https://b2n.ir/MOLDFLOW

معرفی شبیه سازی تزریق پلیمر به کمک نرم افزار AutodeskMoldflow و پژوهش های مربوطه

پوریا شجاعی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم- گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران

pouria_shojaie@ut.ac.ir

AUTODESK® MOLDFLOW®

مقدمه

درگذشته، طراحی قالب‌های تزریق با روش حدس و خطا معضل اصلی قالب‌سازان به حساب می‌آمد. همچنین رفع عیوب قالب پس از ساخت و مشاهده معایب قطعه تولیدی نیز برای سازندگان قالب و تزریق‌کاران صنعت پلاستیک هزینه‌بر بود. امروزه صنعت قالب‌سازی با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای رایانه‌ای از چگونگی نتیجه نهایی قالب آگاه می‌شود. به این صورت می‌توان چگونگی جریان سیال درون قالب و سایر عوامل موثر بر قالبگیری تزریقی را شبیه سازی کرد. با استفاده از نرم‌افزارهای توسعه یافته می‌توان هزینه‌های نیروی انسانی، آزمون‌های مکرر، مصرف مواد اولیه، مدت زمان کارکرد دستگاه و زمان حصول نتیجه در پژوهش‌های صنعتی را به حداقل رساند. نرم افزار Mold Flow یکی از قدرتمندترین و کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای مهندسی است که در طراحی روند تزریق پلیمرها به کار می‌رود و قابلیت طراحی قالب، پیش‌بینی معایب قطعات تزریقی و یافتن شرایط بهینه فرآیند را دارا می‌باشد.

Moldflow یکی از محصولات پر طرفدار شرکت Autodesk بوده که به طور تخصصی برای شبیه‌سازی فرآیندهای تزریق پلاستیک توسعه یافته است.

این نرم‌افزار امکانات بسیاری در زمینه طراحی سه بعدی و Dual Domain دارد و به مهندسین این امکان را می‌دهد تا بتوانند در زمانی کوتاه، طراحی‌هایی قوی داشته و هزینه‌های خود را تا حد چشم گیری کاهش دهند.

این نرم افزار به طور تخصصی برای شبیه‌سازی و آنالیز انواع فرآیندهای تزریق پلاستیک طراحی شده است.

با کمک این نرم‌افزار می‌توان مدل مورد نظر را طراحی کرده و سپس فرآیند مورد نظر را به طور کاملاً پیشرفته شبیه‌سازی نمود؛ می‌توان قطعه نهایی حاصل از چند روش مختلف را با هم مقایسه کرده و اطلاعات مهندسی و مکانیکی هر یک را پیش‌بینی نمود.

در نهایت این نرم‌افزار به مهندسان کمک می‌کند تا بتوانند دقیق‌ترین شبیه‌سازی‌ها را برای مدل‌های خود کرده و رفتار دقیق هر یک را شناسایی کنند تا در انتها بتوانند قطعه‌های با کیفیت‌تری با هزینه‌های تولید حداقل به مرز تولید برسانند.

Autodesk Moldflow Synergy یک نرم‌افزار جانبی و از خانواده Moldflow Insight بوده که در واقع یک رابط کاربری گرافیکی هوشمند برای نرم‌افزار Autodesk Moldflow Insight است.

این نرم‌افزار به مهندسین کمک می‌کند که بتوانند سرعت طراحی‌های خود را بالا ببرند؛ ابزار کاملاً گرافیکی برنامه و بدون نیاز به هیچ‌گونه کدنویسی باعث می‌شود تا مهندسین تازه‌کار بتوانند به‌آسانی طراحی‌های خود را انجام دهند، این مجموعه در واقع تعداد زیادی قابلیت‌های گرافیکی و رابط‌های کاملاً Interactive در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

قابلیت‌های کلیدی نرم افزار Autodesk Moldflow Insight

- شبیه سازی پیشرفته انواع فرآیندهای تزریق پلاستیک
- انجام محاسبات انجمادی و مهندسی
- شبیه‌سازی رفتار مکانیکی قطعات نهایی
- تست روش‌های مختلف تزریق پلاستیک
- مقایسه و محاسبه‌ی هزینه تولید هر روش
- ارائه راه‌کارهای مهندسی جهت بهبود کیفیت قطعات

Moldflow Communicator

یکی از محصولات شرکت Autodesk بوده که به‌طور تخصصی برای به اشتراک‌گذاری نتایج فرآیندهای شبیه‌سازی مهندسی توسعه یافته است.

این نرم‌افزار به مهندسان این امکان را می‌دهد تا با راه‌اندازی یک شبکه داخلی و مدیریت آن بتوانند با مهندسان تولید، مدیران ارشد و حتی مشتریان خود در ارتباط باشند و به طور پیوسته بتوانند خروجی‌های نرم افزارهای Moldflow را به اشتراک گذاشته، رمز گذاری کرده و محاسبات اقتصادی انجام دهند.

قابلیت‌های کلیدی نرم‌افزار Autodesk Moldflow Communicator

- راه‌اندازی یک شبکه رمزگذاری شده محلی
- ارتباط با مدیران، مهندسان و مشتریان
- به اشتراک‌گذاری انواع نتایج فرآیندهای شبیه‌سازی
- امکانات قدرتمند در جهت مقایسه نتایج
- خروجی گرفتن از نرم افزار در چندین فرمت مختلف
- سازگاری کامل با Autodesk Moldflow

گام‌های اجرای نرم‌افزار

برای شروع یک شبیه سازی در نرم‌افزار Moldflow ، ابتدا می‌بایست طرح قالب مورد نظر را که قبلاً به‌وسیله یک نرم افزار CAD، طراحی شده است وارد محیط نرم افزار کرد. پسوندی که این نرم‌افزار از طراحی پشتیبانی می‌کند،STL است.

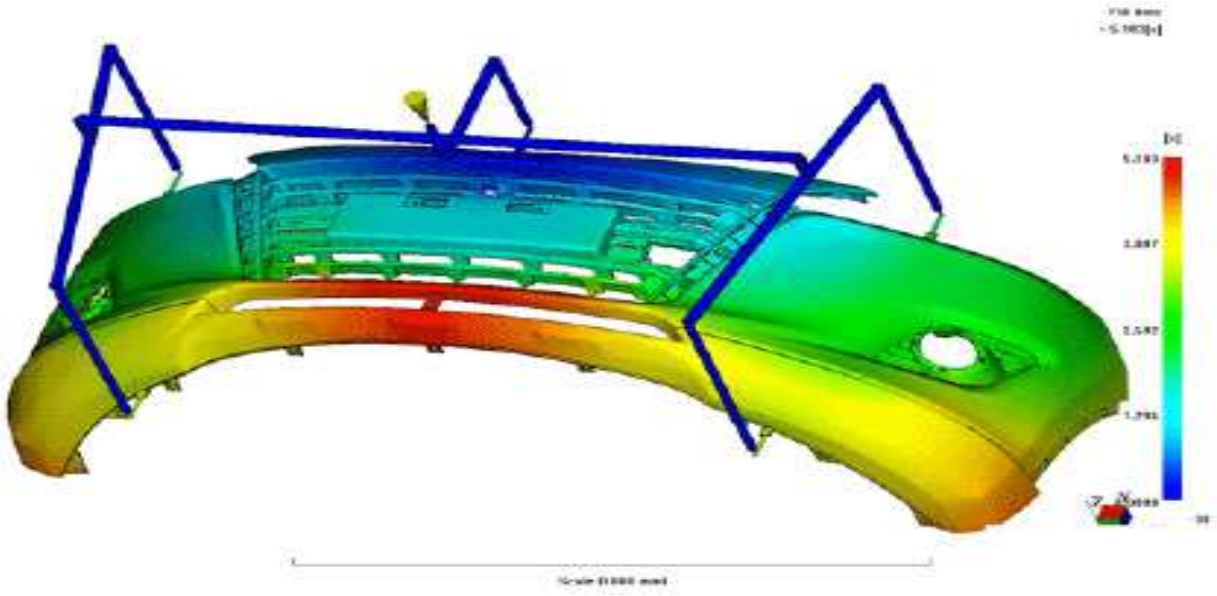
بعد از ورود قالب به نرم‌افزار، می‌بایست نوع مش‌بندی مشخص شود. ۳ نوع مش به صورت پیش‌فرض در نرم‌افزار قرار گرفته است.

نوع اول مش‌بندی سطح رویی، نوع دوم مش‌بندی لایه میانی و نوع سوم مش‌بندی سه بعدی می‌باشد. پس از انتخاب ابعاد و دقت مش، دستور اجرا انجام می‌شود. ممکن است به‌منظور افزایش دقت مش‌بندی نیازمند اعمال تغییرات در مش‌بندی در بعضی نقاط باشد.

در مرحله بعدی نوع فرآیند انتخاب می‌شود. با توجه به نیاز مسأله، هریک از فرآیندها امکانات متفاوتی در اختیار می‌گذارند.

مراحل بعدی کار انتخاب جنس ماده یا مواد مورد استفاده در فرآیند تزریق است. این نرم‌افزار دارای کتابخانه وسیعی از انواع مواد مورد استفاده در صنعت است. همچنین در صورت نیاز می‌توان ماده دلخواه را ایجاد کرد. در ادامه محل قرارگیری ورودی‌های تزریق تعیین می‌شود.

بعد از تعیین سایر شرایط مثل دمای قالب و مجاری خنک کاری، می‌توان تحلیل را اجرا کرد و نتایج مختلف را بررسی نمود.



بررسی چند پژوهش به کمک نرم‌افزار Moldflow

فرآیند تزریق پلاستیک به‌طور گسترده‌ای برای تولید قطعات پلاستیکی استفاده می‌شود و امکان پیش‌بینی و کاهش اعوجاج در این فرآیند قبل از تولید مهم است. در پژوهشی از نرم‌افزار Moldflow برای بهینه‌سازی فرآیند تزریق و باهدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه حساس و دقیق استفاده شده است. پارامترهای دمای قالب، دمای مذاب، زمان تزریق، فشار و زمان نگهداری به‌عنوان پارامترهای فرآیند متغیر و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق به‌عنوان پارامترهای طراحی در نظر گرفته‌شده‌اند. نتایج نشان‌دهنده لزوم بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند برای کاستن میزان اعوجاج و همچنین تأثیر قابل‌توجه شکل دریچه تزریق و بخصوص موقعیت آن بر اعوجاج است. علاوه بر این، نتایج شبیه‌سازی نشان‌دهنده این است که این نرم‌افزار باوجود توانمندی در پیش‌بینی دقیق اعوجاج، رفتار ویسکوالاستیک ماده پلاستیکی را در فرآیند در نظر نمی‌گیرد. (پیمان شاهی و همکاران، ۱۳۸۸)

در پژوهشی از نرم‌افزار Moldflow برای بهینه‌سازی فرایند تزریق پلاستیک و باهدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه‌ی تزریقی استفاده شد و پارامترهای دمای قالب و دمای مذاب و زمان تزریق و فشار و زمان نگهداری به‌عنوان پارامترهای عملیاتی و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق و راهگاه‌ها و رانرها به‌عنوان پارامترهای طراحی قالب در نظر گرفته و تأثیر آن‌ها در کاهش اعوجاج بررسی شده است. (مهران رضا پور، ۱۳۹۷).

در پژوهشی دیگر برای بهبود روش انتقال رزین به داخل قالب به کمک خلأ VARTM به بررسی پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین پرداخته شده است. برای این منظور ابتدا فرآیند با حل تحلیلی توسط معادله دارسی و ترکیب آن با معادله پیوستگی و با اعمال شرایط مرزی در ناحیه اشباع و غیراشباع شبیه‌سازی شده است و سپس پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین ازجمله تأثیر نسبت ضخامت لایه توزیع به ضخامت لایه پریفرم، تأثیر تراکم الیاف به‌صورت تئوری و آزمایشگاهی مورد بررسی قرارگرفته است و همچنین کیفیت تولید و خواص مکانیکی نیز موردبررسی قرارگرفته و به این نتایج رسیده است که با انتخاب بهینه نسبت بین ضخامت لایه توزیع و پریفرم، افزایش تراکم الیاف می‌توان حداکثر سرعت را در فرآیند به دست آورد تا در کمترین زمان بتوان قطعات بزرگ را باکیفیت مطلوب‌تر از روش‌های دیگر تولید نمود همچنین قطعات ساخته‌شده به این روش دارای درصد حجمی بالاتری نسبت به روش دستی بوده و همچنین دارای حباب کمتری نیز می‌باشند که این کاهش حباب باعث افزایش خواص مکانیکی شده است) رجبی جلال، سجاد و محمد گلزار،۱۳۸۹).

امروزه مواد کامپوزیتی به‌علت خصوصیات بارز و قابل‌توجهی که از خود نشان می‌دهند بسیار موردتوجه تولیدکنندگان در صنعت قرارگرفته‌اند. آزمایش چندین‌باره فرایند تولید برای تولید قطعه‌ای بی‌عیب و نقص به‌علت دخیل بودن عوامل متعدد در روند تولید نیز هزینه‌بر خواهد بود. استفاده از روش‌های CAD در روند قالب‌ریزی این مواد بسیار موردتوجه قالب‌کاران قرار گرفته؛ به‌طوری‌که نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای دقیق‌تر کردن پیش‌بینی‌های خود در حال پیشی گرفتن از یکدیگرند. در این تحقیق، از نرم‌افزار مهندسی تجاری MoldFlow Plastic Insight (MPI) برای شبیه‌سازی قالب‌ریزی کاور موتور اتومبیل تویوتا طی روند Resin Transfer Molding(RTM)

استفاده شد. از روند انتقال رزین (RTM) در تولید کامپوزیت‌های استحکام یافته به‌ویژه گرماسخت‌های تقویت‌شده استفاده می‌شود. روند قالب‌ریزی قطعه‌ی موردبررسی تحت تأثیر پارامترهای فرآیندی، موادی و هندسی تولید مورد بررسی قرار گرفت. نقش هر تغییر در روند تولید بر روی محصول نهایی بررسی شد به‌نحوی‌که از تولید قطعه‌ای با استحکام پایین و فیزیک نامشخص جلوگیری به‌عمل آید. نقش هر یک از پارامترهای روند تولید بر روی اثرگذارترین فاکتورهای فرایند تولید انتقال رزین یعنی جهت‌گیری الیاف درون قالب و نحوه‌ی اثرپذیری آن‌ها، خطوط جوش به‌وجود آمده حین تزریق قالب و اعوجاج نهایی قطعه بررسی و نتایج اعلام شد. تأثیر پارامترهای فرآیندی تولید بر نحوه‌ی جهت‌گیری الیاف برای یافتن بهترین حالت، پارامترهای موادی بر کاهش انقباض و اعوجاج نهایی قطعه و پارامترهای هندسی برای کم‌تر کردن حجم و ناحیه‌ی قرارگیری خطوط جوش درون قالب موردبررسی آن پژوهش بود (هادی صداقت‌پیشه ۱۳۸۹).

در پژوهشی دیگر سعی شده است بدون استفاده از روش سعی و خطا و با توجه به کارایی بالای نرم‌افزار MoldFlow در فرآیند تزریق، سیکل تولید سپر پراید کاهش یابد و درنهایت هزینه‌های ذخیره‌شده در تولید این قطعه گزارش شود بدین ترتیب که پس از طراحی قطعه و ورود آن به نرم‌افزار، قطعه مش‌بندی شد. سیستم خنک‌کاری و راهگاهی مطابق شرایط موجود طراحی گردید و پس از انجام انواع آنالیزها در شرایط فرآیندی مختلف، زمان تولید سپر از ۸۹ ثانیه به ۷۲ ثانیه کاهش یافت (زینالی، الهام و محمدرضا حدادی، ۱۳۸۷).

منابع و مآخذ

رجبی جلال سجاد، گلزار محمد. بررسی تأثیر پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین در روش انتقال رزین به داخل قالب به کمک خلأ (VARTM). فرآیندهای نوین ساخت و تولید. ۱۳۸۹

رضاپور، مهران. بررسی اثر پارامترهای عملیاتی و طراحی قالب بر میزان اعوجاج قطعات تزریقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی پلیمر. ۱۳۹۷

زینالی، الهام و محمدرخا تدادی، کاهش سیکل تولید سپر پراید با نرم‌افزار Mold Flow، اولین کنفرانس پتروشیمی ایران، تهران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی. ۱۳۸۷

شاهی پیمان، بهروش امیرحسین، آرزو بهروز، محمودی مهدی، بررسی تأثیر پارامترهای تزریق، موقعیت و شکل دریچه تزریق بر دقت ابعادی قطعه پلاستیکی تزریقی، مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مجلسی سال دوم شماره چهارم تابستان. ۱۳۸۸

صداقت‌پیشه، هادی، بررسی اثرات پارامترهای فرایند پروسه تولید روی چگونگی جریان مذاب درون قالب در تولید کاور موتور اتومبیل تویوتا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد. ۱۳۸۹

https://www.autodesk.com/products/moldflow/overview