

هیدرولیک مهندسی

مؤلف:

دکتر پژمان نیک اندیش

استادیار دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

زمستان ۹۵

سرشناسه	: نیک‌اندیش، پژمان، ۱۳۵۶
عنوان و نام پدیدآور	: هیدرولیک مهندسی / پژمان نیک‌اندیش.
مشخصات نشر	: دزفول: دانشگاه صنعتی جندی شاپور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۵۷۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مکانیک؛ ۱.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۸۲۳-۳-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۵۶۷-۵۷۲.
موضوع	: هیدرولیک
موضوع	: مدارهای هیدرولیکی
موضوع	: شیرهای صنعتی
شناسه افزوده	: دانشگاه جندی شاپور
رده بندی کنگره	: TJ ۸۴۰/ن ۹۵۹ ۱۳۹۱
رده بندی دیویی	: ۲/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۶۲۴۴۲۲



انتشارات دانشگاه صنعتی جندی شاپور

نام کتاب هیدرولیک مهندسی
تألیف دکتر پژمان نیک‌اندیش
ناشر انتشارات دانشگاه صنعتی جندی شاپور
نوبت چاپ اول
چاپ اول زمستان ۱۳۹۵
شمارگان ۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی، چاپ و صحافی اداره چاپ و انتشارات دانشگاه صنعتی جندی شاپور
شابک ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۸۲۳-۳-۹

((حق چاپ محفوظ است))

می‌رفت. پس از اختراع موتور بخار توسط جیمز وات، انتقال توان با بهره‌وری بیشتر، از محل تولید به محل مصرف ضرورت یافت. در ابتدا، انتقال انرژی تولید شده توسط موتور بخار به مصرف‌کننده، از طریق چرخ دنده‌ها، تسمه‌ها و زنجیرها انجام می‌گرفت. با توجه به ضرورت انتقال انرژی برای فواصل طولانی‌تر، موضوع انتقال نیرو و کنترل حرکات عضوهای متحرک مکانیکی با استفاده از سیال تحت فشار به وجود آمد. برای تمایز فن‌آوری جدید از هیدرولیک آبی، نام هیدرولیک صنعتی یا هیدرولیک روغنی بر آن نهاده شد. در واقع استفاده از هیدرولیک صنعتی به اواخر قرن هفدهم، پس از ارائه قانون پاسکال بر می‌گردد. جوزف براما (Joseph Braman) بر اساس قانون پاسکال ماشینی به نام پرس براما ساخت. سپس برنولی قانون بقای انرژی را برای جریان سیال در لوله‌ها توسعه داد. قانون برنولی در کنار قانون پاسکال، راجع توسعه‌ی قابل توجه و روز افزون هیدرولیک صنعتی بعد از انقلاب صنعتی در سال ۱۷۸۷ میلادی در بریتانیا گردید.

در ادامه، پیشرفت هیدرولیک، استفاده از روغن برای انتقال انرژی، به دلیل عدم وجود قطعات مناسب برای کنترل تسهیلات متحرک مکانیکی و همچنین پیشرفت الکتریسیته در صنعت تا حدود زیادی متوقف شد. در طول قرن نوزدهم، الکتریسیته به دلیل استفاده آسان‌تر برای انتقال انرژی، به عنوان فن‌آوری برتر برای انتقال توان در مسافت‌های طولانی شناخته شد. اوایل قرن بیستم، صرفه‌جویی استفاده از سیال برای انتقال توان محسوب می‌شود. در آن زمان، سامانه‌های هیدرولیکی به منظور ارتقاء و کنترل سلاح‌های جنگی در ناوها جایگزین سامانه‌های الکتریکی شدند. توسعه و پیشرفت علم هیدرولیک صنعتی بعد از جنگ جهانی دوم چشم‌گیرتر بود، به طوری که امروزه، سامانه‌های هیدرولیک و عملگرهای هیدرولیکی در صنایع مختلف نظامی، حمل و نقل، پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، هوا و فضا و ... کاربرد دارند.

از این رو با توجه به اهمیت و کاربرد گسترده‌ی سامانه‌های هیدرولیک در صنعت، کتاب هیدرولیک مهندسی، بر پایه‌ی تشریح عملکرد انواع سوپاپ‌های هیدرولیک و کاربرد آنها در مدارهای مختلف، طراحی و تدوین شده است. به عبارت بهتر هدف اصلی از تألیف کتاب هیدرولیک مهندسی، بیان اصول طراحی مدارهای هیدرولیک و الکتروهیدرولیک می‌باشد. به همین منظور، در فصل اول، مقدمه‌ای بر هیدرولیک و تفاوت آن با سایر سامانه‌های دیگر، از جمله، سامانه‌های پنوماتیک ارائه و در ادامه به کاربردهای مختلف این فن‌آوری در صنعت و مهندسی اشاره می‌شود. در این فصل، عملکرد بخش‌های مختلف یک مدار هیدرولیک تشریح و به تحلیل یک مدار ساده برای آشنایی کلی خوانندگان با سامانه‌های هیدرولیک پرداخته می‌شود. در فصل دوم، هفتم به بررسی عملکرد سوپاپ‌های متداول در هیدرولیک پرداخته و در هر فصل به طور جداگانه، مدارهای کاربردی و پایه‌ای هیدرولیک مورد بررسی قرار می‌گیرند. مایه‌ی متعدد سامانه‌های الکتروهیدرولیک، امکان به‌کارگیری وسیع آن‌ها را در صنعت به وجود آورده است. از این رو بخش قابل توجهی از کتاب به بررسی اجزای مختلف مدارهای الکتروهیدرولیکی اختصاص داده شده است. در فصل نهم، عملکرد به‌کاررفته‌ی هیدرومکانیکی هیدرواستاتیکی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در دو فصل پایانی نیز به ترتیب به ارائه، بررسی و تحلیل مدارهای هیدرولیک به‌کار رفته در ماشین‌های ثابت (پرس‌ها، دریل‌ها، ماشین‌های تزریق پلاستیک، ماشین‌های پرداخت‌کاری، ماشین‌های مونتاژ و ...) و ماشین‌های متحرک (مانند لودر، گریدر، بولدوزر و ...) پرداخته می‌شود.

مخاطبان اصلی این کتاب از یک طرف دانشجویان رشته مهندسی مکانیک و از طرف دیگر مهندسانی هستند که در صنعت با موضوع عملگرها و انتقال توان سیستم‌های هیدرولیک در ارتباط هستند. در این راستا سعی کرده‌ام تا حد امکان علاوه بر استفاده از کتاب‌ها و مقالات ارزشمندی که در این خصوص به وسیله‌ی محققان و نویسندگان به رشته تحریر در آمده است، تجربیات صنعتی، آموزشی و

پژوهشی خود را نیز به کار گیرم تا کتاب قابلیت استفاده نه تنها در مراکز آموزشی، بلکه در پیاده سازی عملی سیستم های هیدرولیک در صنایع را نیز داشته باشد.

نکته ای که لازم است پیش از مطالعه این کتاب در نظر گرفته شود، به کارگیری واژه ی سوپاپ (معادل واژه ی valve) است که در بسیاری از کتاب های فارسی که در این زمینه به رشته تحریر در آمده اند از واژه ی "شیر" بهره جسته اند. با توجه به کاربرد متفاوت واژه ی "شیر" در ادبیات کهن پارسی، علاقه ی چندانی به استفاده از آن در کتاب عضوهای منطقی در هیدرولیک نداشته ام. برای این منظور بررسی های مختلف انجام و با اساتید متعددی مشورت گردید، ولی متأسفانه نتیجه ی مشخص و قابل قبولی حاصل نشد. از این رو ضمن احترام به نظر اساتید و صاحب نظران هیدرولیک صنعتی، در این کتاب، اصطلاح سوپاپ به کار گرفته شده است. امیدوارم این موضوع سر در نمی منحصمان و دانشجویان محترم را فراهم نسازد. از این رو با کمال میل پذیرای راهنمایی و انتقاد خوانندگان محترم در رفع نواقص کتاب از طریق پست الکترونیکی nj_tan_sh@jssu.ac.ir هستم. امید است تالیف این کتاب، گام مثبتی در رشد و شکوفایی جامعه دانشگاهی و صنعتی این بوم و بر برداشته و به کارگیری عضوهای منطقی در صنعت تسهیل نماید.

در پایان، برخود لازم می دانم که صمیمانه و به نحو شایسته ای از کمک بی دریغ بسیاری، که در به ثمر رسیدن کتاب حاضر نهایت همکاری را مبذول داشته اند، به ویژه دست اندرکاران اداره انتشارات دانشگاه صنعتی جندی شاپور، سپاسگذاری نمایم. خداوند بزرگ را خاضعانه شاکرم که توفیق این خدمت بسیار کوچک را به بنده عطا فرمود.

پژمان نیک اندیش

استادیار دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

زمستان ۹۵

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱-۴۲	فصل اول: مقدمه‌ای بر سیستم‌های هیدرولیک
۱	۱-۱ انتقال توان
۳	۲-۱ کاربردهای سیستم هیدرولیک
۳	۱-۲-۱ کاربرد سیستم هیدرولیک در ماشین‌های متحرک
۷	۲-۲-۱ کاربرد سیستم هیدرولیک در ماشین‌های ثابت
۹	۳-۱ اصول اولیه سیستم هیدرولیک
۱۳	۴-۱ انواع سیستم‌های هیدرولیک
۱۵	۵-۱ بخش‌های مختلف سیستم هیدرولیک
۱۹	۱-۵-۱ پمپ هیدرولیک
۲۷	۲-۵-۱ عملگرهای هیدرولیک
۴۱	۳-۵-۱ سوپاپ‌های هیدرولیک
۴۳-۸۴	فصل دوم: سوپاپ‌های کنترل جهت
۴۳	۱-۲ مقدمه
۴۵	۲-۲ ساختار سوپاپ‌های کنترل جهت
۵۰	۳-۲ معرفی سوپاپ‌های کنترل جهت معمول
۷۰	۴-۲ تحریک سوپاپ‌های کنترل جهت
۸۰	۵-۲ سوپاپ‌های کنترل جهت تناسبی
۸۵-۱۴۸	فصل سوم: سوپاپ‌های کنترل فشار
۸۵	۱-۳ مقدمه
۸۶	۲-۳ سوپاپ‌های فشار شکن
۸۷	۱-۲-۳ سوپاپ فشار شکن با عملکرد مستقیم

۹۳	۲-۲-۳ سوپاپ فشار شکن با عملکرد غیر مستقیم
۹۷	۳-۳ سوپاپ‌های کاهنده‌ی فشار
۹۸	۱-۳-۳ سوپاپ‌های کاهنده‌ی فشار دو راهه
۱۰۵	۲-۳-۳ سوپاپ‌های کاهنده‌ی فشار سه راهه
۱۱۳	۴-۳ سوپاپ‌های توالی
۱۲۵	۵-۳ سوپاپ‌های نگه‌دارنده
۱۳۵	۶-۳ سوپاپ‌های بی‌بارکننده
۱۴۵	۷-۳ سوپاپ‌های کنترل فشار تناسبی
۱۴۹-۲۱۸	فصل چهارم: سوپاپ‌های کنترل جریان
۱۴۹	۱-۴ مقدمه
۱۵۱	۲-۴ انواع سوپاپ‌های کنترل جریان
۱۵۱	۱-۲-۴ سوپاپ‌های کنترل جریان بدون جبران‌کننده‌ی فشار
۱۶۴	۲-۲-۴ سوپاپ‌های کنترل جریان با جبران‌کننده‌ی فشار
۱۸۰	۳-۴ روش‌های کنترل سرعت عملگرها در هیدرولیک
۱۸۲	۱-۳-۴ کنترل سرعت عملگر هیدرولیک با روش کنترل جریان روغن ورودی
۱۹۰	۲-۳-۴ کنترل سرعت عملگر هیدرولیک با روش کنترل جریان روغن خروجی
۱۹۳	۳-۳-۴ کنترل سرعت حرکت عملگر در دو جهت
۲۰۲	۴-۳-۴ تغییر سرعت در طول کورس حرکت عملگر
۲۱۹-۲۶۰	فصل پنجم: سوپاپ‌های یک طرفه
۲۱۹	۱-۵ مقدمه

۲۱۹	۲-۵ سوپاپ‌های یک طرفه‌ی ساده
۲۲۳	۳-۵ کاربرد سوپاپ‌های یک طرفه‌ی ساده
۲۲۳	۱-۳-۵ نصب سوپاپ یک طرفه در خروجی پمپ‌های هیدرولیک
۲۲۳	۲-۳-۵ نصب سوپاپ یک طرفه به موازات اجزای هیدرولیک
۲۲۷	۳-۳-۵ کاربرد سوپاپ‌های یک طرفه به عنوان سوپاپ‌های پرکننده
۲۳۴	۴-۳-۵ استفاد از سوپاپ‌های یک طرفه در مدار هرتز
۲۳۷	۵-۳-۵ هواگیری
۲۳۹	۴-۵ سوپاپ‌های یک طرفه، پایله‌ی
۲۶۱-۲۹۲	فصل ششم: اتصال اجزا و بخش‌ها، مخلف سیستم هیدرولیک
۲۶۱	۱-۶ مقدمه
۲۶۳	۲-۶ صفحه‌ی پایه برای ارتباط سوپاپ‌ها
۲۷۲	۳-۶ قرارگیری مستقیم سوپاپ‌ها بر روی یک‌دیگر
۲۸۹	۴-۶ نصب سوپاپ‌ها بر روی بلوک واحد
۲۹۳-۳۰۴	فصل هفتم: ارتباط سوپاپ‌های کنترل جهت
۲۹۱	۱-۷ مقدمه
۲۹۴	۲-۷ اتصال موازی سوپاپ‌های کنترل جهت
۳۰۲	۳-۷ ارتباط سری سوپاپ‌های کنترل جهت
۳۰۵-۳۲۴	روش‌های کنترل فشار در مدارهای هیدرولیک فصل هشتم:
۳۰۵	۱-۸ مقدمه
۳۰۶	۲-۸ روش جریان ثابت (سیستم مرکز باز)

۳۱۲	۳-۸ روش فشار ثابت (مرکز بسته)
۳۱۵	۴-۸ روش حسگر بار با پمپ جابه‌جایی ثابت
۳۲۰	۵-۸ روش حسگر بار-مرکز بسته
۳۲۳	۶-۸ روش حسگر بار الکتروهیدرولیکی
۳۲۵-۴۲۲	فصل نهم: سیستم‌های الکتروهیدرولیک
۳۲۵	۱-۹ مقدمه
۳۲۶	۲-۹ بخش‌های مختلف سیستم هیدرولیک
۳۲۸	۳-۹ حد تهیه توان الکتریکی (منبع تغذیه)
۳۳۰	۴-۹ تولید فرمان در سیستم‌های الکتروهیدرولیک
۳۳۱	۱-۴-۹ عضوهای فرمان دهنده‌ی تماسی
۳۳۸	۲-۴-۹ عضوهای فرمان دهنده‌ی غیر تماسی
۳۴۸	۵-۹ رله‌ها
۳۵۶	۶-۹ اصول طراحی مدارهای الکتروهیدرولیک
۳۵۷	۱-۶-۹ روش‌های مختلف تحریک سولنوئیدها
۳۶۳	۲-۶-۹ منطق در الکتروهیدرولیک
۳۶۸	۳-۶-۹ به‌کارگیری عضوهای فرمان دهنده‌ی حدی در مدارهای الکتروهیدرولیک
۳۷۰	۴-۶-۹ به‌کارگیری عضوهای فرمان دهنده‌ی حدی و حسگر فشار در مدارهای الکتروهیدرولیک
۳۷۳	۵-۶-۹ تغییر وضعیت سوپاپ کنترل جهت ۴دهانه‌ی ۲وضعیته با دو سولنوئید
۳۷۵	۶-۶-۹ تغییر وضعیت سوپاپ کنترل جهت ۴دهانه‌ی ۳وضعیته با دو سولنوئید
۳۷۷	۷-۹ الکتروهیدرولیک کاربردی

۳۷۷	۱-۷-۹ مونتاژ به وسیله ی پرس
۳۷۹	۲-۷-۹ کنترل درب کوره
۳۸۴	۳-۷-۹ سامانه ی ایجاد پخ بر روی مجموعه ی قطعه کارها
۳۸۷	۴-۷-۹ سامانه ی سوراخ کاری در خط تولید
۳۹۱	۵-۷-۹ تغییر شکل قطعه کار به وسیله ی پرس
۳۹۵	۶-۷-۹ خروج قطعه کار از پرس
۳۹۹	۷-۷-۹ سامانه ی مونتاژ قطعه کارها
۴۰۳	۸-۷-۹ انتقال بار در نقاله ها
۴۰۷	۹-۷-۹ کنترل ریچه در عبور سیال
۴۱۲	۱۰-۷-۹ تثبیت قطعه کار
۴۱۷	۱۱-۷-۹ تغییر مسیر قطعه کار بر روی تسمه نقاله
۴۲۳-۴۶۶	فصل دهم: فرمان های هیدرولیک
۴۲۳	۱-۱۰ مقدمه
۴۲۶	۲-۱۰ فرمان های هیدرومکانیکی
۴۲۷	۱-۲-۱۰ فرمان های هیدرومکانیکی شانه ای
۴۳۲	۲-۲-۱۰ فرمان هیدرومکانیکی حلزونی
۴۳۶	۳-۱۰ فرمان های هیدرواستاتیک
۴۴۰	۱-۳-۱۰ فرمان هیدرواستاتیک مرکز باز
۴۵۲	۲-۳-۱۰ فرمان هیدرواستاتیک مرکز بسته
۴۵۳	۳-۳-۱۰ فرمان هیدرواستاتیک شامل حسگر بار
۴۶۷-۵۲۰	فصل یازدهم: کاربرد هیدرولیک در ماشین های ثابت
۴۶۷	۱-۱۱ پرس های هیدرولیک
۴۷۷	۲-۱۱ ماشین تزریق پلاستیک

۴۸۱	۳-۱۱ ماشین های سوراخ کاری
۴۸۴	۴-۱۱ ماشین سنگ
۴۹۰	۵-۱۱ خم کن
۴۹۲	۶-۱۱ ماشین فرز
۵۰۳	۷-۱۱ ماشین های مونتاژ
۵۰۶	۸-۱۱ پرس چوب
۵۱۱	۹-۱۱ پرس خم کن
۵۱۴	۱۰-۱۱ ماشین خان کشی
۵۲۱-۵۶۶	فصل نهم: کاربرد هیدرولیک در ماشین های متحرک
۵۲۱	۱-۱۲ مقدمه
۵۲۳	۲-۱۲ لیفتراک
۵۳۹	۳-۱۲ بولدوزر
۵۴۴	۴-۱۲ لودر
۵۵۰	۵-۱۲ گریدر
۵۵۶	۶-۱۲ وینچ
۵۵۸	۷-۱۲ بالا بر ماشین های حمل بار
۵۵۹	۸-۱۲ جرثقیل ها
۵۶۳	۹-۱۲ نمک پاش های متحرک
۵۶۵	۱۰-۱۲ ماشین حفاری
۵۶۷-۵۷۲	مراجع