع A با پتانسیل آلایندگی زیاد است. فرآیندهای نوع A دارای ریسک آلایندگی بالا بوده و در تماس با هرسه محیط هوا، آب‌وخاک هستند (جدول ۱-۳). واحد کنترل آلودگی هوای محلی یا LAPC روی فرآیندهای نوع B که ریسک آلایندگی کمتری دارند متمرکز است. این فرآیندها به‌طور عمومی در تماس با هوا بوده و کارکرد آنها بر هوای محلی اثرگذار است (جدول ۱-۳). فعالیت دو نهاد مذکور اکنون در یک سازمان یکپارچه ادغام‌شده است.

۷-۱-۵-۵ جامعه ریخته‌گری آمریکا (AFS)

جامعه ریخته گران آمریکا با بیش از ۱۰۰۰ عضو بزرگترین انجمن تخصصی ریخته‌گری به شمار می‌آید. این نهاد در زمینه‌های توسعه پایدار، مدیریت، سیاست‌گذاری، ترویج و نوآوری در ریخته‌گری فعال است. موضوع ایمنی و سلامت در ریخته‌گری، آموزش نیروی انسانی، بیمه‌های شغلی مربوطه و پژوهش در حوادث ریخته‌گری از موضوعاتی هستند که در ماموریت این نهاد جای دارند.

۷-۲ مقررات ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری

مقررات آن دسته از قوانین، آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب یک نهاد قانون‌گذار است که به‌واسطه‌ی یک قانون کلی‌تر برای یک محیط کار الزامی می‌شود. برای نمونه، تمامی صنایع ریخته‌گری در جمهوری اسلامی ایران به‌واسطه قانون کار، ملزم به اجرای مقررات شورای عالی حفاظت فنی هستند.

■ ۷-۲-۱ ماده اول مقررات ایمنی و سلامت کار

ماده مهم مقررات ایمنی و سلامت کار، که معمولاً به‌عنوان ماده اول بیان می‌شود، تفهیم مسوولیت‌های افراد، شامل کارفرما و کارکنان، به ایشان است. این اصل مسوولیت‌های کارفرما و کارکنان را به‌صورت زیر روشن می‌کند:

مسوولیت کارفرما شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):

- شناسایی مخاطرات
- ارزیابی ریسک هر خطر بر سلامت و ایمنی افراد
- تأمین تجهیزات حفاظتی و اقدامات لازم
- ارائه اطلاعات و آموزش لازم به کارکنان

مسوولیت کارکنان، شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):

- همکاری با اقدامات کارفرما
- عمل به دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی محیط کار و دنبال کردن راهنماها و علائم
- استفاده از پوشش‌ها و به کار بردن تجهیزات حفاظتی

■ ۷-۲-۲ آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه‌ریزی و لوله ریزی)

آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه‌ریزی و لوله ریزی) سال ۱۳۹۳ توسط شورای عالی حفاظت فنی ایران و با بازنگری آیین‌نامه و مقررات حفاظت فنی در ریخته‌گری، آهنگری و جوشکاری مصوب ۱۳۴۷ منتشرشده و برای صنایع داخل کشور لازم‌الاجرا است. این آیین‌نامه متشکل از ۱۲ فصل و ۳۳۷ ماده است.

■ ۷-۲-۳ آیین‌نامه کار با دستگاه‌های ریخته‌گری تحت‌فشار

آیین‌نامه کار با دستگاه‌های ریخته‌گری تحت‌فشار سال ۱۳۹۷ توسط شورای عالی حفاظت فنی ایران به استناد ماده ۸۵ قانون کار جمهوری اسلامی ایران نوشته‌شده و توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی به تصویب رسیده است. این آیین‌نامه برای کلیه صنایع داخل کشور مشمول قانون کار لازم‌الاجرا است. این آیین‌نامه شامل ۳ فصل و ۷۸ ماده و ۴ تبصره است که جایگزین مواد ۱۵ تا ۱۸ آیین‌نامه حفاظتی پرس‌های تزریقی (پلاستیک و دایکست) شده است.

■ ۷-۲-۴ مقررات برون‌مرزی و جهانی

۷-۲-۴-۱ مقررات سازمان جهانی کار ILO

سازمان جهانی کار ILO در وب‌سایت خود (لینک در پاورقی) به مقررات، استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار در شاخه کاری تولید فلزات پایه پرداخته است.

۷-۲-۴-۲ مقررات اداره ایمنی و سلامت کار OSHA

مجموعه مقررات تدوین‌شده توسط اداره ایمنی و سلامت شغلی ایالات‌متحده آمریکا OSHA برای صنایع ایالت‌های آمریکا ابلاغ‌شده است. بااین‌وجود، محتوای این مقررات، اطلاعات و داده‌های مفیدی برای صنایع و کارخانه‌های دیگر دارد. در پیوست الف فهرستی از مقررات OSHA، که به کارخانه‌های ریخته‌گری مربوط می‌شود، ارائه شده است.

۷-۲-۴-۳ مقررات کنترل مضرات مواد برای سلامت COSHH

مقررات کنترل مضرات مواد برای سلامت COSHH ۱۹۸۸ به‌طور خاص برای حفظ ایمنی و سلامت کارکنان در داخل کارخانه نوشته‌شده است. این مقررات در ۱۹۹۴م. و پس‌ازآن در ۱۹۹۹م. ویرایش شده و علاوه بر مضرات مواد دیگر مسایل آلایندگی و چهارچوب‌های قانونی حفاظت در محیط کار را نیز در برگرفته است. مقررات COSHH مواد مضر را برحسب شدت تأثیر آنها دسته‌بندی و حدود مجاز معینی را برای هر یک معرفی می‌کند.

۷-۲-۴-۴ مقررات مربوط به پیش‌گیری و کنترل آلاینده‌ها

مقررات پیش‌گیری و کنترل آلودگی PPCR ۲۰۰۰ در اتحادیه اروپا مجموعه مقررات پیش‌از خود را در یک قانون یکپارچه گردآوری کرده است. در این مقررات انواع فرآیندها و مقررات پیشین دفع پسماندها اصلاح و ارائه شده است.

اصلاحیه قانون هوای پاک CAAA ۱۹۹۰ (آمریکا)، مجموعه مقررات دیگری است که برای پیش‌گیری و کنترل آلاینده‌ها تدوین‌شده است. اولین مقررات فدرال آمریکا برای کنترل آلودگی هوا در سال ۱۹۵۵م. نوشته شد. آخرین اصلاحیه این مقررات در ۱۹۹۰م. منتشرشده و اختیارات و مسوولیت‌های دیگری را برای بخش دولتی، بخش صنعت و بخش علوم و فن‌آوری مشخص کرده است.

۷-۲-۴-۵ مقررات کنترل صدا در محیط کار

مقررات کنترل آلودگی صوتی در محیط کار در ۱۹۹۰م. در پی قانون سلامت و ایمنی در کار توسعه پیدا کرد. این مقررات به حفاظت کارگران از آسیب‌های شنوایی می‌پردازد. مقررات مربوط به آلودگی صدا و ارتعاش تجهیزات تاکنون چند بار مورد ویرایش قرارگرفته، که آخرین ویرایش آن در سال ۲۰۰۵م. منتشرشده است. مقررات کنترل آلودگی صوتی در محیط کار، وظایفی را به عهده کارفرمایان می‌گذارد که به سبب آنها ریسک آسیب‌های شنوایی کاهش یابد. اما به‌موازات آن لازم می‌داند که میزان شدت صدایی که کارکنان در معرض آن قرار دارند بررسی شود.

۷-۳ استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری

۷-۳-۱ راهنماهای مدیریت ایمنی و سلامت

استاندارد بین‌المللی ایزو راهنمایی را با عنوان سامانه مدیریت سلامت و ایمنی شغلی ـ الزامات و راهنمای کاربرد ISO 45001 به‌طور کلی به‌منظور ایجاد یک محیط کار ایمن و سلامت و جلوگیری از جراحت و بیماری افراد در هنگام کار منتشر نموده است. این استاندارد مرجع بسیاری از دستورالعمل‌ها و راهنماهای مربوط به ایمنی و سلامت است.

راهنمای سامانه مدیریت سلامت و ایمنی کار BS 8800 استاندارد دیگری است که به مسایل مربوط به سلامت و ایمنی می‌پردازد. این استاندارد توصیه‌هایی برای برآورد ریسک مخاطرات کارخانه ریخته‌گری دارد. به‌غیراز مسایل مربوط به مواد مضر و آلودگی صوتی، جنبه‌های دیگر سلامت و ایمنی مانند ایمنی مکانیکی و الکتریکی، حفاظ‌گذاری ماشین‌آلات، آتش، انفجار، لغزش و سقوط، کارهای دستی، جابجایی‌ها و قرارگرفته در معرض ارتعاش مهم هستند که در این استاندارد به آنها اشاره‌شده است.

استاندارد BS 8800 مشابه BS EN ISO 14001 توصیه می‌کند که مدیریت سلامت و ایمنی کار به‌طور سیستماتیک و روشمند دنبال گردد. با این رویکرد محیط کار ازنظر سلامت و ایمنی به‌طور پیوسته توسعه داشته باشد و همگام با توسعه فن‌آوری به جلو برود. اما تفاوت استاندارد BS 8800 با BS EN 14001 در این است که BS 8800 باهدف اخذ و صدور گواهینامه نوشته نشده و نمی‌توان آن را به‌عنوان مدرکی برای ویژگی کارخانه ارائه داد. این استاندارد تنها راهنمایی برای توسعه سامانه مدیریتی سلامت و ایمنی است.

اتحادیه اروپا برای ترغیب فرهنگ سلامت و ایمنی محیط کار و زندگی، به موضوع هزینه سلامت و ایمنی پرداخته است. در این راستا، این اتحادیه راهنمای بهترین روش/فن‌آوری موجود بی‌نیاز به هزینه زیاد BATNEEC برای کمیته کردن آلاینده‌ها را پیشنهاد داده است.

۷-۳-۲ استانداردهای ملی برای ایمنی ریخته‌گری

سازمان ملی استاندارد ایران INSO مجموعه‌ای از استانداردهای ایمنی کوره را با عنوان کوره‌های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته ـ ایمنی، با اقتباس از استانداردهای بین‌المللی ISO13577، تدوین و ارائه کرده است.

۷-۳-۳ استانداردهای جهانی ایمنی در ریخته‌گری

استانداردهای ایمنی و سلامت پرشماری به‌طورمعمول برای مخاطرات عمومی محیط کار وجود دارد. بااین‌همه، به خاطر شرایط متفاوتی که در یک کارخانه ریخته‌گری ممکن است وجود داشته باشد، تعدادی از استانداردهای ایمنی به‌طور ویژه برای کارخانه ریخته‌گری تدوین‌شده‌اند یا در بخش‌هایی از آنها به شرایط ویژه

کار ریخته‌گری اشاره دارند. جدول ۱-۷ چندی از راهنماها و استانداردهای جهانی و برون‌مرزی مربوط به ریخته‌گری را معرفی می‌کند.

جدول۱-۷. راهنماها و استانداردهای جهانی و برون‌مرزی مربوط به ریخته‌گری

موضوع	کد	عنوان	شرح
ریخته‌گری	ASTM E۲۳۴۹-۱۹	اقدامات استاندارد برای الزامات ایمنی عملیات ریخته‌گری فلزات: آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری، ماهیچه‌سازی، ذوب و بارریزی، تمیزکاری و تمام‌کاری	[۱۳]
ایمنی و بهداشت	ASTM E۱۵۴۲-۲۱	اصطلاحات ایمنی و بهداشت	
صنایع آهن و فولاد	ILO ۲۰۰۵	کد راهنمای ایمنی و سلامت کار در صنایع آهن و فولاد	[۱۴]
	India SG/ ۳۲	راهنمای ایمنی بخش آهن و فولاد	[۱۵]
صنایع غیرآهنی	ILO ۲۰۰۳	ایمنی و سلامت در صنایع فلزی غیرآهنی	[۱۶]
فضای کار	EN ISO ۷۰۱۰	سمبل‌های گرافیکی ـ نشان‌ها و رنگ‌های ایمنی ـ نشان‌های ثبت‌شده	[۱۷]
کارگاه قراضه	OSHA ۳۳۴۸-۰۵	راهنمای شناسایی و کنترل مخاطرات ایمنی و سلامت در بازیافت قراضه فلزات	[۱۸]
ریخته‌گری پیوسته	EN ۱۴۷۵۳	ایمنی ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری پیوسته فولاد	[۱۹]
کوره‌ها	EN ۷۴۶-۲	ایمنی تجهیزات گرمایش، احتراق و سیستم‌های حمل سوخت	[۲۰]
آتش‌سوزی	ISO ۱۹۳۵۳	ایمنی تجهیزات ـ پیشگیری از آتش و مهار آتش‌سوزی	[۲۱]
تجهیزات حفاظت فردی PPE	EN ISO ۲۰۳۴۹-۱	تجهیزات حفاظت فردی ـ حفاظت پا برای ریسک‌های ریخته‌گری و جوشکاری ـ بخش ۱	[۲۲]
	EN ISO ۲۰۳۴۹-۲	تجهیزات حفاظت فردی ـ حفاظت پا برای ریسک‌های ریخته‌گری و جوشکاری ـ بخش ۲	[۲۳]

۱-۳-۳-۷ استاندارد ایمنی در صنایع ریخته‌گری ASTM E2349

استاندارد ASTM E2349 یک استاندارد جهانی برای الزامات ایمنی در عملیات ریخته‌گری است. این استاندارد از سال ۱۹۷۲م. در پی پروژه مشترک انجمن آمریکایی آزمون فلزات (ASTM) و انجمن ریخته‌گران آمریکا (AFS) تهیه و تدوین شد. آخرین ویرایش این استاندارد در سال ۲۰۱۹م. منتشر گردیده است.

۲-۳-۳-۷ استاندارد علائم و تابلوهای ایمنی DIN EN ISO 7010

استاندارد DIN EN ISO 7010 یک استاندارد بین‌المللی است که علائم ایمنی استاندارد و کدگذاری شده برای مخاطرات ایمنی در محل کار منتشر می‌کند. این استاندارد فهرستی از مخاطرات ارائه کرده و هر مورد شناخته‌شده از مخاطرات ایمنی را با پنج علامت معرفی می‌کند. با کدها و شکل‌ها و رنگ استاندارد معرفی می‌کند. پنج کد E، F، M، P و W به ترتیب برای تخلیه یا کار ایمن (Evacuation) با مربع سبز، آتش (Fire) با مربع قرمز، اقدام لازم (Mandatory) با دایره آبی، منع (Prohbition) با دایره منع قرمز و هشدار (Warning) با مثلث زرد برای محیط کار شناسایی می‌کند. جدول ۲-۷ نمونه‌های از علائم این استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۷نمونه‌ای از جدول علائم استاندارد ایمنی DIN EN ISO ۷۰۱۰. این استاندارد هر موضوع یا خطر ایمنی را با پنج کد E، F، M، P و W به ترتیب برای تخلیه یا کار ایمن (Evacuation)، آتش (Fire)، اقدام لازم (Mandatory)، منع (Prohbition) و هشدار (Warning) و بارنگ‌ها و شکل‌های استاندارد در محیط کار شناسایی می‌کند.

	Category				
	E	F	M	P	W
	Evacuation route, location of safety equipment or safety facility, safety action (safe condition signs)	Fire equipment signs	Mandatory action signs	Prohibition signs	Warning signs
Safety sign					
Reference number	E001	F001	M001	P001	W001
Referent	Emergency exit (left hand)	Fire extinguisher	General mandatory action sign	General prohibition sign	General warning sign
Safety sign					
Reference number	E002	F002	M002	P002	W002
Referent	Emergency exit (right hand)	Fire hose reel	Refer to instruction manual/booklet	No smoking	Warning: Explosive material
Safety sign					
Reference number	E003	F003	M003	P003	W003
Referent	First aid	Fire ladder	Wear ear protection	No open flame; Fire, open ignition source and smoking prohibited	Warning: Radioactive material or ionizing radiation

۷-۳-۳-۳ راهنمای ایمنی و سلامت در کارگاه قراضه OSHA 3348-05

راهنمای شناسایی و کنترل مخاطرات ایمنی و سلامت در بازیافت قراضه فلز توسط اداره ایمنی و سلامت کار OSHA زیر نظر وزارت کار ایالات‌متحده آمریکا منتشرشده است. این راهنما، اطلاعات مفیدی را در خصوص انواع فلزات بازیافتی و قراضه‌ها و انواع مخاطراتی که در فرآیند بازیافت آنها وجود دارد ارائه می‌کند. همچنین به معرفی اقدام‌های پیش‌گیرانه، کنترلی و استانداردها و مقررات مربوط به فرآیند بازیافت قراضه فلزات می‌پردازد.

■ ۷-۳-۴ ارزیابی ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری

به‌منظور کاهش ریسک‌های ایمنی و سلامت کار، مواقعی هست که لازم خواهد شد سطح ایمنی و سلامت در محیط کار ارزیابی شود. ممکن است این ارزیابی پیش‌از برنامه‌ریزی و اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی لازم شود؛ به‌منظور اینکه اطلاعات اولیه برای سیاست‌گذاری و راهبردهای ایمنی فراهم شود. همچنین ممکن است پس از اجرای اقدامات موردنیاز باشد؛ باهدف اینکه میزان تأثیر اقدامات سنجیده شود و اقدامات اصلاحی صورت گیرد. علاوه بر آن، سازمان‌های ناظر، ممیز یا پیمانکار نیاز به ارزیابی محیط کار خواهند داشت. با توجه به همه موارد، توسعه ایمنی و سلامت، بدون ارزیابی سطح ایمنی و سلامت در محیط کار، محقق نخواهد شد. پرسش این است که چه معیارها، چه شاخص‌ها و چه سنجه‌هایی برای ارزیابی کیفیت و کمیت ایمنی و سلامت کار وجود دارد؟ این بخش به‌طور خلاصه به این مهم می‌پردازد.

۷-۳-۴-۱ حد انفجار پایین LEL برای مواد اشتعال‌پذیر

برای اطمینان از ایمن بودن محیط کار در برابر اشتعال و انفجار خودبه‌خود هوا از شاخص LEL یا حد انفجار پایینی[۱] مواد موجود در هوا استفاده می‌شود. شاخص LEL (برحسب درصد وزنی یا g/m^3) حداقل غلظت ماده (گاز یا بخار یا پودر) در هوا است که قابل اشتعال و یا انفجار است. برخی از دستورالعمل‌ها الزام می‌کنند که غلظت هر ماده قابل اشتعال در هوا نمی‌بایست از یک‌چهارم LEL آن ماده تجاوز کند.

۷-۳-۴-۲ حد آستانه مواد مضر برای شرایط سالم TLV

موسسه ACGIH هرسال سنجه‌ها و مقدارهای آستانه‌ای را برای تعریف شرایط سالم باوجود مواد شیمیایی مضر گردآوری نموده و در کتابچه راهنمای TLVs and BEIs منتشر می‌کند. سنجه TLV[۲] (با واحد mg/m^3 یا $100cm^3/mg$ یا ppm) مقدار حدی آستانه را برای مواد هوابرد[۳] (ذرات معلق) بیان می‌کند. این شاخص معرف شرایطی است که در آن تقریباً تمام افراد می‌توانند تحت آن شرایط در معرض آن

۱- Lower Explosive Limit/Level

۲- Threshold Limits Values

۳- Airborne

ماده باشند بدون این‌که اثری بر سلامت آنها داشته باشد. توصیه‌ها و نکات احتیاطی بسیاری برای کاربرد این شاخص بیان‌شده است. لازم به توضیح است که این مقادیر مرز ایمن و ناایمن را مشخص نمی‌کنند و تنها به‌منظور راهنمایی ارائه و منتشر می‌شوند. لذا به کاربردن اعداد منتشرشده در این کتابچه راهنما نیاز به تخصص و بررسی درزمینه‌ی مربوطه دارد و ممکن است معیارها برای مکان‌ها و افراد مختلف متفاوت باشد.

۳-۴-۳-۷ مقادیر MEL و OES برای مواد مضر

ستاد HSE بریتانیا هرسال در مقررات CoSHH در راهنمای EH406 برای قرارگرفته افراد در معرض مواد هوابرد برای کوتاه‌مدت (۱۵دقیقه) و بلندمدت (۸ساعت) حدود مجاز مواد منتشر می‌کند. برای این موارد دو شاخص MEL (حد ظهور بیشینه)[۱] و OES (استاندارد ظهور کارگاهی)[۲] برحسب ppm (جزء در میلیون) و میلی‌گرم در مترمکعب بیان می‌شوند. این شاخص‌ها تنها مربوط به استنشاق هوا بوده و راه‌های دیگر قرارگرفتن در معرض آلودگی مانند تماس پوست یا فروبری نمی‌بایست نادیده گرفته شود.

شاخص MEL مربوط به شمار کمی از مواد بسیار مضر می‌شود که استنشاق اندکی از آن مشکلات جدی برای سلامت فرد ایجاد می‌کند. برای نمونه بنزن[۳]، فرمالدئید[۴]، ایزوسیانات[۵]، سیلیس بلوری[۶] و تری‌کلراتیلن[۷] از آن دسته مواد هستند. تحت هر شرایطی میزان استنشاق‌شده از این مواد نمی‌بایست بیش از MEL تعیین‌شده باشد. شاخص OES شمار بیشتری از مواد را در برمی‌گیرد که استنشاق روزمره آنها در طول زمان کار باعث آسیب یا ناراحتی در سلامت فرد نمی‌شوند. برای نمونه تنفس غبار (عاری از سیلیس یا مواد مضر دیگر) طبق این شاخص به ۸ ساعت محدود می‌شود. اگر غبار قابل استنشاق باشد با غلظت $۱۰\ mg/m^3$ و اگر دارای ذرات ریز معلق اما قابل‌تنفس باشد با غلظت $۵\ mg/m^3$ در ۸ ساعت کار مجاز است.

۴-۴-۳-۷ پرسش‌نامه ارزیابی ایمنی و سلامت BS 8800

استاندارد راهنمای ایمنی و سلامت کار BS 8800 پیوست C پرسش‌نامه مفیدی برای ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار پیشنهاد می‌کند که در جدول ۳-۷ آمده است. چنانکه این پرسش‌نامه پیشنهاد می‌کند، برای ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار می‌توان از دیدگاه و نگرش کارکنان، که در هر موقعیتی مهم‌ترین منابع سازمان هستند، بهره جست.

۱- Maximum Exposure Limit
۲- Occupational Exposure Standard
۳- Benzense
٤- Formaldehyde
٥- Isocyanates
٦- Crystalline Silica
۷- Trichlorethylene

جدول ۳-۷ پرسش‌نامه ارزیابی وضعیت و دیدگاه افراد در مورد ایمنی و سلامت محیط کار.

پرسش	کاملاً مخالف	مخالف	ممتنع	موافق	کاملاً موافق
۱. مدیران ارشد کاملاً متعهد به ایمنی و سلامت هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲. وقتی کارکنان اشتباه می‌کنند سرزنش می‌شوند (برای ایمنی و سلامت).	۱	۲	۳	۴	۵
۳. شرکت به نظر من در مورد ایمنی و سلامت اهمیت می‌دهد.	۱	۲	۳	۴	۵
۴. مدیریت، آموزش ایمنی و سلامت را در اولویت گذاشته است.	۱	۲	۳	۴	۵
۵. سرپرستان در برابر رفتارهای ناایمن چشم‌پوشی می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۶. دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت بسیار سخت گیرانه‌تر از مخاطرات موجود هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۷. اگر از مقررات ایمنی و سلامت تخطی کنم، همکارم به من انتقاد خواهد کرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۸. آموزش‌های کافی برای ایمنی و سلامت به من داده‌شده است.	۱	۲	۳	۴	۵
۹. کار زیادی برای پیشگیری از حوادث نمی‌شود، مگر آنکه یک نفر مجروح شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۰. همه افراد در مواقع لازم از لباس و وسایل حفاظت فردی استفاده می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۱. وقتی فردی از مقررات تخطی می‌کند، کم پیش‌می‌آید که اقدامی صورت گیرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۲. من دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت را در کار خودم کاملاً می‌فهمم.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۳. محدودیت‌های زمانی موجود برای کامل کردن کارها پذیرفتنی است.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۴. برای تحلیل ریسک خطراتی که به کارم مربوط است، من را نیز شرکت داده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۵. کارکنان برای انجام کار ایمن پاداش می‌گیرند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۶. اقدام‌های انجام‌شده، بر اساس یافته‌های تحلیل ریسک گزینش‌شده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۷. اقدام‌های کنترل خطر، سد راه من برای انجام کارم نمی‌شوند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۸. هرچقدر هم که در کار محتاط باشی، ضربه‌ها و کوفتگی‌ها اتفاق می‌افتند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۹. راهنماها و آگهی‌های ایمنی و سلامت کاملاً سودمند هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۰. همکارم در کارش ریسک‌هایی می‌کند که من حاضر به انجام آن نیستم.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۱. تمام حوادثی که اینجا اتفاق می‌افتد را خبر می‌دهند و گزارش می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۲. برخی از مقررات ایمنی و سلامت فقط برای حفظ جایگاه مدیریت است.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۳. سیستم مجوز کار permit-to-work باعث تأخیر در انجام کارها می‌شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۴. من می‌دانم که اگر دستورالعمل‌های ایمنی را دنبال کنم، صدمه‌ای نخواهم دید.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۵. کاملاً مجبورم که از وسایل حفاظت فردی استفاده کنم.	۱	۲	۳	۴	۵

۵-۴-۳-۷چک‌لیست سلامت محیط کار ریخته‌گری

مرکز سلامت محیط و کار ایران، در راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری یک چک‌لیست برای بازرسی و ارزیابی سطح سلامت افراد در محیط کار ریخته‌گری ارائه کرده است. جدول ۴-۷ چک‌لیست بهداشت حرفه‌ای در کارگاه ریخته‌گری را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۷. چک‌لیست بهداشت حرفه‌ای در کارگاه ریخته‌گری

جمهوری اسلامی ایران

وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

شماره کد : ۱۵۰ — صنف : ریخته گری

تاریخ دریافت فرم : — تاریخ تنظیم و ارسال فرم به مرکز بهداشت :

ردیف	دستور العمل اجرائی موازین بهداشت حرفه ای	نظریه مسئول صنف	نظریه کارشناسی
۱	ساختمان کارگاه از لحاظ کف ، دیوارها و سقف متناسب با نوع کار و تولید باشد (کف بتونی، وضعیت مناسب دیوارها و سقف).	بله ☐ خیر ☐	
۲	کارگاه دارای فضای مناسب کار با توجه به تعداد کارگران می باشد (برای هر کارگر ۳ متر مربع سطح و ارتفاع حداقل ۳ متر کارگاه).	بله ☐ خیر ☐	
۳	کارگاه دارای تهویه موضعی و عمومی مناسب و حتی الامکان فیلتردار جهت رفع آلودگیهای ایجاد شده در محیط کار می باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۴	سیم کشی های داخل کارگاه و دستگاه بصورت کابلی انجام شده و دارای سیستم ارت می باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۵	کارگاه دارای وسائل گرم کننده و خنک کننده در محیط کار است (بخاری – کولر).	بله ☐ خیر ☐	
۶	کارگاه دارای روشنایی مناسب طبیعی (پنجره) و مصنوعی (لامپ) در محیط کار است.	بله ☐ خیر ☐	
۷	کارگاه دارای سرویس بهداشتی و متناسب با تعداد کارگران در محیط کار می باشد (دستشویی – توالت و حتی الامکان حمام).	بله ☐ خیر ☐	
۸	کارگاه دارای محلی جهت ارائه کمکهای اولیه و خدمات بهداشتی اولیه با لوازم کافی می باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۹	کارگاه دارای لیفتراک و جرثقال سقفی در صورتیکه حمل و نقل بارسنگین در کارگاه انجام می گردد می باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۱۰	کارگاه دارای محلی جهت غذا خوردن و آب سردکن جهت استفاده کارگران می باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۱۱	وسایل اطفاء حریق و کمکهای اولیه در کارگاه موجود است.	بله ☐ خیر ☐	
۱۲	وسایل حفاظت فردی کارگران متناسب با نوع کار تامین شده است.	بله ☐ خیر ☐	

آدرس کارگاه : — محل امضاء کار فرما :

توضیحات و اعلام نظریه نهائی توسط کارشناس بهداشت حرفه ای : — تاریخ و محل امضاء کارشناس بهداشت حرفه ای

۸

فصل هشتم

پیوست‌ها و مراجع

پیوست ها و مراجع

پیوست الف مقررات محیط کار ریخته‌گری OSHA

پیوست حاضر فهرستی از مجموعه مقررات OSHA، که به محیط کار ریخته‌گری مربوط می‌شود را ارائه می‌کند. مجموعه مقررات تدوین‌شده توسط اداره ایمنی و سلامت شغلی ایالات‌متحده آمریکا OSHA برای صنایع ایالت‌های آمریکا ابلاغ‌شده است. بااین‌وجود، محتوای این مقررات، اطلاعات و داده‌های مفیدی برای صنایع و کارخانه‌های دیگر دارد.

مقررات OSHA[۱] که به کارخانه‌های ریخته‌گری مربوط می‌شوند.

۱- Occupational Safety and Health Administration

Part	Subpart	Section	Title	Description
29 CFR		1904.0 - 1904.46	Injury and Illness Reporting	Now most companies must submit their reports to OSHA electronically. Most recently changed in 2017. (Check out exemptions)
OSHA Act of 1970		5(a)(1)	General Duty Clause	All employers must provide a place of employment that is free from recognized hazards that are causing or are likely to cause death or serious physicl harm to employee. This is a catch all category OSHA can use when a specific set of regulations does not exist, such as for: heat, ergonomics, lifting heavy objects, etc.
29 CFR	**1910 vs 1926**			1910 regulations apply to General Industries including Foundries. 1926 applies to construction work. When Foundry employees perform Construction activities, the Construction standards may apply.
29 CFR	D		Walking Working Surfaces	Protects employees while working at heights, from slips, trips and falls, holes in the walking surface, etc.
		1910.230	Ladders	
		1910.240	Manhole bolts and steps	
		1910.250	Stairways	Design of steps, railings, toeboards, etc.
		1910.260	Dockboards	Safe use of transitions from dock to trucks
		1910.270	Scaffolding	
		1910.280	Fall Protection and Falling Objects	Use of rails, harness, teather, anchor point, setbacks, flags and tool fastners
		1910.300	Training	Training required for this section
	E		Exit Routes and Emergency Planning	
		1910.350	Alternate Exit Routes	
		1910.360	Design of Exit Routes	
		1910.370	Maintaining Safegourds an Operating Features of Exit Routes	
		1910.380	Emergency Action Plans	Written plan
		1910.390	Fire Prevention Plans	Written plan
	F	1910.66 to .68	Manlifts of all Types	Scissor lifts, cherry pickers, articulated arms
	G	1910.940	Ventilation	
		1910.950	Occupational Noise Exposure	Hearing Protection Monitoring Program for work areas with 80 decibels or more. Impliment Plan at 85 decibels = Action Level Annual hearing test for employees in loud areas- > 85dB on an 8 hour TWA. Baseline hearing test for Ees w/in 6 mos. of hire.
		1910.970	Non-Ionizing Radiation	Electromagnetic, radio and micro waves
	H		Hazardous Materials	
		1910.101	Compressed Gas	
		1910.102	Acetylene	
		1910.103	Hydrogen	
		1910.104	Oxygen	
		1910.105	Nitrous oxide	
		1910.106	Flammable Liquids	
		1910.107	Spray Paint/Finish	Flammable or combustible material
		1910.120	Hazardous Waste Operations and Emergency Response	HAZWOPER
		.122 - .126	Dipping and Coatings Operations	

Part	Subpart	Section	Title	Description
	I		Personal Protective Equipment	What gear to provide to employees to protect them from hazards in the workplace.
		1910.132	General requirements	
		1910.133	Eyes and Face	Safety glasses, goggles, faceshields
		1910.134	Respiratory Protection	Facemasks, filtering facepieces, cartridges, pre-filters and respirators, air-supplied hoods and tanks, escape packs
		1910.135	Head Protection	Hardhats and bump caps
		1910.136	Foot Protection	Shoes and boots with toe guards, metatarsal guards, puncture resistant soles, electrical protection, and designs for quick removal for metalcasters working with molten metal
		1910.137	Electrical Protective equipment	
		1910.138	Hand Protection	Gloves
		1910.140	Personal Fall Protection Systems	Working 4 ft. or more above the floor or ground (Ladders are different)
			Appendices	
			App. A	Non-Mandatory References for Further Information (BLS Statistics Eye, Face, Head, Foot, etc.)
			App. B	Non-Mandatory Compliance Guidelines for Hazard Assessment and PPE Selection
			App. C	Nonmandatory Personal Fall Protection Systems Guidelines
		1910.950	Occupational Noise Exposure	Nonmandatory Test Methods and Procedures for Personal Fall Protection Systems [illegible] Action Level Annual hearing test for employees in loud areas- > 85dB on an 8 hour TWA. Baseline hearing test for Ees w/in 6 mos. of hire.
		1910.970	Non-Ionizing Radiation	Electromagnetic, radio and micro waves
		1910.144	Safety color code fo marking physical hazards	
		1910.145	Accident Prevention signs and tags	
		1910.146	Permit-required Confined Space	
		1910.147	Control of Hazardous Energy	LockOut/TagOut/Test Out (LOTO)
	K	1910.151	Medical Services and First Aid	First Aid training, First Aid Kits, Eye Wash Stations for corrosive materials (acids, alkalis, high or low pH)
	L		Fire Protection	
		1910.156	Fire brigades	Train employees to respond to fire
		1910.157	Portable Fire Extinguishers	Portable
		1910.158	Standpipe and hose Extinguishers	Permanent
		1910.159	Automatic Sprinkler Systems	
		.160 - .163	Fixed Extinguishing Systems	
		1910.164	Fire Detection Systems	
		1910.165	Employee Alarm Systems	
	M	1910.166-169	Compressed Gase and Compressed Air Equipment	
	N		Materials Handling and Storage	
		1910.176	General	
		1910.178	Powered Industrial Trucks (PITs)	Forklifts
		1910.179	Overhead and Gantry Cranes	Must be load tested annually- document

Part	Subpart	Section	Title	Description
				Also inspect chains, anchor points, hooks, slings, and all other components.
		1910.180	Crawler Locomotive and Truck Cranes	
		1910.181	Derricks	
		1910.183	Helicopters	
		1910.184	Slings	
	O		Machinery and Machine Guards	
		1910.215	Abrasive Wheel Machinery	Grinding wheels- before each shift confirm space between wheel and work platform.
		1910.217	Mechanical Power Press	
		1910.218	Forging Machines	
		1910.219	Mechanical Power-Transmission	
	P		Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment	
		1910.242	Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment	
		1910.243	Guarding of Portable Powered Tools	
		1910.244	Other Portable Tools & Equipment	
	Q		Welding, Cutting and Brazing	
		1910.251	Definitions	
		1910.252	General Requirements	
		1910.253	Oxygen-Fuel Gas Welding and Cutting	
		1910.254	Arc Welding and Cutting	
		1910.255	Resistance Welding	
	R	NA	Special Industries	
	S	.301 - .330	Electrical	Electric systems, wiring design, methods, components, installations, hazardous locations, training, work practices
		1910.335	Safeguards for Personnel Protection	
	T	NA	Commercial Diving Operations	
	Z		Toxic and Hazardous Substances	
		1910.1000	Air Contaminants	
		1910.1001	Asbestos	
		1910.1030	13 Carcinogens	
		1910.1017	Vinyl chloride	
		1910.1020	Access to employee exposure and medical records	
		1910.1025	Lead	
		1910.1026	Chromium (VI)	
		1910.1027	Cadmium	
		1910.1028	Benzene	
		1910.2029	Coke oven emissions	
		1910.1030	Bloodborne Pathogens	
		1910.1045	Acrylonitrile	
		1910.1048	Formaldehyde	
		1910.1053	Respirable Crystalline Silica	
		1910.1096	Ionizing Radiation	
		1910.1200	Hazard Communication	HAZCOM- Safety Data Sheets- Globally Harmonized System (GHS) Training
		1910.1201	Retention of DOT markings, placards and labels	Most trucking companies provide these, BUT legally the shipper is responsible
		1910.145	Occupational Exposure to Hazrdous Chemicals in Laboratories	Written Lab Safety Program

پیوست ب مواد شیمیایی در ریخته‌گری

مواد شیمیایی رایج در کارخانه‌های ریخته‌گری، محل /فرآیند کاربرد یا تولید آنها و مخاطرات ایمنی و سلامت که ممکن است ایجاد کنند.

موادشیمیایی	کاربرد /فرآیند	مخاطرات
اسیدها	به‌عنوان خنثی کننده آمین‌ها به کار می‌روند و در گازشویی متصاعد می‌شوند. به‌عنوان کاتالیزور در برخی چسب‌های ماسه به کار می‌روند.	ناراحتی‌های پوست، چشم و تنفس
آکرولین Acrolein	محصول واکنش ماهیچه‌گیری و در اجاق‌های پخت ماهیچه آزاد می‌شود. در هنگام باریزی و قالب تکانی درجاهایی که ماهیچه روغنی بکار می‌رود آزاد می‌شود.	ناراحتی چشم، بینی و گلو، اشک چشم (lachrymation)، ترشح ریه (pulmonary oedema)
اکسیدآلومینیم aluminum oxide	ذوب و باریزی آلیاژهای آلومینیم هنگام استفاده آلومینیم به‌عنوان اکسیژن زدا در مذاب فولاد نیز تولید می‌شود.	ناراحتی تنفسی، می‌تواند باعث فیبروز ریه شود pulmonary fibrosis نارسایی عصب‌های حسی (peripheral neuropathy) دودهاش باعث اختلال شناختی cognitive impairment می‌شود
آمونیاک Ammonia	ماهیچه‌سازی محصول تجزیه چسب‌هایی که نیتروژن دارند.	Eyes and respiratory tract irritation which can be severe. High concentrations may result in chronic lung disease and eye damage. Skin contact can result in burns، blistering and permanent scarring
آنتیموان Antimony	در ذوب آلیاژهای برنج و آلیاژهای سرب بکار می‌رود	Respiratory، skin and eye irritant. May cause dermatitis. Ingestion may cause severe irritation of lining of stomach and intestines. Inhalation may cause systemic poisoning with symptoms including abdominal pain، nausea، dizziness and dry throat. Chronic Exposure: liver and kidney abnormalities or pneumonitis may result from chronic antimony exposure

بنزن Benzene	به‌عنوان حلال در شستن ماهیچه بکار می‌رود.	Long term exposure can damage the bone marrow and lead to leukaemia. A known human \A). Chronic exposures may carcinogen (Carc result in convulsions and ventricular fibrillation. Acute exposures may result in central nervous system (CNS) depressions marked by dizziness، headache، nausea، loss of coordination، .confusion
بریلیم Beryllium	در آلیاژهای مس بکار می‌رود و در هنگام ذوب و باریزی متصاعد می‌شود	\B) lung Presumed human carcinogen (Carc cancer. Skin sensitiser
کادمیم Cadmium	ریخته‌گری آلیاژهای کادمیم	\B)، may Presumed human carcinogen (Carc cause kidney damage، suspected mutagen and human reproductive toxin. Acute exposures may cause nose and throat irritation. At high levels of exposure، after a delay of several hours a person may experience symptoms including a cough and .chest pains، and death may result
کربن Carbon	گرافیت	.Respiratory and eye sensitisation
دی‌اکسید کربن Carbon dioxide	از اجاق ماهیچه‌گیری منتشر می‌شود. در هنگام ذوب و باریزی و جوشکاری تولید می‌شود.	Asphyxiant، may contribute to oxygen deficiency .if in excessive concentrations
مونواکسید کربن Carbon monoxide	در هنگام ذوب و باریزی، و نیز در پیرولیز ترکیبات آهنی کربن‌دار منتشر می‌شود. محصول تجزیه واکنش‌های ماهیچه‌گیری است.	Chemical asphyxiant interferes with oxygen carrying capacity of blood which may lead to anoxia. This can give rise to headaches، irregular heartbeat، dizziness، drowsiness، nausea، vomiting، loss of co-ordination، loss of .consciousness or death

کلر Chlorine	به‌عنوان گاززدا در آلیاژهای غیرآهنی به کار می‌رود.	Severe eye، nose and throat irritation، pulmonary oedema and congestion. It can aggravate bronchitis or asthma. Acute exposures may cause asphyxia
کروم ۳ Chromium III	در جوشکاری، برش شعله‌ای و سنگ‌زنی قطعات ریختگی منتشر می‌شود.	Skin and eye sensitisation. Presumed human (۱B carcinogen (Carc
کروم ۴ Chromium VI	ذوب، باریزی و سنگ‌زنی فولادهای کم آلیاژ و زنگ نزن و آلیاژهای کروم. موادتشکیل‌دهنده‌ماسه‌های کرومیتی	۱B). Presumed human lung carcinogen (Carc Chromium (VI) trioxide is a known human (۱A carcinogen (Carc).
کبالت Cobalt	ذوب، باریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای مس	.Acute respiratory irritation، metal fume fever
سیکلوهگزان Cyclohexane	در تولید ماهیچه قالب به کار می‌رود.	Acute inhalation can cause headache، nausea، dizziness، drowsiness and confusion. In very high concentrations، unconsciousness and death can result.
دی متیل آمین Dimethylamine (DMEA)	کاتالیزور ماهیچه‌گیری به روش جعبه سرد است.	Skin irritation، corneal oedema، 'halovision'، contact dermatitis.
دی ایزوسانات دی فنیل‌متان Diphenylmethane diisocyanate (MDI)	ترکیب چسب ساز است که در چسب‌های اورتان urethane بکار می‌رود	Eye، respiratory tract and skin irritation، bronchitis، nausea، vomiting، abdominal pain، occupational asthma. Suspected human (۲ carcinogen (Carc).
فرمالدئید Formaldehyde	ماده‌تشکیل‌دهنده چسب‌های رزینی مختلف است. بخار آن در پی تجزیه مواد چسب در مکان قالب‌گیری، باریزی و قالب تکانی منتشر می‌شود.	Strong irritant and sensitiser to skin causing tingling، drying and reddening of skin، eyes and respiratory tract، pulmonary oedema، bronchitis، contact dermatitis. Long term exposure through inhalation causes irritation of mucous membranes and the upper respiratory tract. Long term skin contact can cause allergy. A presumed human (۱B carcinogen (Carc).

Lacrimation of eyes، bronchitis، allergic contact dermatitis. Suspected human carcinogen (Carc ۲).	ماده افزودنی رزین‌های اوره ـ فرمالدئید و جزء تشکیل دهنده رزین‌های فوران است.	الکل فورفوریل Furfuryl alcohol
.Respiratory irritation، burns	دوده‌ای است که هنگام گاززدایی یا فلاکس‌زنی آلیاژهای غیرآهنی تولید می‌شود.	کلرید هیدروژن Hydrogen chloride
Short term inhalation causes weakness، headache، dizziness، confusion، anxiety، nausea and death at high concentrations. Long term exposures cause a persistent runny nose weakness، giddiness، headache، nausea، abdominal pain، vomiting، throat irritation، changes in taste and smell، muscle cramps، weight loss، flushing of the face and enlargement of the thyroid gland.	محصول تجزیه چسب‌های دارای نیتروژن است.	سیانید هیدروژن Hydrogen cyanide
Eye and respiratory irritation، nervous system changes، respiratory paralysis.	هنگام سردکردن سرباره با آب منتشر می‌شود. محصول تجزیه برخی چسب‌ها و کاتالیزورها در هنگام باربریزی است.	سولفید هیدروژن Hydrogen sulphide
.Pulmonary irritation	ذوب، باربریزی و سنگ‌زنی آهن و فولاد	اکسید آهن (بخار) Iron oxide (fume)
Kidney، blood، gastrointestinal and nervous system changes.	عنصر آلیاژی در آلیاژهای مس در هنگام ذوب، باربریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای سرب و آهن و فولاد منتشر می‌شود.	سرب (بخار) Lead (fume)
Metal fume fever، for example fever، fatigue، aches، metallic taste in mouth	ذوب و باربریزی چدن‌های نشکن یا کروی و آلیاژهای منیزیم. نسوزهای منیزیتی	اکسید منیزیم (بخار) Magnesium oxide (fume)

منگنز Manganese	جوشکاری و کنده‌کاری قوس و هوا فولادهای منگنزدار	Neurological disorders involving the central nervous systems including apathy، anorexia، sleepiness، leg weakness، mental excitement، uncontrolled laughter، speech disturbance، muscular rigidity or spastic gait
متان Methane	هنگام باریزی و از کوره‌ها و اجاق‌ها منتشر می‌شود.	Asphyxiant، unconsciousness and death
متیل فرمات Methyl formate	نوعی چسب ماسه شیمیایی است.	Inhalation may cause irritation to nasal passages and conjunctiva، optic neuritis، narcosis، retching and death from pulmonary irritation.
سولفید/تری اکسید مولیبدن Molybdenum sulphide/trioxide	در هنگام ذوب و باریزی در فولادهای مولیبدن دار	۲) Suspected human carcinogen (Carc، eye and respiratory irritation
اکسید نیکل Nickel oxide	ذوب، باریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای نیکل و فولادهای زنگ نزن	Dermatitis، skin sensitiser، known human ۱A)، lung and nasal cancers carcinogen (Carc
نیتروژن Nitrogen	از کوره‌ها منتشر می‌شود.	Oxygen deficiency، asphyxiant
دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide	در جوشکاری برقی و کنده‌کاری قوس و هوا تولید می‌شود.	Respiratory effects، lung oedema.
ازن Ozone	در جوشکاری برقی و کنده‌کاری قوس و هوا تولید می‌شود.	Respiratory effects، lung oedema.
فنول Phenol	ماده تشکیل دهنده چسب و محصول تجزیه چسب.	Short term contact with skin، eye or mucous membranes leads to numbness or slight tingling، then burns، blisters، permanent skin damage and gangrene، damage to the mouth، throat and stomach، internal bleeding، vomiting، diarrhoea and decreased blood pressure. Shock، collapse، coma and death may result from acute serious exposures. A presumed human carcinogen (Carc ۱B) – skin cancer.

اسیدفسفریک Phosphoric acid	کاتالیزور رزین فوران است.	Eye، skin and respiratory tract irritation، dermatitis
هیدروکربن آروماتیک پلی‌سیکلیک Polycyclic aromatic hydrocarbons ((PAH's	در پیرولیز ترکیبات ارگانیک تولید می‌شود. محصول تجزیه مواد در باررزیزی در ماسه و در ذوب با کوره است.	Associated with lung cancer، skin erthyema and sensitisation to ultra violet radiation. Benzo[a] pyrene، benzo[a]anthracene and dibenzo[a، h] anthracene. Presumed human carcinogens (Carc .۱B).
سیلیس (کوارتز) Silica (quartz)	در غبار منتشرشده هنگام قالب‌گیری، ماهیچه‌سازی، قالب تکانی، فرآیند بازسازی ماسه، پاشش‌های سایشی قطعات ریختگی هست. از برخی قالب‌ها متصاعد می‌شود. در آستری نسوز کوره‌ها بکار می‌رود	Chronic lung disease، silicosis
اسیدسولفوریک Sulphuric acid	در ساخت رزین‌های فوران برای چسب ماسه استفاده‌می‌شود.	Severely corrosive to skin، eyes and respiratory tract. Permanent scarring and blindness can result from serious exposures. Less serious exposures can result in difficulty in swallowing، intense .thirst، coughing and shortness of breath
دی‌اکسید گوگرد Sulphur dioxide	کاتالیزور چسب ماهیچه‌گیری جعبه سرد است. از کوره‌ها و آلیاژهای منیزیم منتشر می‌شود. محصول شکسته شدن اسید سولفونیک تولوئن و اسید سولفونیک بنزن بکار رفته در کاتالیزورها است.	Eye and respiratory irritation، chronic bronchitis، .asphyxia
هگزافلوراید گوگرد Sulphur hexafluoride	گاز محافظ در ریخته‌گری منیزیم است. در عملیات کیفی مذاب آلومینیم پیش از باررزیزی به کار می‌رود.	Asphyxiant، may contribute to oxygen deficiency if in excessive concentrations
تولوئن Toluene	حلالی است که در هنگام ماهیچه شویی به کار می‌رود. محصول تجزیه مواد قالب است. حلال رزین‌های پلی اورتان است.	Short term low level exposures can result in dermatitis، CNS depression، eye، skin and respiratory tract and mucous membrane irritation

تری اتیل آمین Triethylamine	کاتالیزوری است که در چسب ماهیچه جعبه سرد به کار می‌رود.	Irritation، oedema، chemical sensitization
غبار چوب (سخت) Wood dusts (hardwoods)	در مدل‌سازی منتشر می‌شود.	Alteration to structure of mucous membrane linings. Known human carcinogen، nasal cancer، respiratory sensitisation and asthma
غبار چوب (نرم) Wood dusts (softwoods)	در مدل‌سازی منتشر می‌شود.	Potential human carcinogen، nasal cancer. Allergic reactions، skin sensitisation، occupational asthma
زیلن Xylene	حلالی است که در ماهیچه شویی به کار می‌رود. محصول تجزیه مواد قالب است.	Irritation، CNS depression، liver and kidney damage، pulmonary oedema
اکسید روی (بخار) Zinc oxide ((fume	ذوب، باریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای روی (زاماک)، فلزات گالوانیزه و آلیاژهای برنج	.Dermatitis، metal fume fever

مراجع:

مراجع فصل اول

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی), شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۳, http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵.

۲. Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

مراجع فصل دوم

۱. R.F. Tylecote, A History of Metallurgy. British Corrosion Journal. Vol. ۱۲. ۱۹۷۷: Taylor & Francis. ۱۴۰-۱۳۷.

۲. ASM, ASM Handbook Vol. ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. ۲۰۰۸ .۱۵, USA: ASM International.

۳. T.V.R. Rao, Metal Casting: Principles And Practice. ۲۰۰۷, New Delhi: New Age International.

۴. suomivalimo. Foundry Process. ۲۰۲۰; Available from: https://www.suomivalimo.fi/about-us/foundry-process/.

۵. W.R. Nyemba, et al., Process Flow Modelling and Optimization of a Foundry Layout in Zimbabwe using Simulation, in International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM). ۲۰۱۷, IEOM Society International: Bristol, UK. p. ۳۰۳-۲۹۲.

۶. ASM HANDBOOK - VOLUME ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. .۱۵ ۱۹۹۸, USA: ASM International.

۷. J.R. Brown, Foseco Ferrous Foundryman's Handbook. ۱۱ ed. ۲۰۰۰, Oxford: Butterworth-Heinemann.

۸. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۹. A. Kaye and A. Street, Die Casting Metallurgy. ۱۹۸۲: Butterworth-Heinemann. ۹-۱.

۱۰. P.C. Rosenthal, Richard W. Heine, and C.R. Loper, PRINCIPLES OF METAL CASTING - SECOND EDITION. ۲ ed. ۱۹۶۷: McGraw-Hill.

۱۱. Casting Design and Performance. ۲۰۰۹, USA: ASM International.

۱۲. J. Campbell, Complete Casting Handbook (Second Edition). ۲ ed, ed. J. Campbell. ۲۰۱۵, Boston: Butterworth-Heinemann.

۱۳. Founding – Patterns, pattern equipment and core boxes for the production of sand moulds and sand cores, European Standards, EN, ۲۰۰۰.

۱۴. W. Kurz and D.J. Fisher, Fundamentals of Solidification. ۳rd revised ed. ۱۹۹۲, Switzerland: Trans Tech Poblication Ltd.

۱۵. Y. Han, et al., Comparison of Transverse Uniform and Non-Uniform Secondary Cooling Strategies on Heat Transfer and Solidification Structure of Continuous-Casting Billet. ۵)۹ .۲۰۱۹): p. ۵۴۳.

۱۳۸۷, تهران: انتشارات دانشگاه علم .ed ۱۶ .ج. حجازی, انجماد و اصول متالورژیکی ریخته گری. ۷ و صنعت ایران.

۱۷. E. Worrell and M.A. Reuter, Handbook of Recycling. ۲۰۱۴, Boston: Elsevier. iii.

۱۸. J. Swamy. British Molding Machine Line – Southern Ductile Casting Company, Bessemer Foundry, ۲۲۱۷ Carolina Avenue, Bessemer, Jefferson County, AL HAER ALA,-۳۷BES,-۵ (sheet ۷ of ۱۹۹۵ .(۹; Available from: https://www.loc.gov/pictures/item/al۱۱۷۸.sheet.۰۰۰۰۷a/.

۱۹. V.R. Gandhewar, S.V. Bansod, and A. B.Borade, Induction Furnace – A Review. International Journal of Engineering and Technology, ۴)۳ .۲۰۱۱): p. -۲۷۷ ۲۸۴.

۲۰. B. Dhiman and O. Bhatia, Oil Fired Furnace and Induction Furnace: A Review. ۶ .۲۰۱۵.

۲۱. ج. حجازی, شمش ریزی. ۱۳۴۵, تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

۲۲. W.R. IRVING, Continuous Casting of Steel. ۱۹۹۳, London: The Institute of Materials.

۲۳. D.G. Eskin, Physical Metallurgy of Direct Chill Casting of Aluminum Alloys. ۲۰۰۸: Taylor & Francis Group.

۲۴. Z. Kwak, et al., Correlation between mechanical properties of selected ۷xxx series aluminum alloys obtained by semi-continuous casting. Metallurgy

and Foundry Engineering, ۴۲ .۲۰۱۶: p. ۷۸-۶۹.

۲۵. B. Cantor and K. O'Reilly, Solidification and Casting. ۲۰۰۳, London: IOP Publishing.

۲۶. R. Wilson, Practical Approach to Continuous Casting of Copper-Based Alloys and Precious Metals. ۲۰۰۰, UK: Cambridge University Press.

مراجع فصل سوم

۱. IR-MEDU, الزامات محیط کار. ۴ ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشرکتاب هاي درسي ایران، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی فنی و حرفه ای وکاردانش، وزارت آموزش و پرورش.

۲. Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

۳. راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری, مرکز سلامت و محیط کار, IR-IER, ۱۳۹۱.

۴. BS EN ISO ۱۲۱۰۰:۲۰۱۰ Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction, ISO, I. ۲۰۱۰ ,۱۲۱۰۰.

۵. E.A.f.S.a.H. atWork, Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. EUROPEAN RISK OBSERVATORY REPORT, ed. E. Brun and M. Milczarek. ۲۰۰۷, Belgium: European Agency for Safety and Health atWork.

۶. J. Stranks, The Manager's Guide to Health & Safety at Work. ۸th ed. ۲۰۰۶, UK: Kogan Page Limited.

۷. Safety and health in the non-ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۸. Code of practice on safety and health in the iron and steel industry, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۵.

۹. Z. Shen, et al., Study on large-scale steam explosion of molten aluminum and water. Process Safety Progress, ۲۰۲۰. n/a(n/a): p. e۱۲۱۴۹.

۱۰. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۱۱. S. Yazdanirad, et al., Identification, classification, and prioritization of effective factors in producing thermal strain in men at workplaces using fuzzy

AHP technique. Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine, .۲۰۲۰ ۲)۲۴): p. ۱۱۳-۱۰۶.

۱۲. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۱۳. BS EN ISO ۱۴۰۰۱ Environmental management systems - Requirements with guidance for use, BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۵ ,۱۴۰۰۱.

۱۴. OSHA ۰۵-۳۳۴۸ Guidance for the Identification and Control of Safety and Health Hazards in Metal Scrap Recycling, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, O. ۲۰۰۸ ,۰۵-۳۳۴۸.

۱۵. I. Corp., Induction Heating and Melting Safety Fundamental Guide that Might Save Your Life. ۲۰۰۶: Inductotherm Corp. .

۱۶. P. Satre. Control of Slag and Insoluble Buildup in Ladles , Melting and Pressure Pour Furnaces. ۲۰۰۴.

۱۷. SG/۳۲ SAFETY GUIDELINES FOR IRON & STEEL SECTOR, STEEL MAKING-Route -ELECTRIC ARC FURNACE (EAF), MINISTRY OF STEEL, Gov. of India, G.o.I. MINISTRY OF STEEL, ۲۰۰۶.

۱۸. A. Faizullin, et al., Use of Deep Learning for Sticker Detection During Continuous Casting. ۲۰۱۸: p. ۶-۱.

۱۹. ASM, ASM Handbook Vol. ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. ۲۰۰۸ .۱۵, USA: ASM International.

۲۰. IR-MEDU, تکمیل کاری قطعات فلزی. ۳ ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشرکتاب هاي درسي ایران، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی فنی و حرفه ای وکاردانش، وزارت آموزش و پرورش.

۲۱. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm, HSE, ۲۰۰۵, http://www.legislation.gov.uk/uksi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made.

مراجع فصل چهارم

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی), شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۳, http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵.

۲. DIN EN ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery - Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel, EUROPEAN STANDARD, D.E.

۲۰۱۹,۱۴۷۵۳:۲۰۱۹.

۳. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۴. راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری, مرکز سلامت و محیط کار, IR-IER, ۱۳۹۱.

۵. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۶. BS EN ISO ۱۲۱۰۰:۲۰۱۰ Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction, ISO, I. ۲۰۱۰,۱۲۱۰۰.

۷. M. Kova-ii-i, et al., Comprehensive electric arc furnace electric energy consumption modeling: A pilot study. Energies, ۱۱)۱۲ .۲۰۱۹): p. ۲۱۴۲.

۸. آیین نامه ایمنی ماشین های لیفتراک, شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۸۷.

۹. IR-MEDU, تکمیل کاری قطعات فلزی. ۳ ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشرکتاب هاي درسي ایران، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی فنی و حرفه ای وکاردانش، وزارت آموزش و پرورش.

۱۰. آیین نامه حفاظتی ماشین های سنگ زنی, شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۷.

۱۱. ISO ۳۸۷۳:۱۹۷۷ Industrial Safety Helmets, ISO/TC ۹۴ Personal safety -- Personal protective equipment, I. ۱۹۷۷,۳۸۷۳.

۱۲. BS EN +۳۹۷:۲۰۱۲A۱:۲۰۱۲ Industrial safety helmets, B.E. ۲۰۱۲,۳۹۷.

۱۳. ANSI/ISEA Z۲۰۱۴-۸۹/۱ American National Standard for Industrial Head Protection, ANSI, A.I. Z۲۰۱۴,۲۰۱۴-۸۹/۱.

۱۴. Occupational protective gloves, Part ۱: Selection, use and maintenance, AS/NZS, ۲۰۱۶.

۱۵. BS EN ISO ۲۰۳۴۵:۲۰۱۱ Personal protective equipment — Safety footwear, Published by BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۴,۲۰۳۴۵:۲۰۱۱.

۱۶. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm, HSE, ۲۰۰۵, http://www.legislation.gov.uk/uksi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made.

مراجع فصل پنجم

۱. A. Cuellar, Occupational health and safety in the smelting and foundry industries in Mexico. American Journal of Industrial Medicine, ۴-۳)۱ .۱۹۸۰): p. ۲۶۳-۲۶۱.

۲. T. Schorn, A Roadmap For Improving Foundry Industry Safety. Modern Casting, ۲۰۱۹. Dec ۲۰۱۹.

۳. س.ح. الست, گزارش کارشناسی حادثه انفجار کوره در شهرک صنعتی سلفچگان. ۱۳۹۹, وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی: تهران. p. ۲۲.

۴. ISO ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E) Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use, I. ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E), ۲۰۱۸.

۵. ISO ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery — Fire Prevention and fire protection, ISO, I. ۲۰۱۹ ,۱۹۳۵۳:۲۰۱۹.

۶. I.-F.M.o.S. Development, Explosion during a cupola drop inside a foundry. ۲۰۰۶, French Ministry of Sustainable Development France.

مراجع فصل ششم

۱. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۲. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی), شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۳, http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵.

۳. Safety and health in the non-ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۴. BS EN ISO ۱۴۰۰۱ Environmental management systems – Requirements with guidance for use, BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۵ ,۱۴۰۰۱.

۵. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۶. آیین نامه جدید مشاغل سخت و زیان آور, وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی, IR-MCLS, ۱۳۸۶, https://www.mcls.gov.ir/fa/law/۱۲۲۶.

۷. E. Stefana, et al., A Review of Energy and Environmental Management Practices in Cast Iron Foundries to Increase Sustainability. Sustainability, ۲۰۱۹. ۲۴)۱۱).

۸. M. Jafari, et al., Relationship between risk perception and occupational accidents: a study among foundry workers. Journal of the Egyptian Public Health Association, ۹۴ .۲۰۱۹: p. ۲۴.

۹. Occupational health and safety management systems — Guide, British

Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

مراجع فصل هفتم

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی), شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۳, http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵.

۲. راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری, مرکز سلامت و محیط کار, IR-IER, ۱۳۹۱.

۳. INSO ۱۷۰۶۳-۱:۲۰۲۰ کوره های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته ـ ایمنی ـ قسمت ۱: الزامات عمومی Iranian National Standardization Organization, I. ۱۷۰۶۳-۱:۲۰۲۰, ۲۰۲۰.

۴. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۵. آیین نامه ایمنی کار با دستگاه های ریخته گری تحت فشار (دایکست), شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۷, http://dastour.ir/brows/?lid=۴۱۹۴۵۳.

۶. Control of Substances Hazardous to Health ۲۰۰۲ (COSHH). ۲۰۰۲; Available from: https://www.hse.gov.uk/nanotechnology/coshh.htm.

۷. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm, HSE, ۲۰۰۵, http://www.legislation.gov.uk/uksi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made.

۸. ISO ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E) Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use, I. ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E), ۲۰۱۸.

۹. Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

۱۰. S. Sorrell, The meaning of BATNEEC: interpreting excessive costs in UK industrial pollution regulation. Journal of Environmental Policy & Planning, ۲۰۰۲. ۱)۴): p. ۴۰-۲۳.

۱۱. INSO ۱۷۰۶۳-۳:۲۰۱۸ کوره های صنعتی و فرآیندی وابسته ـ ایمنی ـ قسمت ۳: تولید و استفاده از گازهای جوی محافظ و واکنش پذیر Iranian National Standardization Organization, I. ۱۷۰۶۳-۳:۲۰۱۸, ۲۰۱۸.

۱۲. INSO ۱۷۰۶۳-۴:۲۰۱۵ کوره های صنعتی و فرآیندی وابسته ـ ایمنی ـ قسمت ۴: ایمنی, Iranian National Standardization Organization, I. ۱۷۰۶۳-۴:۲۰۱۵, ۲۰۱۵.

۱۳. ASTM E۱۹ - ۲۳۴۹ Standard Practice for Safety Requirements in Metal Casting Operations: Sand Preparation, Molding, and Core Making; Melting and Pouring; and Cleaning and Finishing, A.E.-. ۲۰۱۹, ۱۹.

۱۴. Code of practice on safety and health in the iron and steel industry, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۵.

۱۵. SG/۳۲ SAFETY GUIDELINES FOR IRON & STEEL SECTOR, STEEL MAKING–Route –ELECTRIC ARC FURNACE (EAF), MINISTRY OF STEEL, Gov. of India, G.o.I. MINISTRY OF STEEL, ۲۰۰۶.

۱۶. Safety and health in the non–ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۱۷. ISO ۷۰۱۰:۲۰۲۰ Graphical symbols Safety colours and safety signsRegistered safety signs (ISO ۷۰۱۰:۲۰۱۹); German and English version, DIN, D.E.I. ۲۰۲۰ ,۷۰۱۰.

۱۸. OSHA ۰۵–۳۳۴۸ Guidance for the Identification and Control of Safety and Health Hazards in Metal Scrap Recycling, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, O. ۲۰۰۸ ,۰۵–۳۳۴۸.

۱۹. DIN EN ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery – Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel, EUROPEAN STANDARD, D.E. ۲۰۱۹ ,۱۴۷۵۳:۲۰۱۹.

۲۰. DIN EN ۲–۷۴۶ Industrial thermoprocessing equipment – Part ۲: Safety requirements for combustion and fuel handling systems, EUROPEAN STANDARD, D.E. ۲۰۲۰ ,۲–۷۴۶.

۲۱. ISO ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery — Fire Prevention and fire protection, ISO, I. ۲۰۱۹ ,۱۹۳۵۳:۲۰۱۹.

۲۲. BS EN ISO ۱:۲۰۱۷–۲۰۳۴۹ Personal protective equipment — Footwear protecting against risks in foundries and welding — Part ۱: Requirements and test methods for protection against risks in foundries, ISO, B.E.I. ۲۰۱۷ ,۱:۲۰۱۷–۲۰۳۴۹.

۲۳. BS EN ISO ۲:۲۰۱۷–۲۰۳۴۹ Personal protective equipment — Footwear protecting against risks in foundries and welding — Part ۲: Requirements and test methods for

۲۴. protection against risks in welding

۲۵. and allied processes, ISO, B.E.I. ۲۰۱۷ ,۲:۲۰۱۷–۲۰۳۴۹.

۲۶. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, ACGIH, ACGIH,

Safety in Casting
for labor inspectors and safety officers

ISBN:978-600-6203-39-3

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار