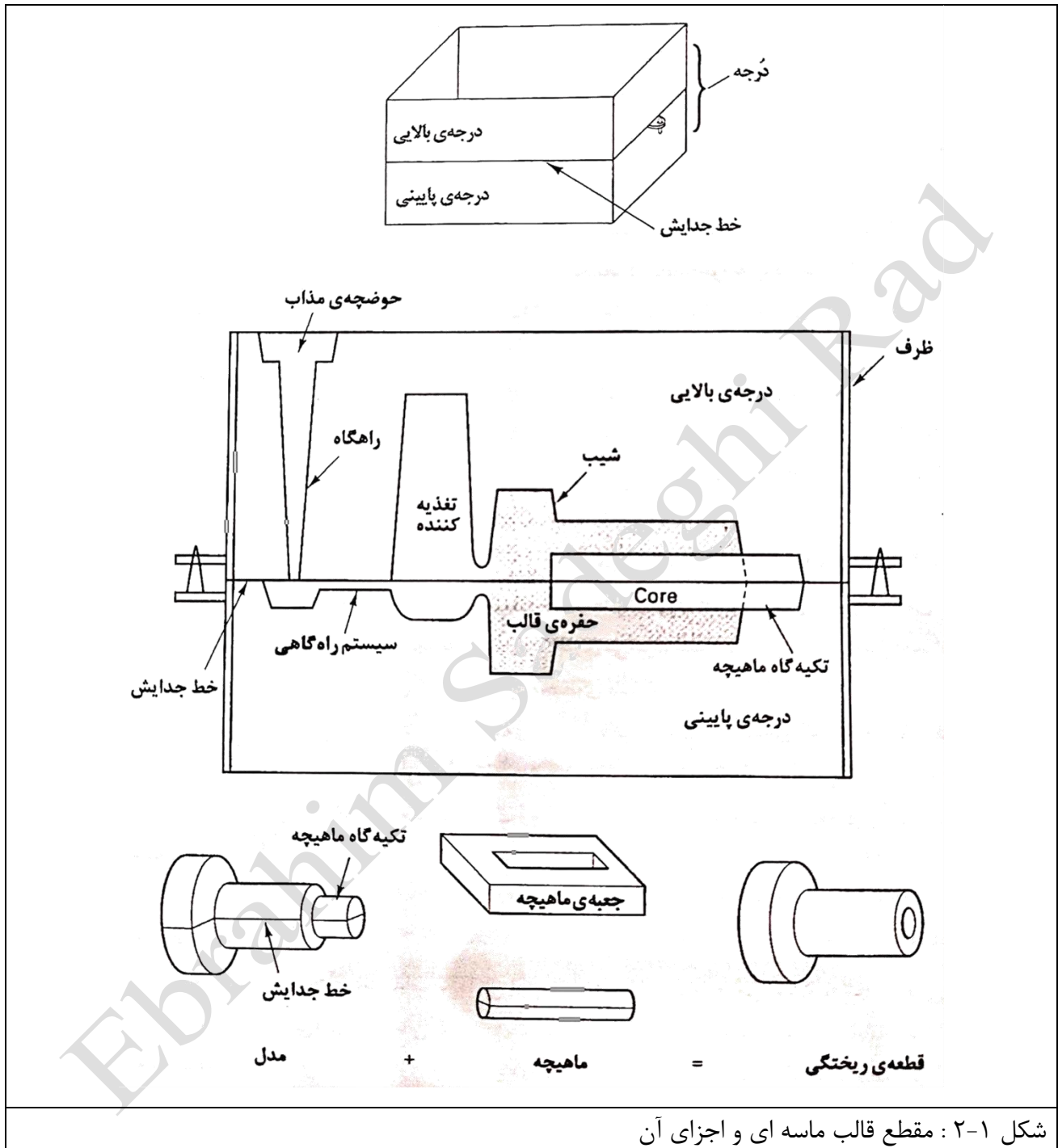


روش های تولید

قسمت دوم



۱-۵- فرآیند انجماد

عامل ایجاد بسیاری از ویژگی‌های ساختمانی که در نهایت کنترل کننده خواص محصول هستند، انجماد است. به علاوه بسیاری از نقص های ریخته گری از قبیل تخلخل گازی و انقباض در اثر انجماد جزئی از این فرایند هستند.

در صورتی که در این فرآیند دقت و مراقبت شود می توان این عیوب را کاهش داد و یا حذف کرد.

انجماد در دو مرحله صورت می گیرد جوانه زنی و رشد که کنترل هر دو فرایند مهم است.

هنگامی که ذره جامد پایدار در مایع مذاب تشکیل می شود آن را جوانه زنی یا هسته سازی می گویند.

هنگام تبدیل فاز جامد، انرژی در داخل ماده کاهش می یابد زیرا در دماهای پایین تر فاز جامد پایدارتر از فاز مایع است.

البته در همین هنگام سطوح مشترکی بین نطفه های جامد فلزی و مایع اطراف آن به وجود می آید.

تشکیل این سطوح نیازمند انرژی است لذا جوانه زنی در دمایی که قدری کمتر از نقطه ذوب تعادلی یا دمایی که انرژی های داخلی مایع و جامد با هم برابرند است، شروع می شود.

اختلاف بین دمای ذوب و دمای شروع جوانه زنی را زیر تبرید می گویند.

در بیشتر حالت ها جوانه زنی عملاً سطوح موجود را ترجیح می دهند زیرا در این حالت انجماد می تواند بدون ایجاد یک فصل مشترک کامل گرداگرد هسته صورت گیرد.

معمولاً دیواره های ظرف یا قالب یا ذرات جامدی که ناخالصی های ماده مذاب اند این سطوح را تشکیل می دهند. هنگام تشکیل قطعات یخ در یک ظرف، جامد اولیه روی دیوار ظرف شکل می گیرد.

همین پدیده را می توان برای فلزات و دیگر مواد مهندسی انتظار داشت.

هر جوانه به بلور یا دانه ای در قطعه ریخته گری شده منجر می شود.

از آنجا که ساختار ریزدانه دارای خواص مکانیکی و استحکام بهتری است لذا هر عاملی که موجب هسته گذاری شود به بالا بردن کیفیت فرآورده نهایی کمک خواهد کرد.

در نتیجه می توان قبل از ریختن مذاب داخل قالب همدان مقداری ناخالصی به آن اضافه کرد این ذرات جامد مکان های زیاد مناسبی برای جوانه زنی در سرتاسر قطعه به وجود می آورد و در نتیجه محصول ریزدانه و یکنواخت به دست می آید.

عمل اضافه کردن عمدی ناخالصی به تلقیح یا پالایش دانه معروف است.

دومین مرحله انجماد رشد است و هنگامی صورت می گیرد که گرمای نهایی ذوب به طور پیوسته از فاز مایع خارج شود.

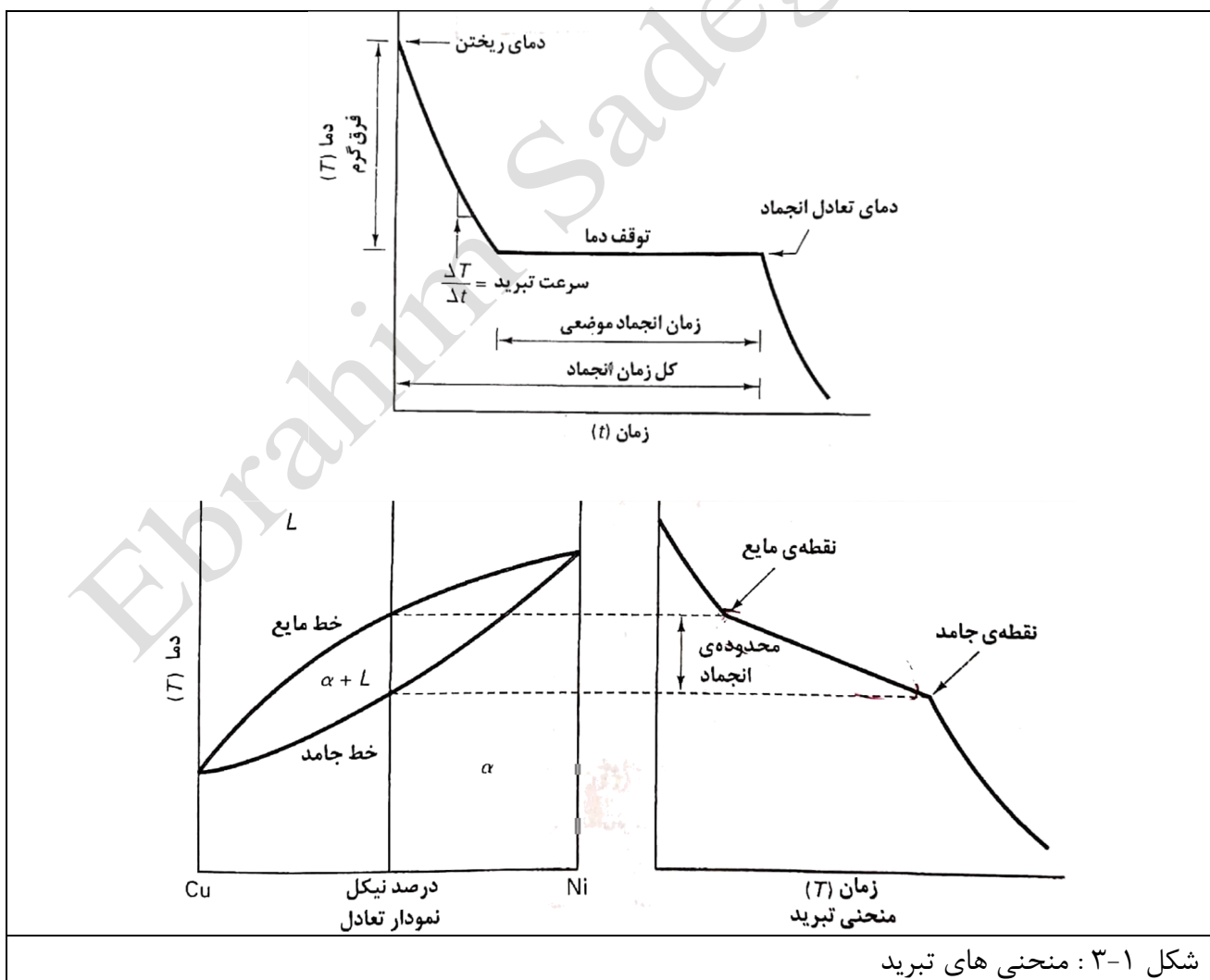
جهت آهنگ و نوع رشد با نحوه خارج کردن حرارت کنترل می شود برای اطمینان از طبیعی بودن قطعه ریخته شده، انجماد جهتی که در آن فصل مشترک این انجماد به طور پیوسته تمام حجم ماده را می رابد، به کار می رود.

برای جبران انقباضی که در اثر تبدیل مایع به جامد حاصل می شود ماده مذابی که در طرف مایع وجود دارد به طور پیوسته به طرف قالب جریان می یابد.

آهنگ نسبی هسته گذاری و رشد تعیین کننده اندازه و شکل دانه هاست.

اگر آهنگ سرد کردن سریع تر باشد ماده حاصل ریزان تر و در نتیجه دارای خواص مکانیکی بهتری خواهد بود

۱-۶- منحنی های تبرید



یکی از ابزارهای مفید برای مطالعه فرایند انجماد منحنی تبرید است با قرار دادن ترموکوپل در داخل قطعه ریختنی و تعیین اندازه دما در زمانهای مختلف می توان منحنی دما-زمان را رسم کرد و به کمک آن از آنچه در نقاط مختلف اتفاق می افتد آگاهی یافت.

شکل نمونه ای از منحنی تبرید یک ماده خالص و یا یک ماده با ترکیب یوتکتوئید (کربن ۰.۸۳ درصد تمام پرلیت (لایه های متورق فریت- سمنتیت)) را نشان می دهد که برای شرح بسیاری از اصول و اصطلاحات مفید است.

دمای ریختن دمایی است که در آن دما مذاب به قالب وارد می شود.

فوق گرم اختلاف بین دمای ریختن و دمای منجمد شدن ماده است.

بیشتر فلزات را در دماهای بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد بالاتر از شروع انجماد شان می ریزند.

هرچه مقدار فوق گرم بیشتر باشد مذاب فرصت بیشتری برای جریان یافتن به تمام منافذ ریز حفره قالب پیش از منجمد شدن خواهد داشت.

آهنگ تبرید، سرعت سرد شدن مایع یا جامد است و با شیب خط مماس بر منحنی در هر نقطه تعیین می گردد.

قسمت افقی منحنی ناحیه ای است که در آن انجماد در دمای ثابت صورت می گیرد و به توقف دما شهرت دارد و هنگام انجماد مواد با دمای ذوب ثابت بروز می کند.

هنگامی که ماده به این دما می رسد، گرمای خارج شده از قالب از گرمای نهان ذوب آزاد شده در طی فرایند انجماد تامین می شود.

مدت زمان طی شده از شروع ریختن مذاب به قالب تا انتهای انجماد زمان انجماد کلی و زمان شروع انجماد تا انتهای آن زمان انجماد موضعی نامیده می شود.

اگر ماده ریختنی نقطه ذوب مشخص نداشته باشد انجماد در یک محدوده دما انجام می شود.

دمای مایع پایین ترین دمای است که در آن تمامی ماده مایع و دمای جامد بالاترین دمایی است که در آن تمام ماده جامد است. ناحیه بین دمای مایع و دمای جامد دامنه انجماد خوانده می شود.

آغاز و پایان انجماد به صورت تغییر شیب در منحنی تبرید ظاهر می گردد.

شکل منحنی تبریز به نوع ماده ریختنی طبیعت فرایند جوانه زنی آهنگ کاهش دما و طریقه خارج ساختن حرارت بستگی دارد.

تجزیه و تحلیل منحنی های تجربی اطلاعات زیادی در مورد فرایند و محصول می دهند.

آهنگ سریع تبرید و زمان کوتاه انجماد به ساختار ریزدانه و در نتیجه خواص مکانیکی بهتر منجر می شود

۱-۶- پیش بینی زمان انجماد (قانون چوورینف)

مقدار حرارتیست که باید از مایع مذاب گرفت تا منجمد شود و تابع اندازه فوق گرم و حجم ماده مذاب درون قالب است.

برعکس قابلیت گرماگیری مستقیماً به مقدار سطحی که حرارت از آن خارج می شود و به محیط اطراف ماده مذاب بستگی دارد.

این مطالعات که قانون چوورینف نام دارد بیان می کند که زمان انجماد کلی با فرمول $t_s = B(V / A)^n$ قابل محاسبه است

در معادله فوق t_s زمان کلی انجماد یعنی فاصله زمانی از ریختن تا انجماد مذاب، V حجم قطعه ریختنی، A مساحت سطوح، B ثابت قالب است که خصوصیات فلز ریختنی ماده قالب گیری، ضخامت قالب و مقدار فوق گرم را مشخص می کند.

ثابت B برای یک ماده قالب گیری ماده ریختنی و شرایط ریخته گری معین از طریق ریختن قطعات آزمایشی تعیین می گردد.

این مقدار برای محاسبه زمان های انجماد برای هر قطعه دیگر که در همان شرایط ریخته می شود به کار می رود. از آنجا که تغذیه کننده و قطعه هر دو با هم از یک ماده و در وضعیت یکسان در قالب ریخته می شوند، قانون چوورینف می تواند برای مقایسه زمان های انجماد هر کدام به کار رود و بنابراین اطمینان دهد که تغذیه کننده بعد از قطعه منجمد می شود.

اگر بخواهیم مذاب درون تغذیه کننده به خوبی انقباض حاصل از انجماد را جبران کند، رعایت این شرایط ضروری است.

آهنگ های تبرید و زمان های انجماد مختلف تغییرات اساسی در ساختمان و خواص محصول به وجود می آورند. بعنوان، مثال آهنگ سرد شدن قطعاتی که به روش ریخته گری حدیده ای با قالب های فلزی تهیه می شوند نسبت به قطعاتی که در قالب های ماسه ای ریخته می شوند سریع تر است و در نتیجه دارای استحکام بیشتری خواهند بود.

حتی در ریخته گری در قالب های ماسه ای با ماسه های مختلف آهنگ تبرید تفاوت دارد.

مثلاً ماسه هایی که رطوبت بیشتری دارند حرارت را سریعتر از ماسه های کم رطوبت دفع می کنند.

خواص آلیاژ آلومینیوم ۴۴۳ ریخته گری شده به سه روش مختلف ریخته گری ماسه ای ریخته گری در قالب دائمی و ریخته گری حدیده ای در جدول زیر آمده است:

فرایند	استحکام تسلیم (ksi)	استحکام کششی (ksi)	ازدیاد طول (درصد)
ریخته گری ماسه ای	۸	۱۹	۸
ریخته گری در قالب دائمی	۹	۲۳	۱۰
ریخته گری حدیده ای	۱۶	۳۳	۹

شکل ۱-۴: ریخته گری آلومینیوم ۴۴۳ به سه روش متفاوت