



WHITE PAPERS

ASK-RD-ENG-021

R&D Department

ARYA SEPEHR KAYHAN (ASK) | SHAHID SALIMI INDUSTRIAL CITY, TABRIZ, IRAN

شرکت آریا سپهر کیهان با نام اختصاری ASK، طراح و تولیدکننده پمپ های گریز از مرکز و روتاری و ارائه دهنده راهکارهای بهینه سازی سیستم های فرایندی و پمپاژ می باشد.

توجه!

مقالات تخصصی با عنوان White Papers جهت افزایش دانش عمومی پمپ ها در بخش تحقیق و توسعه این شرکت نگارش شده است. استفاده از این مقالات رایگان می باشد و لازم است جهت استفاده از محتویات آن به موارد ذیل توجه فرمایید:

- 1- انتشار مجدد مطالب مقالات (به شکل اولیه و بدون تغییر در ساختار محتوایی و ظاهری) با ذکر منبع، بلامانع است.
- 2- استفاده تجاری از محتویات مقالات در نشریات مجاز نمی باشد.

اصول و مبانی ریخته‌گری



Fundamental of Casting

شماره صفحه.....	فهرست عناوین.....
۳.....	۱. مقدمه.....
۳.....	۲. اصول ریخته‌گری فلزات.....
۱۰.....	۳. انواع ریخته‌گری.....
۱۱.....	۴. مروری بر روش‌های ریخته‌گری.....
۱۱.....	۴.۱. ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای.....
۲۰.....	۴.۲. ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای ماهیچه‌دار.....
۲۱.....	۴.۳. دایکست با محفظه گرم.....
۲۸.....	۴.۴. ریخته‌گری دقیق.....
۳۴.....	۴.۵. ریخته‌گری در قالب‌های ماسه-رزین.....
۳۶.....	۴.۶. ریخته‌گری در قالب گچی.....
۳۷.....	۵. مروری بر انواع مواد قالب‌گیری.....
۴۷.....	۶. مروری بر بازرسی‌های پس از ریخته‌گری.....
۴۷.....	۶.۱. انواع تست‌های غیرمخرب مورد استفاده در ریخته‌گری.....
۴۷.....	۶.۱.۱. تست ذرات مغناطیسی.....
۴۹.....	۶.۱.۲. تست مایع نافذ.....
۵۲.....	۶.۱.۳. تست التراسونیک.....
۵۳.....	۶.۱.۴. تست رادیوگرافی.....
۵۴.....	۶.۲. تست‌های ریخته‌گری فولاد.....
۵۷.....	۶.۳. تست‌های ریخته‌گری چدن.....
۵۷.....	مراجع.....

۱. مقدمه

ریخته‌گری هنر شکل دادن فلزات و آلیاژها از طریق فرآیند ذوب، ریختن مذاب در محفظه‌ای به نام قالب و آن‌گاه سرد کردن و انجماد آن مطابق محفظه قالب می‌باشد. این روش قدیمی‌ترین فرآیند شناخته شده برای بدست آوردن شکل مطلوب فلزات است. فرآیند ریخته‌گری از اساسی‌ترین روش‌های تولید می‌باشد. بیشتر از ۵۰ درصد قطعات انواع ماشین‌آلات به این طریق تهیه می‌شوند. مشخص نمی‌باشد که انسان اولیه چگونه و از کجا سنگ آهن را کشف، ذوب و فلز آهن را بدست آورده است. اما از شواهد امر پیداست که از ۲۴۰۰ سال پیش و شاید هم بیشتر، انسان‌های اولیه آهن را شناخته‌اند. بشر از دیرباز با آهن و فولاد و چدن که امروزه به عنوان پرمصرف‌ترین فلزات جهان می‌باشند آشنا بوده است. استفاده از آلیاژهای آهن حتی به میزان اندک در بناهای قرون گذشته به چشم می‌خورد اما تنها از اوایل قرن هجدهم با پیشرفت صنعت استفاده از این فلز رو به فزونی گذاشته است. در ابتدا از آهن برای کارهای کوچک هم‌چون تزئینات و یا کلاف‌بندی بناهای سنگی استفاده می‌شد اما به علت عدم توسعه صنایع تصفیه آهن استفاده از این فلز محدود بود تا این‌که در اواسط قرن هجدهم در انگلستان قدم‌های شایان توجهی در بهبود و پیشرفت صنعت آهن برداشته شد و اولین بناهایی که از آهن در ساخت‌وساز آن‌ها استفاده شد در اواخر قرن هجدهم ساخته شدند و این آغاز فصل نوینی در صنعت ساختمان‌سازی بود. استفاده از آهن و به‌کارگیری آن جز با ریخته‌گری و شکل‌دهی به آن میسر نبود. این کارها چیزی نبود جز مقدمه‌ای بر پیدایش صنعت عظیمی و پیچیده‌ای به نام ریخته‌گری.

۲. اصول ریخته‌گری فلزات

فرآیند ریخته‌گری با تولید قالب آغاز می‌شود که شکل قالب، قرینه و معکوس قطعه دل‌خواه جهت ریخته‌گری است. قالب از مواد نسوز مانند ماسه تهیه می‌شود. فلز درون کوره حرارت داده می‌شود تا ذوب شود. سپس فلز مذاب در گودی قالب که شکل قطعه مورد نظر است ریخته می‌شود و تا زمان جامد شدن خنک می‌گردد. نهایتاً قطعه فلزی شکل گرفته از قالب جدا می‌شود. تعداد زیادی از سازه‌های فلزی که همه روزه با آن‌ها سرو کار داریم به روش ریخته‌گری تولید شده‌اند.

ریخته‌گری مزایای فراوانی دارد که کاربرد آن را همواره رو به افزایش است. در ادامه تعدادی از این مزایا را با هم مرور می‌کنیم:

- با روش ریخته‌گری می‌توان قطعاتی را تولید کرد که هندسه بسیار پیچیده‌ای دارند یا دارای حفره‌های درونی می‌باشند.

ASK R&D

- برای تولید قطعات بسیار کوچک و همچنین قطعات بسیار بزرگ از چند گرم تا چندین تن می‌توان از این روش استفاده کرد.

- این روش از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است و هدررفت کمی دارد. فلزات اضافی در هر بار ریخته‌گری دوباره ذوب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- فلز ریخته‌گری شده ایزوتروپیک است یعنی در تمام جهات دارای خواص فیزیکی و مکانیکی یکسانی است.

- از روش ریخته‌گری بطور گسترده‌ای در بسیاری از صنایع هم‌چون صنعت اسباب‌بازی استفاده می‌شود.

این روش دارای عیوبی نیز می‌باشد که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره شده است. با توجه به دو فرآیند اصلی در ریخته‌گری شامل جریان سیال و انجماد، عیوب ریخته‌گری در آن شامل موارد زیر می‌شوند:

- عیوب ناشی از جریان سیال: نیامد (انسداد جریان)، جوش سرد، حبس هوا، ورود آخال و سرباره

- عیوب ناشی از انجماد: حفره‌های درشت، حفره‌های ریز، حفره‌های گازی، تنش باقیمانده، ترک گرم و ترک سرد

آشنایی با عیوب قطعات ریخته‌گری شده، اهمیت زیادی دارد. اگر ریخته‌گر دلایل ایجاد یک عیب را نداند، قادر به رفع آن نخواهد بود. برخی از عیوب کاملاً آشکارند و دلیل ایجاد آن‌ها نیز مشخص است. برخی از عیوب از نظر ظاهری مشابه یکدیگرند و تفکیک آن‌ها مشکل است. بررسی نقشه یا تصویر یک عیب با مشاهده چشمی آن متفاوت است. تحلیل عیوب با مطالعه نتایج تحلیل‌هایی که دیگران انجام داده‌اند اطلاعات مفیدی را به ریخته‌گر می‌دهد. در ادامه فهرستی از عیوبی که ممکن است با آن‌ها مواجه شویم را با ذکر دلایل معرفی می‌نماییم:

- **زخمه رنگ:** گاهی پوسته رنگ روی قالب یا ماهیچه حین حرارت‌دهی از بین می‌رود و سطح ظاهری برگ مانندی باقی می‌ماند که به سطح یا به داخل فلز منتقل می‌شود. این پدیده که زخمه نامیده می‌شود، می‌تواند نتیجه استفاده از چسب نامناسب در رنگ، خشک شدن ناقص رنگ قالب، استفاده از رنگ نامناسب یا همه این موارد باشد.

- **بیرون‌زدن مذاب:** این عیب در اثر تکان دادن زود هنگام قالب و بیرون آوردن قطعه ریخته‌گری از قالب، درحالی که بخشی از آن همچنان مذاب است، ایجاد می‌شود. بخشی از مذاب از قطعه بیرون می‌زند که نتیجه آن ایجاد عیب است. در شرایط حاد ممکن است کل بخش میانی قطعه بیرون بزند و روی پای کارگری بریزد که مشغول تکان دادن قالب است.

- **تاول:** تاول حفره‌ای کم‌عمق است که سطح آن با پوسته نازکی از فلز پوشیده شده است. علل ایجاد آن، همان علل ایجاد مک‌های سطحی است.
- **مک:** مک حفره گرد یا کشیده‌ای است که در اثر تجمع گازهای محبوس در فلز ایجاد می‌شود. معمولاً دلیل ایجاد این عیب، کوبیده‌شدن بیش از حد ماسه و کاهش نفوذپذیری آن است. سایر علل این عیب عبارتند از کم‌بودن نفوذپذیری ماسه، زیادبودن رطوبت ماسه و ماهیچه، کمبود هواکش ماهیچه یا بسته بودن هواکش‌ها، درست خشک‌نشدن ماهیچه تر، درست خشک‌نشدن پوشش (رنگ) ماهیچه یا قالب، کمبود هواکش در قالب، پایین بودن فشار هیدرواستاتیک (کم بودن ارتفاع قسمت بالایی قالب (درجه))، نزدیک بودن چارچوب میله‌های قسمت بالایی درجه به حفره قالب، نزدیک بودن قانجاق‌های خیس به حفره قالب و توزیع نامناسب دانه‌های ماسه. هرگونه ترکیب مواد سرد یا گرم که منجر به چگالش آب، در هنگام قرار دادن ماهیچه گرم در قالب سرد (یا به عکس) شود، مثلاً در صورت استفاده از مبردهای سرد یا پل-های (قانجاق‌ها) کثیف، نیز منجر به ایجاد مک می‌شود.
- **منگوله:** وقتی که ذوب‌ریزی به صورت مقطع، معمولاً با کاهش سرعت و همراه با توقف، انجام شود، این عیب به وجود می‌آید. ذوب‌ریزی فلز باید با سرعت ثابت انجام شود تا بتواند به طور پیوسته مذاب از گلوگاه عبور کرده و سرباره وارد قالب نشود. کاهش سرعت ذوب‌ریزی سبب ایجاد منگوله می‌شود. در صورتی که ذوب‌ریزی به صورت مقطع، یعنی با توقف کامل (حتی به مدت ۱ ثانیه) و شروع مجدد همراه باشد، باز هم منگوله ایجاد می‌شود. بسیاری از ضایعات ریختگی نتیجه ذوب‌ریزی نادرست و نامناسب می‌باشد.
- **راه‌شکن:** این عیب در نتیجه طراحی نامناسب قطعه ریختگی ایجاد می‌شود. گرده‌های نامناسب در نقاط اتصال و حمل نامناسب و نادرست قطعه در هر قسمت از خط تولید سبب شکستن قطعه می‌شود. قطعات ریختگی مسی (برنج سرخ، برنج زرد و غیره) با خصوصیت شکنندگی در حالت داغ شناخته می‌شوند. به عبارت دیگر این قطعات در حالت داغ به راحتی می‌شکنند. بنابراین در صورتی که قطعه‌ای قبل از این که به اندازه کافی سرد شده باشد، از قالب بیرون آورده شود، ممکن است دچار شکست شود. قالب یا ماهیچه‌ای که در دمای بالا استحکام بیش از حد داشته باشد نیز نمی‌تواند فضای مناسبی را برای حرکت قطعه ریختگی در حال انقباض ایجاد کند. در نتیجه ممکن است قطعه بشکند.
- **سردجوشی:** سردجوشی زمانی ایجاد می‌شود که دو جریان مذاب در قالب به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند، نتوانند درست به هم جوش بخورند. سردجوشی معمولاً در اثر سرد بودن مذابی که به آهستگی ریخته می‌شود یا طراحی نادرست سیستم راه‌گامی و پر نشدن سریع قالب، ایجاد می‌شود.

- **بلندشدن ماهیچه:** بلند شدن ماهیچه سبب تغییر ضخامت دیواره یا کمبود مذاب در محل تماس با لنگه بالایی قالب می‌شود. دلیل این امر حرکت ماهیچه به سمت نیمه بالایی قالب است. در صورت استفاده از ماسه تر، امکان جابه‌جایی ماهیچه در اثر ترک‌خوردگی سطح قاعده نیمه پایینی قالب (هنگام بیرون کشیدن مدل رخ می‌دهد) و حرکت آن به سمت نیمه بالایی وجود دارد. ماهیچه‌های ساخته شده از ماسه خشک هنگامی حرکت می‌کنند که پل‌های بدون تکیه‌گاه ماهیچه‌ای که به اندازه کافی قانجاق‌گذاری نشده است، بیش از حد بزرگ باشند. ماهیچه در اثر نیروی سیلان فلز مذاب به سمت بالا خم می‌شود. سایر علل عبارتند از کافی نبودن تعداد تکیه‌گاه ماهیچه‌ها و طراحی نادرست آن‌ها، کافی نبودن تعداد پل‌های ماهیچه (قانجاق‌ها)، لغزش پل‌ها، حذف پل‌ها توسط قالب‌گیر یا طراحی بد ماهیچه. بلندشدن ماهیچه را به راحتی می‌توان تشخیص داد و برطرف کرد.
- **ماسه‌سایبی:** ماسه‌سایبی در اثر وارد شدن فشار به قالب و خردشدن موضعی آن به وجود می‌آید و نتیجه آن ایجاد فرورفتگی در سطح قطعه ریختگی است. فرورفتگی‌ها در نتیجه معیوب بودن تجهیزات درجه، مانند صفحه زیردرجه، یا خیلی بزرگ بودن ماهیچه‌ها در مقایسه با تکیه‌گاه ماهیچه‌ها ایجاد می‌شوند. جابه‌جایی نادرست قالب نیز می‌تواند منجر به ماسه‌سایبی شود.
- **ماسه‌ریزی:** این عیب هنگامی ایجاد می‌شود که بخشی از ماسه قسمت بالایی، هنگام ذوب‌ریزی یا قبل از آن، به درون حفره قالب فرو بریزد. علل این اتفاق می‌تواند یکی از موارد انداختن وزنه‌ها، بد جا انداختن قلاب‌های دو قسمت بالایی و پایینی قالب، ماسه نامرغوب، جفت کردن نادرست دو قسمت قالب، جاگذاری نادرست روکش‌ها و سایر کارهای نادرست باشد.
- **پلیسه:** در اثر وجود ترک در نیمه بالایی یا پایینی قالب، روی سطح قطعه پلیسه ایجاد می‌شود. علل ایجاد ترک عبارتند از پیچیدگی درجه، به‌کارگیری روکش نامناسب و جاگذاری نادرست آن، تاب داشتن صفحه زیر درجه، صاف کردن و تراشیدن غیریکنواخت ماسه اضافی روی درجه، کافی نبودن ارتفاع لنگه بالایی یا پایینی درجه، تمیز نکردن سطح صفحه زیردرجه یا درست چفت نشدن لنگه پایینی قالب به نحوی که در جای خود نوسان کند.
- **جوش خوردگی:** جوش خوردگی عبارتند از ایجاد سطحی ناصاف و شیشه‌ای از ماسه سوخته روی سطح خارجی قطعه ریختگی یا در محل تماس آن با ماهیچه. علل ایجاد این عیب پایین بودن بیش از حد دمای تف‌جوشی یا نقطه ذوب ماسه یا ماهیچه است. این عیب می‌تواند در اثر بالابودن بیش از حد دمای ذوب‌ریزی نیز رخ دهد. در برخی مواقع می‌توان با رنگ کردن قالب یا استفاده از ماسه دیرگداز این عیب را برطرف نمود.

- **حفره گازی:** حفره‌های گازی به صورت پراکنده، روشن و گرد روی سطح شکست و نیز سطوح ماشین‌کاری شده دیده می‌شوند. این حفره‌ها به علت جذب گاز در فلز (هنگام ذوب) ایجاد می‌شوند. گاز در هنگام انجماد قطعه آزاد می‌شود. علت جذب و باقی‌ماندن گازها، عملیات نامناسب ذوب و نامطلوب بودن عملیات اکسیژن‌زدایی است.
- **ترک حرارتی:** ترک حرارتی در واقع گسیختگی یا جدایش ناشی از محدودیت‌های فیزیکی است که قالب یا ماهیچه برای قطعه در حال انقباض ایجاد می‌کنند. متداول‌ترین علت وقوع این عیب، استحکام بیش از حد ماسه ماهیچه یا قالب است. این ترک‌ها ممکن است داخلی یا خارجی باشند. اگر حرکت قطعه ریختگی در حین انقباض ناشی از انجماد تا دمای اتاق، محدود شود، قطعه دچار گسیختگی خواهد شد.
- **آخال:** آخال‌ها شامل ذرات آشغال، سرپاره و سایر نخاله‌ها می‌باشند. علل وجود آخال‌ها عبارتند از ناکامی در ایجاد گلوگاه مناسب در حین ذوب‌ریزی، قالب‌گیری کثیف، باد نگرفتن نیمه‌های قالب پیش از جفت کردن آن‌ها و جاگذاری نادرست ماهیچه (که سبب شکستن ریشه ماهیچه و فروافتادن آن به قالب می‌شود). نیمه پایینی قالب را باید باد گرفت. ماهیچه-گذاری را انجام داد و سپس مجدداً آن را باد گرفت. آشغال‌هایی که قبل از ذوب‌ریزی از طریق راه‌گاه به درون قالب می‌ریزند، یا هنگام روکش‌گذاری وارد آن می‌شوند، باید از قالب بیرون رانده شوند. معمولاً علت وجود آخال در قطعه، قالب-گیری کثیف آن است.
- **تبرید معکوس:** این عیب که در چدن خاکستری دیده می‌شود، عبارتند از ایجاد چدن سفید در مرکز قطعه، که با چدن خاکستری احاطه شده است. نامناسب بودن کربن معادل قطعه مورد نظر یا وجود بعضی فلزات غیرآهنی (از قبیل سرب، تلور و آنتیموان) در بار کوره، عوامل ایجاد این پدیده‌اند.
- **گرافیت آزاد (در چدن‌ها):** در صورتی که کربن معادل چدن، به نسبت مقطع ریختگی مورد نظر بیش از حد بالا باشد و سرعت سرد شدن نیز خیلی کم باشد، گرافیت آزاد به صورت پولک‌های سیاه و براق در سطح نیمه بالایی قالب تشکیل می‌شود. این پدیده منجر به تشکیل حفره‌های ناصاف و پراکنده در قطعه می‌شود.
- **عرق سرب:** عرق سرب عبارتند از پوششی از ذرات کروی در سطح خارجی قطعات ریختگی برنجی یا برنزی با درصد سرب بالا. زیر این پوشش، حفره‌ها یا تخلخل‌هایی ایجاد می‌شوند. از آنجایی که در برنزهای پرسرب (۷۰ درصد مس، ۵ درصد قلع و ۲۵ درصد سرب) پایین‌ترین نقطه ذوب را سرب دارد و با قلع و مس محلول تشکیل نمی‌دهد، بنابراین سرب به صورت مایع باقی می‌ماند تا دما به کمتر از ۳۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. اگر قطعه ریختگی در دمایی بالاتر از ۳۲۵ درجه سانتی‌گراد تکانه شود، سرب از بین بلورهای مس و قلع، به صورت قطراتی به سمت سطح حرکت می‌کند.

- **نفوذ مذاب:** مخلوط شدن فلز با ماسه در نتیجه نفوذ مذاب به دیواره قالب یا سطح ماهیچه، نفوذ مذاب نامیده می‌شود. این عیب اساساً در اثر سست و غیریکنواخت کوبیده شدن قالب یا ماهیچه، که نتیجه آن تخلخل زیاد یا تراکم اندک است، ایجاد می‌شود. علت دیگر بالابودن بیش از حد دمای ذوب‌ریزی است.
- **نیامد:** وقتی به علت سرد شدن فلز، ذوب‌ریزی آهسته، پایین بودن فشار هیدرواستاتیکی، یا لزجت بالای مذاب (در اثر وارد شدن گاز به مذاب یا اکسید شدن آن) امکان رسیدن مذاب به بخشی از قطعه وجود نداشته باشد، این عیب ایجاد می‌شود.
- **جاماندن ماهیچه:** چنانچه از اسم این پدیده بر می‌آید، در اینجا با قراردادن ماهیچه در قالب و نتایج ناشی از آن روبه‌رو هستیم.
- **مک‌گازی:** وجود این عیب در سطح می‌تواند بیان‌گر حضور حفره‌های گازی زیادی در زیر سطح باشد.
- **کم‌آمد:** پرنشیدن قالب سبب ناقص شدن قطعه می‌شود. هر ریخته‌گری ممکن است دیر یا زود با این عیب روبه‌رو شود. کافی نبودن فلز در پاتیل یا بوته سبب ایجاد این عیب می‌شود. با پرکردن مجدد قالب نمی‌توان این عیب را برطرف نمود.
- **جا باز کردن:** در صورتی که بعد از کوبیدن ماسه و شکل‌گیری آن هم‌چنان عمل کوبیدن ادامه یابد، بخشی از قالب از مدل جدا می‌شود. این عیب جاباز کردن نامیده می‌شود.
- **بیرون زدن:** خارج شدن مذاب از محل اتصال درجه‌ها، بیرون زدن نامیده می‌شود. سررفتن مذاب می‌تواند سبب خروج مذاب از هر قسمت از قطعه، بالاتر از خط جدایش، شود. فشار هیدرواستاتیکی بیش از حد (ناشی از خیلی بلند بودن راه-گاه) یا صاف نکردن سطح بین دو نیمه قالب قطعات بزرگ، از دیگر عوامل این پدیده می‌باشند.
- **کمانش:** کاهش سطح مقطع فلز هنگام شکم دادن ماهیچه یا نیمه بالایی قالب، کمانش نامیده می‌شود. عوامل ایجاد این عیب عبارتند از: کافی نبودن تعداد تیرک‌های لنگه بالایی درجه، کوچک بودن درجه برای قطعه مورد نظر یا کم عمق بودن لنگه بالایی درجه. کمانش ممکن است منجر به نیامد مذاب و ایجاد قطعه ناقص شود.
- **زخمه:** پوسته‌ای ناصاف و نازک فلزی است که به وسیله رگ‌های نازک به قطعه چسبیده‌اند و لایه‌ای از ماسه بین آن‌ها و قطعه ریختگی قرار دارد. معمولاً روی سطوح تخت دیده می‌شوند. این عیب در اثر کوبیدن زیاد ماسه و پایین بودن نفوذپذیری آن و نیز کم بودن استحکام داغ قالب به وجود می‌آید.

- **جابه‌جایی:** این عیوب به دو دسته تقسیم می‌شوند، جابه‌جایی قالب و جابه‌جایی ماهیچه. جابه‌جایی قالب زمانی دیده می‌شود که خطوط جدایش قالب (هنگام بسته‌شدن قالب) روی یکدیگر قرار نگیرند و با هم جفت نشوند. علت آن لق کردن بیش از اندازه مدل آزاد، وارونه کردن لنگه بالایی قالب روی لنگه پایینی، لق بودن پین‌های مدل، معیوب بودن درجه‌ها و عدم انطباق آن‌ها با یکدیگر می‌باشد. جابه‌جایی ماهیچه در اثر در یک امتداد قرار نگرفتن دو نیمه ماهیچه هنگام مونتاژ آن‌ها ایجاد می‌شود.
- **مک انقباضی و کشیدگی سطحی:** این عیوب در اثر کمبود فلز تغذیه ایجاد می‌شوند و در نتیجه آن‌ها کشیدگی و مقعر شدن سطح قطعه ریختگی پدید می‌آید.
- **آخال سرباره:** سرباره موجود در سطح قطعه و دیواره راه‌گاه اصلی، سرباره آخال‌دار نامیده می‌شود. علل ایجاد آن کف-گیری نامناسب در پاتیل، عدم استفاده از گلوگاه در راه‌گاه اصلی و بزرگی بیش از اندازه راه‌گاه می‌باشد.
- **تخلخل گازی:** این عیب به صورت حفره‌های گرد در سطح نیمه بالایی قطعه دیده می‌شود. علت آن استفاده از پاتیل مرطوب است.
- **ماسه انداختن:** این عیب عبارتند از ایجاد برآمدگی در سطح قطعه ریختگی در اثر چسبیدن بخشی از سطح قالب به مدل و کنده شدن آن وقتی مدل بیرون کشیده می‌شود. تمیزکاری ناقص، لاک یا پرداخت سطحی نامناسب مدل یا زبری سطح آن، استفاده از لاک چسب‌ناک و مایع جداکننده چسب‌ناک و قرار گرفتن ماهیچه سرد در ماسه گرم با شیب کم مدل از دلایل این عیب می‌باشد.
- **بادکردن:** فشار اعمالی از طرف فلز در حال حرکت یا جابه‌جایی ماسه سبب تغییر شکل قطعه ریختگی می‌شود. علل این عیب وجود نقاط نرم در قالب و یا نرم بودن بیش از حد قالب می‌باشد.
- **ماسه‌شویی و سایش:** در صورتی که ماسه قالب دچار سایش و شسته شود و مقداری از آن به سمت سطح نیمه بالایی قطعه حرکت کند این عیب دیده می‌شود. منشاء این عیب ممکن است سیستم راه‌گاهی یا حفره قالب باشد. پایین بودن بیش از حد استحکام داغ، خشک بودن بیش از حد ماسه، طراحی بد سیستم راه‌گاهی، ریزش ماسه به درون قالب، ماسه-شویی در محل ضربه‌خوردن از دلایل این عیب می‌باشند.
- **شیار روی:** این عیب در سطح نیمه بالایی قطعات ریختگی حاوی درصد‌های بالای روی دیده می‌شود. علل اصلی آن تبخیر روی هنگام ذوب‌ریزی است. اکسید روی شناور شده و به سمت نیمه بالایی حرکت می‌کند. کم بودن سرعت ذوب-

ریزی، کافی نبودن تعداد راه‌گاه‌های فرعی و بالابودن دمای بیش از حد مذاب در پاتیل یا کوره، از علل اصلی این پدیده می‌باشند. برای جلوگیری از این پدیده باید قالب را به سرعت پر کرد.

۳. انواع ریخته‌گری

از دیدگاه نوع قالب، روش‌های ریخته‌گری به دو دسته تقسیم می‌شوند: ریخته‌گری در قالب‌های یک‌بار مصرف و قالب‌های دائمی. اما ریخته‌گری با توجه به تکنولوژی و مجموعه تجهیزاتی که در قالب‌گیری دخیل هستند نیز تقسیم‌بندی می‌شود. به عنوان مثال انواع ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای، ریخته‌گری به روش ویژه (قالب‌های فلزی)، ریخته‌گری در قالب فلزی و با فشار کم، ریخته‌گری در قالب فلزی و با فشار بالا، دیزاماتیک، ریخته‌گری دقیق، ریخته‌گری در قالب‌های کوبشی و غیره جزء این موارد می‌باشند. هر یک از موارد فوق دارای کاربردی است که با توجه به میزان تولید قطعه، کیفیت مورد نظر آن، ابعاد و جنس قالب، از هر یک از این روش‌ها استفاده می‌شود.

به عنوان مثال در روش با قالب‌های یک‌بار مصرف از قالب‌های موقت استفاده می‌شود. این قالب‌ها پس از یک بار ریخته‌گری از بین می‌روند تا قطعه را بتوان از قالب جدا کرد. پرکاربردترین نوع این قالب‌ها، قالب‌های ماسه‌ای است. در مقابل در ریخته‌گری در قالب‌های دائمی، ریخته‌گری در قالب‌های فلزی انجام می‌گیرد. منظور از ریخته‌گری غیر انبساطی ریخته‌گری در قالبی است که قابلیت انبساط ندارد از این‌رو قالب‌های غیرانبساطی را قالب‌های دائمی نیز می‌نامند. از ویژگی‌های این قالب‌ها می‌توان به بازگرداندن فشار مذاب به خود آن اشاره کرد، که این امر باعث کاهش درصد انقباض و عیوب ناشی از آن می‌شود. همچنین در قالب‌های فلزی به دلیل بالا بودن سرعت انتقال حرارت نسبت به قالب‌های ماسه‌ای ساختارهای ریخته‌گری ریزتر و خواص مکانیکی اغلب بالاتر است. در جدول زیر خلاصه‌ای از انواع روش‌های ریخته‌گری، به همراه مزایا و معایب آن‌ها را مشاهده می‌نمایید:

جدول ۱- انواع روش‌های ریخته‌گری به همراه مزایا و معایب آن‌ها

فرآیند	مزایا	معایب
ریخته‌گری ماسه‌ای	هزینه پایین، گستره وسیعی از فلزات، اندازه‌ها و شکل‌ها	تلرانس زیاد، کیفیت سطح نامطلوب
ریخته‌گری با قالب پوستانه‌ای	دقت بالا، نرخ تولید بیشتر و کیفیت سطح بهتر	محدودیت در اندازه قطعات
ریخته‌گری با قالب یک‌بار مصرف	گستره وسیعی از فلزات، اندازه‌ها و شکل‌ها	استحکام پایینی الگوها
ریخته‌گری با قالب گچی	اشکال پیچیده، کیفیت سطح عالی	فقط برای فلزات غیرآهنی، نرخ تولید پایین
ریخته‌گری با قالب سرامیکی	اشکال پیچیده، دقت بالا و کیفیت سطح خوب	فقط اندازه‌های کوچک
ریخته‌گری دقیق	اشکال پیچیده و کیفیت سطح عالی	قطعات کوچک و گران قیمت
ریخته‌گری با قالب دائمی	کیفیت سطح خوب، نرخ تولید بیشتر و تخلخل کم	اشکال ساده، گرانی قالب
ریخته‌گری تحت فشار	دقت ابعادی عالی، نرخ تولید بالا	گرانی قالب، قطعات کوچک، فلزات غیرآهنی
ریخته‌گری به صورت دورانی	احجام سیلندری شکل بزرگ، کیفیت خوب	محدودیت در شکل، هزینه بالا

۴. مروری بر روش‌های ریخته‌گری

۴.۱. ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای

ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای^۱ یک فرآیند ریخته‌گری ساده است که در آن فلز مذاب درون حفره یک قالب ماسه‌ای یک‌بار مصرف ریخته شده و شکل مورد نظر را به خود می‌گیرد. قالب از ماسه کوبیده شده ساخته می‌شود و پس از ریزش مواد مذاب به داخل آن باید صبر کرد تا فلز به صورت جامد درآید و سپس قالب را تخریب نمود. قطعه کار حاصل، سطوحی خشن دارد که برخی سطوح آن زاویه‌دار می‌باشد. ماسه قالب‌گیری از مخلوط کردن ماسه و مقدار کمی چسب مخصوص ساخته می‌شود تا به هنگام کوبیدن در قالب، شکل خود را حفظ کند. در ریخته‌گری ماسه‌ای از ماسه طبیعی یا ماسه ترکیبی (ماسه دریاچه) استفاده می‌شود، که دارای یک ماده نسوز به نام سیلیکا می‌باشد. دانه‌های شن باید بقدر کافی کوچک باشند تا بتوان آن‌ها را به میزان کافی متراکم کرده و در عین حال باید آنقدر درشت باشند تا گازهای تشکیل شده در هنگام ریخته‌گری از بین منافذ آن‌ها خارج شوند. در قالب‌های بزرگ‌تر از ماسه سبز استفاده می‌کنند (ترکیبی از ماسه، خاک رس و مقداری آب). ماسه را می‌توان مجدداً مورد استفاده قرار داد. همچنین زائده‌ها و فلزات اضافی تمیزکاری شده و مجدداً استفاده می‌گردند. عموماً مذاب در فضای بین دو قسمت قالب که حفره

¹ Green sand casting

قالب نام دارد، جاری می‌گردد. شکل و هندسه طرح توسط یک قطعه چوبی که الگو نام دارد، ایجاد می‌شود. شکل طرح، تقریباً شبیه به قطعه مورد نظر جهت ریخته‌گری می‌باشد.

❖ ویژگی‌های فرآیند

- از نیروی جاذبه برای ورود مواد مذاب به داخل قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود.
- برای قالب‌گیری از مخلوط ماسه و مقدار کمی ماده چسبناک استفاده می‌شود.
- برای قالب‌گیری باید از یک مدل^۲ برای ایجاد حفره فرم‌دار استفاده نمود.
- روی سطح قطعه کار خط جدایش دیده می‌شود.
- سطوح مدل باید اندکی زاویه‌دار باشد که بتوان آن را به راحتی از ماسه کوبیده شده جدا کرد. گوشه‌های مدل نیز باید کمی گرد باشد.
- سطح قطعه کار خشن خواهد بود.
- پس از کامل شدن فرآیند، راه‌گاه^۳، تغذیه^۴، راه‌بار^۵ را باید از قطعه کار جدا کرد.

❖ شماتیک فرآیند

همان‌طور که در شکل قالب ملاحظه می‌شود روی سطح فوقانی قالب و در مجاورت کانال ریزش^۶، باید یک حوضچه کوچک به وجود آید تا مواد مذاب به داخل آن ریخته شود. مذاب پس از پرکردن حوضچه وارد کانال ریزش شده و با عبور از راه‌بار و راه‌گاه، وارد حفره قالب می‌شود. راه‌گاه یا دهانه ورود مذاب به حفره قالب، قطر مشخصی دارد تا بتواند سرعت مواد به درون حفره را کنترل نماید. پس از پر شدن حفره قالب از مواد مذاب، مواد وارد کانال تغذیه شده و آن را نیز پر می‌کند. این کانال برای جبران کمبود مواد به هنگام سرد شدن مذاب و انقباض آن در نظر گرفته می‌شود.

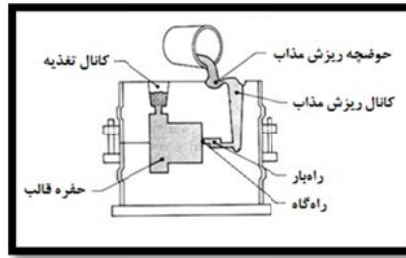
² Pattern

³ Gate

⁴ Riser

⁵ Runner

⁶ Spur



شکل ۱- نمایی از روش ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای

با توجه به این که فلز مذاب به هنگام سرد شدن منقبض می‌شود، لازم است حفره قالب (یا به عبارت دیگر ابعاد مدل) کمی بزرگ‌تر از اندازه نهایی قطعه کار باشد. ساخت مدل با سطوح شیب‌دار و گوشه‌های گرد برای خارج کردن راحت آن از ماسه لازم است. تقریباً هر فلز قابل ذوب را می‌توان به روش ریخته‌گری شکل داد.

❖ تجهیزات مورد نیاز

برای ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای، یک کوره ذوب فلز، یک بوته^۷، پوسته قالب ماسه‌ای^۸، مدل (معمولاً از جنس چوب) و ماسه مورد نیاز است. درجه به دو نیم درجه بالا و پایین تقسیم می‌شود و این دو نیم درجه از هم قابل جدا کردن هستند. پس از قالب‌گیری مدل چوبی درون ماسه و کوبیدن ماسه، می‌توان مدل را با احتیاط از قالب جدا کرده و سپس دو نیم درجه قالب‌گیری شده را به هم متصل نمود. البته کانال‌های ریزش مذاب، راه‌گاه و تغذیه نیز باید در محل مناسب درون ماسه ایجاد شود. در این حالت می‌توان فلز مذاب را درون قالب ریخت. بدین ترتیب فلز مذاب، حفره به جامانده از مدل چوبی را پر می‌کند.

❖ اجزای قالب

مدل‌های مورد استفاده در ریخته‌گری معمولاً چوبی و گاهی فلزی می‌باشند. جنس مدل به تعداد تولیدات (دفعات استفاده از مدل) و پیچیدگی قطعه کار بستگی دارد. یک مدل ساده دوتکه‌ای، برای تولید قطعات به تعداد متوسط مناسب می‌باشد.

⁷ Crucible

⁸ Flask

❖ فرم قطعه کار

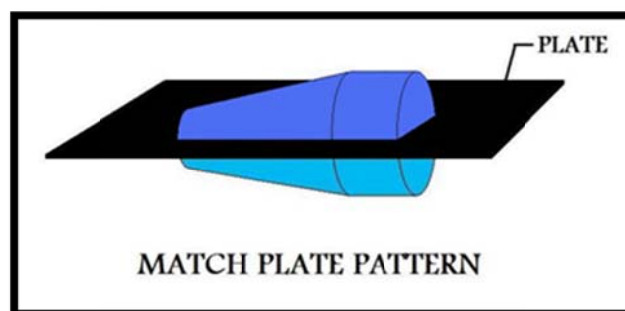
یکی از مزایای فرآیند ریخته‌گری این است که می‌توان قطعاتی را با فرم هندسی و اندازه‌های متنوع با هزینه پایین تولید نمود. ضخامت دیواره قطعات ریخته‌گری شده در ماسه، معمولاً بیشتر از ۰.۲۵ اینچ و وزن این قطعات معمولاً ۱ تا ۵۰ پوند می‌باشد. البته تحت شرایط خاص، می‌توان ضخامت دیواره قطعات را تا ۰.۰۳ اینچ نیز کاهش داد. قطعات بسیار سنگین با وزن چند درصد پوند را نیز می‌توان در ماسه ریخته‌گری نمود.

❖ تolerانس‌های ابعادی و پرداخت سطحی

tolerانس ابعادی قطعات ریخته‌گری شده معمولاً در حد ۱/۸ اینچ می‌باشند. ولی در کارهای دقیق می‌توان دامنه تolerانسی را تا حد ۱/۱۶ اینچ کاهش داد. محدوده کیفیت پرداخت سطح نیز معمولاً ۶۰۰-۳۰۰ میکرواینچ است ولی این محدوده ممکن است تا ۱۰۰۰-۲۰۰ میکرواینچ نیز گسترش یابد.

❖ فرم مدل

سه نوع مدل رایج در فرآیند ریخته‌گری در ماسه عبارتند از: مدل‌های صفحه‌ای^۹، مدل‌های دوتکه^{۱۰} و مدل‌های آزاد با صفحه پشت‌بند^{۱۱}.

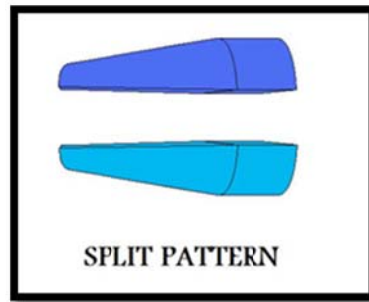


شکل ۲- مدل صفحه‌ای

^۹ Matchplate pattern

^{۱۰} Split pattern

^{۱۱} Loose pattern



شکل ۳- مدل دوتکه

از مدل صفحه‌ای زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم تعداد زیادی قطعات کوچک را ریخته‌گری کنیم. مدل‌های دوتکه برای قطعات ریخته‌گری بزرگ به کار می‌روند. از مدل‌های آزاد با صفحه پشت‌بند نیز برای ریخته‌گری قطعات با فرم پیچیده که خط جدایش نامنظم دارند استفاده می‌شود. در طراحی مدل و فرآیند ریخته‌گری باید سعی شود ضخامت در قسمت‌های مختلف قطعه کار یکنواخت باشد و این ضخامت بیش از حد نیاز نباشد. ایجاد گوشه‌های گرد باعث تسهیل جریان مذاب درون قالب و جلوگیری از ایجاد تنش‌های ناخواسته در قطعه کار (به هنگام ساخت یا به هنگام مصرف قطعه کار) می‌شود. برای کاهش وزن و تقلیل هزینه‌های براده‌برداری می‌توان برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های موضعی را در قطعه کار در نظر گرفت. در ریخته‌گری قطعات شبکه‌ای نیز باید ترجیحاً شبکه‌ها مقابل هم نباشند، بلکه به صورت یک در میان قرار بگیرند تا در اثر انقباض قطعه کار پس از ریخته‌گری، پیچیدگی فرم و ترک در آن به وجود نیاید.

❖ اثرات ریخته‌گری بر خواص مواد

اثرات ریخته‌گری بر خواص مکانیکی مواد عبارتند از: سخت‌شدن سطوح قطعه کار و ایجاد حفره‌های داخلی (مک) به دلیل حبس شدن گازهای حاصل از تبخیر رطوبت موجود در ماسه در داخل ماده مذاب. عملیات ریخته‌گری در ماسه، اثرات اندکی بر خواص شیمیایی و فیزیکی ماده دارد.

❖ جنس قطعه کار

در جدول زیر قابلیت ریخته‌گری چند فلز در قالب‌های ماسه‌ای ارائه شده است. قابلیت ریخته‌گری آلومینیوم خوب تا عالی است. برنج و فولاد، قابلیت ریخته‌گری متوسط تا خوبی دارند. قابلیت ریخته‌گری چدن، اندکی بهتر از آلومینیوم است. با افزودن سیلیسیم به چدن، سیالیت مذاب بهتر شده، به طوری که به راحتی خواهد توانست حفره‌های قالب را پر کند.

جدول ۲- محدوده قابلیت ریخته‌گری و جنس مواد

جنس قطعه کار	قابلیت ریخته‌گری در ماسه			
	ضعیف	متوسط	خوب	عالی
آلومینیوم			*****	*****
برنج		*****	*****	
چدن			*****	*****
فولاد		*****	*****	
				***: محدوده معمول
				***: محدوده ممکن

❖ جنس مدل

مدل‌های مورد مصرف در فرآیند ریخته‌گری در ماسه را می‌توان از چوب، فلز یا پلاستیک آماده نمود. چوب‌هایی که برای مدل-سازی به کار می‌روند عبارتند از صنوبر و ماهون. این چوب‌ها ارزان بوده و شکل دادن به آن‌ها آسان است. مدل‌های فلزی معمولاً از آلومینیوم، چدن و فولاد ساخته می‌شوند و برای تعداد تولید بالا و کارهای دقیق مناسب می‌باشند. مدل‌های فلزی، مقاومت بیشتری در برابر سایش و ثبات بیشتری در شرایط رطوبتی مختلف دارند. مدل‌های پلاستیکی را می‌توان با شکل‌های پیچیده و با تolerانس‌های دقیق آماده کرد. مدل‌های پلاستیکی برای تعداد تولید متوسط مناسب می‌باشند.

جدول ۳- ویژگی‌های جنس مدل

ویژگی‌ها و کاربردها	جنس مدل
- ساخت مدل‌های مرجع و مدل‌های ریخته‌گری برای تعداد تولید کم - دارای دقت پایین	چوب
- مناسب برای تعداد تولید بالا - دارای دقت ابعادی بالا	فلز
- مناسب برای مدل‌های با فرم‌های پیچیده - برای تعداد تولید متوسط - دارای دقت ابعادی بالا	پلاستیک

❖ عوامل موثر در نتیجه فرآیند

دقت ابعادی و کیفیت پرداخت سطحی قطعات ریخته‌گری شده به عوامل زیر بستگی دارد:

- دقت ابعادی مدل و ماهیچه‌ها
- مقدار انقباض قطعه کار به هنگام سرد شدن مذاب
- ثبات ابعادی مدل
- صافی سطوح مدل
- مقدار سایش مدل
- میزان فشردگی ماسه
- ثبات ابعادی فلز ریخته شده
- سیستم راه‌گاهی و کانال‌های تغذیه قالب

❖ مشخصات کلی مدل

کلیه سطوح عمودی مدل باید کمی زاویه داشته باشند که به هنگام خارج کردن آن از ماسه، فرم ماسه فشرده شده تخریب نشود. مقدار این زاویه به ابعاد قطعه کار، روش ریخته‌گری، نوع مدل و تجهیزات ماهیچه‌گذاری بستگی دارد. در نمودار زیر مقدار اختلاف ابعادی قطعه کار بر اساس مقدار زاویه دیواره (۱ تا ۵ درجه) و ارتفاع دیواره ارایه شده است. اگر سطوح عمودی مدل خیلی صاف باشد، احتیاج به زاویه کمتری خواهد داشت.

❖ بازدهی وزنی در ریخته‌گری

در جدول زیر، درصد بازدهی وزنی^{۱۲} برای ریخته‌گری قطعات متوسط (با وزن ۵۰ تا ۱۰۰ پوند) ارایه شده است. درصد بازدهی وزنی، نشان‌دهنده نسبت وزن خالص قطعه ریخته‌گری شده به وزن کلی آن پس از خروج از قالب ماسه‌ای (یعنی قطعه کار به اضافه زایدات مربوط به کانال‌های راه‌گاهی و تغذیه که به آن چسبیده‌اند) می‌باشد. این درصدها بر اساس سیستم‌های استاندارد برای طراحی کانال‌های تغذیه و راه‌گاه‌های قالب برآورده شده‌اند. مثلاً اگر وزن مجموعه قطعات ریخته‌گری شده به همراه زایدات آن ۱۲۵ پوند و وزن قطعه خالص ۱۰۰ پوند باشد، درصد بازدهی وزنی فرآیند، ۸۰ درصد می‌باشد.

¹² Yield percentage

جدول ۴- درصد بازدهی وزنی بر اساس جنس قطعه کار

جنس قطعه کار	انقباض (اینچ بر فوت)	درصد بازدهی وزنی
آلومینیوم	۱/۸ - ۳/۱۶	۷۵ - ۸۵
برنج	۵/۳۲ - ۳/۱۶	۶۰ - ۷۰
چدن	۱/۱۰ - ۱/۸	۸۰ - ۸۵
فولاد	۳/۱۶ - ۱/۴	۵۰ - ۶۰

درصد بازدهی وزنی به بیان ساده عبارتند از نسبت وزن قطعه کار خالص بر وزن ماده مذاب ریخته‌گری شده در قالب.

❖ مواد کمکی آزادکننده مدل از قالب

برای آزاد شدن راحت‌تر مدل از قالب ماسه‌ای، از موادی نظیر روغن‌های معدنی، گریس، مولیبدن دی‌سولفید، روغن تخم‌تر، مخلوط روغن- گرافیت و پارافین استفاده می‌شود. گاهی اوقات موادی نظیر گرافیت کلوییدی، آزبست، ورمیکولایت^{۱۳}، آلومینیوم اکسید و مخلوط سیلوسل^{۱۴} که نوعی ماده دیرگداز می‌باشند را با آب مخلوط کرده و روی سطح حفره داخلی قالب ماسه‌ای می‌پاشند تا سرعت سرد شدن مذاب در قالب را بتوان کنترل نمود. این مواد با آب مخلوط شده و به صورت یک پوشش نازک روی سطح پاشیده می‌شوند.

جدول ۵- انواع پوشش حفره قالب و مواد کمکی آزادکننده مدل

پوشش حفره قالب	مواد کمکی آزادکننده مدل
گرافیت کلوییدی	روغن‌های معدنی
آزبست	گریس
ورمیکولایت	مولیبدن دی‌سولفید
آلومینیوم اکسید	مخلوط روغن- گرافیت
مخلوط خاک و سیلوسل	پارافین

❖ انرژی مورد نیاز فرآیند

در جدول زیر، چگالی، دمای ذوب و گرمای ویژه برای مواد مختلف فلزی مورد استفاده در عملیات ریخته‌گری در ماسه، ارائه شده است. برای محاسبه انرژی کل، باید گرمای ویژه، چگالی ماده و دمای ذوب را در هم ضرب نمود.

¹³ Vermiculite

¹⁴ Silocel

جدول ۶- گرمای ویژه، چگالی ماده و دمای ذوب انواع مواد ریخته‌گری

نوع ماده	چگالی (پوند بر اینچ مکعب)	دمای ذوب (فارنهایت)	گرمای ویژه (بی تی یو ^{۱۵} بر پوند فارنهایت)
آلومینیوم	۰.۰۶۷	۱۲۲۰	۰.۲۱۴
برنج	۰.۳۰۶	۱۹۸۰	۰.۴۵۰
چدن	۰.۲۸۰	۱۹۹۰-۲۳۰۰	۰.۱۳۰
فولاد	۰.۲۸۳	۲۵۰۰	۰.۱۱۷

❖ عوامل هزینه

در برآورد هزینه عملیات ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای باید عوامل زیر را در نظر گرفت:

- زمان تنظیم
- زمان قالب‌گیری و خارج کردن قطعه کار از قالب
- زمان ریخته‌گری
- هزینه تامین مواد اولیه
- هزینه مستقیم نیروی انسانی
- هزینه‌های بالاسری
- هزینه استهلاک ماشین و تجهیزات

❖ محاسبه زمان

زمان ریخته‌گری به فضای حفره قالب و کانال‌های فرعی آن و سرعت پرشدن قالب از مواد مذاب بستگی دارد. زمان کل فرآیند عبارتند از: زمان ریختن مذاب، زمان خنک شدن و زمان خارج کردن قطعه کار از قالب و تمیزکردن آن. زمان کل، مجموع زمان-های ذکرشده در بالا می‌باشد.

¹⁵ Btu

❖ ملاحظات اساسی در این روش

- به وسیله طرح، تنها سطح خارجی قطعه ساخته می‌شود. سطوح داخلی توسط ماهیچه‌ها ایجاد می‌شوند.
- باید مقدار فضای لازم را برای انقباض قطعه ریخته‌گری شده بعد از انجماد پیش‌بینی کرد.
- وقتی دو قسمت تشکیل‌دهنده قالب را از هم جدا کنیم و طرح ایجاد شده توسط قسمت پایینی و بالایی را به دو نیم تقسیم کنیم، به یک برشی عرضی از قطعه می‌رسیم. به سطح این برش عرضی خط جداکننده می‌گویند.
- برای جلوگیری از صدمه سطح قالب هنگام خارج کردن الگو، قطعات چوبی مربوط به لوله‌های هوا و راه‌گاه‌ها باید سطوح عمودی قطعه را کمی مایل طراحی کنیم.
- ماهیچه‌ها توسط اجزایی به نام برجستگی ماهیچه در جای خود نگه داشته می‌شوند.
- بعد از آماده شدن قطعه ریخته‌گری شده باید آن را با فشار هوا تمیز کرد.
- سطوح مهم باید ماشین‌کاری شوند تا سطحی پرداخت شده و دقیق حاصل گردد.

۴.۲ ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای ماهیچه‌دار

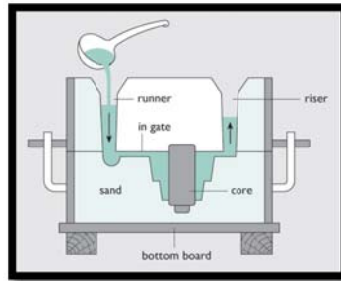
ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای ماهیچه‌دار^{۱۶}، یک فرآیند ریخته‌گری است که قالب آن از چند طبقه تشکیل شده و این طبقات با چسب یا تسمه‌های فولادی به هم متصل می‌شوند. ماهیچه‌ها از ماسه مخصوص ریخته‌گری و کامپوزیت‌ها ساخته می‌شوند و از نظر اندازه و فرم بسیار متنوع می‌باشند. با ماهیچه‌گذاری قالب‌های ریخته‌گری می‌توان قطعات پیچیده با حفره‌های گوناگون را ریخته‌گری نمود.

❖ ویژگی‌های فرآیند

- با استفاده از ماهیچه‌ها در این فرآیند می‌توان قطعاتی با فرم‌های پیچیده را تولید نمود.
- ماهیچه‌ها قطعاتی فرم‌دار از ماسه و مواد دیگر می‌باشند که در اثر حرارت یا روش‌های دیگر، اندکی سخت و صلب می‌شوند.
- سرعت تولید در این فرآیند پایین می‌باشد.
- ماهیچه‌ها را به وسیله چسب یا تسمه‌های فولادی به هم مونتاژ کرده و در قالب ماسه‌ای جاسازی می‌کنند.
- قطعات ساخته شده به این روش ممکن است چند خط جدایش داشته باشند.

¹⁶ Cored sand casting

در شکل زیر نمونه‌ای از یک قالب مونتاژ شده در حال ریختن مذاب به داخل آن را مشاهده می‌نمایید:



شکل ۴- طرح‌واره‌ای از فرآیند ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای ماهیچه‌دار

با ساخت ماهیچه‌های ساده و مونتاژ دقیق آن‌ها در قالب ماسه‌ای، با استفاده از یک فرآیند ریخته‌گری معمولی، می‌توان قطعات پیچیده‌ای را تولید نمود.

۴.۳. دای کست با محفظه گرم

فرآیند دای کست^{۱۷} یکی از فرآیندهای شکل‌دهی فلزات است که در آن، فلز مذاب با فشار وارد یک قالب دائمی شده و شکل قالب را به خود می‌گیرد. فلز مذاب در این عملیات از طریق یک محفظه گرم وارد قالب شده و آن‌قدر در قالب تحت فشار باقی می‌ماند تا انجماد قطعه کار کامل گردد.

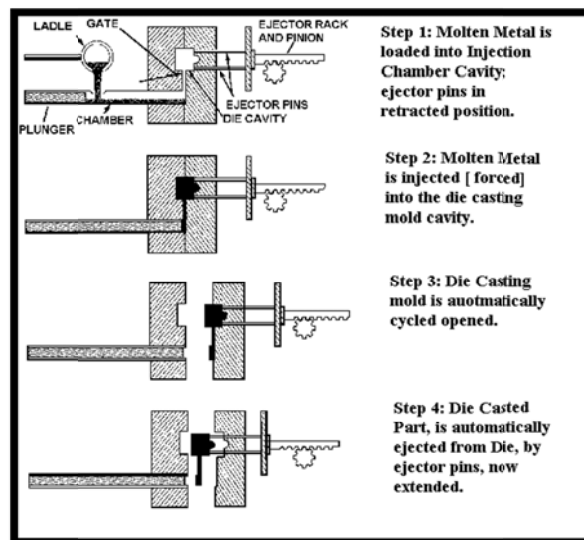
❖ ویژگی‌های فرآیند

- در این فرآیند از یک قالب فلزی دائمی استفاده می‌شود و فلز مذاب با فشار وارد قالب می‌گردد.
- دقت ابعادی و جزئیات سطوح قطعه کار حاصل از این فرآیند، خوب است.
- با توجه به دقت این فرآیند، قطعه کار احتیاج به عملیات براده‌برداری کمی خواهد داشت.
- ممکن است در بعضی نقاط قطعه کار و لبه‌های آن زائیده‌هایی ایجاد شود.
- محل میله‌های بیرون‌انداز روی قطعه کار باقی می‌ماند.
- برای شکل دادن فلزات با دمای ذوب پایین استفاده می‌شود.
- تعداد تولید قطعه کار در این فرآیند بالا است.

¹⁷ Die Casting

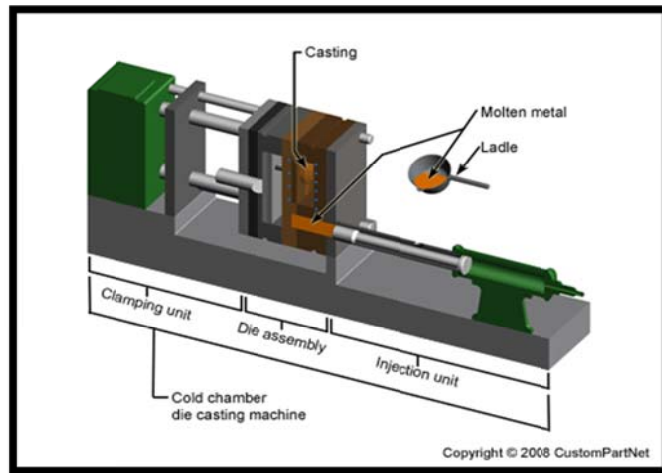
فلز مذاب با فشار یک پلانجر به طرف پایین و از طریق یک گذرگاه خمیده^{۱۸} وارد حفره قالب می‌شود. پس از گذشت مدت زمان خاصی که انجماد قطعه کار به حد مطلوب برسد، پلانجر به طرف بالا برمی‌گردد، قطعه کار از قالب خارج شده و ماشین برای اجرای سیکل بعدی آماده می‌شود. قطعاتی با فرم‌های پیچیده و با دقت ابعادی بالا را می‌توان با این فرآیند تولید کرد. وزن قطعات ممکن است از یک اونس (۲۸ گرم) تا حدود ۵۰ پوند (۲۲.۶ کیلوگرم) تغییر کند.

یک ماشین دای‌کست با محفظه گرم از یک سیلندر فشار، یک سیلندر نگه‌دارنده قالب، پلانجر و قالب تشکیل می‌شود. سرعت تولید این ماشین‌ها ۵۰۰-۵۰ سیکل در ساعت است، ولی ماشین‌های دای‌کست مدرن قادرند با سرعت ۵۰۰۰-۲۰۰۰ قطعه در ساعت تولید کنند. در ادامه نمونه‌ای از یک ماشین دای‌کست را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۵- طرح‌واره‌ای از فرآیند دای‌کست

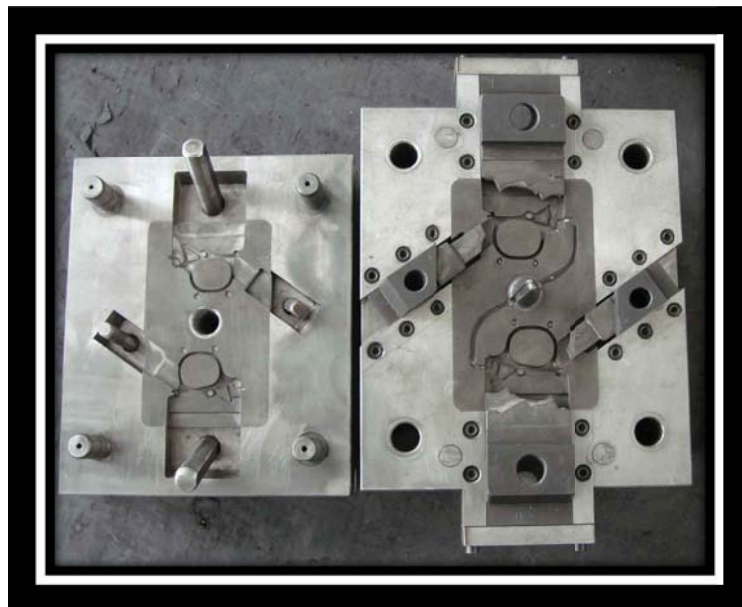
¹⁸ Gooseneck



شکل ۶- نمونه‌ای از یک ماشین دای کست

❖ اجزای قالب دای کست

قالب‌های دای کست، از یک نیمه جلویی ثابت، که مسیر ورودی فلز مذاب در آن تعبیه شده و یک نیمه عقبی متحرک، که میله‌های بیرون‌انداز، بیسکویت، ماهیچه‌ها و لوله‌های آب در آن نصب شده‌اند، تشکیل می‌شود. قالب‌های دای کست در دو نوع یک حفره‌ای و چند حفره‌ای ساخته می‌شوند و نوع قالب به فرم قطعه کار و نیازهای تولید بستگی دارد.



شکل ۷- انواع قالب‌های روش دای کست

قالب‌های دای کست را می‌توان تقریباً به هر فرمی ساخت. برای ایجاد حفره در قطعه کار، باید یک ماهیچه به فرم معکوس آن در قالب در نظر گرفته شود. حفره اصلی قالب نیز، فرم خارجی قطعه کار را می‌سازد. پلانجر، با حرکت رو به پایین، فلز مذاب را به داخل قالب می‌فرستد و بین‌های بیرون‌انداز، قطعه کار کامل شده را از قالب جدا می‌کنند.

❖ قابلیت‌های دای کست

قطعاتی که با این روش تولید می‌شوند، باید قاعدتاً سطح مقطع یکنواختی داشته باشند. یک مزیت فرآیند دای کست، توانایی آن در تولید قطعات با فرم پیچیده است. ضخامت قطعات تولیدی با این روش از ۰.۰۵ اینچ تا ۱.۵ اینچ تغییر می‌کند. وزن قطعات نیز ممکن است از ۰.۰۷ پوند (۳۲ گرم) تا صدها پوند متغیر باشد.

❖ تolerانس‌های ابعادی و پرداخت سطحی

تولرانس‌های ابعادی حاصل از فرآیند دای کست، با روش مورد استفاده و نوع ماده قطعه کار تغییر می‌کند. در عملیات دای کست (با محفظه سرد یا گرم)، می‌توان به تولرانس‌های ابعادی ۰.۰۰۰۵ - ۰.۰۱۵ اینچ دست یافت. کیفیت پرداخت سطحی قطعه کار نیز معمولاً ۱۲۵ - ۱۶ میکرواینچ خواهد بود.

❖ ملاحظات طراحی

در طراحی قطعه کار باید از گوشه‌های تیز پرهیز کرد. باید حتی‌المقدور سعی نمود ضخامت دیواره قطعه کار در قسمت‌های مختلف یکسان باشد. در قطعاتی که فرم شبکه‌ای دارند، شبکه‌ها و دیواره‌های آن‌ها باید به صورت یکی در میان طراحی شود تا اعوجاج قطعه کار به هنگام انجماد، کاهش یابد و از شکسته شدن احتمالی آن نیز جلوگیری گردد.

❖ جنس قطعات قالب

قلب‌های دای کست معمولاً از فولادهای ابزار گرم کار^{۱۹} مخصوصی ساخته می‌شوند که بتوانند نیازهای خاص این فرآیند را برآورده کنند. برای ایجاد چقرمگی در قالب‌های دای کست، در ساخت فولاد آن از عناصر آلیاژی کرم، مولیبدن و نیکل استفاده می‌شود. برای جلوگیری از نرم شدن فولاد در حرارت زیاد، وانادیم و تنگستن نیز به آلیاژ اضافه می‌گردد. میزان کربن این فولادها پایین است تا از ترک خوردن قالب در تماس با فلز مذاب جلوگیری شود.

¹⁹ Hot- work tool steels

❖ اثرات دای کست بر خواص ماده

قطعه کار تولید شده به روش دای کست ممکن است کمی متخلخل باشد. این فرآیند همچنین ممکن است باعث افزایش تنش در قطعه کار شود. فرآیند دای کست، اثرات قابل توجهی بر خواص فیزیکی و شیمیایی قطعه کار نخواهد داشت.

❖ جنس قطعه کار

معمولا از آلیاژهای غیرآهنی در فرآیند دای کست استفاده می‌شود، که دمای ذوب پایین داشته باشند. در جدول زیر، چهارنوع از این فلزات و قابلیت دای کست آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۷- قابلیت دای کست

جنس قطعه کار	قابلیت دای کست			
	ضعیف	متوسط	خوب	عالی
آلومینیوم			*****	*****
مس	*****		*****	
منیزیم			*****	*****
روی				*****
			محدوده معمول	محدوده ممکن

❖ عوامل موثر در نتیجه فرآیند

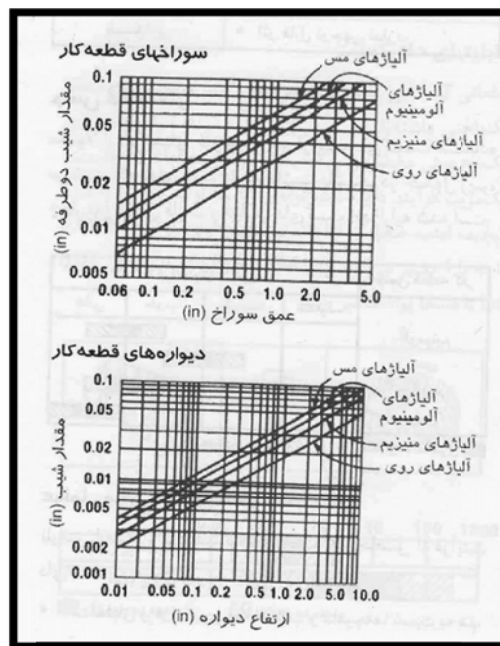
تولرانس ابعادی و پرداخت سطوح قطعه کار حاصل از فرآیند دای کست به عوامل زیر بستگی دارد:

- دقت انطباق و قرارگیری قطعات قالب و ماهیچه‌ها نسبت به هم
- زاویه دیواره‌های قالب برای جداسدن آسان قطعه کار
- انقباض حاصل از انجماد مذاب
- انبساط حرارتی
- دقت قطعات قالب
- ثبات ابعادی آلیاژ قالب

- پرداخت سطوح حفره داخلی قالب

❖ فرم قالب

حفره قالب باید به گونه‌ای طراحی شود که قطعه دای کست شده، با توجه به میزان انقباض مذاب به هنگام انجماد، فرم و ابعاد مطلوب را داشته باشد. دیواره‌های داخلی حفره قالب در بعضی قسمت‌ها باید زاویه‌دار ساخته شود تا جداسدن قطعه کار از قالب به آسانی امکان پذیر باشد. برای تعیین این زاویه می‌توان از نمودار زیر استفاده کرد.



شکل ۸- نمودار تعیین زاویه قالب

❖ شرایط کلی فرآیند

برای انجام یک عملیات دای کست موفق باید به عواملی نظیر جنس قطعه کار، درجه حرارت مذاب و فشار مورد نیاز توجه داشت. هریک از این عوامل، با در نظر گرفتن ظرفیت ماشین، تعیین کننده نرخ تولید خواهد بود.

جدول ۸- شرایط کلی فرآیند دای کست

جنس قطعه کار	درجه حرارت (فارنهایت)		فشار (psi)
	مذاب	قالب	
آلومینیوم	۱۲۰۰ - ۱۲۲۰	۳۵۰ - ۴۰۰	۱۵۰۰/۲۰۰۰
روی	۸۰۰	۳۰۰	۱۵۰۰/۲۰۰۰
منیزیم	۱۲۰۰	۳۵۰ - ۴۰۰	۱۵۰۰/۲۰۰۰
برنج	۱۹۸۰ - ۲۰۰۰	۵۰۰	۱۵۰۰/۲۰۰۰

❖ روان کاری و خنک کاری

مواد روان کار از چسبیدن فلز مذاب به دیواره‌های قالب جلوگیری کرده و باعث بهبود کیفیت سطح قطعه کار می‌شود. انتخاب روان - کار مناسب به جنس قطعه کار، درجه حرارت قالب و درجه حرارت فلز مذاب بستگی دارد.

جدول ۹- انواع روان کارهای مورد استفاده در فرآیند دای کست

ویژگی و کاربرد	اجزای ماده روان کار
- به فلز مذاب کمک می‌کند تا به همه نقاط قالب برسد.	سیال حامل
- از چسبیدن مذاب به قالب جلوگیری کرده و جدا شدن قطعه کار از قالب را تسهیل می‌کند.	لایه جداکننده
- ثبات ماده روان کار را بهبود بخشیده و رقیق کردن آن را تسهیل می‌کند.	مواد افزودنی
- فقط وقتی استفاده می‌شود که جدا شدن قطعه کار از قالب دشوار باشد.	مواد جامد

❖ توان مورد نیاز

توان مورد نیاز در عملیات دای کست به چگالی ماده مذاب، درجه حرارت ذوب و گرمای ویژه بستگی دارد. ضخامت قطعه کار در همه قسمت‌ها، کیفیت عملیات را بالا می‌برد. سطح مقطع باید به گونه‌ای باشد که از ایجاد نقاط داغ^{۲۰} جلوگیری شود. گوشه‌های تیز داخلی نباید در قطعه کار وجود داشته باشد.

²⁰ Hot Spots

جدول ۱۰- توان مورد نیاز در فرآیند دای کست

نوع ماده	چگالی (پوند بر اینچ مکعب)	دمای ذوب (فارنهایت)	گرمای ویژه (بی تی یو بر پوند فارنهایت)
آلومینیوم	۰.۰۱	۱۲۲۰	۰.۲۱۴
مس	۰.۳۲	۱۹۸۰	۰.۱۰۱
قلع	۰.۲۶	۴۵۰	۰.۰۵۶
منیزیم	۰.۰۶	۱۲۰۰	۰.۲۱۷
سرب	۰.۴۲	۶۲۰	۰.۰۳۱
روی	۰.۲۶	۷۹۰	۰.۰۹۵

۴.۴ ریخته‌گری دقیق

ریخته‌گری دقیق^{۲۱} یک فرآیند ریخته‌گری است که در آن فلز مذاب درون یک قالب سرامیکی پیش‌گرم شده، ریخته می‌شود. توسط این فرآیند می‌توان قطعات ظریف با فرم‌های پیچیده و دقیق تولید نمود. در روش‌های قالب‌گیری در ماسه، مدل‌های چوبی یا فلزی به منظور تعبیه شکل قطعه در داخل مواد قالب مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این‌گونه روش‌ها، قالب فقط یک‌بار استفاده می‌شود. در روش دقیق هم مدل و هم قالب فقط یک بار استفاده می‌شوند. مهم‌ترین مزایای روش ریخته‌گری دقیق آن است که تولید انبوه قطعات با اشکال پیچیده که توسط روش‌های دیگر ریخته‌گری نمی‌توان تولید نمود توسط این فرآیند امکان‌پذیر می‌باشد. مواد قالب و نیز تکنیک بالای این فرآیند، امکان تکرار تولید قطعات با دقت ابعادی و صافی سطح یکنواخت را می‌دهد. این روش برای تولید کلیه فلزات و آلیاژهای ریخته‌گری به کار می‌رود. هم‌چنین در این روش امکان تولید قطعاتی از چند آلیاژ مختلف وجود دارد. توسط این فرآیند امکان تولید قطعاتی با حداقل نیاز به عملیات ماشین‌کاری وجود دارد. بنابراین به کمک این روش محدودیت استفاده از آلیاژهای با قابلیت ماشین‌کاری بد از بین می‌رود. اما این روش دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که مهمترین محدودیت‌های آن عبارتند از آن که اندازه و وزن قطعات تولید شده توسط این روش محدود بوده و عموماً قطعات با وزن کمتر از ۵ کیلوگرم تولید می‌شوند و هزینه تجهیزات و ابزارها در این روش نسبت به سایر روش‌ها بیشتر است.

❖ ویژگی‌های فرآیند

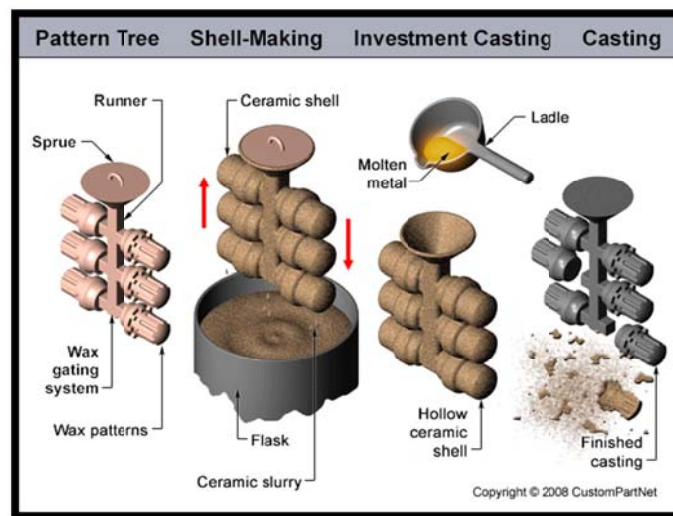
- توسط این فرآیند می‌توان فرم‌های پیچیده با اجزای ظریف و ابعاد دقیق تولید نمود.
- در این فرآیند از مدل‌های مومی یا پلاستیکی استفاده می‌شود.

²¹ Investment Casting

- در ساخت قالب‌های ریخته‌گری دقیق، نیازی به ایجاد شیب روی دیواره‌های قالب نمی‌باشد.
- برای افزایش بهره‌وری می‌توان چند مدل را به صورت خوشه‌ای به هم وصل کرده و یک قالب چند حفره‌ای آماده نمود.
- پس از کامل شدن پوسته سرامیکی روی مدل‌ها، می‌توان با گرم کردن پوسته، مدل‌ها را ذوب کرده و از قالب خارج نمود تا یک قالب سرامیکی توخالی برای ریخته‌گری ایجاد شود.

❖ شماتیک فرآیند

قبل از ریخته‌گری فلز مذاب، قالب سرامیکی را پیش‌گرم^{۲۲} می‌کنند. برای اطمینان از پر شدن حفره‌های قالب از فلز مذاب می‌توان از فشار، مکش یا نیروی گریز از مرکز کمک گرفت. پس از ریخته‌گری مذاب و سرد شدن قالب، فلز مذاب منجمد شده و قطعات درون قالب سخت می‌شوند. در این وضعیت با شکستن پوسته سرامیکی یا با استفاده از عملیات شن‌زنی^{۲۳} می‌توان قطعات را از قالب جدا نمود. مرحله آخر عملیات، جداکردن هر یک از قطعات از کانال‌های عبور مذاب و زائده‌های حاصل از ریخته‌گری است. این کار معمولاً با عملیات سنگ‌زنی انجام می‌شود.

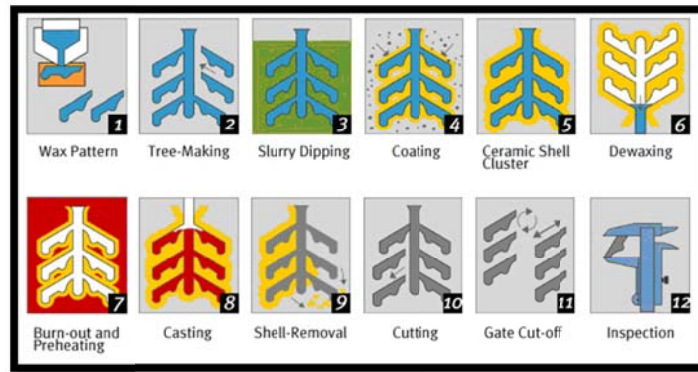


شکل ۹- فرآیند ریخته‌گری دقیق

²² Preheat

²³ Sand Blasting

تقریباً هر نوع فلزی را می‌توان با این روش ریخته‌گری نمود. مخصوصاً فلزاتی که نقطه ذوب آن‌ها بالاست و نمی‌توان آن‌ها را در قالب‌های فلزی یا گچی ریخته‌گری نمود. در قالب‌های ریخته‌گری دقیق، خط جدایش وجود ندارد، زیرا بدنه قالب برای هر قطعه کار یک‌پارچه است.



شکل ۱۰- فرآیند ریخته‌گری دقیق به طور کامل

قطعات فلزی با فرم‌های پیچیده که با دیگر روش‌های رایج، قابل ساخت نمی‌باشند را می‌توان به روش ریخته‌گری دقیق تولید نمود. پرداخت سطحی قطعات تولیدی خیلی خوب و تolerانس‌های ابعادی آن‌ها عالی می‌باشد.

❖ تجهیزات مورد نیاز

در شکل زیر تجهیزات مورد نیاز این روش نشان داده شده است. البته علاوه بر این تجهیزات، ماشین‌آلاتی برای آماده‌سازی مدل‌های مومی نیز مورد نیاز می‌باشد. برای ذوب کردن فلز و تخلیه قالب در مدل‌های مومی، این عملیات نیازمند کوره مناسبی می‌باشد.



شکل ۱۱- ماشین ریخته‌گری دقیق

ASK R&D

در این روش ابتدا باید مدل‌های یک‌بار مصرف را به روش قالب‌گیری تزریقی از موم یا پلاستیک آماده نمود. مدل‌های مومی سپس به یک سیستم راه‌گاهی چندشاخه مومی متصل شده و به صورت خوشه‌ای از مدل‌های چسبیده به سیستم راه‌گاهی درمی‌آیند. این خوشه مومی، مکرراً در یک مخزن حاوی دوغاب مواد ریز سرامیکی غوطه‌ور شده، سپس با دانه‌های درشت‌تر و پودر خشک مواد دیرگداز پوشش داده شده و خشک می‌شود تا یک پوسته سرامیکی سخت با ضخامت مناسب روی مدل‌های مومی به وجود آید. با این روش یک قالب سرامیکی پوسته‌ای^{۲۴} آماده می‌شود. در قالب‌های سرامیکی ضخیم^{۲۵}، خوشه مدل مومی در یک ظرف فلزی قرار گرفته و مواد سرامیکی به درون ظرف و اطراف مدل ریخته می‌شود تا ظرف پر از ماده سرامیکی گردد. برای خارج کردن مدل از درون قالب سرامیکی، قالب را درون یک کوره قرار می‌دهند تا موم ذوب شده و از قالب خارج شود. سپس می‌توان قالب را که پیش‌گرم شده، برای ریخته‌گری ارسال نمود. در قالب‌های ریخته‌گری دقیق، نیازی به ایجاد شیب در دیواره‌های قطعه کار نیست، زیرا هم مدل و هم قالب به هنگام اجرای فرآیند تخریب می‌شوند و هیچ یک در انتهای فرآیند به شکل اولیه خود باقی نمی‌مانند.

❖ قابلیت‌های فرآیند

تقریباً هیچ محدودیتی برای فرم قطعاتی که به روش ریخته‌گری دقیق تولید می‌شوند، وجود ندارد. قطعات با فرم‌های پیچیده را به راحتی با این روش می‌توان تولید نمود. ضخامت قطعات ریخته‌گری شده با این روش ممکن است به نازکی ۰.۰۵ اینچ باشد. وزن قطعات ریخته‌گری شده دقیق در محدوده ۴۰-۰.۳ پوند می‌باشد.

❖ تلرانس‌های ابعادی و پرداخت سطحی

تلرانس ابعادی قطعات ساخته شده به روش ریخته‌گری دقیق معمولاً ۰.۰۰۵ اینچ می‌باشد ولی می‌توان این دامنه تلرانسی را تا ۰.۰۰۲ اینچ نیز تقلیل داد. کیفیت پرداخت سطحی قطعات نیز معمولاً ۱۲۵-۵۰ میکرواینچ است ولی این محدوده ممکن است تا ۳۰۰-۳۲ میکرواینچ نیز گسترش یابد. دقت ابعادی و کیفیت پرداخت سطح قطعات تولیدی به کیفیت سطوح قالب سرامیکی، درجه حرارت فلز مذاب و نوع آلیاژ فلز بستگی دارد.

²⁴ Shell

²⁵ Flask type

❖ ملاحظات طراحی

در طراحی قطعه کار برای ریخته‌گری دقیق باید به یکنواختی ضخامت در قسمت‌های مختلف آن توجه داشت. نکته مهم دیگر، گوشه‌های تیز و دیگر نقاط تمرکز تنش است که باید از آن‌ها اجتناب شود. نکته دیگر این است که قطعه کار، با کمترین عملیات براده‌برداری کامل شود.

❖ جنس مدل

مواد ساخت مدل در قالب‌گیری ریخته‌گری دقیق عبارتند از: موم، پلاستیک و جیوه. استفاده از موم نسبت به بقیه موارد رایج‌تر بوده زیرا ارزان‌تر بوده و به راحتی فرم می‌گیرد. ضمناً مجدداً می‌توان از آن استفاده نمود. پلاستیک در تولید قطعات به تعداد زیاد و تولید قطعات پیچیده با دیواره نازک مناسب است. برای تولید قطعات با پرداخت سطحی بهتر و با ابعاد دقیق می‌توان از جیوه منجمد برای ساخت مدل استفاده نمود. البته استفاده از جیوه به دلیل هزینه بالا، به کارگیری دشوار آن در قالب‌گیری و سمی بودن آن، رایج نمی‌باشد.

❖ اثرات ریخته‌گری دقیق بر خواص ماده

در این فرآیند می‌توان اندازه و آرایش دانه‌های تشکیل شده به هنگام انجماد مذاب را به خوبی کنترل کرده و انجماد مواد را جهت-دار نمود.

جدول ۱۱- اثرات ریخته‌گری دقیق بر خواص ماده

اثرات ریخته‌گری دقیق بر خواص ماده	خواص ماده
- اندازه دانه‌ها و طرز استقرار آن‌ها قابل کنترل است	مکانیکی
- می‌توان انجماد مذاب را جهت‌دار نمود	
- اثرات اندکی دارد	فیزیکی
- اثرات اندکی دارد	شیمیایی

❖ جنس قطعه کار

قابلیت ریخته‌گری دقیق فلزاتی نظیر آلومینیوم، چدن و منیزیم خوب تا عالی است، زیرا وجود سیلیسیم در آلیاژهای این فلزات باعث سیالیت خوب آن‌ها می‌شود. قابلیت ریخته‌گری دقیق فولاد و برنج، متوسط تا خوب ارزیابی می‌شود.

جدول ۱۲- اثرات ریخته‌گری دقیق بر خواص ماده

جنس قطعه کار	قابلیت ریخته‌گری دقیق			
	ضعیف	متوسط	خوب	عالی
آلومینیوم			*****	*****
چدن			*****	*****
فولاد		*****		*****
برنج		***	***	
منیزیم				***
			محدوده معمول	محدوده ممکن

❖ عوامل موثر در نتیجه فرآیند

تولرانس ابعادی و کیفیت پرداخت سطحی قطعه کار به عوامل زیر بستگی دارد:

- دقت مدل و قالب‌گیری
- ثبات ابعادی مدل
- طراحی سیستم راه‌گامی و عبور مذاب
- میزان انبساط قالب به هنگام ذوب کردن مدل و پیش‌گرم
- پایداری آلیاژ فلز مذاب
- کیفیت دوغاب و پودر سرامیکی مورد استفاده در قالب‌گیری

❖ پارامترهای فرآیند

دو پارامتر مهم در فرآیند ریخته‌گری دقیق عبارتند از انقباض^{۲۶} و بازدهی مذاب^{۲۷}. انقباض بر حسب اینچ در هر فوت سنجیده می‌شود. مثلاً آلومینیوم به هنگام انجماد حداقل ۱/۸ اینچ بر فوت منقبض می‌شود. در طراحی ابعاد مدل مومی باید به میزان انقباض توجه کرد. بازدهی مذاب بر حسب درصد بیان می‌شود و عبارت است از وزن قطعه کار نهایی سالم نسبت به وزن مذاب تهیه شده برای آن. مقدار بازدهی مذاب معمولاً بین ۹۰-۵۵ درصد می‌باشد.

²⁶ shrinkage

²⁷ Yield

جدول ۱۳- میزان انقباض و بازدهی مذاب بر حسب نوع ماده

جنس قطعه کار	انقباض (اینچ بر فوت)	بازدهی مذاب (درصد)
آلومینیوم	۱/۸ - ۳/۱۶	۸۰ - ۹۰
چدن	۱/۱۰ - ۱/۸	۸۰ - ۸۵
فولاد	۳/۱۶ - ۱/۴	۵۵ - ۶۵
برنج	۵/۳۲ - ۳/۱۶	۶۵ - ۷۵
منیزیم	۱/۱۰ - ۵/۳۲	۸۰ - ۹۰

در فرآیند ریخته‌گری دقیق، نیازی به استفاده از مواد جداکننده برای جداکردن قطعه کار از قالب نیست. ولی در تولید مدل‌های مومی، برای جداسازی مدل از قالب معمولاً از اسپری سیلیکون استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که دمای قالب بر خواص فیزیکی و شیمیایی قطعات اثر می‌گذارد. انرژی مصرفی در این فرآیند معمولاً بر حسب بی تی یو سنجیده می‌شود. برای تعیین این انرژی لازم است مقادیر مربوط به چگالی فلز، درجه حرارت ذوب آن و گرمای ویژه این ماده مشخص گردد. انرژی مصرفی به دست آمده با این روش، در واقع انرژی مورد نیاز برای ذوب کردن فلز می‌باشد.

جدول ۱۴- انرژی مورد نیاز در فرآیند ریخته‌گری دقیق

نوع ماده	چگالی (پوند بر اینچ مکعب)	دمای ذوب (فارنهایت)	گرمای ویژه (بی تی یو بر پوند فارنهایت)
آلومینیوم	۰.۰۹۷	۱۲۲۰	۰.۲۱۴
چدن	۰.۲۸۰	۱۹۹۰ - ۲۳۰۰	۰.۱۳۰
فولاد	۰.۲۸۳	۲۵۰۰	۰.۱۱۷
برنج	۰.۳۰۶	۱۹۸۰	۰.۴۵۰
منیزیم	۰.۰۶۴	۱۲۰۰	۰.۲۱۷

۴.۵ ریخته‌گری در قالب‌های ماسه-رزین

قالب‌های ماسه-رزین^{۲۸}، شبیه قالب‌های ریخته‌گری ماسه‌ای معمولی بوده که در آن‌ها فلز مذاب به درون یک قالب ساخته شده از مخلوط ماسه، رزین سخت‌شونده سریع و یک کاتالیزور ریخته شده و آن قدر در قالب باقی می‌ماند که کاملاً منجمد و سخت گردد.

❖ ویژگی‌های فرآیند

- فلز مذاب به واسطه نیروی وزن خود به داخل قالب یک بار مصرف ماسه‌ای سخت، وارد می‌شود

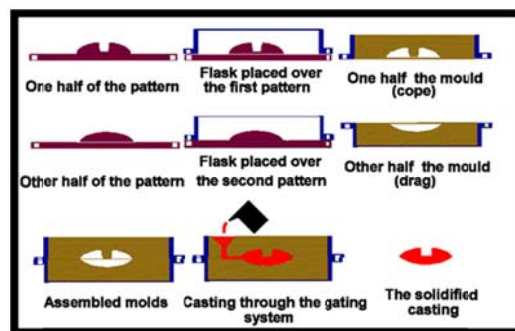
²⁸ No-Bake mold

- ماسه در این قالب‌ها کوبیده نمی‌شود، بلکه به همراه رزین، قالب‌گیری شده و سخت می‌گردد
- قالب‌های ماسه-رزین در دمای محیط و به واسطه انجام یک واکنش شیمیایی سخت می‌شوند و احتیاج به حرارت ندارند
- ابعاد قطعه کار ریخته‌گری شده در این روش دقیق خواهد بود
- هزینه نیروی انسانی و دور ریز مواد در این فرآیند پایین است

❖ شماتیک فرآیند

در این روش فلز مذاب باید به آرامی در چاله دهانه قالب ریخته شود که از آن‌جا از طریق یک کانال عمودی و راه‌گاه به حفره قالب وارد شود (سطح مقطع راه‌گاه، سرعت ورود مذاب به داخل حفره قالب را کنترل می‌کند). پس از پر شدن حفره قالب، فلز مذاب وارد کانال تغذیه شده و آن را هم پر می‌کند. به هنگام انجماد فلز در قالب، مقداری از این فلز مذاب به داخل حفره قالب تغذیه می‌شود تا فرم قطعه کار باقی بماند. پس از انجماد کامل، قالب باید خرد شده و قطعه کار را از آن جدا نمود.

تنها تجهیزات مورد نیاز برای اجرای این فرآیند، یک کوره ذوب فلز، یک بوته برای حمل مذاب و یک قالب ماسه-رزین می‌باشد. در این روش، معمولاً مدل‌ها از چوب و گاهی از فلز ساخته می‌شوند. جنس مدل به پیچیدگی فرم قطعه کار و تعداد تولید آن بستگی دارد. قالب ماسه-رزین از دو نیمه بالایی و پایینی ساخته می‌شود. برای ایجاد قطعات توخالی باید یک ماهیچه نیز در قالب قرار داد.



شکل ۱۲- نمایی از مراحل ریخته‌گری با ماسه-رزین

۴.۶ ریخته‌گری در قالب گچی

ریخته‌گری در قالب گچی^{۲۹} یکی از فرآیندهای ریخته‌گری فلزات است که در آن، فلزات غیرآهنی ذوب شده و در یک قالب گچی یک‌بار مصرف ریخته می‌شوند. آن‌قدر در قالب باقی می‌مانند که انجماد مذاب کامل گردد.

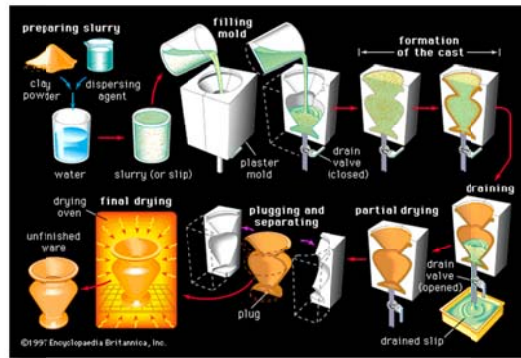
❖ ویژگی‌های فرآیند

- در این فرآیند از انرژی وزن مذاب برای پر کردن قالب گچی استفاده می‌شود.
- این فرآیند مخصوص ریخته‌گری فلزات غیرآهنی است.
- در مقایسه با ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای، قطعات ریخته‌گری شده در قالب گچی از کیفیت سطحی بهتری برخوردار می‌باشند.
- دور ریز مواد در این فرآیند کم است.
- در این فرآیند می‌توان قطعات با دیواره نازک و فرم‌های پیچیده را تولید نمود.

❖ شماتیک فرآیند

در این فرآیند فلز مذاب به داخل چاله ریزش در بالای قالب ریخته شده و از آن‌جا به واسطه نیروی وزن خود از کانال عمودی به داخل قالب و به حفره قالب هدایت می‌گردد. پس از پر شدن حفره اصلی قالب، فلز مذاب به کانال تغذیه قالب نیز وارد می‌شود تا هنگام انجماد و انقباض مذاب، از این کانال تغذیه گردد. با تکمیل انجماد مذاب، قالب گچی شکسته شده و می‌توان قطعه کار را خارج نمود. هنگامی که نیاز باشد یک قطعه کار پیچیده با دیواره‌های نازک و پرداخت سطحی خوب ریخته‌گری شود، می‌توان از قالب گچی برای این عملیات استفاده نمود. تجهیزات اصلی در فرآیند ریخته‌گری در قالب گچی عبارتند از: بوتله، قاب فلزی، قالب گچی و کوره مذاب. قاب فلزی برای مهار کردن قالب گچی به هنگام ریختن فلز مذاب به کار می‌رود. بوتله نیز از جنس گرافیت است و برای انتقال مذاب از کوره به قالب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

²⁹ Plaster mold casting



شکل ۱۳- نمایی از ریخته‌گری در قالب گچی

۵. مروری بر انواع مواد قالب‌گیری

در صنعت ریخته‌گری دو گروه اصلی از مواد قالب‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای فلزات غیرآهنی در دمای کمتر از ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد غالباً از سولفات کلسیم نیمه هیدراته یا گچ استفاده می‌شود. این ماده با نسوزهای مختلفی مخلوط می‌شود. برای ریخته‌گری فلزات آهنی و غیرآهنی که حداکثر در دمای ۱۷۰۰ درجه سانتی‌گراد ریخته‌گری می‌شوند، از سیلیکات اتیل هیدرولیز شده استفاده می‌شود که نسوزهای مختلفی مثل زیرکن، مولیت تکلیس شده یا جوشه سیلیس مخلوط و مقدار کمی ماده ژل‌ساز (معمولاً محلول کربنات آمونیوم ۷.۵ درصد) نیز به آن اضافه شده است. در برخی موارد از آلکی سیلیکات هیدرولیز شده نیز به عنوان چسب استفاده می‌شود. غالباً از یک نسوز فسفات به عنوان پوشش ثانویه مدلهایی که در درجه قالب‌گیری می‌شوند استفاده می‌شود. مواد قالب‌گیری متداول و کاربرد آن‌ها را در جدول ۱۵ مشاهده می‌نمایید. مواد قالب‌گیری مورد استفاده برای ریخته‌گری فلزات غیرآهنی تنوع زیادی دارند، اما اساساً از یک چسب و یک ماده نسوز تشکیل شده‌اند و اغلب مواد دیگری نیز جهت افزایش استحکام و نفوذپذیری به آن‌ها اضافه می‌شود. چسب‌ها شامل موارد زیر می‌شوند:

- گچ
- سیمان پرتلند
- روغن برزک
- خاک رس
- سیلیکات اتیل

- فسفات‌ها
- رزین‌ها
- چسب شیشه (سیلیکات سدیم)

جدول ۱۵- مواد قالب‌گیری متداول و کاربرد آن‌ها

مواد غیرتجاری (درصد وزنی)	روش قالب‌گیری	فلزات تحت ریخته‌گری	حداکثر دمای مذاب‌ریزی
۹۵ درصد تالک، ۴ درصد سیمان تندگیر، ۱ درصد آزیست	همه روش‌ها	برنج/ آلومینیوم/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
ماسه سیلیسی و خاک نسوز (به نسبت ۱:۱)	قالب‌گیری توپر	همه فلزات	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
۷۰ درصد گچ قالب‌گیری درجه ۱، ۲۹ درصد تالک، ۱ درصد آهک هیدراته، ۰.۳۴ درصد سیمان پرتلند	همه روش‌ها	برنج/ آلومینیوم/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
۵۴ درصد ماسه سیلیسی ۱۰۰ مش، ۳۲ درصد گچ قالب‌گیری درجه ۱، ۱۳ درصد تالک، ۱ درصد سیمان تندگیر	همه روش‌ها	برنج/ آلومینیوم/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
پودر اولیوین ۲۰۰ مش، گچ قالب‌گیری درجه ۱ (به نسبت ۳:۲)	همه روش‌ها	برنج/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
گچ تکلیس شده (گچ معمولی)	قالب‌گیری با درجه، قالب-گیری توپر	آلومینیوم	-
گچ و پودر سیلیس (به نسبت ۱:۱)	همه روش‌ها	برنج/ آلومینیوم/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
خاک آجر و گچ قالب‌گیری (به نسبت ۳:۲)	همه روش‌ها	برنج/ آلومینیوم/ برنز	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
ماسه سیلیسی ۱۰۰ مش و سیمان تندگیر (به نسبت ۱۰:۱)	قالب‌گیری با درجه، قالب-گیری توپر	همه فلزات	۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

- برای قطعات سنگین آهنی از ماسه تر یا خشک با عدد ریزی ۶۱ و ۵۰ و نفوذپذیری ۸۰ تا ۱۲۰ استفاده می‌شود.
- برای قطعات متوسط آهنی از ماسه تر با عدد ریزی ۷۰ و ۴۵ و نفوذپذیری ۵۰ تا ۷۰ استفاده می‌شود.

- برای شمشه فشاری سبک از ماسه تر با عدد ریزی ۱۱۰ و ۸۰ و نفوذپذیری ۲۰ تا ۳۰ استفاده می‌شود.
- برای ورق کوره‌ای از ماسه تر با عدد ریزی ۲۰۰ و ۱۶۰ و نفوذپذیری ۹ تا ۱۷ استفاده می‌شود.
- برای فولاد خام سنگین، از ماسه تر با عدد ریزی ۶۰ و ۳۵ و نفوذپذیری ۱۴۰ تا ۲۹۰ استفاده می‌شود.
- برای قطعات سنگین فولادی از ماسه خشک با عدد ریزی ۵۵ و ۴۰ و نفوذپذیری ۹۰ تا ۲۵۰ استفاده می‌شود.
- برای قطعات سبک چدن چکش‌خوار فشاری، از ماسه‌ای با عدد ریزی ۱۳۰ و ۹۵ و نفوذپذیری ۲۰ تا ۴۰ استفاده می‌شود.
- برای قطعات سنگین چدن چکش‌خوار، از ماسه‌ای با عدد ریزی ۸۰ و ۷۰ و نفوذپذیری ۴۰ تا ۷۰ استفاده می‌شود.
- برای مس و مونل از ماسه‌ای با عدد ریزی ۱۵۰ و ۱۲۰ و نفوذپذیری ۳۰ تا ۶۰ استفاده می‌شود.
- برای آلومینیوم از ماسه با عدد ریزی ۲۵۰ و ۱۵۰ و نفوذپذیری ۶ تا ۱۵ استفاده می‌شود.
- برای برنج معمولی از ماسه با عدد ریزی ۱۵۰ و ۱۲۰ و نفوذپذیری ۱۲ تا ۲۰ استفاده می‌شود.

ماسه پتروبانند نیز از دیگر ماسه‌های کاربردی با خواص زیر می‌باشد:

- ✓ این ماسه را نمی‌توان با دست مخلوط کرد و باید از مولر یا همزن برقی استفاده کرد.
- ✓ این نوع ماسه در هنگام ذوب‌ریزی دود شدیدی ایجاد می‌کند. پس در محیط‌های بسته نباید مورد استفاده قرار گیرد.
- ✓ ماسه پتروبانند ماسه‌ای پر دردرس است زیرا محموله‌های آن یکنواخت نیست و از منابع متفاوتی تهیه می‌شود.
- ✓ به دلیل سوختن ماسه در سطح قطعه، عمر آن بسیار کوتاه است.
- ✓ این ماسه بسیار گران‌قیمت می‌باشد.

چهارنوع ماسه مصنوعی پرمصرف برای ریخته‌گری فلزات غیرآهنی عبارتند از :

- برای قطعات آلومینیومی و برنجی ماسه سیلیسی با عدد ریزی ۱۶۰، ۴ درصد وزنی بتونیت و ۱ تا ۱.۵ درصد خاک اره با مش ۲۰۰.
- ماسه نیمه مصنوعی برای برنج و آلومینیوم، ۶۰ درصد ماسه سیلیسی شسته و خشک شده با عدد ریزی ۱۲۰، ۴۰ درصد ماسه طبیعی، بتونیت به مقدار کافی برای رسیدن به استحکام تر حدود ۵۰۰ تا ۵۸۰ گرم بر سانتی‌متر مربع و ۱ درصد خاک‌اره با مش ۲۰۰.
- قطعات برنجی، ماسه سیلیسی شسته و خشک‌شده با عدد ریزی ۱۲۰، ۴ درصد وزنی بتونیت، ۱ تا ۱.۵ درصد خاک‌اره.

ASK R&D

- برای قطعات مسی، ماسه سیلیسی شسته و خشک‌شده با عدد ریزی ۱۳۰، ۴ تا ۴.۵ درصد وزنی بتونیت، ۱ تا ۱.۵ درصد خاکاره، ماسه سیلیسی به مقدار کافی برای کاهش نفوذپذیری به ۴۰ تا ۵۰.
- مخلوط شماره ۱: نفوذپذیری ۸ تا ۱۶، رطوبت ۳ تا ۵ درصد، استحکام فشاری تر ۵۰۰ تا ۵۸۰ گرم بر سانتی‌متر مربع، عدد ریزی ۲۰۰ تا ۱۶۰.
- مخلوط شماره ۲: ۶ تا ۷ درصد رطوبت.
- مخلوط شماره ۳: نفوذپذیری ۱۲ تا ۲۰، رطوبت ۳ تا ۵ درصد، استحکام فشاری تر ۵۰۰ تا ۵۸۰ گرم بر سانتی‌متر مربع، عدد ریزی ۱۶۰ تا ۱۲۰.
- مخلوط شماره ۴: نفوذپذیری ۳۵ تا ۵۰، رطوبت ۳ تا ۵ درصد، استحکام فشاری تر ۵۰۰ تا ۵۸۰ گرم بر سانتی‌متر مربع.

باید بدانیم که نسوزها شامل:

- ولاستونیت
- ماسه سیلیسی
- خاک آجر
- فایبرگلاس
- کریزولیت
- ماسه زیرکنی
- ماسه اولیوینی
- مولیت
- کلوخه‌های سرامیکی
- آزیست (پنبه نسوز)
- ورمیکولیت

از میان مواد زیر، یکی را می‌توان به منظور افزایش استحکام به مواد قالب‌گیری اضافه کرد:

- فایبرگلاس

- الیاف سرامیکی
- تور مرغی
- تور سیمی گالوانیزه
- مفتول های فلزی (قانجاق)

نفوذپذیری را با استفاده از مواد زیر می توان افزایش داد:

- مواد فوم ساز
- خاک اره
- گرد زغال (خرده کک)
- سنگ مروارید
- کلوخه درشت شاموت
- لوتو (گچ بازیافت شده)
- ریسمان
- کاغذ
- نرمه کک

برای تسهیل جداسازی دو نیمه قالب و جلوگیری از چسبیدن ماسه به مدل، به گرد جداساز نیاز داریم. این مواد عموماً برای ماسه-های پتروبناد توصیه نمی شوند. پودر گرافیت به سطح مدل زده می شود تا از چسبیدن ماسه به آن جلوگیری کند. برای جداسازی عموماً می توان از مواد دیگری هم چون پودر تالک (پودر بچه)، پودر نرم زغال چوب، نشاسته ذرت یا خاک دیاتومه نیز استفاده نمود. بهترین ماده برای تولید قطعات با کیفیت عالی، لیکوپودیم یا گوگرد گیاهی است.

ریخته گر بسته به شرایط، می تواند شخصا مواد مختلف را جهت قالب گیری با هم ترکیب کند یا مخلوط آماده بخرد. به هر حال با استفاده از مخلوط آماده تجاری در صورتی که در دسترس باشد، نتایج یکنواخت تری حاصل می شود. وقتی در مورد ریخته گری در قالب ماسه ای صحبت می کنیم، اولین چیزی که به ذهن می رسد، ماسه موجود در سواحل و صحراهاست، در حالی که در بسیاری از نواحی دیگر نیز می توان ماسه یافت. ماسه قالب گیری باید چند ویژگی داشته باشد. اول این که باید چسبناک باشد تا دانه ها به

یکدیگر بچسبند، در غیر این صورت هنگام برداشتن مدل، قالب خراب می‌شود. دوم این که ماسه باید به اندازه کافی متخلخل باشد به نحوی که گازها و بخار آب بتوانند هنگام پر شدن قالب با مذاب، از آن خارج شوند. اثر چسبندگی و تخلخل تا حدودی معکوس یکدیگرند. اضافه کردن خاک رس یا ماده‌ای مشابه آن سبب بهبود چسبندگی دانه‌های ماسه می‌شود. ولی در عین حال، باعث میزان تخلخل نیز می‌شود. ماسه قالب‌گیری باید دیرگداز باشد تا بتواند دمای بالای فلز مذاب را تحمل کند. در جدول زیر فهرستی از خواص ماسه‌های قالب‌گیری مورد استفاده در ریخته‌گری فلزات مختلف در اندازه‌های متفاوت نشان داده شده است. توجه کنید که عدد ریزی و نفوذپذیری ماسه‌ای که برای ساخت قالب قطعات آلومینیومی به کار می‌رود متفاوت است.

جدول ۱۶- خواص ماده مورد استفاده در ریخته‌گری فلزات مختلف

قطعات سنگینی برنجی		قطعات کوچک چدن خاکستری	
۱۰۸	عدد ریزی	۱۷۵	عدد ریزی
۱۲ درصد	خاک رس	۱۲ درصد	خاک رس
۷ درصد	رطوبت	۷.۴ درصد	رطوبت
۵۱	نفوذپذیری	۱۵	نفوذپذیری
۴.۰	ضریب فشردگی در حالت تر	۴.۰	ضریب فشردگی در حالت تر
قطعات برنجی کوچک تا متوسط		قطعات متوسط چدن خاکستری	
۲۱۸	عدد ریزی	۱۱۱	عدد ریزی
۱۳ درصد	خاک رس	۱۵ درصد	خاک رس
۸ درصد	رطوبت	۷.۵ درصد	رطوبت
۱۸	نفوذپذیری	۴۰	نفوذپذیری
۴.۰	ضریب فشردگی در حالت تر	۴.۰	ضریب فشردگی در حالت تر
آلومینیوم		قطعات سنگین چدن خاکستری	
۲۳۲	عدد ریزی	۷۳	عدد ریزی
۱۹ درصد	خاک رس	۱۸ درصد	خاک رس
۸ درصد	رطوبت	۷.۶ درصد	رطوبت
-	نفوذپذیری	۷۰	نفوذپذیری
۵.۰	ضریب فشردگی در حالت تر	۵.۰	ضریب فشردگی در حالت تر

در ادامه این قسمت به بررسی پارامترهایی مهم در زمینه ماسه‌های ریخته‌گری می‌پردازیم.

- چسبندگی

اندازه و شکل دانه‌های ماسه بر خواص ماسه قالب‌گیری تاثیر می‌گذارد. دانه‌های گرد به خوبی دانه‌های تیز و دارای شکل نامنظم به یکدیگر نمی‌چسبند. از این رو دانه‌های تیز و نامنظم، به خاک‌رس کمتری به عنوان چسب، نیاز دارند.

- نفوذپذیری

توانایی ماده تشکیل‌دهنده قالب، در عبور دادن بخار از طریق دیواره‌ها، نفوذپذیری نامیده می‌شود. نفوذپذیری را می‌توان با وسیله‌ای که قادر به اندازه‌گیری حجم هوای عبوری در هر دقیقه و در فشار استاندارد از یک نمونه آزمون باشد، اندازه‌گیری کرد.

ماسه‌های قالب‌گیری طبیعی ۸ تا ۲۰ درصد خاک‌رس طبیعی دارند و بقیه آن توده‌ای نسوز (معمولا سیلیس) است. ماسه طبیعی حاوی کمتر از ۵ درصد خاک‌رس طبیعی را برای ساخت ماهیچه یا به عنوان ماسه قالب‌گیری مصنوعی به کار می‌برند. معروف‌ترین ماسه قالب‌گیری طبیعی ماسه آلبانی نامیده می‌شود. شرکت تامین ماسه آلبانی این ماسه را با درجه‌بندی‌های مختلف تهیه می‌کند.

- عدد ریزی

عدد ریزی مقیاسی برای اندازه واقعی دانه‌های مخلوط ماسه است. این عدد با عبور دادن یک نمونه استاندارد (معمولا ۱۰۰ گرمی)، از مجموعه‌ای از الک‌های دارای اندازه‌های مشخص اندازه‌گیری می‌شود. از الک‌هایی در ۱۰ اندازه مختلف استفاده می‌کنند. عدد ریزی که به یک نمونه نسبت داده می‌شود، عبارتند از اندازه اولین الکی که ماسه، در صورتی که دانه‌بندی یکسان داشته باشد، از آن عبور می‌کند.

- مواد افزودنی

وقتی ارتباط بین نفوذپذیری مورد نیاز برای فلزی خاص و دمای بارریزی آن فلز و نیز رابطه بین ریزی دانه‌ها و نفوذپذیری را به خوبی دریافتید، قادر خواهید بود ماسه مورد نیاز برای فلز مورد نظر را با توجه به اندازه قطعه ریختگی پیدا کنید. اجزای اصلی ماسه‌های قالب‌گیری عبارتند از سیلیس و خاک‌رس، اما این ماسه‌ها را می‌توان از سایر مواد نسوز مثل زیرکن، اولیوین، کربن، منیزیت، سیلیمانیت، دولومیت و غیره نیز تهیه کرد. ماسه قالب‌گیری عبارتند از مخلوطی از ماسه یا شن با خاک‌رس مناسب. از

ماسه‌های طبیعی می‌توان به همان شکلی که در طبیعت یافت می‌شوند برای ساخت قالب استفاده کرد. ماسه‌های مصنوعی ضعیف یا فاقد خاک‌رس هستند و باید برای ایجاد خواص مناسب، به آن‌ها به مقدار کافی خاک‌رس مناسب اضافه کرد.

- دیرگذاری

دیرگذاری عبارتند از توانایی ماسه برای تحمل دمای بالا بدون سوختن یا تجزیه شدن. از این‌جا می‌توانیم نتیجه بگیریم که ماسه‌ای که برای ریخته‌گری فولاد به کار می‌رود باید دیرگدازتر از ماسه مورد استفاده برای ریخته‌گری برنج یا آلومینیوم باشد، زیرا دمای ذوب‌ریزی فولاد بالاتر از دمای ذوب‌ریزی برنج و آلومینیوم است. همچنین ماسه‌ای که برای ریخته‌گری قطعات سنگین به کار می‌رود باید دیرگدازتر از ماسه مورد استفاده برای تولید قطعات کوچک از همان جنس باشد.

چون عمدتاً با ماسه‌های طبیعی سروکار داریم، دیرگذاری ماسه‌ها می‌تواند در گستره وسیعی تغییر کند. وقتی ماسه دارای چسب طبیعی، حاوی مقادیر قابل‌توجهی از کمک‌ذوب‌ها (نمک‌های معدنی مختلف، مواد آلی و اکسیدها) باشد که دمای سوختن ماسه را پایین می‌آورند، ممکن است ماسه ذوب شود یا در سطح قطعه بسوزد.

- استحکام تر

استحکام تر عبارتند از استحکام ماسه مرطوب که بر اساس توانایی آن برای حفظ شکل قالب بیان می‌شود. قالب‌های ماسه‌ای تحت تنش‌های فشاری، کششی، برشی و جانبی قرار می‌گیرند. این‌که کدام‌یک از این تنش‌ها اهمیت بیشتری در خواص قالب‌گیری ماسه دارد، چندان مشخص نیست.

- استحکام کششی

استحکام کششی نیرویی است که ماسه را در لنگه رویی درجه، در جای خود نگه می‌دارد. چون ماسه‌های قالب‌گیری در شرایط فشاری بسیار قوی‌تر از شرایط کششی هستند، بنابراین باید استحکام کششی را نیز مورد توجه قرار دهیم. احتمال تخریب قالب در اثر نیروی کششی بیشتر است. استحکام فشاری بر حسب پوند بر اینچ مربع یا کیلوگرم بر متر مربع اندازه‌گیری می‌شود اما واحد اندازه‌گیری استحکام کششی ماسه‌های قالب‌گیری اونس بر اینچ مربع یا گرم بر سانتی‌متر مربع است. این پارامتر به سادگی قابل محاسبه می‌باشد.

- استحکام خشک

قالب نه تنها باید شکل خود را در حالت تر حفظ کند، بلکه در حالت خشک نیز باید قادر به حفظ شکل خود باشد. این یک ویژگی مهم است و با استحکام فشاری خشک سنجیده می‌شود. استحکام متوسط مناسب، ۳۰ پوند بر اینچ مربع یا حدود ۲۲۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع است. استحکام خشک نباید بیش از اندازه باشد. در غیر این صورت کار خراب می‌شود و از انقباض قطعه در حال انجماد جلوگیری می‌کند. این امر موجب ترک گرم در قطعه می‌شود.

- دوام

دوام بیان‌گر توانایی ماسه و پایداری آن در صورت کاربرد مکرر، بدون افت خواص و بازیابی استحکام چسبندگی بعد از چندبار استفاده است. ریزی ماسه و نوع و میزان خاک‌رس، تعیین‌کننده دوام ماسه است. توانایی خاک‌رس در حفظ رطوبت خود نیز عامل مهم دیگری است.

- قابلیت قالب‌گیری

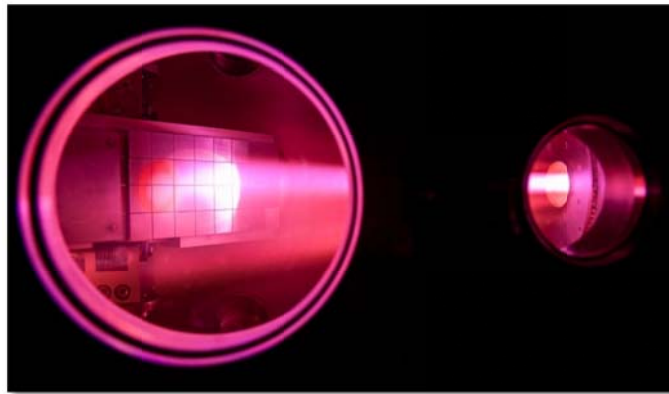
این ویژگی به ماهیت خاک‌رس و ریزی ماسه بستگی دارد. چون ماسه تعیین‌کننده کیفیت سطحی قطعه ریختگی است، باید در انتخاب ماسه دقت کرد. مخلوط کردن ماسه‌های ریز و درشت به تولید قطعه‌ای با کیفیت سطحی بهتر منجر می‌شود.

۶. مروری بر بازرسی‌های پس از ریخته‌گری

۶.۱. انواع تست‌های غیرمخرب مورد استفاده در ریخته‌گری

۶.۱.۱. تست ذرات مغناطیسی^{۳۰}

از این روش می‌توان برای یافتن عیوب سطحی و یا نزدیک به سطح در قطعات فرومغناطیسی استفاده نمود. در این تکنیک تمام یا بخشی از قطعه مغناطیس شده و فلوی مغناطیسی از داخل قطعه عبور داده می‌شود. هر گاه عیبی در سطح یا نزدیکی سطح قطعه وجود داشته باشد باعث نشت فلوی مغناطیسی در قطعه می‌گردد و در نتیجه باعث به وجود آمدن دو قطب متفاوت آهن‌ریبا می‌گردد. با پاشیدن ذرات ریز فرومغناطیسی مانند اکسید آهن آغشته به مواد فلورسنت بر روی سطح قطعه می‌توان ترک را زیر نور ماوراء بنفش مشاهده نمود.



شکل ۱۳- تست ذرات مغناطیسی

۶.۱.۱.۱. انواع روش‌های تست ذرات مغناطیسی

- مغناطیسی کردن به وسیله کابل: گاهی اوقات ابعاد قطعات به اندازه‌ای بزرگ است که امکان استفاده از کوئل امکان‌پذیر نیست. وقتی این مسئله اتفاق می‌افتد، یک سیم مسی عایق شده (روپوش‌دار) را می‌توان برای ایجاد میدان مغناطیسی در ماده استفاده کرد. در این روش سیم (کابل) را به دور قطعه می‌چرخانیم (شبهه کوئل) تا یک میدان طولی در قطعه ایجاد شود.

³⁰ Magnetic Test

- روش پراد: پراد وسیله‌ای است که با استفاده از عبور جریان از میله‌های مسی موجب ایجاد یک میدان مغناطیسی موضعی می‌شود. بطور کلی با روش پراد بیشترین قدرت آشکارسازی برای عیوب موازی خط جوش وجود دارد.
- روش یوک: یوک قطعه‌ای است فلزی و ل شکل با یک سیم‌پیچ پیچیده شده دور آن که جریان را از خود عبور می‌دهد. هنگامی که کویل حامل جریان شود در امتداد قطعه یوک، یک میدان مغناطیسی طولی در قطعه تست ایجاد می‌شود. در میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط یوک میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند ذرات آهن را به شدت جذب کند و جهت بررسی عیوب سطحی به کار رود. اگر ذرات آهن در میدان میان دو قطب یوک اعمال شود. علائم عیوب سطحی را به آسانی می‌توان مشاهده نمود. جریان متناوب یکی از مناسب‌ترین جریان‌های الکتریکی به منظور منبعی برای تست ذرات مغناطیسی است.



شکل ۱۴- نمایی از روش یوک

ذرات مورد استفاده در تست مغناطیسی از موادی که به دقت از لحاظ مغناطیس شوندگی، شکل و قابلیت نفوذپذیری انتخاب شده‌اند می‌باشند. این ذرات، مغناطیس باقیمانده را در خود نگه نمی‌دارند. این ذرات از براده‌های تراشکاری هم کوچک‌ترند و در حقیقت این ذرات شبیه پودر می‌باشند. ذرات بر مبنای روش‌های استفاده آن‌ها به دو گروه خشک و تر طبقه‌بندی می‌شوند. ذرات مغناطیسی توسط نشت میدان مغناطیسی جذب می‌شوند و تجمع ذرات در محل عیب و نشت میدان می‌توان موجب آشکار شدن علائم عیب شود.

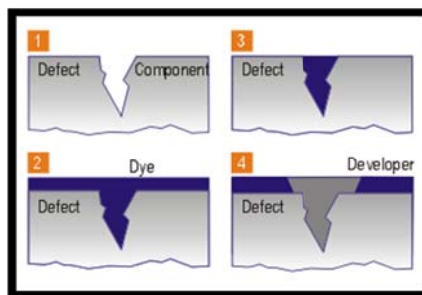
تست ذرات مغناطیسی شامل هفت مرحله اصلی می‌باشد که این مراحل به ترتیب شامل:

- آماده‌سازی سطح قطعه
- برقرار کردن یک میدان دایروی در قطعه
- بازرسی برای علائم عیوب طولی
- برقرار کردن یک میدان طولی در قطعه
- بازرسی برای علائم حاصل از عیوب عرضی
- مغناطیس‌زدایی
- تمیز کردن کامل سطح قطعه از مواد تست

۶.۱.۲. تست مایع نافذ

تست مایع نافذ، یکی از روش‌های آزمایش غیرمخرب است که موجب آشکارسازی عیوب سطحی می‌شود و لذا تست مایع نافذ روشی است که در جهت پیدا کردن ناپیوستگی‌های سطحی به کار برده می‌شود. عموماً همه مواد (به جز مواد با سطح متخلخل) را می‌توان به وسیله این روش و به طور معمول تست نمود. بطور خلاصه، روش انجام این تست به صورت ذیل است:

ابتدا مایع نافذ بر روی سطح قطعه اعمال می‌شود. سپس بعد از گذشت مدت زمان معینی، مایع نافذ اعمال شده از سطح پاک می‌شود و ماده ظاهرکننده بر روی سطح اعمال می‌شود. بعد از مدت زمان معین، مایع نافذ نفوذ کرده در ناپیوستگی‌های سطحی بیرون کشیده شده و علائم کاملاً مشخص را در روی سطح آشکار می‌کند. با استفاده از این روش می‌توان عیوبی از قبیل ترک‌ها، حفرات گازی و درزهای سطحی را آشکار نمود.



شکل ۱۵- مراحل تست مایع نافذ

حال به طور خلاصه مراحل تست مایع نافذ را بررسی می‌کنیم:

- آماده سازی سطح

سطح تست را باید کاملا تمیز نمود و هر گونه عوامل مزاحم و زائد از قبیل آلودگی‌ها، چربی‌ها، گریس و روغن، جرقه جوش، پوسته اکسیدی و ... را باید از سطح پاک کرد که این کار را می‌توان با کهنه آغشته به مواد پاک‌کننده و یا در صورت نیاز به وسیله برس سیمی یا سنگ جت و یا سندبلاس انجام داد.

- اعمال مایع نافذ

بعد از مرحله تمیزکاری سطحی، باید مایع نافذ را بر روی سطح اعمال نمود که این عمل را با توجه به امکانات و یا شرایط قطعه می‌توان بوسیله اسپری کردن، غوطه‌وری قطعه در مخزن نافذ و یا به وسیله فرچه رنگ انجام داد.

- پاک کردن مایع نافذ اضافی

بعد از گذشتن زمان معین (معمولا بین ۵ تا ۳۰ دقیقه) که بستگی به شرایط سطحی و حساسیت قطعه دارد، باید سطح را از مایع نافذ اضافی پاک کرد که این عمل را عموما با پارچه آغشته به محلول پاک‌کننده که توسط شرکت سازنده نافذ توصیه می‌شود و یا آغشته به آب (برای نافذ پاک‌شونده با آب) باید به دقت انجام داد ولی باید توجه کرد که از اعمال محلول پاک‌کننده به طورمستقیم بر روی سطح تست خودداری شود چون احتمال خروج مایع نافذ از درزها و ناپیوستگی‌های سطحی وجود دارد. و در این صورت آشکارسازی عیب مختل می‌شود. رنگ یک ماده نافذ عموما قرمز است.

- اعمال ماده ظاهرکننده بر روی سطح

این ماده عموما از ذرات شبیه گچ به طور خشک و یا محلول در این ماده نفتی تشکیل شده و طبق خاصیت اسمز (موئینگی) موجود بیرون کشیدن مایعات نافذ از درزها و ناپیوستگی‌ها می‌شود. (رنگ این ماده عموما سفید است) و لذا علائم حاصل از عیوب (رنگ قرمز) در این زمینه سفید (ماده ظاهرکننده) آشکار می‌شود و با وضوح خوبی قابل روئیت می‌شود.

باید توجه داشت که عملیات بازرسی را بعد از گذشت زمان معین (معمولا ۱۵ تا ۳۰ دقیقه) انجام داد تا از خروج مایع نافذ از درزها توسط ظاهرکننده اطمینان حاصل شود.

روش تست مایع نافذ راهی موثر و مطمئن جهت تشخیص ناپیوستگی‌های موجود در سطح یک ماده غیرمتخلخل است. ناپیوستگی‌های متداول که از طریق این روش مورد شناسایی قرار می‌گیرند، ترک‌ها، رگه‌ها و درزها، روی هم افتادگی‌ها، جوش‌های سرد، ناخالصی‌های لایه‌ای و خلل و فرج‌ها می‌باشند.

در واقع، مایع نافذ جهت تست سطح و ورود به ناپیوستگی‌های سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تمامی مایع نافذ اضافی پاک شده، قطعه خشک شده و سپس یک ظاهرکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. وظیفه ظاهرساز، علاوه بر جذب و خشک کردن مایع نافذی که در ناپیوستگی‌ها نفوذ کرده، ایجاد اختلاف فاحش بین پس‌زمینه و نشانه‌های مایع نافذ می‌باشد.

رنگ‌های مایع نافذ یا به صورت رنگ‌های کنتراستی (که تحت نور سفید قابل مشاهده می‌باشند) یا فلورسنتی (قابل مشاهده در نور ماورای بنفش) می‌باشند.

تست مایع نافذ باید بر اساس یک رویه نوشته شده انجام شود. هر رویه، حداقل باید دارای اطلاعات کاربردی زیر باشد:

الف) مواد، اشکال یا ابعادی که باید مورد تست قرار گیرند و محدوده تست.

ب) نوع هر مایع نافذ، پاک‌کننده مایع نافذ، امولسیفایر یا همان ماده آمیزنده و آشکارساز.

پ) جزئیات فرآیند برای تمیزکاری و خشک کردن پیش تست، شامل مواد تمیزکننده‌ای که به کار می‌روند و کمترین زمان مجاز برای خشک‌کاری.

ت) جزئیات فرآیند برای به‌کارگیری مایع نافذ: مدت زمانی که مایع نافذ باید بر روی سطح تست باقی بماند (زمان سکون)، دمای سطح و مایع نافذ در حین تست در شرایط خارج از محدوده ۱۰ تا ۵۲ درجه سانتی‌گراد.

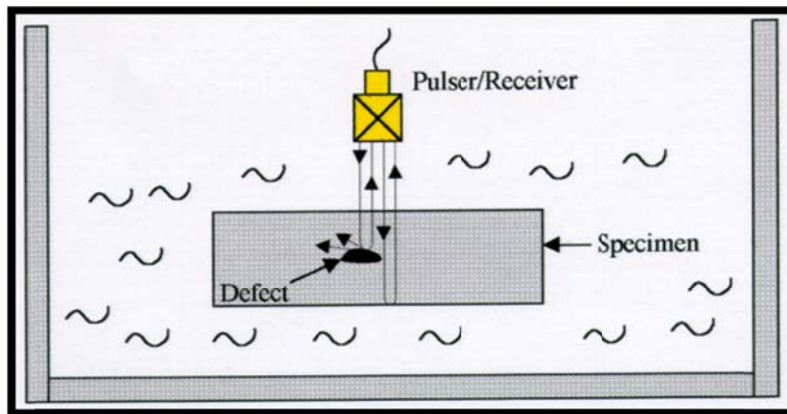
ث) جزئیات فرآیند برای پاک کردن مایع اضافی از سطح و خشک کردن مایع اضافی پیش از استفاده از آشکارساز.

ج) جزئیات فرآیند برای به‌کارگیری آشکارساز و طول مدت آشکارسازی پیش از تفسیر نتایج.

چ) جزئیات فرآیند برای تمیزکاری پس از تست.

۶.۱.۳. تست التراسونیک

در این روش امواج مافوق صوت با فرکانس‌های بالا به درون قطعه فرستاده می‌شوند. این امواج در مواد (قطعات) با دانه‌بندی ریز، می‌توانند مسافت زیادی را طی کنند. فرکانس مورد استفاده بین ۰.۱ تا ۲۵ مگاهرتز می‌باشد. سرعت صوت در جامدات معمولاً بین ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر بر ثانیه می‌باشد. به این ترتیب طول موج صوت مورد استفاده می‌تواند بین ۰.۱ تا ۱۰ میلی‌متر باشد. تکنیک کار معمولاً بدین صورت است که با قرار دادن پراب بر روی قطعه کار امواج صوتی به درون آن فرستاده می‌شود که در صورت وجود عیب در داخل قطعه (به علت تغییر امپدانس) موجب انعکاس جزئی کل امواج می‌گردد. پالس فرستاده شده انعکاسات بر روی صفحه CRT نمایش داده می‌شود و با کالیبره نمودن صفحه CRT بر حسب یک پالس مرجع که معمولاً انعکاس از دیوار پشت قطعه و یا سطح منعکس‌کننده می‌باشد، می‌توان فاصله عیب از سطح قطعه را مشخص نمود.

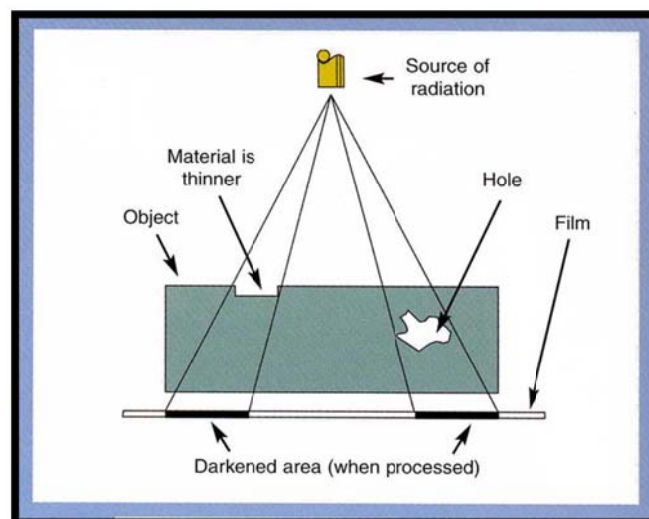


شکل ۱۶- نمایی از تست التراسونیک

۶.۱.۴. تست رادیوگرافی^{۳۱}

اساس رادیوگرافی صنعتی بر پایه میزان جذب و نفوذ پرتو در قطعات می‌باشد که ضخامت قطعه و دانسیته قطعه به میزان جذب و نفوذ پرتو وابسته می‌باشد که در مناطقی که ضخامت کم است، دانسیته نیز کم بوده و جذب پرتو کم و نفوذ پرتو زیاد می‌باشد. جذب و نفوذ پرتو با هم رابطه عکس دارند.

مناطق که میزان جذب پرتو کم باشد و طبیعتاً نفوذ پرتو زیاد باشد، در روی فیلم تصاویر سیاه‌تری ایجاد می‌کنند و بر عکس زمانی که میزان جذب پرتو زیاد باشد و نفوذ پرتو کم باشد تصاویر روی فیلم بسیار روشن می‌باشند. سرب در طبقه فلزاتی قرار دارد که چگالی زیادی دارد. در بین فلزات موجود روشن‌ترین فیلم مربوط به سرب با بیشترین دانسیته می‌باشد. در تست‌های رادیوگرافی صنعتی از پرتوهای ایکس و گاما استفاده می‌شود.



شکل ۱۷- نمایی از تست رادیوگرافی

پرتوهای گاما در اثر واپاشی هسته ایزوتوپ‌های رادیواکتیو ایجاد می‌شود که در رادیوگرافی صنعتی اغلب از ایزوتوپ‌های مصنوعی مانند ایریدیوم ۱۹۲، کبالت ۶۰، سزیم ۱۳۷، استفاده می‌شود. این چشمه‌های پرتوزا به منظور رسیدن به سطح پایدار، دائماً واپاشی نموده و پرتوهایی نظیر آلفا-بتا و گاما تولید می‌کنند. نفوذ پرتوهای آلفا و بتا کم می‌باشد. بنابراین عملیات رادیوگرافی با پرتو گاما انجام می‌شود، این چشمه‌ها داخل محفظه دوربین نگهداری می‌شوند. پرتوهای ایکس به صورت الکتریکی و از طریق تیوب اشعه

³¹ Radiographic test

ایکس تولید می‌شود و عملکرد تولید این اشعه به این صورت است که وقتی الکترون‌ها با سرعت زیاد با یک ماده برخورد می‌کنند. انرژی جنبشی آن‌ها به پرتوهای ایکس تبدیل می‌شود. حرکت الکترون‌ها تحت شرایط خلأ می‌باشد که این حرکت در داخل تیوب است.

۶.۲. تست‌های ریخته‌گری فولاد

تمامی فولادهای ریخته‌گری شده توسط تست‌های ذرات مغناطیسی و مایع نافذ و رادیوگرافی مورد آزمایش قرار می‌گیرند.

۶.۲.۱. الزامات تست

تمامی قطعات ریخته‌گری شده با ضخامت کمتر از ۴.۵ اینچ (۱۱۴ میلی‌متر) باید از طریق زیر مورد تست قرار گیرند:

✓ تمامی قسمت‌های بحرانی باید تحت تست رادیوگرافی قرار گیرند. در این مورد برای ضخامت‌های تا ۲ اینچ (۵۱ میلی-متر) تست‌های رادیوگرافی باید مطابق با استاندارد ASTM E 446 باشند. سطح شدت مورد قبول برای عیوب، باید مطابق با جدول زیر باشد:

جدول ۱۷- سطح شدت مورد قبول برای عیوب

بیشینه شدت		نوع عیب
ضخامت کمتر از ۱ اینچ	ضخامت بین ۱ تا ۲ اینچ	
۱	۲	خلل و فرج گاز
۲	۳	شن و سرباره
۱	۳	چروک‌خوردگی ۴ نوع
۰	۰	ترک‌ها
۰	۰	ترک داغ
۰	۰	داخل‌شونده‌ها
۰	۰	لک‌ها و خال

✓ برای قطعات ریخته‌گری شده با ضخامتی از ۲ اینچ تا ۴.۵ اینچ (۵۱ میلی‌متر تا ۱۱۴ میلی‌متر)، رادیوگرافی باید بر اساس ASTM E 186 انجام شود. بیشینه شدت مورد قبول برای عیوب طبق جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱۸- سطح شدت مورد قبول برای عیوب

بیشینه شدت	نوع عیب
۲	خلل و فرج گاز
۲	شن و سرپاره
	چروک خوردگی
۱	نوع ۱
۲	نوع ۲
۳	نوع ۳
۰	ترک‌ها
۰	ترک داغ
۰	داخل شونده‌ها

لازم به ذکر است که منظور از نقاط بحرانی، قسمت‌هایی می‌باشند که تغییرات ناگهانی سطح مقطع در آن‌ها رخ می‌دهد.

✓ تمامی سطوح، شامل قسمت‌هایی که برای نشستن واشر، ماشین‌کاری شده‌اند باید توسط تست‌های ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ، مورد آزمایش قرار گیرند. زمانی که عملیات ریخته‌گری نیازمند عملیات حرارتی باشد، این آزمون‌ها باید پس از عملیات حرارتی انجام شوند.

✓ نشانه‌های سطحی که توسط تست ذرات مغناطیسی تعیین می‌شوند باید با نشانه‌هایی که در استاندارد ASTM E 125 آورده شده‌اند، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرند و در صورت تجاوز از حدود مجاز زیر، باید قطعه معیوب اعلام گردد.

جدول ۱۹- سطح مورد قبول برای عیوب

درجه	نوع
تمام درجات	ناپیوستگی‌های خطی (ترک داغ، ترک‌ها)
۲	چروک خوردگی
۳	دخول
۱	سردشدگی‌ها و دانه دانه شدن‌ها
۱	خلل و فرج

✓ نشانه‌های سطحی که توسط تست مایع نافذ ایجاد می‌شوند در صورتی که از حدود زیر تجاوز کنند، مورد قبول نمی‌باشند:

- تمامی ترک‌ها و ترک‌های داغ
- برای هر گروه شامل ۶ نشانه خطی در یک منطقه مستطیلی با طول و عرض بیش از ۱.۵ اینچ در ۶ اینچ (۳۸ در ۱۵۲ میلی‌متر)، در یک منطقه دایروی با قطر کمتر از ۳.۵ اینچ (۸۹ میلی‌متر).
- دیگر نشانه‌های خطی با طول بیش از ۰.۲۵ اینچ (۶ میلی‌متر) برای ضخامت‌های تا ۰.۷۵ اینچ (۱۹ میلی‌متر)، شامل ۱/۳ ضخامت برای قطعات با ضخامت بین ۰.۷۵ اینچ تا ۲.۲۵ اینچ (۱۹ تا ۵۷ میلی‌متر) و بیش از ۰.۷۵ اینچ (۱۹ میلی‌متر) طول برای ضخامت‌های بیش از ۲.۲۵ اینچ (۵۷ میلی‌متر).
- در تمامی موارد بالا فاصله هر عیب از عیب دیگر، به طولی برابر با طولانی‌ترین عیب، مورد قبول می‌باشد.
- تمامی نشانه‌های عیوب غیرخطی با ابعادی بیشتر از ۳/۱۶ اینچ (۴.۸ میلی‌متر).
- ✓ تمامی قطعات ریخته‌گری با ضخامت بیش از ۴.۵ اینچ (۱۱۴ میلی‌متر) یا کمتر، که در سیستم‌های بسیار قوی و پرفشار مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق زیر مورد تست قرار گیرند:
- هر قطعه ریخته‌گری شده باید به طور ۱۰۰ درصدی مورد بازبینی چشمی قرار گرفته و جهت تکمیل تست، می‌توان از هر یک از تست‌های ذرات مغناطیسی یا تست مایع نافذ بهره برد.
- تمامی قطعات ریخته‌گری شده با ضخامت تا ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) باید تحت تست رادیوگرافی قرار گیرند و مطابق با استاندارد ASTM E 280 مورد بازبینی قرار گیرند. بیشینه شدت مورد قبول برای عیوب طبق جدول زیر می‌باشد:

جدول ۲۰- سطح مورد قبول برای عیوب

بیشینه شدت	نوع عیب
۲	خلل و فرج گاز
۲	شن و سرپاره
	چروک‌خوردگی
۲	نوع ۱
۲	نوع ۲
۲	نوع ۳
۰	ترک‌ها

•	ترک داغ
•	داخل شونده‌ها

- برای قطعات ریخته‌گری با ضخامتی بیش از ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر)، تمامی قطعات با ضخامت کمتر از این مقدار باید تحت تست رادیوگرافی قرار گرفته و تمامی قطعات با ضخامت بیش از این مقدار باید تحت تست التراسونیک قرار گیرند.

۶.۳. تست‌های ریخته‌گری چدن

عیوب طبیعی ریخته‌گری چدن، شامل برخی از عیوب کلان، مانند سوراخ‌های هوا، دخول شن و ماسه، دخول سرباره، انقباض و حفره‌های جمع‌شدگی، و برخی از نقص‌های ریز، مانند نرخ گره‌گره شدن بی‌کیفیت و اندازه دانه بیش از حد بزرگ، و غیره می‌باشند. روش بازرسی به ریخته‌گری چدن شامل بازرسی چشمی، آزمایش ذرات مغناطیسی و تست اولتراسونیک می‌باشد. بازرسی چشمی قطعات بزرگ، که نیاز به سنگ‌زنی زیادی دارند، به طور معمول نیازمند شرایط زیر است:

- بدون ترک، بدون عملیات جوش و دخول شن و ماسه و یا سرباره
- بدون هیچ حفره‌های شن و ماسه یا سوراخ هوا آشکار
- پوسته پوسته شدن سرد و یا نقص عدم تطابق
- بدون خراش ماشین‌کاری و اثر و جای ماشین‌کاری

مراجع

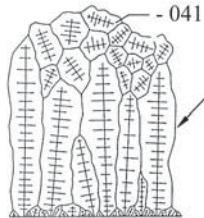
[۱]: روبرت اچ تاد- ترجمه مهندس اکبر شیرخورشیدیان، فرآیندهای تولید، نشر طراح، سال ۱۳۹۰

[۲]: سی دبلیو آمن، ترجمه سیروس زمانی، راهنمای ریخته‌گری، انتشارات فنی ایران، سال ۱۳۸۱

اصطلاحات و واژه‌های کاربردی در صنعت ریخته‌گری



- 040 **columnar crystals** بلورهای ستونی
بلورهای کشیده‌ای که ضمن انجماد، در جهت عمود بر سطح سرد کننده و بموازات جهت انجماد رشد میکنند.



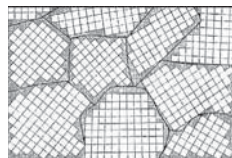
- 041 **equiaxed crystals, equiaxed crystals**

بلورهای هم محور
بلورهایی که جهت رشد معینی نداشته و ابعاد آنها در جهات مختلف، تقریباً یکسان است. در نواحی مرکزی شمشها و قطعات ریختگی دیده میشوند.

- 042 **columnar structure** ساختمان ستونی
ساختمان مَرکَب از بلورهای ستونی.

- 043 **equiaxed structure** ساختمان هم محور
ساختاری متشکل از بلورهای هم محور.

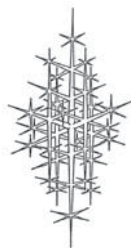
- 044 **grain** دانه
بلورهای ریزی که رشد آنها در اثر رشد بلورهای مجاور، در جهات مختلف متوقف شده است.



- 045 **grain boundary** مرز دانه
محل تلاقی دانه‌های متبلور شده در جهات مختلف.

- 046 **dendritic structure** ساختار دندریتی، ساختار شاخه وار
ساختار بلوری متشکل از دندریتهای یا بلورهای شاخه وار.

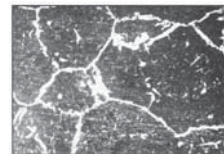
- 047 **dendrite** دندریت، شاخه وار
بلور مشابه شاخه درختان که در ساختار برخی آلیاژهای ریختگی و معمولاً هنگامیکه سرعت سرد شدن آهسته باشد مشاهده میگردد.



- 048 **homogeneous structure** ساختمان همگن
ساختار متشکل از یک فاز واحد.

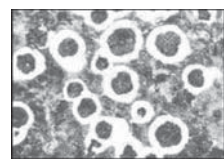
- 049 **heterogeneous structure** ساختمان ناهمگن
ساختار فلزی با بیش از یک فاز.

- 050 **network structure** ساختمان شبکه‌ای
ساختاری که در آن، یک جزء سازنده در مرز دانه‌های تشکیل دهنده‌گان دیگر متبلور میشود.



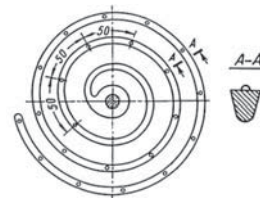
- 051 **(as) cast structure** ساختمان ریختگی
ساختمان بلوری فلز یا آلیاژ ریخته شده، در همان حال، و بی آنکه عملیات دیگری (مکانیکی یا حرارتی) بر روی آن انجام شده باشد.

- 052 **bull's-eye structure** ساختمان چشم گاو
ساختاری است در چندنهای نشکن که در آن، دانه‌های گرافیت کروی، در زمینه‌ای پرلیتی با حلقه‌ای از فریت احاطه شده‌اند.



- 053 **fusibility** سهولت ذوب
-054 **fluidity** روندگی

توانائی مذاب برای جاری شدن در قالب و پُر کردن آن. بستگی دارد به نحوه انجماد مذاب، ویسکوزیته و کشش سطحی آن، میزان گاز محلول، جنس قالب و غیره. اغلب با اندازه گیری طول مذابی که در قالب ماریپیچ استاندارد جاری میشود تعیین میگردد.



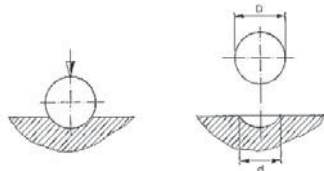
- 055 **castability** قابلیت ریخته‌گری
سهولت ریخته‌گری یک آلیاژ با روشهای معمول، و عدم نیاز به تکنیکهای پیچیده و پیشرفته برای ذوب، راهگاه گذاری، تغذیه گذاری و غیره.

- میلیمتر مربع است. حاوی ۳۲ تا ۴۰ درصد روی، تا ۶ درصد آلومینیوم، تا ۲/۵ درصد آهن و ۳ تا ۴ درصد منگنز. ورشو
- 284 german silver, nickel silver** **برنج استاندارد**
نام گروهی از آلیاژهای مس، روی و نیکل. دارای ۱۰ تا ۳۵ درصد نیکل، ۵ تا ۳۵ درصد روی و بقیه مس.
- 285 Monel (metal)** **برنج پلانما**
آلیاژی از مس و نیکل با ترکیب تقریبی ۶۷ درصد نیکل، ۳۰ درصد مس، و بقیه آهن، سیلیسیم و منگنز. مقاوم به خوردگی بوده و بویژه در برابر اسیدها مقاوم است.
- 286 gilding metal** **برنج قرمز**
برنجی با ۵ تا ۱۰ درصد روی که طلائی رنگ بوده و برای ساخت زیورات ارزاقیمت بکار می‌رود.
- 287 red brass, red metal** **برنج آلیاژهای مس و روی**
گروهی از آلیاژهای مس و روی با حداقل ۸۰ درصد مس. مقدار روی از ۴ تا ۱۵ درصد تغییر میکند و مقدار قلع، در صورت وجود، کمتر از روی است. گاهی حاوی اندکی سرب.
- 288 light (metal) alloy** **آلیاژ سبک**
آلیاژی که مبنای آن، فلزی است سبک. مانند آلیاژهای منیزیم، آلومینیوم، و تیتانیوم.
- 289 silumin** **سیلومین**
گروهی از آلیاژهای آلومینیوم با ۷ تا ۱۴ درصد سیلیسیم و اندکی از عناصر دیگر مانند منگنز، مس و غیره.
- 290 modified silumin** **سیلومین اصلاح شده**
آلیاژ سیلومین (289-) که با افزودن اندکی سدیم، قبل از ذوب ریزی، ساختمان و خواص آن بهبود یافته است.
- 291 duralumin** **دور آلومین**
گروهی از آلیاژهای سختی پذیر آلومینیوم، با منیزیم و مس. دارای ۰/۵ تا ۲/۵ درصد منیزیم، تا ۴/۲ درصد مس و مقادیری از عناصر دیگر، مانند آهن، منگنز و سیلیسیم.
- 292 antimonial lead, hard lead** **سرب سخت، سرب خشک**
خانواده آلیاژهای سرب و حداکثر ۳۰ درصد آنتیموان که در ساخت صفحات باطریها و تجهیزات صنایع شیمیایی بکار می‌روند. صنعتگران ایرانی، زاماک (297-) را "سرب خشک" مینامند.
- 293 antifriction metal** **آلیاژ ضد اصطکاک**
نامی عمومی و فراگیر برای کلیه آلیاژهایی که دارای ضریب اصطکاک پائینی هستند.
- آلیاژی با مبنای مس (حداقل ۵۰ درصد) که عنصر اصلی آلیاژی آن روی است.
- 273 standard brass** **برنج استاندارد**
نام اطلاق شده به برنج ۷۰/۳۰، یعنی برنجی با ۷۰ درصد مس و ۳۰ درصد روی.
- 274 cast brass** **برنج ریختگی**
- 275 yellow brass** **برنج زرد**
برنج طلائی رنگ با ترکیب تقریبی ۶۵ درصد مس و ۳۵ درصد روی.
- 276 alpha brass** **برنج آلفا**
آلیاژ مس و حداکثر ۳۸ درصد روی، با ساختاری یکنواخت از محلول جامد روی در مس.
- 277 aluminium brass** **برنج آلومینیوم دار**
برنج آلفا که جهت افزایش استحکام و بهبود مقاومت به خوردگی، حدود ۲ درصد آلومینیوم بدان افزوده میشود.
- 278 silicon brass** **برنج سیلیسیم دار**
برنج آلفا که جهت بهبود خواص ریخته‌گری و مقاومت به خوردگی، ۱ تا ۵ درصد سیلیسیم بدان افزوده میشود.
- 279 naval brass, navy brass** **برنج دریایی**
برنج ۴۰-۶۰ که با افزودن یک درصد قلع، مقاومت به خوردگی آن افزون شده است. دارای ۵۹ تا ۶۲ درصد مس، ۰/۵ تا ۱ درصد قلع و بقیه روی.
- 280 leaded brass** **برنج سرب دار، برنج سرب زده**
برنجی که جهت بهبود قابلیت ماشینکاری ۰/۵ تا ۳/۵ درصد سرب بدان افزوده شده است.
- 281 nickel brass** **برنج نیکل دار**
خانواده برنجهای نیکل دار با ۲ تا ۱۴ درصد نیکل. اغلب دارای مقادیر کمی از عناصر دیگر مانند آلومینیوم، آهن، منگنز و قلع.
- 282 tungsten brass, wolfram brass** **برنج تنگستن**
برنجی با سختی و استحکام بالا، دارای ۲ تا ۴ درصد تنگستن. دو ترکیب نمونه از این آلیاژ چنین است:
- ۶۰ درصد مس، ۳۴ درصد روی، ۳ درصد آلومینیوم و ۲ درصد تنگستن.
- ۶۰ درصد مس، ۲۲ درصد روی، ۱۴ درصد نیکل و ۴ درصد تنگستن.
- 283 high-tensile brass** **برنج استحکام بالا**
برنجی که استحکام کششی آن بیش از ۵۰ کیلوگرم بر

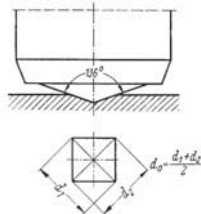
- رشته های باریکی که در تراشکاری فلزات ایجاد شده و بصورت آزاد یا پرس شده ذوب و بازیابی میگردند.
- 338- scrap (metal) قراضه**
نام عمومی و فراگیر انواع و اقسام ضایعاتی که جز برای ذوب مجدد، کاربرد دیگری ندارند.
- 339- bought scrap قراضه خریدنی، قراضه بیرونی**
قراضه مصرفی یک کارخانه ریخته گری که از واحدها و کارخانجات دیگر خریداری میشود.
- 340- (foundry) returns, return scrap, remelt, home scrap برگشتی، قراضه داخلی**
ضایعات یک کارخانه ریخته گری، که همانجا ذوب شده و استفاده میگردد. مرکب از راهگاهها، تغذیه ها، قطعات معیوب و غیره.
- 341- briquetted scrap, bundled scrap, packeted scrap, baled scrap قراضه پرس شده**
قراضه و ضایعات فلزی که بمنظور آسان کردن جابجایی و شارژ به کوره و نیز بخاطر کم کردن تلفات ذوب، با ماشینهای مخصوصی پرس شده و بصورت بسته هایی فشرده در می آید.
- 342- sprue قراضه راهگاه**
فلز منجمد شده راهگاه (04-02-006)، که به سیکل ذوب باز گردانیده میشود.
- 343- turnings تراشه**
- رشته های باریکی که در تراشکاری فلزات ایجاد شده و بصورت آزاد یا پرس شده ذوب و بازیابی میگردند.
- 344- borings سوفاله**
رشته های باریک فتر مانند که ضمن سوراخکاری فلزات ایجاد شده و بصورت آزاد یا پرس شده بازیابی میشوند.
- 345- swarf براده، قراضه ریزه***
باریکه و تراشه فلزات که ضمن ماشینکاری ایجاد شده و بصورت آزاد یا پرس شده، ذوب و بازیابی میگردند.
- 
- 346- runouts درز کرده، شاریده**
فلزی که از درز میان قالبهای معیوب بیرون ریخته است. جمع آوری شده و بازیابی میگردد.
- 347- splashings پاشه**
دانه های فلزی که ضمن ذوب ریزی، یا در اثر جوشیدن قالبهای معیوب به اطراف پاشیده میشود.
- 348- steel scrap, scrap steel آهن قراضه، قراضه فولاد**
349- (cast) iron scrap, scrap iron, foundry iron قراضه چدن

058- file hardness test سختی بینی با سوهان
روش ساده کارگاهی برای تخمین سختی قطعه فلزی
بکمک سوهانی معمولی یا یک سری سوهان با سختی
معلوم. سختی سوهانهای معمولی فولادی بین ۶۲ تا ۶۵
است (در مقیاس راکول C)

059- brinell hardness سختی برینل
سختی یک فلز یا آلیاژ در اندازه گیری به روش برینل. در
این روش قطر فرورفتگی ایجاد شده در اثر فشار وارده
از یک گوی فولادی به قطر ۱۰ میلیمتر، تحت نیروی
۳۰۰۰ کیلوگرم (برای فولادها)، اندازه گیری شده و مقدار
سختی توسط نمایانگر دستگاه نشان داده میشود.



060- Vickers hardness, diamond pyramid hardness [D.P.H] سختی ویکرز
سختی یک فلز یا آلیاژ در مقیاس ویکرز. در این روش
قطر فرورفتگی ایجاد شده در نمونه، در اثر فشار خننده‌ای
از الماس به شکل هرم مربع القاعده‌ای با زاویه رأس
۱۳۶ درجه، تحت نیروی معین، اندازه گیری شده و میزان
سختی، توسط نمایانگر دستگاه نشان داده میشود.



061- rockwell hardness سختی راکول
سختی یک فلز یا آلیاژ، در اندازه گیری به روش راکول.
در این روش، عمق نفوذ ساچمه‌ای فولادی بقطر 1/16
اینچ، تحت نیروی ۱۰۰ کیلوگرم (مقیاس B)، یا مخروطی
از الماس با زاویه رأس ۱۲۰ درجه، تحت نیروی ۱۵۰
کیلوگرم (مقیاس C)، اندازه گیری شده و مقدار سختی
توسط نمایانگر دستگاه نشان داده میشود.

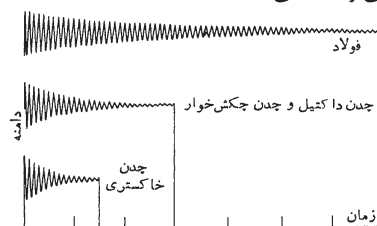
062- hardness tester, hardness tester سختی سنج
دستگاهی برای اندازه گیری سختی فلزات و آلیاژها.

063- indenter, penetrator خننده، نفوذ کننده
در دستگاه سختی سنج، ابزاری است استاندارد با شکل

هندسی معین، از جنس الماس یا فولاد آبداده که تحت
نیروی معین بر سطح نمونه مورد آزمایش فشرده میشود.

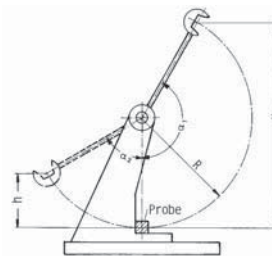
064- standard hardness block سختی نمای استاندارد، سنج
بلوک فلزی استاندارد با سختی معین که برای کنترل
صحت کارکرد دستگاه سختی سنج و کالیبره کردن آن
بکار میرود.

065- damping capacity قابلیت جذب ارتعاش
توانایی فلزات و آلیاژها برای جذب و میراندن ارتعاشات
صوتی و مکانیکی.



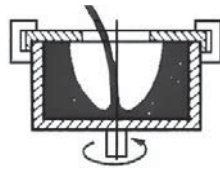
066- Impact test آزمایش ضربه
آزمایشی برای تعیین استحکام ضربه‌ای یا مقاومت به
ضربه مواد جامد، توسط قرار دادن نمونه‌ای استاندارد در
مسیر حرکت وزنه‌ای که به انتهای یک آونگ متصل
بوده و پس از رها شدن از ارتفاعی معین، با نمونه برخورد
نموده و آنرا میشکند. انرژی لازم برای شکستن نمونه
محاسبه شده و استحکام ضربه‌ای آن تعیین میگردد.

067- Charpy (impact) test آزمایش (ضربه) شارپی
از روشهای استاندارد آزمایش ضربه که در آن نمونه‌ای
شکاف دار که بطور افقی از دو طرف مهار شده است، از
پشت طرف شکاف دار در معرض برخورد وزنه‌ای که به
انتهای یک آونگ متصل است قرار میگیرد.



068- Izod (impact) test آزمایش (ضربه) ایزود
از روشهای استاندارد آزمایش ضربه که در آن نمونه‌ای
شکاف دار که بطور ایستاده و از پایین مهار شده است، از
بالای سمت شکاف دار در معرض برخورد وزنه‌ای که
به انتهای یک آونگ متصل است قرار میگیرد.

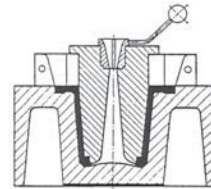
و دقیقاً" به یک معنا، مُصطلح است.



-025 semi-centrifugal casting

ریخته‌گری گریز از مرکز مَجازی

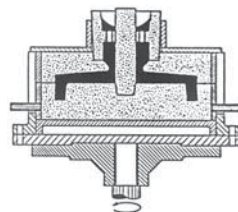
ریخته‌گری گریز از مرکز در قالب ماهیچه‌داری که حول محور قطعه دوران میکند. در این روش، برای رساندن مذاب به محفظه قالب، باید از سیستم راهگاهی مناسب استفاده شود.



-029 semi-permanent mold casting

ریخته‌گری در قالب نیمه دائم

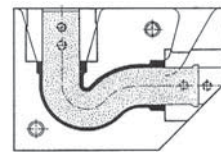
ریخته‌گری در قالبهای فلزی دائمی با استفاده از ماهیچه‌های یکبار مصرف ماسه‌ای.



-026 centrifuge (d) casting, centrifuging, center spinning

ریخته‌گری گریز از مرکز شعاعی

ریخته‌گری گریز از مرکز در قالبی که حول محور راهگاه عمودی مشتری که محفظه‌های قالب گرداگرد آن قرار گرفته‌اند، دوران میکند.



-030 chill casting چدن ریزی در قالب سرد

ریخته‌گری چدن در قالبهای فلزی، با هدف سرد کردن سریع آن و حصول قطعه‌ای با مقاومت سایشی مطلوب.

-031 chill casting ریخته‌گری با مُبرَد

ریخته‌گری در قالبهایی که در آنها، جهت کنترل و بهبود مُدل انجمادی، از مُبرَد (04-09-020) استفاده میشود.

-032 graphite mould casting

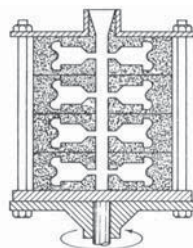
ریخته‌گری در قالب گرافیتی

ریخته‌گری در قالبهای چند بار مصرف گرافیتی.

-033 rubber mould casting

ریخته‌گری در قالب لاستیکی

ریخته‌گری در قالبهای چند بار مصرف از جنس نوعی لاستیک مقاوم به حرارت. در تولید قطعات کوچک از آلیاژهای زود ذوب، بکار گرفته میشود. ← 027-



-027 spin casting ریخته‌گری دورانی

ریخته‌گری گریز از مرکز شعاعی (026-) در قالب مقاوم به حرارت لاستیکی (اغلب silicone rubber)، برای تولید قطعات کوچک از آلیاژهای زود ذوب.

-034 plaster mould casting ریخته‌گری در قالب گچی

روش ریخته‌گری با استفاده از قالبهای ساخته شده از گچ فرنگی و افزودنیهای دیگر. در تولید قطعاتی با دقت ابعادی بالا، از آلیاژهای غیر آهنی، بکار میرود.

-035 evaporative (pattern) casting [E.P.C], lost pattern casting, lost foam casting, cavity-less casting, full mould casting, full mould process ریخته‌گری در قالب پُر، ریخته‌گری با مُدل نُفالی

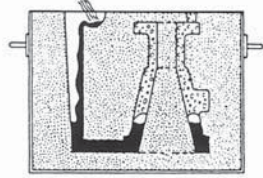
روش ریخته‌گری که در آن، از مدل‌های یکبار مصرف ساخته شده از پلی متیل متا آکریلات (poly-methyl methacrylate, PMMA)، یا پلی استایرن منبسط شده (expanded polystyrene, E.P.)، که در ماسه قالبگیری مدفون میگردد، استفاده میشود. هنگام ذوب



-028 permanent mold casting, gravity die casting

ریخته‌گری در قالب دائمی، ریژه ریزی، ریچه ریزی ریخته‌گری در قالب دائمی فلزی که در آن، مذاب تحت اثر وزن خود و بی آنکه نیروی دیگری بدان اعمال شود وارد محفظه قالب میگردد. gravity die casting در انگلستان و permanent mold casting در آمریکا،

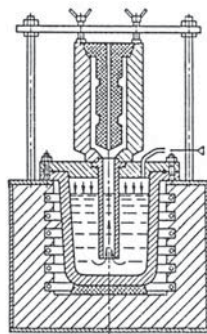
ریزی، مدل در اثر حرارت مذاب سوخته و بخار میشود و جای آنرا فلز مذاب اشغال میکند.



- 036 **replicast process** همانند ریزی، مانند ریزی ریخته‌گری با مدل یکبار مصرفی که عیناً مشابه قطعه مورد نظر بوده (با اندک تفاوت اندازه، متناسب با انقباض آلیاژ)، و با تزریق فوم در قالبی آلومینیومی تولید میشود.

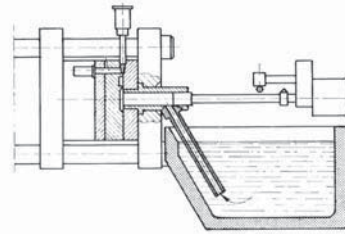


- 037 **low-pressure die casting** ریخته‌گری با فشار کم، ریخته‌گری کم فشار روش ریخته‌گری که در آن، مذاب تحت اثر هوای فشرده (با فشار ۰/۵ تا یک اتمسفر) که بر سطح مذاب اعمال میشود-از طریق کانالی عمودی، از پائین وارد محفظه قالب میشود.



- 038 **(pressure) die casting** ریخته‌گری تحت فشار تولید قطعات ریختگی با دقت ابعادی بالا، با ماشین ویژه‌ای که مذاب را با یک پیستون، بدون قالبی فلزی تزریق میکند. ← فصل هفتم

- 039 **evacuated die casting, vacuum (pressure) die casting** ریخته‌گری تحت فشار با خلاء روش ریخته‌گری تحت فشار که در آن، ابتدا با تخلیه هوای قالب، مذاب بدون سیلندر تزریق ماشین مکیده شده و سپس توسط پیستون، بدون قالب تزریق میگردد.

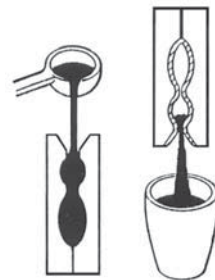


- 040 **static casting** ریخته‌گری در قالب ثابت ریخته‌گری در قالبهایی که ضمن ریختن و انجماد مذاب ساکن بوده و حرکتی ندارند. در مقایسه با ریخته‌گری گریز از مرکز، و ریخته‌گری لرزشی.

- 041 **vibrational casting** ریخته‌گری لرزشی روش ریخته‌گری که در آن، قالب ضمن سرد شدن و انجماد مذاب، به روش مناسبی لرزانیده میشود. لرزانیدن قالب-ضمن انجماد مذاب-باعث شکستن بلورهای اولیه و تعدد مراکز تبلور شده و ساختمانی ریز دانه ایجاد میکند.

- 042 **vacuum casting** ریخته‌گری در خلاء روشی که در آن، ذوب ریزی در شرایطی انجام میشود که قالب، در محفظه بسته‌ای که هوای درون آن تخلیه شده است، قرار دارد.

- 043 **slush casting** ریخته‌گری لوشه‌ای* روشی در تولید قطعات تو خالی، بدون استفاده از ماهیچه. در این روش پس از ریختن مذاب بدون قالب فلزی و تشکیل پوسته‌ای از فلز جامد در جوار دیواره‌ها، قالب گردانیده شده و مذاب باقیمانده تخلیه میشود. در تولید قطعات تزئینی مانند پایه شمعدان، پایه چراغ و مجسمه‌ها استفاده میشود و آلیاژهایی بکار میروند که خاصیت انجماد پوسته‌ای داشته و محدوده انجماد وسیعی دارند.

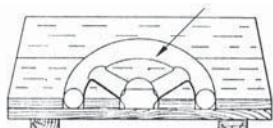


* slush بمعنای آبی که بخشی از آن یخ زده و بخشی هنوز مایع است. برفاب، مخلوط جامد و مذاب. معادل "لوشه" برای این لغت، ماخوذ از فرهنگ دکتر حسایی.

مدلها patterns

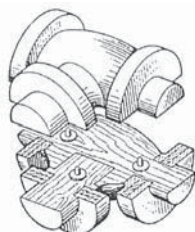
- 001 **solid pattern, unsplit pattern, single piece pattern, one-piece pattern** مدل یک تکه

مدل یکپارچه و بدون سطح جدایش.



- 002 **cope and drag pattern, two-piece pattern** مدل دو نیمه

مدل متشکل از دو تکه مجزا، با یک سطح جدایش، که با هر یک از آنها، نیمه ای از قالب فرم گیری میشود.

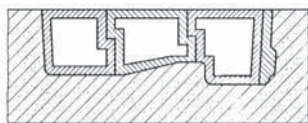


- 003 **split pattern, parted pattern, divided pattern** مدل چند تکه

مدلی که از دو یا چند تکه مجزا از هم تشکیل شده و دارای حداقل دو تکه و یک سطح جدایش است.

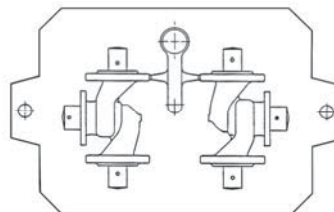
- 004 **built-up pattern, multiple-piece pattern, multiple-part pattern** مدل مُرُکب

مدل متشکل از سه تکه یا بیشتر، دارای حداقل دو سطح جدایش. این نوع مدلها اغلب برای ریخته‌گری قطعات بزرگ و سنگین ساخته میشوند.



- 005 **mounted pattern** مدل نصب شده

مدلی که هر یک از نیمه‌های آن، جهت بالا بردن دقت ابعادی قطعه ریخته‌گری و سرعت تولید، بر صفحه مدلی چوبی یا فلزی نصب شده است.

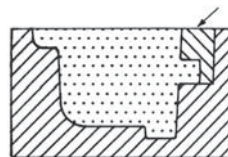


- 006 **loose pattern, unmounted pattern** مدل آزاد

مدلی که بر صفحه مدل نصب نشده است.

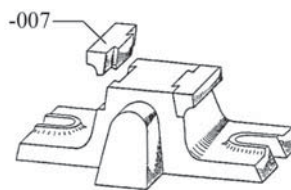
- 007 **loose piece, loose part** قطعه آزاد

- تکه ای از مدل که هنگام بیرون کشیدن، درون ماده قالبگیری جا مانده و بعداً "بیرون آورده میشود." ← -008
- تکه ای جدا شونده که هنگام بیرون آوردن ماهیچه، از جعبه ماهیچه مُنَفک شده و خارج میشود.

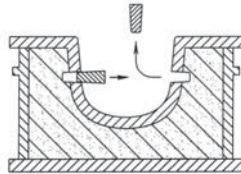


- 008 **loose-piece pattern** مدل با قطعه آزاد

مدلی که دارای یک یا چند قطعه آزاد است.



- 009 drawback قطعه آزاد پس رو
تکه ای از مدل که پیش از بیرون کشیدن مدل از ماده قالبگیری، باید از مدل جدا شود.



- 010 natural pattern مدل طبیعی
مدلی که عیناً مشابه قطعه ای است که قرار است با آن تولید شود. بدون ریشه ماهیچه و قطعات آزاد.



- 011 double contraction pattern, master pattern مدل اولیه، مدل مادر، مدل دو انقباضی
مدلی که اضافه اندازه دو انقباض بر ابعاد آن منظور شده و مدل فلزی که با استفاده از آن ریخته میشود، بعنوان مدل کاری جهت تولید قطعه مورد نظر بکار میرود.

- 012 single contraction pattern, production pattern, working pattern مدل تک انقباضی، مدل کاری
مدلی که با مدل مادر ریخته شده و جهت تولید قطعه ریختگی بکار میرود.

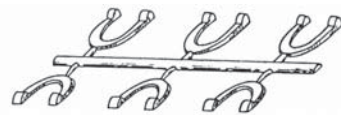
- 013 standard pattern مدل استاندارد
مدلی که بعنوان مینا، جهت ساخت یا کنترل مدل کاری بکار میرود.

- 014 temporary pattern مدل موقت
مدل ارزانیتمی که جهت تولید تعداد محدودی از یک قطعه ریختگی ساخته میشود.

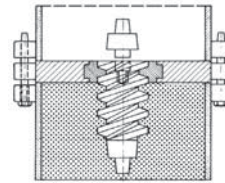
- 015 simplified pattern مدل ساده شده
مدلی که تنها بخشی از محفظه قالب را در ماده قالبگیری ایجاد میکند و بقیه محفظه با دست ساخته میشود.

- 016 gating pattern مدل راهگاه
مدلی که محفظه سیستم راهگاهی را در ماده قالبگیری ایجاد میکند.

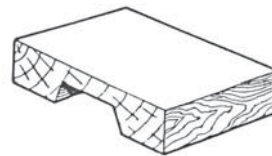
- 017 gated pattern مدل راهگاه دار
مدلی که سیستم راهگاهی متصل بخود داشته و پس از قالبگیری، نیازی به ایجاد راهگاهها با دست نیست.



- 018 screw pattern مدل پیچی



- 019 flat (-back) pattern مدل (پشت) تخت

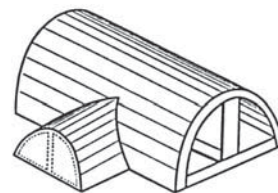


- 020 skeleton pattern مدل اسکلتی، مدل کلافی
مدل ساده شده (015-01)، ساخته شده از کلافهای چوبی، که در قالبگیری دستی قطعات بزرگ بکار میرود.

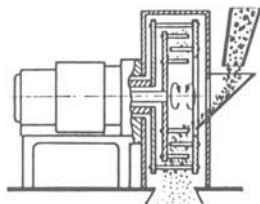


- 021 faked pattern مدل متحنی، مدل قوس دار
مدلی که عمداً، در جهت معینی، قوس دار ساخته شده تا تغییر شکل ناشی از تنشهای انقباضی را جبران نموده و قطعه ای به شکل صحیح و مطلوب حاصل آید.

- 022 slatted pattern مدل توفال کوب، مدل تخته کوب
مدلی تو خالی که با کوبیدن تخته های نازک بر اسکلتی چوبی ساخته میشود.



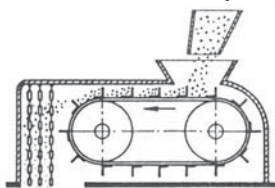
- 023 heat disposable pattern, fusible pattern مدل ذوب شونده، مدل ذوب شدنی
مدل ساخته شده از یک ماده زود ذوب مانند موم، که در اثر گرمایی اندک ذوب شده و پس از خروج از درون ماده قالبگیری، محفظه ای متناظر شکل خود بر جای میگذارد.



-039 belt-type disintegrator, belt aerator

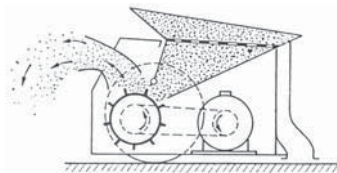
جدا کننده تسمه ای

جدا کننده ای متشکل از یک تسمه لاستیکی مدار بسته که تعدادی تسمه کوتاه فولادی بر روی آن پرچ شده و با سرعت زیاد حرکت میکند.



-040 centrifugal cutter, centrifuge, centrifugal disintegrator

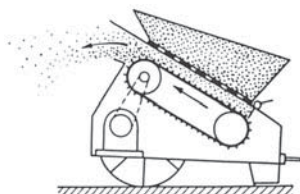
جدا کننده گریز از مرکز



-041 Royer (sand mixer), Royer sand machine, sand royer

جدا کننده روپر

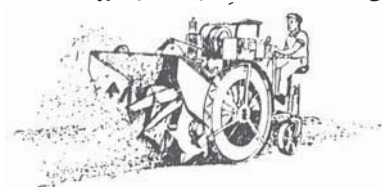
نوعی جدا کننده تسمه ای بسیار بنام شرکت سازنده آن، Royer foundry & machine Co.



-042 sand cutter

همزن ماسه

وسیله موتوری، مجهز به غلطکی در قسمت جلوی آن که تیغه هایی مارپیچ بر آن نصب شده و جهت مخلوط کردن ماسه انباشته کف کارگاه بکار میرود.

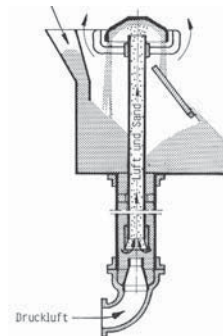


-043 sprinkler

آب پاش، آفشانه

-044 dust extractor, de-silter خاکه گیر

وسیله ای در طرحهای گوناگون برای جدا کردن نرمه (02-068-) و خاکه (02-067-) از ماسه، ضمن عملیات نوسازی و بازیابی ماسه قالبگیری.



-045 magnetic separator

جدا کننده مغناطیسی

وسیله ای مرکب از یک مغناطیس الکتریکی که در محل مناسبی، در مسیر برگشت ماسه تخلیه شده از درجه ها، نصب میشود تا قطعات آهنی مانند میخهای قالبگیری (04-06-062)، قانچاقها (04-01-062)، و قطعات ریز چدنی یا فولادی را از ماسه جدا نماید.

-046 magnetic pulley, magnetic drum

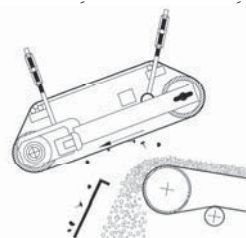
غلطک مغناطیسی

غلطکی که درون آن مغناطیسهای الکتریکی تعبیه شده و در انتهای تسمه انتقال ماسه برگشتی نصب میشود تا ذرات فلزی آهنی را از ماسه جدا نماید.



-047 overband magnet, overband (magnetic) separator

آهن ربای روی باند، آهن ربای روی تسمه

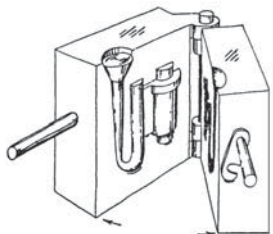


-048 sand cooler, sand cooling unit

خنک کن ماسه

دستگاهی در طرحهای گوناگون، برای خنک کردن ماسه داغ برگشتی از تخلیه درجه ها.

قالب ریژه ای که دو نیمه آن به یکدیگر لولا شده اند.



040- plaster mould قالب گچی

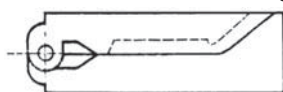
قالب ساخته شده از گچ فرنگی که بیشتر در ریخته‌گری آلیاژهای آلومینیوم با دقت ابعادی بالا، استفاده میشود.

041- ceramic mould قالب سرامیکی

قالب ساخته شده از مواد سرامیک که برای تولید قطعات ریخته‌گری از آلیاژهای دیر ذوب با کیفیت سطحی خوب و دقت ابعادی بالا استفاده میشود.

034- book mould, book die ریژه کتابی

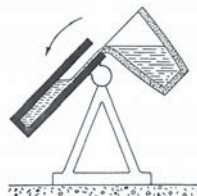
قالب ریژه با لولای افقی که مانند اوراق یک کتاب باز و بسته میشود.



042- (Croning) shell mould قالب پوسته‌ای

قالب ریخته‌گری با جداریه نازک و یکنواخت، معمولاً از جنس ماسه سیلیسی و یک رزین حرارتی، که اجزاء آن در اثر تماس با مدل‌های فلزی داغ سفت شده و سپس به روش مناسبی به یکدیگر متصل میشوند.

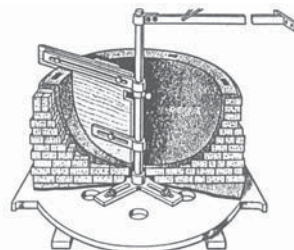
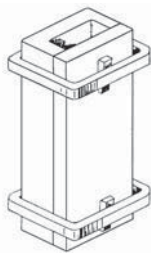
035- tilt mould قالب گچ شو



043- loam mould قالب گل و ماسه‌ای، قالب گل ماسه

قالب ساخته شده با آجرهای نسوز که سطح آن با لایه‌ای از گل ماسه (03-02-049) پوشانده شده و اغلب با یک شابلون شکل داده میشود.

036- slab mould قالب تختال



044- strickled mould, schabloned mould, swept mould, sweep mould قالب شابلونی

قالب ریخته‌گری که با شابلون (02-02-071) شکل داده شده است.

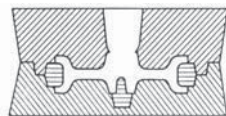
037- chill mould قالب سرد

قالب چدنی برای تولید قطعات چدنی با پوسته‌ای سخت. سرد شدن قطعات چدنی در این قالبها با سرعتی بسیار بیشتر از قالبهای ماسه‌ای صورت گرفته و در نتیجه بخش اعظم کربن، بخصوص در لایه سطحی، بحالت ترکیبی و بصورت کاربیدهای فلزی منجمد میشود.

038- graphite mould (قالب) ریژه گرافیتی

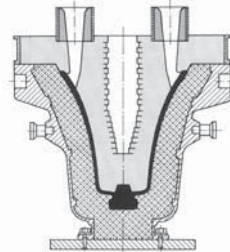
039- core (assembly) mould, all-core mould قالب تمام ماهیچه

قالبی که از مجموعه کردن تعدادی ماهیچه ماسه‌ای ساخته میشود.

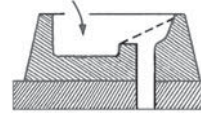


045- cement (-bonded sand) mould قالب سیمانی

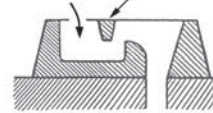
قالب ریخته‌گری، ساخته شده با مخلوط ماسه و سیمان.



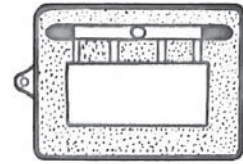
قرار میدهند تا ورود مذاب به سیستم راهگاهی را تا پُر شدن کامل حوضچهٔ بارریز به تأخیر اندازد. پس از پُر شدن حوضچه، توری ذوب شده و مذاب تمیز وارد راهگاه میشود.



- 021 skim core, skimmer core ماهیچهٔ سرباره گیر
ماهیچه‌ای تخت یا بلوکی ساخته شده از مواد نسوز که در حوضچهٔ بارریز قرارداده میشود تا مانع ورود سرباره شده ولی مذاب تمیز بتواند از زیر آن عبور نموده و وارد قالب شود. ماهیچه‌های سرباره گیر بعضاً در سایر نقاط سیستم راهگاهی نیز استفاده میشوند.

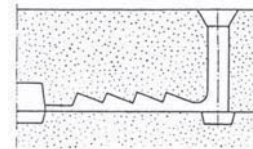


- 022 dirt trap آشغال گیر
دنبالهٔ راهگاه (009-) را اغلب "آشغال گیر" نیز میخوانند.



- 023 dirt trap, slag trap, dross trap آشغال گیر
نام بخشی از سیستم راهگاهی که در آن، برای جلوگیری از ورود سرباره و ناخالصیها بدون محفظهٔ قالب، تدبیر معینی اندیشیده شده و طرح خاصی پیاده شده است.

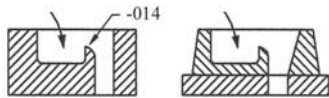
- 024 saw-tooth crossgate, saw-tooth dirt-trap, saw-tooth runner راهگاه (سرباره گیر) دندانه ای
راهگاه اصلی که سطح فوقانی آن، برای جلوگیری از ورود سرباره، ماسه و غیره، بصورت دندانه دار طراحی میشود.



- 025 whirlgate (dirt trap), swirl gate, spinner gate, spinning gate راهگاه (سرباره گیر) چرخشی
حفره‌ای استوانه‌ای شکل در سیستم راهگاهی که مذاب بطور مماسی وارد آن میشود. سرباره و ناخالصیهای سبک

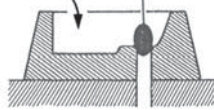
ریخته شده و از آنجا به آرامی وارد راهگاه بارریز میگردد. اغلب بین حوضچه و راهگاه بارریز، برآمدگی کوتاهی ایجاد میگردد تا مذاب تمیز و عاری از سرباره وارد قالب شود. این حوضچهٔ یا مستقیماً "در ماسه" قالب ایجاد شده و یا جداگانه (اغلب از ماسهٔ ماهیچه)، ساخته شده و روی راهگاه بارریز قرار داده میشود.

- 013 dam-type pouring basin حوضچهٔ چل دار



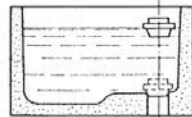
- 014 slag dam حائل سرباره، چل
← شکلهای -013, -021

- 015 stoppered pouring basin حوضچهٔ تویی دار



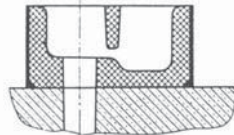
- 016 sprue stopper تویی راهگاه
مخروط یا استوانه‌ای با سر نیمگرد، ساخته شده از مواد نسوز یا فلز، که دهانهٔ ورود مذاب به راهگاه بارریز را مسدود میکند تا پس از پُر شدن کامل حوضچهٔ بارریز برداشته شده و مذاب عاری از سرباره وارد قالب گردد.

- 017 plugged pouring basin حوضچهٔ درپوش دار

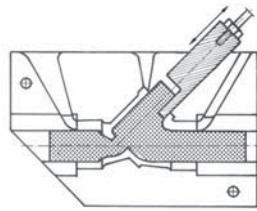


- 018 sprue plug درپوش راهگاه
قطعهٔ ساخته شده از ماسهٔ ماهیچه که دهانهٔ ورود مذاب را مسدود میکند تا پس از پُر شدن حوضچهٔ بارریز، شناور شده و مذاب عاری از سرباره وارد قالب گردد. ← -017

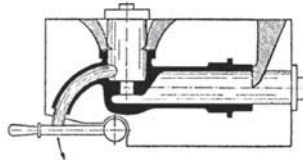
- 019 pouring box, runner box جعبهٔ بارریزی
قابی فلزی که حوضچهٔ بارریز، با کوبیدن ماسه در آن، ایجاد شده و بر بالای راهگاه بارریز قرار داده میشود.



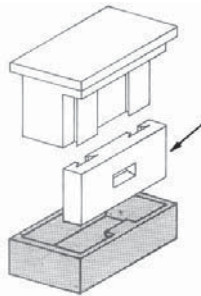
- 020 delay screen, delay release توری تأخیر
تکه‌ای از یک ورق مُشَبک نازک، از فولاد قلع اندود، آلیاژهای مس و یا آلومینیوم که در ورودی راهگاه بارریز



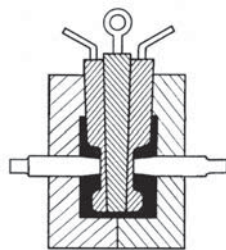
-032 radial core ماهیچه دَوْرانی



-033 loose core, removable core
ماهیچه برداشتنی، ماهیچه بذار بردار
ماهیچه فلزی که همراه با قطعه ریختگی از قالب خارج میشود و توسط کارگر از قطعه جدا شده و برای تولید قطعه بعدی درون قالب گذاشته میشود. در ریخته‌گری با قالبهای فلزی.

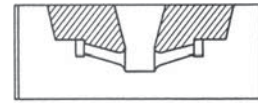


-034 collapsible core ماهیچه لاشی، ماهیچه مُتَفَرِّق
ماهیچه فلزی، مرکب از چند تکه جدا از هم، که پس از ذوب ریزی به ترتیب خاصی بیرون کشیده میشود.



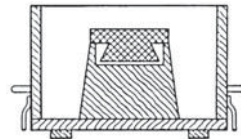
-035 side core ماهیچه جانبی
ماهیچه ای که تمام یا بخشی از یک دیواره قطعه را شکل میدهد.

-036 cover core, covering core ماهیچه پوششی
ماهیچه ای که بجای لنگه روی قالب، جهت تکمیل و پوشاندن محفظه قالب استفاده میشود.

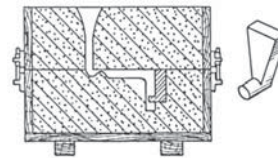


-037 bottom core ماهیچه کف (نشین)
ماهیچه ای که تمام یا بخشی از کف قطعه را شکل میدهد.

-038 ram-up core, superimposed core ماهیچه مدفون
ماهیچه ای که بر روی مدل سوار شده و پس از قالبگیری و خارج کردن مدل، درون ماسه قالب باقی مانده و بخشی از محفظه قالب را ایجاد میکند.



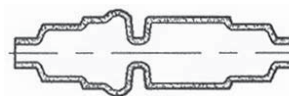
-039 wing core, tail core, drop core ماهیچه بالدار، ماهیچه چکمه ای
ماهیچه ای که حفره یا سوراخی را، در موضعی پائین تر از سطح جدایش، در قطعه ایجاد میکند. ریشه یا دنباله این نوع ماهیچه، گوه ای شکل بوده و تا سطح جدایش قالب امتداد می یابد.



-040 stock core ماهیچه انباری
ماهیچه معمولاً استوانه ای شکل که بمقدار زیاد ساخته شده و انبار میگردد تا بهنگام نیاز، بطول دلخواه بریده و استفاده شود.

-041 body core بدنه ماهیچه
قسمت اصلی و کاری ماهیچه که شکل مورد نظر را در قطعه ریختگی ایجاد میکند. بدون در نظر گرفتن دنباله یا ریشه آن.

-042 shell core ماهیچه پوسته ای
ماهیچه تو خالی که با ریختن یا دمیدن مخلوط ماسه و یک رزین حرارتی، بدرون جعبه ماهیچه فلزی داغ تولید میشود. ماسه مجاور سطوح جعبه ماهیچه در اثر حرارت سفت شده و ماسه قسمت های داخلی، خام باقی میماند که بعداً تخلیه شده و دوباره استفاده میشود.



بطوریکه شکل کامل محفظه قالب با نصب چند ماهیچه در کنار هم و یا بر روی یکدیگر، ایجاد میگردد.
← 01-039

-019 flask moulding, box moulding

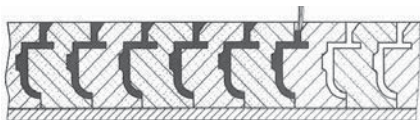
قالبگیری با درجه

روش قالبگیری دستی یا ماشینی با استفاده از درجه.

-020 flaskless moulding, boxless moulding

قالبگیری بدون درجه، قالبگیری بی درجه

قالبگیری ماشینی بدون استفاده از درجه. این روش که به روش دیزاماتیک (Disamatic) شهره است، نام خود را از Dansk Industri Syndikat A/S گرفته است.



-021 removable flask moulding

قالبگیری با درجه جدا شو

روش قالبگیری با استفاده از درجه‌های جداشونده‌ای که قبل از ریختن مذاب، از اطراف قالب برداشته میشوند.

← 05-013, -014

-022 stack moulding

قالبگیری طبقه‌ای

روش قالبگیری که در آن تعدادی لنگه قالب بر روی هم چیده میشوند و مذاب از یک راهگاه بارریز مشترک وارد محفظه‌ها میشود. ← 01-050

-023 silicate process, carbon dioxide process, CO₂ process

روش قالبگیری و ماهیچه سازی که در آن، محلولی از سیلیکات سدیم در آب، بعنوان چسب استفاده شده و با دمیدن گاز CO₂ سفت میشود.

-024 Randupson process, cement (sand) moulding

قالبگیری با ماسه-سیمان، روش رنداپسون، ساخت قالبهای ریخته‌گری با مخلوط ماسه سیلیسی، حدود ۱۰ درصد سیمان و ۴ تا ۶ درصد آب. این مخلوط، اغلب بعنوان ماسه روی قالب (03-02-056) بکار رفته و بعنوان پشت بند، از ماسه کهنه، خرده نسوز و در قالبهای بزرگ از آجرهای نسوز استفاده میشود.

-025 (Croning) shell moulding, Croning process, C process

قالبگیری پوسته‌ای، روش کرونینگ، روش قالبگیری با استفاده از مخلوط ماسه خشک و یک رزین حرارتی که در اثر تماس با مدل فلزی داغ، پوسته نازکی از آن سفت میشود. به نام ابداع کننده آلمانی آن یوهانس کرونینگ (J. Croning). ← 01-042

-026 precision moulding, investment moulding

قالبگیری دقیق

ساخت قالبهای یکپارچه و بدون درز جدایش، از طریق احاطه مدل‌های یکبار مصرف با مواد نسوز و سپس حرارت دادن آن. طی این عمل، مدل ذوب یا بخار شده و با خروج از ماده قالبگیری محفظه‌ای خالی بر جای میگذارد.

-027 lost-wax moulding (process)

قالبگیری (با مدل) مومی

روش قالبگیری با استفاده از مدل‌های یکبار مصرف مومی.

-028 dip coat

پوشش غرقابی

در روش ریخته‌گری با مدل‌های یکبار مصرف، لایه نازکی از ماده قالبگیری است که با فرو بردن مدل در دوغابی از مواد نسوز یا سرامیک، بر روی آن تشکیل میشود.

-029 (to) dip, dipping

غوطه‌ور کردن



-030 investment precoat

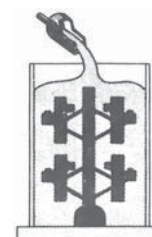
پیش اندود

پوشش اولیه نازکی که با افشاندن، یا غوطه‌ور کردن مدل یکبار مصرف در دوغابی از مواد قالبگیری دانه ریز (بالاتر از ۲۰۰ مش)، و چسبی مانند اتیل سیلیکات یا سیلیکات سدیم، در آب یا الکل، بر سطح مدل ایجاد میکنند.

-031 investing

گردگیری، احتوا

عمل ریختن دوغاب گردگیری (032-) بدون قاب دور مدل یکبار مصرف.



-032 investment

دوغاب گردگیری

مخلوط غلیظی از مواد دیرگداز دانه بندی شده، چسبی مناسب و یک مایع (اغلب آب)، که پس از ریختن آن در اطراف مدل یکبار مصرف و سفت شدن آن، قالب بی درز ریخته‌گری دقیق ساخته میشود. ← 031

- 033 stuccoing** **خُشک‌اندایی، ریزه‌اندایی***
ریختن دانه‌های خشک مواد نسوز بر سطح مدل یکبار مصرف، بلافاصله بعد از پیش‌اندود کردن آن (← 030-).
خشک‌اندایی و غوطه‌ور کردن (029-) به تناوب تکرار میشود تا ضخامت پوسته قالب به اندازه دلخواه برسد.



- 034 dewaxing** **موم‌بری، موم‌زدایی**
گرم کردن قالب خام، جهت ذوب کردن مدل مومی و تخلیه آن از درون ماده قالبگیری (در روش قالبگیری با مدل‌های مومی).

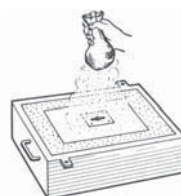
- 035 burn-out** **مدل سوزی**
حرارت دادن قالب خام برای سوزاندن و خارج کردن کامل مدل و بقایای آن. در روش‌های ریخته‌گری با مدل‌های یکبار مصرف.

- 036 burn (ing)-off** **مشتعل کردن، آتش زدن**
مشتعل کردن قالب خام سرامیکی ساخته شده با چسب‌های بر پایه اتیل سیلیکات، جهت تثبیت و پایدار کردن آن و حذف الکل ایجاد شده.



- 037 dusting, powdering** **پودر پاشی**
عمل پاشیدن پودر جداکننده بر روی مدل (بلافاصله قبل از قالبگیری)، یا سطح جدایش قالب (در قالبگیری دستی و بلافاصله قبل از قالبگیری نیمه دیگر قالب).

* STUCCO در معنای عام بمعنای مخلوطی است از گچ، سیمان و آهک (و گاه ماسه) که برای اندودن دیواره‌های داخلی و خارجی ساختمانها بکار میرود. "اندود گچ و سیمان" (فرهنگ آریانپور)، "هر چه که بدان دیوار را آندایند از آهک و گچ و مانند آن" (لغتنامه دهخدا، در یکی از معانی تسید).



- 038 packing (the sand), compacting (the sand), tamping (the sand), sand compaction**
فشردن (ماسه)، متراکم کردن (ماسه)

فشردن و متراکم کردن ماسه قالبگیری در اطراف مدل بصورت دستی یا ماشینی، به روشهای گوناگون.

- 039 ramming (the sand)** **کوبیدن (ماسه)**
متراکم کردن ماسه قالبگیری در اطراف مدل، از طریق ضربه زدن به ماسه با کوبه‌ای دستی یا بادی، و یا بکمک ماشینی که با یک مکانیسم ارتعاشی پنوماتیک، درجه پر از ماسه را بالا و پایین می‌اندازد. ← 014-07-

- 040 manual ramming, hand ramming**
ماسه کوبی دستی

- 041 tucking** **انگشت فشاری**
فشردن ماسه با انگشتان دست در نقاطی از قالب یا جعبه ماهیچه که کوبه نمیتواند فشرده‌گی لازم را ایجاد کند. مانند نواحی اطراف شبکه ماهیچه (062-03-). اطراف تیرک درجه (016-05-) و غیره.

- 042 jar ramming, jolt ramming, jolting**
کوبش ضربه‌ای

فشرده کردن ماسه در گروهی از ماشینهای قالبگیری، با ایجاد ارتعاشات و تکانهای عمودی. یعنی بالا و پایین انداختن صفحه مدل و درجه پر از ماسه. ← 014-07-

- 043 butt-off** **دست کوبی**
کوبیدن کمکی ماسه در قالبگیری با ماشینهای ضربه‌ای (014-07-) با کوبه‌ای دستی یا بادی.

- 044 squeeze moulding, squeezing** **قالبگیری فشاری**
تولید قالبهای ماسه‌ای با ماشین قالبگیری فشاری. ← 007, -006, -005-07-

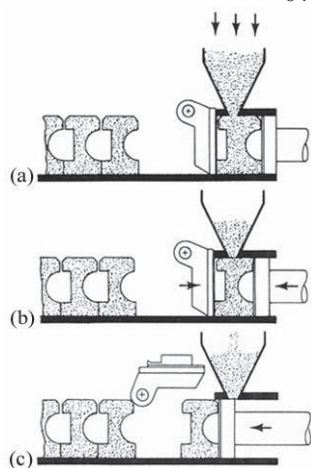
- 045 high-pressure moulding** **قالبگیری فشار بالا**
روش قالبگیری ماشینی که در آن، ماسه با فشار حدود ۱۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع فشرده میشود. در قالبگیری فشاری معمولی، فشار وارده بر ماسه حدود ۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

- 046 jolt squeeze moulding, jolt-squeezing**
قالبگیری ضربه‌ای-فشاری
تولید قالبهای ماسه‌ای با ماشین قالبگیری ضربه‌ای-

-035 boxless moulding machine

ماشین قالبگیری بی درجه

← 04-020



-036 sand frame, filling frame, upset frame

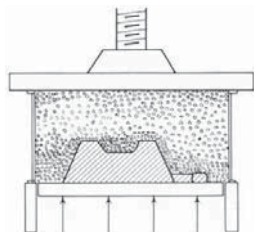
قالب ماسه، قاب روی درجه

قاب‌هایی که در برخی روش‌های قالبگیری ماشینی، روی درجه قرار می‌گیرد تا ماسه حجیم فشرده نشده را در بر گیرد.

-037 down sand frame

قاب زیر درجه

قاب‌هایی که در بعضی از ماشین‌های قالبگیری فشار از پایین (007-) بین میز ماشین و درجه قالبگیری قرار می‌گیرد.



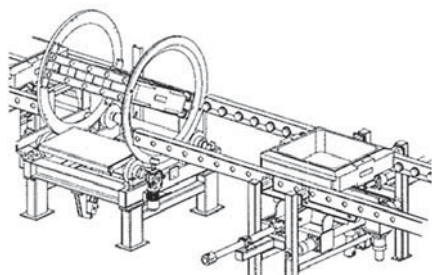
-038 cope and drag moulding machine

ماشین قالبگیری دو لنگه

ماشینی که هر دو نیمه قالب ماسه‌ای را قالبگیری می‌کند.

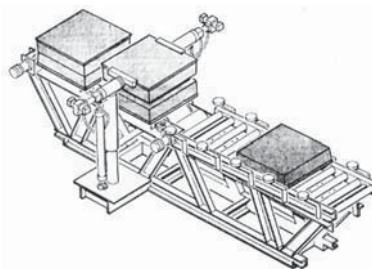
-039 flask turnover device, flask rollover device

درجه گردان



-040 mould closing device

قالب جفت‌کن



-041 core (making) machine

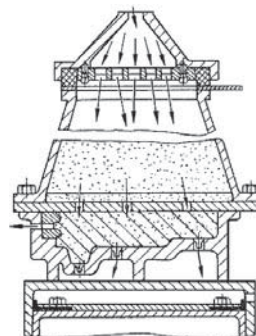
ماشین ماهیچه سازی، ماشین ماهیچه گیری

ماشینی برای تولید ماهیچه‌های ماسه‌ای.

-042 core-blowing machine, core blower, blow-type core making machine

ماشین ماهیچه سازی پاششی

ماشین ماهیچه سازی که ماسه را، همراه با هوای فشرده با فشار ۶ تا ۸ اتمسفر، بدون محافظه قالب میراند. هوا از طریق هواکشهایی که در نقاط مختلف جعبه ماهیچه تعبیه شده، خارج می‌گردد.



-043 core shooter, core shooting machine

ماشین ماهیچه سازی دمشی

ماشینی که ماسه را، با ورود آبی هوای فشرده به فضای پشت توده ماسه موجود در مخزن، با فشار بداخل جعبه ماهیچه میراند. هوا از شیارها و هواکشهایی که در نقاط مختلف قالب ماهیچه تعبیه شده، خارج می‌گردد.

← 030

-044 coldbox core shooter

ماشین ماهیچه سازی دمشی با قالب سرد

← 043، و 04-080

-045 hotbox core shooter

ماشین ماهیچه سازی دمشی با قالب گرم

← 043، و 04-079

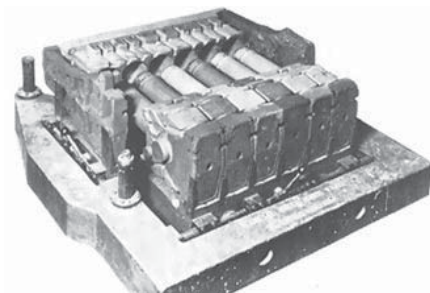
-046 magazine

مخزن ماسه

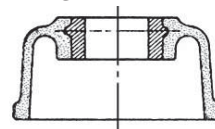
مخزن ماسه ماهیچه در ماشین‌های قالبگیری و ماهیچه

سازی دمشی و پاششی. ← 042، 030

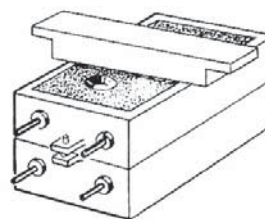
- 027 **chill coating, chill wash** پوشش میرد
پوششی از مواد نسوز و دیر ذوب برای میرد های سطحی،
بمنظور ممانعت از ذوب شدن و یا چسبیدن آنها به قطعه.
- 028 **lute a mould, luting** درز گیری
گرفتن درز بین لنگه های قالب ماسه ای، بکمک دوغابی
از مخلوط خاک رُس و مقداری گرافیت، بمنظور ممانعت
از بیرون زدن احتمالی مذاب از میان دو لنگه قالب.
- 029 **core (rubbing) jig** قرار کنترل ماهیچه
سازه ای از پروفیلها و تسمه های فلزی جوشکاری شده،
با نقاط مبنای ماشینکاری شده، برای کنترل ابعاد ماهیچه
و در صورت لزوم سنباده زدن و اندازه کردن آن.
- 030 **core jig, core assembly fixture** ماهیچه جمع کن
وسیله ای که بکمک آن، ماهیچه های مُعدِد قالب را،
بیرون از قالب، مجموعه کرده و سپس در محفظه قالب
قرار میدهند.



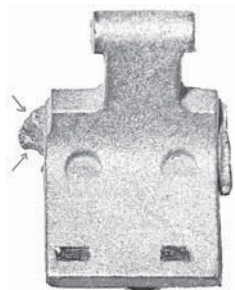
- 031 **core setting jig** (دستگاه) ماهیچه گذار
وسیله ای که با آن، مجموعه ماهیچه های مونتاژ شده را
برداشته و درون محفظه نیمه زیرین قالب قرار میدهند.
- 032 **core setter** ماهیچه گذار
کارگر یا ماشینی که ماهیچه ها را در قالب قرار میدهد.
- 033 **(cast-in) insert, inserted piece** مغزی
قطعه ای فلزی که قبل از ریختن مذاب در محفظه قالب
قرار داده میشود تا با ایجاد پیوند مکانیکی یا متالورژیکی،
کل یکپارچه ای را با قطعه ریختگی ایجاد نماید.



- 034 **mould weight, pouring weight** وزنه، سنگینی
وزنه گذاری
قرار دادن وزنه ای سنگین بر روی قالب ماسه ای آماده
ذوب ریزی، بمنظور ممانعت از بلند شدن لنگه روی قالب
در اثر فشار مذاب.
- 035 **weighting**



برآمدگی نامنظم و بیقاعده بر سطح قطعه ریخته‌گری در اثر چسبیدن تکه‌ای از ماسه قالبگیری به مدل و کنده شدن آن از بدنه قالب.



-008 **clamp-off**

بند چفت

فرورفتگی در سطح قطعه، ناشی از شکست قالب (004-) در اثر چفت کردن ناهمزمان و غیر یکنواخت طرفین قالب یا بروز این مشکل بخاطر پیچیدگی درجه‌ها و ناصافی سطوح تماس نیمه درجه‌ها.

-009 **buckle**

شکم دادن

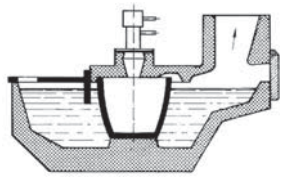
در ریخته‌گری دقیق با مدل‌های یکبار مصرف، باد کردگی و تورم در سطح نسبتاً بزرگی از قطعه است که در اثر جدا شدن و فاصله گرفتن پوشش غرقابی (04-028-) از مدل پدید می‌آید.

-010 **heat checking**

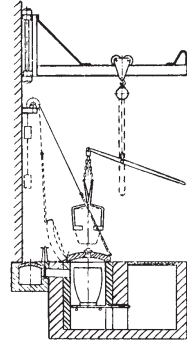
ترک حرارتی، زدگی حرارتی

شبهه‌ای از ترک‌های ریز که در اثر گرم و سرد شدنهای متوالی که تنشهای کششی و فشاری ایجاد میکنند، بر سطح قالبهای فلزی (قالبهای ریخته‌گری تحت فشار و قالبهای ریژه)، ایجاد شده و بر سطح قطعه تولید شده نیز منعکس میگردد.

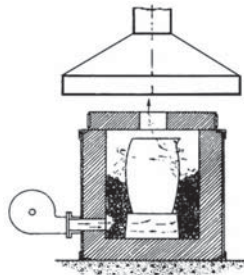




-032 pit-type crucible furnace کوره (بوته‌ای) زمینی

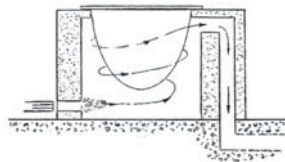


-033 coke-fired crucible furnace کوره بوته‌ای گک سوز



-034 crucible holding furnace کوره نگهدارنده بوته‌ای
کوره نگهدارنده کوچکی که بیشتر در ریخته‌گری تحت فشار و ریخته‌گری با قالبهای دائمی استفاده میشود. فلز در کوره دیگری ذوب شده و جهت مصرف تدریجی، در این کوره ریخته میشود.

-035 pot furnace کوره پاتیله‌ای
کوره ذوبی که در آن، فلز درون یک پاتیله (07-009) چدنی یا فولادی ذوب میگردد.

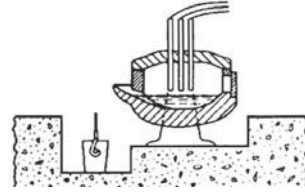


-036 (exhaust) hood کلاهک
وسیله‌ای برای هدایت دود و گازهای احتراق که بمنظور ممانعت از انتشار دود در محیط کارگاه، در ارتفاع معینی بر بالای کوره نصب میشود. ← 033

-037 furnace cover در کوره، درب کوره

-038 furnace pit چال کوره

-039 ladle pit چال پاتیل

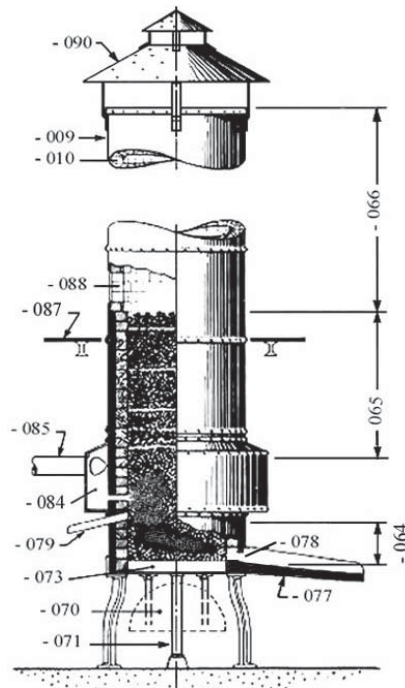


-040 shaft furnace کوره ستونی

کوره‌ای با بدنه استوانه‌ای یا مخروطی شکل که بلندایی چندین برابر قطر خود داشته و شارژ فلزی با سوخت و محصولات احتراق آن در تماس مستقیم می‌باشد. کوره کوپل (041-) یک نوع از این کوره‌هاست.

-041 cupola کوره کوپل، کوپولا

کوره‌ای ستونی برای ذوب چدن. مواد فلزی (چدن خام، قراضه آهن و برگشتی)، گک، و مواد گداز آور، لایه لایه و بترتیب، از بالا بر روی بستری از گک گداخته که هوا به آن دمیده میشود، شارژ شده و چدن مذاب و سرباره از پایین تخلیه میشود.

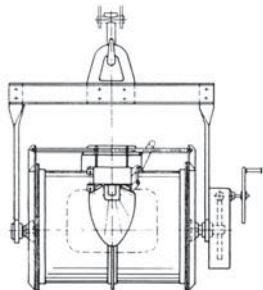


-042 cupolette کوپولت، بچه کوپولا

کوره کوپل کوچکی با قطر و ارتفاع کم و ظرفیت حداکثر یک تن در ساعت.

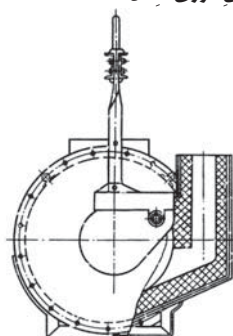
-027 drum (-type) ladle, cylindrical ladle

پاتیل بُشکه ای



-028 drum-type tea-pot ladle

پاتیل بُشکه ای قوری شکل



-029 bull ladle

پاتیل سنگین

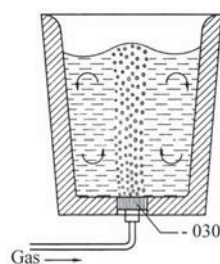
پاتیلی بزرگ که برای جابجائی مقادیر زیاد مذاب بکار میرود و با جرثقالهای سنگین حمل میشود.

-030 porous plug

تویی مُتخلخل

-031 porous plug ladle

پاتیل با تویی مُتخلخل



-032 transfer ladle

پاتیل انتقال، پاتیل خَمال

پاتیلی جهت انتقال مذاب از کوره ذوب به پاتیلی دیگر و یا از کوره ذوب به کوره نگهدارنده.

-033 crane ladle

پاتیل جرثقیل بر

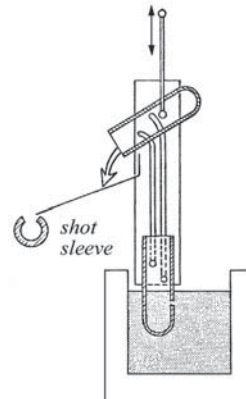
پاتیلی سنگین و حجیم، با سیستم تخلیه مکانیکی که با جرثقال جابجا میشود.

-034 mechanical ladle, mechanized pouring ladle

ملاقه مکانیکی

ملاقه ای که بارگیری آن از کوره یا پاتیل و ذوب ریزی

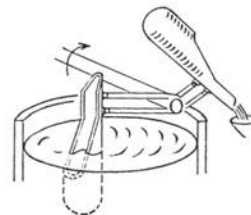
آن به قالبها، با بهره گیری از یک سلسله مکانیسمهای ماشینی انجام میشود. ← 06-01-008



-035 (mechanical) dipping ladle, dip and pour ladle

ملاقه بردار- بریز

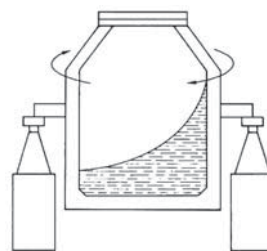
ملاقه مکانیکی (034-) که با غوطه ور شدن در کوره یا پاتیل نگهدارنده، مقدار لازم از مذاب را برداشته و بدون قالب (بیشتر در قالبهای فلزی)، یا محفظه تزریق ماشینی (در ریخته گری تحت فشار)، می ریزد.



-036 shaking ladle

پاتیل لرزان

پاتیلی که یک حرکت دورانی مُنقطع و معکوس، حول محوری موازی محور عمودی پاتیل انجام داده و موجب تلاطم شدید مذاب میگردد. بیشتر در گوگردزایی چدنها استفاده میشود.

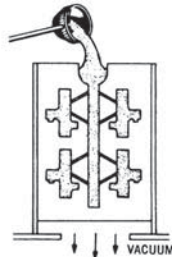


-037 hand (shank) ladle, shank ladle

پاتیل دستی، پاتیل یک نفره

پاتیل کوچکی که توسط یک نفر جابجا شده و مذاب محتوی آن بدون قالبهای کوچک ریخته میشود.

- 010 vacuum-assist pouring, suction pouring
ذوب ریزی مکشی، ذوب ریزی بکمک خلاء



- 011 pouring bed, casting bed
بستر ذوب ریزی
لایهٔ مسطحی از ماسهٔ کهنه و کار کرده که درجه‌ها را به‌نگام ذوب ریزی، بر آن قرار می‌دهند.

- 012 pouring temperature
درجه حرارت ریختن
- درجه حرارت فلز مذاب در لحظهٔ ریختن آن بدرون قالبها.

- درجه حرارت مناسب برای ریخته‌گری یک آلیاژ.

- 013 (to) feed, feeding
تغذیه کردن
رساندن مذاب کافی به آلیاژ در حال انجماد، برای جبران کاهش حجم ناشی از سرد شدن و انقباض، و دستیابی به قطعه‌ای سالم و بی‌عیب.

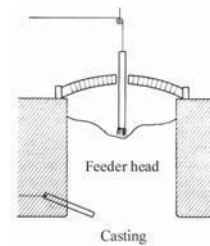
- 014 feeding, risering
تغذیه‌گذاری
ایجاد یک یا چند منبع تأمین مذاب برای قطعه در حال انجماد؛ موسوم به تغذیه (04-02-068).

- 015 pressure feeding
تغذیه کردن فشاری
اعمال فشار بر مذاب درون تغذیه بمنظور رسانیدن مذاب کافی به قطعه در حال انجماد. مانند استفاده از ماهیچه تغذیه (04-02-082)، تلمبه زدن (016-)، استفاده از مواد گاز زا (← 04-02-078) و غیره.

- 016 pumping, rod feeding, churning
تلمبه زدن، شیواندن
فرو بردن میله‌ای داغ بدرون تغذیه یا راهگاه بار ریز و بالا و پایین کردن آن؛ جهت راندن مذاب بسمت محفظهٔ قالب و نیز جلوگیری از انجماد سطح آزاد تغذیه، بمنظور آنکه مذاب محتوی آن تا پایان انجماد قطعه در معرض فشار هوا بوده و عمل تغذیه بنحو موثری صورت پذیرد.

- 017 feeding rod
میله تغذیه
میلهٔ فلزی که عمل شیواندن (016-) با آن انجام میشود.

- 018 arc feeding
تغذیه با قوس الکتریکی
گرم کردن تغذیه‌های بزرگ با قوس الکتریکی، جهت جلوگیری از انجماد زود هنگام آن، و تغذیهٔ موثر قطعه.



- 019 skimmer brick
آجر سرباره گیر

آجر نسوزی که برای جلوگیری از ورود سرباره بدرون قالبها، بر سطح مذاب محتوی بوته یا پاتیل و در مقابل لوجهٔ (05-07-014) آن قرار می‌دهند.

- 020 topping-up, hot topping, visiting
سرک ریختن
ریختن مجدد مذاب بر روی راهگاه بار ریز یا تغذیهٔ روباز، اندک زمانی پس از ذوب ریزی، بمنظور داغ تر کردن آن نقاط و تأمین مذاب کافی برای تغذیهٔ قطعه.

- 021 hot topping
تغذیه کردن داغ
ریختن مواد گرمازا بر سطح تغذیه‌های روباز، بمنظور گرمتر کردن آنها و تغذیهٔ موثر قطعه.

- 022 boiling (out)
غلیان مذاب
تلاطم مذاب در جریان ذوب ریزی یا بلافاصله پس از آن؛ ناشی از رطوبت زیاد ماسهٔ قالبگیری، پُر گاز بودن مذاب و خارج شدن گاز ضمن سرد شدن و انجماد، که اغلب باعث بیرون زدن مذاب از قالب میشود.

- 023 set (up)
گرفتن، بستن
واژه‌ای است بیانگر آنکه مذاب به اندازهٔ کافی سفت شده و به اصطلاح خود را "گرفته است" تا بتوان قطعه را از قالب خارج نمود.

- 024 cold metal
بار سرد
مذابی با دمای کمتر از میزان مطلوب ذوب ریزی.

- 025 hot metal
بار گرم
مذابی با دمای مناسب و مطلوب برای ریختن.

- 026 pouring loss
تلفات ذوب ریزی

- 027 pouring time
مدت ذوب ریزی

- 028 pourer, caster
ذوب ریز، بار ریز
کارگری که وظیفهٔ او ریختن مذاب بدرون قالبهاست.

- 029 runout, breakout
درز کردن
بیرون زدن مذاب از سطح جدایش قالب، ناشی از کپ نبودن نیمه قالبها یا باز شدن درز میان آنها بععل مختلف.

- 030 baring
خاج زدن، ضربدر زدن
در ریخته‌گری صفحات در قالبهای روباز ماسه‌ای، از آنجا

-058 ejector retainer, ejector retaining plate

صفحه پُران گیر

← 057-

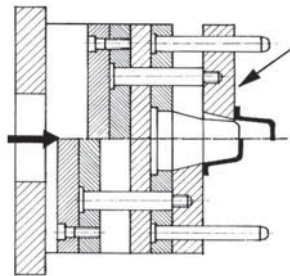
-059 return pin, surface pin

میل برگشت

میله های فولادی که در صفحه پُران گیر (058-) نصب میشوند تا ضمن بسته شدن قالب، با صفحه مقابل برخورد کرده و صفحه بیرون انداز را عقب رانند. ← 057-

-060 stripper plate

صفحه بیرون انداز



-061 (die) locking force, closing force

نیروی قفل کن

مقدار نیرویی که جک قفل کن، بلاواسطه، یا از طریق سیستم مفصلی، بر قالب وارد میکند تا از باز شدن قالب در اثر نیروی تزریق مذاب که در جهت عکس آن وارد میشود، جلوگیری نماید.

-062 injection weight, shot weight

وزن تزریق

وزن مذابی که یک ماشین ریخته گری تحت فشار، در هر ضرب تزریق کرده یا میتواند تزریق کند (ظرفیت ماشین). هنگام اعلام ظرفیت ماشین، نوع فلز یا آلیاژ مورد نظر باید مشخص شود (معمولاً بر اساس وزن آلومینیوم).

-063 injection force

نیروی تزریق

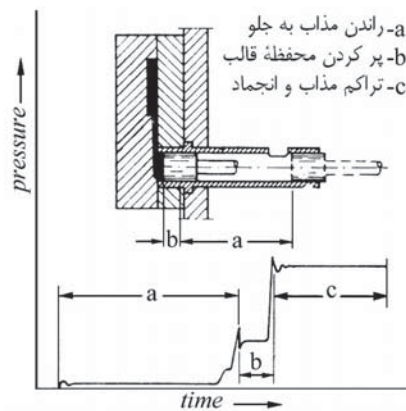
نیروی جک تزریق که مذاب را بدرون قالب تزریق نموده و آنرا تا پایان انجماد تحت فشار نگاه میدارد.

-064 injection pressure, shot pressure

فشار تزریق

فشاری که در هر لحظه، از شروع عمل تزریق تا پایان

انجماد قطعه، از سوی جک تزریق به فلز وارد میشود.



-065 injection speed, shot speed, injection velocity

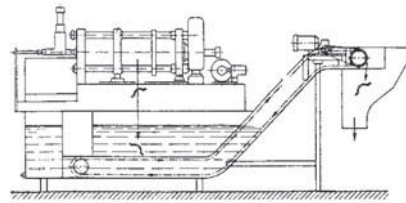
سرعت تزریق

-066 injection time

مدت تزریق

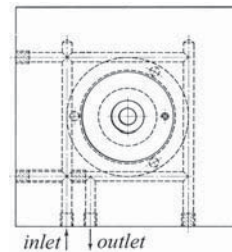
-067 dip tank

مخزن خنک کن



-068 water channel

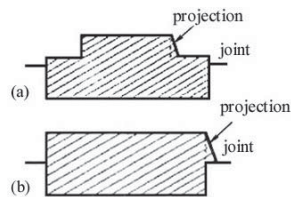
راه آب



-069 water core

آب در گردش، آب خنک کن

آبی که با گردش در کانالهای بهم پیوسته ایجاد شده در صفحه قالب یا ماهیچه، آنرا خنک میکند. ← 068-



-019 soft ram نرم کوب، شل کوب

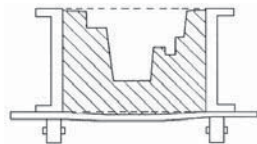
عیب ریخته‌گری با نمای شبیه آماس (015-)، که صرفاً از فشردگی ناکافی ماسه نشأت می‌گیرد.



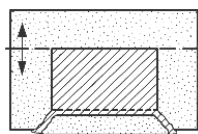
-020 sag نشست کردن، فرو نشستن

نشست ماسه نیمه روی قالب؛ از جمله بخاطر ارتفاع کم درجه، استحکام کم ماسه (شل کوبی، قانچاق گذاری ناکافی)، بیدقتی در جابجاییها، وزنه گذاری سنگین و یا در محل نامناسب که باعث کاهش ضخامت قطعه و انحراف آن از شکل حقیقی خود میگردد (cope sag).

نشست ماسه نیمه زیرین قالب، قبل از ذوب ریزی، ناشی از بکارگیری تجهیزات نادرست یا معیوب (درجه نامناسب، صفحه زیر قالب ضعیف)، بیدقتی در برگردان درجه، جابجاییها، و غیره که باعث انحراف قطعه از شکل حقیقی خود و بروز عیوب دیگر میگردد.



نشست ماسه کف نیمه زیرین قالب در اثر استحکام کم ماسه و عدم تناسب آن با وزن مذاب ریخته شده. این عیب را strain نیز گفته اند. ← 016-

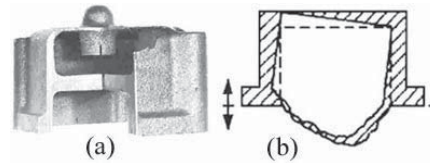


شکم دادن ماهیچه در اثر وزن خود، بخاطر طراحی نادرست (ماهیچه دراز و سنگین)، استفاده نکردن از پُل (04-09-011) در زیر ماهیچه و غیره، که موجب تغییر ضخامت قطعه میشود (نشست ماهیچه core sag).



-021 core raise, core flotation خیز ماهیچه

جابجا شدن و حرکت ماهیچه بسمت نیمه روی قالب، در اثر نیروی شناور کننده مذاب و استقرار ناستوار ماهیچه در جای خود. در ماهیچه های مجزا، بدلیل لقی آنان در نشیمن خود، استفاده نکردن از چاپلت ها (04-09-011)، استفاده از پلهای کوتاه، افتادن چاپلتها هنگام جفت کردن قالب و غیره (شکل a)، و در ماهیچه های سر خود بدلیل استحکام کم ماسه، ترک خوردن در موقع بیرون کشیدن مدل و غیره (شکل b).

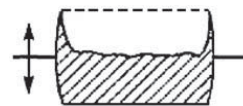


-022 rapping گشاد کردن

گشاد شدن محفظه قالب و حصول قطعه بزرگتر از اندازه، در اثر لقی کردن اضافی مدل، پیش از بیرون کشیدن آن.

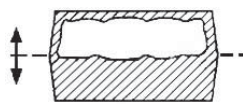
-023 runoff بیرون زدن، درز کردن

حصول قطعه ناقص و ناکامل در اثر جاری شدن مذاب از قالب (ماسه ای، سرامیکی، گچی، فلزی و غیره)، بهنگام ذوب ریزی. ناشی از آب بندی نبودن دو یا چند لنگه قالب بدلیل گوناگون و یا بروز شکستگی در ماده قالبگیری یا ماهیچه (ها).



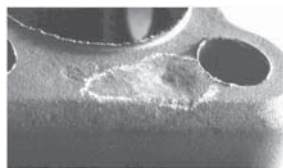
-024 bleeder شکسته ریز

حصول قطعه ناقص و ناکامل در اثر جاری شدن مذاب از قالب، پس از اتمام ذوب ریزی. ناشی از شکستن پوسته منجمد شده قطعه و خروج مذاب منجمد نشده درون آن در اثر ضربه؛ ضمن حرکت قالب روی نقاله خنک کن، باز شدن چفت درجه، افتادن وزنه روی درجه و غیره.



-025 cope raise خیز درجه

پلیسه نسبتاً ضخیم با سطحی هموار؛ در سطح جدایش قطعه، بدلیل بلند شدن درجه رویی بخاطر فشار استاتیک یا دینامیک مذاب و چفت نبودن محکم دو نیمه درجه، یا وزنه گذاری ناکافی.



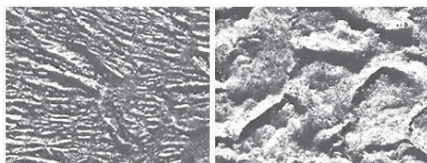
008 shadow mark, shrink mark رَدّ انقباض، مَكش
ایراد جزئی در قطعات ریختگی تحت فشار، بشکل گودی بسیار کم عمق در برخی نقاط سطح قطعه که در مقابل برآمدگیها و اجزای تقویتی قطعه قرار دارند.



009 laps, elephant skin, elephant peel

چروک منیزیم

چین و شکنج ریز و درشت بیقاعده‌ای که انحصاراً بر سطح فوقانی قطعات چدن نشکن تلقیح شده با منیزیم میتوان دید. ناشی از شناور شدن ترکیبات سبک مختلفی چون اکسیدها، سیلیکاتها، سولفیدها و غیره که با افزودن منیزیم برای کروی کردن گرافیت پدید می‌آیند.



010 orange peel, alligator skin آندوب*

سطح دانه دانه و آبله‌گون قطعه، ناشی از واکنش مذاب با ماسه کهنه‌ای که بخوبی احیاء و بازیابی نشده و حاوی پس مانده‌های اسیدی و نامطلوب چسبها، رزینها و انواع افزودنیهای ماسه ماهیچه میباشد. در شکل زیر نیمه‌ای از قالب با اینگونه ماسه و نیمه دیگر با ماسه سیلیسی نو، با چسب بنتونیت، قالبگیری و ریخته شده است.



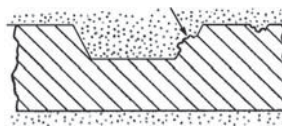
011 drop (out), drop off افتادن ماسه

جدا شدن و افتادن تکه‌ای از ماسه نیمه روی قالب بدلیل استحکام کم ماسه، رطوبت زیاد آن، بیدقتی و وارد آمدن

* جوششی با خارش که بر پوست آدمی برآید و آن را سیاه و خشن کند (لغتنامه دهخدا):

ترا کی خوش بود دیدار محبوب که داری در همه اندام آندوب

ضربه و تکان بهنگام جفت کردن قالب و مانند آن.

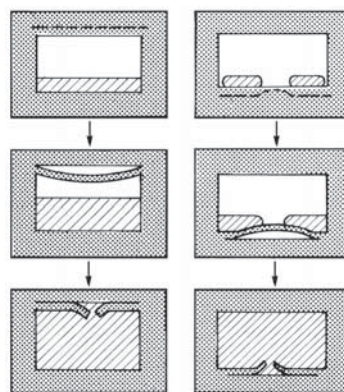


012 fold چین خوردگی

نام آندسته از عیوب ریخته‌گری که بصورت چین و چروک بر سطح قطعه ریختگی قابل رؤیتند. مانند کیس (016-)، انفصال سطحی (034-)، دو پوستگی (033-)، و غیره.

013 (expansion) scab † دله

برآمدگی نامنظم و نازک با سطحی خشن، که در یک یا چند نقطه به بدنه قطعه متصل بوده و میان آنها لایه‌ای از ماسه دیده میشود. ناشی از انبساط ماسه، تا بدان حد که لایه منبسط شده، شکسته و مذاب به پشت آن نفوذ کرده است. بیشتر در سطوح افقی دیده میشود.



† scab در لغت بمعنای پوست زخم، اثر زخم، و نیز "تکه الوار کوچکی که دو الوار را با میخ بهم متصل میکند" (عباس آریانپور کاشانی، فرهنگ کامل انگلیسی فارسی، انتشارات امیرکبیر، تهران ۱۳۶۹). تجسم تعریف اخیر با ظاهر عیب مورد بحث جالب است.

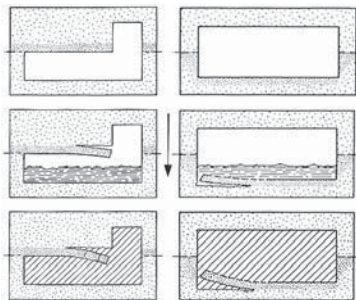


لغتنامه دهخدا "دله" را چنین شرح کرده است: ریم خشک بر روی ریش. پوست خشک بر روی جراحت پدید آمده.

برای این لغت معادل‌های ریشه، زخمک، طبله، زخمه، و پشته در متون فنی فارسی آورده شده است. با کنکاش در متون ادبی قدیم نیز میتوان معادل‌های بسیاری نزدیک به این معنا را یافت. کرسنه یکی از آنهاست (چرکی را گویند که بر روی جراحت بسته و سخت شده باشد، لغتنامه دهخدا).

-014 fillet scab

دله گوشه



برآمدگی اضافی بر سطح قطعه ریختگی ناشی از انبساط ماسه و ورم کردن آن و شسته شدن ماسه برآمده توسط جریان متلاطم مذاب.



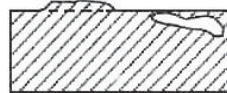
-020 raised sand ماسه شناور، ماسه برشده[†]

برآمدگیهای پراکنده در نقاط مختلف سطح زیرین قطعه، همراه با تکه های ماسه در حوالی سطح فوقانی، ناشی از کنده شدن ماسه و شناور شدن آن در مذاب.

-015 blacking scab, wash scab

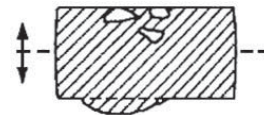
دله رنگ

برآمدگی جزئی بر سطح قطعه، ناشی از پوسته شدن و کندی پوشان قالب، بدلیل انبساط و انقباض ناهمگون رنگ و ماسه قالب، یا عدم نفوذ کافی رنگ در ماسه.



-021 blacking holes گریشه^{*}

گودیهای کم عمق بیقاعده در سطح فوقانی قطعه، ناشی از کنده شدن رنگ یا پوشان قالب.



-016 (sand) buckle, blind scab

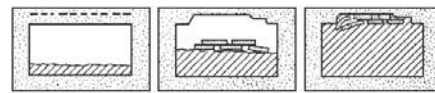
کیس

تورفتگی کم عمق بصورت شیاری V مانند بر سطح قطعه ریختگی، ناشی از انبساط ماسه، که به تنهایی یا پس از تمیز کردن و حذف یک دله (013-)، بر سطوح فوقانی و تحتانی قطعات تخت صفحه مانند دیده میشود.



-022 cope spall سقوط ماسه، هیار⁺

خشک شدن، انبساط، و جدا شدن لایه ای از ماسه سطح نیمه روی قالب و سقوط آن بر سطح مذاب در حال بالا آمدن.



-017 veining, mapping

رگه ای شدن

شبکه ای از خطوطی با برجستگی خفیف بر سطح قطعه، ناشی از ترک خوردن ماده قالبگیری و نفوذ مذاب در آنها.



-023 cope spall, pull down فروکش

گودرفتگی در سطح فوقانی قطعه، در اثر تورم موضعی ماسه در لنگه روی قالب، ناشی از انبساط ماسه.



-018 rat tail, sand line

دم موش

عیب ریخته گری ناشی از انبساط خفیف ماسه (در قیاس با دله، ← 013-) که بصورت خطوط نامنظم گود رفته بر سطح قطعه ریختگی دیده میشود.



-024 flow marks, flow figures, flow lines رده بار

[†] گه ز بالا سوی پستی باز گردد سرنگون

گه ز پستی بر فرورد سوی بالا بر شود (فرخی)، از لغتنامه دهخدا^{*} از کریش، کریشه، کریچ و کریچه، بمعنای حفره، گودال، کنده، حفیره، و چاله (لغتنامه دهخدا)، گرفته شده است.

-019 erosion scab

ماسه روب، فروشستگی

⁺ آنچه بیفتد و فرود ریده شود (لغتنامه دهخدا)

سایتهای مرتبط و مفید

RELATED & USEFUL WEBSITES

General, Societies, Associations, etc.

Advanced Technology Institute (ATI)	www.aticorp.org
AluMatter, ...aluminium science and technology	www.aluminium.matter.org.uk
Aluminium Association (AA)	www.aluminum.org
Aluminium Federation (ALFED)	www.alfed.org.uk
Aluminium Federation of Southern Africa	www.afsa.co.za
Aluminium Now	www.aluminum.org
AluNET International	www.alunet.net
Aluplanet, The Portal of Aluminium Planet	www.aluplanet.com
American Copper Council (ACC)	www.americancopper.org
American Foundry Society (AFS) "انجمن ریخته‌گری آمریکا"	www.afsinc.org
"انجمن ریخته‌گران آمریکا" (American Foundrymen's Society)، نام پیشین آن بوده است.	
American Iron and Steel Institute (AISI)	www.steel.org
American Metalcasting Consortium (AMC)	www.amc.aticorp.org
American National Standards Institute (ANSI)	www.ansi.org
American Society for Metals (ASM International)	www.asm-intl.org
American Zinc Association (AZA)	www.zinc.org
Association for Iron and Steel Technology (AIST)	www.aist.org
"انجمن تکنولوژی چدن و فولاد". در سال ۲۰۰۴ میلادی از ادغام "انجمن چدن و فولاد" (the Iron & Steel Society)، و "انجمن مهندسين چدن و فولاد" (the Association of Iron and Steel Engineers) ایجاد شده است.	
Association of European ferro-Alloy producers	www.euroalliages.com
ASTM international (American Society for Testing & Materials)	www.astm.org
Australian Aluminium council	www.aluminium.org.au
Australian Die Casting Association (ADCA)	www.diecasting.asn.au
Australian Foundry Industry (AFI)	www.australianfoundries.com.au
Brass Homepage	www.brass.org
BrassMetals.com, the Internet's brass trading marketplace	www.brassmetals.com
British Mechanical and Metal Trades Confederation (METCOM)	www.metcom.org.uk
British Metallurgical Plant Constructors' Association (BMPCA)	www.bmpca.org.uk
British Metals Recycling Association (BMRA)	www.recyclemetals.org
British Stainless Steel Association (BSSA)	www.bssa.org.uk
British Standards Institution	www.bsi-global.com
Bureau of International Recycling (BIR)	www.bir.org
buyCASTINGS.com, The Metal Casting marketplace of the future	www.buycastings.com
Canadian Copper & Brass Development Association (CCBDA)	www.ccbda.org
Canadian Die Casters Association (CDCA)	www.diecasters.ca
Canadian Foundry Association (CFA)	www.foundryassociation.ca