به نام خدا

مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com

عیوب ریخته‌گری چدنها

۱. مقدمه:

بطور عمومی کیفیت قطعات ریختگی از نظر ۵ مشخصه عمده تحت عنوان (5S) نیازمند آگاهی، کنترل و رعایت حدود استاندارد است به نحوی که بررسی و رعایت آنها در محدوده استانداردهای پذیرش - فارغ از روش تولید و یا آلیاژ مصرفی - برای تمامی واحدهای ریخته گری ضرورت دارد. این ۵ مشخصه عبارتند از:

۱- اندازه (Size)

۲- سطح (Surface)

۳- ساختار (Structure)

۴- سلامت (Soundness)

۵- تنش یا استحکام مکانیکی (Stress).

در بررسی عیوب قطعات ریختگی، به منظور تفکیک دقیق عیوب و تنوع آنها اصطلاح "عیب ریختگی" به شرح زیر تعریف می‌گردد:

"*عیوب ریختگی به کلیه نارسایی‌ها و نواقصی اطلاق می‌شود که از فقدان کامل محاسبات علمی و فنی، طراحی و تکنولوژی و انتخاب غیر صحیح مواد، عدم کنترل فرآیند تولید و تجهیزات نا مناسب حاصل شده و قطعات را در محدوده خارج از حدود استاندارد پذیرش قرار می‌دهد.*"

برای آگاهی کامل از تعریف فوق عیوب ریختگی به دو دسته عمده زیر تقسیم بندی می‌شوند:

الف) نواقص: عیوبی که بطور کلی باعث برگشت قطعه از خط تولید و عدم عرضه آن برای فروش می‌گردد. همچنین عیوبی که تعمیر آنها مستلزم هزینه های بیشتر از تولید می‌گردد نیز در این دسته عیوب قرا می‌گیرد.

ب) ناهمگنی‌ها: به عیوب و اشکالات درونی و سطحی قطعه اطلاق می‌شود که کارایی قطعه حین کار را کاهش داده و گاهی موجب از کار افتادگی زود هنگام قطعه می‌شود. بر حسب استانداردهای پذیرش مورد کاربرد، قطعات دارای عیوب مذکور می‌تواند به عنوان قابل قبول عرضه شود و یا آنکه مردود شناخته شود. استانداردها و حد پذیرش عیوب به کاربرد قطعه ریختگی وابسته است و برای کاربردهای مختلف می‌تواند متفاوت باشد. برای مثال اگر هدف تولید اتصالات خطوط انتقال فاضلاب و یا گاز باشد، بی تردید محدوده پذیرش عیوب برای لوله های فاضلاب بسیار ساده تر بوده و برای اتصالات گاز به سبب اهمیت و خطرات آن بسیار سخت گیرانه تر خواهد بود.

نکته مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که معیارهای پذیرش علاوه بر کاربرد مورد نظر، به توانایی های واحد تولیدی و روش تولید نیز بستگی دارد. به بیان دیگر در روشهای مختلف تولید، میزان خطای بوجود آمده متفاوت خواهد بود و بنابراین هر واحد تولیدی با توجه به تکنولوژی مورد استفاده دارای عیوب مختص خود بوده و به تبع آن استانداردهای پذیرش برای آن کاربرد خاص متفاوت است. برای مثال کارگاههای ریخته گری که از تکنولوژی قالب گیری دستی استفاده می کند، نمی توانند قطعاتی با دقت ابعادی صدم میلیمتر تولید نماید ولی در یک کارگاه ریخته گری که از تکنولوژی دایکاست استفاده می‌نماید دستیابی به دقت مذکور دور از انتظار نیست.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ریخته گری روش تولیدی است که در آن مجموعه‌ای از فرآیندهای مختلف در طراحی و تولید استفاده می‌گردد. در این حال انتساب یک عیب به یکی از فرآیندهای مذکور و سعی در شناخت علت آن مستلزم احاطه دقیق بر کلیه مبانی علمی و تجربیات است. یک عیب ممکن است ناشی از یک علت و یا محصول چند علت متفاوت باشد. معمولاً عیوب بوجود آمده ناشی از مراحل مختلف فرآیند تولید و یا ناشی از خواص فیزیکی، شیمیایی و متالورژیکی آلیاژ است. بنابراین انتظار می‌رود که برخی عیوب مختص برخی روشهای تولید ویا برخی از آلیاژها باشد.

۲. دسته بندی عیوب:

عیوب ریخته گری از دیدگاه علمی و فنی به چند روش دسته بندی شده‌اند. یکی از روشها، شناسایی و ترتیب الفبایی عیوب ریخته گری قطعات و ذکر علل وقوع و روش بهسازی و رفع آن است. این روش از لحاظ جنبه های آموزشی دارای نقاط ضعفی است.
روش دیگر که از لحاظ آموزشی دارای اهمیت است، مطالعه و دسته بندی عیوب حاصل از مراحل مختلف تولید است. اشکال اصلی این روش آن است که گاهی یک عیب از یک یا چند مرحله تولید حاصل می‌شود و یا آنکه برآیند چندگانه مراحل تولیدی مختلف است. به هر صورت دسته بندی انجام شده در این روش به شرح زیر است:

۱- عیوب حاصل از طراحی قطعات نظیر ناپیوستگی ها و ترک گرم
۲- عیوب حاصل از ساخت مدل و جعبه ماهیچه نظیر خطای ابعادی
۳- عیوب حاصل از ذوب و عملیات کیفی مذاب نظیر مک گازی و آخالها
۴- عیوب حاصل از درجه و تجهیزات قالبگیری نظیر خطای ابعادی و زواید فلزی
۵- عیوب حاصل از مواد قالب و ماهیچه نظیر عیوب سطحی و ماسه سوزی
۶- عیوب حاصل از قالبگیری و ماهیچه سازی نظیر خطاهای ابعادی و بی شکلی
۷- عیوب حاصل از سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری نظیر نیامد و مکهای انقباضی
۸- عیوب حاصل از بارریزی و تخلیه نظیر شکستگی و تغییرات ساختاری.

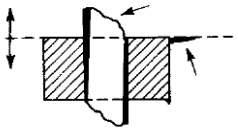
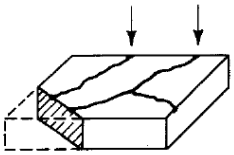
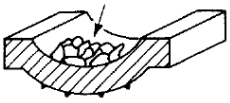
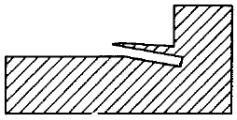
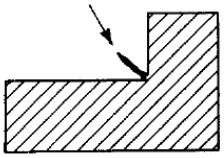
همانگونه که مشاهده می‌شود، برخی از عیوب در چندین مرحله از تولید امکان ظهور می‌یابد. در هر حال یکی از دسته بندی های مهم بر اساس خواص پنجگانه اندازه، سطح، سلامت، ساختار و استحکام می‌باشد که پیشتر نیز بدان اشاره شده است. از این رو یکی از متداول ترین دسته بندی ها از نظر فنی بر اساس مشخصات عمومی است که در آن عیوب به ۷ دسته زیر تقسیم می‌شود و در واقع به صورت غیر مستقیم به ۵ مورد بالا اشاره دارد:

A. زواید فلزی (Metallic Projections)
B. حفره‌ها (Cavities)
C. ناپیوستگی‌ها (Discontinuities)
D. ناهمگنی‌های سطحی (Surface Irregularities)
E. قطعات ناکامل (Incomplete Castings)
F. خطای ابعاد، اندازه و شکل (Incorrect Dimension or Shape)
G. آخال‌ها و عیوب ساختاری (Structural Anomalies).

در ادامه به عیوب مختلفی که در این دسته بندی قرار می‌گیرد و همچنین روشهای کنترل و پیشگیری از آنها پرداخته خواهد شد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

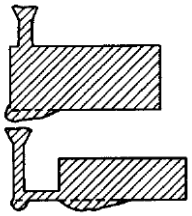
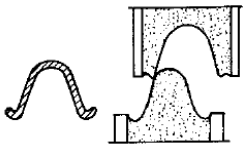
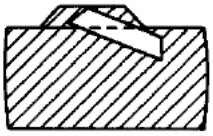
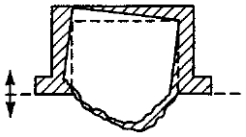
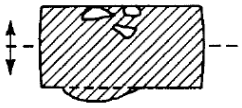
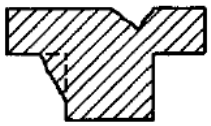
A: زواید فلزی

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
A100	برآمدگی های فلزی به صورت پلیسه ها و بیرون زدگی				
A110	برآمدگی های فلزی به صورت پلیسه بدون تعییر در ابعاد اصلی قطعه ریختگی				
A111	پلیسه	زائده های نازک در سطح جدایش قالب یا ماهیچه	فاصله بین دو قسمت قالب و یا قالب و ماهیچه، جفت نشدن مناسب قسمتهای قالب	* دقت در ساخت مدل، قالبگیری و ساخت ماهیچه * کنترل ابعادی اجزای فوق * دقت در قرار دادن ماهیچه * درزگیری محل اتصالات	
A112	رگه	برجستگی های به صورت رگه بر روی سطح قطعه	ایجاد ترک های سطحی قالب در اثر گرمایش سریع، بالا بودن دمای پخت، بالا بودن درصد چسب یا رطوبت ماسه، وجود سیلیس بالا و یا فشردگی زیاد قالب و باد کردن قالب.	دقت در انتخاب ترکیب مخلوط ماسه اعم از نوع ماسه، چسب، میزان رطوبت و مواد افزودنی	
A113	زدگی حرارتی ریژه	در مورد چدنها کاربرد ندارد	در مورد چدنها کاربرد ندارد	در مورد چدنها کاربرد ندارد	
A114	تریشه	یک برجستگی نازک، موازی یک سطح قطعه ریختگی در گوشه های داخلی	انبساط غیر یکنواخت قالب در اثر حرارت دیدن مذاب، خشک کردن نامناسب قالب و فاصله زمانی زیاد بین خشک کردن و ریختن مذاب(جذب مجدد رطوبت)	افزایش استحکام ماسه با افزایش چسب و استفاده از بنتونیت سدیمی. خشک کردن مناسب ماسه و استفاده از ماسه های درشت تر. پر کردن قالب با سرعت بیشتر و استفاده از افزودنی هایی نظیر پودر زغال و قیر در مورد ماسه های سیلیسی. استفاده از ماسه های با انبساط کمتر نظیر ماسه های زیرکنی.	
A115	پرک	برجستگی نازک در گوشه داخلی که آنرا به دو قسمت تقسیم می‌کند.	پیدایش ترک در قالب یا ماهیچه در جریات پختن قالب و ریختن مذاب به سبب بالا بودن	تغییر میزان و نوع چسب موزد استفاده	

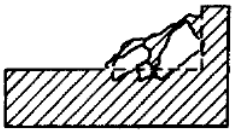
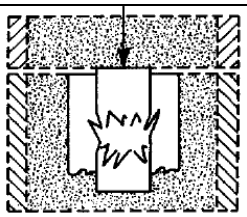
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

			میزان چسب ماسه		
A120	برآمدگی هایی به شکل پلیسه که ابعاد اصلی قطعه ریختگی را تغییر می‌دهد.				
A121	خیز درجه	پلیسه ضخیم چسبیده به قطعه ریختگی در سطح جدایش	جفت نشدن درجه ها	جفت کردن درجه ها با بست و یا وزنه گذاری و یا در صورت امکان کوتاه کردن ارتفاع راهگاه بارریز	
A122	ریشه	زائده های پره مانند بی شکل با سطوح خشن و ضخامت های غیر یکسان که معمولاً در قسمتهای زیرین قطعه بوجود می‌آید.	تقویت نشدن مناسب درجه های قالب، کوبش غیر یکنواخت ماسه، عدم انتخاب محل مناسب قرار گیری مدل در قالب.	کوبش مناسب برای افزایش استحکام تر ماسه، تیرک بندی و قانجاق بندی مناسب قالب و تقویت درجه، کوتاه کردن راهگاه بارریز	
A123	قالب شکنندگی	پیدایش تیغه های نازک و بلند در سطوحی که به جهت قرار دادن اجزای قالب بر روی هم بستگی دارد. (در قالب های ریخته گری دقیق رخ می-دهد.)	ترک خوردن قالب در مراحل مختلف ساخت به سبب انتخاب مواد نامناسب یا کافی نبودن استحکام پوسته.	-	
A200	برآمدگی های حجیم				
A210	باد کردگی ها				
A211	بادکردگی داخلی یا خارجی	فلز اضافی بر روی سطح داخلی و یا خارجی قطعه	کوبیدن ناکافی ماسه، خشک کردن نا کافی، فشار استاتیکی زیاد مذاب بر قالب و ضعف قالب در انبساط حاصل از انجماد چدن. این عیب معمولاً با مک داخلی همراه است.	کوبیدن مناسب و استفاده از چسب بیشتر، استفاده از روش ماسه خشک به جای ماسه تر و یا چسب های سخت شونده شیمیایی، بهسازی سیستم راهگاهی و قرار دادن مناسب مدل در قالب جهت کاهش فشار استاتیک مذاب.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

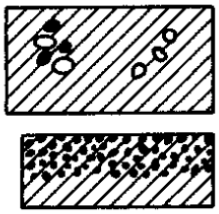
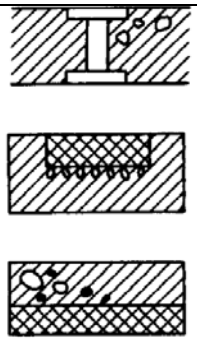
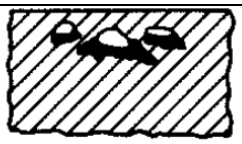
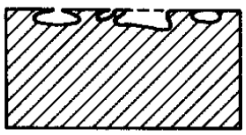
A212	ماسه شویی	فلز اضافی در نزدیکی راهگاه بارریز و یا راهباره	استحکام کم ماسه، خشک کردن نامناسب قالب و ماهیچه، سیستم راهگاهی ضعیف.	استفاده از چسب دارای استحکام گرم بالاتر، کوبش بیشتر قالب، دقت در پختن مناسب قالب و ماهیچه، طراحی مناسب سیستم راهگاهی، استفاده مناسب از پوشش رنگ و مواد نسوز بهتر در نقاط معیوب.	
A213	ماسه سایی	برآمدگی های فلزی به صورت ممتد و در جهت جفت کردن قالب	برخورد دو قسمت قالب حین جفت کردن درجه ها و یا بعد از قرار دادن ماهیچه در قالب.	اصلاح شیب مدل و یا افزایش ضخامت دیواره قالب، استفاده از پینهای راهنما برای جفت کردن قالب.	
A220	برآمدگی با سطوح نا هموار				
A221	ماسه انداختن ماسه ریز	برجستگی حجیم و بی قاعده در سطح بالایی قطعه.	جداشدن ماسه روی مدل از ماسه پشت بند در اثر استحکام ناکافی.	افزایش میزان چسب، استفاده از ماسه مناسب برای رویه مدل و پشت بند، کوبش یکنواخت ماسه، بررسی قسمتهای قالب پیش از بستن، قانجاق بندی مناسب.	
A222	خیز ماهیچه و قالب	بالا آمدن ماهیچه و برش قالب که در سطح تحتانی قطعه به صورت برجستگی حجیم است.	عدم دقت در خروج مدل از قالب، استحکام کم قالب، فشار زیاد ورود مذاب به قالب، عدم قرار دادن قانجاق در محل ماهیچه های آویز، عدم دقت در مرحله پخت و ترک خوردن قالب یا ماهیچه.	دقت در خارج کردن مدل، اصلاح محل ورود مذاب به قالب، قانجاق بندی مناسب، خشک کردن تدریجی قالب، بازسازی قسمتهای معیوب قالب پیش از بستن.	
A223	ماسه کندگی	حضور ماسه در سطح بالایی قطعه.	انبساط ماسه و یا کوبش ناکافی، همانند A222	همانند A222	
A224	ماسه انداختن ماسه ریز	برجستگیهای حجیم و بی قاعده با ظاهری شکسته مانند در سطوح افقی و گوشه	همانند A221, 222	همانند A221, 222	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

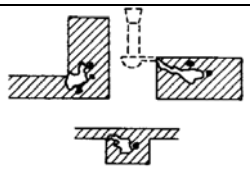
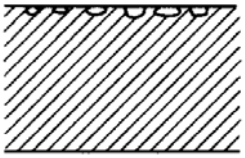
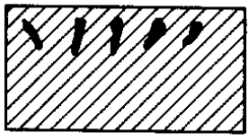
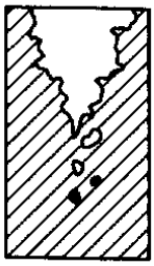
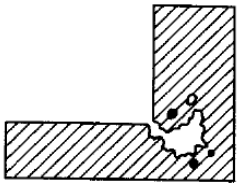
		های قطعه ریختگی.			
A225	زخمه گوش	برجستگی های فشرده و بی قاعده در قسمت بزرگی از قطعه با شکل ظاهری مقطع شکست و حاوی مقدار زیادی ماسه در محل عیب.	انبساط حرارتی ماسه سیلیسی و استحکام کم ماسه.	افزایش استحکام ماسه با افزایش چسب مناسب، کوبش بهتر و بهسازی مرحله تهیه ماسه، سرد کردن ماسه برگشتی پیش از مصرف.	
A226	ماهیچه شکنی	برجستگی های پر حجم و نامعین با سطوحی همانند سطح شکست در محلهای خالی قطعه. معمولاً با آخالهای فشرده در قسمت بالایی قطعه همراه است.	وجود محل های ضعیف در ماهیچه، شکستن ماهیچه حین حمل و نقل و قرار دادن آن در قالب و یا حین بارریزی.	دقت در قرار دادن ماهیچه و افزایش استحکام آن.	
A300	برآمدگی های فلزی				
A310	برآمدگی های فلزی کوچک با سطوح صاف				
A311	هراش (بیرونی)	برجستگی های فلزی با سطح صاف و کروی مانند در سطح قطعه که با قالب در تماس نیست. (مانند سطوح باز در ریخته گری گریز از مرکز)	در مورد چدن به سبب انبساط ناشی از تشکیل گرافیت در انجماد بوجود می‌آید. در این حالت شبکه یوتکتیکی مایع در اثر فشار به بیرون تراوش می‌کند.	-	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

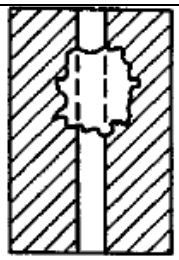
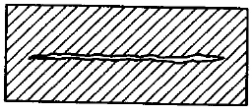
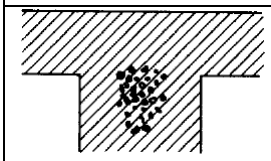
B: حفره ها

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
B100	حفره هایی با سطح گرد و صاف که با چشم غیر مسلح قابل دیدن هستند.				
B110	این گروه در داخل قطعه ریختگی بوده و توسط روشهای خاص و یا ماشینکاری و شکستن قطعه قابل مشاهده هستند.				
B111	مک گازی	حفره های گرد با سطوح صاف در اندازه های متنوع که به صورت یکنواخت یا غیر یکنواخت در قطعه پراکنده اند.	در مورد چدنها وجود اکسید کربن در مذاب که در اثر ورود هیدروژن و یا ازت احتمال بزرگتر شدن حفره های این گاز بوجود می‌آید. رطوبت زیاد قالب، ایجاد گاز از چسبها و یا رنگ قالب، عدم خروج مناسب گاز از قالب، نفوذپذیری کم قالب و ماهیچه، سیستم راهکاهی نامناسب.	تسهیل در خروج گاز از قالب، افزایش قابلیت نفوذ پذیری ماسه، خشک کردن مناسب قالب و کنترل رطوبت، کاهش میزان چسب مصرفی، ایجاد محیط احیایی در قالب، اصلاح سیستم راهگاهی و جلوگیری از ورود گاز به قالب، استفاده کمتر از قراضه های فولادی زنگ زده، کنترل ازت مذاب، کنترل آلومینیوم مذاب به عنوان منشا ورود هیدروژن، پایین نبودن بیش از حد دمای ریختن مذاب.	
B112	سوسه در نزدیکی مغزی، مبرد، پل و غیره	نظیر عیب بالا اما در کنار اشیا فلزی نظیر پل و مغزی و ...	وجود رطوبت، چربی و اکسید در سطح فلز، عدم وجود پوشش بر روی فلز.	استفاده از اشیا فلزی با سطح خشک، تمیز و دارای پوشش و پیشگرم نمودن آن. همدما کردن دمای قالب و ماهیچه با فلزات. پوشش با روغن بزرک یا رنگ آلی و خشک کردن آن.	
B113	مک سرباره	شبیه B111 اما همراه با مواد سرباره.	حفره های گازی، واکنش مذاب و نسوز، عدم رعایت نسبت منگنز به گوگرد در چدنها.	همانند B111	
B120	حفره هایی که در سطح یا نزدیک سطوح قطعات وجود دارد.				
B121	سوسه	حفره هایی در اندازه متنوع به صورت انفرادی یا گروهی در سطح قطعه یا در نزدیکی سطح با	نفوذ پذیری کم ماهیچه و قالب، بارریزی با سرعت بسیار کم و یا در دمای بسیار پایین، ارتفاع کم راهگاه و	مانع از بروز علل عیب شویم.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

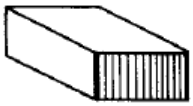
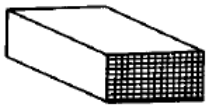
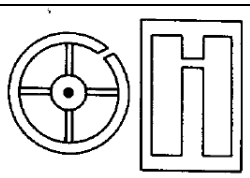
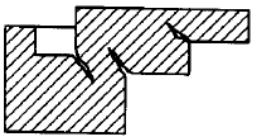
		سطوح داخلی درخشنده	تغذیه، عوامل بوجود آورنده عیب B111		
B122	مک گوشه	حفره های کلاس B120 که در گوشه های داخلی بوجود آمده و اغلب تا عمق امتداد یافته است.	تبخیر شدن رطوبت قالب، انبساط حرارتی قالب، انبساط چدن در اثر ایجار گرافیت.	گرد کردن گوشه های قالب، کاهش عوامل ایجاد گاز در قالب، افزایش قابلیت عبور گاز، افزایش فشار قلز در تغذیه.	
B123	ریز مک سطحی	حفره های بسیار کوچک در سطح قطعه که تقریباً در تمامی سطوح پراکنده شده است.	حضور هیدروژن و اکسیژن زیاد، حضور عناصری که میل ترکیبی بالا با اکسیژن دارند نظیر آلومینیوم و تیتانیوم، درجه حرارت بالای مذاب، وجود گوگرد بالا در مذاب چدن، رطوبت زیاد قالب، اوره بالا در چسب.	کاهش رطوبت فالب، استفاده از چسبهای با اوره کم، کنترل کیفیت مذاب چدن، اجتناب از استفاده زیاد از موادی که تمایل زیاد واکنش با اکسیژن دارند، کاهش درجه حرارتی بارریزی، استفاده از سیستم راهکاهی فشاری با راهگاه کوتاه.	
B124	انقباض پراکنده	حفره های کوچک و باریک به صورت ترک در سطح یا گوشه ها که عموماً بعد از ماشینکاری دیده می‌شود.	کربن بسیار پایین در چدنها، ازت بالا (بیشتر از 10 ppm)، استحکام کم قالب.	کاهش ازت، کاهش میزان استفاده از قراضه فولادی، استفاده از کوره های کوپل و القایی به جای کوره قوس، خشک کردن قالب.	
B200	حفره های انقباضی با سطوح داخلی خشن				
B210	گاهی حفره های باز کلاس B200 در قطعه ریختگی تا عمق امتداد می‌یابد.				
B211	انقباض باز	حفره انقباضی قیفی شکل با سطح داخلی ناهموار (دندریتی)	انقباض ناشی از انجماد، وجود گاز در قالب، انبساط و تغییر شکل قالب.	افزایش اندازه تغذیه و گرافیت یوتکتیک.	
B212	انقباض گوشه	حفره های گوشه دار تیز در گوشه های ضخیم قطعه و یا در محل اتصال راهباره وجود دارند.	مانند بالا.	اصلاح طراحی قطعه و گرد کردن گوشه ها، استفاده از مبرد در گوشه ها و یا اصلاح سیستم تغذیه، استفاده از تغذیه اتمسفری، افزایش قابلیت	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

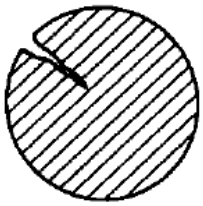
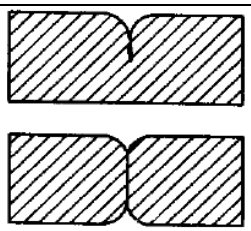
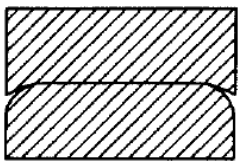
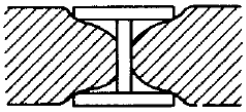
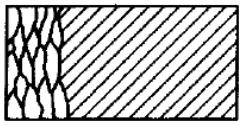
				عبور گاز از ماسه.	
B213	انقباض ماهیچه	حفره انقباضی که از ماهیچه به داخل قطعه وارد شده است.	وجود ماهیچه به سبب حفظ حرارتمذاب، کانالی برای جریان مذاب است که در صورت رسیدن گاز به آن سبب بوجود آمدن حفره می‌شود.	همانند B212. استفاده از ماهیچه های توخالی.	
B220	حفره هایی که کاملاً درون قطعه ریختگی قرار دارند.				
B221	انقباض داخلی	حفره با شکل نا مشخص که داخل آن اغلب ساختار دندریتی دارد.	عدم مذاب رسانی به قسمتهای ضخیم حین انجماد، در مورد چدن اگر استحکام ماسه کم باشد انبساط انجمادی بوجود آمده سبب انقباض کاذب می‌شود.	حذف ضخامتهای اضافی، مذاب رسانی مطلوب، افزایش استحکام قالب در مورد چدنهای با گرافیت بالا، استفاده از مبرد داخلی در اجزای ضخیم.	
B222	انقباض مرکزی	حفره و یا حفرات ریز در مرکز قطعه ریختگی.	انجماد سریعتر قسمتهای سطحی در قالب ریژه و انقباض قسمت مرکزی.	-	
B300	ساختار متخلخلی که از مجموعه حفرات ریز بوجود آمده است.				
B310	حفره هایی که به ندرت با چشم غیر مسلح قابل رویت هستند.				
B311	انقباض سوزنی	حفره های ریز یا درشت دندریتی اسفنجی در داخل جداره قطعه ریختگی	تغییر حجم حین انجماد، در مورد چدنهای خاکستری جابجایی مذاب یوتکتیک در اثر فشار حاصل از انبساط ناشی از تشکیل گرافیت سبب حفرات انقباضی کاذب می‌شود. وجود فسفر بالا در ترکیب چدن، آزاد شدن گاز حین انجماد، تشکیل گاز در اثر واکنشهای قالب و مذاب،	اصلاح طرح قطعه و پرهیز از ایجاد مناطق گرم، تغییر مد انجماد به سمت انجماد پوسته-ای، استفاده از تغذیه و مبرد مناسب، در مورد چدنها استفاده از چدن با کربن و سیلیسیم بالا، در صورتی که انقباض کاذب وجود دارد، از مواد جوانه زا کمتر استفاده گردد تا گرافیت یوتکتیک کاهش یابد، کاهش فسفر مذاب، کاهش دمای بارریزی، افزایش استحکام قالب.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

C: گسستگی ها

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
C100	گسستگی های حاصل از تاثیرات مکانیکی (گسستگی). این گسستگی عموماً در محل برخورد دو سطح بوجود می‌آید.				
C110	ترکیدگی نرمال				
C111	سرد شکنی	با ظاهر مقطع شکست نرمال، گاهی اوقات در این مقطع اثرات خطوط شکست دیده می-شود.	عدم دقت هنگام خروج قطعه از قالب، اعمال تنشهای زیاد حین تمیزکاری و ماشینکاری.	دقت در عملیات های اشاره شده.	
C120	ترکیدگی با اکسایش				
C121	گرم شکنی	گوشه های مقطع شکست کاملاً اکسیده شده است.	اعمال تنش به قطعه گرم، خارج کردن زود هنگام قطعه از قالب.	سرد کردن کافی قطعه، دقت در خروج قطعه از قالب.	
C200	گسستگی های ناشی از تنشهای داخلی و عوامل مقابله کننده با انقباض قطعه، قالب و ماهیچه.				
C210	ترکیدگی یا گسستگی سرد				
C211	ترک سرد	گسستگی با گوشه های چهارگوش، احتمال بروز این عیب در مناطقی که در جریان سرد شدن تحت تنشهای کششی قرار می‌گیرد. سطح شکست اکسیده نیست.	طراحی نامناسب قطعه به طرزی که سبب تمرکز تنش شود، طراحی سیستم راهگاهی نامناسب، تنشهای خارجی حین خروج قطعه، عدم وجود انعطاف پذیری کافی.	اصلاح طرح قطعه، بهسازی سیستم راهگاهی، سرد کردن آرام قطعه، دقت در خروج قطعه، حرارت دادن قطعه و سرد کردن آرام آن. (برای چدن حرارت دادن با سرعت ۵۰ درجه سانتیگراد بر ساعت تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد و نگهداری در این دما برای مدت دو ساعت و افزودن یک ساعت به این زمان در ازای هر سانتیمتر افزایش ضخامت)	
C220	پارگی گرم				
C221	پارگی گرم	گسستگی های بی قاعده در نقاطی از قطعه که که احتمال تمرکز تنش های کششی در جریان	قطعات با ضخامت های متفاوت، تغییرات ناگهانی ضخامت، انقباضهای بازداشته شده (محدود شده)، صلبیت	رعایت موارد بیان شده در علل وقوع عیب	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

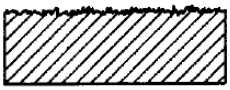
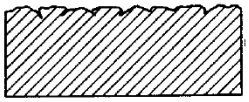
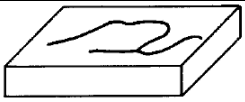
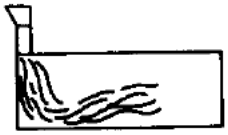
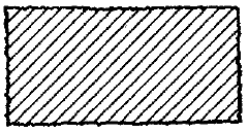
		سرد شدن قطعه وجود دارد.	بیش از حد قالب، پایین بودن فسفر در چدن		
C222	ترک تند سرمایی	ترک هایی که پس از انجماد و یا حین سرد شدن و یا عملیات حرارتی بوجود می‌آید.	عملیات حرارتی نا مناسب	اصلاح طراحی، منترل سرعت سرد کردن	
C300	گسستگی های حاصل از فقدان بهم جوش خوردن دو جریان فلز مذاب (سر به سر شدن) معمولاً گوشه ها گرد بوده که نشان دهنده تماس ضعیف بین جریانهای مختلف مذاب فلز در هنگام بارریزی در قالب است.				
C310	فقدان جوش خوردن آخرین جریانهای مذاب که در محفظه قالب جریان دارد.				
C311	سرد جوشی	جدا شدن کامل و یا قسمتی از دیواره قطعه و معمولاً در دیواره های عمودی.	سیالیت کم مذاب و اکسیدهای سطحی، بارریزی آرام و غیر مداوم، منافذ ناکافی خروج گاز.	افزایش درجه حرارت بارریزی، تغییر در سیستم راهگاهی، افزایش قابلیت عبور گاز.	
C320	سرد جوشی و عدم اتصال کامل در دو قسمت قطعه ریختگی				
C321	دو پوستگی	جدا شدن دو سطح افقی قطعه به سبب بارریزی منقطع	بارریزی غیر مداوم، ناکافی بودن مذاب در پاتیل.	محاسبات مقدار مذاب، ذوب ریزی مداوم.	
C330	سرد جوشی و عدم اتصال کامل در اطراف پل و مبرد و مغزه				
C331	سرد جوشی مغزه یا پل	گسستگی منطقه ای در مجاورت مغزه یا پل در قطعه	سرد شدن سریع مذاب در برخورد با فلز سرد	افزایش درجه حرارت مذاب، اصلاح سالیت مذاب، بهبود سیستم راهگاهی، تغییر اندازه و محل قرار دادن شی فلزی.	
C400	گسستگی های حاصل از معایب متالورژیکی				
C410	گسستگی در مرز دانه				
C411	شکست صدفی	گسستن در مرزدانه های حاصل از جوانه زنی و تبلور اولیه مذاب.	در فولادها به سبب حضور آلومینیوم و ازت بالا بوجود می‌آید.	کنترل مقدار آلومینیوم مذاب فولاد	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

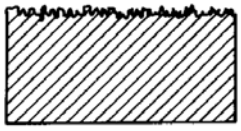
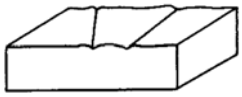
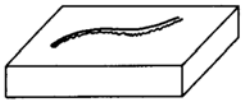
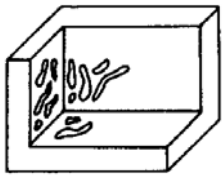
C412	خوردگی بین دانه ای	ترکهای شبکه ای شکل در کل مقطع قطعه ریختگی.	در مورد چدنها رخ نمی-دهد.	-	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

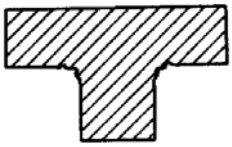
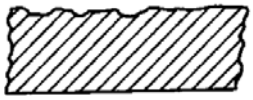
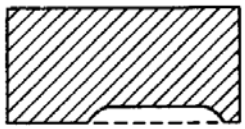
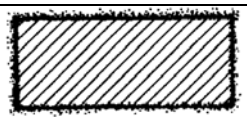
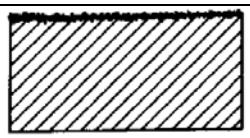
D: سطوح معیوب

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
D100	بی نظی در سطح قطعه ریختگی				
D110	چین خوردگی پوسته سطحی قطعه ریختگی				
D111	چین پوستی، جوشیدگی	چین خوردگی وسیع سطح قطعه	سیالیت کم، ایجاد گاز در قالب، دمای کم باررریزی و باررریزی آهسته، ایجاد پوسته اکسیدی حین باررریزی.	رفع علل بیان شده.	
D112	پیر پوستی	چین خوردگی های شبکه ای (چدن نشکن)	ترکیبات حاصل از تلقیح منیزیم در چدنهای نشکن به صورت لایه های نازک در سطح جمع می‌شوند.	استفاده از مواد اولیه مرغوب با اکسیژن کم، استفاده از پاتیلهای سیفونی، استفاده از منیزیم کم، بعد از افزودن منیزیم حتی الامکان فاصله باررریزی را طولانی کنید، کنترل درجه حرارت.	
D113	درزه	علامات موجی شکل غیر منقطع، عمق خطوط در یک سطح بوده و سطح قطعه صاف است.	انجماد سطحی و زودرس و تشکیل پوسته های اکسید سطحی، تغییر شکل قالب در اثر استحکام کم به سبب استفاده از چسب با دیر گدازی کم.	استفاده از شارژی با اکسیژن و گوگورد کم، افزایش درجه حرارت باررریزی، کوتاه نمودن زمان باررریزی با افزایش سطح راهباره ها.	
D114	رد بار	علامات روی سطح قطعه نشان دهنده جهت حرکت مذاب در قالب.	مشخص شدن جریان مذاب به وسیله حضور اکسیدها.	افزایش درجه حرارت قالب، کاهش دمای باررریزی، اصلاح محل راهباره.	
D120	خشونت سطحی				
D121	زبری	خشونت سطحی به اندازه ذرات ماسه	نفوذ مذاب بین دانه های ماسه سطحی	استفاده از ماسه های ریزتر، افزودن ماسه ریز به ماسه مصرفی، افزودن پودر زغال یا قیر در چدن ریزی، کاهش تنشهای فشاری ماسه، افزایش کوبش ماسه، کاهش درجه حرارت باررریزی، کاهش فشار	

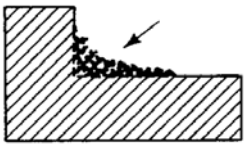
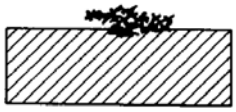
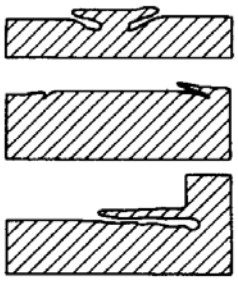
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

				استاتیک مذاب.	
D122	زبری شدید، آبلگی	عمق خشونت سطحی از ابعاد ماسه بیشتر است.	مشابه موارد بالا، واکنش مذاب و قالب	موارد اشاره شده در D121، افزایش قابلیت نفوذ ماسه، کاهش رطوبت ماسه، کاهش سرعت حرکت مذاب در قالب، تعبیع هواکش در قالب.	
D130	شیارهای سطحی				
D131	کیس	شیارهای با طول های متنوع و اغلب انشعابی با سطح کناره صاف	انبساط لایه های زیرین ماسه سیلیسی در اثر حرارت.	همانند زخمه ها.	
D132	رگه	شیار با عمق نیم میلیمتر بصورت خطهای کوچک و نامنظم.	ایجاد شیارهایی در دیواره قالب در اثر انبساط لایه های زیرین ماسه سیلیسی و سینه دادن قالب. همانند D230	افزودن پودر زغال به قالب، همانند D230	
D133	رد بار	شیارهای کوچک بی قاعده در سطح قطعه اغلب به صورت پای کلاغ و معمولاً در امتداد جریان مذاب	وجود گاز زیاد، ایجاد گاز از رنگ قالب، سیالیت کم مذاب، بارریزی آهسته.	کنترل اکسیژن زدایی فولادها، کاهش فاصله حرکت مذاب تا قالب، افزایش تعداد راهباره ها، کاهش زمان بارریزی، خشک کردن قالب، ایجاد هواکش های متعدد.	
D134	پوست سوسماری ، پوست پرتقالی	برجستگی و فرورفتگی های کوچک در سراسر قطعه ناشی از واکنش مذاب و قالب.	استفاده از ماسه های مصنوعی بازسازی شده نا مرغوب که معمولاً با مواد حاصل از ترکیبات اسید ماهیچه و افزودنی ها (روغن، دکسترین، رزین فوران، اسید فسفریک، نشاسته، اکسید آهن، خاک اره و...) آلوده شده است. واکنش بین مذاب و قالب در دمای بالا.	افزودن کربنات سدیم به ماسه ای با عیب مذکور، استفاده از ماسه مصنوعی بازسازی شده صحیح.	

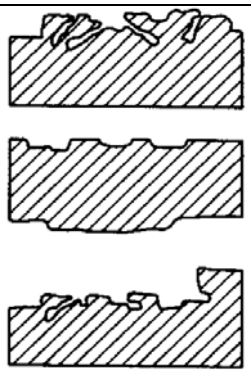
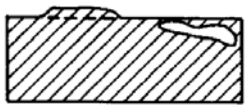
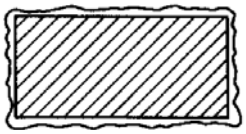
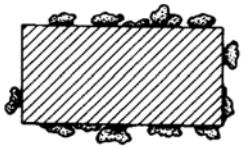
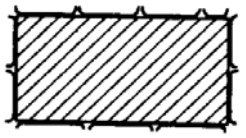
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

D135	ریژه ساوی	شیارهای خشن در قسمتی از قطعه در مجاورت زوایای داخلی ریژه	در مورد چدن کاربرد ندارد.	در مورد چدن کاربرد ندارد.	
D140	فرورفتگی در سطح قطعه ریختگی				
D141	کشیدگی	حفره و یا حفراتی با عمق کم در نقاط گرم قطعه	انقباضات انجمادی به خصوص در مورد آلیاژهای با دامنه انجماد وسیع	اصلاح طراحی جهت کاهش نقاط گرم، استفاده صحیح از راهگاه و تغذیه مناسب.	
D142	آخالهای سرباره	حفرات ریز سطحی به صورت قطرات یا لکه های کم عمق به رنگ سبز خاکستری (فولادهای کربنی و کرم دار ریختگی)	ایجاد مواد زود ذوبی که در اثر واکنش مواد قالب با مذاب تشکیل می‌شود.	کاهش درجه حرارت بارریزی و سرد کردن در محیط احیایی	
D200	عیوب سطحی عمیق				
D210	فرورفتگی عمیق در سطح قطعه				
D211	سینه دادن	ناهمواری وسیع و عمیق در سطح زیرین قطعه به سبب جابجا شدن ماسه	ناصافی صفحه زیر درجه حین جفت کردن قالب، نیروی اضافی ناشی از وزنه، جابجایی تیرک و قانجاق.	رعایت موارد مذکور.	
D220	چسبیدن ماسه به قطعه که کم و بیش شیشه ای است.				
D221	ماسه سوز	چسبیدن شدید ماسه به سطح قطعه	درجه حرارت بالا، کوبش کم ماسه، دیرگدازی ناکافی ماسه، قابلیت ترشوندگی ماسه با مذاب، واکنش شیمیایی مذاب و قالب.	بهبود ترکیب ماسه، استفاده از هیدروکربن در ماسه، پوشش قالب، کنترل درجه حرارت بارریزی، افزایش کوبش ماسه.	
D222	ماسه جوش	لایه ماسه به شدت چسبنده که بخشی از آن ذوب و با قطعه جوش خورده است.	پایین بودن نقطه زینتر ماسه، درجه حرارت بالای بارریزی، واکنش ماسه با مواد اکسیدی یا گوگرد.	استفاده از دیرگدازهای با دمای بالاتر، تصحیح سیستم راهگاهی برای حذف حرارت موضعی، کاهش درجه حرارت بارریزی.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

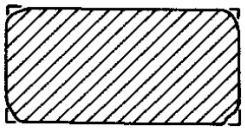
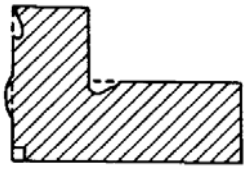
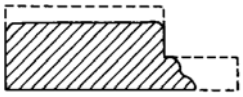
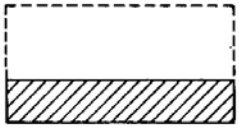
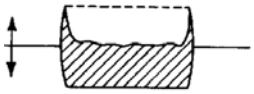
D223	نفوذ مذاب	چسبیدن قسمتی از ماسه به نقاط گرم قطعه ریختگی (گوشه های قطعه و محل قرار گرفتن ماهیچه ها)	تنش سطحی کم مذاب، فسفر و منگنز و سیلیسیم زیاد در ترکیب چدن، فشار استاتیک بالا، درجه حرارت بالای مذاب، درشت دانگی ماسه و کوبش کم، دیرگدازی ناکافی ماسه، چسب زیاد در ماسه، هدایت حرارتی کم ماسه، نامرغوبی پوشش، واکنش آخالهای اکسیدی بازی با ماسه که ماهیت اسیدی دارد.	اصلاح عوامل بروز عیب.	
D224	ریشه	چسبیدن مواد قالب به قطعه (ریخته گری دقیق)	در مورد چدن کاربرد ندارد.	در مورد چدن کاربرد ندارد.	
D230	برآمدگی های صفحه ای با سطوح ناهموار و موازی با سطوح ریختگی				
D231	زخمه انبساطی	ورقه های فلزی با سطوح خشن به موازات سطح قطعه قابل برداشت با برقو زنی و مغار	ماسه کم استحکام با رطوبت زیاد و انبساط لایه های مذکور در اثر حرارت سبب آسیب قسمت هایی از قالب و ایجاد زخمه می‌شود.	افزایش استحکام ماسه با افزایش چسب، استفاده از بنتونیت سدیمی، استفاده از ماسه های درشت تر و بهبود سیستم مخلوط کردن ماسه، اجتناب از رطوبت بالای ماسه، افزایش سرعت بارریزی، استفاده از زغال و قیر برای کاهش انبساط ماسه سیلیسی، استفاده از ماسه زیرکنی به جای سیلیسی.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

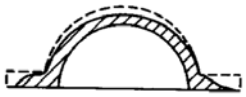
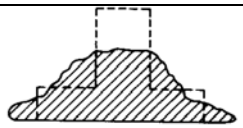
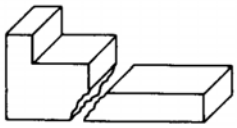
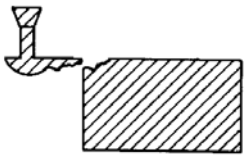
D232	پوسته جوش (ماسه ریز)	همانند بالا ولی برطرف نمودن آن جز با ماشینکاری و سنگ زنی ممکن نیست.	فروریختن قسمتهای کم استحکام و با رطوبت بالای قالب در دیواره های عمودی و مایل و شنائر شد آنها بر روی مذاب.	همانند رفع عیوب D231.	
D233	زخمه رنگ	برجستگی های فلزی در قسمتهایی از قطعه که قالب و یا ماهیچه رنگ شده است.	استفاده از پوششهای با رس بالا که در اثر گرمایش بر خلاف سیلیس انقباض می‌یابد و در نتیجه ایجاد ترک خوردگی می‌شود.	استفاده از پوششهای با انقباض حرارتی کمتر، استفاده از پوشان با ضخامت کمتر و یکنواخت تر، استفاده از پوشش هایی که درون ذرات ماسه نفوذ می‌کند، استفاده از ماسه با انبساط حرارتی کمتر.	
D240	اکسیده شدن سطح بعد از عملیات حرارتی توسط کربور زدایی				
D241	سوختگی	چسبیدن اکسیدها بعد از آنیلینگ	اکسیدان بودن هوای کوره تابکاری، نفوذ هوا به درون کوره.	کنترل هوای کوره، اجتناب از شارژ مواد مرطوب در کوره.	
D242	تفته جوش	چسبیدن سنگهای معدنی بعد از عملیات حرارتی مالیبل کردن	درجه حرارت بالای تابکاری، استفاده از مواد احاطه کننده با نقطه زینتر کم، مواد معدنی مورد استفاده ریز.	کنترل درجه حرارت تابکاری، استفاده از مواد دیر گداز تر.	
D243	پوسته پوسته شدن	پوسته پوسته شدن پس از مالیبل کردن	تشکیل اکسیدهای سیلیسیم و منگنز به همراه تشکیل ترکیبات با نقطه ذوب پایین سولفید گوگرد که در لایه های دکربوره شده نفوذ کرده و سطح لایه لایه بوجود می‌آورد.	کاهش سیلیسیم در ترکیب، گاهش گوگرد و افزایش منگنز، کاهش گوگرد هوای کوره، آب بندی محفظه عملیات حرارتی.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

E: قطعه ناکامل

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
E100	نبود قسمتی از قطعه ریختگی (بدون شکست)				
E110	تغییرات سطحی در مقایسه با شکل مدل				
E111	لب گردی	مذاب به گوشه ای قطعه نرسیده و لبه ها به صورت گرد در آمده است.	سیالیت کم مذاب در اثر دمای پایین بر حسب ترکیب آلیاژ، سرعت آهسته پر شدن قالب، هواکش ناکافی در قالب، درجه حرارت پایین قالب.	افزایش درجه حرارت بارریزی، بهسازی سطح مقاطع راهگاهی، افزایش قابلیت نفوذ پذیری قالب.	
E112	چکه رنگ	سطوح یا گوشه های قطعه بعلت نقص رنگ کردن یا مرمت ناقص محفظه قالب تخریب شده است.	تعمیر نامناسب قالب و پوشش نامنظم پوشان در قالب و یا ماهیچه که برآمدگی هایی را در محفظه قالب ایجاد کرده و اثر آن بر قطعه ریختگی باقی مانده است.	دقت در تعمیرات قالب و کاربرد پوشش مناسب.	
E120	تغییرات شکل مدل نسبت به مدل اصلی				
E121	نیامد	به سبب انجماد زودرس قطعه ناکامل است.	سیالیت کم، درجه حرارت پایین، اکسیده شدن مذاب، وجود سرباره در مذاب، ابعاد نامناسب سیستم راهگاهی، هواکش ناکافی در قالب.	افزایش درجه خرارت مذاب، اصلاح سیستم راهگاهی، تعبیه هواکش های کافی.	
E122	کم آمد	به سبب کم آمدن بار مذاب قطعه ناقص است.	کم بودن مذاب در بوته، ملاقه یا پاتیل، قطع بارریزی به سبب اشتباه باررریز.	داشتن مقدار کافی مذاب، سیستم راهگاهی مناسب، تعلیم کارگزان بارریزی مذاب.	
E123	بیرون زدگی	شک ناکامل قطعه به علت بیرون زدن مذاب از قالب.	آب بندی نشدن قالب یا استحکام ناکافی قالب و ماهیچه، فراموشی در بستن سوراخهای قالب یا	در صورت بروز عیب موارد مذکور در صورت امکان برطرف شود.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

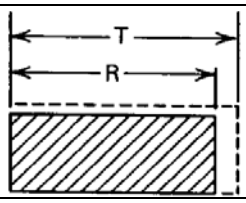
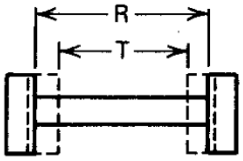
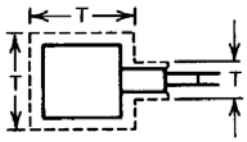
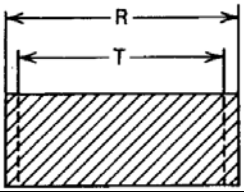
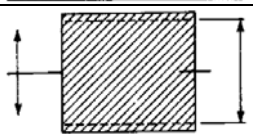
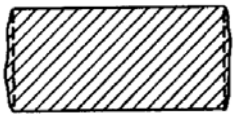
			ماهیچه، پیچیدگی و تاب برداشتن صفحه زیر درجه در قالبگیری دستی و خوب جفت نشدن به سبب پیچیدگی صفحه مدل در قالبگیری ماشینی، کمبودن وزنه و نیروی بست مناسب، لرزاندن زود هنگام قطعه برای خارج کردن قطعه.		
E124	فرساوندی	حذف قسمتی از قطعه ناشی از تمیزکاری بیش از حد قطعه.	سایش اضافی فلز در اثر تمیزکاری، اشتباه تمیزکار و وجود عیوب دیگر در قطعه.	استفاده از ابزار مناسب تمیزکاری	
E125	فراتاب	ذوب قسمتی از قطعه در اثر دمای بالای آنیلینگ.	درجه حرارت بالای تابکاری	تنظیم دمای مناسب تابکاری	
E200	نبود قسمتی از قطعه (با شکست)				
E210	قطعه شکسته				
E211	ریخته شکن	قطعه شکسته شده است، سطح مقطع شکست اکسید نشده است.	فروپاشی و تخلیه نامناسب، عدم مواظبت در حمل و نقل، ترکهای ریختگی.	دقت در حمل و نقل و تخلیه قالب	
E220	قسمتی از قطعه شکسته شده است.				
E221	راه شکن	شکستگی در محل راهگاه، تغذیه و ... که ابعاد شکست متناسب با سطح تماس راهباره ها، هواکشها و... با قطعه ریختگی است.	راهباره، هواکش و یا تغذیه در محل اتصال خیلی بزرگ گرفته شده است و یا در محل فاق دار نشده است. فروپاشی قطعه در حالت خیلی گرم.	اصلاح ابعاد محل اتصال راهباره، هواکش و تغذیه به قطعه، استفاده از ماهیچه های برشی، دقت در تخلیه و تمیزکاری قطعه، ایجاد فاق پیش از قطع کامل راهباره، هواکش و یا تغذیه.	
E230	قطعه شکسته شده، سطح شکست اکسید شده است.				
E231	لرزه شکن	شکسته شدن در اثر خروج زود هنگام	تخلیه زود هنگام قالب	افزایش زمان مناسب براس سرد شدن قطعه	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

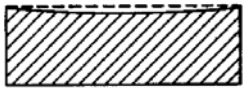
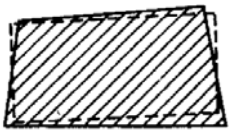
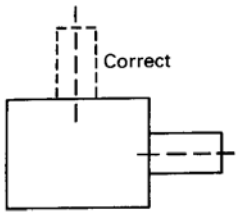
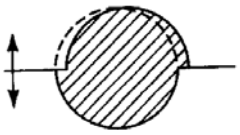
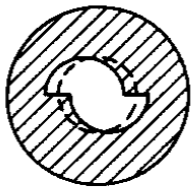
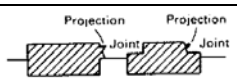
		قطعه از قالب، سطح شکست به سبب داغ بودن اکسیده شده است.			

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

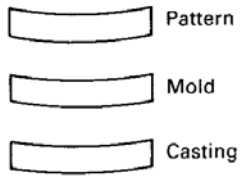
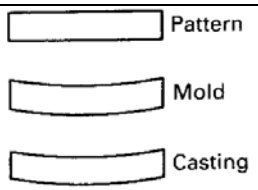
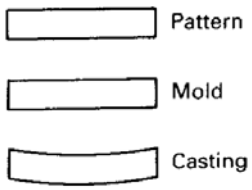
F: خطای ابعاد، اندازه و شکل

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
F100	شکل قطعه کامل و ابعاد قطعه ناقص است.				
F110	تمام اندازه ها نادرست				
F111	انقباض نامجاز	تمام ابعاد به یک نسبت نادرست است.	خط کش مدلسازی نا صحیح بکار برده شده است.	مدل باید بازسازی و یا اصلاح شود. اضافه انقباض مجاز تصحیح شود.	
F120	قسمتی از ابعاد قطعه ریختگی نادرست است.				
F121	انقباض غیر آزاد	عدم جمع شدن قطعه حین سرد شدن به سبب طراحی خاص قطعه و یا نوع قالب.	فشردگی زیاد قالب یا ماهیچه، زیاد بودن چسب، کاربرد نا مناسب آرماتور، در قطعات نازک درشت دانگی ماسه، دامنه انقباض فاز جامد را محدود می‌کند.	کوبیدن مناسب قالب، کاهش میزان چسب، استفاده از افزودنی ها برای افزایش قابلیت فروپاشی، افزودن کک، پلی استایرن و ریزه چوب، استفاده مناسب از آرماتور، در صورت امکان تصحیح طرح قطعه.	
F122	انقباض ناموزون	بعضی از ابعاد قطعه دقیق نیست.	تفاوت در میزان انقباضات قسمتهای مختلف قطعه به سبب تفاوت ضخامت.	اصلاح مدل بر اساس نحوه سرد شدن و تصحیح اضافه مجاز انقباضات.	
F123	گشاد کردن	ابعاد قطعه در جهت لق کردن مدل قالب بزرگ شده است.	ابعاد قطعه در جهت لق کردن مدل قالب بزرگ شده است.	دقت در لق کردن مدل، ایجاد شیب مناسب، استقرار منسب صفحه لق کن.	
F124	انبساط خشک	ابعاد قالب در راستای عمود بر سطح جدایش به سبب خشک کردن آن بزرگ شده است.	رطوبت یا خاک رش زیاد در ماسه.	کاهش رس ماسه، جلوگیری از مرطوب کردن قالب پس از بیرون آوردن مدل.	
F125	بادکردگی	فلز اضافی در قسمتهایی از قالب به سبب نرم کوبیدن ماسه و گشاد شدن	همانند A211.	همانند A211.	

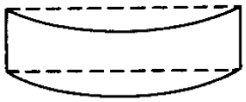
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

		آن بوجود آمده است.			
F126	کمانش	پیچیدگی قطعه بویژه در قسمتهای نازک و بخصوص در سطح افقی قطعه	صلابت کم مدل که حین کوبش تغییر شکل می‌دهد.	از صلابت مدل و صفحه مدل در قالبگیری های فشاری اطمینان حاصل شود.	
F200	کل شکل قطعه یا قسمتی از آن کامل نیست.				
F210	نادرست بودن مدل				
F211	خطای مدل	شکل قطعه مطابق شکل نقشه نیست. این موضوع در مورد شکل مدل نیز صادق است.	نقشه نادرست، عدم دقت در مدلسازی، عدم بازرسی مدل.	بررسی نقشه و مدل.	
F212	خطای نصب مدل	شکل قطعه مطابق نقشه فنی قطعه است اما بعضی از قسمتهای آن مطابق نقشه نیست.	تکه های قابل نصب بر روی هم با علائم و یا راهنما مشخص نشده است.	علامت گذاری تکه های مدل، انطباق مدل با نقشه حین قالبگیری.	
F220	ناجفتی و جابجایی				
F221	جابجایی	شکل قطعه در جهت سطح جدایش قالب کشیده شده است.	خطا در نصب، اتصال ناکافی و نادرست، نادرستی در نصب صفحه مدل، جفت نشدن قالب، تابیدگی درجه، آسیبهای تصادفی در قالب ضمن کار.	دقت در رفع علل مذکور.	
F222	جابجایی ماهیچه	تغییر شکل در محفظه داخلی قطعه در جهت جدایش دو قسمت ماهیچه بر روی هم.	جابجایی دو نیمه ماهیچه.	اطمینان از اتصال دو نیمه ماهیچه، اطمینان از هم سطحی و هم ترازی ماهیچه ها، کم کردن فاصله بین پین جعبه ماهیچه و محفظه.	
F223	جا باز کردن	برجستگی در سطوح عمودی قطعه و عموماً در یک طرف	کوبیدن نامناسب قالب و یا نکوبیدگی سطح عمودی قالب.	توجه در کوبیدن قالب.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

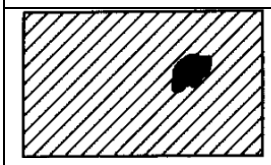
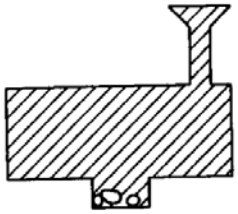
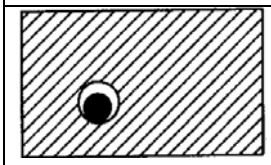
		قطعه که در مجاورت سطح جدایش قرار دارد. در اثر جاباز کردن جداره ماسه ای قالب.			
F230	تغییر شکل قطعه				
F231	تاب مدل	تغییر شکل مدل که سبب تغییر شکل قالب و قطعه نیز می‌شود.	مشکل مدل	بررسی ساختمان مدل، استفاده از مواد اولیه مناسب برای ساخت مدل، انتخاب مدل مناسب بر اساس روش قالبگیری، نگهداری مدلها در انبار در دمای ثابت و رطوبت کم، اجتناب از خم کردن مدل حین خروج از قالب، رنگ کردن مدل، اطمینان از پرشدن دو نیمه درجه قبل از اعمال فشار.	
F232	خزش قالب	مدل مطابق نقشه بوده و تغییر شکل قالب و عدم تطبیق آن با نقشه فنی قطعه شده است.	تاب الاستیک مدل حین کوبش، استفاده از صفحه با پایه های نا محکم برای مدلهای صفحه ای، تغییر شکل درجه پیش از بارریزی، وزنه گذاری غیر مناسب، بست و گیر نامناسب درجه ها، کوبیدن غیر یکنواخت ماسه.	رفع علل مذکور.	
F233	تاب قطعه	مدل و قالب مطابق نقشه بوده و قطعه دارای پیچیدگی بوده و با نقشه فنی قطعه تطبیق نمی کند.	انقباض غیر آزاد: بخ سبب طراحی قطعه، سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری نا مناسب، ترتیب و ساختمان قالب و ماهیچه. انقباض غیر یکنواخت به سبب تخلیه نابهنگام قطعات از قالب.	اصلاح طرح سیستم راهگاهی، حذف و یا محدود کردن قید در اطاف راهگاه و تغذیه، کاهش انقباض قالب در دامنه انجماد با استفاده از مواد تلاشی پذیر و یا ایجاد حفرات. سرد کردن به اندازه قطعه درون قالب پیش از تخلیه قالب.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

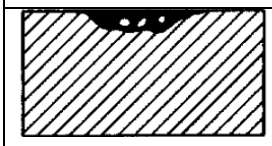
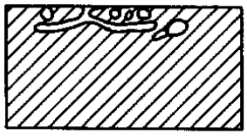
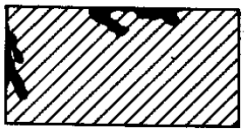
F234	قطعه تابیده	قطعه بعد از نگهداری در انبار، تابکاری و ماشینکاری تغییر شکل یافته و مطابق نقشه نیست.	تاب ناشی از آزاد شدن تنشهای پسماند پس از مدتی نگهداری قطعات در انبار، گرمایش نا مناسب حین عملیات حرارتی، عدم استفاده از نگهدارنده در کوره عملیات حرارتی، نرم شدن آلیاژ در عملیات حرارتی، سرعت زیاد سرد کردن، شیب حرارتی زیاد در سرد کردن، تعییرات ساختاری آلیاژ در عملیات حرارتی.	تصحیح سیستم راهگاهی برای کنترل سرد شدن و آزاد شدن تنشهای پسماند، کنترل موارد مذکور در علل عیب.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

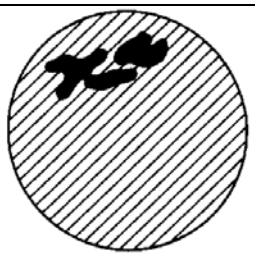
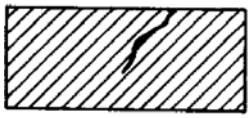
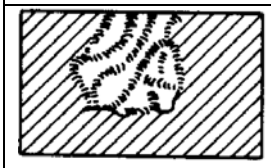
G: آخالها یا سرباره های غیرعادی

شماره	نام عیب	توضیح	علل بروز	روش پیشگیری	شکل شمایی
G100	آخالها (ناخالصی ها)				
G110	آخالهای فلزی				
G111	آخالهای فلزی	ناخالصی هایی که با بررسی های ظاهری، تجزیه شیمیایی و یا ساختاری نشان دهنده بیگانه بدن آنها از آلیاژ اصلی است.	تشکیل ترکیبات بین فلزی، ورود از مواد بار و آمیژانها، تماس آزاد مذاب با قانجاق و میل ماهیچه، جدایش ترکیبات فلزی نامحلول در دامنه انجماد، اجزای آلیاژی حل نشده در مذاب.	تمیزی مواد بار، استفاده از مواد آلیاژی و آمیژانها در اندازه های کوچک.	
G112	ساچمه	آخالهایی با ترکیب شیمیایی فلز پایه و عموماً به صورت کروی و با سطح اکسیده شده.	چکیدن و ورود زود هنگام قطرات مذاب به درون قالب، انجماد و عدم ذوب مجدد آنها در جریان بارریزی و پرشدن قالب.	دور نگهداشتن قسمتهای باز قالب از داخل شدن مذاب، تعبیه مناسب و صحیح راهبار و تغذیه ها، دقت در بارریزی.	
G113	هراش	آخالهای فلزی داخل حفره های گازی و یا حفره های دیگر یا در فرورفتگی های سطحی قطعه. ترکیب آن نزدیک یوتکتیک است. هراش فسفسدی و انبساطی	وجود فاز یوتکتیک که معمولاً برای چدن حاوی مقادیر زیادی فسفر بوده و در اثر فشار ناشی از انبساط نمونه به درون حفره ها نفوذ می‌کند. این ذرات که کاملاً سخت بودن و در ماشینکاری مشکل ایجاد می‌کند.	حذف مک های گازی و انقباضی که با حذف آنها هراش بوجود نمی‌آید.	
G120	آخالهای غیر فلزی، سرباره – سیاله				
G121	آخال	آخالهای غیر فلزی که ظاهر آنها و یا نتیجه تجزیه شیمیایی آنها نشان می‌دهد که از سرباره	منشا تشکیل آخال، عملیات ذوب یا تصفیه و یا مواد سیاله و یا سرباره های فلزات غیر آهنی می‌باشد. در فولادها	از ورود سرباره های مذاب از کوره به درون پانیل جلوگیری شود، پاتیل بارریز را همیشه تمیز نگهدارید، با سفت و ضخیم کردن سرباره عملیات	

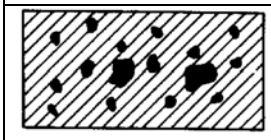
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

		مذاب و یا محصول عملیات ذوب و یا سیاله ها ناشی شده است.	اغلب واکنش بین مواد نسوز و مواد اکسیژن زدا منشا تشکیل انواع آخال است. آخالهای غیر فلزی بنابر قانون وزن مخصوص در سطوح بالایی و یا گوشه های مقابل ماهیچه ها و در جاهایی که با فلز جمد محصور شوند، متمرکز میشوند.	سرباره گیری را تسهیل کنید (با استفاده از ماسه سیلیسی یا سنگ آهک)، از پاتیلهای سیفونی استفاده شود، در بارریزی حوضچه بارریز و راهگاه را همواره پر نگهدارید، از ماهیچه رویه گیر و صافی استفاده گردد، تله های چرخشی و آخال گیر در سیستم راهگاهی تعبیه گردد، سطوحی را که باید ماشینکاری شوند در درجه زیری قالبگیری کنید.	
G122	مک سرباره	آخالهای غیر فلزی که عموماً در اثر واکنش های گازی و با مک های گازی.	واکنسهای بین عناصر موجود در چدن و یا فولاد با محیط نظیر هوا، نسوز کوره و ...	استفاده از مواد اولیه با اکسیدهای کمتر، اجتناب از استفاده از مواد کم سیلیسیم و کم منگنز و در صورت امکان رعایت نسبت Si>Mn+0.5 ، محدود کردن مقدار آلومینیوم و تیتانیوم در مذاب، کاهش گوگرد تا کمتر از ۰,۱ درصد وزنی، ذوب و بارگیری در درجه حرارت بالا، تصحیح دمای بارریزی، بارریزی سریع و بدون تلاطم.	
G130	آخال مواد قالب ماهیچه (آخال خارجی)				
G131	آخال ماسه	وجود ذرات ماسه عموماً در نزدیکی سطح قطعه.	ماسه انداختن قالب یا ماهیچه، عدم دقت در قالبگیری، شکستگی و فرسایش قالب، انبساط سیلیس ماسه و جدا شدن از ماسه.	بهسازی عیوب A220, D230, A212, A213.	
G132	آخال پوشان	آخالهای مربوط به رنگ قالب که عموماً نزدیک به سطح	کنده شدن قسمتی از پوشان یا رنگ قالب.	استفاده از پوشانهای با انبساط حرارتی کمتر، اجتناب از اندود گرافیتی بر قالب یا ماهیچه	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

		قطعه بوجود می‌آید.		گرم، کاهش ضخامت پوشش، کاهش مقدار رس در پوشش.	
G140	آخالهای غیر فلزی، اکسیدها و محصولات واکنشی (آخال داخلی)				
G141	سیاه خال	لکه های سیاه رنگ با شکلهای بی قاعده در سطح شکست چدن با گرافیت کروی	انواع اکسیدها و ترکیبات گوگردی در مذاب زیاد است.	از کاربرد شمش چدن با سیلیسیم کم اجتناب شود، کاهش مقدار گوگرد مذاب به کمتر از 0.01 پیش از افزودن منیزیم به مذاب، استفاده از حداقل منیزیم مورد نیاز برای کروی کردن، کاهش مقدار آلومینیوم در مذاب، استفاده از بیشترین درجه حرارت باراریزی، استفاده از موادی نظیر کریولیت برای جمع کردن سرباره، استفاده از پاتیل سیفونی، جلوگیری از تلاطم مذاب حین حمل و نقل آن.	
G142	آخال رگه ای	آخالهایی به صورت اکسیدهای سطحی و اغلب به صورت رگه	تشکیل اکسیدهای رویه ای در جریان پرکردن پاتیل و باراریزی در قالب که حین پر کردن قالب وارد آن میشوند.	اجتناب از اکسیداسیون مذاب، باراریزی با فشار کم و از کف قالب، استفاده از راهبار و راهباره های تخت و طویل، برای چدن نشکن مقدار منیزیم در حداقل ممکن افزوده شود، موارد G121 میز مراعات گردد.	
G143	ژگاله	قشرهای درهم رفته گرافیت اولیه براق در دیواره قطعه ریختگی.	هیدروکربورهای موجود در چسب و افزودنی های مواد قالب یا ماهیچه یا ترکیبان موجود در مایع جدایش قالب، تجزیه و تبخیر شده و زغال های شفاف (ژگاله) ایجاد می-کنند. این لایه ها در حالت ریختن با طلاطم وارد مذاب شده و در دیواره قالب محبوس	کاهش مواد قابل تبخیر و تجزیه در ماسه قالب یا ماهیچه، استاده حداقل از مایع جدایش در سطح مدل.	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

G144	سخت ریزه	نقاط و لکه های سخت آخالها در قطعات ریختگی در قالب های دائمی و در ریخته گری تحت فشار آلیاژهای آلومینیوم	در آلیاژهای آلومینیوم و مس بوجود می‌آیند.	-	
G200	ساختارهای نامتجانس که از طریق مشاهدات ماکروسکوپی قابل دیدن نیستند.				
G210	ساختارهای غیر معمول در چدن خاکستری				
G211	تبرید – الماسه	سفید شدن کل ساختار و بویژه در قسمتهای نازک، با افزایش ضخامت اجزای قطعه به تدریج از حالت سفید به نرمال تغییر می‌نماید.	مربن معادل و یا نسبت کربن به سیلیسیم برای ضخامت ریختگی و سرعت انجماد در قطعه نادرست است.	عملیات مناسب تلقیح در حد کافی با فروسیلیسیم، کاهش سرعت سرد شدن، محدود کردن عناصر سمانته زا نظیر کرم، اجتناب از فوق گدازهای زیاد و ذوب طولانی که سب سوختن عناصر گرافیت زا می گردد.	
G212	فرا تبرید	همانند حالت فوق با این تفاوت که بین دو ناحیه سفید و خاکستری هیچ منطقه واسطی وجود ندارد.	در مواردیکه علل نوشته شده در G211 مشهود نباشد، معمولاً علت اصلی افزایش نسبت منگنز:گوگرد است.	این پدیده همیشه عیب محسوب نمی‌شود و برای مثال برای سطح غلطکها با افزایش نسبت منگنز:گوگرد عامل فوق ترغیب می‌شود. در صورت عیب بودن به موارد G211 مراجعه شود.	
G213	تبرید معکوس	منطقه سفید در قسمتی از قطعه که در آخرین مرحله منجمد شده است. قطعه در سطح دارای ساختار خاکستری است.	افزایش نسبت گوگرد به منگنز، افزایش مقدار هیدروژن در مذاب، تیتانیم زیاد در مذاب در ارتباط با گوگرد کم.	کاهش مقدار گوگرد با افزایش مقداری منگنز، (%Mn>1.75%S+0.3)، جوانه زایی مناسب و کاهش فوق تبرید، کاهش میزان هیدروژن با پیشگرم پاتیل و خشک کردن قالب.	
G220	ساختارهای غیز معمول در چدن مالیبل				
G221	گرافیت اولیه	نقاط و لکه های سیاه رنگ در	زیاد بودن کربن و سیلیسیم نسبت به	اجتناب از تغییرات زیاد ضخامت در قطعات ریختگی،	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

		ساختار سیاه تاب قطعه و مقطع شکست خاکستری سیاه رنگ با دانه های درشت بعد از عملیات حرارتی	ضخامت قطعه ریختگی، بسیاری از کمک ذوب ها قابلیت تلقیحی دارند.	استفاده از مبرد، تنظیم کربن در ترکیب شیمیایی، در مواد بار و شرایط ذوب دقت شود، افزودن بیسموت به میزان0.1%.	
G222	پر پرلیتی	در چدن مالیبل مغز سیاه، در مقطع شکست قطعه بعد از آنیل دو منطقه متمایز سفید براق به قشر بیش از 0,5میلیمتر در قسمت بیرونیو منطقه سیاه رنگ درونی.	در چدن چکشخوار پرلیتی به سبب وجود رطوبا در هوای کوره آنیل رخ می‌دهد.	استفاده از اتمسفر خنثی در کوره، خشک کردن کامل نسوز کوره، عدم ورود قطعات مرطوب یا زنگ زده به کوره.	
G223	تبرید موضعی	وجود یک قشر کوتاه سخت شده سطحی در قطعه که بعلت تند سرد کردنحاصل شده است.	تمرکز حرارت در سطح قطعه ناشی از سنگ زنی شدید و عوامل دیگر.	رفع عوامل ایجاد گرمای موضعی شدید.	
G260	شکل غیر نرمال گرافیت				
G261	سوسه گرافیت	توزیع با قاعده گرافیت های درشت که معمولاً در تراشکاری ساختار دانه باز حاصل می-کند.	مقدار کربن معادل و به خصوص کربن در ترکیب مذاب نسبت به ضخامت زیاد است، نرخ سرمایش آرام است، تغییرات وسیع در ضخامت قطعه رخ می‌دهد.	تصحیح طراحی در جهت کاهش قسمتهای ضخیم، تنظیم مقدار کربن معادل بر اساس ضخامت قطعه، کاهش نسبت کک به فلز در کوره های کوپل، استفاده از شمشهای کم کربن، استفاده مناسب از مبرد در مقاطع ضخیم.	
G262	آخال گرافیت	تجمع منطقه ای گرافیت های درشت در ساختار قطعه، رسوب گرافیت در حفره های انقباضی.	مشابه G261	مشابه G261	

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

G263	گرافیت شناور	تجمع گرفایت های کروی در قسمت بالای قطعه ریختگی.	کربن معادل به نسبت ضخامت بالاست، عملیات افزودن منیزیم در دمای پایینتر از ۱۴۵۰ دجه سانتیگراد استفاده شده، تاخیر زیاد بین زمان افزودن منیزیم تا بارریزی، سرعت انجماد کم در قالب.	تنظیم مقدار کربن معادل برای مثال: ضخامت ۱۰ میلیمتر کربن معادل برابر 4.5، و برای ضخامت ۳۰ میلیمتر کربن معادل برابر 4.3. افزودن منیزیم در حد مطلوب در دمای بین ۱۴۸۰ تا ۱۵۱۰ درجه سانتیگراد، عدم تاخیر بیش از ۱۰ دقیقه بین افزودن منیزیم و بارریزی، تنظیم درجه حرارت بارریزی بین ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد، اطمینان از سرعت انجماد مناسب (سریع) قالب.	
G264	رخ-شکست	در مقطع شکست سطوح شکست به صورت پله ای یا شیارهای در جهات بی قاعده دیده می-شود.	تشکیل دندریتهای بزرگ حین انجماد.	معمولاً این پدیده عیب محسوب نمی‌شود چراکه بر خواص مکانیکی استاتیک یا دینامیک تاثیر ندارد.	

ایجاد عیوبی نظیر حفرات و آخالهایی که سبب برگشت قطعات چدنی خواهد شد موجب کاهش بازده ریخته گری و افزایش میزان قراضه خواهد شد. عیوب مذکور اغلب به صورت زیر سطحی بوده و معمولاً پس از عملیات ماشینکاری ظاهر می‌گردد. مواردی نظیر شکل، اندازه و محل عیوب، ماهیت و عوامل بوجود آورنده آنها را نمایان می‌سازد. با توجه به موارد مذکور در ادامه به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

۳. حفرات انقباضی:

حفرات انقباضی به صورت مجزا و یا به صورت پیوسته در شکلهای نامنظم در قطعات ریختگی دیده می‌شود. در بزرگنمایی های کم وجود شاخه‌های دندریتی در این حفرات دیده می‌شود. قطعات بزرگ و وجود مناطق گرم نظیر محل اتصال راهباره ها به قطعات و یا قسمتهایی با تغییرات مقاطع شدید مکانهای مستعد این عیب است. حفره های انقباضی معمولاً به صورت زیر سطحی است و در ماشینکاری و یا شات بلاست زیاد و یا حین انجام تست فشار دیده می‌شود. عوامل مهمی که در بروز این عیب موثرا ست عبارتند از:

۱- استحکام و صلابت کم قالب
۲- ترکیب آلیاژی نامناسب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

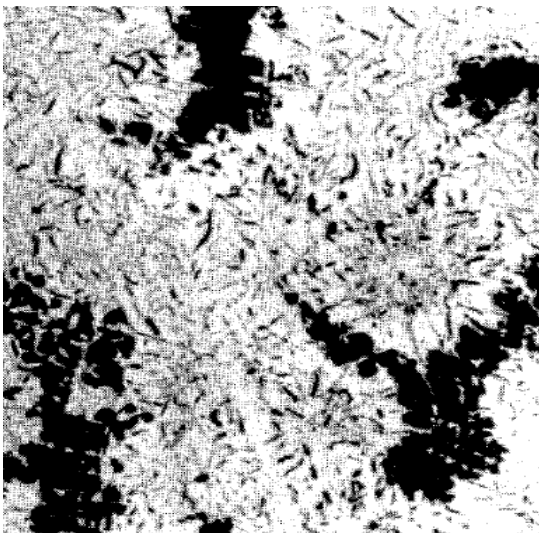
۳- دمای ریختن نا مناسب

۴- جوانه زایی بیش از حد.

برخلاف اکثر فلزات و آلیاژها، مذاب چدن خاکستری حین انجماد به سبب تشکیل گرافیت آزاد در واکنش یوتکتیک دچار انبساط می‌شود. انبساط بوجود آمده در شرایط جوانه زایی بیش از حد تشدید می‌شود. قالبهای ماسه تر که نسبت به سایر قالبها دارای استحکام و صلابت کمتری نسبت به سایرین است، در اثر انبساط بوجود آمده دچار تغییر شکل می‌شود. این امر سبب افزایش ابعاد قالب شده و جهت جبران انبساط شکل قطعه، حفرات انقباضی درونی تشکیل می‌شود. بنابراین برای رفع عیب مذکور در صورتی که ناشی از قالب باشد، کنترل رطوبت ماسه ، استفاده از مواد کربنی مناسب در ماسه قالب و کنترل جوانه زایی مذاب توصیه می‌شود.

در ریخته‌گری چدنهای با کربن معادل پایین بروز عیوب انقباضی محتمل تر است. کاهش میزان فسفر به کمتر از 0.02% wt سبب ایجاد عیوب انقباضی بسیار ریز در مرزدانه های سلول های یوتکتیک و در نقاط گرم خواهد شد. مقادیر مناسبی از فسفر باید در ترکیب شیمیایی آلیاژ وجود داشته باشد. این مقدار برای قطعات بزرگ می‌تواند حداکثر 0.3% و برای قطعات تحت فشار نباید بیش از 0.1% باشد.

دمای بارریزی زیاد نیز می‌تواند سبب بروز عیوب انقباضی شود. این امر به علت انقباضات بیشتر در انجماد مذاب از دمای بالا و تغییرات ابعادی بیشتر قالبهای ماسه تر می‌باشد. از سویی دمای ریختن بسیار کم سبب بروز عیوبی نظیر مک گازی، سردجوشی و یا تشکیل کاربید خواهد شد. معمولاً بهترین دمای ریختن مذاب از طریق تجربی حاصل می‌شود. نمونه‌ای از حفره انقباضی در یک قطعه چدن خاکستری در شکل ارائه شده است.



حفره انقباضی در ساختار ریختگی چدن خاکستری

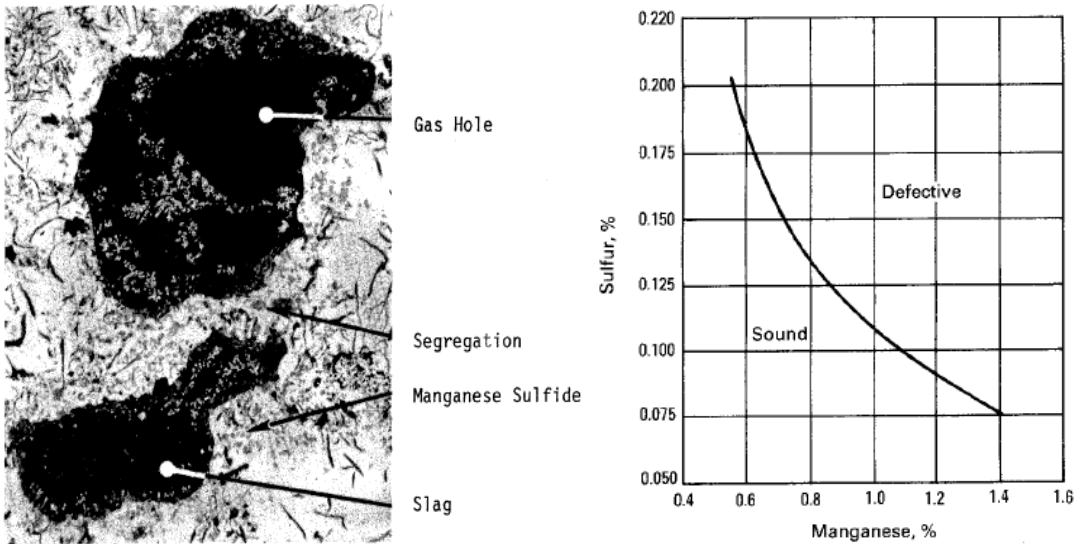
۴. مک های گازی:

مک‌های گازی به صورت حفره های زیر سطحی در قسمتهای بالایی قالب و یا در کنار ماهیچه‌های موجود در قالب بوجود می‌آید. این عیب معمولاً پس از ماشینکاری و یا شات بلاست زیاد وجود ظاهر می‌شود. مک‌های گازی به صورت کروی و یا به صورت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اشکال نامنظم و معمولاً با دیواره به رنگ قهوه‌ای و یا آبی-قهوه‌ای دیده می‌شود. حفره‌های بوجود آمده معمولاً حاوی آخال و یا تراوشات فلزی است. معمولاً سولفید منگنز در نواحی اطراف مک‌های گازی دیده می‌شود.

اولین علت بروز مک های گازی دمای بارریزی پایین و وجود گووگرد و منگنز بالا در مذاب است. در واقع با کاهش دمای بارریزی سولفید منگنز در مذاب بوجود می‌آید. این ماده به سمت سطح پاتیل حرکت کرده و با مواد موجود در سرباره که عموماً سیلیکاتهای آهن و منگنز است واکنش می‌دهد و سرباره بسیار سیالی را بوجود می‌آورد. این سرباره به درون مذاب وارد شده و همراه آن به درون قالب وارد می‌شود. حین انجماد و رسوب گرافیت، سرباره مذکور با گرافیت واکنش داده و مونوکسید کربن بوجود می‌آورد که سبب بروز مک گازی می‌شود. بنابر این استفاده از دماهای بارریزی بالاتر، استفاده از یک پاتیل تمیز، کنترل درصد گوگرد و منگنز در مذاب و سرباره گیری مناسب برای کاهش عیب مک گازی توصیه می‌شود. نمونه ای از مک گازی در شکل ارائه شده است.

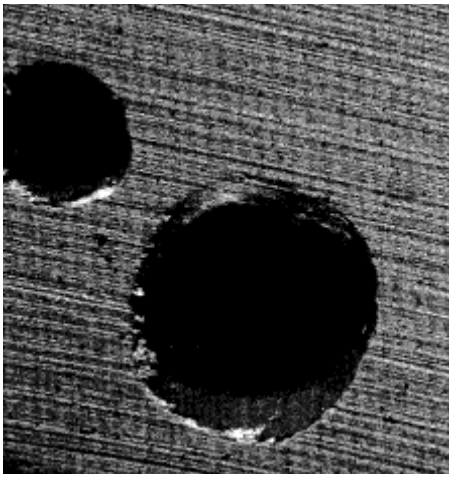


مک گازی در یک نمونه ریختگی چدن خاکستری (راست) و نسبت مناسب گوگرد و منگنز برای جلوگیری از بروز مک گازی در دمای بارریزی ۱۲۸۰ درجه سانتیگراد.

۵. حفرات هیدروژنی:

حفرات گرد و یا بی شکل با قطر حدود ۳ میلیمتر و یا کمتر که در دیواره آن لایه های گرافیت و یا اکسید آهن در حالت عملیات حرارتی شده دیده می‌شود، عیب هیدروژنی است. این حفرات معمولاً به صورت زیر سطحی بوده و پس از ماشینکاری دیده می‌شود. بروز این عیب در اثر شرایط قالب و مذاب و اثرات مشترک انها است. حضور مقادیر بسیار کم آلومینیوم (0.005% wt) سبب تجزیه بخار آب ناشی از رطوبت قالب شده و در نتیجه مقداری هیدروژن وارد مذاب می‌شود. آلومینیوم از طریق قراضه های آلیاژی و یا آمیژانهای به کار برده شده وارد مذاب می‌شود. وجود رطوبت زیاد و عدم حضور مواد کربنی در ماسه قالب سبب تشدید این پدیده می‌شود.

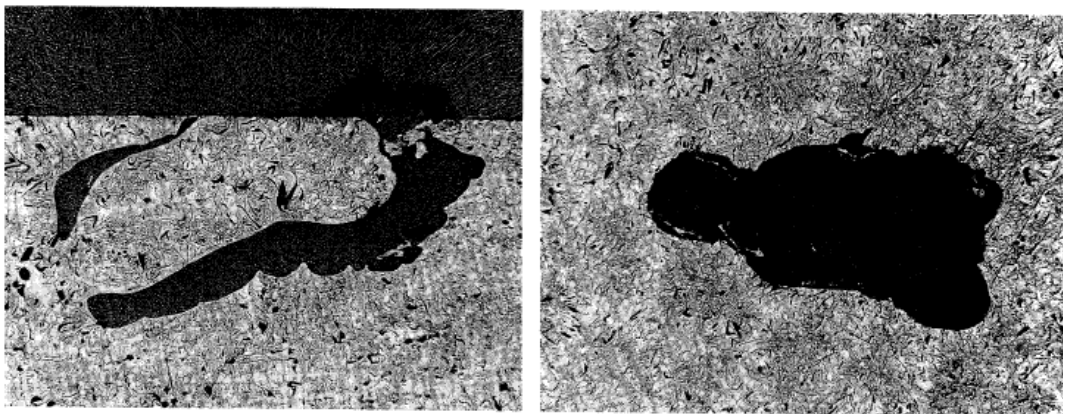
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



نمونه ای از حفره هیدروژنی در چدن خاکستری

۶. عیوب نیتروژنی:

حضور 20-80 ppm در مذاب چدن طبیعی است. حضور مقادیر بیشتر نیتروژن سبب بروز حفرات نیتروژنی خواهد شد. حفرات بوجود آمده معمولاً براق هستند ولی گاهی لایه ای از اکسید سطح آنها را می‌پوشاند. مقادیر نیتروژن لازم برای بوجود آمدن عیب نیتروژنی متفاوت است. در مقاطع سبک، وجود حداقل 130 ppm نیتروژن سبب بروز عیب خواهد شد. درحالیکه در مقاطع بزرگ حضور 80 ppm نیتروژن جهت بروز عیب کافی است. قراضه های آهنی و همچنین استفاده از مواد قالب و ماهیچه های حاوی مواد دارای نیتروژن منبع ورود نیتروژن خواهد شد. اثرات افزودن نیتروژن با افزودن 0.02-0.03% تیتانیم کاهش می‌یابد.



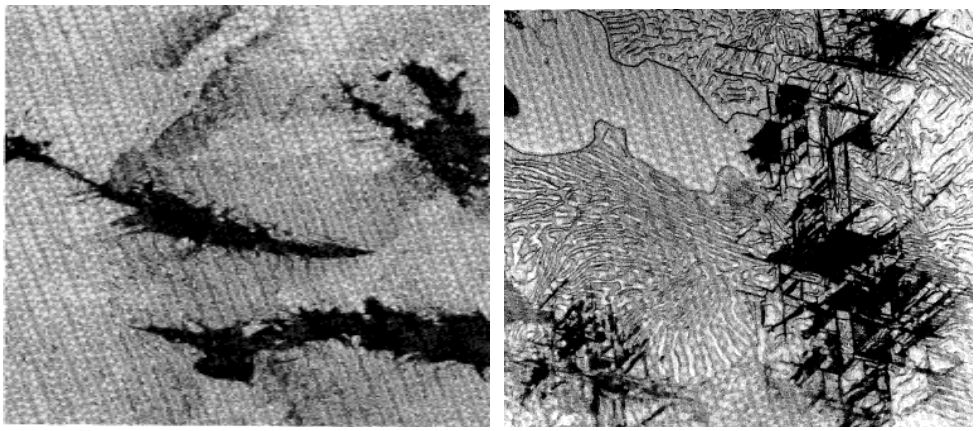
حفرات نیتروژنی در چدن خاکستری

۷. مرفولوژی های غیر معمول گرافیت:

وجود گرافیت با مرفولوژی های غیر طبیعی در قطعات ریختگی چدن خاکستری سبب بروز شکست در آنها خواهد شد. عنصر سرب عامل اصلی بوجود آمدن مرفولوژی‌های نا متعارف گرافیت در چدنهای خاکستری است. تغییرات مرفولوژی گرافیت ورقه‌ای در مقاطع بزرگ به صورت گرافیت ویدمن اشتاتن و در مقاطع کوچکتر به صورت شبکه ای دیده می‌شود. عیوب مذکور معمولاً در بزرگنمایی بالا دیده می‌شود. در مقاطع بزرگ و یا سرعت سرد شدن آهسته سبب جدایش سرب به لایه های گرافیت شده و سبب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بروز این عیوب می‌شود. وجود 0.004% سرب برای بروز این عیب خواهد شد. حضور هیدروژن و آلومینیوم باعث تشدید این عیب می‌گردد. هرچند یک ماده خنثی کننده اثرات سرب در مذاب چدن وجود ندارد، لیکن ذوب و نگهداری مذاب چدن در کوره سبب کاهش میزان سرب و به تبع آن کاهش عیب مذکور خواهد شد. منابع ورود سرب به ترکیب مذاب شامل قراضه های سرب دار، فولادهای دارای لعاب شیشه‌ای و آلیاژهای مس است. نمونه ای از ساختارهای غیر طبیعی گرافیتهای ورقه‌ای در زیر ارائه شده است.



گرافیت ویدمن اشتاتن (سمت راست) گرافیت تیغه‌ای Spiky (سمت چپ)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد