

کتاب تخصصی یاتاقان

تألیف:

مرتضی راهی

و گروه نویسندگان

www.ketab.ir

سرشناسه: راهی، مرتضی، ۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدیدآور: کتاب تخصصی یاتاقان / تألیف مرتضی راهی و گروه نویسندگان.
مشخصات نشر: تهران: تکدرخت، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۲۶۴ ص. : مصور، جدول.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۵۵۹-۸۰-۴
ویرایش: اولدار محمدزاده صدیق
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: یاتاقان ها
موضوع: ریخته گری
رده بندی کنگره: ۱۳۸۹ ک ۲ / ۱۰۶۱ / ۲
رده بندی دیویی: ۶۲۱ / ۸۲۲
شماره کتابشناسی ملی: ۱۳۳۶۹۹۸



انتشارات
تکدرخت

کتاب تخصصی یاتاقان

تألیف: مرتضی راهی و گروه نویسندگان:

(مختار راهی، هاشم شیرزاد، امیر اسماعیلی، سید مهدی یگانه پرست)

ویرایش متن: اولدار محمدزاده صدیق

تهیه و تنظیم: کارخانه یاتاقان سازی SDF

سال نشر: ۱۳۸۹ - محل نشر: تهران - شمارگان: ۲۰۰۰ - نوبت چاپ: اول

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۵۵۹-۸۰-۴

نشر تکدرخت: تهران، ص. پ: ۵۸۳۸ - ۱۴۱۵۵

تلفن: ۵۵۴۱۰۷۱۹ - ۰۹۱۲۷۰۴۵۹۱۳

پیشگفتار

طراحی مهندسی

برای این که یک طرح، به محصول تبدیل شود ابتدا این طرح با مفاهیم ساده‌تر و کلی‌تر به ذهن شخص خطور می‌کند. جهت پیاده سازی طرح برای فرآیند تولید، به صورت دستی و ابتدایی روی کاغذ می‌آید و با پرورش طرح مبتدی و شاخ و برگ دادن به همی جوانب آن و با استفاده از اطلاعات فنی موجود و استانداردهای ویژه‌ی یک طرح که بایستی همی آن‌ها را داشته باشد توسعه می‌یابد و طی عملیات پروسه‌ی تولید به محصول تبدیل می‌شود.

در قدیم، طرح نهایی به صورت دوبعدی یا نقاشی مورد استفاده قرار می‌گرفت. با توجه به توسعه و پیشرفت علم، این عمل به صورت استاندارد شده روی کاغذ انجام می‌شد. بعدها بنا به ضرورت و برای راحتی انجام کار و سریع‌تر شدن کارها با استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهایی که ابزار مخصوص آن علم است به صورت دقیق و داده‌های فنی روی کاغذ چاپ شد. مانند نرم‌افزار «اتو کد» که بیشتر برای کارهای نقشه کشی عمومی کاربرد دارد.

در واقع زبان مشترکی به نام استاندارد بوجود آمده و طرح‌ها را به صورت مهندسی، با اصول و تجربیات به دست آمده در آن شاخه مطرح کرده است و طرح‌ها با توجه به علائم و ویژگی‌های خاص خود نمود پیدا کرده است. علاوه بر این به صورت پیشرفته‌تر تحت اعمال شرایط محیطی و کاری، به

صورت مجازی، آنالیز نرم افزاری نیز می‌گردد. این آنالیزها در صنعت و تولید ممکن است آنالیز شکل ظاهری، آنالیز مواد، آنالیز استاتیکی، آنالیز دینامیکی، آنالیز ارتعاشی و... باشد که می‌تواند برای مدل‌های سطحی، سیمی (wireframe) و حجمی در مختصات دو بعدی یا سه بعدی به کار رود.

در روش قدیمی و مبتدی، ابتدا یک محصول تولید می‌شد و سپس با استفاده از کارکرد صحیح آن به این نتیجه می‌رسیدند که محصول کاراست. بعدها با پیشرفت و توسعه‌ی این روندها به این نتیجه رسیدند محصولی که ساخته می‌شود قبل از کاربرد لازم است تحت ابزار آلات خاصی که شرایط محیطی و کاری در آن‌ها فراهم شده است، تست گردد که در اصطلاح امروزی و پیشرفته‌تر، کنترل کیفیت (Quality Control) نامیده می‌شود. بعدها این ابزار آلات از حالت مکانیکی به حالت مکانیکی برقی، مکانیکی هیدرولیکی، مکانیکی پنوماتیکی، مکانیکی دیجیتالی، لیزری و... - نسبت به حساسیت و نوع محصولی که می‌خواهد ساخته شود- مورد استفاده قرار می‌گرفتند. البته بشر از تجربیات خود قبل از ساخت یک محصول مشابه استفاده می‌کرد، تا محصول در هنگام کنترل به صورت تایید شده درآید و پروسه‌ی تولید انبوه آن صورت پذیرد. با توجه به استانداردهای بوجود آمده، امروزه بیشتر شرکت‌های تولیدی و صنعتی از این روش استفاده می‌کنند و واحدی به نام واحد کنترل کیفیت دارند و این حالت بیشتر حالت سنتی دارد.

در حالت پیشرفته‌تر تجربیات پیشین و حال، به عنوان داده‌های نرم افزاری جمع گردیده‌اند که روز به روز سیر تکاملی خود را طی می‌کنند. در نتیجه کارها سریع‌تر، با ضریب اطمینان بالا آنالیز می‌شوند. واحد تکمیل کننده‌ی فنی محصول، واحد فنی- مهندسی و واحد طراحی محصول که به عنوان قلب تپنده‌ی شرکت، سیر تکاملی و توسعه‌ی شرکت را تأمین و بقاء آن را تثبیت می‌کند، نقش مهم و بسزایی در تأیید شدن محصول از لحاظ فنی و کنترل دارد.

کارخانه‌ی **SDFR** نیز نسبت به مسایل آنالیز محصول طراحی شده، احساس نیاز کرده و از سال‌ها قبل توسط مهندسين مجرب خود در این زمینه به تحقیق و مطالعه پرداخته و به دنبال علوم به روز صنعت یاتاقان در دنیا بوده است. باتوجه به همه‌ی این جوانب، می‌توان به نرم افزار CATIA اشاره کرد. تمام کارهای مدلسازی 3D، نقشه‌کشی، قالبسازی، آنالیز توسط این نرم افزار در واحد فنی و مهندسی صورت می‌پذیرد. در شکل زیر نیز نمونه‌ی آنالیز پایه‌ی یاتاقان LOER به عنوان مثال آورده شده است. هدف از ساخت یاتاقان با کیفیت بالا، عمر و دوام بالای آن است تا زمان پرت و توقف تولید چرخ‌های صنعتی کاهش یابد و در نتیجه کشوری مستقل داشته باشیم.

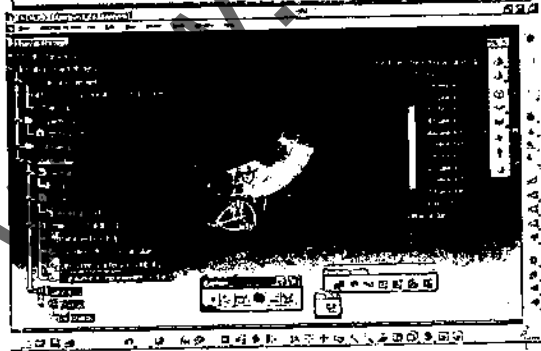
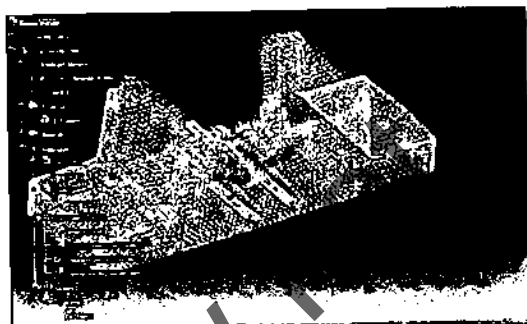
هدف ما رضایتمندی مشتری است.

Von Mises stress (nodal values), 1,2

N_m2

4.6e+003
4.14e+003
3.68e+003
3.22e+003
2.76e+003
2.3e+003
1.84e+003
1.38e+003
9.2e+002
4.61e+002
7.9e+001

On Boundary



مقدمه

پیشرفت سریع علوم و نیاز جوامع بشری به حرکت همزمان با آن، باعث شده است که منابع و مراجع مناسب، کامل، به روز و با کاربری آسان، همواره در نحوه توجه خاصی از سوی کاربران باشند. جداول استاندارد مهندسی در هر زمینه‌ای، از جمله مراجعی است که همواره مورد استفاده طراحان و مهندسان است. این جداول به هر میزانی که کاملتر و دارای کاربری آسانتری باشند، کارایی بهتر و بالاتری خواهند داشت و بالطبع بازدهی طرح مربوطه را افزایش می‌دهند. جداول استاندارد طراحی در هر زمینه‌ای، اصطلاحات و علامت‌های خاصی دارند که فقط در کتب مرجع مربوط به خودشان می‌توان تعبیر و تعریفشان را یافت. اغلب، کتب و مراجع آکادمیکی که حاوی این اطلاعات هستند به قدری مفصل‌اند که خواندن و مطالعه‌ی آن‌ها در محیط‌های غیر آکادمیک، خارج از حوصله بوده و به همین دلیل در اغلب موارد کاربردی به آن‌ها مراجعه نمی‌شود. حال اگر مجموعه‌ای در دسترس باشد که اطلاعات لازم و اصطلاحات مورد نیاز را به طور کامل و کاربردی در اختیار خواننده قرار دهد، به طور یقین بسیار مطلوب خواهد بود.

مجموعه‌ای که پیش رو دارید با همین رویکرد و با توجه به احساس کمبود یک منبع داخلی، کامل و کاربردی در میان صنایع کشور در ارتباط با

اطلاعات و جداول مهندسی یاتاقان‌ها و متعلقاتشان، با همت و تلاش واحد فنی مهندسی کارخانه یاتاقان‌سازی **SDFR** تهیه و تنظیم شده است. دیدگاه اصلی در تهیه‌ی این مجموعه بر مبنای کامل بودن، کاربردی بودن و استفاده‌ی آسان از آن می‌باشد. در این مجموعه سعی شده است که مطالب ذکر شده و پیوستگی آن‌ها به گونه‌ای باشد که خواننده را از مطالعه‌ی مراجع دیگر تا حد زیادی بی‌نیاز کرده و تمامی مسائل کاربردی و مورد نیاز را به ساده‌ترین شکل ارائه دهد.

با تمامی تلاش‌های صورت گرفته برای رفع نواقص احتمالی، به طور قطع این مجموعه نیز دارای اشکالاتی است که از صاحب‌نظران و خوانندگان گرامی تقاضا می‌شود، با نظرات سازنده‌ی خود ما را در اصلاح و تکمیل بیشتر این مجموعه یاری رسانند.

در پایان نیز بر خود لازم می‌دانیم که از تمامی عزیزانی که در تهیه‌ی این مجموعه با این واحد همکاری داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی کنیم.

SDFR کارخانه‌ی یاتاقان‌سازی

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۳
مقدمه.....	۷
فصل اول. مقدمه‌ای بر صنعت ریخته‌گری فلزات.....	۱۹
بخش الف. تاریخچه‌ی ریخته‌گری و مدل‌سازی.....	۲۰
۱-۱. مقدمه و تاریخچه.....	۲۰
بخش ب. ریخته‌گری فلزات.....	۲۳
۲-۱. انواع روش‌های ریخته‌گری فلزات از نظر تولید.....	۲۳
۱-۲-۱. مراحل ریخته‌گری به روش ستی.....	۲۳
۳-۱. انواع مدل.....	۲۴
الف. مدل‌های دائمی.....	۲۴
ب. مدل‌های (یک بار مصرف) ذوب شونده.....	۲۵
ج. دسته بندی سایر مدل‌ها.....	۲۶
۴-۱. ماهیچه.....	۲۶
۱-۴-۱. ماهیچه داخل.....	۲۷
۱-۴-۲. ماهیچه خارج.....	۲۷
۳- ماهیچه سقفی.....	۲۸
۱-۵. انواع ماسه.....	۲۹
الف - ماسه‌ی طبیعی.....	۲۹
ب- ماسه‌ی مصنوعی.....	۲۹
۱-۶. انواع ماسه (از نظر شکل ظاهری).....	۳۰
الف - ماسه‌های گرد.....	۳۰

۱۰..... فهرست

۳۰..... ب - ماسه‌های شبه گرد

۳۰..... ج - ماسه‌های گوشه دار

۳۰..... د - ماسه‌های مخلوط

۳۱..... ۷-۱. انواع ماسه (از نظر ترکیب شیمیایی)

۳۱..... الف - ماسه‌ی سیلیسی (SiO_2)

۳۲..... ب - ماسه‌ی چراغی

۳۲..... د - ماسه‌ی زیرکونیوم ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$)

۳۳..... هـ - ماسه‌ی الوینی (سیلیکات‌های مضاعف آهن و منیزیم $(\text{Mg.Fe})_2\text{SiO}_2$)

۳۳..... و - ماسه کرومیتی ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$)

۳۳..... ز - ماسه‌ی شاموتی ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)

۳۴..... ۸-۱. خواص عمومی ماسه‌ی ریخته‌گری

۳۵..... ۹-۱. ریخته‌گری با ماسه

۳۹..... ۱۰-۱. کوره

۳۹..... کوره‌های تشعشعی از نوع کوره‌های دوار

۴۱..... کوره‌های القایی

۵۲..... ۱۱-۱. چدن

۵۳..... قابلیت چدن‌ها نسبت با سایر آلیاژ

۵۴..... انواع چدن

۵۴..... انواع چدن معمولی در صنعت ریخته‌گری

۵۸..... انواع چدن مخصوص

فصل دوم. یا تا قان‌ها و انواع محفظه (پوسته)ی نگهدارنده‌ی برینگ ... ۶۱

بخش الف. مقدمه و تاریخچه ۶۲

۶۲..... ۱-۲. مقدمه

کتاب تخصصی یاتاقان.....	۱۱
۲-۲. مقدمه و تاریخچه کارخانهی SDF.....	۶۳
۲-۳. انواع یاتاقان و کاربردها.....	۶۸
تعریف یاتاقان.....	۶۸
بخش ب. یاتاقان‌های لغزشی.....	۷۰
۲-۴. مزایای یاتاقان‌های لغزشی.....	۷۰
۲-۵. معایب یاتاقان‌های لغزشی.....	۷۰
۲-۶. تقسیم‌بندی یاتاقان‌های لغزشی.....	۷۱
۱- تقسیم‌بندی از لحاظ نوع نیروی وارده.....	۷۱
۲- تقسیم‌بندی از نظر کامل بودن پوش نگهدارنده (در یاتاقان ژورنال).....	۷۲
۳- تقسیم‌بندی از لحاظ شکل هندسی پوش نگهدارنده (برای ژورنال) و کفشک (برای کفگرد).....	۷۳
۲-۷. ساختمان یاتاقان‌های ژورنال.....	۷۶
۲-۸. اساس طراحی یاتاقان‌های ژورنال.....	۷۸
تغییر شکل پوسته‌ی یاتاقان.....	۷۹
ناهمراستایی.....	۸۰
لقی در یاتاقان ژورنال.....	۸۰
لقی با در نظر گرفتن دما.....	۸۰
تحمل فشار وارده به یاتاقان ژورنال.....	۸۱
خاصیت میراکنندگی یاتاقان ژورنال.....	۸۱
۲-۹. روان‌کاری.....	۸۱
حداقل ضخامت فیلم روغن مورد نیاز.....	۸۲
انواع روان‌کاری.....	۸۳
وضعیت روغن در حال کار.....	۸۵

۱۳۴	۲-۲۱. محفظه نگهدارنده ی برینگ (پوسته یاتاقان).....
۱۳۷	۲-۲۲. روانکاری.....
۱۴۰	۲-۲۳. دوباره پر کردن گریس.....
۱۴۱	۲-۲۴. بررسی مجموعه یاتاقان.....
۱۴۱	۲-۲۴-۱. مونتاژ محفظه انواع Flange و pillow block.....
۱۴۶	۲-۲۴-۲. مونتاژ مجموعه یاتاقان روی شافت.....
۱۵۳	۲-۲۴-۳. مونتاژ پوش تطبیقی.....
۱۵۶	۲-۲۴-۴. مونتاژ کاور رزینی.....
۱۵۶	۲-۲۴-۵. تست های راه اندازی.....
۱۵۷	۲-۲۵. بازرسی کردن در طول عملیات و کارکرد مجموعه یاتاقان.....
۱۵۸	بخش و. جدول راهنمای پوسته یاتاقان ها.....
۱۵۹	جدول داده ها.....
۱۶۵	فصل سوم. انواع برینگ ها.....
۱۶۶	بخش الف. تاریخچه و مقدمه ی برینگ.....
۱۶۶	۳-۱. تاریخچه.....
۱۶۸	۳-۲. انواع بلبرینگ ها.....
۱۷۰	۵. بلبرینگ کف گرد تماس زاویه ای.....
۱۷۱	۳-۳. انواع رولر برینگ ها.....
۱۸۱	۳-۴. انواع قفسه و رولرهای سوزنی.....
۱۸۳	۳-۵. اجزاء متعلقه ی بلبرینگ و رولربرینگ و کف گردها.....
۱۸۵	۳-۶. جنس برینگ ها.....
۱۸۶	جنس رینگ ها و اجزای غلتنده.....
۱۸۸	جنس قفسه.....

کتاب تخصصی یاتاقان ۱۵

۷-۳. شماره گذاری ۱۹۴

۸-۳. پیشوندها و پسوندها در شماره‌ی فنی ۱۹۷

پیشوندها ۱۹۷

پسوندها ۱۹۸

۹-۳. اصلی‌ترین معیارهای انتخاب نوع برینگ ۲۱۱

۱- فضای موجود ۲۱۱

۲- میزان بار (نیرو) ۲۱۲

۳- نوع بار ۲۱۲

۴- راستای بار ۲۱۲

۵- دقت کارکرد ۲۱۲

۶- سرعت کارکرد ۲۱۲

۷- اندازه‌ی قطر شافت ۲۱۳

۸- میزان آلودگی محیط کارکرد ۲۱۳

۹- میزان دمای محیط کارکرد ۲۱۳

۱۰- میزان ارتعاش محیط کارکرد ۲۱۳

۱۱- میزان ناهمراستایی ۲۱۴

۱۲- عوامل دیگر ۲۱۴

۱۰-۳. برخی اصطلاحات یاتاقان‌های غلتشی ۲۱۴

بار دینامیکی ۲۱۴

بار استاتیکی ۲۱۴

بار استاتیکی معادل ۲۱۴

بار دینامیکی معادل ۲۱۵

بار استاتیکی مینا ۲۱۵

۲۱۵	بار دینامیکی مینا
۲۱۵	بار حداقل لازم
۲۱۶	بار متغیر
۲۱۶	۱۱-۳. عمر برینگ
۲۱۶	۱۱-۳. ۱. طول عمر مینا
۲۱۷	۱۱-۳. ۲. بار خستگی
۲۱۷	۱۱-۳. ۳. سرعت مینا
۲۱۷	۱۱-۳. انتخاب نوع یاتاقان
۲۱۷	۱۱-۳. ۱. مشخصات یاتاقان ها
۲۱۸	۱۱-۳. ۲. رابطه بین نیروی وارد بر یاتاقان با عمر یاتاقان
۲۱۹	۱۱-۳. ۳. انتخاب شماره یاتاقان
۲۲۲	۱۳-۳. روان کاری یاتاقان غلتشی
۲۲۳	۱۳-۳. ۱. گریسکاری
۲۲۴	۱۳-۳. ۲. گریس های روان کار
۲۲۴	۱۳-۳. ۳. ساختمان گریس
۲۲۵	۱۳-۳. ۴. ویسکوزیته ی روغن پایه
۲۲۶	۱۳-۳. ۵. سفتی
۲۲۶	۱۳-۳. ۶. محدوده ی دمایی کارکرد گریس
۲۲۶	۱۳-۳. ۷. حفاظت در مقابل خوردگی، واکنش نسبت به آب
۲۲۷	۱۳-۳. ۸. مقاومت در برابر فشار
۲۲۷	۱۳-۳. ۹. قابلیت امتزاج گریس ها با یکدیگر
۲۲۷	۱۳-۳. ۱۰. گریسکاری مجدد
۲۲۸	۱۳-۳. ۱۱. حفظ مقدار مناسب گریس
۲۲۸	۱۳-۳. ۱۲. مزایای گریس

کتاب تخصصی یاتاقان ۱۷

۲۲۸ ۳-۱۳-۱۳. معایب گریس کاری

۲۲۹ ۳-۱۳-۱۴. روغنکاری

۲۲۹ ۳-۱۳-۱۵. روش های روغنکاری

۲۳۰ ۳-۱۳-۱۶. روغن های روان کار

۲۳۰ ۳-۱۳-۱۷. انتخاب روغن روان کار

۲۳۱ ۳-۱۳-۱۸. تمویض روغن

۲۳۱ ۳-۱۳-۱۹. مزایای عمده ی روانکاری با روغن

۲۳۲ ۳-۱۳-۲۰. معایب روغن

۲۳۳ بخش ب. بوش تطبیقی و اجزای متعلقه

۲۳۳ ۳-۱۴. بوش تطبیقی

۲۳۹ فصل چهارم. نصب، نگهداری و تعمیر یاتاقان ها

۲۴۰ بخش الف. آرایش ها

۲۴۰ ۴-۱. انواع آرایش

۲۴۰ ۴-۱-۱. انواع آرایش شافت و برینگ

۲۴۵ ۴-۱-۲. آرایش یاتاقان (برینگ) و محفظه

۲۴۷ ۴-۲. جازدن (نصب) و درآوردن برینگ

۲۴۷ ۴-۲-۱. آماده سازی برای جازدن

۲۴۸ ۴-۲-۲. جازدن

۲۵۹ بخش ب. شرایط نگهداری و تعمیر یاتاقان در هنگام کار

۲۵۹ ۴-۳. علل خرابی یاتاقان ها

۲۵۹ ۴-۳-۱. داغ شدن یاتاقان

۲۶۰ ۴-۳-۲. خرابی ناشی از جازدن

۲۶۱ ۴-۳-۳. روانکاری ضعیف

۲۶۱ ۴-۳-۴. خستگی

۱۸ فهرست

۲۶۲	۴-۳-۵. عدم همراهی محوری
۲۶۳	۴-۳-۶. آلودگی
۲۶۴	۴-۳-۷. عبور جریان الکتریسته
۲۶۴	۴-۳-۸. خوردگی در سطح یاتاقان
۲۶۵	۴-۴. اثرات خرابی یاتاقان‌ها
۲۶۵	۴-۴-۱. سرو صدای زیاد یاتاقان‌ها
۲۶۶	۴-۴-۲. لرزش و ایجاد ارتعاش
۲۶۶	۴-۴-۳. سخت چرخیدن محور
۲۶۶	۴-۵. بازرسی و تمیز کردن برینگ
۲۶۷	۴-۶. نکات ایمنی برای نگهداری برینگ
۲۷۱	۴-۷. نکات مورد توجه در خرید برینگ‌ها
۲۷۱	۴-۷-۱. چرخه‌ی عمر برینگ
۲۷۵	فصل پنجم. ضمانت
۲۷۷	۵-۱. جداول انطباقات
۲۸۰	۵-۲. جداول تبدیل واحدها
۳۰۰	۵-۳. خلاصه‌ی مجموعه لغات تخصصی
۳۱۱	کلام آخر