



مرکز تحقیقات اسلامی

اصفهان

گامی



عمران
علیه السلام

www.ghaemiyeh.com
www.ghaemiyeh.org
www.ghaemiyeh.net
www.ghaemiyeh.ir



فصلک مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی شیراز

(مجموعه کتاب های پژوهشگر کوپیتال)

گروه مهندسی



آشنایی با روشهای rapid prototyping
و کاربردهای آن

گردآوری

صدرا جعفری

شهبروز کریمی صفری

دانش آموزان دبیرستان پژوهش محور دکتر محمدشاهری

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن

نویسنده:

صدر ا جعفری

ناشر چاپی:

امیر فدک

ناشر دیجیتال:

مرکز تحقیقات رایانه‌ای قائمیه اصفهان

فهرست

۵	فهرست
۱۰	آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن
۱۰	مشخصات کتاب
۱۰	اشاره
۱۵	تقدیم به:
۱۶	پیشگفتار:
۱۷	فهرست مطالب
۱۹	فصل اول: آشنایی با روش های rapid prototyping
۱۹	اشاره
۲۰	مقدمه
۲۱	کاربردهای نمونه rapid prototyping
۲۱	کاربرد در صنعت
۲۱	کاربرد در طراحی صنعتی
۲۲	کاربرد در ماکت سازی
۲۲	کاربرد در جواهر سازی
۲۳	کاربرد در هنر و مجسمه سازی
۲۳	کاربرد در پزشکی
۲۴	اصول فرآیندهای نمونه سازی سریع
۲۶	ساخت مدل CAD
۲۶	تبدیل مدل CAD به فرمت STL
۲۶	برش مدل STL به چندین لایه
۲۷	ساخت لایه به لایه قطعه
۲۸	پس پردازش قطعه
۲۸	مقایسه روش نمونه سازی با CNC

۲۸	دامنه مواد
۲۸	اطلاعات ورودی
۲۸	مدل های حجمی
۲۸	دسته بندی روش ها
۲۹	روش براساس نوع ماده مورد استفاده
۲۹	روش های متداول
۲۹	مدل سازی سریع به روش SLA
۳۱	مزایای SLA
۳۱	معایب SLA
۳۱	مدل سازی سریع به روش SLS
۳۳	مزایای SLS
۳۳	معایب SLS
۳۳	مدل سازی سریع به روش FDM
۳۵	مزایای FDM
۳۵	معایب FDM
۳۵	مدل سازی سریع به روش PolyJet
۳۷	مزایای PolyJet
۳۷	معایب PolyJet
۳۸	مدل سازی سریع به روش ThermoJet
۳۹	مزایای ThermoJet
۳۹	معایب ThermoJet
۳۹	مدل سازی سریع به روش DP۳
۴۱	مزایای DP۳
۴۱	معایب DP۳
۴۱	مدل سازی سریع به روش LOM
۴۲	مزایای LOM

۴۳	معایب LOM
۴۴	فصل دوم : کاربرد فناوری نمونه سازی سریع
۴۴	اشاره
۴۵	کاربرد فناوری نمونه سازی سریع در ریخته گری
۴۶	مدل CAD و مدل مومی
۴۶	چاپ سه بعدی
۴۶	سرعت بالا
۴۶	کاربرد چندگانه
۴۶	LOM
۴۶	نکته های این روش شامل موارد زیر هستند:
۴۷	مزایا فناوری نمونه سازی سریع
۴۷	تجسم (Visualization)
۴۷	تصحیح طرح (Verification)
۴۸	تکرار طرح (Iteration)
۴۸	بهینه سازی (Optimization)
۴۸	ساخت انواع چرخ دنده در ابعاد بسیار کوچک با چاپگرهای سه بعدی
۴۸	آزمایش های عملکردی (Functional Tests)
۴۹	قابلیتهای پرینت سه بعدی در نمونه سازی و ساخت محصول نهایی
۵۰	سرعت نمونه سازی بالا
۵۱	تولید یک مرحله ای
۵۲	هزینه
۵۲	هزینه مواد اولیه
۵۳	هزینه نیروی انسانی
۵۳	کاهش ریسک
۵۳	آزادی عمل در طراحی
۵۴	سفارشی سازی

۵۴	دسترسی آسان
۵۵	پایداری و محیط زیست
۵۷	فصل سوم : نرم افزارهای رایج در مدل سازی
۵۷	اشاره
۵۸	نرم افزارهای رایج در مدل سازی
۵۸	نرم افزار DAVID
۵۹	نرم افزار CAESAR
۶۱	نرم افزار EdgeCAM
۶۲	نرم افزار MSC-Adams
۶۳	نرم افزار Advanced Spring Design
۶۳	نرم افزار CATIA
۶۴	محیط های مدل سازی
۶۴	مدل سازی سطوح
۶۴	محیط ماشینکاری
۶۴	محیط تحلیل آلمان محدود
۶۴	طراحی و تحلیل مکانیزمها
۶۵	نرم افزار SolidWorks
۶۶	رابط گرافیکی کاربری
۶۶	نرم افزار Mechanical Desktop
۶۷	قابلیتهای کلیدی نرم افزار
۶۷	نمونه سازی خورشیدی
۷۰	قالبسازی سریع
۷۰	مهمترین مزایای ابزار سازی سریع
۷۰	قالبسازی مستقیم
۷۱	قالبسازی غیر مستقیم
۷۱	قالبسازی متال اسپری

۷۲	مراحل فرآیند
۷۲	ویژگی های قالب های متال اسپری
۷۲	معایب و مشکلات این فرآیند
۷۳	فرایند Ketool ^۳ D
۷۴	قالبسازی رزین سیلیکونی
۷۵	مراحل کار در روش RTV
۷۷	آزمایشگاه نمونه سازی سریع (Rapid Prototyping Lab)
۷۹	منابع
۸۰	درباره مرکز

آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن

مشخصات کتاب

سرشناسه : جعفری، صدرا، 1384-

عنوان و نام پدیدآور : آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن/گردآورندگان صدرا جعفری، شهروز کرمی مفرد ؛ ویراستار علمی سمیه مظفری، نادر سلطانی، امیر طلعتی ؛ ویراستار ادبی راضیه جوهریان.

مشخصات نشر : اصفهان: انتشارات امیر فدک، 1397.

مشخصات ظاهری : 60 ص.

شابک : : 5-76-6521-622-978

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

موضوع : نمونه سازی سریع

موضوع : Rapid prototyping

موضوع : طراحی مهندسی -- روش های گرافیکی

موضوع : Engineering design -- Graphic methods

شناسه افزوده : کرمی مفرد، شهروز، 1383-

رده بندی کنگره : TS155/6

رده بندی دیویی : 670/285

شماره کتابشناسی ملی : 5559717

ص: 1

اشاره

بسم الله الرحمن الرحيم

ص: 2

آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن

گردآورندگان: صدرا جعفری

دانش آموز پایه ی هشتم دبیرستان دکتر محمدشفیعی

شهریز کرمی مفرد

دانش آموز پایه ی هشتم دبیرستان دکتر محمدشفیعی

ص: 3

انتشارات امیرفدک: اصفهان- خیابان هشت بهشت غربی نبش تقاطع ملک ساختمان فدک

تلفن: 031-32730360 - همراه: 09133135694

کد پستی: 81546-43151

Fadak.mansori@gmail.com

آشنایی با rapid prototyping و کاربردهای آن

صدرای جعفری 84- شهروز کرمی مفرد 83

آماده سازی: انتشارات امیرفدک

مدیر مسئول: دکتر محمدرضا محمد شفیع

مدیر تولید: سید محمدرضا منصور تهران

مدیر فنی: صالحیان - مظفری

ویراستار ادبی: جوهریان

ویراستار علمی: مظفری- نادر سلطانی- امیر طلعتی

صفحه آرا: عابدی- کاویانی

طراح جلد: کاویانی

* لیتوگرافی: طاها * چاپ: ملت * صحافی: ملت

* چاپ اول: 1397 * تعداد: 1000 * قیمت: 40000 تومان

© حق چاپ: 1397، انتشارات امیرفدک

شابک: 978-622-6521-76-5 978-622-6521-76-5 ISBN:

هر گونه استفاده از مطالب این کتاب اعم از بازنویسی، خلاصه سازی، نقل مطالب آموزشی، برداشت به صورت دستنویس، کپی، تکثیر و هر گونه چاپ سنتی و دیجیتال، استفاده به صورت کتاب الکترونیکی، لوح فشرده، قراردادن مطالب بر روی اینترنت و وبسایت ها و هر

گونه شبکه‌ی کامپیوتری دیگر و به طور کل هر گونه استفاده‌ی اشخاص حقیقی و حقوقی در جهت منافع مادی و معنوی خود، بدون اجازه‌ی کتبی ناشر ممنوع و بر اساس بند 5 ماده‌ی 23 قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قوانین مربوط به جرایم رایانه‌ای کشور قابل پیگیری در محاکم قضایی است.

ص: 4

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و مهربانم

که در سختیها و دشواری های زندگی همواره یآوری دلسوز و فداکار

و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده اند.

صدرا جعفری

تقدیم به:

پدر و مادرم

که از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

و از صبرشان ایستادگی را آموختم

شهرز کرمی مفرد

ص: 5

در مرکز تحقیقات و فناوری های نوین دمشق سپاهان (دکتر محمدشفیعی) آموزش پژوهش محور را نهادینه کردیم، چراکه ایمان داریم گسترش مرزهای علم و فناوری در جهت پیشرفت کشور در گرو کوشش پژوهشگران است و پژوهشگر با ذهن پرسشگرش از لایه های ابر گرفته آسمان دانش میگذرد، تا به افق های جدیدی دست یابد. روح پژوهشگر، پویا و جوینده است و پوسته های جهل را شکافته، به قنات جاری علم دست میابد و تا چشمهی جوشان آن را بر کویر تشنه خویش جاری نسازد، آرام نمی گیرد. در مراکز پژوهش محور دکتر محمدشفیعی اعتقاد داریم؛ پژوهش هزینه نیست، سرمایه است. در اقدامات پژوهشی این مراکز پژوهشی، پژوهشگران کوچک ما تلاش می کنند وضعیت نامطلوب را به وضعیت مطلوب تغییر دهند و یاد می گیرند درست توجه کنند و بدانچه که آموخته اند عمل کنند.

دانش آموزان پژوهنده ی ما می فهمند که هیچگاه شکست در مسیر کسب دانش وجود ندارد، لذا از ناملایمات علمی و بن بست های مقطعی هراسی نداشته و راه غلبه بر سدهای مجازی پیش روی کسب دانش و ارتقای علمی را خوب یاد بگیرند. علاوه بر این اصول و مبنای کار گروهی را فراگرفته تا بتوانند براساس خرد جمعی کار کنند. با بیش از 25 سال سابقه آموزشی - پژوهشی و مدیریتی در یافتهایم که پژوهش و تحقیق مثل حروف الفبا باید از سالهای نخست آموزش شروع شده و نهادینه شود، و این امر مهم را در طرح آموزش پژوهش محور انجام داده و به نتایج شگرفی دست یافته ایم و با علم به اینکه می دانستیم دانش آموزان در مقاطع پایینتر توانایی های بزرگی دارند و در عمل تجربه نمودیم و نهادینه کردیم و مصمم هستیم که این امر مهم در کل کشور اجرایی شود. انشا...

محمدرضا محمدشفیعی

مدیر مجتمع فرهنگی آموزشی تحقیقاتی دکتر محمدشفیعی

فهرست مطالب

فصل اول...8

مقدمه.....9

کاربردهای نمونه 10.....rapid prototyping

مزایای استراتژیک استفاده از نمونه سازی سریع...13

اصول فرآیندهای نمونه سازی سریع.....13

مقایسه روش نمونه سازی با 16.....CNC

دامنه مواد.....16

اطلاعات ورودی.....16

مدل های حجمی.....16

دسته بندی روش ها16

فصل دوم.....25

کاربرد فناوری نمونه سازی سریع در ریخته گری.....26

مدل CAD و مدل مومی27

مزایا فناوری نمونه سازی سریع.....28

ساخت انواع چرخنده در ابعاد بسیار کوچک با چاپگرهای سه بعدی.....29

فصل سوم.....38

نرم افزارهای رایج در مدل سازی.....39

قابلیتهای کلیدی نرم افزار...48

نمونه سازی خورشیدی...48

قالبسازی سریع.....51

مهمترین مزایای ابزار سازی سریع51

51.....قالبسازی مستقیم

52.....قالبسازی غیر مستقیم

52.....قالبسازی متال اسپری

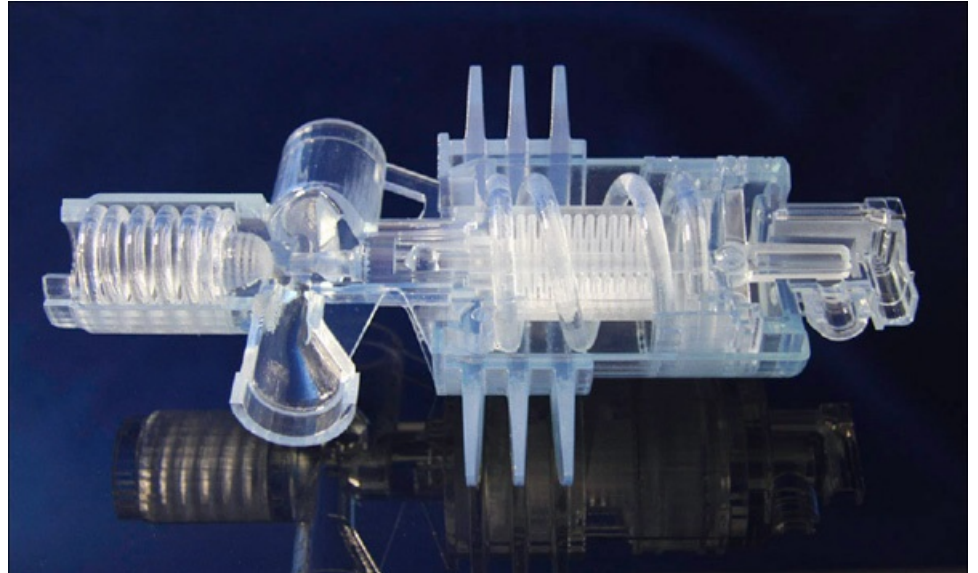
قالبسازی رزین سیلیکونی

55.....

آزمایشگاه نمونه سازی سریع (58..... Rapid Prototyping Lab)

60.....منابع

ص: 7



در طی سالیان متمادی، صنعتگر و مصرف کننده در یک نکته به اشتراک رسیده‌اند که انتظار سطح بالایی از کیفیت و اطمینان محصول داشته باشند. برای آنکه بتوان در سطح جهانی قابلیت رقابت داشت، کمپانی‌ها به طور ممتد تحت فشار برای ارائه محصولات و فرآیندهای جدید به بازار مصرف در زمان کوتاه تر و در عین حال با کیفیت و عملکرد بالاتر هستند. آنچه که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، اطمینان از انطباق دقیق قطعات برای تولید یک محصول جدید و حصول مشخصه‌های اولیه آن در کوتاهترین زمان ممکن می‌باشد. این انتظارات با به کارگیری روش‌های سنتی که در طی سالها، حداکثر توان خود را نشان داده‌اند، امکانپذیر نیست و مستلزم به خدمت گرفتن فناوری‌های پیشرفته جهت افزایش، کیفیت و سرعت است. یکی از این فناوریها نمونه سازی سریع یا "Rapid Prototyping" می‌باشد. نمونه سازی سریع به ساختوساز خودکار از اشیاء فیزیکی با استفاده از تکنولوژی ساخت آن میگویند. اولین تکنیک برای نمونه سازی سریع در اواخر دهه 1980 در دسترس قرار گرفت و در تولید مدلها و قطعات نمونه از آن استفاده شد. معمولاً با این روش می‌توان از روی یک فایل سه بعدی کامپیوتری، یک قطعه واقعی و ملموس تولید نمود.

تصویر



نمونه سازی سریع تکنولوژی که در آن یک نمونه به صورت لایه لایه مستقیماً از روی فایل مدل سه بعدی آن ساخته می‌شود. در این روش هیچ محدودیتی از نظر شکل هندسی وجود نداشته و نمونه بدون نیاز به هیچ قالب یا ابزاری با سرعت و

دقت بسیار بالایی ساخته می شود. کاربرد اصلی نمونه سازی سریع در زمینه طراحی مهندسی در صنایع مختلف به عنوان یکی از زنجیره های طراحی تا تولید محصولات جدید می باشد. پس از طراحی محصول، نمونه ای از طرح سریعاً ساخته شده و در اختیار تیم طراحی مهندسی قرار می گیرد تا از جنبه های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد و پس از رفع ایرادات احتمالی و تایید نهایی طرح، اقدام به تولید انبوه می گردد. این تکنولوژی در زمینه ساخت مدل های پزشکی، جواهرآلات، ماکت سازی، هنر و معماری نیز کاربردهای رو به گسترشی دارد.

کاربردهای نمونه rapid prototyping

کاربرد در صنعت

شامل ساخت نمونه قطعات صنعتی در صنایع مختلف نظیر الکترونیک، خودرو، هوافضا، لوازم خانگی و اسباب بازی جهت انجام تست های مختلف می باشد.

تصویر



کاربرد در طراحی صنعتی

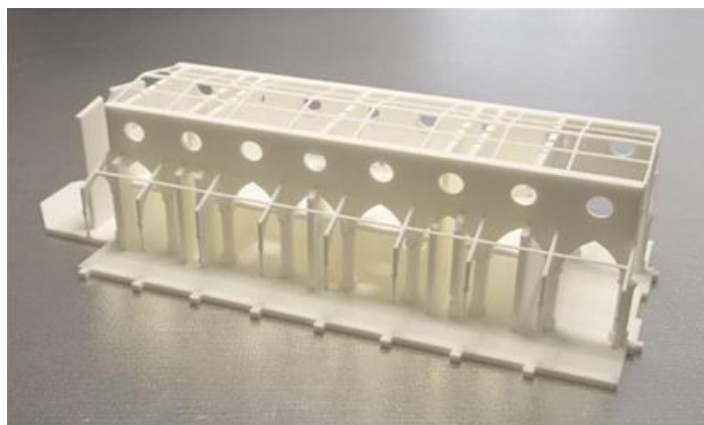
ساخت نمونه اولیه از طرح محصول جدید در مراحل مختلف طراحی جهت بررسی از نظر زیبایی، ارگونومی، امکان سنجی تولید و بازاریابی می باشد.

ص: 10



کاربرد در ماکت سازی

شامل ساخت اجزای ماکت‌های معماری، سازه، صنعتی، تاسیسات و نیروگاه در مقیاس‌های مختلف با هرگونه پیچیدگی و ظرافت به صورت یکپارچه می‌باشد.



کاربرد در جواهر سازی

شامل ساخت مدل برای جواهرآلات با دقت و ظرافت بالا و طبق سفارش مشتری جهت استفاده در فرآیندهای ریخته‌گری می‌باشد.



کاربرد در هنر و مجسمه سازی

شامل ساخت انواع مجسمه، تندیس و قطعات تزئینی جهت فرآیندهای ریخته گری می باشد.



کاربرد در پزشکی

شامل ساخت مدل بافتهای سخت یا نرم، خارج کردن تومور، بازسازی دندان، ترمیم استخوان های شکسته، ساخت پروتزها و ایمپلنت های سفارشی می باشد.



مزایای استراتژیک استفاده از نمونه سازی سریع

- کاهش زمان و هزینه (سیکل طراحی تا تولید محصول جدید)
- افزایش سرعت طراحی محصول جدید و اعمال سریع اصلاحات
- عرضه سریع محصولات جدید در بازار رقابتی
- امکان بازاریابی محصول جدید قبل از تولید و کاهش ریسک تولید
- امکان ساخت نمونه های پیچیده بدون هیچگونه محدودیت در شکل هندسی
- سرعت و راحتی فرآیند
- دقت بالای نمونه سازی



روش های متفاوت و متنوعی برای انجام فرآیند افزایشی وجود دارد. چندین روش دیگر نیز در این زمینه در حال توسعه هستند. هر روش ممکن است مواد و تکنیک متفاوتی برای ساخت لایه های قطعه داشته باشد، اما همه ی این روش ها مراحل

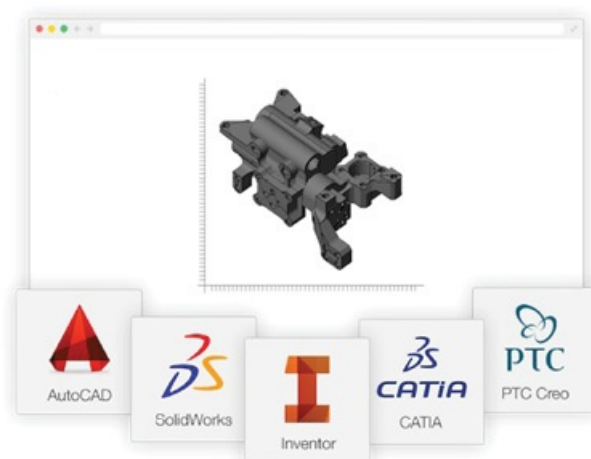
ص: 13

مشخص و یکسانی را پیروی می کنند، که در زیر فهرست شده است.

ساخت مدل CAD

در همه ی فرآیندهای افزایشی در اولین مرحله طراحی، می بایست با استفاده از نرم افزارهای CAD (طراحی به کمک کامپیوتر)، همچون نرم افزاری طراحی سه بعدی، CATIA, Inventor و این قبیل نرم افزارها یک مدل سه بعدی طراحی شود.

تصویر



تبدیل مدل CAD به فرمت STL

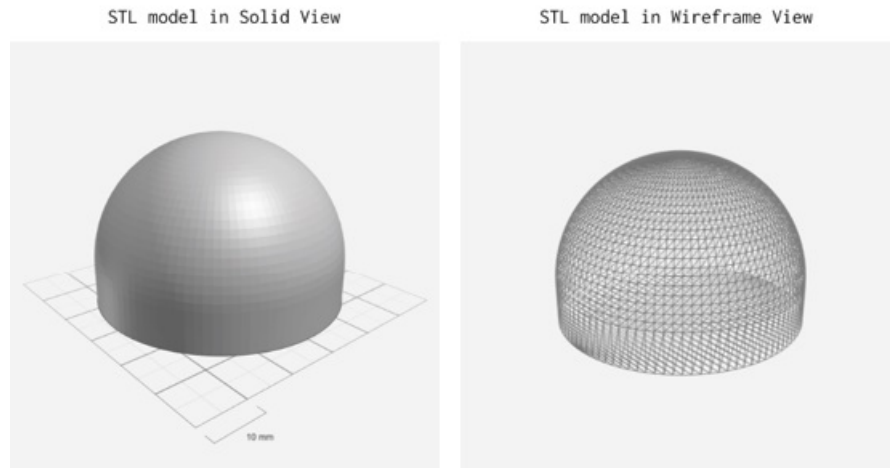
هرکدام از نرم افزارهای CAD، مدل سه بعدی طراحی شده را به فرمت های مختلف ذخیره می کنند. امروزه فرمت STL که در ابتدا برای فرآیند استریولیتوگرافی تعریف شده بود، به عنوان فرمت استاندارد فایل ها در فرآیندهای افزایشی پذیرفته شده است و تمامی دستگاههای ساخت نمونه سریع این فرمت را پشتیبانی می کنند و مدل نهایی به این فرمت تبدیل می شود. در این فرمت، سطوح مدل با مثلث هایی تقریب می خورد و هر کدام از این مثلثها توسط مختصات سه راس و یک بردار نرمال مشخص می گردد.

برش مدل STL به چندین لایه

کاربر با استفاده از نرم افزارهای مخصوص، فایل STL را برای ساخت آماده می کند. جهت یابی و تعیین جهت در ساخت قطعه، یکی از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر زمان ساخت، کیفیت سطح و دقت ابعادی قطعه است، به همین دلیل قبل از لایه بندی

مدل، می بایست جهت بهینه سازی ساخت قطعه تعیین گردد. پساز تعیین جهت، نرم افزار مدل STL به لایه های بسیار نازک در صفحه $X-Y$ برش داده می شود. هر لایه روی لایه ی قبلی ساخته خواهد شد و در راستای محور Z روی هم قرار خواهند گرفت.

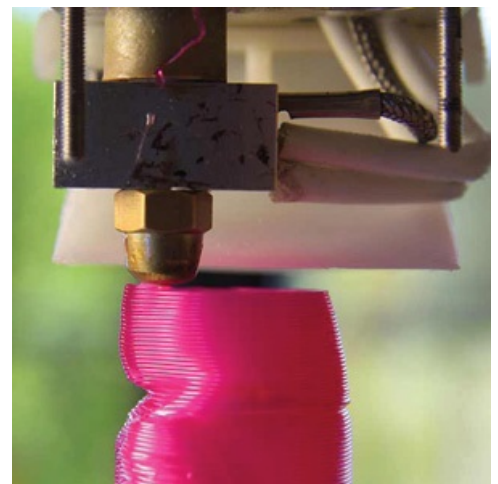
تصویر



ساخت لایه به لایه قطعه

دستگاه با ساخت هر لایه ی قطعه و قرار دادن آن روی لایه ی ساخته شده قبلی، قطعه را لایه به لایه می سازد. با توجه به نوع فرآیند افزایشی، روش ساخت هر لایه و همچنین ماده مورد استفاده برای ساخت، متفاوت است. فرآیندهای افزایشی، بسته به روش انجام فرآیند، می توانند قطعاتی از کاغذ، پلیمرها، پودرهای فلزی یا کامپوزیت های فلزی تولید کنند.

تصویر



پس پردازش قطعه

پساز ساخت، قطعه، از روی ماشین برداشته می شوند. به منظور افزایش دقت ابعادی، صافی سطح مدل و یا دستیابی به ویژگی های مکانیکی و فیزیکی بهتر قطعه، عملیات پس پردازش روی قطعه انجام می شود. از عملیات های پس پردازش می توان به فرآیندهای ماشینکاری و انعقاد مجدد اشاره نمود. نوع و میزان عملیات پس پردازش، به نحوه ی تولید و کاربرد قطعه بستگی دارد.

مقایسه روش نمونه سازی با CNC

نمونه سازی سریع راه حلی برای تمام مسائل ساخت نیست. مزیت عمده نمونه سازی سریع در مقایسه با روش CNC امکان ساخت قطعات با هرگونه پیچیدگی شکل هندسی می باشد. روش CNC یک تکنولوژی اقتصادی، رایج و در دسترس می باشد که امکان استفاده از هر نوع مواد در آن وجود دارد. در برخی روش ها دقت نمونه سازی سریع به خوبی روش CNC نیست.

دامنه مواد

بسته به فرآیند هر روش، مواد محدودی قابل استفاده می باشند. موادهای گوناگونی با خواص مکانیکی متنوع برای هر روش به سرعت در حال گسترش و عرضه می باشد. دامنه مواد مورد استفاده شامل پلاستیک، فلز، کاغذ و سرامیک می باشد.

اطلاعات ورودی

شامل فرمت های catpart, model, stp, igs می باشد.

مدل های حجمی

شامل Solid و Wire frame Surface می باشد.

دسته بندی روش ها

معیارهای مختلفی برای دسته بندی روش های نمونه سازی سریع وجود دارد که شامل موارد زیر هستند.

روش براساس نوع ماده مورد استفاده

- روش هایی که از مایع استفاده می کنند.
- روش هایی که از پودر استفاده می کنند.
- روش هایی که از ماده جامد استفاده می کنند.

روش های متداول

SLA: Stereo Lithography Apparatus

SLS: Selective Laser Sintering

FDM: Fused Deposition Modelin

PolyJet: Polymer Jet Printing

ThermoJet

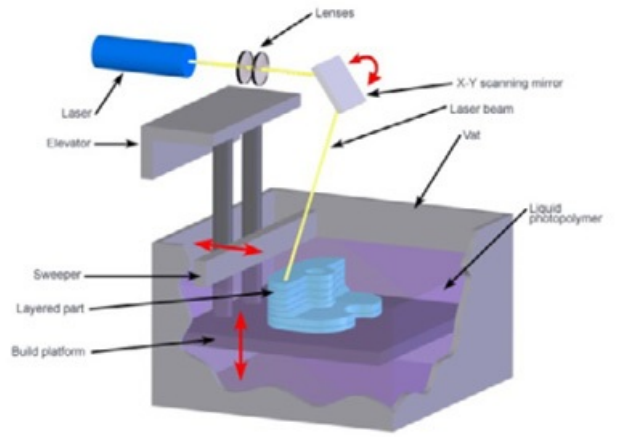
DP3: Dimensional Printing3

LOM: Laminated Object Manufacturing

مدل سازی سریع به روش SLA

- تابش باریکه لیزر روی سطح رزین مایع (فوتوپلیمر)
- پلیمریزاسیون نوری رزین و جامد شدن لایه- چسبیدن لایه ها به یکدیگر به دلیل خاصیت خود چسبندگی مواد.
- ساخت ساپورت مشبک همزمان از همان ماده

تصویر



Copyright © 2008 CustomPartNet

ص: 17

مزایای SLA

- اولین روش نمونه سازی سریع در سال 1986 میلادی

- صافی سطح بالا

- دقت بالا mm1/0

- حداقل ضخامت لایه mm 5/0

- امکان ساخت قطعات بزرگ

- امکان استفاده از مواد شفاف

- امکان تغییر رنگ محدوده خاصی از قطعه

معایب SLA

- خواص مکانیکی نسبتاً ضعیف

- سرعت ساخت پایین

- نیاز به ساخت ساپورت

- کثیفی کار با رزین مایع

- پایداری ابعادی کوتاه مدت

- نیاز به عملیات تکمیلی در دستگاه (PCA)

- قیمت بالای دستگاه

- هزینه نسبتاً بالای خدمات

مدل سازی سریع به روش SLS

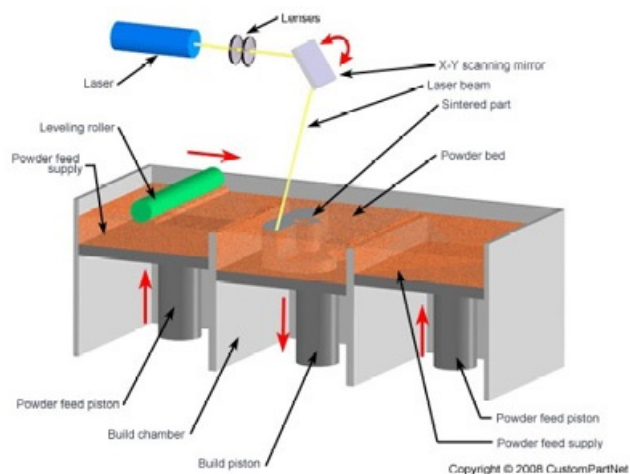
- پهن شدن لایه پودرترموپلاستیک

- پیش گرم پودر توسط هیتر تا دمای زیر سینتر شدن- تابش باری که لیزر روی سطح پودر گرم و اعمال توان حرارتی

- جوش سطحی ذرات پودر (سینتر شدن)

- بدون نیاز به ساخت ساپورت

ص: 18



مزایای SLS

- عدم نیاز به ساپورت
- خواص مکانیکی بالا (قطعات عملکردی)
- تنوع مواد (پلاستیک، فلز و ماسه)
- استفاده از مواد پلی امید

معایب SLS

- صافی سطحی پایین
- دقت (mm2/0)
- نیاز به سیکل خنک شدن
- عدم توانایی ساخت قطعات ظریف
- قیمت بالای دستگاه
- هزینه نسبتاً بالای خدمات

مدل سازی سریع به روش FDM

- تغذیه فیلامنت پلاستیکی به یک نازل
- گرم شدن نازل و ذوب مواد

- حرکت نازل در صفحه XY

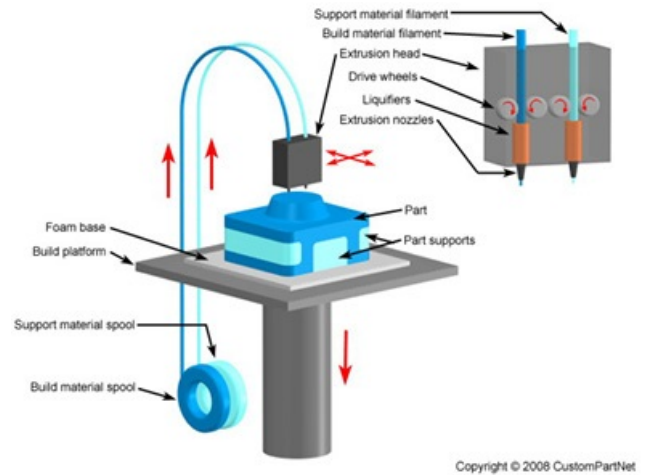
- خروج مذاب پلاستیک از نازل

- سرد شدن مواد و تشکیل لایه

ص: 19

- ساخت همزمان ساپورت متراکم

تصویر



مزایای FDM

- استفاده از مواد ABS، پلی کربنات و موم

- استفاده به عنوان قطعات عملکردی

- حل شدن ساپورت در حلال

- پولیش پذیری مناسب

- سادگی کار با دستگاه

- بی صدا بودن و مناسب محیط اداری

معایب FDM

- کیفیت سطحی متوسط

- ابعاد کوچک ساخت

- نیاز به ساخت ساپورت

- سرعت نسبتاً پایین ساخت

مدل سازی سریع به روش PolyJet

- خروج رزین فوتوپلیمر از هد دستگاه

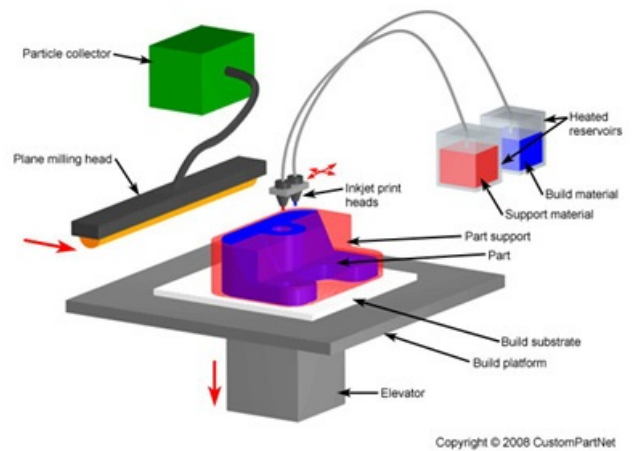
- تابش همزمان نور UV توسط لامپ

- جامد شدن رزین و تشکیل لایه

ص: 20

- ساخت همزمان ساپورت متراکم

تصویر



مزایای PolyJet

- نازکترین ضخامت لایه (16 میکرون) و صافی سطح عالی

- قابلیت ساخت جزئیات و ظرایف قطعات

- دقت ساخت (mm1/0)

- ساخت دیواره های نازک با حداقل ضخامت (mm 6/0)

- سرعت نسبتا بالای ساخت

- امکان استفاده از مواد شفاف

- ساخت قطعات از جنس مشابه ABS و PP

معایب PolyJet

- نیاز به ساخت ساپورت

- سختی خروج ساپورت

- خواص مکانیکی متوسط

- هزینه خدمات متوسط

- ابعاد کوچک ساخت

مدل سازی سریع به روش ThermoJet

- خروج موم مذاب از هد دستگاه

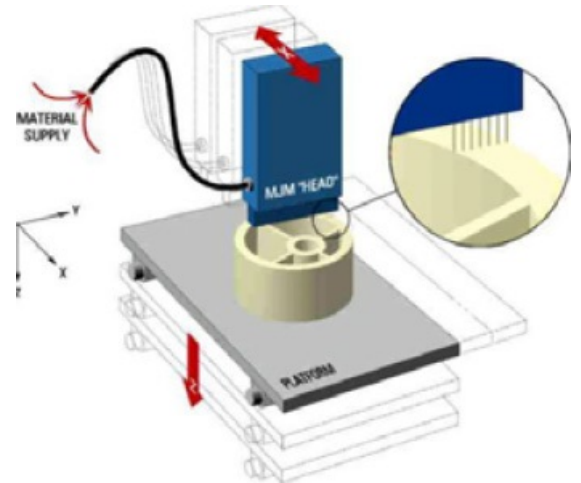
ص: 21

- سرد شدن موم و تشکیل لایه

- فرزکاری سطح لایه برای رسیدن به ضخامت مورد نظر

- ساخت همزمان ساپورت متراکم

تصویر



مزایای ThermoJet

- ساخت مدل مومی جهت ریخته گری دقیق

- صافی سطح مناسب

- ابعاد دستگاه مناسب محیط اداری

معایب ThermoJet

- استحکام ضعیف قطعات مومی

- ناپایداری در برابر حرارت

- سرعت پایین ساخت

- صدای فرزکاری

- نیاز به ساخت ساپورت

مدل سازی سریع به روش DP3

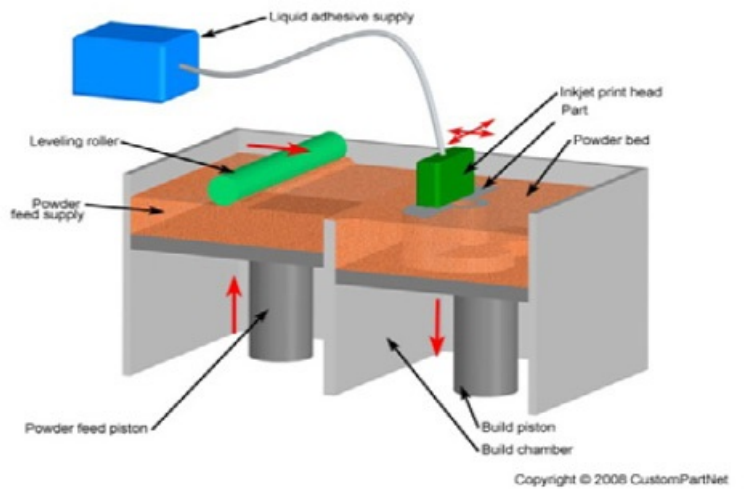
- پهن شدن لایه گچ روی سطح

- پرینت شدن چسب روی گچ

ص: 22

- چسبیدن ذرات گچ و تشکیل لایه

تصویر



مزایای DP3

- عدم نیاز به ساپورت

- امکان استفاده از مواد رنگی همزمان

- سرعت ساخت بالا (5 تا 10 برابر سایر روش ها)

- هزینه پایین خدمات (25% هزینه سایر روش ها)

- بازیافت مواد استفاده نشده

معایب DP3

- استحکام ضعیف قطعات

- صافی سطح ضعیف

- دقت متوسط

- ابعاد کوچک ساخت

مدل سازی سریع به روش LOM

- لایهگذاری کاغذ چسب دار

- حرکت غلطک داغ روی کاغذ

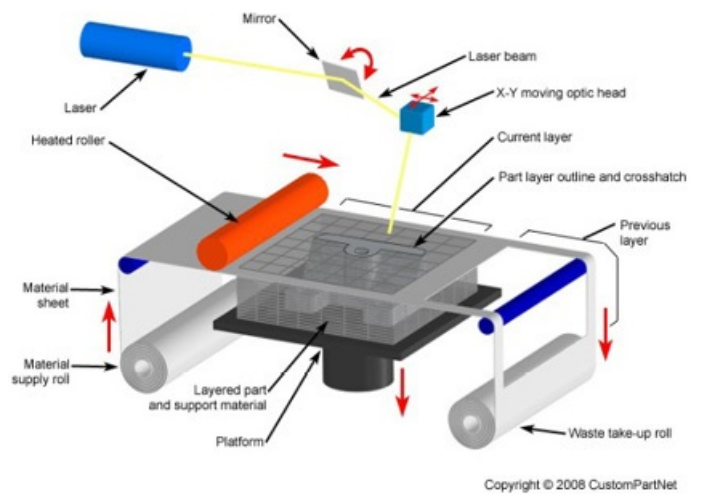
- فعال شدن چسب حرارتی و چسبیدن لایه کاغذ

- برش مرزهای مقطع مربوطه در صفحه XY

ص: 23

- برش قسمتهای اضافی کاغذ به صورت مربعی

تصویر



مزایای LOM

- ظاهر شبه چوب

- قابلیت کار با مدل مشابه مدل های چوبی

- مناسب برای قطعات حجیم و توپر

- مناسب برای مدل های ریخته گری

- عدم نیاز به ساپورت

معایب LOM

- استحکام ضعیف قطعات

- ناپایداری در برابر رطوبت

- دقت ابعادی ضعیف

- نامناسب برای دیواره های نازک

- صافی سطح پایین

فصل دوم : کاربرد فناوری نمونه سازی سریع

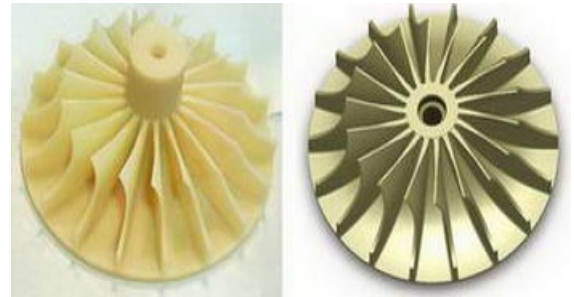
اشاره

ص: 25

کاربرد فناوری نمونه سازی سریع در ریخته گری

به کمک فناوری نمونه سازی سریع امکان ساخت انواع مدل های پیچیده در مدت زمان بسیار اندک امکان پذیر می باشد. به طور کلی هر قطعه ای را که بتوان در یکی از محیط های نرم افزاری به عنوان مثال MECHANIKAL و CATIA به صورت فایل STL طراحی کرد، با وجود هر نوع پیچیدگی، امکان ساخت مدل آن در مدت زمان بسیار اندک و با دقت بالا امکان پذیر است.

تصویر



ساخت مدل به روش قدیمی (سنتی) بسیار وقتگیر، مشکل و هزینه بر می باشد. به کمک این فناوری به طور مستقیم از روی فایل، قطعه و مدل آن در زمانی کوتاه ساخته می شود که باعث کاهش هزینه ها به طور قابل چشمگیری می گردد. الگوهای ساخته شده مقاوم، دارای دقت و صافی خوبی می باشند. در حقیقت الگوهای ساخته شده به کمک این روش به اندازه های دقیق می باشند، تا جایی که از طریق مونتاژ کردن آنها، اشکالات طراحی مجموعه مشخص و تصحیح میگردند.

به عنوان مثال برای قطعه ابتدا مدل سه بعدی CAD و سپس فایل STL آن ایجاد می شود و در مدت زمانی حدود 12 ساعت مدل مومی قطعه ساخته می شود، از این مدل مومی می توان در ساخت یک نمونه ایمپلر به روش ریخته گری دقیق استفاده کرد و قطعه ساخته شده را در تست های مونتاژ پذیری و عملکردی به کار گرفت.

با به کارگیری این فناوری، مدت زمان سیکل ساخت از 4 ماه (در روش سنتی) به 2 هفته کاهش پیدا کرده و هزینه ها به طور قابل چشمگیری کاهش می یابند.

ص: 26

مدل CAD و مدل مومی

به کمک فناوری نمونه سازی سریع می توان از روی فایل سه بعدی قطعه به طور مستقیم به مدل مومی آن جهت ریخته گری رسید. در ذیل به برخی از روش های نمونه سازی سریع در ساخت مدل مربوط به ریخته گری اعم از ریخته گری ماسه ای و ریخته گری دقیق اشاره می شود.

چاپ سه بعدی

چاپ سه بعدی به دلیل شباهتش به چاپ جت جوهر چاپ سه بعدی نامیده می شود، با این تفاوت که به جای جوهر از چسب مایع استفاده می شود.

سرعت بالا

این سیستم سریعترین چاپگر سه بعدی موجود است به طوری که هر لایه فقط در عرض چند ثانیه ساخته می شود.

کاربرد چندگانه

قطعات ساخته شده توسط این روش در طراحی صنعتی، اتومبیل سازی، بسته بندی، آموزش، کفش سازی، پزشکی، صنایع هوافضا و ریخته گری مورد استفاده قرار می گیرد.

به کمک این روش می توان قطعات را به صورت رنگی با dpi24 تولید نمود.

LOM

در این سیستم قطعه از روی هم قرار گرفتن لایه های متوالی ورق های ایجاد می شوند.

نکته های این روش شامل موارد زیر هستند:

- گسترده وسیع مواد: این مواد شامل دامنه وسیعی از مواد الی و غیر الی از قبیل کاغذ، پلاستیکها، فلزات، کامپوزیت ها و سرامیک ها می شود.

- زمان سریع ساخت: لیزر در فرآیند LOM کل سطح یک مقطع را اسکن نمی کند بلکه تنها مرزهای هر مقطع اسکن می شود، بنابراین در این فرآیند قطعات با ضخامت لایه بزرگتر، سریعتر ساخته می شوند. به همین دلیل فرآیند LOM برای

ساخت قطعات بزرگ و حجیم مناسب است.

- دقت بالا: دقت قابل دستیابی در فرآیند LOM معمولاً کوچکتر از 127/0 mm است. - تکیه گاه: در فرآیند LOM به تکیه گاه اضافی نیازی نیست چرا که قطعه توسط مواد زائد، موجود در اطراف خودش نگهداشته می شود.

- پخت نهایی: از آنجایی که تغییر فاز فیزیکی و شیمیایی در ورقه ها اعمال نمی شود، قطعات تمام شده LOM عاری از هر گونه تنش های پسماند یا دیگر تغییر شکل ها می باشند.

مزایا فناوری نمونه سازی سریع

استفاده از فناوری های نمونه سازی سریع در فرآیند طراحی، تحقیق، توسعه، تولید و مونتاژ مزایای فراوانی را به دنبال دارد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد.

تجسم (Visualization)

مهندسان و طراحان به هنگام تجسم فضایی و نقشه خوانی از قطعه یا مجموعه ای با شکل هندسی پیچیده ممکن است گمراه شده و آن را نادرست تفسیر و تحلیل نمایند. این مشکل صرف نظر از میزان تجربه طرح حتی ممکن است با در دست داشتن مدل CAD قطعه نیز برطرف نشود. زیرا به تجسم قدرت تخیل فرد مربوط می شود و ممکن است یک نقشه به چندین حالت تفسیر گردد و تصور درستی از طرح حاصل نشود. بهخصوص زمانی که قطعات پیچیده و مرکب مطرح باشند که در این حالت انسان در تجسم آنها با مشکلات زیادی روبه رو خواهد شد. ساخت یک مدل فیزیکی در اسرع وقت با استفاده از فناوری نمونه سازی سریع و مشاهده آن از بروز چنین خطاهایی جلوگیری می کند.

تصحیح طرح (Verification)

با استفاده از فناوری نمونه سازی سریع می توان بلافاصله پس از طراحی، نمونه فیزیکی را مشاهده و بررسی نمود و مورد ارزیابی قرار داد. از آنجا که هر طراحی به دنبال کیفیت بهتر است، چنین نمونه ای می تواند برای تصحیح طراحی و ارزیابی ویژگی های مطلوب در محصول طراحی به کار گرفته شود. به طور خلاصه می توان

گفت که در دست داشتن یک نمونه واقعی فیزیکی از جسم کمک شایانی به اطمینان بخش طراحی، کاهش آزمون و خطا و در نهایت افزایش کیفیت به رهبری فرآیند طراحی و تولید مینماید.

تکرار طرح (Iteration)

تمامی فعالیتهای طراحی دارای یک طبیعت تکرار هستند و طراحی مجدد (Redesign) از کارهای همیشگی طراحان است. از آنجا که یک محصول معین ممکن است از ترکیب چند قطعه توسط طراح تشکیل شده باشد، می توان در یک روش آزمون و خطا و یا طراحی مجدد و یا به رهگیری از CAD در چندین حالت مختلف این قطعات را با یکدیگر ترکیب نمود تا شکل هندسی مورد نظر ایجاد شود. سپس آن را تحت آنالیز تنش نیرو و غیره مورد ارزیابی و بررسی قرار داد. در صورتی که مدل این محصول از روش سنتی ساخته شده باشد، بعد از اتمام کار مدل سازی ممکن است نتوان کوچکترین تغییراتی را در آن ایجاد کرد، اما با استفاده از فرآیند نمونه سازی سریع بعد از انجام این مراحل تکراری، نمونه فیزیکی قابل لمس محصول برای بررسی در اختیار طراح قرار خواهد گرفت.

بهینه سازی (Optimization)

بهینه سازی طرح می تواند کارایی محصول، کیفیت و قابلیت اطمینان آن را به بود بخشد. فناوری نمونه سازی سریع توام با تکنیک ها و نرم افزارهای قدرتمند طراحی و آنالیز، این امکان را به طرح می دهد که بدون صرف هزینه ای گزاف جهت ساخت قالب و نمونه و بدون اتلاف وقت و با دقت بسیار بالا طرح خود را آنالیز و بهینه نماید. چنین نمونه ای می تواند برای اصلاح و بهینه سازی طراحی و ارزیابی ویژگی های مطلوب در محصول طراحی به کار گرفته شود. به طور خلاصه می توان گفت که در دست نگهداشتن یک نمونه فیزیکی از محصول کمک شایانی به افزایش کیفیت و بهره وری فرآیند طراحی و تولید می نماید.

ساخت انواع چرخ دنده در ابعاد بسیار کوچک با چاپگرهای سه بعدی

آزمایش های عملکردی (Functional Tests)

با استفاده از فناوری نمونه سازی سریع، نمونه فیزیکی قابل لمس از محصول در

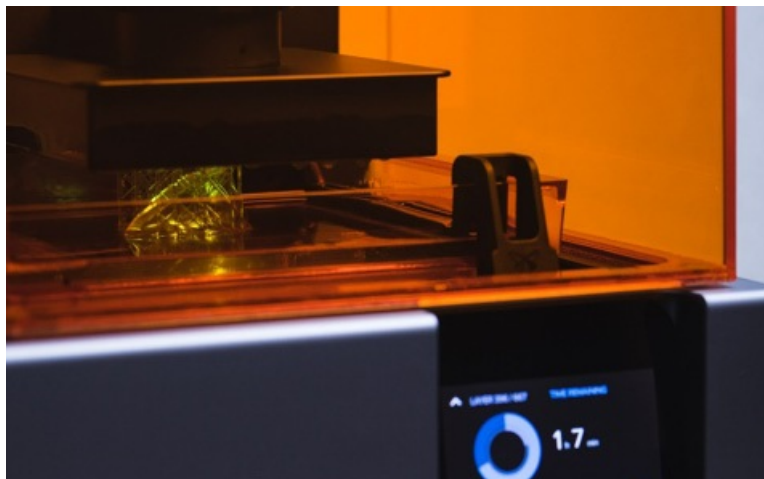
اختیار طراح قرار خواهد گرفت. بنابراین امکان انجام آزمایش های عملکردی مانند مونتاژ پذیری، سهولت تولید و آسانی تعمیر و نگهداری در مورد محصول طراحی شده فراهم می گردد و از این طریق هزینه های طراحی و تولید کاهش می یابد. بعد از اتمام مراحل تجسم تحقیق، تکرارپذیری، بهینه سازی، مونتاژپذیری و ساخت مدل اولیه به دنبال ساخت یک نمونه واقعی از محصول نهایی خواهیم بود. در این راستا تکنیک های زیادی موجود هستند که به طور موفقیت آمیزی برای دستیابی از یک نمونه RPM به یک قطعه دارای عملکرد واقعی FTM با یک روش نسبتاً سریع و کم هزینه استفاده می کنند. بعضی از این تکنیک ها شامل، ریخته گری خلایی، قالبگیری با رزین های قبل انتقال و استفاده از قطعات ماهیچه ای یونیلیت می شود. تحقیقات زیادی جهت به کارگیری این فناوری در تولید سریع یک نمونه واقعی از محصول برای ارسال به بازار انجام شده است. با توجه به اینکه در حال حاضر قالبسازی سریع نیازمند به MASTER MODEL نمونه سازی سریع می باشد بنابراین در اینجا مروری بر روش های نمونه سازی سریع خواهیم داشت.

قابلیتهای پرینت سه بعدی در نمونه سازی و ساخت محصول نهایی

نمونه سازی سریع از کاربردهای اصلی پرینت سه بعدی است. در پرینت سه بعدی قطعات یکپارچه به وسیله ساخت لایه به لایه قطعات انجام می شود، این مساله خواص ویژه ای به قطعه می دهد. در این بخش به بررسی مزایای اساسی و تفاوت های پرینت سه بعدی در نمونه سازی و ساخت محصول نهایی با تکنیک های ساخت سنتی میپردازیم.

تولید قطعات و نمونه سازی سریع با این روش مزایای زیادی نسبت به تولید سنتی دارد. پرینت سه بعدی متفاوتی وجود دارند، اما در این بخش میخواهیم صنعت پرینت سه بعدی را به طور کلی با روش های تولید سنتی مقایسه کنیم و ویژگی های مثبت آن را در برابر ساخت به روش سنتی بررسی کنیم.

در حال حاضر بعید است پرینت سه بعدی جایگزین تمام روش های سنتی شود، ولی در مقابل، پرینت سه بعدی می تواند یک طرح را سریع، با دقت بالا و با متریکال کاربردی بسازد. در واقع نمونه سازی سریع کاربرد اصلی پرینت سه بعدی است.



سرعت نمونه سازی بالا

یکی از مزایای اصلی ساخت قطعه با سرعت بالا در برابر روش های ساخت سنتی است. طرح های پیچیده و مدل های سه بعدی آماده می توانند در عرض چند ساعت پرینت سه بعدی شده و ساخته شوند. این مساله به پیشرفت و توسعه ایده های طراحی و نمونه سازی سرعت زیادی می بخشد. پرینت سه بعدی در عرض چند ساعت نمونه دقیق قطعه را در دستان طراح قرار می دهد این پروسه در گذشته روزها و هفتهها طول می کشید. تکنولوژی های صنعتی پرینت سه بعدی زمان بیشتری برای پرینت و پست پروسس نیاز دارند، اما می توانند قطعاتی کاملا کاربردی در تیراژ کم تا متوسط تولید کنند. این نوع نمونه سازی چندین برابر سریعتر از روش های ساخت سنتی است برای نمونه ساخت قالب و تزریق پلاستیک یک قطعه کاربردی ساده حداقل چندین هفته زمان لازم است.



یک براکتیونیک ساخته شده با پرینتر سه بعدی SLS

تولید یک مرحله ای

یکی از دغدغههای اصلی یک طراح تولید قطعه، نمونه سازی با بهینه ترین شیوه ممکن است. در روش های سنتی مراحل تولید زیادی برای ساخت قطعات باید انجام شود. ترتیب این مراحل روی کیفیت و قابل ساخت بودن قطعه موثر است. فرض کنید یک براکت فولادی خاص قرار است با روش های سنتی تولید ساخته شود. مثل ساخت افزودنی، این پروسه با یک مدل کامپیوتری CAD آغاز می شود. پس از اتمام طراحی، عملیات ساخت با برش پروفیل های فولادی آغاز می شود. سپس این پروفیلها در جایگاه خود قرار گرفته و به ترتیب برای شکلگیری براکت به یکدیگر جوش داده می شوند. قرارگیری همه قطعات در جایگاه درست کار زمان بر و مشکلی است. سپس قسمتهای جوش داده شده برای رسیدن به یک سطح مناسب پولیش می شوند. در مرحله بعدی حفره ها دریل می شوند تا براکت بتواند به دیوار نصب شود. در نهایت براکت سند بلست شده، پرایم و رنگ می شود تا ظاهر مناسبی پیدا کند.

تصویر



ماشین های ساخت افزودنی ساخت را در یک مرحله انجام می دهند، در فاز ساخت نیاز به هیچ تعاملی میان اپراتور و ماشین نیست. بهمحض ساخت مدل سه بعدی، مدل می تواند به پرینتر سه بعدی داده شده و در یک مرحله و در عرض چند ساعت مدل ساخته می شود.

امکان ساخت یک مرحله های قطعه وابستگی به پروسه های تولید مختلف مثل ماشین کاری، جوش و رنگ را از بین برده و به طرح امکان کنترل کامل محصول نهایی

را می دهد.

تصویر



پروسه پرینت سه بعدی در مقایسه با تولید سنتی

هزینه

هزینه تولید شامل سه دسته، هزینه های کارکرد دستگاه، هزینه مواد اولیه و هزینه نیروی انسانی می شود. هزینه های کارکرد دستگاه بیش تر شامل بیشتر پرینترهای سه بعدی رومیزی می شود. تکنولوژی های ساخت افزودنی صنعتی، نیروی زیادی برای تولید یک قطعه نیاز دارند. با اینحال امکان تولید تک مرحله های قطعات به شکل هندسه ای پیچیده موجب بهینه تر شدن و زمان ساخت پایینتر می شود. هزینه های کارکرد دستگاه کوچکترین بخش هزینه های تولید قطعه هستند.

هزینه مواد اولیه

هزینه مواد اولیه برای ساخت افزودنی بسته به تکنولوژی می تواند شدیداً متفاوت باشد. پرینترهای FDM از فیلامنتهای پلاستیکی استفاده می کنند که هر کیلوگرم آن به طور متوسط حدود 25 دلار فروخته می شود در حالی که پرینترهای سه بعدی SLA با رزینهای کار می کند که هر لیتر آن حدود 150 دلار قیمت دارد. و پرینترهای SLA پودر نایلون پر می کند که هر کیلوگرم آن حدود 70 دلار فروخته می شود، در حالی که پالتهای نایلونی که در تزریق پلاستیک استفاده می شوند 2 تا 5 دلار قیمت دارند. هزینه مواد اولیه بزرگترین بخش هزینه ساخت و نمونه سازی در تکنولوژی های ساخت افزودنی را تشکیل می دهد.

ص: 33

هزینه نیروی انسانی

یکی از مزایای اساسی پرینت سه بعدی هزینه پایین نیروی انسانی است. بهجز عملیات پست پروسس، بیشتر پرینترهای سه بعدی تنها نیاز به یک اپراتور دارند که بتواند یک دکمه را فشار دهد. ماشین به صورت اتوماتیک پروسه کامل را طی می کند تا قطعه ساخته شود. در مقابل تولید سنتی که برای ساخت نیاز به ماشینکارها و متخصصان حرفه ای دارد، هزینه نیروی انسانی برای ساخت با پرینتر سه بعدی نزدیک به صفر است. ساخت افزودنی در تیراژهای پایین هزینه کاملا-رقابتی در برابر روش های ساخت سنتی دارد. پرینت سه بعدی برای نمونه سازی و ساخت نمونه های اولیه که برای تست فرم و فیت بودن قطعه استفاده می شوند بسیار به صرفه تر از روش های دیگر است و حتی برای تولید محصول نهایی با تیراژ پایین نیز استفاده از این تکنولوژی منطقی و به صرفه است. روش های ساخت سنتی با بالا رفتن تیراژ به صرفه می شوند و برای تولید با تیراژ بالا استفاده از این روش ها همچنان منطقی است.

کاهش ریسک

سفارش یک پروتوتایپ مشکل است زیرا وقت و هزینه زیادی از طراح را هدر می دهد. حتی تغییرات کوچک در قالب یا مرحله ساخت می تواند تاثیر قابل توجهی روی هزینه ها بگذارد. تثبیت یک طراحی پروتوتایپ آماده به تولید پیش از سرمایه گذاری روی تولید انبوه با نمونه سازی به روش پرینت سه بعدی، هزینه های بالا در پروسه نمونه سازی را از بین می برد. با نمونه سازی سریع، طراح و سرمایه گذار اطمینان بالایی برای سرمایه گذاری برای تولید انبوه یک قطعه خواهند داشت.

آزادی عمل در طراحی

بیشتر محدودیت هایی که در شیوه های تولید سنتی وجود دارند برای ساخت افزودنی وجود ندارند. از آنجایی که در نمونه سازی پرینت سه بعدی قطعات به صورت لایه به لایه ساخته می شوند نیازی به رعایت ملزوماتی مانند زاویه و امکان دسترسی ابزار در طراحی قطعات وجود ندارد. گرچه در هنگام طراحی برای پرینت سه بعدی نکاتی مانند کمینه سایز فیچرها و ضخامت ها را باید در نظر گرفت بیشتر محدودیت های پرینت سه بعدی با جهت قرار گیری قطعه و چند تکه کردن قطعه

هنگام پرینت قابل حل است. این مساله به طرح، آزادی زیادی برای طراحی و ساخت اشکال هندسه ای بسیار پیچیده می دهد. نمونه سازی سریع طراحیهای پیچیده با بیشتر تکنولوژی های پرینت سه بعدی به راحتی انجام می شود.

سفارشی سازی

ساخت افزودنی علاوه بر آزادی در طراحی، امکان سفارشی سازی طرحها را هم به خوبی فراهم می کند. از آنجایی که تکنولوژی های پرینت سه بعدی قطعات را یک به یک میسازند، برای تولید سفارشی و ساخت محصولات شخصی سازی شده و یونیک بسیار مناسب هستند. این مساله توسط صنعت پزشکی و دندانپزشکی برای ساخت پروتزها، ایمپلنت ها و ابزار دندانپزشکی منحصر به فرد و سفارشی بسیار کاربرد دارد. از محصولات ورزشی سطح بالا که کاملا ویژه بدن ورزشکار طراحی و ساخته می شوند گرفته تا عینک ها و اکسسوری های سفارشی شامل این تکنولوژی می شوند. ساخت افزودنی با هزینه بسیار پایین و بسیار سریعتر از روش های دیگر می تواند قطعات سفارشی را تولید کند.

تصویر



هدفون های پرینت سه بعدی که توسط 3D Print طراحی شده است و به صورت محلی و سفارشی تولید می شوند.

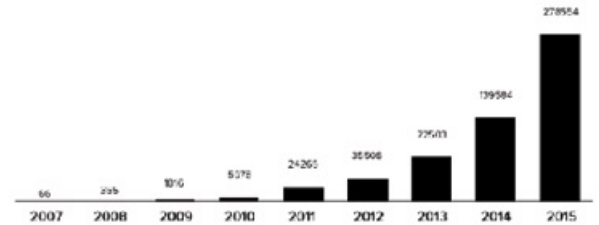
دسترسی آسان

حدود 30 سال است که پرینت سه بعدی در دنیا وجود دارد، اما رشد اصلی آن از سال 2010 میلادی آغاز شده است. این رشد موجب وارد شدن تعداد زیادی پرینتر

ص: 35

سه بعدی به صنعت شده و دسترسی طراحان به آنها را بسیار ساده کرده است. در سال 2015 میلادی بیش از 278000 پرینتر سه بعدی با قیمت زیر 5000 دلار در جهان فروخته شد. از آن زمان تعداد پرینترهای فروش رفته به طور پیوسته هر سال تقریباً دو برابر شده است. تکنولوژی ای که در چند سال پیش تنها در دسترس بخش کوچکی از صنعت ساخت بود در حال حاضر در دسترس همه مردم است و صنعت های زیادی در حال تولید قطعات با هزینه رقابتی توسط این تکنولوژی هستند.

تصویر



میزان فروش جهانی سالانه پرینترهای سه بعدی زیر 5000 دلار

پایداری و محیط زیست

در شیوه های ساخت کاهشی مثل CNC بخش زیادی از بلوک اولیه کاسته شده و معمولاً هدر می رود و به عنوان ضایعات دفع می شود. شیوه های ساخت افزودنی معمولاً تنها از میزان متربالی که برای ساخت قطعه نیاز است استفاده می کنند. بیشتر این پروسه های ساخت از متربال هایی استفاده می کنند که قابل بازیافت هستند. نمونه سازی سریع با پروسه ساخت افزودنی ضایعات بسیار کمی تولید می کند.

تصویر



اکسسوریهای پرینت سه بعدی که به صورت سفارشی از متربال فیبر چوب بازیافتی ساخته شده اند.

بالا رفتن تعداد ماشینهای ساخت افزودنی در جهان مسافتی که پروتوتایپها برای رسیدن به دست طراحان طی می کنند را بسیار کم کرده است. از آنجایی که استفاده

از دستگاه های پرینت سه بعدی در نمونه سازی سریع به سادگی قابل فراگیری است، برای رسیدن به یک نمونه ساخته شده نیاز به ارسال مدل به یک متخصص ساخت نیست و طراح می تواند خود قطعه را به سادگی پرینت کرده یا به یک سرویس دهنده در نزدیکی خود بفرستد.

همچنین تاثیرات زیست محیطی ساخت با پرینت سه بعدی بسیار کمتر از ساخت به روش های سنتی است، به همین دلیل نمونه سازی سریع و ساخت محصول با سرویس های ساخت پیشرفته پرینت سه بعدی در همه جای دنیا حتی در مکانهایی که قیمت زمین بالا است (مثل لندن و نیویورک) در حال توسعه هستند. کم شدن حمل و نقل قطعات، به دلیل امکان پرینت سه بعدی و ساخت قطعه در محل مصرف قطعات یدکی و انتشار کربن در محیط زیست را به حداقل می رساند که نشان دهنده تاثیر مثبت پرینت سه بعدی روی محیط زیست است.

ص: 37

DAVID نرم افزاری است که اجازه می اسکن کردن اشیا سه بعدی و رقومی کردن آنها را می دهد. روش های زیادی برای اندازه گیری سطوح انحنادار (پیشرفته) وجود دارد که می تواند جسم سه بعدی را مدل سازی کند ولی بسیاری از آنها نیاز به تجهیزات پیشرفته و گران قیمت دارد. نرم افزار DAVID یک نرم افزار ساده و کم هزینه است که قادر به انجام این عمل می باشد.

تصویر



DAVID به عنوان یک مقاله در انجمن آلمانی منتشر شد و بعد راهنمای آن به صورت یک کتابچه به زبان انگلیسی منتشر شد. اسکن صحیح DAVID بستگی به شرایطی دارد که این شرایط شامل موارد زیر هستند.

- فاصله دوربین

- اندازه جسم

- نور محیط

- زاویه قرار گیری

- کیفیت دوربین

- کالیبراسیون

با توجه به آزمایشات قبلی که بر روی DAVID انجام شده، اعداد این پارامترها در بهترین شرایط شامل موارد زیر هستند.

- یک دوربین 1/3 مگا پیکسل

- اندازه شی که قرار است اسکن شود حدود 50 میلیمتر

- فاصله دوربین تا شی حدود 600 میلیمتر

- زاویه قرارگیری حدود 30 درجه

- وضوح تصویر

- کیفیت لنز (شیشه بهتر است از پلاستیک)

- خط لیزر باریک

- لیزر قرمز یا سبز در صورت استفاده از دوربین رنگی (چون DAVID از کانال قرمز یا سبز استفاده می کند).

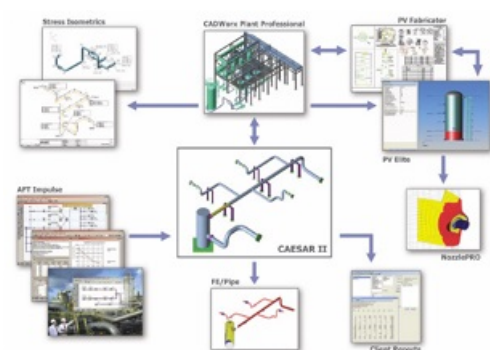
- گوشه کالیبراسیون باید کاملاً 90 درجه باشد.

با چنین شرایطی اشتباهات کمتر از 4/0 میلیمتر به طور کلی و خطا بیش از 1% نمی باشد.

نرم افزار CAESAR

نرم افزار CAESAR یکی از نرم افزارهای موجود در صنعت است که وظیفه اصلی آن آنالیز تنش است. این نرم افزار توسط شرکت CAE تولید شده و آخرین نسخه آن CAESAR 5 می باشد. همچنین این نرم افزار قابلیت لینک شدن به نرم افزارهای دیگر همچون CAD WORX را نیز دارا می باشد. نکات مهم در مورد نرم افزار CAESAR صرفاً جنبه یک آشنایی کلی دارد.

تصویر



در نرم افزار CAESAR باید از طریق پنجره piping input ابتدا مدل سه بعدی سیستم لوله کشی وارد شود. مراحل طول لوله ها، مکان خم، نوع خم ها، مکان اتصالات

انبساطی، مکان سه راهه ها و به طور کلی سیستم دریافت شده از طراح توسط نقشه های piping پیاده سازی می شود. باید در نظر داشت در این مرحله مکان تکیه گاهها مشخص نمی شود. پساز پیادهسازی مدل باید به سراغ شرایط محیطی رفت. با استفاده از پنجره Piping input دما و فشاری که سیستم با آن روبه رو است مشخص می شود. از دیگر شرایط محیطی، نیروهای وارد بر سیستم است که میتواند ناشی از تجهیزات دوار باشد مانند پمپ ها و کمپرسورها و یا صرفا ناشی از وزن تجهیزات باشد. نوع بارگذاری نیز میتواند گسترده یا متمرکز باشد. برای مدل کردن زلزله، زلزله به صورت یکنواخت در نظر گرفته می شود و برای اینکار شتاب ناشی از زلزله به صورت درصدی از شتاب جاذبه زمین وارد می شود. برای مدل کردن نیروی ناشی از باد و آسیب های هیدرولیکی پنجره جداگانه وجود دارد. پس از مشخص کردن شرایط بارگذاری باید جنس لوله و چگالی سیال داخل لوله و چگالی عایق لوله ها در صورت وجود مشخص شود. در این مرحله ورودی های اولیه نرم افزار کامل می شود. مرحله دیگر مخصوص لوله های زیر خاک است. برای اینکار از مدل کننده لوله های زیر خاک استفاده می کنند. در پنجره مربوطه باید مواردی چون چگالی خاک و ارتفاع خاک روی لوله ها مشخص شود سپس نرم افزار خاک اطراف لوله ها را به صورت تکیه گاههای غیر خطی مدل می کند. در نرم افزار CAESAR دو نوع آنالیز وجود دارد که شامل آنالیز استاتیکی و آنالیز دینامیکی می باشد. خروجی آنالیز استاتیکی، تنشها در نودهای ایجاد شده، نیروهای وارده بر سیستم ناشی از وزن سیستم، انبساط و انقباض حرارتی و غیره در نودهای ایجاد شده می باشد. در زیر لیست کامل خروجی های استاتیکی آورده شده است.

- تنشها

- نیروها در مختصات اصلی و محلی

- جابه جایی ها

- میزان نیروهای وارده به تکیه گاه ها

- در هر نودی که تنشها از میزان تنش مجاز بیشتر باشد، نرم افزار اعلام می کند.

در آنالیز دینامیکی مواردی مانند فرکانس طبیعی سیستم، پاسخ سیستم به نیروهای نوسانی و دینامیکی مانند عملکرد شیر اطمینان و زمین لرزه بررسی می گردد. با توجه

ص: 41

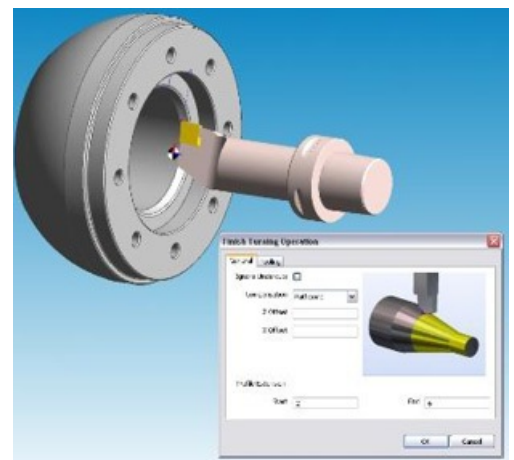
به پیچیدگی های آنالیز دینامیکی باید نسبت به صحت جواب های حاصله اطمینان حاصل کرد در اغلب اوقات جواب های آنالیز دینامیکی قابل اطمینان نیستند.

پس از آنالیز استاتیکی، از منوی خروجی جواب های آنالیز را دریافت کرده و تنش ها و نیروها و جابه جایی ها در نقاط مختلف بررسی می شود، سپس مرحله ساپورت گذاری شروع می شود و با توجه به جوابها و با استفاده از تجربه ساپورت های پیشنهادی بر روی سیستم سوار می شوند و سپس آنالیز استاتیکی انجام می شود و جواب ها بررسی می شود. در حقیقت در این مرحله باید سعی کرد تا خطاها کم شود، در این مرحله این کار با تغییر نقشه لوله ها و ساپورتها و نوع آنها انجام می شود.

نرم افزار EdgeCAM

نرم افزار طراحی و عملیات ساخت و تولید با دستگاههای فرز و تراشکاری CNC EdgeCAM اولین و معروفترین برنامه ساخت و تولید به وسیله کامپیوتر می باشد و در این زمینه پیشقدم و بالاترین نرم افزار کاربردی در زمینه CAM می باشد. تواناییهای سیستم CAM به معنای طراحی و ساخت به وسیله کامپیوتر در این برنامه به اوج زیبایی و پیشرفت خود رسیده است. از جمله توانایی های قدرتمند و بسیار عالی این نرم افزار انجام milling، فرزکاری و تراش با دستگاه فرز، تورنینگ خراطی، تراشکاری با ماشین های معمولی کنترل ساپورت، براده برداری دورانی، سوراخکاری و خلاصه تمام اعمال تراشکاری قطعات و فلز می باشد.

تصویر



این برنامه یک نرم افزار بیرقیب در صنعت ماشینکاری است. این نرم افزار یک مجموعه از برنامه و ابزار منظم و متوالی در تولید و محبوبترین آن در سطح

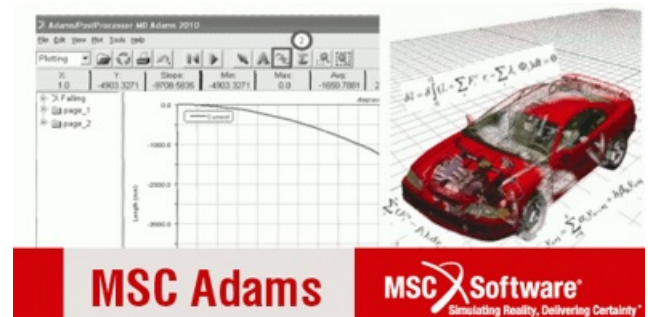
دنیا می باشد. این نرم افزار چنان سریع رشد یافته که اکنون به عنوان ابزار عمده مهندسين از کارگاه های کوچک ماشین کاری تا شرکت های چند ملیتی تولید خودرو و هوافضا و عمده نرم افزار مهندسين مکانیک در طراحی و استخراج برنامه های کدینگ تراشکاری جهت کاربرد در دستگاههای CNC و دیگر ابزار CAM مورد استفاده است. این برنامه توانایی مدل نمودن، آزمایش و سنجیدن تولید، تغییرات و به روزرسانی سریع در تولید هر قطعه ای را دارد. همچنین می توانید پارامترهای دستگاه را با این نرم افزار سریع تغییر دهید.

نرم افزار MSC-Adams

یکی از قویترین و شاید بی رقیب ترین نرم افزارهای موجود در صنعت و حتی مراکز تحقیقی، نرم افزار MSC-Adams می باشد. این نرم افزار حدود 25 سال پیش توسط جمعی از نخبگان دانشگاه میشیگان به نگارش درآمد و تا به امروز توانسته است جایگاه قابل توجهی در صنعت به دست آورد.

این نرم افزار با قابلیت های بسیار متنوع و بالا، مهندسان را در ایجاد آزمایش، بررسی و بهینه سازی طرحهای سیستم های مکانیکی قبل از رسیدن به پیش ساخت فیزیکی یاری می کند. با بهره گیری از بخش های مختلف در نظر گرفته شده در این نرم افزار می توان با شبیه سازی حرکتی سیستم مکانیکی، تست سینماتیکی سیستم، اندازه گیری نیروهای وارد بر اتصالات و غیره عمر قطعه در چرخه کاری و مکان قطعات را به صورت بسیار دقیقی تعیین نمود. همچنین بررسی کنترل ارتعاش سیستم ها و امکان انجام تست ها برای قطعات قابل انعطاف منحصر به فرد این نرم افزار می باشد.

تصویر



این نرم افزار قابلیت ارتباط با نرم افزارهای تخصصی دیگر مانند Pro/E، Catia، Ansys و غیره را نیز دارا می باشد.

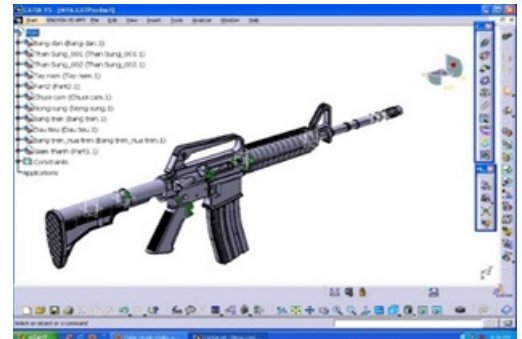
نرم افزار Advanced Spring Design

بدون تردید پساز چرخ ها، فنرها از اصلی ترین اجزا هر ساختار مکانیکی می باشند و طراحان خبره و مهندسين با تجربه به خوبی به این امر واقف هستند. بر خلاف تصور عام طراحی فنر امری دشوار و در صورت ضرورت محاسبه، تنها با استفاده از روش های پیشرفته ریاضی مقدور می باشد. نرم افزارهای کمی برای تحلیل ساختار و برآورد نهایی از ساختمان فنر در دسترس هستند. شاید بتوان به عنوان تنها نرم افزار مطرح در این باب از Ansys نام برد که آن نیز متاسفانه تنها یک نرم افزار تحلیلی با کاربرد عمومی می باشد. نرم افزار Advanced Spring Design یکی از بهترین نرم افزارهای اختصاصی جهت طراحی انواع مختلف فنر با امکان در نظر گرفتن بسیاری از عوامل دقیق طراحی می باشد. استفاده از نرم افزار به طرز شگفت انگیزی ساده می باشد. کافی است تنها پساز باز کردن نرم افزار بر روی تصویر فنر مورد نظر خود کلیک کنید. در صفحه ای که باز می گردد، امکان وارد کردن مشخصات بسیار دقیقی از طرح مورد نظر فراهم گردیده است.

نرم افزار CATIA

نرم افزار CATIA یکی از قویترین نرم افزارهای طراحی، تولید و تحلیل به کمک کامپیوتر یا CAD/CAM/CAE در دنیا است که هم اکنون به عنوان یکی از بهترین نرم افزارهای CAD/CAM/CAE در سطح جهانی و کشور عزیزمان به صورتی وسیع مورد استفاده قرار میگیرد.

تصویر



این نرم افزار دارای کاربردهای وسیعی است که شاید به همین دلیل کار کردن با آن به نظر سخت می آید. نرم افزار CATIA دارای بیش از 100 ماژول (بسته کاری) می باشد که در زیر به برخی از آنها اشاره می گردد.

محیط های مدل سازی

این قسمت که در زیر مجموعه ماژول Mechanical Design قرار دارد برای مدل کردن قطعات توپر و مجموعه مونتاژی، طراحی قالب، طراحی مدل های ورقکاری، نقشه کشی صنعتی و تلرآنس گذاری استفاده می شود.

مدل سازی سطوح

این قسمت علاوه بر ساخت سطوح پیچیده قابلیت انجام مدلسازی روی ابر نقاط و فایل های حاصل از اسکن سه بعدی را نیز دارا است.

محیط ماشینکاری

پس از ساخت مدل به کمک قابلیت های محیط ماشینکاری به راحتی میتوان عملیات ماشین کاری مورد نیاز برای تهیه قطعه مدل شده از روی قطعه خام را تعریف کرده و هر مرحله از ماشینکاری را به صورت متحرک (انیمیشن) مشاهده کنید.

محیط تحلیل آلمان محدود

به کمک قابلیت های این محیط می توانید قطعات و مدل های مونتاژی ساخته شده در این نرم افزار را تحلیل کرده و مواردی مانند تغییر شکل، توزیع تنش و غیره را در آنها به دست آورد.

طراحی و تحلیل مکانیزمها

از نرم افزار Catia می توانید پس از تعریف اتصالات بین اجزای مختلف حرکت مکانیزم را مشاهده کرده و آن را تحلیل کنید.

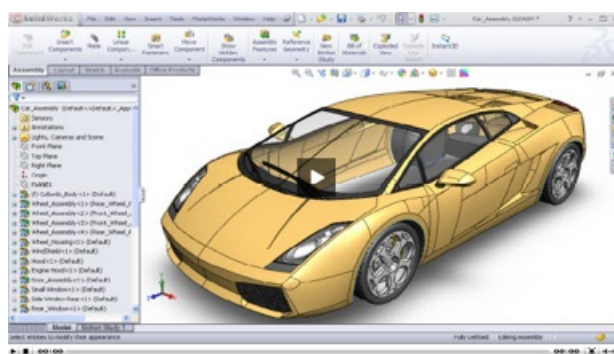
یکی از مهمترین قابلیت های این نرم افزار این است که به کاربر اجازه می دهد به راحتی از یک محیط کاری به محیط کاری دیگر منتقل گردد. به عنوان مثال پس از اینکه در محیط Digitized Shape Editor از یک ابر اسکن تهیه گردید به راحتی می توان در محیط Genrative ShapeDesign و Free Style از آن Surface تهیه کنید. زیرا همانطور که اطلاع دارید، برای اینکه بتوانید مدل خود را از یک محیط به محیط دیگر ببرید، ابتدا نیاز است که مدل خود را به صورتی ذخیره و Import کنید که نرم افزار دیگر

قابلیت خواندن این اطلاعات را داشته باشند و احتمالاً در این انتقال مدل شما ممکن است data lost داشته باشد.

نرم افزار SolidWorks

طی چند سال اخیر شاهد پیشرفتهای گستردهای در زمینه های اتوماسیون طراحی و رابط گرافیکی کاربر در دنیای نرم افزارهای صنعتی بودیم. طراحان نرم افزار مهندسی مکانیک با قرار دادن امکانات بیشتر و قویتر برای استفاده از نرم افزارها، موجب تسریع در امر طراحی و رسیدن به هدف نهایی به شکلی بهینه شدند. در گذشته برای استفاده از این نرم افزارها، باید شخص دوره کامل تکنسینی این نرم افزارها را طی می کرد، ولی برعکس امروزه می توان به راحتی و با صرف کمترین زمان، نحوه استفاده از این نرم افزارها را آموخت و از آنها استفاده کرد. یکی از این نرم افزارهای مطرح که تقریباً به تمامی نیازهای یک مهندس طراح جامه عمل پوشانده نرم افزار SolidWorks است. می توان به جرات ادعا کرد که قویترین نرم افزار مهندسی در دو زمینه RealTime و GUI است. در زمینه اتوماسیون طراحی نرم افزار solidworks تقریباً همرده نرم افزار CATIA قرار دارد. در دنیای نقشه کشی برای مهندسان مکانیک نرم افزار SolidWorks از MDT کاملاً برتر است و Help آن نیز تقریباً به گستردگی و کارایی Help MATLAB می باشد و به راحتی با نرم افزارهای دیگری مثل ANSYS، Visual NASTRAN، CATIA، EXCEL و غیره ارتباط برقرار می کند.

تصویر



در اینجا برای بررسی جزئیتر و آشنایی بیشتر با این نرم افزار به بررسی چند موضوع انتخابی می پردازیم.

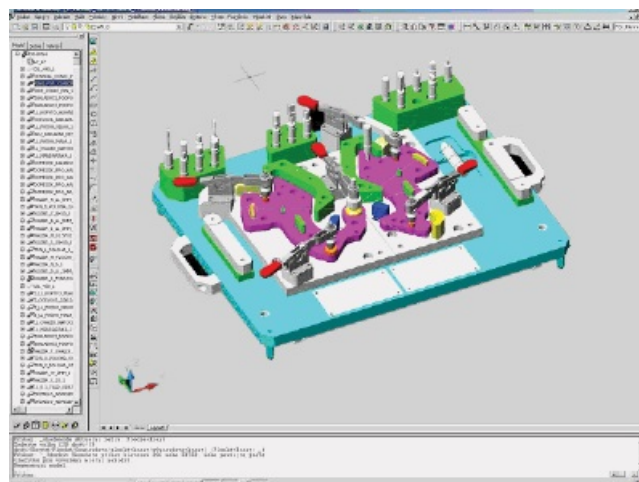
به معنای رابط گرافیکی قوی میان کاربر و نرم افزار است و همانطور که گفته شد مقوله واسطه گری در این نرم افزار به بهترین نحو ممکن طراحی شده است. وجود کادرهای مهاورهای که با قرار گرفتن روی هر آیکون برای کاربر ظاهر می شود، با توضیحی مختصر و مفید کاربر را از عملکرد آن آگاه می سازد. قرار گرفتن تمامی Dialog Boxها در قسمت سمت چپ پنجره نرم افزار که از سال 2003 به بعد شاهد آن بودیم نیز به مرتب شدن پنجره ها، رعایت مراحل کاری هر فرآیند و عدم گیج شدن کاربر بسیار کمک می کند. امکان وارد کردن اندازه ها به صورت مستقیم در محیط سه بعدی به هر واحدی که مایل باشید نیز باعث تسریع در عملکرد طراحی می شود، حتی در قسمت های وارد کردن اندازه تدابیری فراهم شده است تا کاربر بتواند از عبارات و توابع ریاضی نیز استفاده کند.

نرم افزار Mechanical Desktop

این نرم افزار نسخه ای از اتوکد است که مخصوص مکانیک و مهندسی های وابسته به آن همچون هوافضا، کشتی و غیره طراحی شده است.

اتوکد مکانیک را به نوعی می توان اتوکد پیشرفته و دوبعدی برای طراحی قطعات ساده مکانیکی یا مکانیک دسکتاپ دو بعدی و کوچک شده، مناسب برای مهندسین صنایع در مدیریت ساخت و تولید، به حساب آورد. این نسخه به مانند نسخه های مکانیک دسکتاپ Mechanical Desktop قوی و سه بعدی نیست، اما از اتوکد معمولی بسیار بهتر بوده و ابزارهای رسم مهندسی و نقشه کشی مخصوص رشته ها و گرایش مکانیک را دارا می باشد. این نسخه به سهولت نصب می شود و مناسب آموزش، کارگاه های صنعتی کوچک و کارخانه ها برای تولید قطعات می باشد.

برای استفاده از ابزارهای حرفه ای خاص و سه بعدی نمی توان از این نرم افزار استفاده نمود. در نسخه های قبل از 2009 از مکانیک دسکتاپ و در سالهای اخیر Autodesk Inventor، طراحی پیشرفته استفاده می شود. این نرم افزار به عنوان ابزار ساخت و تولید با دسترسی و کاربری آسان به وجود آمده است که می تواند طراحی های مکانیک جامدات و شبیه سازی های ساده را انجام دهد و البته همچنان اولین نرم افزار طراحی دو بعدی دنیا و دارای بانک اطلاعاتی 2 قطعات مانند مکانیک دسکتاپ همچون انواع فنرها، پینها، پیچ ها، واشرها، خارها و غیره می باشد.



قابلیتهای کلیدی نرم افزار

- کوتاه کردن زمان طراحی از طریق بایگانی و فهرست قطعات از پیش ساخته شده.
- ابزارهای گزارشدهی و زمانبندی برای کنترل ساخت و تولید در مراکز صنعتی
- ابزارهای مستندسازی پروژه، تهیه اسناد و مکتوبات همچنین توضیح و حاشیه نویسی طرحها
- امکان اشتراک یک پروژه بین چند طرح و سطح دسترسی بهلایه های مختلف یک طرح
- امکان اعمال محدودیت های اندازه های بر روی نقشه و ثبت توضیحات کنترلی و عوامل تولید
- استفاده از محیط کاربری و آشنایی با نرم افزار اتوکد با ابزارهای مرتب شکلهای گویا و کاربردی
- هزاران قطعه استاندارد آماده جهت آسان سازی کار طراحان مانند پیچ، واشر، بوش، مهره و پرچ درگیرها وجود دارد.

نمونه سازی خورشیدی

با گسترش نگرانی های جهانی در مورد تولید انرژی و کمبود مواد خام، پروژه های امکان تولید صحرائی به عنوان روش جایگزین برای تولید محصولات مورد بررسی قرار گرفت. در صحرائی بزرگ آفریقا (صحرائی ساهارا) از نور خورشید و ماسه به عنوان انرژی و مواد خام برای تولید اشیاء شیشه ای، با استفاده از چاپگر سه بعدی که انرژی و مواد طبیعی را با تکنولوژی پیشرفته ی تولید ترکیب می کند، استفاده می شود.



اگر درجه حرارت ماسه‌ی سیلیسی تا نقطه ذوب بالا رود و سپس سرد شود، به شکل شیشه‌ی جامد منجمد می‌شود. پروسه تبدیل مواد پودری به قطعه‌ی یکپارچه به وسیله‌ی حرارت، سینتر کردن نام دارد که در سالهای اخیر تبدیل به اصلیت‌ترین فرآیند نمونه‌سازی در طراحی گذشته و با نام چاپ سه بعدی شناخته شده است. این چاپگرهای سه بعدی از تکنولوژی لیزر برای ایجاد اجسام دقیق سه بعدی و از پودرهای متنوع پلاستیکی، رزینی و فلزی استفاده می‌کنند. با استفاده از پرتوهای خورشیدی به جای لیزر و ماسه به جای روش تولیدی تازه‌ای برای ساخت اجسام شیشه‌ای کشف شده است که از منابع وسیع ماسه و خورشید در دسترس در بیابان‌های سراسر جهان بهره خواهد برد.

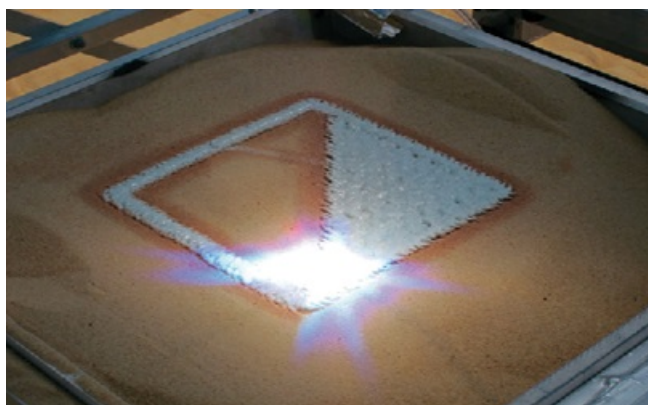


سینتر خورشیدی بر پایه‌ی اصول مکانیکی چاپگر 3 بعدی است. یک لنز بزرگ به کمک یک ردیاب برای خورشید به نحوی قرار داده شده که لنز را در راستای

عمودی و افقی حرکت داده و کل دستگاه را تمام روز به سمت خورشید می چرخاند. فاصله کانونی لنز در وسط دستگاه و در انتهای بالایی جعبه ی حاوی ماسه یعنی جایی که اجسام به صورت لایه لایه تشکیل خواهند شد، تنظیم شده است.

موتور استپ، دو چارچوب آلومینیومی نگهدارنده ی جعبه ماسه را در راستای محورهای طولی، عرضی و الگویی که در داخل جعبه است، ظرف حاوی ماسه را در راستای محور ارتفاع حرکت می دهد. به اینصورت که با پایین آوردن جعبه به مقدار معین در پایان لایه در هر دوره قرار می دهد، ماسه ی تازه نیز در فاصله کانونی قرار می گیرد. دو پانل فتوولتاییک وظیفه ی شارژ باتری را که نیروی موتورها و کل برق سیستم را تامین می کند برعهده دارند. همچنین این پانلها به عنوان وزنه ی تعادل برای لنز، به همراه وزنه ی اضافی تشکیل شده از ظرف حاوی ماسه به کار میروند.

تصویر



این دستگاه به کمک یک برد الکترونیکی و از طریق یک صفحه کلید و نمایشگر قابل کنترل است.

مدل های رایانه ای طراحی شده از اجسام در دست ساخت از طریق یک کارت حافظه به دستگاه انتقال مییابد. این فایل ها حاوی کدهایی برای هدایت دستگاه با سرعت مشخص جهت حرکت جعبه ماسه در راستای طولی و عرضی است. ضمن اینکه لنز، پرتوهای نور را جهت تولید درجه حرارتی بین 1400 تا 1600 درجه سانتیگراد متمرکز می کند و این حرارتی است که بیش از مقدار مورد نیاز برای ذوب ماسه است. طی چند ساعت، جسم لایه به لایه در داخل محدوده جعبه ماسه تشکیل می شود و در هر لحظه فقط سطحی ترین لایه رویت پذیر است.

وقتی چاپ به اتمام رسد، جسم قبل از جدا شدن از جعبه ماسه، سرد می شود. پشت جسم ماسه ی خشن و روی جسم شیشه ای سخت می باشد. رنگ نهایی حاصل

ص: 50

بستگی بهترکیب ماسه های به کار رفته دارد. نسبت به ماسه صحراهای مختلف نتیجه متفاوتی به دست می آید. باترکیب ماسه های مختلف به رنگها و کیفیات مختلفی از شیشه می توان دست یافت.

قالبسازی سریع

هدف از ابزارسازی و قالبسازی سریع، تولید نمونه با خواص و ویژگی های مواد عملکردی، در مدت زمانی کوتاه می باشد. قالبسازی سریع را می توان به دو دسته قالبسازی موقت و قالبسازی دائمی که هر کدام شامل روش های مستقیم و غیر مستقیم می شوند، تقسیم کرد.

تصویر



مهمترین مزایای ابزار سازی سریع

زمان لازم برای ساخت ابزار یا قالب از چند ماه به چند هفته یا روز کاهش می یابد. و هزینه تولید به میزان قابل توجهی کاهش مییابد. به علت کاهش زمان تولید و هزینه ها، بسیاری از طراحان و مهندسين تمایل دارند قطعات را قبل از تولید انبوه در مرحله طراحی آزمایش کنند و در نتیجه بسیاری از عیوب طراحی از بین می رود. به دلیل استفاده مستقیم از اطلاعات نرم افزارهای طراحی، بسیاری از خطاهای فردی کاهش می یابند.

قالبسازی مستقیم

قالبسازی مستقیم به معنی ساخت مستقیم قالب، به وسیله یکی از فرآیندهای نمونه سازی سریع است. به عنوان مثال در مورد قالب تزریق پلاستیک، حفره های نری و مادگی، راهگاه ها و سیستم پرآن، مستقیماً با استفاده از فرآیند ساخته می شود.

ص: 51



قالبسازی غیر مستقیم

در قالبسازی غیر مستقیم، فقط الگوی اصلی با استفاده از فرآیند نمونه سازی سریع ساخته می شود و سپس می توان یک قالب سیلیکونی، رزینی اپوکسی، فلز نقطه ذوب پایین، یا سرامیکی را از الگوی اصلی به دست آورد. دقت و کیفیت این روش ها بستگی به دقت و کیفیت فرآیند نمونه سازی دارد که الگو اصلی توسط آن ساخته می شود.

قالبسازی متال اسپری

آلیاژهای با نقطه ذوب پایین (اغلب رویا الیاژهای پایه الومینیوم) به شکل دو رشته مفتول به داخل تفنگی هدایت شده و بین آنها قوس الکتریکی ایجاد می شود. قوس الکتریکی باعث ذوب شدن مفتول ها به شکل قطره می شود و سپس گاز فشرده مذاب را به حالت پودری روی الگو اسپری می کند.



مراحل فرآیند

- اسپری نمودن لایه نازک فلزی به ضخامت حدود 5 میلیمتر روی الگو

- پرکردن پشت لایه فلزی به وسیله موادی از قبیل رزین های اپوکسی الیاف فلزی با نقطه ذوب پایین و سرامیک ها به منظور افزایش صلبیت آن

- مدل های تولید شده با اغلب روش های نمونه سازی سریع، دارای درجه حرارت نرم شدگی پایینی هستند. بنابراین در هنگام اسپری فلز روی الگو باید تا حد امکان درجه حرارت آن را پایین نگهداشت و در صورتی که دما از حد معینی بالاتر رود، مدل شروع به نرم شدن می کند که موجب ایجاد خطا در قالب می شود.

تصویر



ویژگی های قالب های متال اسپری

بسته به میزان دقت و زمان صرف شده برای ساخت قالب و نیز جنس قطعات تا 1000 قطعه می توان تولید نمود.

ساخت سریع قالب های بزرگ

عدم وابستگی فرآیند به تجهیزات و محیط عملیاتی خاص

معایب و مشکلات این فرآیند

ایجاد تنشهای داخلی در پوسته که می توان آن را با ساچمه زنی همزمان پوسته در حین اسپری برطرف نمود.

مشکل اسپری کردن شیارهای بسیار باریک و سوراخ هایی با قطر کم که برای حل آن از اینسرت های برنجی استفاده می کنند.

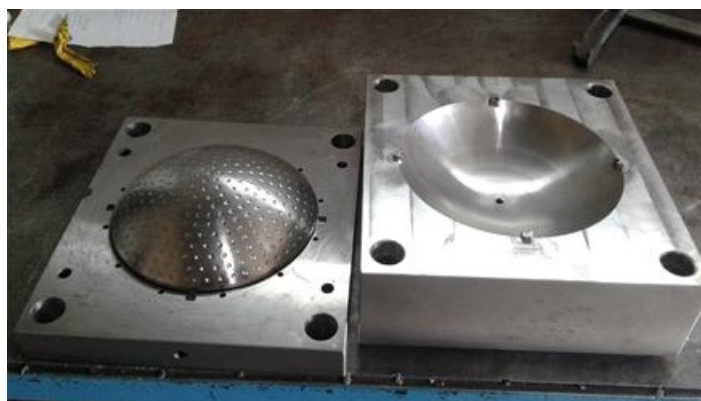
خواص مکانیکی قطعات تولید شده ضعیف تر خواهد بود. زیرا نیروی بستن و فشار تزریق در این قالبها کمتر از قالبهای سنتی فولادی و آلومینیومی است.

پر کردن پشت قالب توسط رزین های اپوکسی، هدایت حرارتی قالب را کم می کند که این امر بر خواص مکانیکی قطعات تاثیر منفی گذاشته و زمان سیکل را افزایش می دهد.

فرآیند Ketool3D

در این فرآیند از نفوذ جوشی ذرات پودر فولاد برای ساخت قالب، استفاده می شود. این فرآیند، معمولا با طراحی CAD اینسرتهای سنبه و ماتریس قالب تزریق مورد نظر آغاز می شود. مدل CAD اینسرتهای، توسط فرآیند استریولیتوگرافی یا دیگر فرآیندهای نمونه سازی سریع، به الگوهای سنبه و ماتریس با صافی سطح مناسب، تبدیل می گردد.

تصویر



با ریختن مایع سیلیکونی در اطراف الگوها، قالب سیلیکونی سنبه و ماتریس به دست می آید. سپس درون قالب های سیلیکونی پودر فلز و چسب ریخته شده و پخت می شود. اینسرت های سنبه و ماتریس به دست آمده در این مرحله به حالت سبز هستند که به این منظور آنها را درون کوره قرار می دهند تا چسب بین آنها از بین برود و فضاهای خالی بین ذرات فلزی، با نفوذ مس موجود در کوره پر شود. حاصل

ص: 54

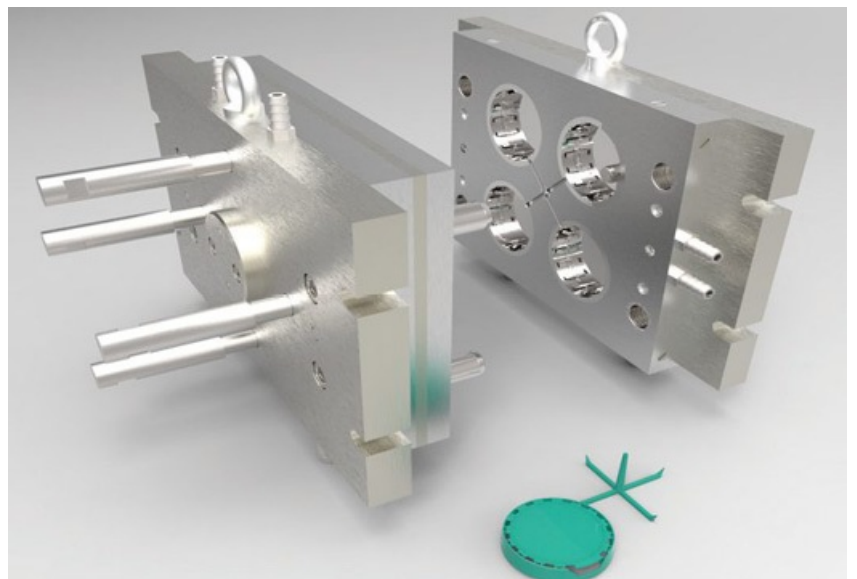
کار، اینسرت‌هایی با تقریباً 70 درصد فولاد و 30 درصد مس است، این اینسرت‌ها بعد از ماشینکاری و ایجاد سوراخ پینه ای بیرون انداز، درون پایه های قالب محکم می شوند.

زمان هدایت ساخت در این فرآیند بین 4 تا 6 هفته می باشد و در مقایسه با روش های سنتی ساخت قالب های تزریق، هزینه ها حدود 25 تا 45 درصد کمتر می باشد. قالب های به دست آمده توسط این روش دارای کیفیت و صافی سطح بسیار خوبی هستند.

قالبسازی رزین سیلیکونی

یکی از رایجترین روش های قالبسازی سریع غیرمستقیم، روش رزین سیلیکونی است. این روش ساخت یک قالب لاستیکی از جنس سیلیکون و ریختن پلی اورتان مایع در دستگاه خلا در داخل قالب است که فرآیند فوق را ریخته گری در خلا می نامند. در این روش پس از ساخت قالب از روی یک الگوی نمونه می توانیم با ریختن رزین های مایع پلی اورتان قطعاتی شبیه پلاستیک های عمومی مانند PMMA، PP، ABS، PA و غیره یا موم قطعاتی در تیراژ محدود (حدود 25 قطعه) را تولید کنیم. البته برای تولید قطعات با جنس موم با توجه به فرم مدل، امکان تولید تعداد بیشتری قطعه وجود دارد.

تصویر



ص: 55

رزینهای ریخته گری شامل پلی اول و ایزوسیانات می باشند و اگر در هوا مخلوط شوند تولید گاز می کنند و به شکل متخلخل در می آیند. بنابراین لازم است تا این رزین ها در خلا ترکیب شده و داخل قالب ریخته شوند و در نهایت برای خشک شدن می بایست در دمای پخت قرار گیرند.

تصویر



در حال حاضر، دسته کاملی از پلاستیک ها و رزین ها برای ریخته گری در خلا و در دسترس است تا پاسخگوی نیازهای تولیدکنندگان باشد. برخی از این خواص شامل موارد زیر هستند.

- لاستیکهای نرم قابل انعطاف یا پلاستیک های سخت

- لاستیک ها و رزین های شفاف با قابلیت عبور نور

- مواد قابل استفاده برای ظروف غذایی

- مواد با قابلیت ضربه پذیری بالا و مقاوم در برابر فرسودگی و فرسایش

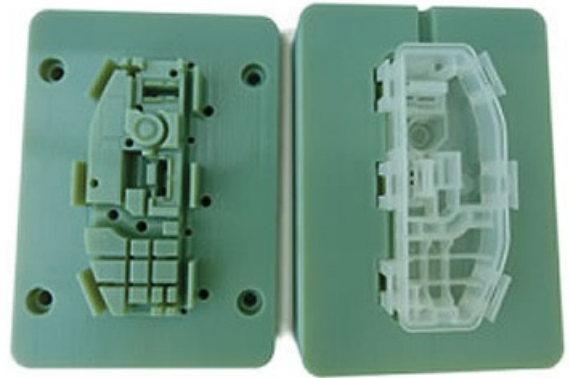
- دستهای از مواد با خواصی شبیه ترموپلاستیک ها مانند TPE، PMMA، ABS، PP، TPR، پلی کربنات و بعضی دیگر از خواص مورد نیاز

مراحل کار در روش RTV

با ظهور تکنیکهای نمونه سازی سریع، مدل های اصلی اغلب توسط روش های نوینی نظیر FDM SLA SLS و به روش CAD/CAM و دستگاه CNC که رایجترین شیوه برای تولید و ساخت مدل های مرجع با دقت بالا به شمار می آیند ساخته می شوند. در روش RTV از سیلیکون رابرهای مات یا شفاف که مادهای پرمصرف و نسبتاً گران قیمت است استفاده می شود که با پرکردن اطراف مدل اصلی می توان به قالب آن

قطعه دستیافت. معمولاً روش قالب گیری این دو نوع سیلیکون کمی متفاوت است. فرآیند ساخت قالب می تواند طی یک یا دو مرحله انجام شود.

تصویر



در اینجا به صورت مختصر با مراحل این شیوه ابزارسازی با سیلیکون شفاف و ریخته گری در خلا با رزینهای پلی اورتان آشنا می شوید. اولین مرحله ساخت الگوی مرجع با استفاده از روش های نمونه سازی سریع نظیر FDM SLA SLS یا با دستگاههای CNC و غیره می باشد. خطهای جدایشی توسط چسبهای نواری با ضخامت کم بر روی الگو تعیین می شود. سپس الگو در جعبه های چوبی یا پلاستیکی راهگاه گذاری شده و به صورت معلق نگهداشته می شود. سیلیکون با قسمت سخت کننده ترکیب شده و بعد از هواگیری داخل جعبه ریخته می شود. قالب در دمای محیط 24 ساعته خشک می شود و برای تسریع در فرآیند خشک شدن می توان قالب را در کوره 40 درجه به مدت شش ساعت و در دمای 60 درجه به مدت دو ساعت قرار داد تا کاملاً خشک شود. با برش سیلیکون مدل اصلی از داخل قالب بیرون کشیده می شود.

وزن مورد نیاز رزین پلی اورتان اندازه گیری شده و احیاناً رنگ مورد نیاز به ترکیب آن اضافه می شود. سپس قالب، آبنندی و بسته می شود و به وسیله تجهیزات کنترلی در داخل محفظه خلا ترکیب و هواگیری شده و داخل قالب ریخته می شود. بعد از ریخته گری رزین، قالب از دستگاه خارج می شود و با توجه به نوع رزین برای پخت به مدت چهل دقیقه تا دو ساعت در کوره قرار می گیرد. بعد از سخت شدن، قطعه

ص: 57

ریخته‌گری شده از داخل قالب بیرون آورده می‌شود. خروجیهای هوا و راهگاه ورود رزین قطعه، بریده شده و در صورت لزوم می‌توان قطعات را با رنگبندی تولید کرد یا در صورت نیاز می‌توان قطعات را بعد از ساخت با پوشش‌های مختلف رنگ آمیزی یا کرمکاری کرد تا به قطعه‌ای شبیه مدل اصلی دستیافت.

آزمایشگاه نمونه‌سازی سریع (Rapid Prototyping Lab)

امروزه ظهور فناوری‌های نوین ساخت و تولید قطعات، منجر به تحول عظیمی در صنعت جهانی شده است، به طوری که این روش‌ها توانسته‌اند بسیاری از معضلات موجود در ساخت قطعات پیچیده را از میان برداشته و زمان و هزینه اجرای پروژه‌ها را به طور چشمگیری کاهش دهند. این در حالی است که امروزه بازار تجارت جهانی و پدیده جهانی شدن، رقابت بین صنعتگران را به‌عرضه جهانی کشانده و آنان را با انبوهی از فرصت‌ها و چالش‌ها مواجه ساخته است. در این میان به‌کارگیری روش‌های سنتی که سالها در دسترس بوده‌اند، قدرت پاسخگویی به نیاز امروز را نداشته و به‌خصوص در عرصه‌ی تولید محصولات کیفی در زمان کوتاه، با کاستی‌های فراوان و جدی روبه‌رو می‌باشند. ساخت قطعات به کمک فناوری نمونه‌سازی سریع (Rapid Prototyping) کاربردهای گسترده‌ای یافته‌اند. این فناوری نقش به‌سزایی در سرعت دادن به فرآیندهای طراحی و ساخت قطعات (خصوصاً قطعات با اشکال پیچیده و کیفیت بالا) داشته است.

تصویر



ص: 58

از جمله کاربردهای این روش تولید در صنایع هوا فضا، خودرو سازی، لوازم خانگی، پزشکی، طلا و جواهر سازی و غیره می باشند. در شکل های زیر نمونه قطعات ساخته شده توسط این روش نشان داده شده است.

تصویر



ص: 59

www.Pasargad3D.com (1)

www.newdesign.ir (2)

www.partak3d.ir (3)

www.nikan3dprint.com (4)

www.fa.wikipedia.org (5)

www.iranzortrax.com (6)

www.3dprinter.ir (7)

www.freepaper.me (8)

بسمه تعالی

جَاهِدُوا بِأَمْوَالِكُمْ وَأَنْفُسِكُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِنْ كُنْتُمْ تَعْلَمُونَ

با اموال و جان های خود، در راه خدا جهاد نمایید، این برای شما بهتر است اگر بدانید.

(توبه : 41)

چند سالی است که مرکز تحقیقات رایانه ای قائمیه موفق به تولید نرم افزارهای تلفن همراه، کتابخانه های دیجیتالی و عرضه آن به صورت رایگان شده است. این مرکز کاملاً مردمی بوده و با هدایا و نذورات و موقوفات و تخصیص سهم مبارک امام علیه السلام پشتیبانی می شود.

برای خدمت رسانی بیشتر شما هم می توانید در هر کجا که هستید به جمع افراد خیراندیش مرکز بپیوندید.

آیا می دانید هر پولی لایق خرج شدن در راه اهلبیت علیهم السلام نیست؟

و هر شخصی این توفیق را نخواهد داشت؟

به شما تبریک میگوئیم.

شماره کارت :

6104-3388-0008-7732

شماره حساب بانک ملت :

9586839652

شماره حساب شبا :

IR390120020000009586839652

به نام : (موسسه تحقیقات رایانه ای قائمیه)

مبالغ هدیه خود را واریز نمایید.

آدرس دفتر مرکزی:

اصفهان - خیابان عبدالرزاق - بازارچه حاج محمد جعفر آباده ای - کوچه شهید محمد حسن توکلی - پلاک 129/34 - طبقه اول

وب سایت: www.ghbook.ir

ایمیل: Info@ghbook.ir

تلفن دفتر مرکزی: 03134490125

دفتر تهران: 021 - 88318722

بازرگانی و فروش: 09132000109

امور کاربران: 09132000109



مرکز تحقیقات رایانگی

اصفهان

گامی

WWW



برای داشتن کتابخانه های تخصصی
دیگر به سایت این مرکز به نشانی

www.Ghaemiyeh.com

www.Ghaemiyeh.net

www.Ghaemiyeh.org

www.Ghaemiyeh.ir

مراجعه و برای سفارش با ما تماس بگیرید.

۰۹۱۳ ۲۰۰۰ ۱۰۹

