

طراحی و تحلیل توسط نرم افزار

ANSYS[®]

Workbench 2012

محمد اکبری

(دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سالار خواجه پور

(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز)

سید رشید دستوری

(مهندس مکانیک)

محمد علی کاظمی لاری

(دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)



سرشناسه : خواجه‌پور، سالار
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی و تحلیل توسط نرم افزار Workbench ANSYS / مولفین سالار خواجه‌پور، مهدی اکبری.
 مشخصات نشر : تهران: عابد، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ۴۳۲ ص.: مصور.
 شابک : 978-964-364-979-1
 موضوع : نرم‌افزار آنسیس
 موضوع : مهندسی -- داده‌پردازی
 شناسه افزوده : اکبری، مهدی، ۱۳۶۷ -
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ع ۱۹/الف/۲۲۵/ت۵ TA
 رده بندی دیویی : ۰۰۳۸۵۲۶/۶۲۰
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۵۱۲۳۳۳

طراحی و تحلیل توسط نرم‌افزار

ANSYS 2012 Workbench

نویسندگان:

محمد اکبری

سالار خواجه‌پور

سید رشید دستوری

محمد علی کاظمی لاری

صفحه آرا: ایمان عبدالله‌زاده

طرح روی جلد: نازک گرافیک

ناشر: عابد

شمارگان: ۲۱۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۰

چاپ و صحافی: طیف‌نگار

قیمت: ۸۰۰۰ تومان

مرکز پخش:

انتشارات عابد: تهران، خیابان کارگر شمالی، نرسیده به
 بلوار کشاورز، خیابان قدر، پلاک ۴، واحد ۱.

تلفن: ۶۶۵۶۷۶۲۶ - ۶۶۵۶۷۶۲۷



انتشارات عابد



از بین نرم افزارهای تحلیل، Ansys یکی از پیشگامان می باشد. ویژگی منحصر به فرد این نرم افزار گستره ی کاربرد آن در مدل سازی انواع مسائل متنوع می باشد. کار کردن با این نرم افزار در سطح پیشرفته و مدل کردن بسیاری از مسائل به تناسب جامع بودن آن نیازمند تخصص بالاست. پس از ارائه ی چندین نسخه از نرم افزار Ansys و سختی کار در مدل کردن بعضی از مسائل و کار با فایل های CAD، یک مازول با نام Workbench به این نرم افزار اضافه شد. این مازول قابلیت مدل سازی انواع شکل های پیچیده و تحلیل انواع مسائل را به صورت بسیار جالب و کاربر پسند فراهم کرده است و توانایی ارتباط با سایر نرم افزارهای CAD را در سطح بسیار گسترده دارا می باشد. بدین ترتیب مهندسان می توانند برای حل مسائل با توپولوژی بسیار پیچیده نیز از این نرم افزار استفاده کنند.

متأسفانه با وجود گذشت زمان زیاد از اضافه شدن این مازول هیچ کتابی به صورت جامع در این زمینه نوشته نشده بود. از این رو بر آن شدیم مجموعه ی حاضر را که مشتمل بر پنج فصل می باشد ارائه کنیم. فصل های این کتاب به ترتیب عبارتند از:

۱- مدل سازی: در این فصل کاربران می توانند با دسترسی به یک فضای طراحی با قابلیت بالا به طراحی قطعات مورد نیاز خود برای تحلیل بپردازند.

۲- تحلیل سازه های استاتیکی: این فضا دارای قابلیت بسیار بالا برای مش بندی قطعات، ایجاد تماس بین آنها، بارگذاری و... می باشد. بدین ترتیب کاربران به راحتی می توانند به تحلیل تنش قطعات بپردازند.

۳- دینامیک اجسام صلب: تحلیل دینامیک اجسام صلب در نرم افزار Ansys قابل اجرا نمی باشد و این قابلیت تنها در Workbench وجود دارد. این فصل شامل مثال های متنوع و کاربردی می باشد. این پردازشگر به تنهایی قابلیت تحلیل انواع مکانیزم ها را دارد و از لحاظ کاربرد با نرم افزارهایی نظیر Working Model و Adams قابل مقایسه می باشد.

۴- دینامیک اجسام انعطاف پذیر: انجام تحلیل های دینامیکی گذرا در این فصل توضیح داده شده است. این فصل شامل مثال های جالب و کاربردی می باشد.

۵- آنالیز مودال: این فصل شامل دو بخش آنالیز مودال و آنالیز اجسام دوار متقارن محوری (روتوردینامیک) است که هر دو بخش شامل مثال‌های جالب و صنعتی در زمینه‌ی آنالیز مودال می‌باشد.

لازم به ذکر است در تمامی فصول کاربر با نکات دیگر نظیر بهینه‌سازی و انجام آنالیزهای کوپل نیز آشنا می‌شود. کتاب دارای متن روان می‌باشد و برای آموزش مناسب، مثال‌ها به ترتیب از آسان به سخت چیده شده‌اند. در DVD همراه کتاب نرم‌افزار Ansys12 (32bit) و مثال‌های حل‌شده و فایل‌های مورد نیاز ارائه شده است.

به امید اینکه این کتاب مورد استفاده‌ی تمامی علاقه‌مندان و دانش‌پژوهان قرار گیرد. بی‌شک این کتاب خالی از ایراد و اشتباه نمی‌باشد. خواهشمندیم با ارائه‌ی انتقادات و پیشنهادات و طرح سوال‌های خود ما را در اصلاح و ارائه‌ی هر چه بهتر این کتاب یاری نمائید.

www.ansysworkbench.blogfa.com

akbari_uk@yahoo.com

skhajehpour@gmail.com

mech.eng.rd@gmail.com

mkazemilari@gmail.com





مدل سازی

فصل ۱

Chapter 1

- ۱-۱- ورود به نرم افزار Workbench ۳
- ۱-۱-۱- شناخت Analysis Systems ۳
- ۱-۱-۲- شناخت Component Systems ۴
- ۱-۱-۳- شناخت Custom Systems ۴
- ۱-۱-۴- شناخت Design Exploration ۵
- ۱-۲- فضای Design Modeler ۵
- ۱-۳- مدل سازی یک جسم سه بُعدی سوراخ دار ۸
- ۱-۴- آشنایی با دستورهای Sweep, Revolve, Thin / Surface, Blend, Chamfer ۱۴
- ۱-۴-۱- دستور Sweep (مثال اول) ۱۴
- ۱-۴-۲- دستور Sweep (مثال دوم) ۱۷
- ۱-۴-۳- دستور Revolve ۲۰
- ۱-۴-۴- دستورهای Thin/Surface و Skin/Loft ۲۶
- ۱-۵- مدل سازی یک جسم سه بُعدی ترکیبی ۳۰
- ۱-۶- آشنایی با Line Body ۳۶
- ۱-۷- آشنایی با Surface Body ۴۱
- ۱-۷-۱- آشنایی با Surface Body (مثال اول) ۴۱
- ۱-۷-۲- آشنایی با Surface Body (مثال دوم) ۴۳

۴۷.....	۱-۷-۳- آشنایی با Surface Body (مثال سوم)
۵۲.....	۱-۷-۴- آشنایی با Surface Body (مثال چهارم)
۵۶.....	۱-۸- طراحی شاتون
۶۸.....	۱-۹-۱- آشنایی با قسمت‌های مختلف محیط تعریف ماده
۷۰.....	۱-۹-۲- نحوه استفاده از مواد موجود در کتابخانه‌های نرم افزار
۷۱.....	۱-۹-۳- نحوه ویرایش مقادیر تعریف شده برای یک ماده
۷۱.....	۱-۹-۴- نحوه تعریف یک ماده با خصوصیات دلخواه
۷۳.....	۱-۹-۵- نحوه ذخیره کردن یک ماده و یا استفاده از یک ماده ذخیره شده

2

فصل ۲

تحلیل سازه‌های استاتیکی

۷۷.....	۲-۱- مقدمه
۷۷.....	۲-۲- آنالیز یک جعبه آلومینیومی تحت فشار
۷۸.....	۲-۲-۱- آماده‌سازی مدل
۸۰.....	۲-۲-۲- بارگذاری و اعمال شرایط تکیه‌گاهی
۸۴.....	۲-۲-۳- مش‌بندی
۸۵.....	۲-۲-۴- تعیین خروجی و حل مسئله
۸۶.....	۲-۲-۵- مشاهده نتایج
۸۸.....	۲-۳- آشنایی با انواع Contact
۸۸.....	۲-۳-۱- مقدمه
۸۸.....	۲-۳-۲- معرفی انواع Contact
۸۹.....	۲-۳-۴- نحوه ایجاد تماس و نکات مربوطه
۹۰.....	۲-۴-۱- انتخاب صحیح Contact و Target
۹۱.....	۲-۴-۲- انتخاب نوع Contact
۹۱.....	۲-۴-۳- انتخاب رفتار Contact
۹۲.....	۲-۴-۴- انتخاب نوع Formulation
۹۲.....	۲-۵- توضیحات تکمیلی

۹۲	۱-۵-۲- شرایط تکمیلی انتخاب Target و Contact
۹۳	۲-۵-۲- شرایط تکمیلی انتخاب نوع رفتار و Formulation
۹۴	۶-۲- آنالیز یک مجموعه مونتاژی
۹۵	۱-۶-۲- آماده‌سازی مدل
۹۵	۲-۶-۲- بررسی وضعیت مدل
۹۵	۳-۶-۲- مش بندی
۱۰۱	۴-۶-۲- ایجاد Contact
۱۰۲	۵-۶-۲- اعمال شرایط تکیه‌گاهی و بارگذاری
۱۰۴	۶-۶-۲- تعیین خروجی و حل مسئله
۱۰۵	۸-۶-۲- دریافت خروجی‌های جدید به وسیله تعریف متغیر
۱۰۸	۷-۲- آنالیز یک پمپ پروانه‌ای
۱۰۹	۱-۷-۲- آماده‌سازی مدل
۱۱۰	۲-۷-۲- ایجاد Contact
۱۱۱	۳-۷-۲- اعمال شرایط تکیه‌گاهی و بارگذاری
۱۱۳	۴-۷-۲- تعیین خروجی و حل مسئله
۱۱۵	۵-۷-۲- مشاهده نتایج
۱۱۶	۸-۲- آنالیز یک Flange با استفاده از خاصیت تقارن محوری
۱۱۷	۱-۸-۲- آماده‌سازی مدل
۱۱۹	۲-۸-۲- ایجاد Contact
۱۱۹	۳-۸-۲- اعمال شرایط تکیه‌گاهی و بارگذاری
۱۲۱	۴-۸-۲- تعیین خروجی و حل مسئله
۱۲۱	۵-۸-۲- مشاهده نتایج
۱۲۲	۹-۲- بکارگیری روش سعی و خطا برای کاهش بیشترین تنش در یک ورق فولادی سوراخدار
۱۲۳	۱-۹-۲- آماده‌سازی مدل جهت محاسبه تنش افقی ماکزیمم
۱۲۵	۲-۹-۲- مش بندی
۱۲۵	۳-۹-۲- بارگذاری
۱۲۶	۴-۹-۲- تعیین خروجی و حل مسئله
۱۲۷	۶-۹-۲- آماده‌سازی مدل جهت پیدا کردن مقادیر R و a

۱۳۱	۱۰-۲- آنالیز کماتش خطی
۱۳۶	۱۱-۲- آنالیز یک مجموعه مونتاژی دارای پیچ
۱۴۸	۱۲-۲- آنالیز مونتاژ یک O-ring بین سیلندر و پیستون
۱۴۹	۱-۱۲-۲- آماده سازی مدل
۱۵۱	۲-۱۲-۲- مش بندی
۱۵۳	۳-۱۲-۲- ایجاد Contact
۱۵۴	۴-۱۲-۲- تنظیمات حل
۱۵۵	۵-۱۲-۲- اعمال شرایط تکیه گاهی
۱۵۶	۶-۱۲-۲- تعیین خروجی
۱۵۷	۷-۱۲-۲- حل مسئله و مشاهده نتایج
۱۶۰	۱۳-۲- بررسی پدیده بازگشت فکری
۱۶۱	۱-۱۳-۲- آماده سازی مدل
۱۶۱	۲-۱۳-۲- بررسی وضعیت مدل
۱۶۲	۳-۱۳-۲- حل مسئله با شرایط الاستیک و مشاهده نتایج
۱۶۲	۴-۱۳-۲- رسم نمودار جابجایی- نیرو در شرایط الاستیک
۱۶۴	۵-۱۳-۲- آماده سازی مدل جهت حل با شرایط پلاستیک
۱۶۷	۶-۱۳-۲- حل مسئله با شرایط پلاستیک و مشاهده نتایج
۱۶۸	۷-۱۳-۲- رسم نمودار جابجایی- نیرو در شرایط پلاستیک
۱۶۹	۱۴-۲- آنالیز تماس دو Surface Body در حالت سه بُعدی
۱۷۰	۱-۱۴-۲- آماده سازی مدل
۱۷۰	۲-۱۴-۲- بررسی وضعیت مدل
۱۷۱	۳-۱۴-۲- ایجاد Contact
۱۷۴	۴-۱۴-۲- مش بندی
۱۷۵	۵-۱۴-۲- حل مسئله و مشاهده نتایج
۱۷۸	۶-۱۴-۲- تصحیح شرایط تماس های ایجاد شده
۱۸۲	۱۵-۲- بهینه سازی و طراحی مجدد یک قلاب
۱۸۳	۱-۱۵-۲- آماده سازی مدل
۱۸۵	۲-۱۵-۲- مش بندی

۱۸۶	۱۵-۳- اعمال شرایط تکیه‌گاهی و بارگذاری
۱۸۷	۱۵-۴- تعیین خروجی و حل مسئله
۱۸۹	۱۵-۵- تعیین متغیرهای خروجی جهت بهینه‌سازی
۱۹۰	۱۵-۶- آغاز فرآیند بهینه‌سازی
۱۹۳	۱۵-۷- بررسی نتایج و تأثیر پارامترهای ورودی روی پارامترهای خروجی
۱۹۷	۱۵-۸- تعیین بهترین نتیجه
۲۰۴	۱۵-۹- طراحی مجدد قلاب بر اساس نتایج حاصل از بهینه‌سازی
۲۰۵	۱۶-۲- شبیه‌سازی فرآیند شکل‌دهی Fullering
۲۱۲	۱۷-۲- آشنایی با محیط نرم افزار ANSYS
۲۱۳	۱۸-۲- شبیه‌سازی فرآیند شکل‌دهی Deep Drawing
۲۱۴	۱۸-۱- آماده‌سازی و بررسی وضعیت مدل
۲۱۵	۱۸-۲- حل مسئله و مشاهده نتایج
۲۱۶	۱۸-۳- ورود به نرم افزار Ansys Mechanical APDL
۲۱۷	۱۸-۴- مشاهده نتایج در نرم افزار Ansys Mechanical APDL
۲۲۰	۱۹-۲- شبیه‌سازی یک فرآیند ترموالاستیسیته
۲۲۱	۱۹-۱- آماده‌سازی مدل
۲۲۳	۱۹-۲- بارگذاری
۲۲۴	۱۹-۳- تعیین خروجی، حل مسئله و مشاهده نتایج

۲۳۱	۳-۱- مقدمه
۲۳۱	۳-۲- آشنایی با فضای کاری (MBD) Transient Structural
۲۳۲	۳-۳- آشنایی با مفصل‌ها (Joints)
۲۳۳	۳-۴- مونتاژ قطعات
۲۳۴	۳-۵- شبیه‌سازی و تحلیل مکانیزم یک پاندول ساده
۲۳۴	۳-۵-۱- ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن

۲۳۷	 Redundancy Analysis و Joint DOF Checker با استفاده از	۲-۵-۳
۲۳۸	 بارگذاری	۳-۵-۳
۲۳۸	 تعیین خروجی و حل مسئله	۴-۵-۳
۲۳۹	 مشاهده نتایج	۵-۵-۳
۲۳۹	 شبیه‌سازی حرکت یک سیستم دو درجه آزادی مقید	۶-۳
۲۴۷	 شبیه‌سازی حرکت لغزنده درون شیار	۷-۳
۲۴۸	 ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن	۱-۷-۳
۲۵۳	 Redundancy Analysis و Joint DOF Checker با استفاده از	۲-۷-۳
۲۵۴	 بارگذاری	۳-۷-۳
۲۵۵	 تعیین خروجی و حل مسئله	۴-۷-۳
۲۵۶	 شبیه‌سازی حرکت یک طوقه درون میله دایره‌ای شکل	۸-۳
۲۶۴	 Trunnion Mechanism حرکت	۹-۳
۲۶۴	 ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن	۱-۹-۳
۲۷۴	 بارگذاری	۳-۹-۳
۲۷۵	 تعیین خروجی و حل مسئله	۴-۹-۳
۲۷۶	 شبیه‌سازی مکانیزم یک لودر	۱۰-۳
۲۷۷	 آماده‌سازی مدل	۱-۱۰-۳
۲۸۰	 ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن	۲-۱۰-۳
۲۸۶	 Redundancy Analysis و Joint DOF Checker با استفاده از	۳-۱۰-۳
۲۸۷	 بارگذاری	۴-۱۰-۳
۲۹۰	 تعیین خروجی و حل مسئله	۵-۱۰-۳

۲۹۷	 مقدمه	۱-۴
۲۹۷	 بررسی تنشهای ایجاد شده در اعضای مکانیزم Crank-Slot	۲-۴
۲۹۷	 آماده‌سازی مدل	۱-۲-۴

۲۹۹	۲-۲-۴- ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن
۳۰۳	۳-۲-۴- حذف قیود اضافی با استفاده از Joint DOF Checker و Redundancy Analysis
۳۰۴	۴-۲-۴- مش بندی
۳۰۴	۵-۲-۴- بارگذاری و حل مسئله
۳۰۶	۶-۲-۴- تعیین خروجی و مشاهده نتایج
۳۰۸	۳-۴- مدل سازی یک سیستم دو درجه آزادی با شرایط اولیه مختلف
۳۰۸	۱-۳-۴- آماده سازی مدل
۳۰۸	۲-۳-۴- ایجاد مفاصل و مونتاژ کردن
۳۱۳	۳-۳-۴- بارگذاری، تعیین خروجی و حل مسئله
۳۱۹	۴-۴- بررسی پاسخ تیر فولادی به نامیزانی جرمی
۳۲۷	۵-۴- بررسی ارتعاشات یک ورق تحت تحریک پایه
۳۲۸	۱-۵-۴- آماده سازی مدل برای حالت اول
۳۲۸	۲-۵-۴- ایجاد مفاصل
۳۳۰	۳-۵-۴- بارگذاری برای حالت اول
۳۳۲	۴-۵-۴- تعیین خروجی برای حالت اول و حل مسئله
۳۳۴	۵-۵-۴- آماده سازی مدل برای حالت دوم
۳۳۵	۶-۵-۴- بارگذاری و دریافت خروجی برای حالت دوم
۳۳۸	۷-۵-۴- دریافت خروجی در پردازشگر Mechanical APDL (Ansys)
۳۴۰	۶-۴- شبیه سازی مکانیزم ارباب فرود هواپیما و بررسی تنش های بوجود آمده در آن
۳۴۹	۷-۴- تحلیل تنش بازوی اصلی (Boom) یک لودر

۳۵۷	۱-۵- مقدمه
۳۵۷	بخش اول) آنالیز مودال
۳۵۷	۲-۵- آنالیز مودال یک سیستم دو درجه آزادی
۳۶۲	۳-۵- مینیم کردن اولین فرکانس طبیعی یک ورق سوراخ دار

۳۶۳	۱-۳-۵- تعیین متغیرهای ورودی.....
۳۶۳	۲-۳-۵- مدل سازی.....
۳۶۴	۳-۳-۵- مش بندی.....
۳۶۵	۴-۳-۵- اعمال قیود تکیه گاهی و حل مسئله.....
۳۶۶	۵-۳-۵- دریافت فرکانس های محاسبه شده.....
۳۶۶	۶-۳-۵- تعیین متغیر خروجی.....
۳۶۷	۷-۳-۵- آغاز فرایند بهینه سازی.....
۳۶۷	۸-۳-۵- تعیین محدوده تغییرات پارامترهای ورودی.....
۳۶۹	۹-۳-۵- مشاهده تأثیر پارامترهای ورودی روی خروجی مسئله.....
۳۷۵	۱-۳-۵- استفاده از پردازشگر Goal Driven Optimization برای بدست آوردن مقادیر بهینه.....
۳۷۸	۴-۵- بررسی اثر پیش تنش (Pre-Stress) روی فرکانس های طبیعی یک میله تحت کشش.....
۳۷۸	۱-۴-۵- مقدمه.....
۳۷۸	۲-۴-۵- مدلسازی.....
۳۷۹	۳-۴-۵- بررسی تماس های مورد نیاز.....
۳۷۹	۴-۴-۵- مش بندی.....
۳۸۰	۵-۴-۵- قیدگذاری، بارگذاری و حل مسئله.....
۳۸۱	۶-۴-۵- بررسی اثر پیش تنش.....
۳۸۲	بخش دوم) روتوردینامیک (Rotordynamic).....
۳۸۲	۵-۵- مقدمه.....
۳۸۳	۶-۵- آنالیز مودال یک دیسک دوار.....
۳۸۳	۱-۶-۵- مدل سازی.....
۳۸۴	۲-۶-۵- مش بندی.....
۳۸۶	۳-۶-۵- قیدگذاری.....
۳۸۶	۴-۶-۵- بارگذاری و حل.....
۳۸۸	۵-۶-۵- مشاهده نتایج.....
۳۹۰	۶-۶-۵- رسم Campbell Diagram.....
۳۹۴	۷-۵- آنالیز مودال یک تیر چرخان با استفاده از نرم افزار ANSYS.....
۳۹۴	۱-۷-۵- انتخاب المان.....

۳۹۶	۵-۷-۲- تعیین ثوابت حقیقی المان
۳۹۷	۵-۷-۳- تعیین رفتار و خواص مواد
۳۹۸	۵-۷-۴- ایجاد گره‌ها
۳۹۹	۵-۷-۵- ایجاد المان بین گره‌ها
۴۰۰	۵-۷-۶- مشاهده لیست گره‌ها و المان‌ها
۴۰۰	۵-۷-۷- قیدگذاری
۴۰۲	۵-۷-۸- انتخاب نوع آنالیز و تنظیمات حل
۴۰۳	۵-۷-۹- فعال کردن اثر ماتریس زیروسکوپی
۴۰۳	۵-۷-۱۰- بارگذاری و حل
۴۰۳	۵-۷-۱۱- دریافت فرکانس‌ها
۴۰۵	۵-۷-۱۲- مشاهده نمودار Orbit
۴۰۶	۵-۷-۱۳- رسم Campbell Diagram
۴۰۸	۵-۸-۱- آنالیز مودال یک سیستم Rotor-Bearing
۴۰۹	۵-۸-۱- آماده‌سازی مدل
۴۱۰	۵-۸-۲- مش بندی
۴۱۰	۵-۸-۳- ایجاد یاتاقان‌ها
۴۱۲	۵-۸-۴- ایجاد جرم متمرکز
۴۱۳	۵-۸-۵- وارد کردن مقادیر Stiffness و Damping مربوط به یاتاقان‌ها
۴۱۳	۵-۸-۶- تنظیمات و حل مسئله
۴۱۴	۵-۸-۷- تعیین خروجی و مشاهده نتایج
۴۱۵	۵-۹- تمرین
۴۱۶	منابع