

تحقیق در سرعت مذاب ورودی به قالب در قطعات ریختگی تولید شده به روش فشار ایмпالس هوا

نجمه نجم‌الدین
 دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران
 سحر غفوریان
 دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران
 سیدمحمدعلی بوترابی
 استاد، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده

در تحقیق حاضر سرعت ورود مذاب به قالب، در چند قطعه‌ی ریختگی صنعتی همچون کاسه چرخ عقب نیسان، میل لنگ پژو ۴۰۵ و فلاپویل پیکان که به روش فشار ایмпالس هوا تولید شده است، اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که از هر کدام از قطعات نام برده شده، فیلمی در هنگام ورود مذاب به داخل قالب روباز برداشته شده و در مراحل بعدی، سرعت‌های تئوری استخراج گردیده و با سرعت‌های عملی که از روی فیلم ضبط شده برای هر کدام بدست آمده بود مقایسه شد.

نتایج به دست آمده نشان داد که اصطکاک و انتقال گرمای قالب تغییرات قابل توجهی در میزان سرعت‌های تئوری و عملی ایجاد می‌کند. همچنین سرعت ورود مذاب به قالب برای تمام قطعات تولیدی که در این پروژه بررسی شدند زیر 0.5 m/s بدست آمد، که این مقدار زیر مقدار بحرانی قرار دارد. بنابراین سیستم راهگامی بکار رفته برای تولید قطعات نام برده از نظر سرعت ورود مذاب به داخل قالب، مناسب بوده و ضایعات ناشی از گذر از سرعت بحرانی در این قطعات دیده نشد.

کلمات کلیدی: ریخته‌گری، سیستم راهگامی، سرعت بحرانی

Study of Ingate Velocity of Castings Produced in Air Impulse Molding System

N. Najmuddin
 M.Sc. Student, Iran University of Science and Technology
 S. Ghafurian
 M.Sc. Student, Iran University of Science and Technology
 S. M. A. Boutorabi
 Professor, Iran University of Science and Technology

Abstract

In this study, the practical ingate velocities of some castings produced in air impulse moulding systems, like the back brake drum of Nissan, the crankshaft of Peugeot 405, and the flywheel of Peykan were measured. For each of these segments, the molten metal was filmed as entering the open mould. Afterwards, the theoretical velocities were calculated and were compared with the practical ones obtained from the recorded film.

The results showed that the existence of the friction and heat transfer of the mould cause a considerable difference between the theoretical and practical velocities. It was also found that the ingate velocities in these castings were less than 0.5 ms^{-1} , which is lower than the critical velocity. Therefore, the ingate systems used for the production of these castings were suitable according to the ingate velocity of molten metal. So, the defects caused by exceeding the critical velocity were not observed.

Keywords: Casting, Gating system, Ingate velocity

۱- مقدمه

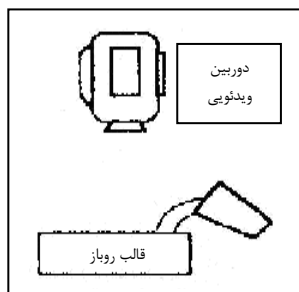
اکسیدی در آلیاژهای Al را ایجاد می‌کند. در چدن نشکن نیز فیلم سطحی حاوی اکسید منیزیم بوده که در صورت آمیختگی در داخل مذاب، ترک ایجاد می‌کند [۴].

با توجه به جایگاه آلیاژ چدن در صنعت و به ویژه صنعت خودرو سازی سرعت بحرانی ورود مذاب چدن به داخل قالب مورد بررسی قرار گرفت و از این رهگذر، یک مقدار کمی برای آن یافت شد. در این تحقیق، با آزمایش بر روی چند قطعه‌ی صنعتی چدنی، ضمن بررسی کیفیت سیستم راهگامی طراحی شده، و مقایسه‌ی سرعت‌های نظری و عملی در مقاطع مختلف، برای اولین بار یک مقدار کمی به عنوان سرعت بحرانی ورود مذاب چدن به داخل قالب ارائه شده است.

۲- آزمایشات تجربی

در جهت بررسی چگونگی پر شدن محفظه‌ی قالب از مذاب در مقاطع مختلف و محاسبه‌ی سرعت ورود مذاب به قالب و به منظور کاربردی‌تر کردن پژوهش چند قطعه‌ی صنعتی چدنی انتخاب شدند، که عبارتند از: کاسه چرخ عقب نیسان، فلاپیل پیکان و میل لنگ پژو ۴۰۵. سرعت واقعی ورود مذاب به درون محفظه‌ی قالب در این آزمایش از طریق تصویر برداری از جریان مذاب در قالب روباز محاسبه شد. این روش امکان مشاهده حرکت مذاب در داخل قالب را به طور مستقیم فراهم می‌کند.

به منظور تصویربرداری از نحوه‌ی حرکت مذاب در محفظه‌ی قالب، یک دوربین ویدئویی مطابق شکل ۱ به گونه‌ای تنظیم شد که تمام سطح قالب از بالا قابل مشاهده باشد و نحوه‌ی جریان یافتن مذاب از هنگام ورود آن از طریق راهباز به داخل قالب مورد بررسی قرار گیرد. همچنین برای تحلیل تصاویر از نرم افزاری تحت عنوان XingMPEG player در سیستم عامل Windows XP استفاده شد که قادر بود هر ثانیه از فیلم را به ۲۵ تصویر تجزیه نماید. سیستم راهگامی در آزمایشات فوق به صورت هیبریدی (فشاری-غیر فشاری) طراحی گردید (اشکال ۲ الی ۵).



شکل ۱- تنظیم دوربین به گونه‌ای بود که سطوح بالایی و جریان مذاب قابل مشاهده باشد.

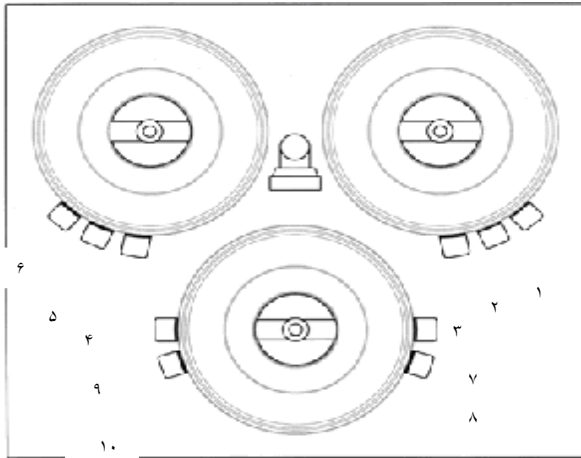
اگر فیلم‌های روی سطح مذاب آلیاژهای اکسیدزا در اثر تلاطم آشفته‌گی سطحی وارد قالب شوند، سلامت قطعه ریخته‌گی را تحت تأثیر قرار خواهند داد. با تحقیقات انجام شده چنین به نظر می‌آید که بیشتر از ۸۰٪ ضایعات ریخته‌گری ناشی از تلاطم باشد [۱].

تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که سرعت بحرانی، حدی است که در آن علاوه بر این که فلز مذاب به طور خود به خود تمایلی به در هم شکستن و اختلاط با فیلم سطحی ندارد، در عین حال، در حین ورود سرعت کافی جهت پر کردن قالب را نیز دارا می‌باشد [۲]. در اثر بیشتر شدن مقدار سرعت مذاب از سرعت بحرانی هنگام ورود به قالب، فیلم‌های تاخوردگی سطحی وارد مذاب شده و محلی برای ایجاد ترک می‌شوند. بنابراین می‌تواند استحکام و مقاومت به خستگی قطعه را کاهش دهند [۳-۶]. بنابراین ریخته‌گری و ورود مذاب به درون قالب می‌بایست به گونه‌ای باشد که در تمام مدت پر شدن محفظه‌ی قالب، تلاطم سطحی به وجود نیاید [۷-۹].

گراب و ایستوود (۱۹۵۰) سرعت بحرانی ورود مذاب آلیاژ Al-Mg ۱۰ در صفحات با ضخامت ۶mm را حدود 0.5 m.s^{-1} محاسبه کردند. شرکت کشتی سازی انگلستان^۱ نیز در سال ۱۹۷۵ و در تحقیقی بر روی آلومینیوم برنز، سرعت بحرانی ورود مذاب به قالب را در سیستم کف ریز برای راهباز عمودی، 0.06 m.s^{-1} و برای راهباز افقی، 0.09 m.s^{-1} به دست آورد. همچنین سوزوکی (۱۹۸۸) با آزمایش بر روی قطعات آلومینیومی تولید شده به روش ریخته‌گری کوبشی غیر مستقیم، نشان داد که قطعات سالم و با حداقل تخلخل گازی، زمانی حاصل می‌شود که سرعت خروج مذاب از راهباز حدود 0.4 m.s^{-1} باشد. تحقیقات انجام شده توسط رانیورو و همکارانش (۱۹۹۲) بر اساس عدد وبر و آزمایش فوران آزاد مذاب آلومینیوم، سرعت بحرانی را 0.5 m.s^{-1} نشان داده است [۳].

بحرینیان در مقاله‌ای (۲۰۰۴) مقدار سرعت بحرانی برای ورود مذاب منیزیم به داخل قالب را 0.5 m.s^{-1} محاسبه نموده است [۱۰]. حتی در مورد چدن ها، هنگامی که در داخل قالب ماسه‌ای ریخته‌گری می‌شوند، با تشکیل فیلم مواجه هستیم. اگرچه، در این حالت، فیلم از نوع سیلیکات مایع بوده که به راحتی بر روی سطح شناور می‌شود. در مورد ریخته‌گری چدن خاکستری در قالب با ماهیچه چسب یورتان، با مشکل فیلم سطحی روبرو هستیم. در این حالت فیلم از نوع گرافیت بوده و برهم کنش آن با حجم مذاب خطرانی مشابه آمیختگی فیلم

^۱. Ship Department

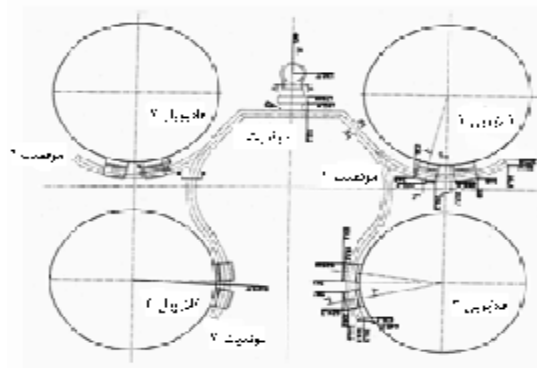


شکل ۳- شماره گذاری راهباره ها در کاسه چرخ عقب نیسان

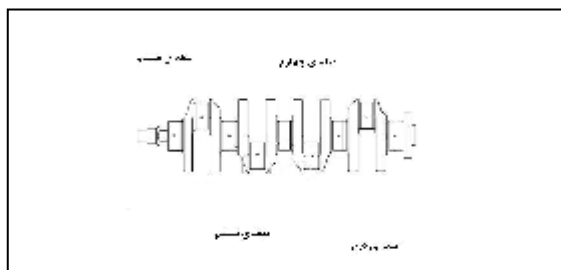
در محاسبه سرعت نظری در مقاطع مختلف از رابطه‌ی زیر استفاده شد.

$$V = \mu \sqrt{2gh} \quad (1)$$

که در آن V سرعت جریان مذاب برحسب $\frac{m}{s}$ ، μ ضریب اصطکاک و h ارتفاع راهگاه بر حسب m می باشد. مقدار μ برابر 0.3 در نظر گرفته شد.



شکل ۴- نقشه ی فلاپویل پیکان و تعیین موقعیت ها بر روی آن



شکل ۵- تعیین موقعیت ها برای میل لنگ پژو ۴۰۵

با توجه به کوتاه بودن زمان های پرشدن و مساوی بودن دبی در مقاطع مختلف، به ترتیب از روابط (۲ و ۳) برای محاسبه سرعت عملی استفاده شد [۱].

مشخصات متالورژیکی قطعات شامل ترکیب شیمیایی و ریز ساختار در جداول ۱ و ۲ ذکر شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی (الف) کاسه چرخ عقب نیسان (ب) میل لنگ پژو ۴۰۵ (ج) فلاپویل پیکان

کربن	منگنز	فسفر	گوگرد	مس	قلع	کروم	سیلیسیم
۳.۳	۰.۷۳	≤ 0.05	۰.۰۹	۰.۲۸	۰.۰۳	۰.۱	۲

(الف)

کربن	منگنز	فسفر	گوگرد	مس	منیزیم	سیلیسیم
۲.۷۵	۰.۷	≤ 0.04	≤ 0.15	۰.۵	۰.۰۴	۲.۳

(ب)

عناصر	کربن	منگنز	فسفر	گوگرد	مس	قلع	کروم	سیلیسیم
درصد	۳.۲۸	۰.۷۵	≤ 0.05	۰.۰۸۵	۰.۲۸	۰.۰۴	۰.۰۹	۲.۰۵

(ج)

جدول ۲- مشخصات ریز ساختاری (الف) کاسه چرخ عقب نیسان (ب) میل لنگ پژو ۴۰۵ (ج) فلاپویل پیکان

متالوگرافی گرافیت	گرافیت نوع A با اندازه ی ۵-۳ ASTM
متالوگرافی زمینه	پرلیتی با فریت کمتر از ۱۰٪

(الف)

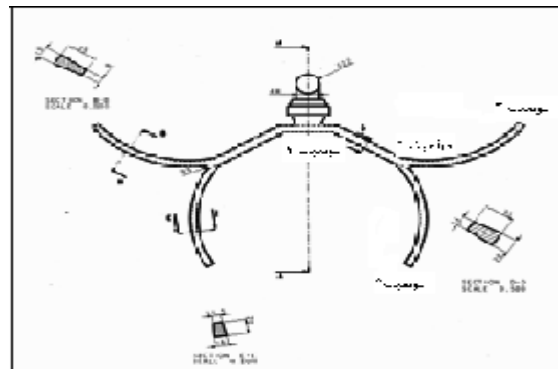
متالوگرافی گرافیت	کروی فرم VI درصد کرویت بزرگتر از ۸۵٪، تعداد گرافیت کروی < 200
متالوگرافی زمینه	پرلیت $\leq 85\%$ ، کاربید آزاد $\geq 2\%$

(ب)

متالوگرافی گرافیت	گرافیت نوع A با اندازه ی ۵-۴ ASTM یا کوچک تر
متالوگرافی زمینه	پرلیت ۹۵٪

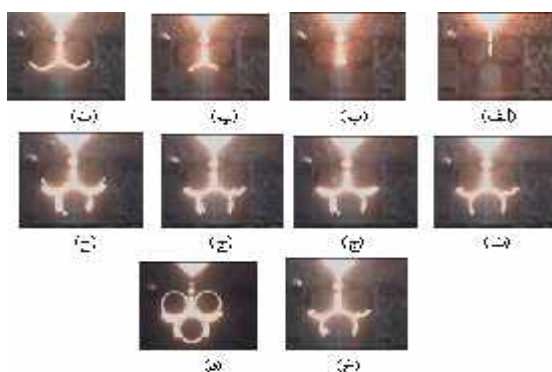
(ج)

موقعیت‌های بررسی شده حین ورود مذاب به داخل قالب در قطعات مختلف در اشکال ۲-۵ نمایش داده شده است.



شکل ۲- ابعاد راهبار و موقعیت های بررسی شده در آن برای کاسه چرخ عقب نیسان

بدست آمده هم خوانی دارد. در بخش فشاری سیستم راهگاه‌ها بلافاصله از مذاب پر شده و فشار پشت فلز موجب می‌شود که مذاب در راهگاه‌ها پس زده نشود. همچنین مقدار جریان مذاب در تمام راهگاه‌های فرعی با هم برابر است. سپس به منظور پرس شدن آرام و بدون تلاطم راهباره و محفظه قالب، در انتها سرعت رو به کاهش بوده که بخش غیر فشاری سیستم را تشکیل می‌دهد.



شکل ۶- مراحل ورود مذاب به داخل قالب برای قطعه ی کاسه چرخ عقب نیسان

(الف) موقعیت صفر، (ب) موقعیت یک، (پ) موقعیت دو، (ت) موقعیت سه، (ث) موقعیت ۴ و راهباره ۶، (ج) راهباره‌های ۱ و ۲، (چ) راهباره‌های ۳ و ۴، (ح) راهباره‌های ۷ و ۸، (خ) راهباره‌ی ۹، (د) وضعیت در پر شدن کامل

مطابق جدول ۶ مشاهده می‌شود که قبل از ورود مذاب به داخل راهباره، میزان سرعت در مقاطع مختلف بین ۰٫۱۴ تا ۰٫۲۹ متر بر ثانیه متغیر است. ولی در هر حال با مقادیر سرعت بحرانی محاسبه شده در سایر آلیاژها هم خوانی دارد.

در زمینه‌ی پر شدن راهباره‌ها، می‌توان دید که راهباره‌های با موقعیت یکسان، تقریباً با سرعت یکسان پر شده‌اند. به عنوان مثال راهباره‌ی ۲ با ۵، راهباره‌ی ۳ با ۴ و راهباره‌ی ۴ با ۸ به طور همزمان پر شده‌اند. در زمینه‌ی راهباره‌هایی که با سرعت بسیار بالا و یا بسیار پایین پر شده‌اند، می‌توان به عدم کنترل دما و یا ریختن مذاب به صورت دستی اشاره نمود. به این معنی که در حین انتقال مذاب از کوره تا سطح قالب، افت دما صورت گرفته و همین امر باعث بروز این مشکل گردیده است و یا به دلیل ریخته‌گری به روش دستی، سرعت حرکت دست فرد، در طول پر کردن قالب، یکسان و یکنواخت نبوده است.

$$V = \frac{X}{t} \quad (1)$$

که در این رابطه X فاصله ی طی شده توسط مذاب و t زمان طی شده است.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2)$$

که در این رابطه V_1 و V_2 سرعت های ورودی و خروجی مذاب در مقاطع مختلف و A_1 و A_2 سطوح مربوط به هر کدام می‌باشند.

لازم به ذکر است که قطعات تولید شده به این روش فاقد مک بوده و سالم می‌باشد.

۳- نتایج

سرعت‌های نظری محاسبه شده در جداول ۳-۵ آورده شده است.

جدول ۳- سرعت‌های نظری در موقعیت‌های مختلف ورود مذاب به داخل قالب برای کاسه چرخ عقب نیسان

موقعیت	صفر	یک	دو	سه	چهار	راهباره های ۶ تا ۱۰	راهباره های ۱ تا ۷
سرعت نظری (m/s)	۰٫۷۱	۱٫۶۲	۲٫۱۸	۱٫۵۴	۲٫۲۶	۱	۱٫۵

جدول ۴- سرعت‌های نظری در موقعیت‌های مختلف ورود مذاب به قالب برای قطعه‌ی فلاپویل پیکان

موقعیت	صفر	یک	دو	سه	راهباره
سرعت نظری (m/s)	۰٫۷۱	۲٫۴۷	۱٫۶	۱٫۱۴	۱٫۵

جدول ۵- سرعت های تئوری در موقعیت‌های مختلف ورود مذاب به داخل قالب برای قطعه ی میل لنگ پژو ۴۰۵

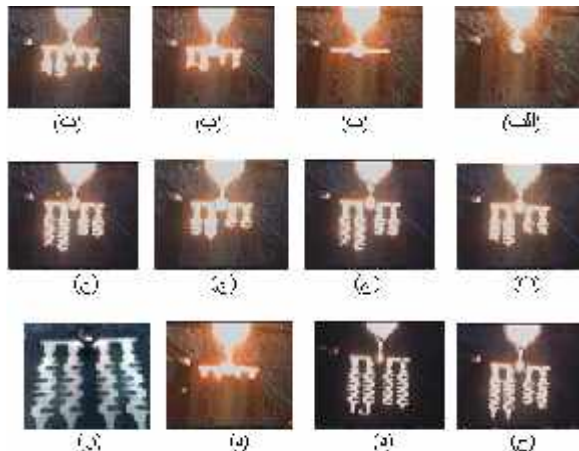
موقعیت	صفر	راهبار	راهباره
سرعت نظری (m/s)	۰٫۷۷	۱٫۳	۰٫۳۵

۳-۱- بررسی جریان مذاب در کاسه چرخ

درمورد کاسه چرخ نیسان ، همانطور که از اشکال پیداست، راهبار در مقاطع مختلف به صورت منظم پر شده است. طبق شکل ۷ سرعت تا موقعیت (۲) افزایش می‌یابد و سپس تا رسیدن به راهباره‌ها رو به کاهش است. اندازه‌ی مقاطع بر روی نقشه، با این نتیجه سازگار است.

مجموع سطوح مقاطع پس از موقعیت (۱) و قبل از رسیدن به موقعیت (۲) کمتر از سطح مقطع در زمان قبل از موقعیت (۱) است. بنابراین با کاهش سطح مقطع، سرعت افزایش یافته است. در ادامه به دلیل اینکه مجموع سطوح مقاطع رو به افزایش است، سرعت رو به کاهش می‌باشد. افزایش سرعت به معنای کاهش زمان پر شدن قالب است، که با نتایج بدست آمده در نمودارها سازگاری دارد. همچنین اشاره شد که سیستم راهگاهی مورد استفاده فشاری- غیر فشاری (هیبریدی) است، که باز هم با نتایج

مورد سایر آلیاژها می‌باشد [۲-۴].



شکل ۹- مراحل ورود مذاب به داخل قالب برای قطعه ی میل لنگ پژو ۴۰۵ (الف) نقطه ی شروع یا موقعیت صفر، (ب) موقعیت یک، (پ) مقطع دوم در پر شدن سریع، (ت) مقطع چهارم در پر شدن سریع، (ث) مقطع ششم در پر شدن سریع، (ج) مقطع هشتم در پر شدن سریع، (چ) مقطع دوم در پر شدن آهسته، (ح) مقطع چهارم در پر شدن آهسته، (خ) مقطع ششم در پر شدن آهسته، (د) مقطع هشتم در پر شدن آهسته، (ذ) پر شدن راهباره ها، (ر) وضعیت پر شدن کامل

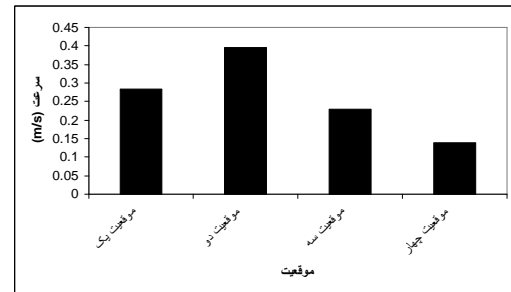
جدول ۷- نتایج بدست آمده برای میل لنگ پژو ۴۰۵ در مقاطع مختلف حین ورود مذاب به داخل قالب

موقعیت ها	زمان پر شدن (sec)	سرعت (m/s)
راهبار	۳	۰/۱۲۲
مقطع دوم سریع	۴۰۸	۰/۳۷۹۹
مقطع چهارم سریع	۶۶۸	۰/۳۶۹۷۶
مقطع ششم سریع	۸۹۲	۰/۳۷۳۳۲
مقطع هشتم سریع	۱۰/۷۶	۰/۳۹۰۳۳
مقطع دوم آهسته	۷/۰۴	۰/۲۲۰۱۷
مقطع چهارم آهسته	۱۰/۷۶	۰/۲۲۹۵۵
مقطع ششم آهسته	۱۵/۲	۰/۲۱۹۰۸
مقطع هشتم آهسته	۱۹/۳۲	۰/۲۱۷۳۹
راهباره ها	۱/۴۸	۰/۴۲۵۶۸

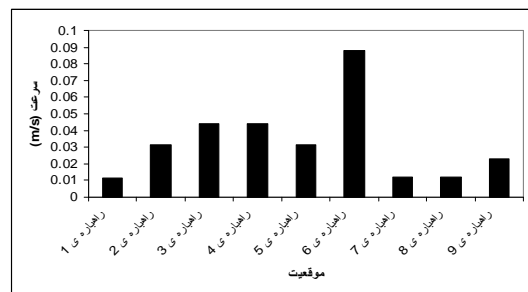
راهباره‌ها با سرعت تقریباً یکسان پر شده اند، که نشان- دهنده‌ی طراحی مناسب سیستم راهگاهی و فاکتورهای ریخته- گری است. در زمینه‌ی سرعت متفاوت پر شدن میل لنگ‌ها می- توان به دو عامل اشاره نمود. عامل اول، تمایل بیشتر دست فرد مذاب ریز به سمت میل لنگی که سرعت بیشتری در پر شدن داشته است و دیگری احتمال تراز نبودن درجه و یا به هم خوردن آن است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که سرعت در مقاطع مختلف میل لنگ ۳ و ۲ یکسان می‌باشد که دلیل دیگری بر طراحی مناسب قالب است.

جدول ۶- نتایج بدست آمده برای کاسه چرخ عقب نیسان در مقاطع مختلف حین ورود مذاب به داخل قالب

موقعیت ها	زمان (sec)	سرعت پر شدن (m/s)
موقعیت یک	۰/۹۲	۰/۲۸۲۶۰۹
موقعیت دو	۰/۳۶	۰/۳۹۴۲۷۸
موقعیت سه	۱/۱۲	۰/۲۲۸۳۳
موقعیت چهار	۱/۸۴	۰/۱۳۸۹۸۴
راهباره ی ۱	۳	۰/۰۱۱۷
راهباره ی ۲	۱/۱۲	۰/۰۳۱۳۳۹
راهباره ی ۳	۰/۸	۰/۰۴۳۸۷۵
راهباره ی ۴	۰/۸	۰/۰۴۳۸۷۵
راهباره ی ۵	۱/۱۲	۰/۰۳۱۳۳۹
راهباره ی ۶	۰/۴	۰/۰۸۷۷۵
راهباره ی ۷	۲/۹۲	۰/۰۱۲۰۲۱
راهباره ی ۸	۲/۹۲	۰/۰۱۲۰۲۱
راهباره ی ۹	۱/۵۲	۰/۰۲۳۰۹۲
راهباره ی ۱۰	-	-



شکل ۷- نمودار سرعت بر حسب موقعیت مذاب در قالب برای کاسه چرخ عقب نیسان



شکل ۸- نمودار سرعت بر حسب موقعیت مذاب در راهباره ها برای کاسه چرخ عقب نیسان

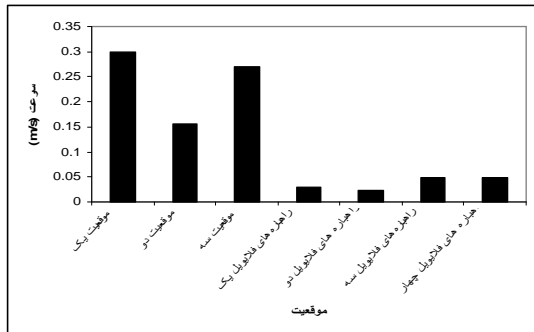
۳-۲- بررسی جریان مذاب در میل لنگ

جدول و نمودار سرعت پر شدن همانند کاسه چرخ نیسان، در مقاطع مختلف، برای میل لنگ پژو ۴۰۵ ترسیم گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که سرعت بالای مذاب در راهبار در هنگام ورود به راهباره به مقادیر پایین تر تبدیل شده است. در این بخش نیز سیستم هیبریدی بوده و به همان دلایل ذکر شده، سرعت در ابتدا بالا بوده و با افزایش سطح مقطع کاهش می‌یابد. میزان سرعت در همان محدوده ی زیر ۰/۵ m/s قرار گرفته است که مطابق با نتایج بدست آمده توسط محققان پیشین در

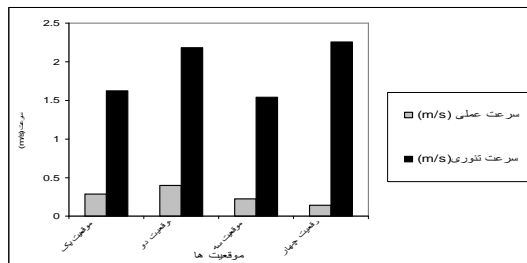
γ/Γ^2 نیروی مهارکننده، در تقابل و تعامل با یکدیگرند که در آن ρ چگالی مایع و V سرعت حرکت مایع، γ کشش سطحی و Γ شعاع سطح تغییر شکل یافته می‌باشد.

جدول ۸- نتایج بدست آمده برای فلاپیول پیکان در مقاطع مختلف حین ورود مذاب به داخل قالب

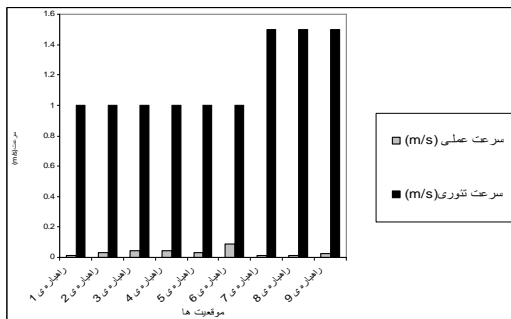
موقعیت ها	زمان پر شدن (s)	سرعت (m/s)
موقعیت صفر (نقطه ی شروع)	-	-
موقعیت یک	۰/۴	۰/۳
موقعیت دو	۱/۱۲	۰/۱۵۵۳۵۷
موقعیت سه	۱/۴۸	۰/۲۶۹۵۹۵
راهباره های فلاپیول یک	۱/۱۲	۰/۰۲۹۰۱۸
راهباره های فلاپیول دو	۱/۴۴	۰/۰۲۲۵۶۹
راهباره های فلاپیول سه	۰/۶۸	۰/۰۴۷۷۹۴
راهباره های فلاپیول چهار	۰/۶۸	۰/۰۴۷۷۹۴



شکل ۱۲- نمودار سرعت بر حسب موقعیت مذاب در قالب برای فلاپیول پیکان



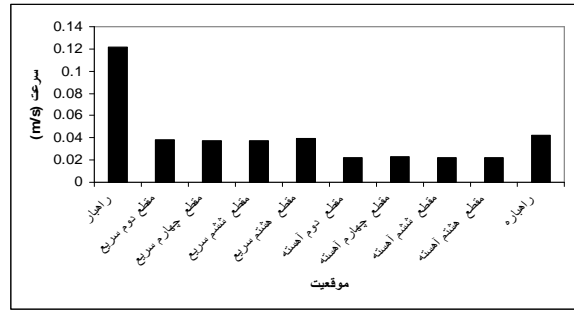
(الف)



(ب)

شکل ۱۳- نمودار مقایسه‌ی سرعت‌های تئوری و عملی برای

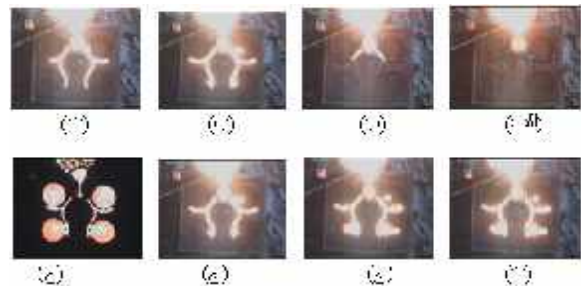
کاسه چرخ عقب نیشان الف) راهبار، ب) راهباره



شکل ۱۰- نمودار سرعت بر حسب موقعیت مذاب در قالب برای میل لنگ پژو ۴۰۵

۳-۳- بررسی جریان مذاب در فلاپیول

در مورد فلاپیول نیشان نیز از آنجا که مذاب ابتدا راهبار اصلی را پر می‌کند و سپس وارد راهباره‌های جانبی (فرعی) می‌شود، سرعت در نقطه ۳ بیشتر از نقطه ۲ می‌باشد و مشاهده می‌گردد که هرچه به محفظه‌ی قالب نزدیک می‌شویم، سرعت کاهش یافته است. این امر باعث پر شدن آرام و بدون تلاطم محفظه‌ی قالب می‌شود.



شکل ۱۱- مراحل ورود مذاب به داخل قالب برای قطعه‌ی فلاپیول پیکان (الف) نقطه‌ی شروع یا موقعیت صفر، (ب) موقعیت یک، (پ) موقعیت دو، (ت) موقعیت سه، (ث) موقعیت راهباره‌های فلاپیول ۱، (ج) موقعیت راهباره‌های فلاپیول ۲، (چ) موقعیت راهباره‌های فلاپیول ۳ و فلاپیول ۴، (ح) وضعیت در پر شدن کامل

مقدار سرعت، پیش از ورود به راهباره، بین 0.15 تا 0.3 m/s می‌باشد که زیر مقدار بحرانی است. راهباره‌هایی که موقعیت یکسان داشتند نیز با سرعت تقریباً یکسان پر شده‌اند. البته راهباره‌های مربوط به فلاپیول ۳ و فلاپیول ۴، شکل ۱۱، سریع‌تر از راهباره‌های فلاپیول ۱ و ۲ پر شده‌اند، که دلیل این امر سریع‌تر پر شدن راهبار اصلی (موقعیت ۳) نسبت به راهبار فرعی (موقعیت ۲) می‌باشد.

در تمام موارد مشاهده می‌شود که سرعت بحرانی واقعی، مقادیر بسیار کمتری از سرعت‌های تئوری دارد. این موضوع را می‌توان به وجود ضریب اصطکاک و انتقال گرما در قالب نسبت داد.

در توجیه رفتار مذاب در قالب، چنین می‌توان گفت که همیشه در جریان مذاب در یک کانال، شکل ۱۶، pV^2 اینرسی مذاب و

۴- نتیجه‌گیری

۱. وجود اصطکاک و انتقال گرما قالب باعث تغییر قابل توجهی میان سرعت های تئوری و عملی شده است.
۲. سرعت ورود مذاب به قالب برای تمام قطعات مورد تحقیق زیر 0.4 m/s است، که با نتایج حاصله برای آلیاژ های سبک نظیر آلومینیوم مطابقت دارد.
۳. سیستم راهگاهی بکار رفته برای این قطعات از نظر سرعت ورود مذاب به داخل قالب، مناسب می باشد و منجر به تولید قطعه ی سالم خواهد شد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از همکاری های مدیریت محترم عامل شرکت مالیل سایپا، جناب آقای مهندس دهقانی و همکارانشان علی الخصوص آقای مهندس موسویان تشکر می‌شود.

مراجع

[۱] محمد علی بوترابی و همکاران؛ "نگرشی نوین بر طراحی سیستم های راهگاهی"، دانشگاه علم و صنعت ایران، ص. ۶۰-۶۱، ۱۳۷۶.

[2] Halvae A., Campbell J.; "Critical Mold Entry Velocity for Aluminum Bronze Castings", AFS Transaction, pp. 35-46, 1997.

[3] Runyoro J., Campbell J.; "The running and Gating of Light Alloys", Institute of British Foundrymen, Light metals Conference, pp 117-123, April 1992.

[4] Runyoro. ; S.M.A. Boutorabi; Campbell J.; "Critical Gate Velocities for Film-Forming Casting Alloys: A Basis for Process Specification", AFS Transaction, Vol. 37, pp. 234-255, 1992.

[5] Sirrel B.; Campbell J.; "Mechanism of Filtration in Reduction of Casting Defects Due to Surface Turbulence During Mold Filling", AFS Transaction, pp 645-654, 1997.

[6] Mirak, A. R.; Divandari, M.; Boutorabi, S.M.A.; "Oxide film characteristics of AZ91 Magnesium alloy in casting conditions", Cast Metals, Vol. 20, Number 4, pp. 215-220(6), August 2007.

[7] Campbell J.; "Castings", 2nd edition. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2003.

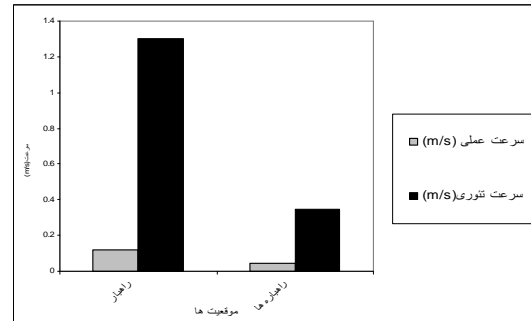
[8] Roy Elliott; "Cast Iron Technology", Botterworth -Heinemann, England, pp.13-20, 1988.

[9] Campbell J.; "Castings practice", Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2004.

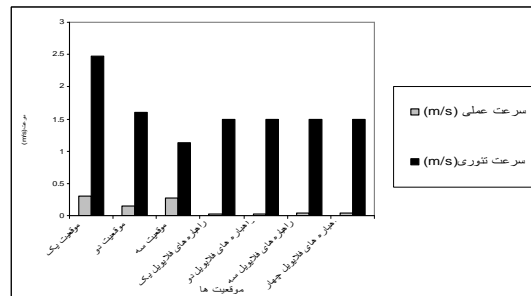
[10] Bahreinian F.; "The Critical gate velocity for magnesium casting alloy (ZK51A)", JOM, Vol. 56, n. 11, p. 81, November 2004.

اگر این دو نیرو مساوی یکدیگر باشند، آشفته‌گی در سطح به وجود نخواهد آمد، ولی اگر مقدار اینرسی مذاب از نیروی مهار کننده بیشتر باشد، آشفته‌گی ایجاد خواهد شد و در نتیجه فیلم-های اکسیدی و کربنی جدید تشکیل شده، در درون مذاب دفن شده و این فیلم‌ها محل ترک قطعه در حین کار خواهد شد. برای آلیاژهای اکسیدزا، محاسبه ی سرعت به قرار ذیل خواهد بود:

$$\rho v^2 = 2 \frac{\gamma}{r} \tag{۴}$$



شکل ۱۴- نمودار مقایسه ی سرعت های تئوری و عملی میل لنگ پژو ۴۰۵

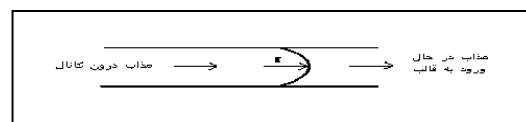


شکل ۱۵- نمودار مقایسه ی سرعت های تئوری و عملی برای فلاویل پیکان

و در نتیجه :

$$v = \sqrt{\frac{2\gamma}{\rho r}} \tag{۵}$$

و با علم به این که نسبت $2/r$ تقریباً ثابت است و نسبت γ/ρ نیز برای کلیه آلیاژها، عددی با محدوده‌ی تغییرات بسیار کم است و همچنین با در نظر گرفتن اینکه سرعت، با جذر این عبارت محاسبه می‌شود، نتیجه‌گیری می‌شود که از لحاظ نظری سرعت بحرانی ایجاد آشفته‌گی سطحی، بین 0.3 تا 0.5 متر بر ثانیه قرار می‌گیرد و نتایج حاصل از این تحقیق با کار محققان دیگر در توافق است [۱،۳،۴].



شکل ۱۶- نحوه‌ی حرکت مذاب در کانال