

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

**آموزش شبیه‌سازی
فرآیندهای شکل‌دهی
با نرم‌افزار المان محدود
DEFORM-3D**

نشر نوآور

مؤلفین

کارن ابری‌نیا

عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

آرمان خاتونی

مجید آرکنجی

تلفن: ۲-۲۲۸۲۸۴۸۶۶۴



نشر نوآور

سرشناسه	ابری نیا، کارن، ۱۳۳۶ -
عنوان و نام پدیدآور	آموزش شبیه‌سازی فرایندهای شکل‌دهی با نرم‌افزار المان محدود DEFORM-3D / مولفین کارن ابری نیا - آرمان خاتونی - مجید ارگنجی.
مشخصات نشر	تهران: نوآور، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	۲۸۰ ص. : مصور، جدول.
شابک	978-600-168-018-2
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	تولید -- فرایندها -- شبیه‌سازی کامپیوتری
موضوع	روش المان‌های محدود -- نرم‌افزار
شناسه افزوده	خاتونی، آرمان، ۱۳۶۴ -
شناسه افزوده	ارگنجی، مجید، ۱۳۶۳ -
رده بندی کنگره	۱۳۸۹ ۸۱۲ الف / ۱۸۳ TS :
رده بندی دیویی	۴۲/۶۷۰ :
شماره کتابشناسی ملی	۷۲۳۴۱۲ :

آموزش شبیه‌سازی فرایندهای شکل‌دهی با نرم‌افزار المان محدود DEFORM-3D

کارن ابری نیا - آرمان خاتونی - مجید ارگنجی

نوآور

نسخه ۳۰۰

محمدرضا نصیرنیا

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۰۱۸-۲

مؤلفین:

ناشر:

شمارگان:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۸۹

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۹۵۵۸۷۸ - ۶۶۴۰۵۰۸۴

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۱۳۹۹۸ - ۶۶۴۰۲۵۷۹

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه ۴: اصفهان، م انقلاب، خ چهار باغ عباسی ابتدای خ سید علی خان، کتابفروشی مهرگان تلفن: ۳۰۱۱۲۲۱۳۷۵

فروشگاه ۵: تبریز، خ امام، فلکه دانشگاه، اول خ دانشگاه، کتابفروشی علامه تلفن: ۰۴۱۱۳۳۴۱۶۶۹ - ۰۴۱۱۳۳۴۱۹۸۶

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

فصل اول: مروری بر نرم افزار Deform

۱-۱- محصولات خانواده Deform

۲-۱- قابلیت‌ها

۳-۱- تحلیل فرایندهای ساخت و تولید با Deform

۴-۱- قبل از شروع کار با نرم افزار

۵-۱- نمایش هندسه مسئله

۶-۱- سیستم Deform

۷-۱- Pre-Processor

۸-۱- موتور شبیه سازی

۹-۱- Post-Processor

۱۰-۱- سیستم فایل‌ها

۱۱-۱- واحدها

فصل دوم: شروع کار با نرم افزار Deform-3D

۱-۲- پنجره اصلی

۱-۱-۲- نمودار درختی

۲-۱-۲- پنجره جعبه ابزار

۳-۱-۲- اطلاعات خلاصه و قابل رویت مسئله

۲-۲- توضیح آیکون‌ها

۱-۲-۲- آیکون‌های مربوط به فایل

۲-۲-۲- آیکون‌های نما (View Icons)

۳-۲-۲- آیکون‌های مدل (Model Icons)

۴-۲-۲- آیکون‌های نمایش دادن

۵-۲-۲- آیکون‌های تعیین جهت

۳-۲- نگاهی اجمالی به محیط Pre-Processor

۱-۳-۲- کنترل شبیه سازی (Simulation Control)

۲-۳-۲- تعریف ماده (Material)

۳-۳-۲- موقعیت دهی

۴-۳-۲- روابط میان قطعات (Inter-object)

۵-۳-۲- تولید فایل پایگاه داده‌ای

۶-۳-۲- نمودار درختی قطعات (object tree)

۷-۳-۲- تعریف اطلاعات مربوط به قطعات (Object Data Definition)

۴-۲- اجرا نمودن شبیه سازی (Running)

۵-۲- نگاهی اجمالی به محیط Post-Processor

۱-۵-۲- کنترل و انتخاب مراحل

۲-۵-۲- نشان دادن متغیرهای حالت

۲-۵-۳- تولید منحنی

۲-۵-۴- برش (Slicing)

۲-۵-۵- منعکس ساختن (Mirroring)

۲-۵-۶- پیگیری نقطه (Point tracking)

۲-۵-۷- شبکه جریان (Flow Net)

۲-۵-۸- نمایش تاخوردگی (Fold)

۲-۵-۹- تحلیل پرشدن قالب

۲-۵-۱۰- صفحه‌های نمایش چندگانه (Multiple Viewports)

۲-۵-۱۱- وارد کردن چند فایل پایگاه داده‌ای (Multiple Database)

۲-۵-۱۲- تغییر در نمایش صفحه (Display properties)

فصل سوم: شبیه‌سازی عملیات فورج بلوک

۳-۱- تعریف مسئله در محیط Pre-Processor

۳-۲- ایجاد یک مسئله جدید

۳-۳- تعیین منوی اصلی کنترل شبیه‌سازی

۳-۴- وارد نمودن قطعه‌کار

۳-۵- وارد نمودن قالب‌ها

۳-۵-۱- قالب‌های بالا

۳-۵-۲- قالب پایینی

۳-۶- تعیین کردن نحوه حرکت قالب

۳-۷- تعیین دمای قطعات

۳-۸- تعیین جنس ماده

۳-۹- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۳-۱۰- تعیین روابط بین قطعات

۳-۱۱- تولید فایل پایگاه داده‌ای

۳-۱۲- ذخیره نمودن مسئله

۳-۱۳- شروع شبیه‌سازی

۳-۱۴- مشاهده نتایج

۳-۱۴-۱- مشاهده مراحل تغییرشکل

۳-۱۴-۲- نمایش متغیرهای حالت

۳-۱۴-۳- ردیابی نقطه

۳-۱۴-۴- برش قطعات

۳-۱۵- خارج شدن از نرم‌افزار

فصل چهارم: شبیه‌سازی عملیات فورج رینگ چهار گوش

۴-۱- مقدمه

۴-۲- ایجاد مسئله جدید

۴-۳- وارد نمودن قطعات

۴-۴- المان بندی بیلت

۴-۵- تعیین جنس قطعه‌کار

۴-۶- تعیین شرایط مرزی متقارن قطعه

۴-۷- تعیین سرعت قالب بالایی

۴-۸- تعیین روابط مابین قطعات

۴-۹- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۴-۱۰- ذخیره نمودن مسئله

۴-۱۱- تولید فایل پایگاه داده‌ای

۴-۱۲- اجرای شبیه‌سازی

۴-۱۳- مشاهده نتایج

۴-۱۴- خارج شدن از نرم‌افزار

فصل پنجم: فورج یک بیلت استوانه‌ای

۵-۱- شبیه‌سازی انتقال بیلت از کوره به داخل قالب

۵-۱-۱- ایجاد یک مسئله جدید

۵-۱-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۵-۱-۳- وارد نمودن قطعات

۵-۱-۴- المان‌بندی قطعه‌کار

۵-۱-۵- تعیین جنس ماده

۵-۱-۶- تعیین شرایط مرزی انتقال حرارت بیلت

۵-۱-۶-۱- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن

۵-۱-۶-۲- مشاهده نتایج

۵-۲- ماندن بیلت در قالب پایینی

۵-۲-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی

۵-۲-۲- المان‌بندی قالب‌ها، انتخاب جنس ماده و تعیین شرایط مرزی

۵-۲-۳- موقعیت‌دهی بیلت

۵-۲-۴- تعیین روابط بین قطعات

۵-۲-۵- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۵-۲-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای شبیه‌سازی

۵-۲-۷- نمایش نتایج

۵-۳- مرحله اول عملیات فورج

۵-۳-۱- باز کردن یک شبیه‌سازی قبلی

۵-۳-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۵-۳-۳- موقعیت‌دهی قالب بالا

۵-۳-۴- تعیین شرایط مرزی مربوط به تغییر شکل

۵-۳-۵- تعیین سرعت حرکت قالب بالا

۵-۳-۶- تعیین روابط بین قطعات

۵-۳-۷- ذخیره‌سازی مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن

۵-۳-۸- مشاهده نتایج

۵-۴- مرحله دوم عملیات فورج

۵-۴-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی

۵-۴-۲- عوض کردن قالب بالا

۵-۴-۳- تعیین شرایط مرزی

۵-۴-۴- موقعیت‌دهی قالب بالا

۵-۴-۵- تعیین روابط میان قطعات

۵-۴-۶- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۵-۴-۷- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی

۵-۴-۸- مشاهده نتایج

فصل ششم: تحلیل قالب

۶-۱- مقدمه

۶-۲- ایجاد یک مسئله جدید

۶-۳- وارد نمودن مرحله‌مورد نظر یک فایل پایگاه داده‌ای

۶-۴- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۶-۵- اضافه کردن نگهدارنده‌های قالب و حذف بیلت

۶-۵-۱- بیلت

۶-۵-۲- قالب بالا

۶-۵-۳- قالب پایین

۶-۵-۴- نگهدارنده قالب بالا

۶-۵-۵- نگهدارنده قالب پایین

۶-۶- تعیین روابط بین قطعات

۶-۷- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی

۶-۸- مشاهده نتایج

فصل هفتم: عملیات فورج مفصل فرمان (Steering Link)

۷-۱- مقدمه

۷-۲- ایجاد یک مسئله جدید

۷-۳- شبیه‌سازی انتقال بیلت از کوره تا قالب

۷-۳-۱- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۷-۳-۲- وارد نمودن قطعه‌کار

۷-۳-۳- المان‌بندی قطعه‌کار

۷-۳-۴- تعیین جنس ماده

۷-۳-۵- تعیین شرایط مرزی

۷-۳-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن

۷-۴- شبیه‌سازی اولین ضربه اول چکش

۷-۴-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی

۷-۴-۲- وارد نمودن قالب بالا

۷-۴-۳- تعیین حرکت قالب

۷-۴-۵- تعیین کنترل شبیه‌سازی

۷-۴-۶- وارد نمودن قالب پایین

۷-۴-۷- تعیین روابط بین قطعات



- ۷-۴-۸- فعال نمودن جبران حجم
- ۷-۴-۹- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۴-۱۰- مشاهده نتایج
- ۷-۵-۵- شبیه‌سازی زمان توقف مابین ضربه اول و دوم
- ۷-۵-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۵-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۵-۳- به سمت بالا بردن قالب بالا
- ۷-۵-۴- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۵-۵- مشاهده نتایج
- ۷-۶-۶- شبیه‌سازی دومین ضربه چکش
- ۷-۶-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۶-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۶-۳- تعیین حرکت قالب
- ۷-۶-۴- موقعیت‌دهی قالب بالا
- ۷-۶-۵- تعیین روابط بین قطعات
- ۷-۶-۶- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۶-۷- مشاهده نتایج
- ۷-۷-۷- شبیه‌سازی زمان توقف مابین ضربه دوم و سوم
- ۷-۷-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۷-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۷-۳- به سمت بالا بردن قالب بالا
- ۷-۷-۴- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۷-۵- مشاهده نتایج
- ۷-۸-۸- شبیه‌سازی سومین ضربه چکش
- ۷-۸-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۸-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۸-۳- تعیین حرکت قالب
- ۷-۸-۴- موقعیت‌دهی قالب بالا
- ۷-۸-۵- تعیین روابط بین قطعات
- ۷-۸-۶- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۸-۷- مشاهده نتایج
- ۷-۹-۹- شبیه‌سازی زمان توقف مابین ضربه سوم و چهارم
- ۷-۹-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۹-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۹-۳- به سمت بالا بردن قالب بالا
- ۷-۹-۴- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۹-۵- مشاهده نتایج
- ۷-۱۰-۷- شبیه‌سازی چهارمین ضربه چکش

- ۷-۱۰-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۷-۱۰-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۷-۱۰-۳- تعیین حرکت قالب
- ۷-۱۰-۴- موقعیت‌دهی قالب بالا
- ۷-۱۰-۵- تعیین روابط بین قطعات
- ۷-۱۰-۶- ذخیره کردن مسئله و اجرای شبیه‌سازی
- ۷-۱۰-۷- مشاهده نتایج

فصل هشتم: شبیه‌سازی عملیات فورج نگهدارنده دندانه دار (Gear Carrier)

- ۸-۱- مقدمه
- ۸-۲- نحوه شبیه‌سازی عملیات
- ۸-۳- ایجاد یک مسئله جدید
- ۸-۴- شبیه‌سازی انتقال بیلت از کوره تا قالب
- ۸-۴-۱- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۸-۴-۲- وارد نمودن قطعه‌کار
- ۸-۴-۳- المان‌بندی قطعه‌کار
- ۸-۴-۴- تعیین جنس ماده
- ۸-۴-۵- تعیین شرایط مرزی
- ۸-۴-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۸-۵- شبیه‌سازی عملیات زمان توقف
- ۸-۵-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۸-۵-۲- وارد نمودن قالب بالا
- ۸-۵-۳- وارد نمودن قالب پایین
- ۸-۵-۴- موقعیت‌دهی قطعه‌کار
- ۸-۵-۵- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۸-۵-۶- تعیین روابط بین قطعات
- ۸-۵-۷- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۸-۶- شبیه‌سازی عملیات کله‌زنی
- ۸-۶-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۸-۶-۲- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۸-۶-۳- موقعیت‌دهی قالب بالا
- ۸-۶-۴- تعیین روابط بین قطعات
- ۸-۶-۵- تعیین نمودن حرکت قالب بالا
- ۸-۶-۶- فعال نمودن جبران حجم
- ۸-۶-۷- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۸-۷- شبیه‌سازی عملیات انتقال قطعه‌کار به قالب دوم
- ۸-۷-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۸-۷-۲- حذف کردن قالب‌ها
- ۸-۷-۳- تعیین کنترل شبیه‌سازی

- ۸-۷-۴- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۸-۸- شبیه‌سازی مرحله نهایی شکل‌دهی
- ۸-۸-۱- باز کردن شبیه‌سازی قبلی
- ۸-۸-۲- وارد نمودن قالب بالا
- ۸-۸-۳- تعیین نمودن حرکت قالب بالا
- ۸-۸-۴- وارد نمودن قالب پایین
- ۸-۸-۵- موقعیت‌دهی قطعه‌کار
- ۸-۸-۶- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۸-۸-۷- تعیین روابط بین قطعات
- ۸-۸-۸- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- فصل نهم: مال‌های تکمیلی
- ۹-۱- فرایند کشش (Drawing)
- ۹-۱-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۱-۲- قطعه‌کار
- ۹-۱-۳- قالب اصلی
- ۹-۱-۴- روابط میان قطعات
- ۹-۱-۵- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۱-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۱-۷- مشاهده نتایج
- ۹-۲- فرایند فورجینگ مداری (Orbital Forging)
- ۹-۲-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۲-۲- قطعه‌کار
- ۹-۲-۳- قالب بالا
- ۹-۲-۴- روابط میان قطعات
- ۹-۲-۵- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۲-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۲-۷- مشاهده نتایج
- ۹-۳- فرایند نورد (Rolling)
- ۹-۳-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۳-۲- قطعه‌کار
- ۹-۳-۳- غلتک
- ۹-۳-۴- روابط میان قطعات
- ۹-۳-۵- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۳-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۳-۷- مشاهده نتایج
- ۹-۴- فرایند شکل‌دهی چرخشی (Spining)
- ۹-۴-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۴-۲- قطعه‌کار

- ۹-۴-۳- ابزار شکل دهی
- ۹-۴-۴- مرغک
- ۹-۴-۵- پایه مرغک
- ۹-۴-۶- روابط میان قطعات
- ۹-۴-۷- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۴-۸- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۴-۹- مشاهده نتایج
- ۹-۵-۵- فرایند فورج چرخ دنده ماریچ
- ۹-۵-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۵-۲- قطعه‌کار
- ۹-۵-۳- قالب بالا
- ۹-۵-۴- روابط میان قطعات
- ۹-۵-۵- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۵-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۵-۷- مشاهده نتایج
- ۹-۶-۶- فرایند اکستروژن
- ۹-۶-۱- ایجاد یک مسئله جدید
- ۹-۶-۲- قطعه‌کار
- ۹-۶-۳- قالب بالا
- ۹-۶-۴- روابط میان قطعات
- ۹-۶-۵- کنترل شبیه‌سازی
- ۹-۶-۶- ذخیره نمودن مسئله، تولید فایل پایگاه داده‌ای و اجرای آن
- ۹-۶-۷- مشاهده نتایج

فصل دهم: شکل دهی شمش (Cogging)

- ۱۰-۱- مقدمه
- ۱۰-۲- وارد شدن به محیط Cogging
- ۱۰-۳- تعیین سیستم واحد
- ۱۰-۴-۴- وارد نمودن بیلت
- ۱۰-۴-۱- تعیین نوع و ابعاد بیلت
- ۱۰-۴-۲- المان بندی بیلت
- ۱۰-۴-۳- تعیین پارامترهای دیگر بیلت
- ۱۰-۵-۵- وارد نمودن قالب‌ها
- ۱۰-۵-۱- تعیین ابعاد قالب
- ۱۰-۵-۲- المان بندی قالب
- ۱۰-۵-۳- تعیین پارامترهای دیگر قالب
- ۱۰-۶-۶- نگهدارنده بیلت
- ۱۰-۶-۱- تعیین ابعاد نگهدارنده
- ۱۰-۶-۲- المان بندی نگهدارنده

- ۱۰-۶-۳- تعیین پارامترهای دیگر نگهدارنده
- ۱۰-۷-۷- لیست عملیات
- ۱۰-۷-۱- تعیین تعداد عملیات پیشگرم
- ۱۰-۷-۲- تعیین تعداد پاس‌های عملیاتی
- ۱۰-۷-۳- تعیین اطلاعات مربوط به پاس اول
- ۱۰-۷-۴- تعیین انتقال حرارت مابین کوبش‌ها (پاس اول)
- ۱۰-۷-۵- تعیین اطلاعات مربوط به تغییرشکل کوبشی (پاس اول)
- ۱۰-۷-۶- تعیین اطلاعات مربوط به پاس دوم
- ۱۰-۷-۷- تعیین انتقال حرارت مابین کوبش‌ها (پاس دوم)
- ۱۰-۷-۸- تعیین اطلاعات مربوط به تغییرشکل کوبشی (پاس دوم)
- ۱۰-۸-۸- مشاهده انیمیشنی شبیه‌سازی
- ۱۰-۹-۹- تولید فایل اصلی
- ۱۰-۱۰-۱۰- اجرای شبیه‌سازی
- ۱۰-۱۱-۱۱- مشاهده نتایج

فصل یازدهم: عملیات ماشینکاری

- ۱۱-۱-۱- مقدمه
- ۱۱-۲-۲- وارد شدن به محیط ماشینکاری
- ۱۱-۲-۱- انتخاب نوع ماشینکاری
- ۱۱-۲-۲- تعیین سیستم واحد
- ۱۱-۲-۳- تعیین تنظیمات فرایند
- ۱۱-۲-۴- تعیین شرایط فرایند
- ۱۱-۲-۵- انتخاب ابزار
- ۱۱-۲-۶- انتخاب ابزارگیر
- ۱۱-۲-۷- تعیین دمای ابزار
- ۱۱-۲-۸- تعیین شکل قطعه کار
- ۱۱-۲-۹- تعیین جنس قطعه کار
- ۱۱-۲-۱۰- المان‌بندی قطعه کار
- ۱۱-۲-۱۱- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۱۱-۲-۱۲- تولید فایل پایگاه داده‌ای، ذخیره نمودن مسئله و اجرای آن
- ۱۱-۳-۳- شبیه‌سازی حالت پایدار
- ۱۱-۳-۱- باز کردن مسئله قبلی برای حل ALE run
- ۱۱-۳-۲- انتخاب نودها
- ۱۱-۳-۳- تعیین تعداد مراحل
- ۱۱-۳-۴- بررسی داده‌ها و ایجاد فایل پایگاه داده‌ای
- ۱۱-۳-۵- اجرای شبیه‌سازی
- ۱۱-۴-۴- شبیه‌سازی حالت گذرا (تحلیل لاگرانژ)
- ۱۱-۴-۱- باز کردن مسئله قبلی برای حل Lagrangian analysis
- ۱۱-۴-۲- بررسی داده‌ها و ایجاد فایل پایگاه داده‌ای

- ۱۱-۴-۳- اجرای شبیه‌سازی
- ۱۱-۵-۵- تحلیل تنش ابزار
- ۱۱-۵-۱- باز کردن مسئله قبلی برای تحلیل ابزار
- ۱۱-۵-۲- انتخاب فایل پایگاه داده‌ای و مرحله مورد نظر
- ۱۱-۵-۳- انتخاب ابزار
- ۱۱-۵-۴- نوع تحلیل
- ۱۱-۵-۵- المان‌بندی ابزار
- ۱۱-۵-۶- تعیین سطح ابزارگیر
- ۱۱-۵-۷- انتخاب جنس ابزار
- ۱۱-۵-۸- تعیین کنترل شبیه‌سازی
- ۱۱-۵-۹- ایجاد فایل پایگاه داده‌ای و ذخیره نمودن مسئله
- ۱۱-۵-۱۰- مشاهده نتایج
- ۱۱-۶- پردازش نتایج شبیه‌سازی و نیروهای تراشکاری
- ۱۱-۷- تنظیمات مدل تراشکاری با هندسه ابزار جدید
- ضمیمه (۱) تعیین تعداد مراحل و اندازه زمانی مراحل
- ضمیمه (۲) پارامترهای مربوط به المان‌بندی مجدد
- ضمیمه (۳) حل کننده CG و Sparse
- کنترل تکرار (Iteration)
- الف) حل کننده تغییر شکل (Solver)
- ب) روش تکرار (Iteration Method)
- ج) محدودیت‌های خطای همگرایی (Convergence Error Limit)
- د) بهینه‌سازی پهنای باند (Bandwidth optimization)
- ضمیمه (۴) توضیحات دو منوی Control File و Advanced
- کنترل پیشرفته (Advanced)
- الف) زمان فعلی (Current time)
- ب) خطای هندسی (Geometry Error)
- ج) متغیرهای تعریف شده توسط کاربر (User-defined variables)
- د) کنترل خروجی (output control)
- فایل‌های کنترل کننده (Control File)

الف) نوع اول:

ب) نوع دوم:

ج) نوع سوم:

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

مقدمه

امروزه تحلیل اجزاء محدود یک روش مهندسی بسیار قدرتمند، دقیق، پرکاربرد و متداول برای تحلیل عددی سازه‌ها، پدیده‌ها و فرایندهای مختلف در همه حوزه‌های مهندسی است. یکی از حوزه‌های مهم در مهندسی مکانیک و مواد و متالورژی شکل‌دهی فلزات است که به لحاظ فیزیکی پدیده‌ای پیچیده است و فرموله کردن فرایندهای مختلف شکل‌دهی با روش‌های تحلیلی کلاسیک مستلزم انجام ساده‌سازی‌هایی در مورد شرایط مرزی، منطقه تغییر شکل و خواص و رفتار مواد است. اما با استفاده از روش‌های عددی اجزاء محدود می‌توان همه شرایط مسئله را بسیار نزدیک به واقعیت لحاظ نمود و جواب‌های مورد نظر را بدست آورد. در میان نرم افزارهای متعدد موجود برای مدل‌سازی، شبیه‌سازی و تحلیل فرایندهای شکل‌دهی، نرم افزار DEFORM3D دارای قابلیت‌های ویژه‌ای است که بخصوص آنرا برای تحلیل فرایندهای شکل‌دهی حجمی (Bulk forming processes) بسیار مناسب ساخته است. در واقع نرم افزار DEFORM3D محیطی مجازی را فراهم نموده است که مهندسان و طراحان و متخصصین می‌توانند فرایندهای شکل‌دهی فلزات را در آن شبیه‌سازی نموده و بخصوص در زمینه طراحی قالب و ابزار به سعی و خطا بپردازند و هزینه‌های تولید را به شدت کاهش دهند.

کانون اصلی توجه در کتاب حاضر فرایند فورج یا آهنگری است که یکی از فرایندهای پیچیده شکل‌دهی است. طراحی ابزار و قالب‌ها در این فرایند نیز همواره از مسائلی بوده است که چالش‌های فراوانی را پیش روی مهندسان و طراحان و متخصصین این زمینه قرار داده است، بطوریکه برای رسیدن به یک طرح مطلوب برای قالب‌های فورج نیاز به سعی و خطا در طراحی و ساخت و تست مجدد آنها است که به معنی افزایش هزینه‌های تولید است. نکته کلیدی در استفاده از نرم افزار DEFORM3D برای فرایندی مل فورج، اعمال کلیه شرایط مرزی، خواص و رفتار ماده، شرایط دمایی، مش‌بندی ساده هندسه قطعه کار و قالب و ابزار بصورت آسان و کاربر پسند است، بطوریکه بتوان همان عملیاتی را که سال‌ها مهندسان و متخصصین در کارگاه‌ها و کارخانه‌ها و شرکت‌های فورج انجام می‌دادند در محیط مجازی با سرعت و دقت بیشتر و هزینه بسیار کمتر انجام دهند و به نتایج بهتری نیز دست یابند. البته برای استفاده جامع‌تر از این کتاب علاوه بر انواع فرایندهای فورج، شبیه‌سازی فرایندهای دیگر شکل‌دهی از قبیل کشش، نورد، شکل‌دهی چرخشی و اکستروژن و نیز فرایند ماشینکاری در فصل‌های

مختلفی از کتاب ارائه شده‌اند. نگارش کتاب نیز به نحوی طراحی شده است که برای اشخاصی که آشنایی چندانی با نرم افزارهای اجزاء محدود ندارند، راهنمایی مناسب بصورت گام به گام ارائه شود. این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان سال آخر کارشناسی دوره‌های مهندسی، کارشناسی ارشد و دکتری و نیز مهندسان، طراحان و متخصصینی که در صنایع گوناگون به ویژه شکل‌دهی فلزات فعالیت می‌کنند، قرار گیرد.



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

فصل اول:

مروری بر نرم افزار Deform

نرم افزار Deform یک روش المان محدود (FEM) است که برای شبیه سازی و آنالیز فرایندهای گوناگون شکل دهی و عملیات حرارتی طراحی گردیده است. شبیه سازی کامپیوتری فرایندهای ساخت و تولید این امکان را برای مهندسين و طراحين فراهم می نماید که:

- ۱- نیاز به آزمایش کارگاهی هزینه بر و طراحی دوباره ابزار و فرایند را کاهش می دهد.
- ۲- بهبود طراحی قالب و ابزار به منظور کاهش هزینه های تولید و مواد خام.
- ۳- کاهش زمان تدارک برای معرفی محصولی جدید به بازار.

برخلاف کدهای المان محدود همه منظوره، Deform برای مدل کردن تغییر شکل مناسب می باشد و محیط گرافیکی کاربر پسند و سهولت آماده سازی اطلاعات و آنالیز آن به مهندسين کمک می کند که بیشتر بر روی مسئله شکل دهی متمرکز شوند و خود را درگیر سیستم طاقتهای کامپیوتری نکنند. یکی از ویژگی هایی که این نرم افزار را برای تحلیل تغییر شکل های بزرگ درخور استفاده کرده است سیستم مش بندی مجدد اتوماتیک است.

Deform-HT قابلیت مدل سازی فرایندهای عملیات حرارتی از قبیل: نرماله کردن، آنیل کردن، کونچ، بازپخت، پیرسازی و کربن دهی را به نرم افزار اضافه کرده است. Deform-HT همچنین قابلیت پیش بینی سختی، تنش های پسماند، تغییر شکل ناشی از کونچ نمودن و ویژگی های دیگر مکانیکی مربوط به عملیات حرارتی را دارد.

۱-۱- محصولات خانواده Deform

Deform-2D: قابلیت مدل سازی مسائل کرنش صفحه ای و یا مسائل متقارن محوری را به صورت دوبعدی داراست. بر روی سیستم عامل های UNIX و ویندوز NT/۲۰۰۰/X قابل نصب می باشد.

ضمیمه (۴): توضیحات دو منوی Control و Advanced / ۱۶

۳D-Deform: قابلیت مدل‌سازی مسائل پیچیده سه‌بعدی را که نمی‌توان به صورت دوبعدی در نظر گرفت را داراست و بر روی سیستم عامل‌های UNIX و ویندوز NT/۲۰۰۰/X قابل نصب می‌باشد.

PC-Deform: قابلیت مدل‌سازی مسائل دوبعدی کرنش صفحه‌ای و متقارن محوری را داراست و برای مسائل کوچک و متوسط (از نظر پیچیدگی) مناسب می‌باشد. و فقط بر روی کامپیوترهای شخصی با سیستم عامل ویندوز ۹۵، ۹۸ و یا NT/۲۰۰۰/X قابل نصب می‌باشد.

Pro PC-Deform: قابلیت مدل‌سازی مسائل دوبعدی را دارد و شامل بیشتر ویژگی‌های ۲D-Deform می‌باشد و فقط بر روی کامپیوترهای شخصی با سیستم عامل ویندوز ۹۵، ۹۸ و یا NT/۲۰۰۰/X قابل نصب می‌باشد.

HT-Deform: به صورت افزوده شدن به ۲D-Deform و ۳D-Deform قابل دسترس می‌باشد و علاوه بر قابلیت مدل‌سازی عملیات حرارتی می‌تواند تاپرهای عملیات حرارتی را از قبیل: سختی، کسر حجمی، ساختار فلزی، اعوجاج، تنش پسماند و مقدار کربن را شبیه‌سازی نماید.

۱-۲- قابلیت‌ها

تغییر شکل:

- ❖ مدل‌سازی تغییر شکل و انتقال حرارت به صورت همزمان برای شبیه‌سازی فرایند سرد، گرم و داغ (تمام محصولات Deform).
- ❖ پایگاه داده‌ای وسیع خواص مواد از قبیل: آلیاژهای فولاد، آلومینیم، تیتانیوم و سوپر آلیاژها (تمام محصولات Deform).
- ❖ قابلیت اضافه کردن داده‌های مربوط به خواص ماده که در پایگاه داده‌ای وجود ندارد (تمام محصولات Deform).
- ❖ اطلاعات درباره جریان ماده و پرشدن قالب، نیروی لازم برای اجرای فرایند، تنش وارده بر قالب، شکل‌گیری عیوب و شکست نرم را در اختیار کاربر قرار می‌دهد (تمام محصولات Deform).
- ❖ مدل ماده الاستیک-پلاستیک برای مسائل مربوط به محاسبه تنش پسماند و برگشت فنی (۳D, ۲D, Pro)
- ❖ مدل ماده متخلخل برای مدل‌سازی مسائل شکل‌دهی قطعات متالوژی پودر (۳D, ۲D, Pro)
- ❖ مدل‌سازی تجهیزات مربوط به فرایند شکل‌دهی مانند پرس‌های هیدرولیک، پیچی، مکانیکی و چکش‌ها (تمام محصولات Deform).
- ❖ سابروتین‌های قابل تعریف دلخواه برای مدل‌سازی ماده، مدل‌سازی پرس، مدل شکست و کارکردهای دیگر (۳D, ۲D).
- ❖ شبکه جریان (Pro, PC, ۲D) و ردیابی نقطه‌ای (تمام محصولات Deform) برای اطلاعات مربوط به جریان ماده.
- ❖ نمودارهای کانتوری از دما، کرنش، عیوب و... باع آسان شدن مشاهده این عوامل به صورت

گرافیکی می‌شود.

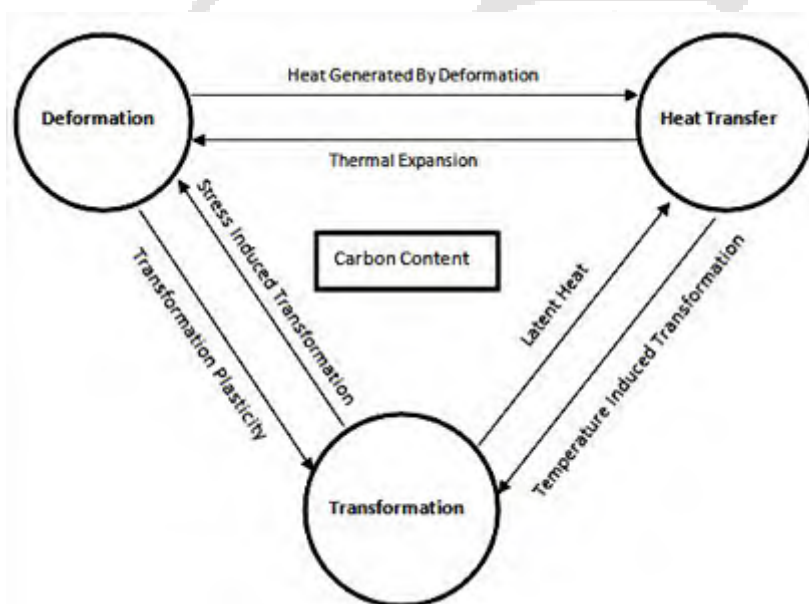
❖ شرط مرزی Self contact با قابلیت مش‌بندی مجدد علی‌رغم به وجود آمدن تاخوردگی، موجب ادامه یافتن شبیه‌سازی و کامل شدن آن می‌شود (۲D, Pro).

❖ قابلیت وجود اجسام تغییر شکل‌پذیر چندگانه این امکان را فراهم می‌سازد که همزمان با تحلیل قطعه‌کار، قالب‌ها نیز تحلیل شوند (۲D, Pro, ۳D).

❖ مدل‌های شکل‌گیری شکست و رشد ترک که براساس فاکتورهای مشهور، قابل مدلسازی می‌باشد این اجازه را به کاربر می‌دهد که برشکاری، سوراخکاری و ماشینکاری قابل مدلسازی باشند (۲D, ۳D).

عملیات حرارتی:

نرماله کردن، آنیل کردن، کونچ نمودن، بازپخت و کربن‌دهی را شبیه‌سازی می‌نماید.



شکل ۱-۱- رابطه بین قسمت‌های مختلف Deform

Deform قابلیت مدلسازی از متقابل بین تغییر شکل، دما و در مورد عملیات حرارتی، نفوذ و تبدیل فاز را داراست. همان‌طور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است اگر تمامی قسمت‌های نرم‌افزار نصب شده باشد، تایرهای متقابل از قبیل تولید حرارت بر اثر مکانیکی، نرم‌شدن حرارتی، استحاله کنترل‌شده دمایی، گرمای نهان تبدیل، پلاستیسیته تبدیل، کرنش تبدیل و تایرات تنش بر روی تایرات مقدار کربن قابل مدلسازی می‌باشد.

۱-۳- تحلیل فرایندهای ساخت و تولید با Deform

Deform قابلیت استفاده برای شبیه‌سازی فرایندهای شکل‌دهی ترمو- مکانیکال و عملیات حرارتی را

ضمیمه (۴): توضیحات دو منوی Advanced و Control / ۱۸

داراست. روش معمول در Deform به این قرار است که ابتدا هندسه و ماده قطعه کار تعیین شده و سپس هر فرایندی که مدنظر کاربر است شبیه‌سازی می‌شود. ترتیب توالی برای طراحی فرایند ساخت و تولید با استفاده از Deform به قرار زیر می‌باشد:

❖ فرایند را تعیین کنید

- هندسه قطعه نهایی
- جنس ماده
- ترتیب توالی ابزار
- هندسه بیلت اولیه
- دمای فرایند

❖ جمع‌آوری اطلاعات مورد احتیاج

- اطلاعات مربوط به جنس ماده
- اطلاعات شرایط

❖ با استفاده از Deform Pre-Processor مشخصات مسئله را برای اولین عملیات وارد کنید.

❖ اطلاعات وارده برای شبیه‌سازی را تأیید کنید.

❖ با استفاده از Deform Post-Processor نتایج را مورد ارزیابی قرار دهید.

❖ به ترتیب، مراحل Pre-Processor را برای شبیه‌سازی و ارزیابی هر عملیات در فرایند انجام دهید.

❖ اگر نتایج غیر قابل قبول هستند با استفاده از تجربه مهندسی و قضاوت، فرایند را اصلاح نموده و مراحل شبیه‌سازی را تکرار نمایید.

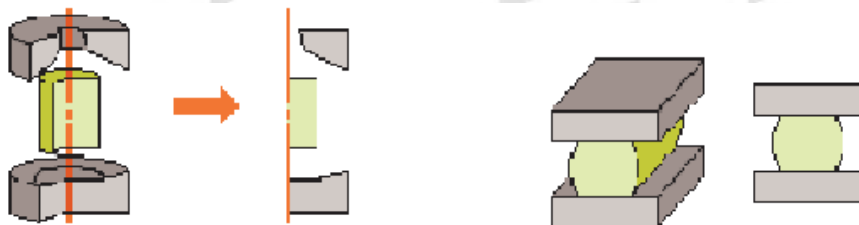
۱-۴- قبل از شروع کار با نرم‌افزار

قبل از آن که شما کار با نرم‌افزار Deform را شروع کنید، ابتدا مقداری وقت برای طراحی شبیه‌سازی بگذارید و ابتدا اطلاعاتی را که قصد دارید از شبیه‌سازی بدست بیاورید در نظر بگیرید و پرسش‌هایی را برای خود مطرح نمایید مثلاً آیا دما پارامتری مهم است؟ پرشدن قالب به چه صورت در عملیات نقش ایفا می‌کند؟ نیروی پرس مهم است؟ شکست قالب پیش می‌آید؟ احتمال کماتش وجود دارد؟ می‌توان مسئله را به صورت دوبعدی در نظر گرفت؟ داشتن یک هدف مشخص به شما کمک می‌کند که شبیه‌سازی را به نحوی طراحی کنید که به فرایند مورد نظر نزدیک‌تر باشد. طرح این مسائل به کاربر این امکان را می‌دهد که فرایند را به صورت قابل قبول تری مدلسازی نماید.

۱-۵- نمایش هندسه مسئله

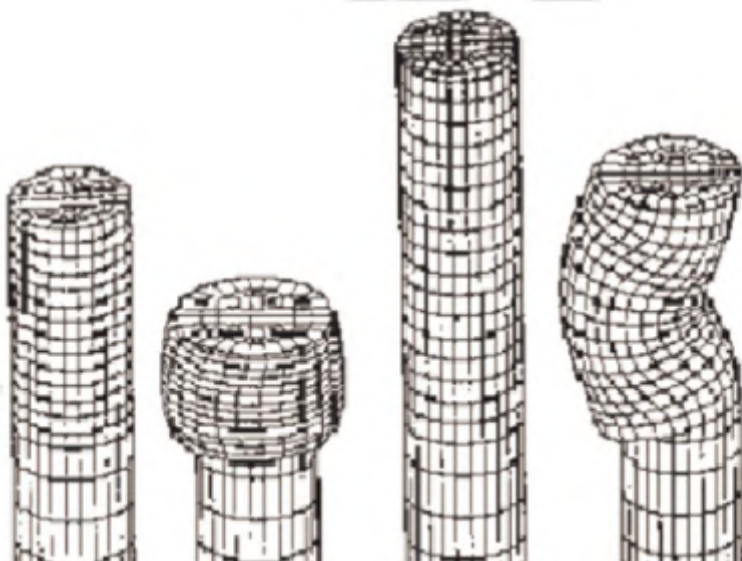
Deform قابلیت شبیه‌سازی مسائل را هم به صورت دوبعدی (۲D, Pro, PC) و هم به صورت سه بعدی (۳D) داراست. بطور معمول مسائل دوبعدی سریع‌تر و آسان‌تر از مسائل سه‌بعدی اجرا می‌شود و اگر مسئله‌ای را بتوان به صورت دوبعدی مدلسازی نمود، از نظر زمان حل، ارزش ندارد که آنرا به صورت سه‌بعدی تحلیل نمود.

دو نوع نمایش هندسه دوبعدی وجود دارد: متقارن محوری و کرنش مسطح. در هندسه متقارن محوری فرض می‌شود که تمام صفحاتی که از خط تقارن عبور می‌کنند با هم یکسان هستند و در هندسه کرنش مسطح باید ماده به خارج از صفحه سیلان ننماید. شکل ۱-۲ مالی از مدل‌های کرنش مسطح و متقارن محوری را نشان داده است. مسائلی را که به مدل‌های متقارن محوری و کرنش مسطح نزدیک هستند می‌توان با در نظر نگرفتن تغییرات جزئی، به صورت دوبعدی تحلیل نمود. به طور مثال اگر کله پیچ قسمت بحرانی نباشد شما می‌توانید پیچ کله شش‌گوش را به صورت یک مسئله متقارن محوری تحلیل نمایید و یک شعاع معادل را برای پیچ با توجه به ابعاد ماندن حجم تعیین نمایید. مالی دیگر در این رابطه پره توربین می‌باشد که می‌توان آنرا به صورت یک مسئله کرنش صفحه‌ای در چندین مقطع از آن مدل‌سازی نمود.



شکل ۱-۲- مال‌هایی از مسائل کرنش مسطح و متقارن محوری

کمانش قطعات استوانه‌ای را نمی‌توان به صورت یک مسئله متقارن محوری در نظر گرفت و حتماً باید به صورت یک مسئله سه‌بعدی آن را مدل‌سازی نمود. چون یک شبیه‌سازی متقارن محوری نمی‌تواند کمانش را نشان دهد، حتی اگر در عمل کمانش اتفاق بیفتد. این نکته حائز اهمیت است که مسائلی را نمی‌توان به صورت دوبعدی مدل‌سازی نمود و بایستی به صورت سه‌بعدی آنها را تحلیل نمود (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- کمانش