وزارت
معادن و فلزات
شرکت ملی فولاد ایران

اهواز
دانشگاه شهید چمران

۱۸ تا ۲۴ اسفند ۱۳۶۹

روش ریخته گری تونیر تحت خلأ [تلفیقی مناسب از دو روش جدید]

دکتر یوسف حاج کریم حرازی
مهندس مهدی [illegible]

دانشگاه علم و صنعت ایران
[illegible]

با همکاری :

دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشگاه شهید چمران
[illegible]

روش ریخته گری " توپرتحت خلا " تلفیقی مناسب از دو روش جدید

دکتر یوسف حاج کریم خرازی ، عضوهیات علمی‌دانشگاه علم و صنعت ایران
مهندس مهدی دیواندری ، عضوهیات علمی‌دانشگاه علم و صنعت ایـــــران

خـــــلاصـــــه :

روش ریخته‌گری "توپر تحت خلاء" تلفیقی است ازدوروش "ریخته‌گری توپر" و"ریخته‌گری و قالبگیـــری تحت خلاء" که‌هردوروش کاملا" جدید بوده وکمتراز ۳۰سال پیش معرفی شده‌اند.

روش ریخته‌گری توپر درصنایع اتوموبیل سازی توسعه قابل توجهی یافته واخیرا " سیلندر اتوموبیل بـــــه این روش درخط تولید قرارگرفته‌است .

درروش تلفیقی بااستفاده از اعمال خلاء،ماسه بدون چسب ورطوبت خودگیر شده ؛ وپس از باریزی درحالیکه خلاء برقراراست ، مدل پونولیتي بخارشدد ومذاب جای انرامی‌گیرد. بدین ترتیب کلیه هزینه‌های ناشـــی از افزایش چسب ومواداافزودنی حذف‌وخط گردش ماسه‌دریك سیستم تولیدانبوه بسیارساده میگردد.

بعلاوه باانجام مکش ، معایب روش توپر که ایجادگازاست کاملا" حذف وبرطرف میگردد.

باانجام ۱۲آزمایش مختلف ، ضمن بررسی شرایط اعمال مکش یکنواخت ونقش آن درسلامت قطعات ،نقش سیستم راهگاهی ونیز پوشش قالب موردمطالعه وبررسی قرارگرفته است .

مقـــــدمـــــه :

درك اهمیت روش معرفی شده ، مستلزم شناخت کافی درموردمحاسن ومحدودیت های هرکدام از - روشهای ریختهگری توپر "Full mold process" و فرآیندتحت خلاء V-process است روش موردنظر ضمن حذف برخی محدودیتهای هرکدام از روشهای فوقالذکر ، محاسن آنهارادرخودجمـــع می‌نماید.

الف - روش ریختهگری توپـــــر

اولین باردرســـال ۱۹۵۸ شخصی بنام شرویر "Shroyer" روش رامعرفی کردکه براساس آن مدلهای ذوب شونده ازجنس پلیاسترین "Expanded Poly styrene" پس از قالبگیری داخل ماسه بدون آنکه از قالب خارج شوند، عمل مذابریزی برروی آنهاانجام وباذوب مدلدرداخل قالب ، مذابریختهگـــــری شده ،جای خالی مدلرابتدریج پرمیگرددوبدینوسیله قطعه مشابه مدل اولیه حاصل میگردید (اختراع شماره- ۲۸۳۰۳۴۳)[۱و۲و۳]این روش باناَمهای مختلف معرفی شدهاست ودرحال حاضر علاوه بر روشماسهای معمولی برای تولیدقطعات کوچك ، باروش سیلیکات سدیم ویاچسب سردبرای تولید قطعات بزرگ مورداستفاده قرار میگیرد. [۳]

اولین مقاله دراین موردبوسیله پرفسورفلمینگM.C.Fleming انتشاریافت [۲]این مقاله کاربردفرآیندرادر زمینه ریختهگری قطعات هنری تشریح میکرد. پیشنهادانجام این پژوهش ازطرف هنرمندی "Duca" که ازاین روش برای تهیه قطعات هنری استفاده میکرد، ارائه شدهبودبلافاصله شرکتهای مهم اتوموبیل سازی آمریکاپژوهش برروی این روش واستفاده از آن درصنایع مزبور رادردستورکارخودقراردادند.[۳]

زیرنویس

1- Full Mald Process
2- Lost Foam Casting
3- Lost Pattern Process
4- Evaporative Pattern Casting (EPC)
5- Evaporative Foam Casting
6- Expanded Polystyrene Molding

درسالهای بعدازآن یعنی ۱۹۶۲ روشی معرفی شدکه درآن ازماسه بدون چسب استفاده میگردد. ولی مشخص نیست که استحکام ماسه چگونه بدست می‌آید.

آنچه که موردتاکیدقرارگرفته‌است استفاده از ارتعاش برای فشرده کردن ماسه میباشد [۳و۴و۵] استفاده از ماسه بدون چسب قابلیت های روش ریخته‌گری توپررابسیارافزایش میدهدودرحال حاضر کوشش بسیار زیادی درصنایع اتوموبیل سازی برروی استفاده ازاین روش متمرکز گردیده‌است .[۷و۸و۹]

محاسن ومحدودیتهای روش توپر

۱ـ۱ـ عدم خروج مدل ازماسه ودرنتیجه حذف شیب ازمدل

۱ـ۲ـ افزایش دقت ابعادی بدلیل عدم خروج مدل‌ازماسه

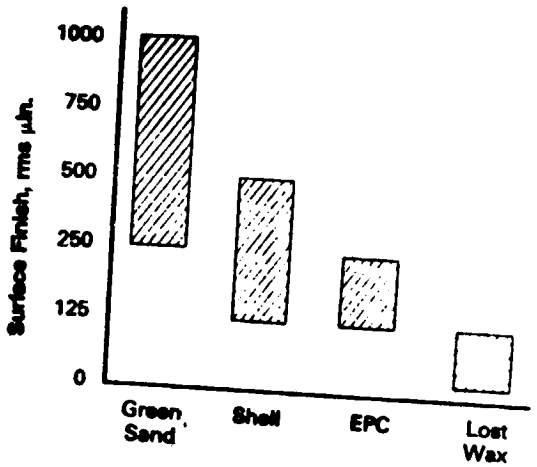
۱ـ۳ـ امکان تولید قطعات بزرگ ،باتعدادکم بدون طی مراحل مفصل مدلسازی وقالبگیری پیچیده از طریق چسباندن قطعات فوم به یکدیگر بعلاوه سیستم راهگاهی

۱ـ۴ـ استفاده از درجه‌یك تکه‌ساده

۱ـ۵ـ عدم لزوم انتخاب سطح جدایش وحذف ماهیچه دربسیاری از موارد

۱ـ۶ـ حذف پلیسه ونیز جلوگیری ازعیوبی کهدراثر جابجائی قالب ویاماهیچهmold shiftوبیرون زدن - مذاب بوجودمی‌آید.

۱ـ۷ـ دقت ابعادی با لا



شکل ۱ : دقت ابعادی روش های مختلف ریخته‌گری[۱۰]

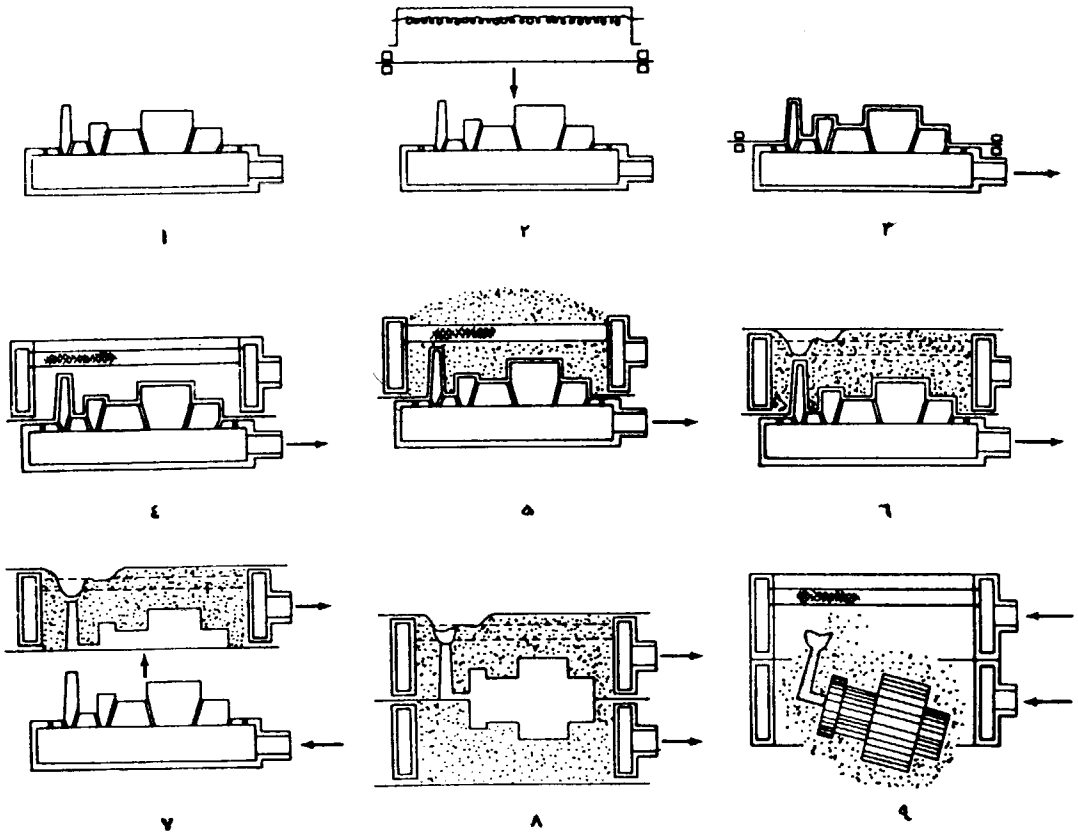
۲ـ۱ـ مشکل خروج گازهای ناشی از سوختن فوم

۲ـ۲ـ عیب چین پوستی درآلومینیم وعیب ژگاله درفلزات آهنی [۲]

۲ـ۳ـ لزوم تولیدمدلهای ازجنس فوم درهنگام تولید انبوه

۲ـ۴ـ انقباض فوم پس‌ازتولیدمدلهای فومی که بایستی موردتوجه قرارگیرد.

اساس این روش بربکارگیری ماسه‌بدون چسب واستفاده‌از خلاء بمنظور استحکام بخشیدن به ماسه استواراست . دراین روش مدل‌فلزی از سطح جدایش خودبرروی صفحه درجه‌که‌خودبصورت محفظه‌ای است ، نصب میگردد(مرحله ۱) ، لوله خلا ،به این محفظه متصل میشود . برروی صفحه ومدل سوراخهای ریزی وجوددارد‌که پس از قراردادن یك نایلون مخصوص برروی مدل وحرارت دادن از بالا(مرحله ۲) ، با اعمال خلاء از زیر، نایلون مخصوص کاملا" برروی مدل کیپ شده‌ونایلون شکل منفی مدل‌را به خودمیگیرد(مرحله ۳) سپس درجه‌ای مخصوص که امکان اعمال مکش یاخلاء از اطراف آن وجوددار دبر روی صفحه درجه قرارگرفته (مرحله ۴) وباریختن ماسه ، ارتعاش لازم برای رسیدن به حداکثر تراکم ماسه ، به درجه اعمال میشود (مرحله ۵) پس از آن باقراردادن نایلون برروی درجه ، ارتباط قالب باهوای محیط قطع شده‌وخلاء به درجه اعمال میشود(مرحله ۶و۷) دولنگه درجه به این‌ترتیب تهیه وبه یکدیگر متصل میگردندوبارزیری درحالیکه مکش برقراراست انجام میشود(مرحله۸)[۳ و۶]



شکل ۲: مراحل مختلف قالبگیری تحت خلاء

۱ـ۱ـ استفاده ازماسه بدون چسب ورطوبت

۱ـ۲ـ ساده شدن سیستم‌گردش ماسه وتخلیه وبازیابی آسان

۱ـ۳ـ خروج بهترگازهای ناشی ازواکنش مذاب وقالب دراثر اعمال مکش

۱ـ۴ـ قابلیت پرکردن مقاطع نازك

۱ـ۵ـ دقت ابعادی مناسب

۱ـ۶ـ عدم لزوم پوشش

۲ـ۱ـ محدودیت درطراحی قطعات

۲ـ۲ـ عدم امکان‌تولیدقطعات بزرگ بویژه بدلیل سوختن نایلون درهنگام ورودمذاب به قالب وریزش ماسه

۲ـ۳ـ لزوم استفاده از تجهیزات مکش ونیزنایلون مخصوص

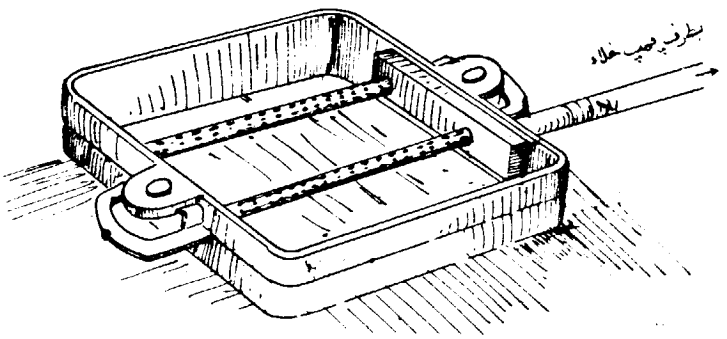
اکنون به بررسی مراحل مختلف انجام شده‌دراین پژوهش ونتایج آن‌می‌پردازیم

تجهیزات وروش مورداستفاده:

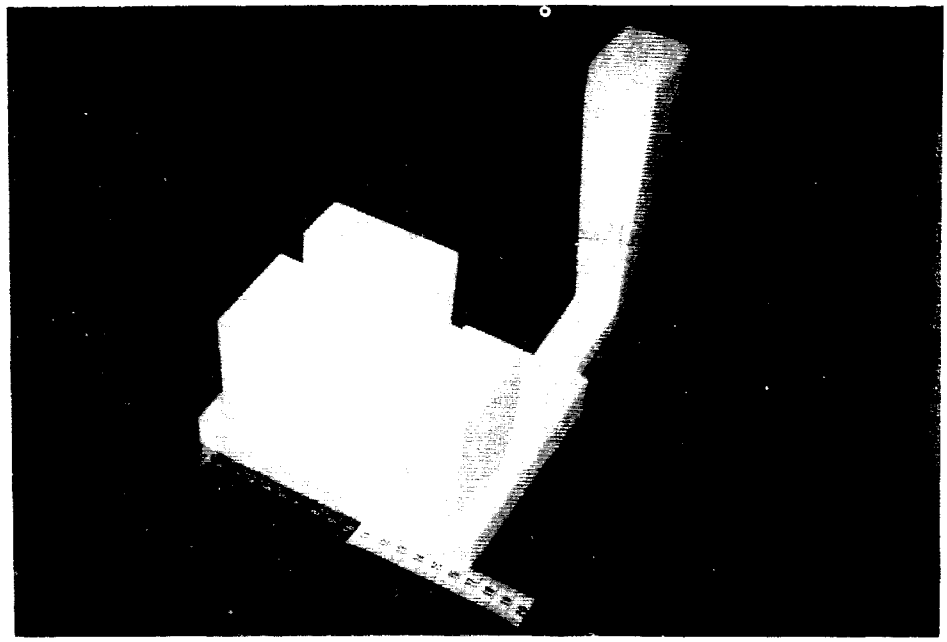
به منظور انجام آزمایش ازدرجه‌ای بامشخصات شکل ۳استفاده گردید، این درجه‌دارای دولولـــه مشبك بودکه دریك انتهابه محفظه‌ای متصل می‌گردیداز قسمت بیرونی لوله‌ای خارج شده وکل سیستم رابه پمپ خلاء متصل می‌نمود.

جهت تهیه مدل‌نیز از پلی‌استیرولیت معمولی استفاده میشد. مدلهای اولیه صفحه‌ای بودندومدلی که نهایتا آزمایشات متعددبرروی آن گرفت درشکل ۴مشاهده میشود.

مذاب مورداستفاده جهت ریخته‌گری،چدن معمولی بوده وبرای قالبگیری ازماسه خشك فیروزکوه‌استفاده‌میشد



شکل ۳: مشخصات درجه مورداستفاده در قالب گیری

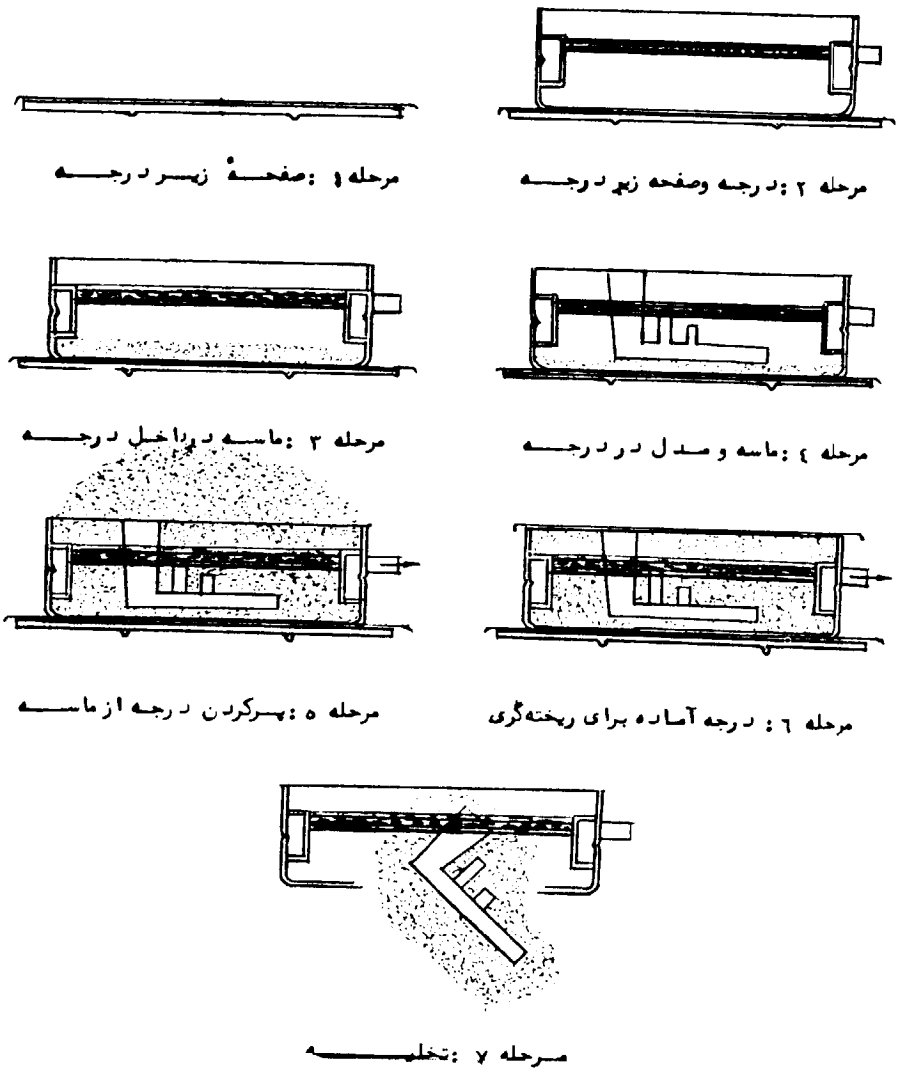


شکل ۴ : مشخصات مدل یونولیتی همراه با سیستم راهگاهی

نحوه قالبگیری

با قراردادن صفحه‌ای روی میز قالبگیری ، ابتدا نایلونی معمولی کشیده‌شده ، سپس درجه اصلی برروی آن قرارگرفته‌و مقداری ماسه داخل درجه ریخته‌میشدتا به سطح مشخصی برسد ۰ آنگاه مدل برروی ماسه قرارگرفته وباپرکردن درجه ازماسه ، بااستفاده از ضربه چکش لاستیکی به درجه ، مختصری تراکم بوجود می‌آمد ۰ پس از این مرحله نایلون دیگری روی سطح درجه قرارمی‌گرفت وباچندبارقطع ووصل خلاء مقدارتراکم ماسه زیادتر میشد ۰ نهایتا " خلاء بطورکامل به درجه وصل‌میشدودرنتیجه استحکام قابل توجهی برابر با ۷۵ واحواستاندارد AFS بدست می‌آمد ۰

کوشش کافی بعمل آمدتاباتوجه به وضعیت مدل، خلاء یکنواختی دراطراف مدل‌اعمال گردد ۰ پس از این مراحل یك صفحه آزبست برروی درجه طوری قرارداده میشدکه درآن سوراخی درست منطبق باحوضچه یا لای راهگاه تعبیه شده‌بوداین عمل به منظور جلوگیری ازسوختن نایلون روی قالب ۰



شکل ۵ : مراحل مختلف قالب گیری درروش توپر تحت خلاء

در اثر ریختن احتمالی مذاب ، برروی نایلون انجام می‌گردید ، تا از ایجاد اختلال احتمالی در اعمال مکش یا خلاء جلوگیری بعمل آمده ومکش اعمال‌شده تا انتهای باریزی بطورکامل ادامه داشته باشد .

پس از باریزی نیز مدتی مکش میباشد تا خلاء همچنان ادامه یافته واز فروپاشی زودرس ماسه درهنگامی‌که فلز هنوز مایع ویا خمیری است ،جلوگیری بعمل آید . سپس مکش قطع شده وقطعه خارج می‌گردید .

نتایج حاصل از آزمایشات مختلف درجدول ۱ مشاهده میشود .

جـــدول ۱ : توضیح روند آزمایشات انجام شـــــــــده + نتیجه آزمایش

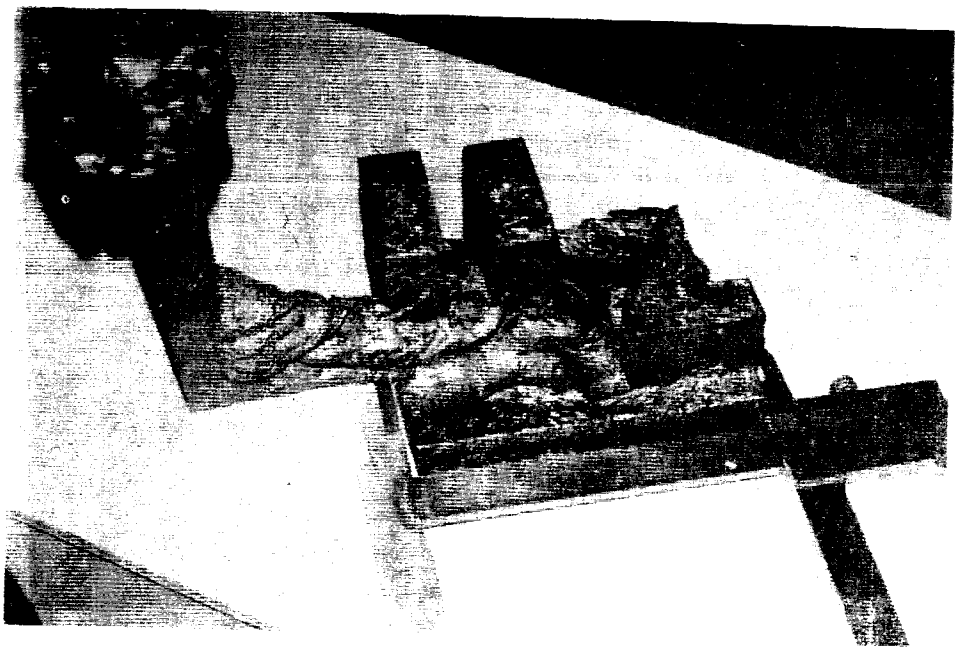
شماره آزمایش ومدل مورد استفـــاده	مقطع راهباره		نحوه اعمال مکش		پوشـــش	نتیجه و تـــوضیح
	مستطیل	مثلث	از قسمت پایین	از قسمت بالا		
۱- بررسی تراکم ماسه			*			برابـــر AFS ۷۰
۲- ریخته گری صفحه	*		*			+
۳- ریخته گری مدل شکل ٤	*		*			—
٤	*		*		*	—
٥-	*		*		*	—
٦-	*			*	*	+
۷-	*			*	*	+
۸-	*			*	*	+ پوشش فقط در مقطع راهباره
۹-		*		*	*	+
۱۰-		*		*		—
۱۱-		*		*	*	— پوشش فقط در مقطع راهباره
۱۲-		*		*	*	+

(۷)

بررسی روند آزمایش و نتایج حاصله :

الف : اولین آزمایشات به منظور بررسی استحکام قالب صورت گرفت که نتیجه آن دست یابی به استحکام AFS ۷۵ بودوپس ازآن صفحه‌ای ساده ریخته‌گری شدکه اگرچه مکش ازقسمت پائین قالب انجام شدولی نتیجه موفقیت آمیز بود. درنتیجه مشخص شدکه این روش قابل اجرامیباشد. (آزمایش ۱و۲)

ب : پس از مرحله اول ، ۳آزمایش صورت گرفت کهدرهمه‌آنهامکش ازقسمت پائین انجام میگرفت ، کلیه این آزمایشات ناموفق بودنداین موضوع نشان‌دادکه‌اعمال مکش یکنواخت وازبالا نقش اساسی درتولید قطعات سالم دارد. باتوجه به تاکید اغلب مقالات [۱و۴و۵] برنقش پوشش درتولید قطعات سالم وعلیرغم پوشش دادن مدل قطعات تولیدشده‌معیوب بودند ، البته اشکال عمده بیشتر درراهباره ظاهر میشدومشخص بودکه‌درهنگام ورودمذاب به قالب ، ماسه درقسمت راهباره استحکام خودرااز دست داده وریزش می‌نماید.



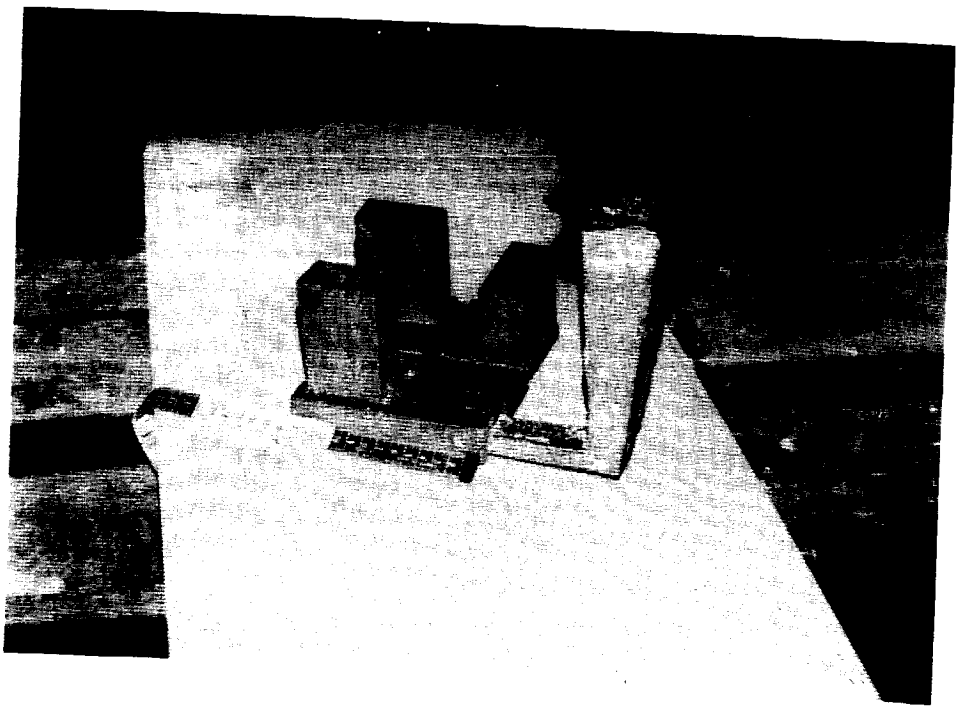
شکل ۶ : قطعه خراب به دلیل عدم مکش یکنواخت

پ : در کلیه آزمایشات بعدی اعمال مکش ازبالا انجام گردید. آزمایش ۶و۷ کهدرآنها مدل پوشش داده - شدهبود، کاملا" سالم بودند(شکل ۷)

درآزمایش ۸، بدلیل آنکه بیشترخرابی مشاهده شدهدرآزمایشات ، ناشی از خرابی راهباره وماسه- شوری تشخیص دادهشده بود. فقط قسمت راهباره پوشش دادهشد- که قطعه تولیدی سالم بود.

ت : باتوجه به آنکه معمولا" خرابی درقسمت راهباره اتفاق میافتادوماسه قسمت راهباره همچنانکه گفتهشدهبه داخل قالب انتقال مییافت ، کوشش بعدی برروی تغییر مقطعراهباره بود.

دلیل اول برای این تغییر فشارتر کردن سیستم راهگاهی بمنظور پربودن کامل سیستم درخلال باررریزی بود. دلیلدوم این بودکه به نظرمیرسیدباتغییر مقطع از شکل مستطیل به مثلث (ویانیم دایره) امکان اعمال مکش برروی راهباره بیشترگشته واستحکام ماسه دراین قسمت بهحدقابل قبولی رسیده واز - خرابی وماسهریزی دراین قسمت جلوگیری میشود. به بیاندیگر بنظر میرسیدچنانچه لولههای مکنده دربالا زاویه دیدبهتری نسبت به مقطعراهباره داشته باشنداحتمال خرابی این قسمت کمتر خواهدبود.

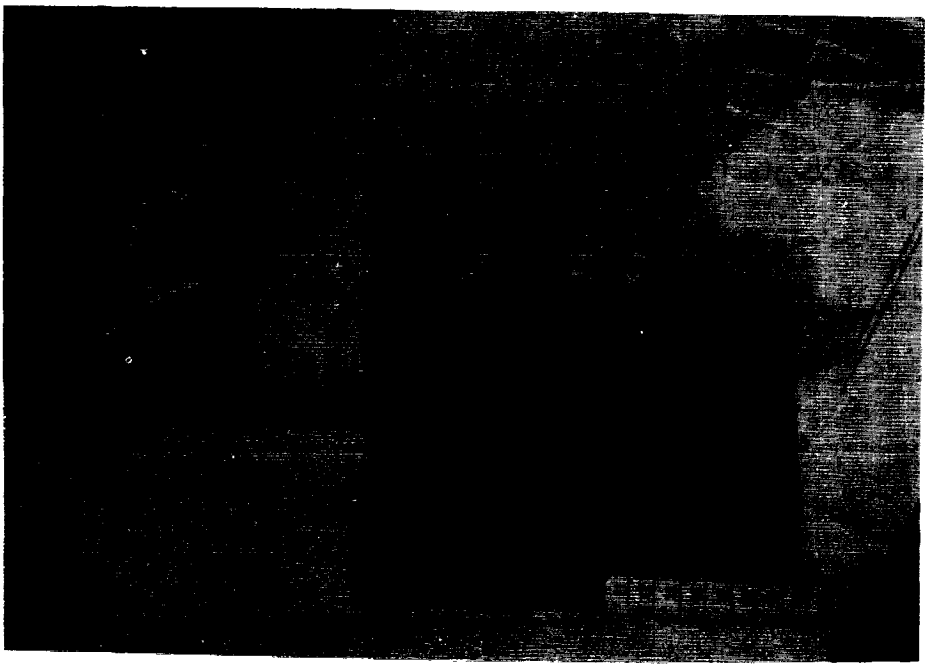


شکل ۷ : قطعه سالم بااستفاده از مقطعراهباره مستطیل

ث : بقیه آزمایشات با استفاده از راهباره مثلثی انجام شدآزمایش شماره ۹که اولین آزمایش با این سیستم بودموفق بود .

آزمایشات ۱۰ و ۱۱ که درآنها به ترتیب دراولی کلا" پوشش حذف شده بوددرآزمایش بعدی فقط راهباره دارای پوشش بود . نتایج مثبتی در برنداشت بنابراین درخصوص نقش پوشش تنهادرقسمت راهباره با توجه به نتایج مثبت ومنفی نمیتوان نظر قاطعی ارائه دادوآزمایشات بیشتری لازم است .

ج : آزمایش ۱۲که مشابه آزمایش ۹بودمجددا" تجربه تولیدقطعه سالم گردیدبنابراین در مجموع میتوان نتیجه گرفت که باپوشش کامل مدل میتوان به نتایج موفقیت آمیز دست یافت .



شکل ۸ : تولید قطعه سالم بااستفاده از راهباره مثلثی

درکلیه قطعات سالم تولیدی کلیه ناهمواریهای ناشی از سطوح مدل فومی انتخاب شده،برروی قطعه تولیدی منعکس گردیده‌است واین موضوع از طریق عکسهای ارائه شده‌کاملا" مشخص میباشد .

متذکر میگرددپوشش مورداستفاده ، پوشش زیرکنی محلول درالکل بوده است .

مزایای روش ریخته‌گری توپرتحت خلاء

ابداع تکنولوژی جدیدباید متضمن مزایای خاصی باشدتاضرورت وجودی آن مطرح گردد.
روش ریخته‌گری توپرتحت خلاء چنانچه درتولید انبوه بکارگرفته شودمزایای بسیاری به همراه داردکه بصورت زیر فهرست میگردد.

- قطعات پیچیده می‌توانندبدقت تولیدشوند.
- پیرایش وتمیزکاری قطعات محدودوکم هزینه‌بوده چراکه عموما " خط جدایش وپلیسه وجود ندارد.
- چسب وافزودنیهادرماسه وجودنداشته ، لذاسیستم گردش ماسه تنهابرای خنک‌کردن وغربال کردن مورد استفاده قرارمی‌گیرد.
- تخلیه درآسانترین شکل ممکن مطرح میشود، چراکه ماسه‌خشک بسیارسیال است .
- وجودماهیچه دربسیاری مواردضرورت نداشته ودرصورت لزوم درحداقل خودقرارمیگیرد.
- سیستم قابلیت مکانیزاسیون بسیارخوبی دارد.
- عوارض ناشی از وجودگاز بدلیل اعمال‌مکش درحداقل مقدارمیباشددرواقع اعمال خلاء ضعف سیستم ریخته‌گری توپرراکه ایجادگاز است کاهش میدهدوگازهاراز محیط قالب خارج می‌نماید.
- بدلیل اعمال خلاء مقاطع‌نازك با اطمینان بیشتری قابل ریخته‌گری میباشدچراکه اعمال مکش به پرشدن مقاطع‌نازك کمك بسیاری می‌نماید.
- سیستم قابلیت تولید قطعات به تعدادکم رابسادگی دارامیباشد.
- تلاش مصرفی ماسه بازاء واحدوزنی تولید قطعات ریختگی بسیار پائین است .
- دقت ابعادی بسیار بالا بوده ودرواقع جزوروش های بسیار دقیق به حساب می‌آید.

درواقع روش ریخته‌گری توپرتحت خلاء ضمن داشتن محاسن هردوروش ، محدودیتهای آنهاراز بین میبرد.

* References *

1- V.H.Burchell AccoBabcock Inc.& Frederick .MD Production Systems For Lost Foam Casting AFS-Transaction (984) 629-636

2- M.C. F lemings: Foam Vaporization Casting AFS-Transaction (1987) 665-672 .

3- Metals Handbook 9-th Edition VOL-15 A-Murry Patz,Lost Foam Technologies,INC . Thomas S.Piwonka, University Of Alabama Un-Bonded Sand Molds 230-237

B-R.E. Grote:Missouri Precision Castings Thomas S.Piwonka, University Of Alabama 270-272 .

4- R.E.Grote : Replicasting Ceramic Shell Molding :The Process And Its Capabilities AFS-Trans . (1986) 181-186 .

5- M.C.Ashton & S.G.Sharman & A.J.Brookes The Replicast F.M(Full Mold) And CS (Ceramic Shell) Process ; AFS-Trans . (1984) 271- 280 .

6- Annual Technical Review

The Best From The V-Process ; France Foundry Trade Journal (1990) 591- 592 .

7- M.G.Gressel & D.M.O,Brien & R.D.Tenaglia Emission Characteristics Of The Evaporative Pattern Casting Process; AFS-Trans.(1987) 503- 514

8- S.Shivkumar & B.Callois

Physico-Chemical Aspects Of The Full Mold Casting Of Al-Alloys:

Part 1 :The Degradation Of Polystyrene AFS-Trans (1987-NO 84)

791-800 .

Part 2: Metal Flow In Simple Patterns AFS-Trans (1987-NO 85)

801-812 .

9- R.G.Greeley; EPS Patterns Tooling : The User's View

AFS-Trans.(1987) 423-424 .

10- Volcan Engineering CO.

Trufoam-New Process(Sep.1990) 625- 632

۱۱ - پروژه کارشناسی ، سید مهدی اوصیاء ، آرمان امیر سلیمانی ، محسن مرتضوی زاده ، پائیز ۱۳۶۹

8- S.Shivkumar & B.Callois

Physico-Chemical Aspects Of The Full Mold Casting Of Al-Alloys:

Part 1 :The Degradation Of Polystyrene AFS-Trans (1987-NO 84)

791-800 .

Part 2: Metal Flow In Simple Patterns AFS-Trans (1987-NO 85)

801-812 .

9- R.G.Greeley; EPS Patterns Tooling : The User's View

AFS-Trans.(1987) 423-424 .

10- Volcan Engineering CO.

Trufoam-New Process(Sep.1990) 625- 632

" Vacuum full mold " process , proper combination of two new processes .

ABSTRACT :

Vacuum full mold process is combination of two process " V-Process " and full mold process " that have been introduced to foundry industry less than thirty years ago .

The full mold process has been developed in the automative industry extensivety and blak cyfinder has been produced by this process , recently .

In the vacuum full mold process . nobended loose sand is vacuum banded and during pouring , foam pattern is vapaurized and melt full carity , meamwhile vacuum is useed .

In the respect , whale of expense of for binder and additives is eleminated and sand preparation line will be very simple , further more gas defect of full mold process is eleminated .

Twelve test has been performed , and affect of conditions hamogenvans vacuum , and it,s relation to sonndness of costligs , gating system and mold casting has been investigated .

MINISTRY OF MINES AND METALS
NATIONAL IRANIAN STEEL CO

AHWAZ
SHAHID CHAMRAN
UNIVERSITY.

9 -- 15 MARCH 1991

VACCUM FULL MOLD PROCESS. PROPER COMBINATION OF TWO NEW PROCESSES

Dr. Y. H. K. Kharrazi
M. Divandari

IRAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECH
I. R. OF IRAN

WITH COOPERATION OF:

IRAN UNIVERSITY
OF SCIENCE AND TECH

SHAHID CHAMRAN
UNIVERSITY