

تقدیم به پسرم آتین

هیدرولیک صنعتی بیرفنه و کنترل‌های هیدرولیکی

ترجمه از ویرایش هفتم کتاب آلمانی

مؤلف: Thomas Krist

مترجم: مهندس حسین بیرانوند

نشر طراح

کریست، توماس، ۱۹۱۰ - م Krist, Thomas

هیدرولیک صنعتی پیشرفته و کنترل‌های هیدرولیکی / مؤلف]

توماس کریست؛ مترجم حسین بیرانوند - تهران : طراح، ۱۳۸۵.

VII، ۲۳۶ ص. : مصور، جدول، نمودار.

ISBN 964-7089-83-X

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.

Hydraulik Fluidtechnik عنوان به آلمانی :

۱. ماشین‌آلات هیدرولیک. ۲. هیدرولیک. الف. بیرانوند، حسین.

۱۳۴۵ - مترجم. ب. عنوان.

۶۲۱/۲ TJ ۸۲۰/۵۴۰۹

۱۳۸۵

۸۴-۴۷۵۰۹ م

کتابخانه ملی ایران

شابک X - ۸۳ - ۷۰۸۹ - ۹۶۴
ISBN 964 - 7089 - 83 - X



نشر طراح

• نام کتاب : هیدرولیک صنعتی پیشرفته و کنترل‌های هیدرولیکی

• مؤلف : Thomas Krist

• مترجم : مهندس حسین بیرانوند

• ناشر : نشر طراح (۶۶۴۶ ۷۹۹۹)، (۶۶۹۵ ۳۶۲۶)، (۰۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲۳) (ع)

• صفحه‌آرا : عذرا تنها

• تیراژ : ۲۰۰۰

• تاریخ انتشار : بهار ۱۳۸۵

• نوبت چاپ : اول

قیمت : ۴۲۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

نشر طراح - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم - واحد ۵۰۶

(۶۶۴۶ ۷۹۹۹)، (۶۶۹۵ ۳۶۲۶)، (۰۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲۳) (ع)

پیشگفتار

دامنه کاربرد هیدرولیک (که آغاز آن به قریب دویست سال پیش با ابداع پرسهای "براما" برمی گردد) امروزه چنان گسترش یافته است که تمام شاخه های صنعت - از تولید گرفته تا انتقال و کنترل سیستمها - را در برمی گیرد. به رغم پیدایش رقابیی همچون مهندسی برق و الکترونیک، دامنه کاربرد مهندسی هیدرولیک به تنها محدود نشده بلکه گسترش یافته است. این واقعیت خود پتیهایی بیانگر قدرت فنی و اهمیت هیدرولیک در صنعت و اقتصاد است.

بسیاری از مشکلات اتوماسیون (ناشی از ضرورت امروزی خودکارسازی فرآیندها) را فقط می توان به کمک سیستمهای هیدرولیکی مرتفع کرد.

از دستگاههای کنترل پذیر گرفته تا محرکهای تنظیم پذیر، سیستمهای بارگیر و بارگذار ماشینها، سیستمهای حمل و بالابر انتقال مواد و کالاها؛ همواره هیدرولیک نقش اول را در مکانیزاسیون، یا اتوماسیون کلی یا جزیی بازی می کند. اگر الزامات هیدرولیک روغنی درست رعایت شوند هیچ یک از روشهای انتقال انرژی دیگر نمی توانند به پای آن برسند.

هدف از نگارش کتاب حاضر، مرور اصول و مبانی هیدرولیک روغنی است به گونه ای که در حد امکان نیاز مهندسان، طراحان، کاردانان فنی، استادکاران و حتی نصایبها را برآورد. این کتاب فقط شرح ساده ای در مورد هیدرولیک نیست بلکه به کمک آن می توان نقشه های هیدرولیکی را تحلیل و تفسیر کرد. مسائل هیدرولیکی تشریح شده، فرمولهای اصلی به دست آمده و تجهیزات هیدرولیکی مورد بررسی قرار گرفته اند.

نمونه های کاربردی هیدرولیک به تفصیل بررسی شده اند. در این رابطه مثالهایی از مدارهایی پایه هیدرولیک روغنی که برای ماشینهای ابزار، ماشینهای حمل و جابه جایی مواد و اشیاء خودرو و سیستمهای مکانیکی کاربرد دارند تشریح شده و برای آنها محاسبات خاص، اصول طراحی و همچنین مدارهای نمونه ارائه شده است.

ویرایش هشتم کتاب، یک بار دیگر به سرعت منتشر شد. ناشر و مؤلف هر دو براین عقیده اند که تقسیم بندی کتاب صحیح بوده است. این کار با تقسیم چهار قسمتی کتاب (یعنی تئوری - محاسبات فنی - مقادیر استاندارد - کاربرد) محقق شده است.

قسمت فشرده و به مراتب محدودتر تئوری کتاب، مروری است بر اصول هیدرولیک و مکانیک سیالات و به خصوص برای نیروهای جوان و دانشجویان به عنوان مطالب کمک درسی، پشتوانه مطلوبی خواهد بود. قسمت محاسبات فنی همه برای دانشجویان مفید است و هم برای ایتستادکاران فنی - به خصوص استادکاران مکانیک. مقادیر و داده های استاندارد روی که به خصوص در پیوست کتاب آمده است مانند همشه برای استادکاران فنی و کاربران مورد توجه قرار خواهد گرفت. به این ترتیب

هم استفاده مستقیم از این اطلاعات و هم قواعد کاری عملی، مثالهای کاربردی و مقرارت می‌توانند کمک ارزشمندی در کارهای روزمره هیدرولیکی باشند.

در ویرایش هشتم، چندین بخش از کتاب به روز شده‌اند، مقادیر استاندارد بررسی و بازیابی شده‌اند، مقرارت دیگری اضافه شده همچنین ابهامات برطرف گردیده و اشتباهات حذف شده‌اند، فهرست استانداردهای DIN به روز شده است. به خصوص از آقایان پروفسور مهندس یوزف آدریان، دکتر مهندسی پیتر برانداشتتر، مهندس هانس بوندشو و آقای دیتریش ارهات همچنین آقای کارل هلمس که با پیشنهادهای خود مشوق اینجانب بوده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم. بی‌گمان پیشنهادهای دیگر تا آنجایی که از لحاظ فنی میسر باشد در ویرایش بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت.

Thomas Krist

دارم اشتات

فصل ۱

مقدمه مفهوم فنی هیدرولیک

(۱-۳۶)

- ۱-۱ اصطلاح «هیدرولیک» ۱
- ۲-۱ توسعه تاریخی و مفهوم هیدرولیک ۲
- ۲-۱ قابلیت‌های کاربرد هیدرولیک ۳
- ۴-۱ مزایا و معایب هیدرولیک ۶
- ۵-۱ ساختمان نحوه کار سیستم هیدرولیک ۱۲
- ۶-۱ سیستم‌های انتقال قدرت هیدرولیکی ۱۵
- ۱-۶-۱ سیستم‌های انتقال قدرت هیدرودینامیکی ۱۵
- ۲-۶-۱ سیستم‌های انتقال قدرت هیدروستاتیک ۱۷
- ۷-۱ سیستم هیدرولیکی با چرخه روغنی ۱۸
- ۱-۷-۱ چرخه هیدرولیک باز ۱۸
- ۲-۷-۱ چرخه هیدرولیک بسته ۱۹
- ۳-۷-۱ چرخه‌های هیدرولیکی بسته با پمپ پرکننده ۲۰
- ۴-۷-۱ تنظیم‌پذیری چرخه‌های هیدرولیکی ۲۱
- ۵-۷-۱ تعداد پمپ‌ها و هیدروموتورها ۲۴
- ۶-۷-۱ سیستم‌های پانتوگراف هیدرولیکی ۲۵
- ۸-۱ استاندارد کردن و تبادل تجربه‌ها ۲۶
- ۹-۱ نامگذاری و علائم نموداری در هیدرولیک روغنی ۲۸
- ۱-۹-۱ مفاهیم اساسی استاندارد شده ۲۸
- ۲-۹-۱ نامگذاری و علائم نقشه کشی ۳۰
- ۱۰-۱ کاربردهای هیدرولیک روغنی ۳۴
- ۱-۱۰-۱ کاربردهای کلی ۳۴
- ۲-۱۰-۱ کاربردهای خاص هیدرولیک ۳۵

فصل ۲

مبانی فیزیکی هیدرولیک (قوانین پایه هیدرولیک)

(۳۷-۶۴)

- ۱-۲ فشار هیدروستاتیک (سیستم‌های انتقال قدرت جابه‌جایی مثبت) ۳۷
- ۱-۱-۲ نسبت انتقال نیروی هیدرولیک ۴۰
- ۲-۱-۲ تقویت فشار هیدرولیکی ۴۴
- ۲-۲ فشار هیدرودینامیک (انرژی سرعت) ۴۶
- ۳-۲ فشار هیدرولیکی کل ۴۸

۴۹	۴-۲ انرژی هیدرولیکی
۵۱	۵-۲ اصطکاک سیالات و لزجت
۵۴	۶-۲ قانون شباهت رینولدز
۵۷	۷-۲ انواع جریان و سرعت جریان سیال
۵۷	۱-۷-۲ معادله پیوستگی
۵۸	۲-۷-۲ انواع جریان سیال
۶۱	۳-۷-۲ سرعتهای جریان
۶۲	۴-۷-۲ توزیع سرعت

(۶۵-۱۱۱)

فصل ۳ سیالات هیدرولیک

۶۵	۱-۳ مایعات تحت فشاری که کار انتقال نیرو و حرکت را انجام می‌دهند
۶۶	۲-۳ ویژگیهای روغنهای هیدرولیک
۷۱	۳-۳ انواع روغن هیدرولیک
۷۴	۱-۳-۳ روغنهای معدنی یا استاندارد
۷۶	۲-۳-۳ سیالات هیدرولیکی مخلوط با آب
۷۷	۳-۳-۳ سیالات هیدرولیک بی‌آب (سنتتیک)
۷۹	۴-۳-۳ روغنهای دنده اتوماتیک (روغنهای ATF)
۸۰	۵-۳-۳ روغنهای هیدرولیک ضد آتش
۸۰	۴-۳ ویژگیهای روغنهای هیدرولیک
۸۲	۱-۴-۳ چگالی (یا جرم مخصوص)
۸۴	۲-۴-۳ تراکم‌پذیری
۸۸	۳-۴-۳ سرعت انتشار فشار
۸۹	۴-۴-۳ گرانروی
۹۳	۵-۴-۳ نمودارهای لزجت-دما
۹۵	۶-۴-۳ تغییرات گرانروی نسبت به فشار
۹۶	۷-۴-۳ گرانروی روغنهای مخلوط
۹۷	۸-۴-۳ نقطه ریزش
۹۸	۹-۴-۳ نقطه اشتعال (FP)
۹۹	۱۰-۴-۳ نقطه احتراق (BP)
۹۹	۱۱-۴-۳ انبساط گرمایی

۱۰۰	ظرفیت گرمایی ویژه (C)	۱۲-۴-۳
۱۰۱	قابلیت هدایت گرما	۱۳-۴-۳
۱۰۲	قابلیت روانکاری (استحکام فیلم روغن)	۱۴-۴-۳
۱۰۳	کف‌زایی روغنها	۱۵-۴-۳
۱۰۵	حل‌پذیری گاز (یا هوا) در روغن	۱۶-۴-۳
۱۰۵	قابلیت تشکیل امولسیون	۱۷-۴-۳
۱۰۶	قابلیت جذب لجن	۱۸-۴-۳
۱۰۷	پایداری (یا دوام) روغن	۱۹-۴-۳
۱۰۹	خاصیت ضد خوردگی	۲۰-۴-۳
۱۱۰	تورم مواد آب‌بندها	۲۱-۴-۳
۱۱۱	کیفیت بهداشتی روغن	۲۲-۴-۳

(۱۱۳-۱۴۳)

تلفات توان (افت فشار و اتلاف انرژی)

فصل ۲

۱۱۴	افت‌های فشار و سرعت	۱-۴
۱۱۶	تلفات جریان در خط لوله‌های مستقیم	۱-۱-۴
۱۲۰	افت فشار ورودیها و خروجیها	۲-۱-۴
۱۲۱	افت فشار در خمها و زانوها (افت فشار تغییر جهت سیال)	۳-۱-۴
۱۲۴	تلفات ناشی از تغییر مقطع جریان	۴-۱-۴
۱۲۶	افت فشار در سه راهیها	۵-۱-۴
۱۲۷	افت فشار توری	۶-۱-۴
۱۲۸	افت فشار در اتصالات و فیتینگها	۷-۱-۴
۱۲۹	افت فشار در روزنه‌ها و منافذ خفکان	۸-۱-۴
۱۳۱	افت فشار شیرآلات	۹-۱-۴
۱۳۴	افت فشار در صافیها	۱۰-۱-۴
۱۳۵	افت فشار کل اجزای سیستمهای هیدرولیک	۱۱-۱-۴
۱۳۶	تلفات ناشی از سرعت جریان سیال	۱۲-۱-۴
۱۳۶	ارتفاع حفظ فشار	۱۳-۱-۴
۱۳۷	تلفات کلی جریان	۱۴-۱-۴
۱۳۸	تلفات ناشی از نشستی و درزهای انطباقی	۲-۴
۱۴۰	تلفات گرمایی (دمای کار سیستم)	۳-۴

فصل ۵ لرزش و ضربات قوچ

(۱۴۵-۱۴۹)

- ۱۴۵ ۱-۵ ضربات قوچ
- ۱۴۷ ۲-۵ لرزشها (لرزشهای طبیعی و تشدید شده)
- ۱۴۸ ۳-۵ استهلاک لرزشها

فصل ۶ هیدروپمپها

(۱۵۱-۱۹۶)

- ۱۵۳ ۱-۶ تجزیه و تحلیل نیروها و تعیین دبی پمپ
- ۱۵۵ ۲-۶ توان و دبی لازم
- ۱۵۸ ۳-۶ پمپهای دوار
- ۱۵۹ ۱-۳-۶ پمپهای چرخندهای
- ۱۶۶ ۲-۳-۶ پمپهای پیچی
- ۱۷۱ ۳-۳-۶ پمپهای پره‌ای
- ۱۷۶ ۴-۳-۶ پمپهای دارای روتور هرزگرد انسداد
- ۱۷۷ ۵-۳-۶ پمپهای غلتکی
- ۱۷۷ ۶-۳-۶ پمپهای دوروتوری
- ۱۷۸ ۷-۳-۶ پمپهای با پیستون دوار
- ۱۷۸ ۴-۶ پمپهای پیستونی
- ۱۷۹ ۱-۴-۶ پمپهای پیستونی ردیفی
- ۱۷۹ ۲-۴-۶ پمپهای پیستونی شعاعی
- ۱۸۳ ۳-۴-۶ پمپهای پیستونی محوری
- ۱۸۶ ۵-۶ پمپهای پیستونی قابل تنظیم با محرک مکانیکی
- ۱۸۷ ۶-۶ پمپهای پیستونی قابل تنظیم به کمک محرک هیدرولیکی
- ۱۸۸ ۱-۶-۶ پمپهای باردهی
- ۱۸۹ ۲-۶-۶ پمپهای کپی تراشی
- ۱۸۹ ۳-۶-۶ تجهیزات تنظیم‌کننده
- ۱۸۹ ۷-۶ پمپهای خودتنظیم (با سیستم تنظیم جابه‌جایی صفر)
- ۱۹۳ ۱-۷-۶ گیره‌های هیدرولیکی
- ۱۹۳ ۲-۷-۶ پرسهای هیدرولیکی
- ۱۹۳ ۸-۶ محاسبات فنی هیدروپمپها

فصل ۷ هیدروموتورها

(۱۹۷-۲۰۶)

- ۱-۷ هیدروموتورهای چرخنده‌ای ۱۹۸
- ۲-۷ هیدروموتورهای پره‌ای دوار ۱۹۸
- ۳-۷ هیدروموتورهای پیستونی ۲۰۰
- ۱-۳-۷ هیدروموتورهای پیستونی محوری ۲۰۰
- ۲-۳-۷ هیدروموتورهای پیستونی شعاعی ۲۰۱
- ۴-۷ کاربرد هیدروموتورها ۲۰۲
- ۵-۷ محاسبات هیدروموتورها ۲۰۳
- ۶-۷ انتخاب هیدروموتورها ۲۰۵

فصل ۸ سیلندرهای هیدرولیکی

(۲۰۷-۲۲۴) (هیدروسیلندرهای یا استوانه‌های عامل)

- ۱-۸ هیدروسیلندرهای رفت و برگشتی ۲۰۷
- ۱-۱-۸ هیدروسیلندرهای ساده (کنترل) ۲۰۹
- ۲-۱-۸ هیدروسیلندرهای دوطرفه ۲۱۲
- ۳-۱-۸ هیدروسیلندر دارای حرکت سریع ۲۱۴
- ۲-۸ هیدروسیلندرهای لولایی ۲۱۴
- ۳-۸ آب‌بندی هیدروسیلندرها ۲۱۶
- ۴-۸ نصب هیدروسیلندرها ۲۱۷
- ۵-۸ کنترل هیدروسیلندرها ۲۱۹
- ۶-۸ انتخاب هیدروسیلندرها ۲۲۰
- ۷-۸ محاسبات فنی هیدروسیلندرها ۲۲۲

فصل ۹ سیستمهای انتقال قدرت هیدرولیکی

(۲۲۵-۲۴۰)

- ۱-۹ مبانی سیستمهای انتقال قدرت هیدرولیکی ۲۲۵
- ۲-۹ سیستمهای انتقال قدرت هیدرواستاتیکی ۲۲۶
- ۱-۲-۹ سیستمهای انتقال قدرت پره‌ای دوار ۲۲۹
- ۲-۲-۹ سیستمهای انتقال قدرت پیستونی دوار ۲۳۱
- ۳-۲-۹ محاسبات فنی سیستمهای انتقال قدرت هیدرواستاتیکی ۲۳۴
- ۳-۹ سیستمهای انتقال قدرت هیدرودینامیکی ۲۳۶
- ۱-۳-۹ کوپلینگهای سیالی (مبدل‌های سرعت) ۲۳۸

فهرست XII

- ۲۳۹ سیستمهای انتقال قدرت سیالی (مبدل‌های گشتاور) ۲-۳-۹
- ۲۴۰ محاسبات مربوط به سیستمهای انتقال قدرت هیدرودینامیکی ۳-۳-۹

(۲۴۱-۲۶۳)

فصل ۱۰ سیستمهای کنترل معمولی

- ۲۴۱ ۱-۱۰ سیستمهای کنترل مورد استفاده در صنعت ساخت و تولید
- ۲۴۱ ۱-۱-۱۰ مفهوم سیستم کنترل
- ۲۴۳ ۲-۱-۱۰ وظایف سیستمهای کنترل
- ۲۴۷ ۲-۱۰ سیستمهای کنترل و وجوه تمایز آنها
- ۲۴۷ ۱-۲-۱۰ تقسیم‌بندی کلی
- ۲۵۰ ۲-۲-۱۰ سیستمهای کنترل اصلی
- ۲۵۲ ۳-۲-۱۰ سیستم کنترل دارای جزء تثبیت‌کننده (سیستم کنترل دارای حالت‌های ثابت)
- ۲۵۳ ۴-۲-۱۰ سیستم کنترل تبعی
- ۲۵۴ ۵-۲-۱۰ سیستم کنترل برنامه‌ای
- ۲۶۰ ۶-۲-۱۰ سیستم کنترل مرکزی
- ۲۶۰ ۷-۲-۱۰ سیستم کنترل عددی (CNC, NC)

(۲۶۵-۲۸۹)

فصل ۱۱ سیستمهای کنترل هیدرولیکی

- ۲۶۵ ۱-۱۱ اصول کار سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۷۰ ۲-۱۱ کاربردها و مزایای سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۷۰ ۱-۲-۱۱ محدوده کاربرد سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۷۱ ۲-۲-۱۱ مزایای سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۷۲ ۳-۱۱ اجزای سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۷۲ ۱-۳-۱۱ مدارات هیدرولیکی
- ۲۷۴ ۲-۳-۱۱ اجزای کنترلی مهارکننده جهت جریان
- ۲۷۴ ۳-۳-۱۱ اجزای کنترلی مهارکننده فشار
- ۲۸۱ ۴-۳-۱۱ اجزای کنترلی مهار دبی
- ۲۸۱ ۴-۱۱ (انواع) سیستمهای کنترل هیدرولیکی
- ۲۸۲ ۱-۴-۱۱ سیستمهای کنترل سرعت
- ۲۸۸ ۲-۴-۱۱ سیستمهای کنترل زمانی
- ۲۸۸ ۳-۴-۱۱ سیستمهای کنترل مبتنی بر فشار

فهرست XIII

۲۸۸	سیستمهای کنترل مبتنی بر مسیر ۴-۴-۱۱
۲۸۸	سیستمهای کنترل جهت ۵-۴-۱۱
۲۸۹	سیستمهای کنترل همسان چند هیدروسیلندر ۶-۴-۱۱
۲۸۹	سیستم کنترل با مخزن تحت فشار ۷-۴-۱۱
۲۸۹	سیستمهای کنترل هیدروموتورها ۸-۴-۱۱

(۲۹۱-۳۲۹)

فصل ۱۲ جداول پیوست

www.ketab.ir