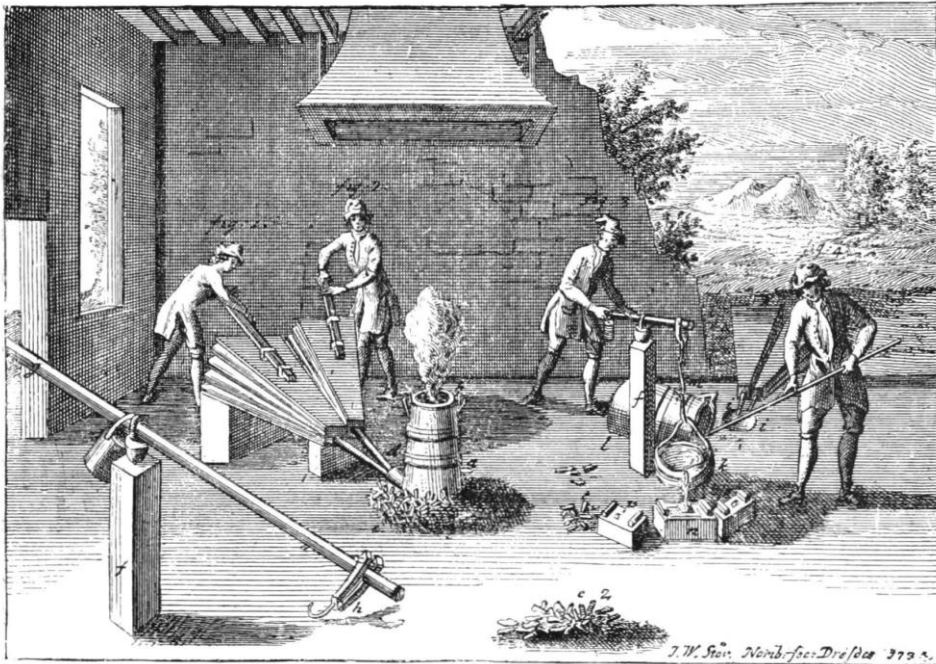


تاریخچه ریخته‌گری

History of Casting





In the Name Of God, the Compassionate, the Merciful

چکیده:

ریخته‌گری یکی از قدیمی‌ترین روش‌های شناخته شده‌ای است برای به دست آوردن شکل مطلوب فلز. اولین کوره‌های ریخته‌گری از خاک رس ساخته می‌شدند و لایه‌هایی از مس و چوب به تناوب در آن چیده می‌شد.

از نقطه نظر تاریخی ریخته‌گری را می‌توان به چند دوره تقسیم نمود.

Abstract:

Casting is one of the well-known oldest methods in achieving the desired forms of metal. Primitive casting stoves were made of clay and layers of copper and sticks located alternatively.

From the historical view-point, casting industry can be categorized into several periods.

مقدمه

ریخته‌گری ممکن است به صورت «ساخت یک شیء فلزی با اجازه دادن به انجماد مذاب آن، در یک قالب» تعریف گردد. شکل شیء مورد نظر به وسیله شکل حفره قالب تعیین می‌شود. علم ذوب فلزات یا ریخته‌گری مراحل شکل‌گیری یک شیء فلزی است به وسیله ذوب کردن فلز و ریختن آن در قالب. کارخانه مذاب فلز یک تاسیسات تجاری است برای ذوب و ریختن فلزات یا تولید قطعات ریخته‌گری. نکته قابل توجه در این تعاریف، استفاده از مذاب فلز جهت ریخته‌گری شکل شیء به صورت مستقیم، است.

امروزه صنعت ریخته‌گری بسیار پیشرفت کرده و بسیاری از قطعات پر کاربرد از این روش ساخته می‌شود.

در این مقاله سعی شده تا به طور مختصر تاریخچه ریخته‌گری مورد بررسی قرار گیرد.

Introduction

A casting may be defined as a "metal object by alloying molten metal to solidify in a mold," the shape of the object being determined by the shape of the mold cavity. Founding, or casting, is the process of forming metal objects by melting metal and pouring it into molds. A foundry is a commercial establishment for founding, or producing castings. Significant in these definitions is the use of liquid metal to cast the shape of the object directly.

Today, the casting industry has been basically promoted and loads of useful objects are made in this way.

In this paper we try to study the history of casting, briefly.

کشف هیچ عنصری نتوانسته است که عنصر یا فلز دیگری را به بوته فراموشی بسپارد زیرا نیازمندی‌های بشر همواره نامحدود و خواسته‌های او بی‌پایان است و مواد و ابزار محدودی در دست دارد که ناگزیر روش جایگزینی را به او آموخته است. اگر مس در ساخت تجهیزات جنگی قدیم اهمیت خود را از دست داد، در عوض در ساخت وسایل حرارتی و انتقال الکتریسیته نظیر سیم‌های برق اهمیت و ارزش دوباره‌ای پیدا کرده است.

ریخته‌گری فلزات یک تکنولوژی ما قبل تاریخ است؛ اما خیلی دیر در باستان‌شناسی ثبت شده است. تکنولوژی‌های قدیمی‌تری نیز وجود داشته است که از آتش در آن‌ها استفاده می‌شده است و به مجموعه همه آن‌ها «¹Wertime pyrotechnology» گویند؛ که پایه‌ای برای پیشرفت ریخته‌گری محسوب می‌گردد. در این بین می‌توان به عملیات حرارتی سنگ معدن برای کارآمدتر شدن آن، سوزاندن آهک برای ساخت گچ و گرما دادن به خاک رس برای استفاده در سفال‌سازی اشاره کرد.



ریخته‌گری‌های اولیه به صورت بومی انجام می‌گردیده و از گداختن استفاده استفاده نمی‌شده است.

اولین اشیاء درست شده از فلزات، که تا کنون شناخته شده قدمتی بیش از 10000 سال دارند و بدون استفاده از ریخته‌گری شکل داده شده‌اند. (می‌توانید به جدول صفحه بعد مراجعه کنید.)

¹Pyrotechnology: به تکنولوژی استفاده و کنترل آتش توسط انسان گفته می‌شود.

فهرست پیشرفت در استفاده از مواد به ترتیب تاریخ

6500 B.C.	Earliest life-size statues, of plaster	Jordan
5000-3000 B.C.	Chalcolithic period: melting of copper; experimentation with smelting	Near East
3000-1500 B.C.	Bronze Age: arsenical copper and tin bronze alloys	Near East
3000-2500 B.C.	Lost wax casting of small objects	Near East
2500 B.C.	Granulation of gold and silver and their alloys	Near East
2400-2200 B.C.	Copper statue of Pharaoh Pepi I	Egypt
2000 B.C.	Bronze Age	Far East
1500 B.C.	Iron Age (wrought iron)	Near East
700-600 B.C.	Etruscan dust granulation	Italy
600 B.C.	Cast iron	China
224 B.C.	Colossus of Rhodes destroyed	Greece
200-300 A.D.	Use of mercury in gilding (amalgam gilding)	Roman world
1200-1450 A.D.	Introduction of cast iron (exact date and place unknown)	Europe
<i>Circa</i> 1122 A.D.	Theophilus's <i>On Divers Arts</i> , the first monograph on metalworking written by a craftsman	Germany
1252 A.D.	<i>Diabutsu</i> (Great Buddha) cast at Kamakura	Japan
<i>Circa</i> 1400 A.D.	Great Bell of Beijing cast	China
16th century	Sand introduced as mold material	France
1709	Cast iron produced with coke as fuel, Coalbrookdale	England
1715	Boring mill or cannon developed	Switzerland
1735	Great Bell of the Kremlin cast	Russia
1740	Cast steel developed by Benjamin Huntsman	England

مسلماً کسی نمی داند که اولین انسان فلزکار تحت نام «ریخته‌گر» یا «آهنگر» چه کسی است و همچنین به طور حتم مشخص نیست که اولین فلز که در دست انسان تغییر شکل پذیرفت کدام عنصر است؟



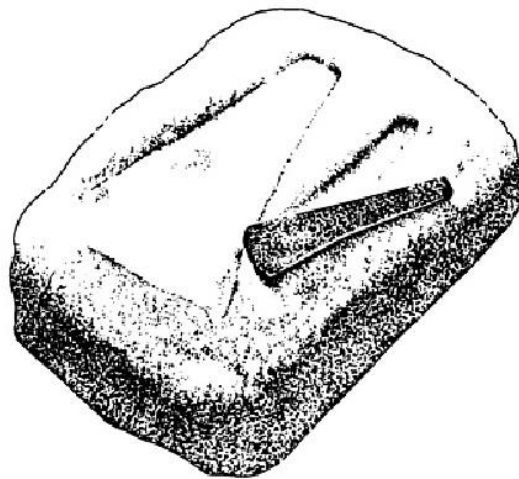
طلا، بنا بر خواص طبیعی و به دلیل حضور خالص آن در طبقات زمین و نیز به علت درخشش آن در نور، شاید اولین فلزی باشد که مورد استفاده ی بشر قرار گرفته است. بهرحال واضح است که اولین انقلاب در صنعت ، با دستیابی به مس آغاز شد که از استحکام مطلوبی برخوردار بوده است.

بر اساس شواهد تاریخی، اولین انسان‌هایی که از فلز استفاده کرده‌اند، مردمانی از نژاد هند و اروپایی بوده‌اند که در خاورمیانه¹ (اقوام ساکن در ایران، عراق و ترکیه) زندگی می‌کردند. تمدن‌های مصری و چینی از گسترش فرهنگ خاورمیانه به غرب و شرق حاصل شده است.

وقتی که مردمان آسیای صغیر (ترکیه فعلی) بر منطقه‌ی بین‌النهرین (عراق امروزی) دست یافتند و مردم بومی آن ناحیه را شکست دادند، از سلاح‌های آهنگری شده استفاده می‌کردند و با توجه به استحکام بیشتر قطعات چکش کاری شده نسبت به قطعات ریختگی بود که توانستند بر ریخته‌گران بین‌النهرین پیروز شوند. با توجه به وقوع این حادثه در 4 هزار سال قبل از میلاد می‌توان گفت که ریخته‌گری قبل از آهنگری آغاز شده است و بدیهی است که عملیات‌حرارتی به منظور سخت کردن قطعات فولادی نظیر شمشیر و نیزه بسیار نوظاتر از هر دو حرفه ی فوق است.

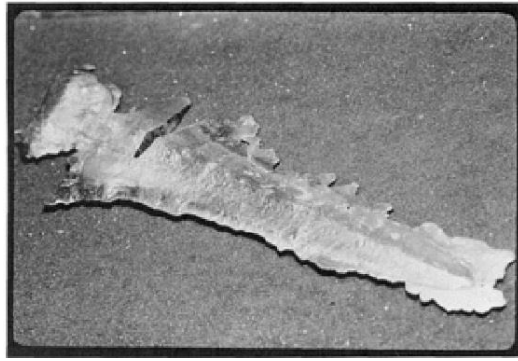
¹ Middle East

بشر به تدریج دریافت که قدرت آتشی که برای ذوب بکار می رود، به مقدار زیادی به هوا بستگی دارد و اگر هوای بیشتری به سوخت رسانیده شود، سرعت ذوب و قدرت آتش بیشتر می شود. بدیهی است نتیجه‌ی چنین دریافتی از فوت-کردن به آتش آغاز شد و سپس به کیسه های دم و یا فوتکها منجر گردید. امروزه از ونتیلاتورها و موتورهای تنظیم هوا با فشار مناسب استفاده می شود. قالب های اولیه از سنگ ساخته شده بودند. سنت حکاکی بر روی سنگها، از دوره استفاده و کنترل آتش خیلی قدیمی تر است، و میزان مهارت کارهای جزئی را امکان پذیر می ساخت.



نمونه‌ای از قالب‌های اولیه

تجربیات اخیر نشان می دهد که ریخته‌گری فلز در یک قالب باز دقیق تر است. اگر روی سطح باز باشد؛ پس از پر کردن قالب روی آن پوشانده می شود، این کار می تواند منجر به استفاده از قالب دو کفه‌ای (2 قسمت پایدار) شود. این گونه قالبها در ساخت قطعات متقارن، مانند تیرها با طراحی‌های مختلف. نیز شمشیرها مورد استفاده قرار می گرفتند. قالب ها طوری ساخته شده بودند که لبه‌های شمشیرها و تیرها می درخشیدند به طوری که این نشانه‌ای بود برای اتمام مرحله ساخت این وسایل.



باقی مانده یک شمشیر قدیمی

غالباً این لبه‌ها خود سخت تر از خود شئی بودند، که این دلیلی است برای سنجش کارسختی. همچنین این گواهی است برای ریخته‌گری به وسیله موم فداشونده در ساخت قطعاتی از برنز، نقره و ... مانند گوزنی در آکا هیوک، (Alaca Hoyuk) واقع در آنکارای امروزی.



این قطعه کوچک بسیار جالب است، به این دلیل که راهگاه‌های ریخته‌گری که به پایه‌ها متصل شده اند؛ به طور واضح چگونگی ریخته‌گری را نشان می‌دهند.

همچنین شواهد زیادی از این‌گونه قطعه‌ها که به روش ریخته‌گری موم فداشونده که در عصر برنز ساخته شده‌اند، وجود دارد. مانند باقی مانده مراحل ساخت: مثل تکه‌های شکسته شده‌ای از مواد قالب‌گیری و قالب‌های اصلی. موم ممکن است به درستی به عنوان ماده قالب مشخص شده باشد؛ اما احتمال دارد که از موادی

دیگر نیز برای ساخت قالب استفاده شده باشد؛ اما دلیل مستندی برای اثبات وجود این مواد تاکنون پیدا نشده است. همچنین، به طور مشابه پوشش قالب ها که در آن زمان استفاده می شده همچنان ناشناخته است. با این وجود کاوش ها باعث کشف مناطقی شده اند که در آن جا ریخته گری مومی صورت می گرفته است. یکی از این مناطق، منطقه ای بود به نام گوسج¹ در سال 1972 در انگلستان.

در گوسج، در عصر آهن (اولین قرن پیش از میلاد). پس از حفاری ها یک کارخانه پیدا شد که موم فداشونده در این کارخانه برای تولید انبوه قطعه هایی کوچک از برنز، نیز دیگر مواد مناسب برای ساخت افسار و ... استفاده می شده است.



به طور کلی از نقطه نظر تاریخی ریخته گری را می توان به چند دوره تقسیم نمود که در اینجا شرح مختصری را بیان می کنیم:

دوره برنز:

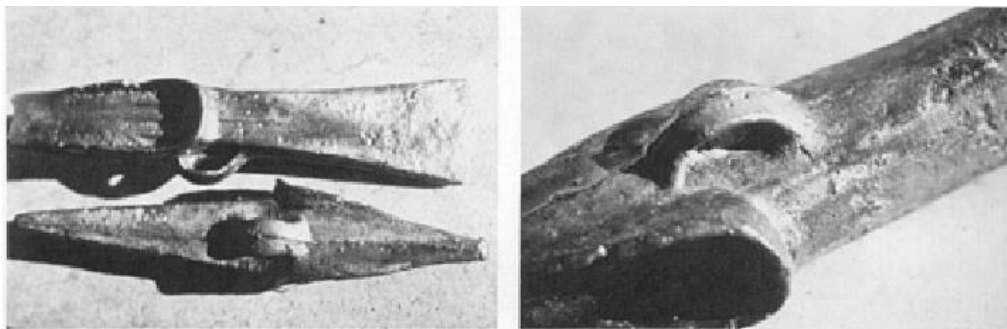
دوره برنز در خاور دور² و در حدود 2000 سال قبل از میلاد مسیح آغاز شد. و تقریباً 1000 سال بعد از شروع آن در خاور نزدیک³. هنوز به طور دقیق مشخص

¹ Gussage

² Far East

³ Near East

نیست که این اتفاق در چین رخ داده است و یا در جایی دیگر در جنوب شرق آسیا؛ تلاش‌های زیادی در این راه برای کشف و بررسی مکان‌های متالورژیکی در تایلند صورت گرفته است. ریخته‌گری برجسته‌ترین روش شکل‌دهی در خاور دور بوده است. شواهد کمی نیز برای استفاده از دیگر روش‌ها برای کار بر روی فلزات در 500 سال پیش از میلاد مسیح در چین وجود دارد. اولین اشیای کشف شده در خاور نزدیک به صورت آلیاژی از مس و آرسنیک (حدود 4 درصد) بوده است. این آلیاژ که مصرف عمومی داشت، همزمان با خاور نزدیک در اروپا به خصوص انگلستان نیز مورد استفاده قرار گرفت.



دوره آهن:

پیدایش آهن به عنوان یک دوره به 2000 سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. نام آهن در زبان پهلوی به عنوان ایسن، در آلمانی آیزن و در انگلیسی آیرون¹ نامیده شده است و احتمالاً به هنگام ذوب مس به آن پی برده‌اند. در هر حال در حدود 1000 تا 1200 سال قبل از میلاد آهن تقریباً ماده‌ی اصلی اغلب سلاح‌ها و ابزارها را تشکیل می‌داد در حالی که برنز به منظور ساخت ظروف و گلدان‌ها و اشیای تزئینی مورد استفاده قرار می‌گرفت. بدیهی است که آهن‌های به دست آمده در این دوره را نمی‌توان به ریخته‌گری

¹ Iron

نسبت داد بلکه این آهن‌ها در اثر پتک‌کاری بر روی آهن‌اسفنجی¹ به دست آمده‌اند. با توجه به نقطه ذوب بالا 1536°C بدیهی است که ذوب مستقیم آهن تا قرن نوزدهم ممکن نبوده ولی در اواسط دوره، آهن بر اثر افزایش کربن و پایین آمدن نقطه ذوب آن (در چدن‌ها) ریخته‌گری آن ممکن گردید. نکته مهم دیگر کشف عملیات حرارتی بر روی آهن بود که از اهمیت خاصی برخوردار است. در دوره آهن تحولات جدیدی در آلیاژهای مس نیز به وجود آمد و آلیاژهای مختلفی از مس و قلع ساخته شد.

از عجایب این دوره ساخت مجسمه‌ی رودس² است که در سال 290 قبل از میلاد ساخته شده و جزء عجایب هفت گانه محسوب می‌شود. این مجسمه 32 متری که از قطعات مختلف برنز ریخته‌گری شده و وزنی حدود 390 تن داشت طی زمین لرزه‌ای در دریای مدیترانه غرق شد.



تصویر مجسمه رودس

دوره تاریک صنعتی:

¹ Pig iron

² Rhodes

در سده های سوم و چهارم بعد از میلاد تا قرن چهاردهم میلادی یک دوره رکود در صنایع و از جمله ریخته‌گری به وجود آمد. البته با توجه به حکومت کلیساها و تزئینات آن نظیر ناقوس¹، شمعدان² و ... روشهای جدیدی در ریخته‌گری ایجاد شد.



زنگ کلیسایی باستانی متعلق به کشور اسپانیا.

دوره رنسانس صنعتی:

این دوره از سال 1500 تا 1700 میلادی به طول انجامید. در این دوره صنعت توپ-ریزی بنا نهاده شد. در

ابتدا لوله های توپ از برنز و سپس از چدن ساخته شد و در این رابطه دولت عثمانی نقش زیادی داشت.

¹ bell

² candlestick



در این دوره همچنین کوره ها از نظر دمش رونق یافتند و برای مذاب از نگهدارنده استفاده شد. دوره رنسانس صنعتی را علاوه بر تکامل کوره ها و سیستمهای دمشی از نظر مواد اولیه باید آغاز استفاده از ماسه و روش ریخته گری در ماسه محسوب کرد.

ظهور چدن و فولاد به عنوان مواد اولیه در ساخت قطعات و لوازم دفاعی و خانگی و نیز استفاده از آلیاژهای متفاوت مس نظیر برنز و برنج و عناصر دیگر و همچنین استفاده از طلا در ساخت زینت آلات و قطعات تزئینی از مظاهر دیگر این دوره است. در این دوره متالورژی به عنوان یک علم مستقل پیشرفت کرد نظریه ساختار بلوری فلزات و سایر مواد توسط هارسویکر فرانسوی اعلام شد. قرن هفدهم قرن دستیابی به ابزار جدیدی به عنوان میکروسکوپ بود که تحولی جدید در علم متالورژی ایجاد کرد.

دوره انقلاب صنعتی:

یکی از تعاریف انقلاب صنعتی این است که حداقل 50 درصد از تولید هر ماده از خانه یا کارگاه های کوچک به کارخانه منتقل شود. مهمترین تحولات انقلاب صنعتی را می توان ساخت اولین کوره هواده با سوخت کک در سال 1709 نامید و آبراهام داربی در سال 1777 اولین کوره بلند خود را برای ذوب و احیای سنگ معدن آهن به کار انداخت.

علاوه بر نوع کوره، روش دمیدن و استفاده از دمنده های بهتر و اطلاع کافی از

وجود واکنشهای گرمازا میان هوا و سوخت را باید از عوامل اصلی دیگر در تحول و تکامل ریخته گری محسوب کرد. روشهای دمیدن که با استفاده از کیسه هوا (فوتک) انجام می گرفت، در این دوره جای خود را به دمنده هایی که با موتور بخار کارمی کردند داد. استفاده از سرب و روی در ریخته گری به صورت فلزاتی مستقل و نه فقط به عنوان عناصر آلیاژی و به ویژه استفاده از روی برای ساخت ظروف در دوره انقلاب صنعتی معمول شد.

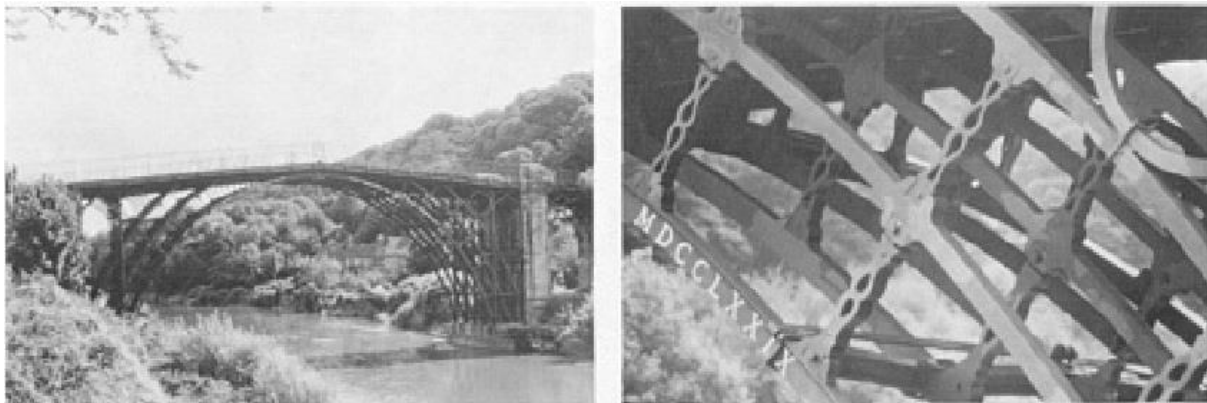
کشف نیکل در سال 1751 و استفاده آن در سال 1800 به عنوان عنصر آلیاژی و نیز کشف و استفاده از دو فلز سبک و پر استحکام آلومینیم و منیزیم از موارد بسیار مهم در این دوره به شمار می آیند.

درباره چدن:

چدن ها حدود 600 سال پیش از میلاد، در چین به وجود آمدند. استفاده از چدن ها در آن زمان تنها محدود به کاربردهای جزئی نمی شود، بلکه نمونه های زیادی از مجسمه های چدنی چینی وجود دارند.



بیشتر چدن‌های چینی به طور غیر معمول دارای فسفر زیاد هستند؛ و همچنین به این دلیل که اغلب از زغال سنگ برای گداختن استفاده می‌شده درصد گوگرد آن‌ها نیز بالا بوده است. بحث‌هایی درباره تاریخ ورود چدن‌ها به اروپا و مسیری که از طریق آن وارد شد، وجود دارد. مخالفت کمتری درباره ورود چدن‌ها از شرق وجود دارد. توافق کلی درباره تاریخ ورود مذاب چدن به اروپا به قرن 15 بعد از میلاد باز می‌گردد.



امروزه ریخته‌گری پیشرفت شگرفی کرده است، و قطعات زیادی به وسیله‌ی ریخته‌گری ساخته می‌شود؛ و درصد زیادی از اتصالات صنعتی به وسیله‌ی جوش کاری صورت می‌گیرد که خود یک نوع ریخته‌گری موضعی و لحظه‌ای است. هرچند با پیشرفت صنعت روش‌های مختلفی برای تولید قطعات ارائه شده و خواهد شد، اما مسلماً ریخته‌گری هرگز به دست فراموشی سپرده نخواهد شد، چون که تنها روش تولید بسیاری از قطعات حیاتی به‌ویژه قطعات چدنی، ریخته‌گری می‌باشد؛ و یا در صورت وجود روش‌های دیگر ریخته‌گری هنوز روش بهینه از لحاظ اقتصادی و زمانی است.

منابع:

ASM Handbook, volume 15, Casting.

Principle of Metal Casting, by Richard W. Henine & Carl R. Ioper, Jr. & Philip C. Rosenthal.

Fundamentals of Metal Casting Technology, by Mukherjee.

Wikipedia, the free encyclopedia.

اصول ریخته‌گری فلزات، نوشته دکتر امیر عابدی و دیگران