

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



بررسی عوامل موثر بر ریز دانگی آلیاژهای آلومینیوم

مقدمه

عموما ساختارهای ریز دانه دارای خواص مطلوب تری از ساختارهای درشت دانه می باشند. به این منظور همواره ریخته گران به دنبال یافتن روشهای برای ریز کردن دانه ها می باشند. اضافه کردن جوانه زا به مذاب متداول ترین روش ریز کردن دانه ها می باشد. علاوه بر این روش، عوامل و روشهای دیگری نیز برای ریز کردن دانه ها وجود دارد که در شرایط خاص مورد استفاده قرار می گیرند. این پژوهش در پی آن است که عوامل و روشهای گوناگون مطرح در مقالات منتشر شده را به طور خلاصه بررسی نماید. همچنین روش لرزانش مذاب در همگام انجاماد را بصورت عملی مورد آزمایش قرار دهد.

۱- بررسی مقالات علمی :

روشهای ریز کردن دانه بندی آلیاژهای آلومینیوم بطور عمده به سه روش گرمایی (۱- سرعت سرد کردن ۲- فوق ذوب ۳- فشار) ، شیمیایی (۱- مواد جوانه زا ۲- پودر فلزات) و دینامیکی (۱- لرزانش ۲- حبابهای گازی ۳- پوششهای فرار) تقسیم بندی می شوند، که در زیر به تفکیک مورد بررسی قرار می گیرند.

۱- روشهای گرمایی :

۱-۱-۱- تاثیر سرعت سرد کردن بر اندازه دانه:

سرعت سرد شدن به عنوان یک پارامتر مهم در انجاماد قطعات ریخته گری همواره مورد توجه بوده است. سرعتهای انجامادی مختلف باعث تغییر ریز ساختار ، اندازه دانه ، مورفولوژی سیلیسیم یوتکتیکی ،

فاصله بین بازوهای دندريت و فازهای بين فلزی و بطور کلی خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیم می گردد .

برای بررسی اثر سرعت سرد کردن دو گونه آزمایش انجام شده است. تعدادی با استفاده از نمونه پله ای جهت بررسی اثر ضخامتهای مختلف (سرعتهای مختلف سرد شدن) بر روی ریز دانگی و تعداد دیگری با استفاده از انواع مختلف قالب (جنس قالب و میزان انتقال حرارت در آن) به بررسی اثر نوع قالب بر روی ریز دانگی پرداخته اند.

پس از بررسی نمونه ها مشاهده گردیده است با افزایش ضخامت از ۵ تا ۳۰ میلیمتر اندازه دانه ها زیاد می شود علت افزایش اندازه دانه در ضخامتهای بالاتر افزایش زمان انجماد و کاهش سرعت سرد شدن می باشد که منجر به ایجاد دانه های درشت تر در انتهای انجماد می گردد . با توجه به نتایج تجربی بدست آمده (شکل (۱)) مقدار افزایش اندازه دانه حدود ۸ درصد می باشد. [۱]

برای بررسی اثر نوع قالب نمونه هایی در قالب های ماسه ای و فلزی ریخته شده و نتایج حاصل را بر روی اندازه دانه در جدول (۱) مشاهده می کنیم:

جدول (۱) تاثیر سرعت سرد شدن با تغییر نوع قالب و دمای فوق گداز بر روی اندازه دانه های نمونه های آلومینیومی ریخته شده:

شماره نمونه	درجه حرارت ریختن	نوع قالب اندازه ی	متوسط دانه (mm)
۱	۷۵۰	فلزی	۱,۳ mm
۲	۷۵۰	ماسه ای	۴,۲ mm
۳	۸۵۰	فلزی	۳ mm (دانه های
ستونی)			
۴	۰۵۰	ماسه ای	۶ mm

۱-۲-۱ اثر فوق ذوب بر ریز دانگی آلیاژهای آلومینیوم:

آزمایشات نشان داده است که فرآیند ایجاد حباب گاز (بوسیله دمش گاز) در هنگام انجماد می تواند در تولید شمشهای با ساختار هم محور در شرایط تجربی بطور وسیعی مؤثر باشد . با استفاده از

تجربیات موجود باید نتیجه گیری کرد که هم زدن فلز مذاب در قالب موجب افزایش و تشویق تشکیل ساختار هم محور می شود .

در حال حاضر مکانیزم تشکیل دینامیکی ساختارهای هم محور با چهار نظریه مختلف بیان می شود
این مکانیزمها عبارتند از :

- ۱- مکانیزم حفره ای، که در سیستم های تحت انرژی ارتعاشی بالا قرار گرفته باشد، عمل می کند.
- ۲- مکانیزم تکثیر بلوری، که می تواند در اثر تشدید انتقال حرارت از مذاب و در نتیجه تولید نوسانات درجه حرارت که باعث ذوب شدن جزئی شاخه های انجماد می شود فعالتر گردد.
- ۳- مکانیزم بارشی، که با تشکیل یک منطقه هم محور در سطح آزاد مذاب شروع شده و از آنجا ذرات بلوری در اثر هم زدن مکانیکی بصورت بارشی بطرف پایین سرازیر می شوند تا تشکیل یک منطقه هم محور مرکزی را بدهند.
- ۴- مکانیزم جدایش بلورها، که در مراحل اولیه انجماد اتفاق می افتد و در آن بلورهای هم محور از دیواره قالب و یا از سطح سرد شده مذاب شروع شده و بصورت یک شکل ساده رشد کرده و قبل از تشکیل پوسته جامد پایدار از هم جدا می شوند . این بلورها رسوب کرده و به هم آمده و تشکیل منطقه هم محور مرکزی را می دهند.

بجز مکانیزم حفره ای که تاثیر ضعیفی بر روی تشکیل بلورهای هم محور دارد سایر مکانیزمها می توانند بوجود آمده و هر یک از طریق مکانیزم خاص خود در تشکیل بلورهای هم محور نقش داشته باشند.

در کل توسط این چهار مکانیزم ریز دانگی حاصل می شود و افزایش دبی گاز بیشتر از یک لیتر در دقیقه فقط در افزایش منطقه ریز شده نقش داشته و در ریز کردن بیشتر دانه ها نقشی ندارد. [۸]

۱-۳-۳ - ریز کردن دانه ها با استفاده از پوششهای فرار:

پوششهای فرار بر روی دیواره داخلی قالب میتواند باعث ریز شدن دینامیکی دانه های شمش آلومینیومی شود. در اینجا عملکرد پوششهای فرار را بر روی ریز دانگی و استحکام نهایی و بررسی های میکروسکوپی از قبیل ریز مک (micro porosity) بررسی میگردد. این روش بر اساس به کار گیری یک پوشش فرار مناسب بر روی سطوح قالب استوار است پوشش مذکور از مخلوط هگزا کلرور اتان (C_2Cl_6) و پودر آلومینا با نسبت مشخصی از آب تهیه می گردد. هنگامی که مذاب وارد قالب می گردد بلا فاصله جوششی از حبابهای گازی در حین انجماد مذاب به وجود می آید که مربوط به هگزا کلرور اتان فرار و بخار مرطوب در پوشش است. این جریانات اغتشاشی باعث فعال شدن جوانه زنی شده و در نتیجه ریز شدن دینامیکی دانه ها را در پی

خواهد داشت . این روش را می توان برای ریخته گری فلزات و آلیاژهای غیرآهنی به خوبی مورد استفاده قرار داد . اگر چه موادی که بتوانند به عنوان ناقل مناسبی برای هگزاکلرور اتان در پوشش دادن قالب به کار روند متعددند ولی تجربه نشان داده است که بهترین مخلوط به عنوان ناقل هگزاکلرور اتان پودر آلومینا همراه با آب است. جهت فعال کردن مخلوط حداقل ۱۰٪ هگزاکلرور اتان مورد نیاز است. اگر چه برای اطمینان از ایجاد شدن کامل حبابهای گازی مقدار ۵۰٪ هگزا کلرور اتان توصیه می شود تجربه نشان میدهد که هیچ تمایزی نمی توان بین گازهای متصاعد شده از پوشش فوق و گازهایی که از مواد دیگر بدست می آید قایل شد . اثر پوشش مورد بحث در این فرآیند در فوق گدازهای پایین زیاده تر بوده و به تدریج با افزایش دیواره قالب فوق گداز ثابت می ماند هنگامی که فوق گداز افزایش می یابد با وجود آن که در ابتدای دیواره قالب مقدار ناچیزی از نواحی ستونی وجود دارد اما به تدریج اثر ریز کنندگی دانه ها از بین خواهد رفت . دامنه فوق گداز جهت موثر بودن این روش از مقادیر خیلی کم تا ۸۰ درجه سانتیگراد مشاهده شده است. [۹]

۲- روش آزمایش عملی بررسی اثر لوزانش مذاب بر روی ریزدانگی :

جهت ریختن نمونه های آزمایشی از شمش Al-۵٪Si استفاده شده است. ذوب شمش در بوته گرافیتی و در کوره زمینی صورت گرفت. پس از اینکه شمش در بوته ذوب گردید با قرار دادن ترموکوپل در آن دمای ذوب کنترل شده و طی تمام آزمایشات دمای ۵۰°C بوده است.

قالبهای تهیه شده از جنس ماسه CO_2 بوده که جهت طولانی بودن زمان انجماد از آنها بهره گرفته شده است. طی این آزمایش ۶ نمونه ریخته گری شد که سه تای آنها در حالت Static (عادی) و سه تای دیگر در حالت لرزش ریخته گری شدند. برای ایجاد لرزش قالب بر روی دستگاه ویبره قرار داده می شد. دستگاه ویبره مورد استفاده در این آزمایش دارای فرکانس 15 Hz و ارتفاع موج ۵ میلیمتر بود.

پس از عملیات ریخته گری نمونه ها را از وسط بریده و پس از پولیشکاری نمونه ها آنها را در محلول اچ با ترکیب شیمیایی زیر اچ کرده و نمونه ها را ماکرو اچ نمودیم:

H_2O	۴۵ml	HNO_3	۲۵ ml
HCL	۲۵ ml	HF	۲۵ ml

نحوه تعیین درصد تخلخل به این صورت بوده است که ابتدا قسمتی از نمونه تعیین شده و سپس نسبت سطح تخلخل را به سطح کل قسمت مذکور محاسبه نمودیم و تعیین اندازه دانه ها به این شکل بوده است که نمونه هایی که ویبره نشده بودند را توسط خط کش و نمونه هایی را که عمل ویبره روی آنها انجام شده بود در زیر میکروسکوپ وبا بزرگنمایی $50\times$ اندازه آنها را بدست آوردیم.

۳- نتایج آزمایش:

چنانچه مشاهده میکنید اسفاده از لرزش اثر شدیدی در کاهش اندازه دانه داشته است. نتایج حاصل از اندازه گیری های ساختار نمونه های ریخته شده در جدول (۲) خلاصه شده است.

جدول (۲) اندازه دانه و درصد تخلخل در نمونه های مورد آزمایش

شماره آزمایش	نوع آزمایش	اندازه ی دانه (mm)	درصد تخلخل
۱	Static	۳,۵	۲,۵
۲	vibrated	۰,۱۸	۱۲
۳	Static	۳,۴	۳
۴	vibrated	۰,۲	۱۱
۵	Static	۳	۳,۵
۶	vibrated	۰,۱۹	۲۰

۳-۱- نتیجه گیری از آزمایش:

پژوهش حاضر نشان می دهد که لرزانش مذاب در حین انجماد اثرات قابل ملاحظه ای بر ساختار ماکروسکوپی آلیاژهای Si - Al دارد در این آلیاژها لرزانش مذاب سبب تشکیل دانه های محوری ریز به جای دانه های درشت و ستونی در ساختار ماکروسکوپی می گردد. (جدول ۲) از طرف دیگر مشاهده می گردد که با ریز شدن دانه بندی، میزان تخلخل بشدت افزایش یافته و از چند درصد به

بیش از ۱۰ درصد افزایش یافته است. این امر باعث می‌گردد که بهبود خواص مکانیکی که از ریز بودن دانه بندی انتظار می‌رود بدلیل وجود تخلخل زیادتر حاصل نگردد.

این بدین معنا است که ریز کردن دانه ها به وسیله لرزانش باعث افزایش تخلخل نیز می گردد و در نتیجه در مجموع باعث می‌گردد خواص مکانیکی افزایش نیابد و در نهایت قطعات تولیدی دارای کیفیت کمی باشند. این موضوع (ایجاد تخلخل) محدودیتی است که گسترش استفاده از لرزانش را در تولید قطعات تا ده ها سال پس از دست یابی بشر به این دانش فنی در دهه ۱۹۳۰ میلادی به تاخیر انداخت. در دهه ۱۹۶۰ میلادی تکنولوژی استفاده از (Hot Isostatic Press) HIP به منظور مسدود کردن تخلخل ها پس از ریخته گری باعث گسترش استفاده از لرزانش در تولید قطعات ریخته گری گردید.[۱۰]

HIP روشی است که در آن قطعات در دماهای بالا تحت فشار همه جانبه بالایی قرار می‌گیرد و طی آن تخلخل های درونی قطعه از بین می رود.

اندازه متوسط دانه ها بشدت به دامنه ارتعاشات بستگی دارد و با افزایش دامنه ارتعاشات اندازه دانه ها کاهش می یابد. از طرف دیگر لرزانش مذاب سبب ریزتر و کروی تر شدن فاز سیلیسیم می گردد این عملیات در صورت کم بودن دامنه ارتعاشات سبب کاهش مقدار تخلخل می گردد ولی در نمونه ریخته شده به دلیل زیاد بودن دامنه ارتعاشات افزایش میزان تخلخل مشهود می باشد.

منابع :

۱- دکتر سعید شبستری، مهندس سعید کاظمی، مهندس حامد علی اکبرزاده، مهندس توحید نیک آمیز،

"بررسی تاثیر سرعت سرد شدن و جوانه زایی بر اندازه دانه و DAS آلیاژ آلومینیوم AS5U3G

"، مجله جامعه ریخته گران ایران- سال بیست و دوم شماره شصت و هفتم، صفحه ۲۶

۲- فخرالدین اشرفی زاده، "آلومینیوم ریختگی با کیفیت بالا"، مجله جامعه ریخته گران - صفحه ۳۴

۳- دکتر حمید رضا هاشمی و دکتر پرویز دوامی و دکتر حسین عاشوری، "بررسی ساختاری آلیاژی

از گروه Al-Zn-Mg-Cu تحت فرایند ریخته گری کوبشی"، مجله جامعه ریخته گران ایران -

سال بیستم شماره شصت و دوم، صفحه ۳۷

۴- حمید مهدوی، "جوانه زنی و مکانیسم ریز شدن دانه های آلومینیوم و آلیاژهای آن"، مجله

آلومینیوم پائیز ۷۶، صفحه ۳۱

۵- T.CASTLES and ,F.A.Fasoyinu, D.COUSINEAU, P.Newcombe

M.Sahoo,"Grain Refinement of Alloy ۲۵۶ with Scandium,Zirconium,and a

combination of Titanium and Boron", ۲۰۰۱, American Foundry Society

۶- دکتر جلال حجازی و دکتر یوسف خرازی، "استفاده از پودر فلزات به عنوان جوانه زا در

آلیاژهای ۷۰۷۵

آلومینیوم" مجله جامعه ریخته گران ایران - سال پانزدهم شماره ۱ ، صفحه ۱

۷- دکتر سید مهدی میر اسماعیلی، "بررسی اثرات لرزانش مذاب در خلال انجماد بر خواص

آلیاژهای ریختگی"،ویژه نامه جامعه ریخته گران ایران -بهار هشتاد و چهار شماره ۲۹،صفحه ۱۱

۸- اردشیر طهماسبی ، " ریز کردن دانه ها از طریق هم زدن مذاب با استفاده از حبابهای گاز در خلال

انجماد"، مجله ریخته گری، سال ششم -بهار ۶۴-شماره ۴ - صفحه ۱۸۲

۹- مهندس مهدی اعتزازی، " ریز کردن دانه ها با استفاده از پوششهای فرار در ریخته گری

آلومینیوم"،مجله جامعه ریخته گران ایران-صفحه ۸۰

۱۰- "Superalloys", J.K.Tien and T. supercomposites and superceramics",

1989, London, Press, Inc Academic, Casulfield