

ساخت و تولید

سرامیک ها

(جلد دوم)

مؤلف: مهندس محمود سالاریه

دانشگاه آزاد اسلامی ساوه - میبد یزد

مدیر کارخانه چینی بهداشتی آرمیتاژ

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد ساوه

سرشناسه	: سالاریه ، محمود ، 1341 -
عنوان و نام پدید آور	: ساخت و تولید سرامیک ها / مؤلف محمود سالاریه .
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی (ساوه)، 1386 .
مشخصات ظاهری	: 2 ج . : مصور(رنگی)، جدول ، نمودار .
شابک	: ج 1 : 9644504968 : ج 2 : 964450495 X
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: پشت جلد به انگلیسی: M.Salarieh. processing & producing of Ceramics
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: سرامیک
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی (ساوه).
رده بندی کنگره	: 2 س 2 / TP 807
رده بندی دیویی	: 620/14
شماره کتاب شناسی ملی	: 1103647

نام کتاب	: ساخت و تولید سرامیک ها (جلد دوم)
تالیف	: مهندس محمود سالاریه
ویراستار	: زهرا کاشانی
طراح جلد	: احسان ترکمنی
ناشر	: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
چاپ اول	: سال 1386
شمارگان	: 1000 جلد
قیمت	: 180000 ریال
لیتوگرافی	: مرکز نشر کتب دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی
چاپ و صحافی	: مرکز نشر کتب دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی
حق چاپ	: برای دانشگاه آزاد اسلامی محفوظ است.

تقدیم به :

آنان که تکیه گاه و پشتوانه من در زندگی بودند

سالاریه کاشانی

روح شان شاد

فصل نهم: ریخته گری دوغابی	۲۹۶
۱-۹- ساخت مادر قالب گچی مناسب برای ریخته گری دوغابی	۲۹۷
۱-۱-۹- انتخاب رزین برای ساخت مادر قالب رزینی (کامپوزیتی)	۲۹۷
۲-۱-۹- ویژگی های مکانیکی رزین	۲۹۷
۱-۲-۱-۹- چقرمگی رزین	۲۹۸
۲-۲-۱-۹- چسبندگی رزین	۲۹۸
۳-۲-۱-۹- مقاومت در برابر عوامل محیطی رزین	۲۹۹
۳-۱-۹- قالب گیری با انتقال رزین (R T M)	۲۹۹
۲-۹- قالب گچی	۳۰۱
۳-۹- ریخته گری دوغابی	۳۰۱
۱-۳-۹- ریخته گری دوغابی توخالی (drain casting)	۳۰۱
۲-۳-۹- ریخته گری دوغابی توپر (Solid casting)	۳۰۲
۴-۹- روش ریختن يك گلدان	۳۰۳
۱-۴-۹- بستن قالب	۳۰۳
۲-۴-۹- ریختن دوغاب	۳۰۳

۳-۴-۹- تخلیه دوغاب	۳۰۴
۴-۴-۹- روش بیرون آوردن قطعه از داخل قالب گچی	۳۰۴
۵-۴-۹- روش استفاده از دوغاب اضافی و تراشه های گل	۳۰۵
۶-۴-۹- پرداخت اولیه بدنه ریخته گری	۳۰۵
۷-۴-۹- صاف کردن و جهت دادن به ذرات	۳۰۵
۸-۴-۹- پرداخت کردن با آب بدنه ریخته گری	۳۰۶
۹-۴-۹- پرداخت کردن بدنه پس از خشک شدن	۳۰۶
۱-۹-۴-۹- تراشیدن بدنه خشک	۳۰۷
۲-۹-۴-۹- پرداخت کردن روی چرخ	۳۰۷
۳-۹-۴-۹- پرداخت کردن قطعه با دستگاه تراش	۳۰۸
۴-۹-۴-۹- ابزار تراشیدن و صاف کردن	۳۰۸
۵-۹-۴-۹- پرداخت کردن بدنه با کاغذ سمباده	۳۰۹
۶-۹- ریخته گری تحت فشار	۳۰۹

۳۱۰	..... نوع بدنه	۹-۶-۱
۳۱۱	..... خواص دوغاب مناسب برای ریخته گری تحت فشار	۹-۶-۲
۳۱۲	..... شکل دهی تحت فشار	۹-۶-۷
۳۱۵	..... نگهداری قالب	۹-۶-۴
۳۱۶	..... ریخته گری دقیق قطعات فولادی و سرامیکی	۹-۷-۷
۳۱۶	..... روش قالب گیری پوسته سرامیکی	۹-۷-۱
۳۱۷	..... روش تهیه پوسته های سرامیکی	۹-۷-۲
۳۱۷	..... مواد دیرگداز	۹-۷-۲-۱
۳۱۸	..... ماسه سیلیسی	۹-۷-۲-۱-۱
۳۱۹	..... زیرکون ZrO_2SiO_2	۹-۷-۲-۱-۲
۳۱۹	..... آلومینا	۹-۷-۲-۱-۳
۳۱۹	..... کاینیت، سیلیمانیت و آندالوسیت	۹-۷-۲-۱-۴
۳۱۹	..... مولیت	۹-۷-۲-۱-۵
۳۲۰	..... ولاستونیت	۹-۷-۲-۱-۶
۳۲۰	..... دیاسپور و بوکسیت	۹-۷-۲-۱-۷
۳۲۰	..... اندازه دانه	۹-۷-۳
صفحه	فهرست	
۳۲۰	..... چسب ها (Binder)	۹-۷-۴
۳۲۱	..... سیلیس کلونیدی	۹-۷-۱-۴
۳۲۲	..... اجزاء دیگر تشکیل دهنده دوغاب	۹-۷-۵
۳۲۲	..... دوغاب سیلیس ذوب و ریخته گری شده	۹-۷-۶
۳۲۳	..... دوغاب زیرکونی	۹-۷-۷
۳۲۴	..... دستگاه های مخلوط کننده	۹-۷-۸
۳۲۴	..... خشک کردن	۹-۷-۹
۳۲۵	..... کنترل فرآیند	۹-۷-۱۰
۳۲۷	..... فصل دهم: شکل دادن پلاستیک	
۳۲۸	..... تعاریف	۱۰-۱
۳۲۸	..... گل نیمه پلاستیک (Medium plastic clay)	۱۰-۱-۱
۳۲۸	..... گل پلاستیک نرم (Soft plastic clay)	۱۰-۱-۲

۳۲۸	..... گل پلاستیک سفت (Stiff plastic clay).
۳۲۸	..... حافظه در رسی ها (Memory of Clays).
۳۲۹	..... تهیه و آماده سازی خمیر بدنه.
۳۲۹	..... فیلتر پرس (Filtration).
۳۳۴	..... اکستروژن (Extrusion).
۳۳۵	..... مکانیک اکستروژن.
۳۳۷	..... جریان لایه ای در خمیر در حال فشار.
۳۳۸	..... مواد روغنکاری کننده.
۳۳۹	..... انواع اکستروود.
۳۳۹	..... اکسترودر پیستونی یا مرحله ای (Batch extruder).
۳۴۰	..... اکسترودر حلزونی (Screw extruder).
۳۴۱	..... پاکمیل هوا زدا (De- Airing pugmill).
۳۴۲	..... اعمال خلاء و مزایای آن.
۳۴۲	..... عیوب اکستروژن و راه های بر طرف کردن آنها.
۳۴۳	..... ترك S شکل.
۳۴۴	..... لایه لایه شدن (Lamination).
۳۴۴	..... لایه لایه شدن در امتداد سطح و عمق ستون گل.
فهرست صفحه	
۳۴۵	..... ترك شمعدانی (ستاره ای).
۳۴۵	..... جوش و حفره سطحی.
۳۴۶	..... شیب سفتی در گل اکستروود شده.
۳۴۶	..... شکل دادن با اکستروژن.
۳۴۶	..... پیش شکل دادن با اکستروژن.
۳۴۷	..... شکل دادن با اکستروژن.
۳۴۸	..... تنوع محصولات در روش اکستروژن.
۳۴۸	..... ساخت المان سیلیکون کاربردی با اکستروژن.
۳۴۸	..... مراحل فرآیند اکستروژن.
۳۴۹	..... اجزاء مختلف سیستم های چسب (binder).
۳۵۰	..... سیلیکون کاربرد.
۳۵۳	..... فرآیند زینترینگ در حضور فاز مایع.

۳۵۴	..... فرآیند ساخت	۱۰-۳-۵
۳۵۴	..... مخلوط کردن (Mixing)	۱۰-۳-۵-۱
۳۵۵	..... اکستروژن یا پرس کردن	۱۰-۳-۵-۲
۳۵۵	..... فاکتورهای مؤثر بر کنترل فرآیند اکستروژن	۱۰-۳-۵-۳
۳۵۵	..... دانسیته خام	۱۰-۳-۵-۱
۳۵۶	..... پلاستیسیته (Plasticity)	۱۰-۳-۵-۲
۳۵۸	..... کلسیناسیون (Calcination)	۱۰-۳-۶
۳۵۸	..... جزئیات مراحل مختلف تکلیس و عیوب احتمالی	۱۰-۳-۷
۳۵۹	..... سیلیساید کردن	۱۰-۳-۸
۳۶۰	..... مکانیزم و سرعت پیشرفت فرآیند ری اکشن زینترینگ	۱۰-۳-۸-۱
۳۶۲	..... مکانیزم رسوب در SiC	۱۰-۳-۸-۲
۳۶۲	..... بررسی ساختار در SiC	۱۰-۳-۹
۳۶۴	..... ماشین کاری (Mashing) SiC	۱۰-۳-۱۰
۳۶۴	..... خواص مکانیکی، حرارتی، الکتریکی SiC	۱۰-۳-۱۱
۳۶۴	..... دانسیته SiC	۱۰-۳-۱۱-۱
۳۶۴	..... مدول یانگ SiC	۱۰-۳-۱۱-۲
۳۶۴	..... ضریب انبساط SiC	۱۰-۳-۱۱-۳
فهرست صفحه		
۳۶۵	..... هدایت حرارتی SiC	۱۰-۳-۱۱-۳
۳۶۵	..... استحکام مکانیکی SiC	۱۰-۳-۱۱-۴
۳۶۶	..... روش های شکل دادن با پرس پلاستیک	۱۰-۴
۳۶۶	..... جیگرینگ (Jigging)	۱۰-۴-۱
۳۶۶	..... شکل دادن توسط دستگاه جیگر (Jigging)	۱۰-۴-۱-۱
۳۶۹	..... شکل دادن بوسیله دستگاه جولی (Jolleying)	۱۰-۴-۲
۳۷۱	..... شکل دادن به وسیله دستگاه های گردان (Roller)	۱۰-۴-۳
۳۷۱	..... شکل دادن بشقاب و دیس به کمک رولر	۱۰-۴-۳-۱
۳۷۳	..... شکل دادن فنجان و ظروف گود به کمک رولر	۱۰-۴-۳-۲
۳۷۴	..... شکل دادن به کمک ماشین های تمام اتوماتیک	۱۰-۴-۴
۳۷۵	..... درصد آب حین شکل دادن با پرس پلاستیک	۱۰-۴-۵
۳۷۶	..... قالب	۱۰-۴-۶

۳۷۶	.....۵-۱۰- شکل دادن به روش تراش (خراطی)
۳۸۰	..... فصل یازدهم: شکل دادن با پرس پودر
۳۸۱	.....۱-۱۱- پرس
۳۸۱	.....۱-۱-۱۱- مفهوم و اصول پرس
۳۸۱	.....۲-۱-۱۱- مزایای پرس
۳۸۲	.....۳-۱-۱۱- سیستم های پرس با توجه به میزان آب موجود در دوغاب
۳۸۲	.....۴-۱-۱۱- انواع پرس
۳۸۲	.....۲-۱۱- وسایل لازم برای پرس پودر
۳۸۵	.....۳-۱۱- متراکم پودر با فشار در حالت سرد
۳۸۵	.....۱-۳-۱۱- روش های تراکم پودر در قالب
۳۸۵	.....۱-۱-۳-۱۱- پرس يك طرفه
۳۸۶	.....۲-۱-۳-۱۱- فشار از دو طرف
۳۸۶	.....۳-۱-۳-۱۱- پرس با سیستم چند حرکتی
۳۸۷	.....۴-۱-۳-۱۱- پرس در قالب های شناور
۳۸۷	.....۵-۱-۳-۱۱- پرس کردن و بیره ای
۳۸۷	.....۶-۱-۳-۱۱- متراکم کردن مرحله ای
۳۸۸	.....۷-۱-۳-۱۱- پرس ایزواستاتیک (CIP) (Cold Isostatic Pressing)
	فهرست صفحه
۳۸۹	.....۴-۱۱- میانی فشردن پودر
۳۹۱	.....۵-۱۱- اسپری درایر (خشک کن پاشیدنی) (spray dryers)
۳۹۲	.....۱-۵-۱۱- وظیفه و نقش اسپری درایرها
۳۹۳	.....۲-۵-۱۱- تبخیر در اسپری درایر
۳۹۴	.....۳-۵-۱۱- انتخاب نوع اسپری درایر
۳۹۴	.....۶-۱۱- سیکل یا چرخه پرس
۳۹۵	.....۷-۱۱- انواع پرس
۳۹۵	.....۱-۷-۱۱- پرس نیمه خشک (Semidry or Powder Pressing)
۳۹۵	.....۲-۷-۱۱- پرس خشک (Dry Pressing)
۳۹۸	.....۳-۷-۱۱- شکل دادن به روش پرس هیدروستاتیک
۳۹۸	.....۸-۱۱- چسب (Binders)
۳۹۸	.....۱-۸-۱۱- علل استفاده از چسب

- ۳۹۹ ۱۱-۸-۲- خصوصیات مورد نیاز چسب ها
- ۴۰۰ ۱۱-۸-۳- بنیاد و پایه چسب های موقتی
- ۴۰۰ ۱۱-۸-۳-۱- اساسی ترین ریشه چسب های موقتی
- ۴۰۰ ۱۱-۸-۳-۱-۱- مشتقات سلولز
- ۴۰۱ ۱۱-۸-۳-۱-۲- متیل سلولز MC
- ۴۰۱ ۱۱-۸-۳-۱-۳- هیدروکسی اتیل سلولز HEC
- ۴۰۱ ۱۱-۸-۳-۲- پلی اکریلات ها (PA)
- ۴۰۲ ۱۱-۸-۳-۳- پلی ساکاریدها (PS)
- ۴۰۳ ۱۱-۸-۳-۴- پلی وینیل الکل
- ۴۰۷ ۱۱-۸-۴- کمک پرس ها (Pressing Aids)
- ۴۰۷ ۱۱-۸-۵- سایر افزودنی ها
- ۴۰۸ ۱۱-۹-۱- میانی اتمایزه شدن مواد داخل اسپری
- ۴۰۸ ۱۱-۹-۱- اتمایزهای چرخشی (با به بکارگیری انرژی سانتریفوژی)
- ۴۰۹ ۱۱-۹-۲- نازل های فشاری (با به کارگیری انرژی فشار)
- ۴۰۹ ۱۱-۹-۳- نازل های دو سیاله (با به کارگیری انرژی جنبشی)
- ۴۱۰ ۱۱-۹-۴- انتخاب اتمایزه
- ۴۱۰ ۱۱-۹-۵- تماس هوا - اسپری

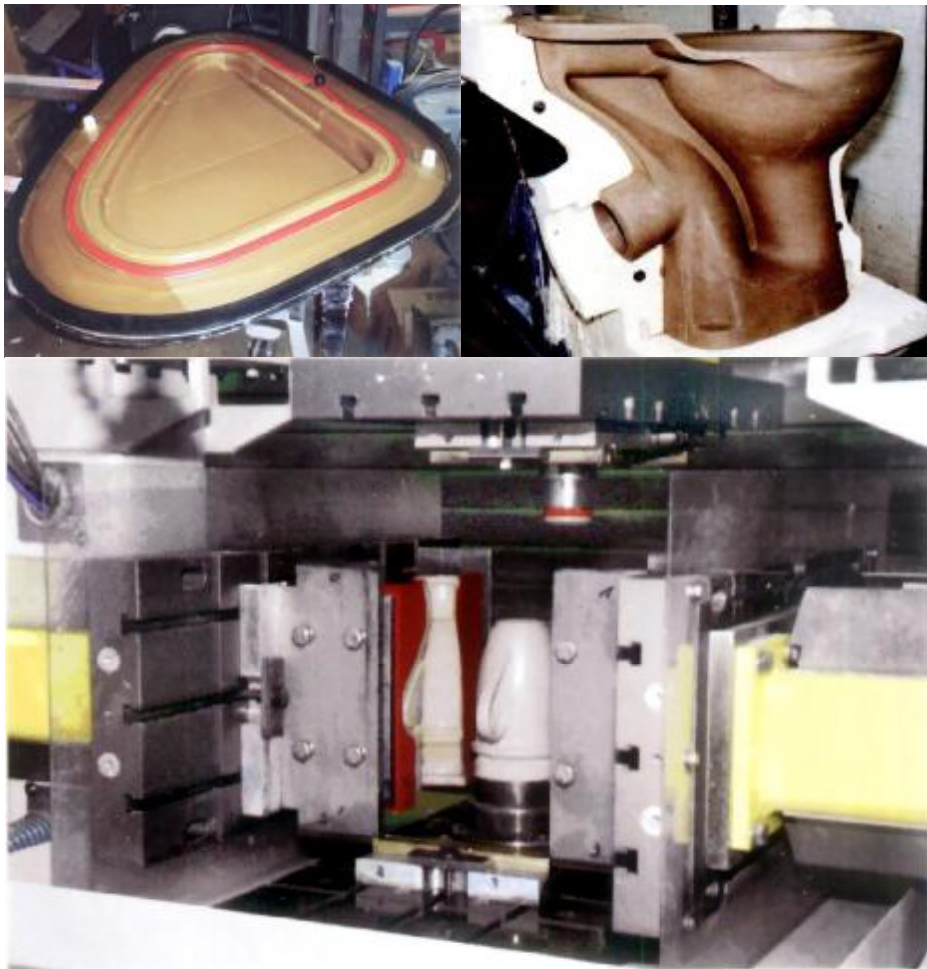
فهرست صفحه

- ۴۱۲ ۱۱-۹-۶- خشک کردن قطره اسپری
- ۴۱۳ ۱۱-۹-۷- بازیابی محصول از هوای خروجی
- ۴۱۴ ۱۱-۹-۸- محاسن جدا کننده ها در روش خشک
- ۴۱۴ ۱۱-۹-۹- معایب جدا کننده ها در روش خشک
- ۴۱۵ ۱۱-۹-۱۰- محاسن سیستم های جدا کننده مرطوب
- ۴۱۶ ۱۱-۹-۱۱- معایب سیستم جدا کننده مرطوب
- ۴۱۶ ۱۱-۹-۱۲- کاربرد اسپری درایر در تولید گرانول های پرس ایزوستاتیک
- ۴۱۷ ۱۱-۹-۱۳- شرایط گرانول های اسپری درایر و روش تعیین آنها
- ۴۱۷ ۱۱-۹-۱۴- خواص گرانول
- ۴۱۷ ۱۱-۹-۱۴-۱- محدوده دانه بندی
- ۴۱۸ ۱۱-۹-۱۴-۲- رطوبت باقی مانده در گرانول ها
- ۴۱۸ ۱۱-۹-۱۴-۳- دانسیته بالک

۴۱۸	..... شرح خواص جسم متراکم شونده
۴۱۸	..... ۱-۱۵-۹-۱۱-۱ مدول گسیختگی (استحکام خمشی)
۴۱۸	..... ۲-۱۵-۹-۱۱-۱ بازیابی الاستیک
۴۱۹	..... ۳-۱۵-۹-۱۱-۱ دانسیته خام و تخلخل
۴۱۹	..... ۴-۱۵-۹-۱۱-۱ ضریب تراکم
۴۱۹	..... ۵-۱۵-۹-۱۱-۱ تخریب ذرات
۴۱۹	..... ۶-۱۵-۹-۱۱-۱ کیفیت سطح
۴۱۹	..... ۱۶-۹-۱۱-۱ بررسی پروسه اسپری کردن دوغاب
۴۲۰	..... ۱۷-۹-۱۱-۱ نتایج حاصل از انتخاب نوع اسپری
۴۲۳	..... ۱۸-۹-۱۱-۱ تجهیزات اسپری درایر
۴۲۴	..... ۱۹-۹-۱۱-۱ عملکرد اسپری درایر برای تولید گرانول های تغذیه پرس
۴۲۴	..... ۱-۱۸-۹-۱۱-۱ رطوبت
۴۲۵	..... ۱۲- فصل دوازدهم: ذوب و ریخته گری (Fused casting)
۴۲۶	..... ۱-۱۲-۱ شکل دادن به روش ذوب و ریخته گری (Fused casting)
۴۲۷	..... ۲-۱-۱۲-۱ مزایای ذوب و ریخته گری
۴۲۷	..... ۳-۱-۱۲-۱ معایب ذوب و ریخته گری
۴۳۱	..... فهرست منابع

فصل نهم

ریخته گری دوغابی



۹-۱- ساخت مادر قالب گچی مناسب برای ریخته گری دوغابی

در روش ریخته گری دوغابی یکی از مهمترین بخش کاری؛ طراحی و ساخت مدل و قالب می باشد و پس از ساخت مدل و رفع نواقص احتمالی، تهیه ی قالب گچی مناسب مرحله بعدی کار است که در نهایت پس از طی مراحل آزمایشی و رفع کلیه اشکالات طراحی جهت تولید انبوه، کار ساخت مادر قالب رزینی از مهمترین مراحل کاری می باشد، خصوصا" اگر تعداد تولید بالا باشد.

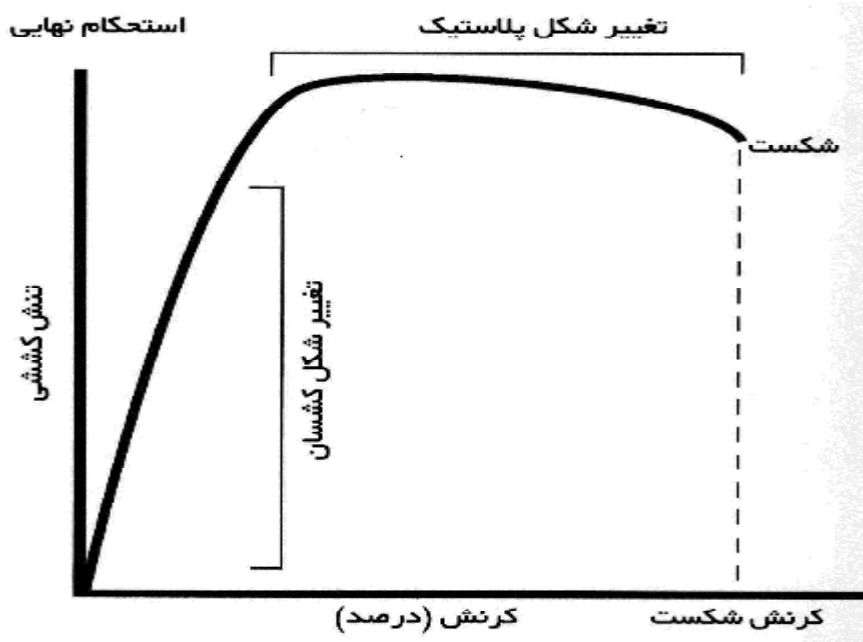
۹-۱-۱- انتخاب رزین برای ساخت مادر قالب رزینی (کامپوزیتی)

رزین ها از هر نوعی که باشند برای این که در ساخت قطعات کامپوزیتی استفاده شوند، بایستی دارای ویژگی هائی باشند:

- ۱- ویژگی های مکانیکی خوب
- ۲- چقرمگی مناسب
- ۳- ویژگی های چسبندگی خوب
- ۴- مقاومت خوب در برابر عوامل تخریب کننده محیطی همانند مواد شیمیایی خورنده

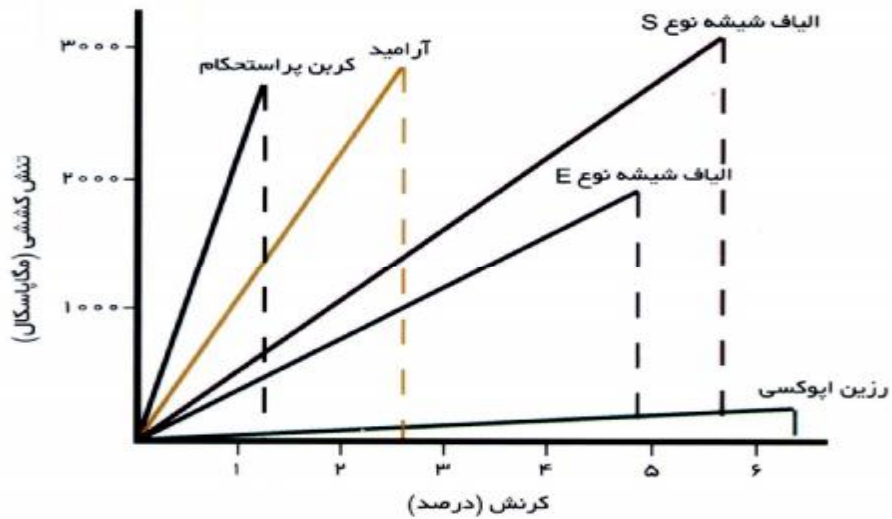
۹-۱-۲- ویژگی های مکانیکی رزین

شکل (۹-۱) منحنی تنش - کرنش را برای یک رزین ایده آل نشان می دهد. به خوبی مشاهده می شود که این رزین استحکام نهایی بالا و سفتی زیادی دارد (که با شیب اولیه نمودار مشخص می شود) و همچنین در برابر شکست مقاومت بالایی از خود نشان می دهد. این بدان معنی است که این رزین اگر چه سفتی مطلوبی دارد ولی دچار شکست ترد نیز نمی شود.



شکل (۹-۱) منحنی تنش - کرنش را برای یک رزین ایده آل

همچنین باید توجه کرد که اگر قرار است کامپوزیتی تحت بارگفاری کششی قرار گیرد برای رسیدن به تمام ویژگی های مکانیکی مورد انتظار از ترکیب الیاف و رزین، باید رزینی انتخاب شود که حداقل به اندازه الیاف انعطاف پذیر باشد و از خود تغییر شکل نشان دهد. شکل (۹-۲) کرنش در نقطه شکست را برای الیاف شیشه نوع E و نوع S، الیاف آرامید و کربن با استحکام زیاد و رزین اپوکسی نشان می دهد.



شکل (۹-۲) کرنش در نقطه شکست، الیاف شیشه نوع E و نوع S، الیاف آرامید و کربن در این نمودار دیده می شود که مثلاً "الیاف شیشه نوع S قبل از شکست حدود ۵/۳ در صد افزایش طول دارد. لذا برای ساخت کامپوزیتی با حداکثر ویژگی های کششی، باید رزینی با حداقل همین در صد افزایش طول در نقطه شکست انتخاب شود.

۹-۱-۲-۱-۱-۱ چقرمگی رزین

مقاومت مواد در برابر گسترش ترک را چقرمگی می نامند، چیزی که اندازه گیری دقیق آن در سازه های کامپوزیتی، مشکل به نظر می رسد. اما منحنی تنش - کرنش رزین ها نشانه های خوبی از میزان چقرمگی آنها را فراهم می آورد. عموماً هر چه تغییر شکل رزین قبل از شکست بیشتر باشد، ماده چقرمه تر بوده و در برابر ترک بیشتر مقاومت می کند. بر عکس رزینی که میزان کرنش شکست آن کم است، منجر به ساخته شدن کامپوزیتی ترد و شکننده خواهد شد که به راحتی ترک برمی دارد. در نتیجه رزین انتخابی باید از نظر این ویژگی با درصد افزایش طول الیاف تقویت کننده متناسب باشد.

۹-۲-۲-۱-۱-۲ چسبندگی رزین

وجود چسبندگی زیاد بین رزین و الیاف تقویت کننده، ویژگی لازم و ضروری رزین هاست. چون در این صورت می توان اطمینان داشت که تنش های وارده به طور موثر به الیاف تقویت کننده منتقل شده و از ایجاد ترک و جدایش بین رزین و الیاف در اثر این تنش ها جلوگیری می شود.

۹-۲-۳-۱-۱-۳ مقاومت در برابر عوامل محیطی رزین

مقاومت در برابر اثر تخریبی آب توسط دو غاب گچی در حال گیرش و دیگر مواد خورنده و آسیب رسان و پایداری در برابر تنش های ثابت تکرار شونده، از جمله ویژگی های ضروری هستند، که هر رزینی باید داشته باشد.

۹-۳-۱-۱-۱ قالب گیری با انتقال رزین (RTM)

یکی از روش های متداول تولید قطعات کامپوزیتی روش قالب گیری با انتقال رزین (RTM) است. RTM یک فرآیند قالب بسته کم فشار است که از طریق آن با به کار گیری پلیمرهای مایع، گرما سخت تقویت شده با انواع گوناگون الیاف، قطعه ای با کیفیت سطح و دقت ابعادی بالا تولید می شود. شکل (۳-۹)



شکل (۳-۹) قالب رزینی تزریقی (RTM)

معمولاً در این فرآیند پلیمرهایی از خانواده اپوکسی، وینیل استر، متیل متاکریلات، پلی استر یا فنلیک و تقویت کننده الیاف شیشه استفاده می شوند. سایر تقویت کننده ها از جمله الیاف کربن، آرامید یا الیاف سنتزی به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر، برای کاربرد در شرایط دشوارتر به کار گرفته می شوند. نوع زمینه پلیمری و تقویت کننده، عامل تعیین کننده جنس قالب و کارایی آن از نظر مکانیکی و سطح است. علاوه بر پلیمر و تقویت کننده، می توان برای افزایش دیرسوزی، مدول خمشی و کیفیت سطح نهایی از پرکننده های معدنی نیز استفاده کرد. در این فرآیند تقویت کننده ها به صورت پارچه بافته، الیاف سوزنی و... به شکل خشک درون قالب قرار داده می شوند. این الیاف یا قبلاً "به شکل دقیق قالب درآورده می شوند (به صورت پیش شکل) یا حین فرآیند چیدن در قالب، با دست شکل داده می شوند. شکل (۴-۹) بعد از قرار دادن الیاف درون قالب، یک رزین که از پیش با کاتالیزور مخلوط شده است به درون قالب

بسته تزریق شده و الیاف را در بر می گیرد، ممکن است روی سطح قالب پوشش زلی اعمال شود؛ فرآیندی که طی آن، قبل از قرار دادن الیاف درون قالب، روی سطح قالب پوشش داده می شود.



شکل (۹-۴) الیاف که از قبل به شکل دقیق قالب در آورده شده است

برتری ذاتی فرآیند RTM تزریق رزین با فشار کم است. فشار تزریقی رزین در حین پر شدن قالب، معمولاً از ۶۹۰ کیلو پاسکال تجاوز نمی کند. دیگر برتری های این روش در مقایسه با فرآیند قالبگیری باز، عبارت است از:

کم تر بودن میزان انتشار گازها و بخارات ناشی از پلیمریزاسیون یا پخت رزین، شرایط کاری تمیزتر، پایداری ابعادی بیشتر قطعات تولیدی، کیفیت خوب هر دو سطح قطعه تولیدی و فرآیند تولید سریع تر، با این حال با توجه به هزینه بالای ساخت قالب و نیاز به گیره های نگهدارنده قالب و تجهیزات کمکی، در مجموع فرآیند RTM از نظر هزینه و حجم تولید فرآیندی متوسط محسوب می شود و در اصل بین دو دسته فرآیندهای قالب باز کم هزینه با تولید کم و فرآیند های پر هزینه قالب گیری با پرس با تولید انبوه قرار دارد. همیشه این سوال مطرح بوده است که آیا فرآیند RTM در مقیاس وسیع در صنعت کامپوزیت مورد استفاده قرار گرفته است؟ صنعتگران زیادی در سال های گذشته روش RTM را به عنوان روش تولید قطعات کامپوزیتی آزمایش کرده و به کار گرفته اند، اما تنها تعداد کمی از آنها برای مدت زیادی از این روش استفاده کردند و تقریباً می توان گفت هیچ کدام از آنها RTM را به عنوان روش انحصاری تولید خود نپذیرفتند. طبق آمارهای موجود تقریباً همه صنایعی که تولیداتی ارزان یا با قیمت متوسط دارند، از روش های قالب گیری باز استفاده می کنند. قطعاً نیاز به مهارت زیاد برای فرآیند RTM عامل اصلی دلسردی بسیاری از صنعتگران در بکارگیری این روش برای تولید قطعات کامپوزیتی بوده است. به علاوه این که عواملی چون هزینه های نهفته ناشی از نگهداری قالب، چیدن تقویت کننده ها درون قالب، عملیات مجدد روی قطعه پس از قالب گیری (به علت وجود حباب یا چسبیدن قطعه به قالب) و همچنین خسارات وارده طی فرآیند ساخت باعث شده اند تا از دیدگاه بسیاری از تولید کنندگان فرآیند RTM فرآیندی با هزینه و حجم تولید متوسط محسوب نشود.

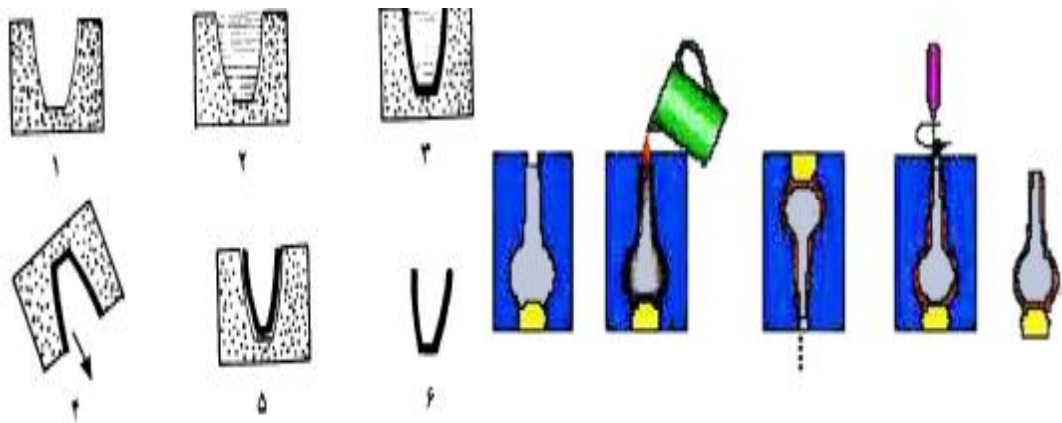
۹-۲- قالب گچی

در روش ریخته گری دستی سطح دو غاب در قالب باید از بلندی قطعه کار مورد نظر، بالاتر باشد تا انقباض دو غاب در طی فرایند ریخته گری پیش بینی شده باشد. جای اضافی قالب ها نیز در طرح گچی باید پیش بینی شود و پس از خارج کردن قطعه از داخل قالب گچی، ناصافی‌های اضافی لبه دور تا دور از قسمت بالای قطعه تراشیده می‌شود. برای ریختن قطعات بزرگی مثل گلدانهای باغ و یا مجسمه‌های تمام تنه، بهتر است که دو غاب از زیر قالب به داخل قالب وارد شود و از همان جا نیز دو غاب اضافی تخلیه شود. با چنین روش قالب ریزی، دیگر نیازی به حرکت دادن قالب های سنگین نیست. در ضمن احتمال آسیب دیدن قطعه یا بیرون آوردن آن از داخل قالب نیز وجود نخواهد داشت. با این روش ریخته گری، پس از پایان کار سوراخ کوچکی در ته قطعه ریخته شده باقی می‌ماند که می‌توان آن را با کمی گل از جنس بدنه بست.

۹-۳- ریخته گری

۹-۳-۱- ریخته گری توخالی (drain casting)

در این روش، دو غاب در قالب گچی ریخته می‌شود و سپس زمان کافی برای تشکیل جداره داده می‌شود. بعد از جذب آب دو غاب بوسیله قالب، ضخامت لایه به حد مطلوب می‌رسد. در اینجا مازاد دو غاب تخلیه می‌شود، بنابراین، قطعه حاصل از این روش به صورت تو خالی شکل داده می‌شود، به همین دلیل گاهی به این روش "ریخته گری تخلیه ای" (drain casting) نیز گفته می‌شود. شکل (۹-۵)

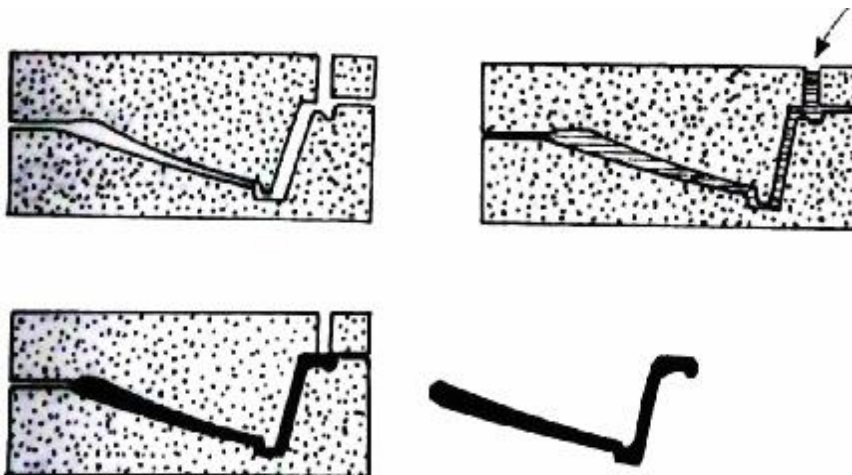


شکل (۹-۵) مراحل مختلف ریخته گری دوغابی توخالی

گلدان، قندان، پارچ و قوری از محصولاتی هستند که به این روش شکل داده می‌شوند. پر کردن و تخلیه قالب می‌تواند به صورت دستی یا به کمک دستگاه های تمام اتوماتیک انجام شود.

۹-۳-۲- ریخته گری دوغابی توپر (Solid casting)

شاید بتوان گفت شکل دادن به روش ریخته گری، در ابتدا صرفاً به منظور تولید قطعات توخالی ابداع گردید ولی بعدها در ساخت محصولات توپر نیز بکار گرفته شد. در این روش تمامی دوغاب مصرف می‌شود، بعبارت دیگر، دوغاب برگشتی وجود ندارد. شکل (۶-۹)



شکل (۶-۹) مراحل ریخته گری توپر

هر چه قطعه ای که با ریخته گری توپر شکل داده می‌شود بزرگتر باشد، نیاز به ایجاد يك تغذیه بزرگتر وجود دارد چون با جذب آب بوسیله قالب، حجم دوغاب کاهش می‌یابد. به همین منظور، قیف یا محفظه ای در بالای قالب بعنوان تغذیه در نظر می‌گیرند. اگر تغذیه ای با حجم کافی وجود نداشته باشد، سطح دوغاب در داخل قالب کاهش می‌یابد و شکل مورد نظر تأمین نمی‌شود.

تذکر این نکته لازم است که همزمان با افزایش اندازه محصول، زمان ریخته گری نیز زیاد می‌شود. مثلاً برای شکل دادن يك قوری که به روش ریخته گری توخالی تهیه می‌شود و ضخامت جداره آن ۲ تا ۳ میلیمتر است، به ۱۵ تا ۲۵ دقیقه وقت نیاز است. حال آنکه در چینی بهداشتی که بعضی از قسمت های آن به روش ریخته گری توپر تولید می‌شود، زمان لازم برای ایجاد بدنه ای به ضخامت ۱۰ تا ۱۱ میلیمتر، به حدود ۱ تا ۲ ساعت نیز می‌رسد.

پس، زمان ریخته گری توپر عموماً زیاد است، زیرا ضخامت محصول زیاد است. در حقیقت در چینی بهداشتی دو دیواره گچی به فاصله ۱۰ تا ۱۱ میلیمتر از یکدیگر قرار دارند و با شروع ریخته گری از هر دو طرف، جداره تشکیل می‌شود. هر چه ضخامت این دوجداره زیادتر می‌شود، فضای بین این دو کمتر می‌شود تا جایی که این دوجداره در قسمت میانی به یکدیگر وصل می‌شوند. بعضی دیرگدازها نیز به این روش شکل داده می‌شوند.

۹-۴- روش ریختن دوغاب

در این قسمت مراحل ساخت يك قطعه با روش ریخته گری شرح داده می‌شود و مهمترین کارهایی که باید انجام شوند در شکل (۷-۹) نشان داده شده است.



شکل (۷-۹) ریخته گری دوغابی دستی