بسم الله الرّحمن الرّحيم

بخش مهندسی مواد و متالورژی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد
گرایش شناسایی و انتخاب مواد

بررسی تأثیر هم زدن مکانیکی مذاب بر روی اکسید فیلم‌های دولایه در آلیاژ A356

مؤلف :

امین احمدپور

اساتید راهنما :

دکتر رامین رئیس‌زاده

دکتر حمید دوست‌محمدی

استاد مشاور:

مهندس اطهره دادگری‌نژاد

دی ماه1391

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی مواد و متالورژی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : امین احمدپور

استاد راهنما : دکتر رامین رئیس‌زاده

استاد راهنما : دکتر حمید دوست‌محمدی

استاد مشاور : مهندس اطهره دادگری‌نژاد

داور 1 : پرفسور شهریار شرفی

داور2 : دکتر غلام حسین اکبری

نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع : دکتر احمد ایران‌نژاد

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده : دکتر مریم احتشام زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی،

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است،

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می-گراید،

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند،

این مجموعه را به **پدر و مادر عزیزتر از جانم** تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که سخنوران در ستودن او بمانند، و شمارندگان شمردن نعمت های او ندانند، و کوشندگان حق او را گزاردن نتوانند، و سلام و درود بر محّمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است.

بدون شک جایگاه و منزلت معلّم، اجلّ از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگارم. اما از آنجایی‌که تجلیل از معلّم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می‌کند و سلامت امانت‌هایی که به دستش سپرده‌اند را تضمین، بر حسب وظیفه و از باب" من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر اللّه عزّ و جلّ" :

از**پدر و مادر عزیزم**، این دو معلم بزرگوارم، که همواره بر کوتاهی و درشتی من قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایم گذشته‌اند و در تمام عرصه‌های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند،

از اساتید صبور، با کمالات و شایسته‌ام؛ **جناب آقای دکتر رامین رئیس‌زاده** و به ویژه **جناب آقای دکتر حمید دوست‌محمّدی** که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از تمامی اساتید محترم بخش مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه شهید باهنر کرمان که افتخار شاگردی در محضرشان را داشته ام، و مخصوصاً جناب آقای دکتر شهریار شرفی و جناب آقای دکتر غلام‌حسین اکبری که زحمت داوری این پایان‌نامه را متقبّل شدند، و سرکار خانم مهندس اطهره دادگری‌نژاد، استاد مشاورم، صمیمانه تشکر می‌کنم. از جناب آقای سلطانی و جناب آقای صابری، مسئولین محترم کارگاه ریخته‌گری که در طی تمامی مراحل انجام آزمایش‌هایم همواره یاریم کردند و سرکار خانم مهندس افضلی، مسئول آزمایشگاه متالوگرافی نیز کمال تشکر را دارم. در پایان، از تمامی دوستان و همکلاسی‌هایم که در طول دوران تحصیلم در این دانشگاه مرا مورد لطف خود قرار دادند، به خصوص آقای مهندس سیّد علی روحانی، آقای مهندس بهروز فتح‌آبادی، آقای مهندس سعید کشاورز، خانم مهندس مریم یوسفی و آقای مهندس مجتبی محمّدی قدردانی می کنم.

چکیده

آلیاژ A356 یکی از پرکاربردترین آلیاژهای آلومینیوم است. عیب اکسید فیلم دوتایی از مهمترین عیوب موجود در آلیاژهای آلومینیوم است که باعث کاهش خواص مکانیکی این آلیاژها می‌شود. لذا مطالعه رفتار این عیب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق تأثیر هم زدن مکانیکی مذاب آلیاژ A356 بر روی اکسید فیلم های دوتایی مورد مطالعه قرار گرفت. با این هدف 3 سری آزمایش طراحی و انجام شدند، نگهداری مذاب در کوره، هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه و هم زدن مذاب با سرعت 250 دور در دقیقه. حفرات سطح مقطع نمونه های منجمد شده در دستگاه تست فشار تقلیل یافته مورد آنالیز تصویری قرار گرفتند. نتایج حاصل از انجام آزمایشات نشان دادند که هم زدن مذاب با سرعت 250 دور در دقیقه سبب افزایش تعداد و درصد حجمی حفرات گردید که این امر نشان دهنده تولید و ورود اکسید فیلم دوتایی به مذاب در اثر تلاطم زیاد است. نتایج آزمایشات هم زدن با سرعت 90 دور در دقیقه نشان دادند که هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه، سبب کاهش تعداد و درصد حجمی حفرات می شود و تأثیر مثبتی بر حذف اکسید فیلم های دو تایی از مذاب داشته و به بهبود کیفیت مذاب کمک می کند. مشخص شد که هم زدن با سرعت 90 دور در دقیقه بر روی ترک خوردن اکسید فیلم های دوتایی و مصرف هوای محبوس در آنها نیز مؤثر است. آزمایشات نگهداری مذاب نیز نشان دادند که نگهداری مذاب تا زمان های 40 دقیقه می تواند منجر به کاهش تعداد حفرات در نمونه های تست فشار تقلیل یافته شود. از زمان 24 دقیقه به بعد، هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه باعث کاهش دانسیته سطحی حفرات تا مقادیری کمتر از آزمایش نگهداری شد.

واژه های کلیدی: عیب اکسید فیلم دوتایی، هم زدن مکانیکی، نگهداری مذاب، ریخته گری.

فهرست مطالب

فصل 1- مقدمه.....1

فصل 2- مروری بر تحقیقات انجام شده.....5

2-1- آخال.....6

2-1-1- عیب اکسید فیلم.....6

2-1-2- تشکیل اکسید فیلم.....9

2-1-3-تشکیل عیب اکسید فیلم دولایه.....10

2-1-3-1- ورود عیب اکسید فیلم دولایه به درون فلز مذاب.....11

2-1-3-1-1- تلاطم سطحی.....11

2-1-3-1-2- سرعت بحرانی مایع.....14

2-1-3-1-3- موج تشکیل شده بر روی سطح مذاب.....16

2-1-3-1-4- حباب دنباله دار.....17

2-1-4- تأثیر نگهداری مذاب بر روی اکسید فیلم های دولایه.....18

2-1-5- تأثیر هم زدن مذاب بر روی اکسید فیلم های دولایه.....25

2-1-6- تأثیرات اکسید فیلم های دولایه بر روی خواص مکانیکی.....28

2-1-7- مکانیزم ترمیم اکسید فیلم های دولایه.....30

2-1-8- تکنیک های حذف اکسید فیلم های دولایه.....34

2-2- تخلخل در آلیاژهای ریختگیAl-Si-Mg.....38

2-2-1- تخلخل گازی.....40

2-2-1-1- سیر تکاملی گاز هیدروژن و تأثیر هیدروژن بر روی ایجاد تخلخل.....40

2-2-2- تخلخل انقباضی.....48

2-2-3- فاکتورهای مؤثر بر تخلخل.....48

2-2-3-1-افزایش هیدروژن در مذاب.....48

2-2-3-2- افزایش مقدار آخال وارد شده به مذاب.....49

2-2-3-3- ساختار اکسید.....50

2-2-3-4- آلیاژسازی.....50

2-2-3-5- سرعت سرد شدن..... 51

2-2-4-تأثیرات تخلخل بر روی خواص مکانیکی.....51

2-3- توزیع ویبول.....53

فصل 3- روش تحقیق.....55

3-1- آلیاژ مورد استفاده.....56

3-2- روش آزمایش.....56

3-2-1- آزمایش سری اول، نگهداری مذاب در کوره.....57

3-2-2- آزمایش سری دوم، هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه.....57

3-2-3- آزمایش سری سوم، هم زدن مذاب با سرعت 250 دور در دقیقه.....58

3-3- نمونه گیری و انجماد نمونه ها.....58

3-4- بررسی سطح مقطع نمونه ها و تعیین پارامترهای تخلخل.....59

فصل 4- ارائه نتایج.....62

4-1- نتایج حاصل از سری اول آزمایشات.....63

4-2- نتایج حاصل از سری دوم آزمایشات.....65

4-3- نتایج حاصل از سری سوم آزمایشات.....68

4-4- مقایسه نتایج آزمایشات انجام شده.....71

فصل 5- بحث و بررسی.....74

فصل 6- نتیجه گیری و پیشنهادها.....83

6-1- نتیجه گیری.....84

6-2- پیشنهادها..... 85

فصل 7- منابع و مراجع 86

فهرست شکل ها

شکل1.2- شکل گیری عیب اکسید فیلم دولایه.....10

شکل2.2- غوطه‌وری یک قطعه اکسید درون مذاب آلومینیوم.....11

شکل3.2- تعادل نیروها در سطح یک مایع.....13

شکل4.2- ایجاد موج و تا خوردگی در سطح مذاب و شکل‌گیری اکسید فیلم دو لایه 16

شکل5.2-(الف) حباب دنباله‌دار که در زیر لایه جامد شده گیر کرده است(ب) بخشی از حباب بالای یک ماهیچه 17

شکل6.2- SEM از لایه اکسیدی به همراه حفره.....20

شکل7.2- تصویر SEM مربوط به فاز بین فلزی تشکیل شده.....20

شکل8.2- نمونه ای از اتصالات مویی در نمونه هایی که به مدت 20 دقیقه در کوره نگهداری شدند.....21

شکل9.2- (الف) یک لایه از اکسید فیلم دوتایی در سطح مقطع شکست نمونه ای از مذاب آلومینیم خالص که بلافاصله پس از باررریزی منجمد گردیده است. (ب) لایه قرینه لایه اکسید نشان داده شده در قسمت (الف) که بر سطح مقطع شکست نیمه دیگر نمونه پیدا شد. (ج) و (د) به ترتیب آنالیز EDX به دست آمده از نقاط A و B که مؤید ماهیت اکسیدی لایه هستند.....22

شکل10.2- یک اکسید فیلم دوتایی بر سطح مقطع شکست نمونه ای از مذاب آلومینیم خالص که پس از باررریزی به مدت 20 دقیقه در مذاب نگه داشته شد.....23

شکل 11.2- تصویر بزرگ شده قسمتی از شکل 10.2 که با علامت A مشخص شده است و چگونگی اتصال دو لایه اکسید را نشان می دهد.....23

شکل 12.2- نمونه ای دیگر از عیب اکسید دوتایی پیوند خورده بر سطح مقطع شکست نمونه ای که قبل از انجماد به مدت 20 دقیقه در حالت مذاب نگه داشته شده بود.....24
شکل 13.2- تصویر همزن مورد استفاده در تحقیق سوکوماران و همکارانش 26
شکل 14.2- شماتیکی از همزن استفاده شده در تحقیق شاشا و همکارانش 27
شکل 15.2- عیب بزرگ و شبه ترک مشاهده شده در در آلیاژ ریختگی Al-Si-Mg 29
شکل 16.2- شماتیک مکانیزیم ترمیم اکسید فیلم دولایه در آلیاژهای آلومینیوم 31
شکل 17.2- تصویر آلومینیوم منجمد شده که جایگزین هوای به‌دام افتاده در لوله شده بو.....33
شکل 18.2- تغییر در حجم هوای به‌دام افتاده با زمان برای آلومینیوم خالص 33
شکل 19.2- نمونه ای از حفرات رؤیت شده در نمونه های متالوگرافی شده 38
شکل 20.2- (الف) میکروگراف یک تخلخل گازی و (ب) یک تخلخل انقباضی در آلیاژهای Al-Si-Mg 39
شکل 21.2- (الف) فوق اشباع شدن هیدروژن در غیاب اکسید فیلم های دوتایی. (ب) تشکیل حفره و نفوذ هیدروژن به درون حفره اکسید فیلم دوتایی.....41
شکل 22.2- حلالیت هیدروژن در آلومینیوم مذاب 43
شکل 23.2- نمونه ای از تصاویر حاصل از دستگاه اشعه ایکس که تغییرات حجم حباب هوای محبوس در مذاب با زمان را نشان می دهد.....44
شکل 24.2- تغییر حجم حباب هوا در درون مذاب آلومینیم با زمان در مقدار هیدروژن اولیه $0/1\ ml\ 100g^{-1}$ 45
شکل 25.2- تغییرات حجم حباب هوا در داخل مذاب آلومینیم با زمان در مقدار هیدروژن اولیه حدود $0/3\ ml\ 100g^{-1}$ 45

شکل 26.2- تغییرات حجم حباب هوا در داخل مذاب آلومینیم با زمان در مقادیر هیدروژن اولیه بالا و پائین.....46

شکل 27.2- تصویر SEM نمونه ای از ترک که بر سطح یک لایه اکسید ایجاد شده است. (مناطق تیره توسط EDX اکسید آلومینیوم و مناطق روشن تر AlN تشخیص داده شدند)..... 47

شکل 28.2- مرفولوژی حفرات بر اساس مقدار هیدروژن درون مذاب. (الف)مقدار هیدروژن خیلی بالا، نفوذ به درون اکسید فیلم های دو لایه در حالت مذاب آغاز می شود. (ب)مقدار هیدروژن زیاد، شکستگی زیاد مذاب. (ج)مقدار هیدروژن کم، رشد در ساختار بین دندریتی. (د) مقدار هیدروژن خیلی کم، نیرو محرکه لازم برای انبساط اکسید فیلم های دو لایه وجود ندارد (شکل های ردیف بالا جوانه زنی حفرات و شکل های ردیف پایین، مرفولوژی حفرات را نشان می دهند) 49

شکل 29.2- نمایش شماتیک وارد شدن آخال به درون مذاب.....50

شکل 30.2- تأثیرات آلیاژسازی بر روی حلالیت هیدروژن در مذاب آلومینیوم در دمای973 درجه کلوین، فشار جزئی 1 اتمسفر برای هیدروژن.....51

شکل 31.2- تأثیر تخلخل بر روی خواص کششی آلیاژ ریختگی Al-Cu-Mg-Si 52

شکل32.2- تأثیر تخلخل بر روی خواص کششی آلیاژ ریختگی 356-T6 در قالب ماسه ای....52

شکل1.3- شماتیکی از همزن گرافیتی استفاده شده در آزمایشات.....58

شکل 2.3- فنجانک استفاده شده برای نمونه گیری از مذاب.....59

شکل 3.3- تصویر گرفته شده از سطح مقطع نمونه توسط اسکنر.....60

شکل4.3- تصویر آماده شده برای آنالیز توسط نرم افزار Pixcavator 60

شکل 5.3- تصویر سطح نمونه پس از آنالیز توسط نرم افزار Pixcavator 61

شکل 1.4- تصاویر گرفته شده از سطح نمونه های RPT دومین تکرار از آزمایشات نگهداری مذاب در کوره، الف) بلافاصله بعد از ایجاد اکسید فیلم دوتایی به روش پاتیل به پاتیل، ب) بعد از 8 دقیقه نگهداری مذاب در کوره، ج) بعد از 16 دقیقه نگهداری ، د) بعد از 24 دقیقه نگهداری ، ه) بعد از 32 دقیقه نگهداری ، و) بعد از 40 دقیقه نگهداری ، ز) بعد از 48 دقیقه نگهداری، ح) بعد از 56 دقیقه نگهداری ، ط) بعد از 64 دقیقه نگهداری.....62

شکل 2.4- نمودار میانگین درصد حجمی حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های نگهداری مذاب در کوره.....64

شکل 3.4- میانگین تعداد حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های نگهداری مذاب در کوره.....65

شکل 4.4- تصاویر گرفته شده از سطح نمونه های RPT سومین تکرار از آزمایشات به هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه، الف) بلافاصله بعد از ایجاد اکسید فیلم دوتایی به روش پاتیل به پاتیل، ب) بعد از 8 دقیقه نگهداری مذاب در کوره، ج) بعد از 16 دقیقه نگهداری ، د) بعد از 24 دقیقه نگهداری ، ه) بعد از 32 دقیقه نگهداری ، و) بعد از 40 دقیقه نگهداری ، ز) بعد از 48 دقیقه نگهداری، ح) بعد از 56 دقیقه نگهداری ، ط) بعد از 64 دقیقه نگهداری.....66

شکل 5.4- نمودار میانگین درصد حجمی حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های به هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه.....67

شکل 6.4- میانگین تعداد حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های به هم زدن مذاب با سرعت 90 دور در دقیقه.....68

شکل 7.4- تصاویر گرفته شده از سطح نمونه های RPT دومین تکرار از آزمایشات به هم زدن مذاب با سرعت 250دور در دقیقه، الف) بلافاصله بعد از ایجاد اکسید فیلم دوتایی به روش پاتیل به پاتیل، ب) بعد از 8 دقیقه نگهداری مذاب در کوره، ج) بعد از 16 دقیقه نگهداری ، د) بعد از 24

دقیقه نگهداری ، ه) بعد از 32 دقیقه نگهداری ، و) بعد از 40 دقیقه نگهداری ، ز) بعد از 48 دقیقه نگهداری، ح) بعد از 56 دقیقه نگهداری ، ط) بعد از 64 دقیقه نگهداری.....69

شکل 8.4- نمودار میانگین درصد حجمی حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های به هم زدن مذاب با سرعت 250 دور در دقیقه.....70

شکل 9.4- میانگین تعداد حفرات موجود در سطح مقطع نمونه های RPT برای آزمایش های به هم زدن مذاب با سرعت 250 دور در دقیقه.....71

شکل 10.4- نمودارهای میانگین درصد حجمی حفرات برای هر سه سری آزمایشات.....72

شکل 11.4- نمودارهای میانگین تعداد حفرات برای هر سه سری آزمایشات.....73

فهرست جداول

جدول 1.2- دسته بندی آخال مشاهده شده در آلومینیوم مذاب 8

جدول 2.2- درصد عناصر موجود در اتمسفر محبوس در اکسید فیلم دولایه (حجم هوایی در $15\ ^{o}C$ و فشار 101325 اتمسفر) 30

جدول 3.2- مقادیر مدول ویبول و ضرایب رگرسیون استحکام کششی به دست آمده توسط اردهخانی و رئیس زاده.....37

جدول 1.3- ترکیب شیمیایی آلیاژ تجاری A356 مورد استفاده در این تحقیق.....56

فصل اول

مقدمه

ریخته‌گری یکی از قدیمی‌ترین روش‌های تولید قطعات فلزی است. علی‌رغم ابداع روش‌های نوین تولید قطعه همچنان به عنوان یک روش مناسب و مقرون به صرفه، حجم بالایی از قطعات با این روش تولید می شوند. علاوه بر این برای تولید برخی از قطعات خاص همچنان تنها روش تولید، ریخته‌گری است. در فرآیند ریخته‌گری، عیوب موجود در ریزساختار، خواص یک آلیاژ را تعیین می‌کنند؛ بنابراین شناختن این عیوب و مکانیزم‌های تشکیل آنها از اهمیت زیادی برخوردار است.

صنعت اتومبیل‌سازی بزرگ‌ترین بازار برای آلومینیوم ریختگی است. آلومینیوم به صورت گسترده‌ای در صنایع دیگر از جمله هوا و فضا و ساخت موتورهای تجهیزات دریانوردی کاربرد دارد. به این دلیل که صنایع در پی راه‌های جدی برای کاهش وزن قطعات و افزایش کارایی هستند، مصرف این فلز در حال رشد است. در عین حال جنبه‌هایی دیگر از جمله دستیابی به کیفیت و قابلیت اطمینان در محصولات نیز اهمیتی مضاعف پیدا کرده‌اند. بنابراین در دهه اخیر، به فاکتورهای کیفیت که خواص آلومینیوم را تحت تأثیر قرار می‌دهند توجه زیادی شده است[1].

از میان فلزات گوناگون، آلومینیوم و آلیاژهای آن به دلیل دمای ذوب نسبتاً پایین، حلالیت بسیار ناچیز برای اکثر گازها به جز هیدروژن، قابلیت الکتریکی و گرمایی مناسب و خواص الاستیسیته مناسب، کاربردهای ریخته‌گری فراوانی یافته اند. آلومینیوم خالص فلزی نرم است و خواص مکانیکی بسیار ضعیفی دارد، اگر چه آلومینیوم به صورت خالص هم مصارف زیادی دارد ولی در بسیاری از صنایع که نیاز به استحکام و دیگر خواص مکانیکی بالا دارند با آلیاژ کردن آن به خواص مطلوب رسیده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین آلیاژهای صنعتی و تجاری آلومینیوم عبارتند از آلیاژهای این عنصر و عناصر دوره تناوبی سدیم مانند منیزیم، سیلیسیم و عناصر دوره وابسته تناوب مانند مس و آلیاژهای توأم این دو گروه است. آلیاژ A356 از جمله آلیاژهای پرکاربرد آلومینیوم است که به دلیل داشتن انقباض بسیار کم پس از انجماد، استحکام مناسب و قابلیت ریخته‌گری مطلوب در صنایع اتومبیل‌سازی و هوا و فضا اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است[2].

طبیعی است که به دست آوردن قطعات ریختگی با کیفیت مناسب و خواص تکرارپذیر، یکی از دشوارترین مسائلی است که کاربران ریخته‌گری با آن مواجه هستند[3]. خواص محصولات ریختگی تولید شده متأثر از روش ریخته‌گری، نحوه انجماد، عملیات انجام شده بر روی فلز و ریزساختار است. انجماد، مرحله‌ای است که ریزساختار در آن شکل می گیرد. هر عیبی که در مرحله ذوب وجود دارد و یا در این مرحله ایجاد می‌شود، اگر حذف نشود می‌تواند وارد ریزساختار نهایی شده و به عیوب ایجاد شده در مرحله انجماد اضافه شود، و نهایتا بر روی قطعه تولید شده اثرات نامطلوبی می‌گذارد[1]. یکی از فاکتورهای بسیار مهم و تأثیرگذار بر کیفیت قطعات ریختگی، کیفیت فلز مذاب بوده که خود توسط سه فاکتور کنترل می‌شود: غلظت عناصر جزئی مانند آهن، مقدار هیدروژن محلول در مذاب و تعداد آخال‌های غیر فلزی موجود در مذاب. بدین منظور، گاززدایی مذاب و حذف کردن آخال‌ها دو عمل بسیار مهمی هستند که اگر به طور صحیح انجام شوند، می‌توانند کیفیت مذاب و به دنبال آن کیفیت قطعات ریختگی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند[3].

همانطور که گفته شد کنترل کیفیت مذاب از ملزومات کنترل کیفیت محصول تولید شده است[1] و لازم است تا جهت تولید قطعاتی با قابلیت اطمینان مناسب، عیوب داخلی و عوامل ایجاد شکست در آلیاژها شناخته شوند. یکی از عیوبی که سبب تضعیف خواص مکانیکی و کاهش قابلیت اطمینان به قطعات ریختگی، به خصوص قطعات آلومینیومی و آلیاژهای آن می شود، عیب اکسید فیلم دولایه است که دارای طبیعتی اتفاقی است و در اکثر قطعات ریختگی آلومینیوم یافت می شود. این عیب بدلیل تلاطم‌های سطحی ایجاد شده در طول بارریزی و سقوط سطح مذاب بر روی خودش، به وجود می‌آید و باعث می‌شود که دو سطح تر نشده‌ی اکسیدی بر روی یکدیگر قرار گرفته و پیوندی بین آن‌ها تشکیل نشود. این امر نه تنها سبب ایجاد ترک در قطعه منجمد شده خواهد شد بلکه به عنوان مکانی برای تشکیل سایر عیوب از قبیل تخلخل هیدروژنی و مناطق غنی از آهن عمل می کند[2].

تست فشار تقلیل یافته (RPT)[1] می تواند معیاری برای سنجش کیفیت مذاب فراهم کند. این روش مقایسه‌ای است. در این روش نمونه هایی کوچک تحت خلاء نسبی منجمد می شوند. می-توان با به دست آوردن چگالی نمونه های منجمد شده و مقایسه چگالی های به دست آمده به معیاری برای سنجش کیفیت مذاب دست یافت. همچنین برش نمونه هایی که تحت خلاء نسبی منجمد شده‌اند و اندازه‌گیری تخلخل موجود در سطح مقطع این نمونه‌ها توسط آنالیز تصویری و مقایسه اعداد به دست آمده برای تخلخل نیز می‌تواند معیار خوبی برای بررسی کیفیت مذاب و تأثیر اکسید فیلم های دولایه بر روی نمونه منجمد شده باشد[1]. در تحقیق حاضر از روش دوم، یعنی اندازه گیری تخلخل سطح مقطع نمونه‌های منجمد شده توسط آنالیز تصویری استفاده شده است.

در تحقیقات زیادی تأثیر هم زدن مکانیکی و الکترومغناطیسی بر روی مذاب آلومینیوم و آلیاژهای آن بررسی شده است. در تحقیق حاضر مذاب توسط یک همزن گرافیتی به هم زده شد. هم زدن مذاب با سرعت های 250 و 90 دور در دقیقه انجام شد. هدف از هم زدن مذاب ، بررسی تأثیر هم زدن بر روی اکسید فیلم های دولایه موجود در داخل توده مذاب بود. همچنین در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر زمان نگهداری مذاب در کوره بر روی اکسید فیلم‌های دوتایی و تخلخل، چند سری آزمایش بدون هم زدن مذاب نیز انجام شدند. در حقیقت هدف از انجام آزمایش‌های نگهداری، حذف تأثیر هم زدن مذاب و مقایسه نتایج آن با آزمایش های هم زدن مذاب بود.

[1]- Reduced Pressure Test

فصل دوم

مروری بر تحقیقات

انجام شده