

ساخت قالب تزریق پلاستیک

امروزه استفاده از محصولات پلاستیکی در زندگی روزمره و صنایع مختلف افزایش یافته است و به دنبال آن، نیاز به قالب‌های متناسب با هر محصول نیز افزایش یافته است. از این رو **ساخت قالب تزریق پلاستیک** یکی از مراحل حیاتی در تولید قطعات پلاستیکی با دقت بالا و تیراژ بالا است. این فرآیند شامل مراحل متعددی از طراحی تا تولید نهایی قالب می‌باشد که در ادامه به تفصیل بررسی می‌شود.

قالب تزریق پلاستیک

قالب تزریق پلاستیک یک بلوک فلزی توخالی است که پلاستیک مذاب به داخل آن تزریق می‌شود تا به شکل مشخصی درآید. پلاستیک مذاب از طریق کانال تزریق وارد قالب شده و از طریق مسیرهای جریان و دروازه‌ها حفره‌های قالب را پر می‌کند. سپس، پس از طی فرآیند سرد شدن، قالب باز می‌شود و میله‌ی بیرون‌انداز دستگاه قالب‌گیری تزریقی، صفحه‌ی بیرون‌انداز قالب را فشار می‌دهد تا محصولات قالب‌گیری شده را خارج کند.

روش ساخت قالب تزریق پلاستیک

قالب‌های تزریق پلاستیک از دو روش اصلی ساخته می‌شوند:

- ماشین‌کاری استاندارد CNC

در روش سنتی، ماشین‌کاری استاندارد نیاز به استفاده دستی از دستگاه‌های تراش، فرز و پرس‌های دریل دارد. با پیشرفت فناوری، ماشین‌کاری CNC به روش اصلی برای ساخت قالب‌های پیچیده و دقیق تبدیل شده است، در حالی که همچنان از اصول ماشین‌کاری استاندارد بهره می‌برد. در این روش، کامپیوترها حرکت و عملکرد دستگاه‌های فرز، تراش و سایر ماشین‌های برش را کنترل می‌کنند.

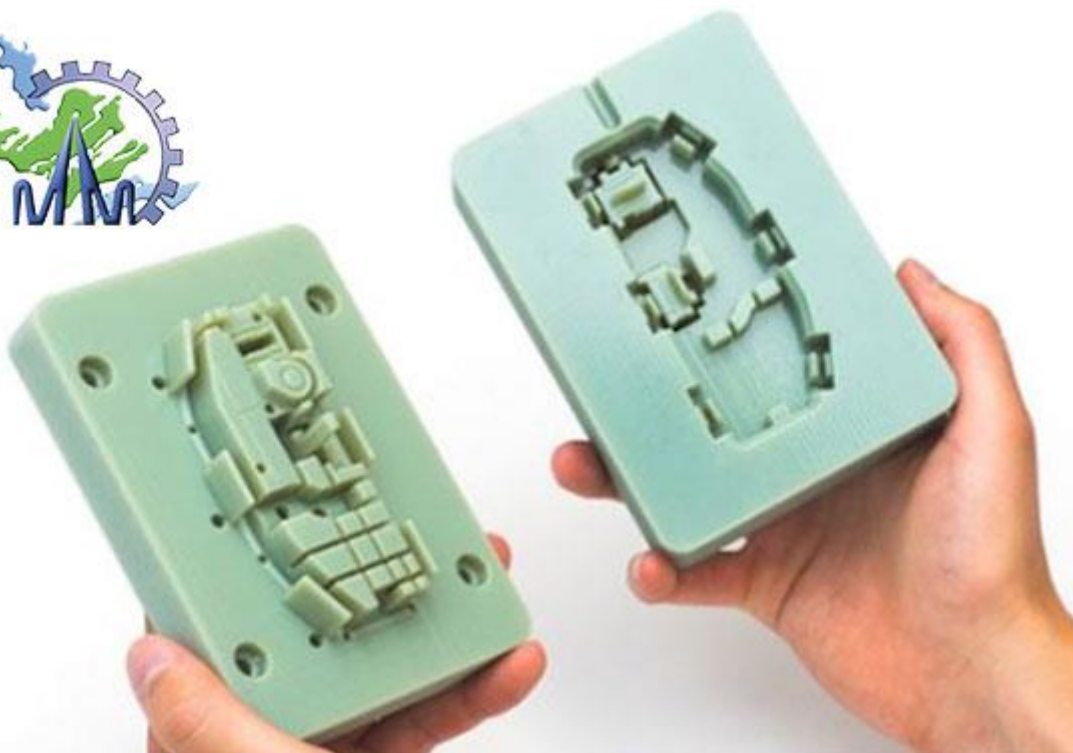
در سیستم‌های مدرن CNC، طراحی و ساخت قالب‌ها به‌طور کامل خودکار انجام می‌شود. ابعاد مکانیکی قالب با استفاده از نرم‌افزار طراحی به کمک کامپیوتر (CAD) تعریف شده و سپس با نرم‌افزار تولید به کمک کامپیوتر (CAM) به دستورالعمل‌های ساخت تبدیل می‌شود. در نهایت، نرم‌افزار Post Processor این دستورالعمل‌ها را به فرمان‌های خاص موردنیاز برای هر دستگاه تبدیل کرده و آن‌ها را به دستگاه CNC ارسال می‌کند.

- ماشین‌کاری با تخلیه الکتریکی EDM

ماشین‌کاری با تخلیه الکتریکی (EDM) به‌طور گسترده در ساخت قالب‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، شکل موردنظر با استفاده از الکترودی از جنس گرافیت یا مس ایجاد می‌شود. این الکترود در دستگاه EDM نصب شده و روی قطعه‌کار قرار می‌گیرد که در یک مایع دی‌الکتریک غوطه‌ور شده است.

سپس الکترود به سمت قطعه‌کار پایین آورده می‌شود و با استفاده از منبع الکتریکی کنترل‌شده، فلز در ناحیه‌ی مقابل الکترود تخریب و پراکنده می‌شود. الکترود هرگز با قطعه‌کار تماس مستقیم ندارد و همیشه یک فاصله‌ی چند هزارم اینچ بین آن‌ها حفظ می‌شود. این روش نسبت به ماشین‌کاری CNC کندتر است، اما می‌تواند اشکالی را ایجاد کند که با روش‌های معمول CNC امکان‌پذیر نیست.

یکی دیگر از مزایای فرآیند EDM این است که امکان شکل‌دهی قالب‌های سخت‌شده را فراهم می‌کند و نیاز به عملیات حرارتی اضافی را از بین می‌برد. در برخی موارد، مانند قالب‌های مخصوص شبکه‌های بلندگو، سطح نهایی EDM به‌عنوان سطح نهایی قطعه بدون نیاز به پرداخت قالب مورد استفاده قرار می‌گیرد.



جنس قالب تزریق پلاستیک

قالب‌های تزریق پلاستیک معمولاً از فولاد سخت‌شده یا نیمه‌سخت‌شده، آلومینیوم و یا آلیاژ بریلیوم-مس ساخته می‌شوند. قالب‌های فولادی گران‌تر هستند، اما به دلیل دوام بالای خود اغلب ترجیح داده می‌شوند. قالب‌های فولاد سخت‌شده پس از ماشین‌کاری تحت عملیات حرارتی قرار می‌گیرند و از نظر مقاومت در برابر سایش و طول عمر بسیار برتر هستند. بسیاری از قالب‌های فولادی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در طول عمر خود بتوانند بیش از یک میلیون قطعه را پردازش کنند. برای تولیدات با حجم کمتر، قالب‌های فولادی نیمه‌سخت‌شده گزینه‌ای مقرون‌به‌صرفه‌تر با مقاومت کمتر در برابر سایش محسوب می‌شوند.

از سوی دیگر، قالب‌های آلومینیومی هزینه‌ی به‌مراتب پایین‌تری دارند، اما معمولاً برای تولیدات با حجم بالا یا قطعاتی که نیاز به تolerانس‌های ابعادی دقیق دارند مناسب نیستند. با این حال، قالب‌های آلومینیومی در صورتی که با استفاده از ماشین‌های کنترل عددی کامپیوتری (CNC) یا فرایندهای ماشین‌کاری با تخلیه‌ی الکتریکی (EDM) طراحی و ساخته شوند، می‌توانند به‌صرفه باشند و ده‌ها هزار تا صدها هزار قطعه تولید کنند. گاهی از قطعات آلیاژی مسی در بخش‌هایی از قالب که نیاز به دفع سریع گرما دارند استفاده می‌شود. این کار می‌تواند زمان چرخه‌ی تولید را کاهش داده و کیفیت ظاهری قطعه را بهبود بخشد.

طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک

قالب تزریق پلاستیک از دو بخش اصلی تشکیل شده است: نیمه‌ی حفره‌ای قالب (نیمه A و نیمه‌ی بیرون‌انداز قالب) نیمه B). این دو نیمه به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که با یکدیگر هماهنگ عمل کنند:

- رزین پلاستیکی از دستگاه قالب‌گیری تزریقی وارد کانال تزریق (sprue) یا دروازه (gate) در نیمه A می‌شود.
- بوش کانال تزریق به‌طور محکم در برابر نازل بشکه‌ی تزریق دستگاه قالب‌گیری قرار می‌گیرد و اجازه می‌دهد پلاستیک مذاب از بشکه به داخل قالب (یا همان حفره) جریان یابد.

- بوش کانال تزریق پلاستیک مذاب را از طریق مسیرهای جریان (runners) که در سطح نیمه‌های A و B قالب ماشین‌کاری شده‌اند، هدایت می‌کند.
- پلاستیک مذاب از طریق مسیر جریان وارد دروازه‌های مخصوص شده و به داخل حفره‌ی قالب می‌رود تا شکل موردنظر را تشکیل دهد.
- قالب معمولاً به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که قطعه‌ی قالب‌گیری شده در نیمه‌ی B باقی بماند و هنگام باز شدن قالب، مسیر جریان و کانال تزریق از نیمه‌ی A جدا شوند. سپس، قطعه‌ی قالب‌گیری شده هنگام بیرون‌اندازی از نیمه‌ی B آزادانه سقوط می‌کند.
- یک قالب تزریق پلاستیک می‌تواند یک حفره داشته باشد و در هر بار تزریق یک قطعه تولید کند، یا دارای چندین حفره باشد تا بتواند در تولیدات با حجم بالا (مانند درب بطری‌ها) بیش از ۱۰۰ قطعه در هر بار تزریق تولید کند.

مراحل اصلی ساخت قالب تزریق پلاستیک

ساخت قالب تزریق پلاستیک فرآیندی دقیق و چندمرحله‌ای است که از طراحی اولیه تا تولید انبوه قطعات پلاستیکی را در بر می‌گیرد. در ادامه، به بررسی مراحل اصلی این فرآیند می‌پردازیم:

1. طراحی قالب

در این مرحله، با استفاده از نرم‌افزارهای طراحی رایانه‌ای (CAD)، قالب به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که:

- شکل و ابعاد قطعه نهایی به‌درستی ایجاد شود.
- جنس قالب متناسب با حجم تولید انتخاب گردد؛ معمولاً از فولاد سخت برای تولیدات انبوه و از آلومینیوم برای تولیدات کم‌حجم استفاده می‌شود.
- کانال‌های خنک‌کننده برای تسریع در فرآیند خنک‌سازی قطعه طراحی شوند.
- سیستم پران برای خروج آسان قطعه از قالب پیش‌بینی شود.

2. ماشین‌کاری قطعات قالب

پس از طراحی، قطعات قالب با دقت بالا ساخته می‌شوند. این مرحله شامل:

- ماشین‌کاری CNC برای برش و شکل‌دهی دقیق قطعات.
- ماشین‌کاری تخلیه الکتریکی (EDM) برای ایجاد جزئیات پیچیده و ظریف.

این روش‌ها امکان ساخت قالب‌هایی با دقت بالا و جزئیات پیچیده را فراهم می‌کنند.

3. مونتاژ قالب

قطعات ماشین‌کاری‌شده به‌دقت مونتاژ می‌شوند تا قالب نهایی تشکیل شود. اجزای اصلی قالب شامل:

- صفحات قالب (core) و (cavity) شکل‌دهنده قطعه پلاستیکی.
- پین‌ها و بوش‌های راهنما: برای تراز دقیق دو نیمه قالب.
- سیستم پران: برای خارج کردن قطعه پس از خنک‌شدن.

مونتاژ صحیح این اجزا برای عملکرد مطلوب قالب ضروری است.

4. آزمایش و اعتبارسنجی

قبل از شروع تولید انبوه، قالب مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا از کیفیت و عملکرد صحیح آن اطمینان حاصل شود. این مرحله شامل:

- تولید نمونه‌های آزمایشی: برای بررسی کیفیت قطعات تولیدی.
- انجام تنظیمات لازم: در صورت وجود نقص یا نیاز به بهبود.

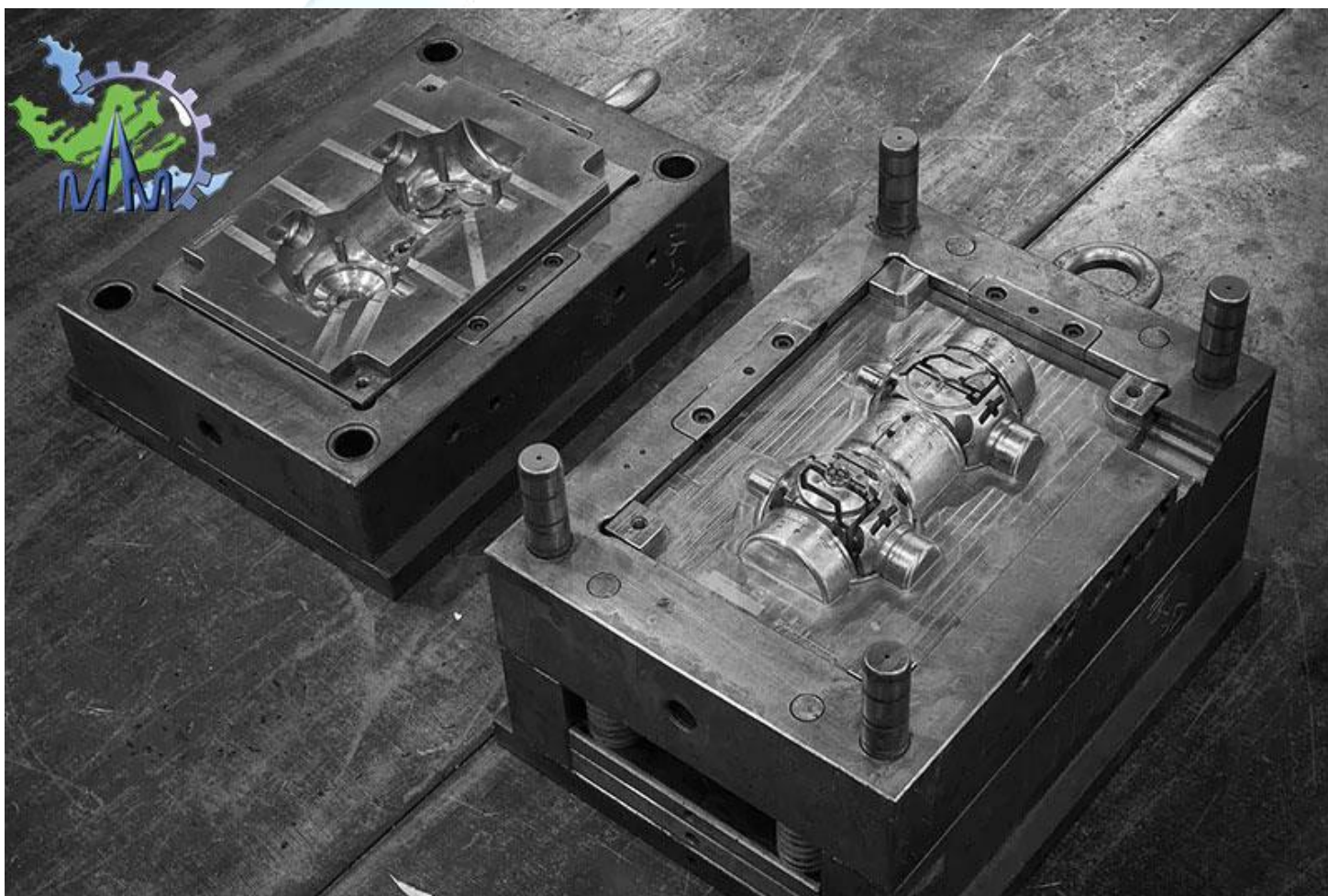
این فرآیند تضمین می‌کند که قالب قادر به تولید قطعات با کیفیت مطلوب است.

5. تولید و نگهداری

پس از تأیید قالب، فرآیند تولید آغاز می‌شود:

- تزریق پلاستیک مذاب به داخل قالب، خنک‌سازی و خارج کردن قطعه نهایی.
- نگهداری منظم قالب برای حفظ کیفیت تولید و افزایش عمر قالب، شامل تمیزکاری و بازرسی دوره‌ای.

قالب‌های با کیفیت می‌توانند میلیون‌ها قطعه را در طول عمر خود تولید کنند.



مزایای قالب سازی تزریق پلاستیک

ساخت قالب تزریق پلاستیک یکی از پرکاربردترین روش های تولید قطعات پلاستیکی در صنایع مختلف است. مزایای اصلی این روش عبارتند از:

- افزایش میزان تولید
- کاهش هزینه های تولید
- تولید قطعات تکراری با دقت بالا و یکسان
- توانایی تولید اشکال با طراحی های سخت و پیچیده
- تنوع در انتخاب مواد و رنگ
- کاهش ضایعات و سازگاری با محیط زیست
- افزایش سرعت چرخه تولیدی
- کاهش هزینه های نیروی انسانی

سوالات متداول درباره ساخت قالب تزریق پلاستیک

1. قالب تزریق پلاستیک چیست و چگونه کار می کند؟

قالب تزریق پلاستیک فرآیندی است که در آن مواد پلاستیکی مذاب تحت فشار بالا به داخل قالب تزریق می شوند تا پس از سرد شدن، شکل مورد نظر را به خود بگیرند. این روش برای تولید انبوه قطعات پلاستیکی با دقت بالا استفاده می شود.

2. هزینه ساخت قالب تزریق پلاستیک چقدر است؟

هزینه ساخت قالب به عوامل مختلفی مانند پیچیدگی طراحی، نوع ماده مورد استفاده برای قالب (مانند فولاد یا آلومینیوم) و تعداد حفره های قالب بستگی دارد. به طور کلی، قالب های فولادی برای تولیدات با حجم بالا مناسب تر هستند.

3. زمان ساخت قالب چقدر طول می کشد؟

زمان ساخت قالب معمولاً بین ۴ تا ۱۲ هفته متغیر است و به پیچیدگی طراحی و نیازهای خاص پروژه بستگی دارد.

4. طول عمر یک قالب تزریق پلاستیک چقدر است؟

طول عمر قالب به کیفیت ساخت و مواد استفاده شده بستگی دارد. قالب های فولادی با کیفیت بالا می توانند تا میلیون ها چرخه تولید را پشتیبانی کنند، در حالی که قالب های آلومینیومی معمولاً برای تولیدات با حجم کمتر مناسب هستند.

5. آیا می توان از یک قالب برای تولید چند نوع قطعه استفاده کرد؟

در برخی موارد، با طراحی مناسب و استفاده از اینسرت های قابل تعویض، می توان از یک قالب برای تولید چند نوع قطعه استفاده کرد. با این حال، این کار ممکن است به افزایش هزینه و پیچیدگی قالب منجر شود.