

هیدرولیک تناسبی

ترجمه و تالیف:

دکتر بهرام نیک‌اندیش

(استادیار دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول)

سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی

۱۳۹۵

سرشناسه	نیک‌اندیش، پیمان، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	هیدرولیک تناسبی / گردآوری و تالیف پیمان نیک‌اندیش.
مشخصه نشر	تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۵.
مشخصه ظاهری	۱۷۴ ص.: مصور.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۴۶۰-۰۰۳-۳
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	شیرهای صنعتی Valves
موضوع	مبای تناسبی Proportional valves
شناسه افزوده	سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی
رده‌بندی کنگره	۹۰۹ TS ۲۷۷
رده‌بندی دیویی	۲۱/۸
شماره کتابشناسی ملی	۱۰۰۰۸

هیدرولیک تناسبی

گردآوری و تالیف پیمان نیک‌اندیش

ناشر: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی

چاپ: اول - ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۶۰-۰۰۳-۳

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ از سال ۱۳۴۸ به رسمیت شناخته شده و کلیه حقوق این اثر محفوظ است. از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



سازمان انتشارات

نشانی سازمان انتشارات: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - خیابان فخررازی - خیابان شهدای ژاندارمری - پلاک ۷۲، تلفن: ۶۶۹۵۲۹۴۸

مرکز پخش:

خیابان انقلاب - بین فلسطین و چهارراه ولیعصر - جنب مؤسسه نمایشگاه‌های فرهنگی ایران - تلفن: ۶۶۴۸۷۶۲۵ - ۶

پایگاه اطلاع‌رسانی: www.isba.ir پست الکترونیکی: info@isba.ir فروشگاه اینترنتی: www.jdbook.ir

پیشگفتار

بنام خداوند جان و خرد	کزین برتر اندیشه برنگزرد
خداوند نام و خداوند جای	خداوند روزی ده رهنمای
خداوند کیوان و کردان پسر	فرونده‌ی ماه و ناپید و مهر
نام و نشان و مکان برتر است	مکانده‌ی بر شده کوهر است

امروزه در صنعت به منظور کنترل و دکار و مناسب عملیات‌های مختلف تولیدی توسط سامانه‌های هیدرولیک، تغییر وضعیت سوپاپ‌های هیدرولیک به وسیله عملگرهای الکتریکی انجام می‌گیرد. اصطلاحاً، به سامانه‌هایی که از جریان برق برای تغییر وضعیت سوپاپ‌ها استفاده می‌کنند، سامانه‌های الکترو هیدرولیک (ملاقا می‌گردد. در مدارهای الکترو هیدرولیک، امکان کنترل دبی و فشار روغن به صورت خودکار، در حین حرکت عضو متحرک عملگر هیدرولیک وجود ندارد. از سوی دیگر، به منظور تغییر پیوسته و کنترل کمیت‌های تاثیرگذار بر عملکرد یک سامانه هیدرولیک، از سوپاپ‌های تناسبی به جای سوپاپ‌های متداول (سوپاپ‌های با وضعیت‌های کاری مشخص و معین) استفاده می‌شود. در این صورت، حرکت عضو متحرک سوپاپ‌های کنترل تناسبی و در نتیجه، تغییر وضعیت آنها، توسط سیگنال‌های الکتریکی انجام می‌گیرد. در این صورت، سیگنال‌های الکتریکی برای تغییر وضعیت سوپاپ‌های کنترل تناسبی، توسط کنترل‌کننده‌ها ایجاد می‌گردند. به عبارت دیگر، سوپاپ‌های کنترل تناسبی به عنوان رابط میان کنترل‌کننده و سامانه هیدرولیک عمل می‌کنند. بدین ترتیب، جابجایی عضو متحرک سوپاپ‌های تناسبی و در نتیجه، تغییر میزان جریان روغن، فشار روغن و همچنین جهت جریان روغن ارسالی به عملگر هیدرولیک، متناسب با بزرگی فرمان

الکتریکی خواهد بود. با توجه به تغییر یکنواخت و همچنین کنترل کمیت‌های تاثیر گذار در مدار هیدرولیک، توسط سوپاپ‌های کنترل تناسبی، ضمن تنظیم صحیح و مناسب فشار روغن در مدار و همچنین حجم روغن مورد نیاز عملگرها، امکان کاهش قابل توجه مصرف انرژی، حرکت آرام‌تر و یکنواخت‌تر عملگرهای هیدرولیک و بار متصل به آنها به سادگی فراهم می‌گردد. از این رو، با توجه به افزایش تمایل مهندسان هیدرولیک در به‌کارگیری سوپاپ‌های تناسبی برای کنترل حرکت عملگرهای هیدرولیک در صنعت، مجموعه‌ی حاضر بر پایه‌ی تشریح عملکرد این سامانه‌ها در مدارهای مختلف تهیه و تدوین شده است.

در نگارش کتاب هیدرولیک تناسبی، چهارچوب کتاب Proportional Hydraulics از مجموعه کتاب‌های آموزشی Festo مد نظر بوده و در عین حال از آخرین یافته‌های علمی در این زمینه استفاده شده است. در این راستا سعی شده است، تا حد امکان علاوه بر استفاده از کتاب‌ها و مقالات ارزشمندی که در موضوع کتاب به وسیله‌ی محققان و نویسندگان مختلف به رشته تحریر در آمده است، تجربیات صنعتی، آموزشی و پژوهشی مولف نیز به‌کارگرفته شود تا کتاب قابلیت استفاده نه تنها در مراکز آموزشی، بلکه در پیاده‌سازی عملی آنها در سامانه‌های هیدرولیک را نیز داشته باشد. کتاب هیدرولیک تناسبی در شش فصل به این شرح تدوین شده است. در فصل اول کتاب، به بررسی و معرفی کلی هیدرولیک تناسبی و مقایسه آن با سایر سامانه‌های متداول هیدرولیکی در حوزه سامانه‌های سرو هیدرولیک پرداخته می‌شود. فصل دوم به بیان عملکرد سوپاپ‌های مختلف تناسبی به منظور کنترل کمیت‌های مرتبط با حرکت عملگرها در مدارهای هیدرولیک اختصاص دارد. در فصل سوم به بررسی ویژگی‌های کاربردی سوپاپ‌های تناسبی اشاره شده است. معرفی تقویت‌کننده‌ها، ویژگی‌های ورودی مینا و همچنین تاثیر مشخصه‌های دینامیکی سوپاپ‌های تناسبی بر روی عملکرد سامانه‌ی کنترل حلقه باز در فصل چهارم بررسی می‌شود. کاربردهای مختلف هیدرولیک تناسبی در صنعت در فصل پنجم بیان می‌گردد. در نهایت، در فصل ششم، مشخصه‌های حرکتی سیلندرهای هیدرولیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالعه‌ی فصل پایانی

کتاب، امکان درک عمیق‌تر روابط مختلف حاکم بر سامانه‌های هیدرولیک تناسبی را به سادگی فراهم می‌کند.

نکته‌ای که لازم است پیش از مطالعه این کتاب در نظر گرفته شود، به‌کارگیری واژه‌ی سوپاپ (معادل واژه‌ی Valve) است که در بسیاری از کتاب‌های فارسی که در این زمینه به رشته تحریر در آمده‌اند از واژه‌ی "شیر" به جای آن استفاده شده است. با توجه به کاربرد متفاوت واژه‌ی "شیر" در ادبیات کهن پارسی، علاقه‌ی چندانی به استفاده از آن در کتاب هیدرولیک ماس وجود نداشت. برای این منظور بررسی‌های مختلف انجام و با اساتید متعددی مشورت گردید، ولی متأسفانه نتیجه‌ی مشخص و قابل قبولی حاصل نشد. از این رو ضمن احترام به نظر اساتید صاحب نظران هیدرولیک صنعتی، در این کتاب اصطلاح سوپاپ به‌کارگرفته شده است. امیدوارم این امر خاطر گرامی اساتید ارجمند دانشگاه و متخصصان را آزرده نکرده و سرگرمی دانشجویان و صنعتگران را فراهم نسازد. از این رو با کمال میل پذیرای راهنمایی و انتقاد سازندگان محترم در رفع نواقص کتاب از طریق پست الکترونیکی nikandish@jsu.ac.ir خواهم بود. ساد باشد و دیر زی.

زمان نیک اندیش

استادیار دانشکده صنعتی، جندی شاپور دزفول

پایان ۹۵

۱۱-۲۲	فصل اول: مقدمه ای بر هیدرولیک تناسبی
۱۱	۱-۱ مقدمه
۱۳	۲-۱ مدار هیدرولیک شامل سوپاپ‌های کنترل جهت دستی
۱۴	۳-۱ استفاده از جریان برق برای تغییر وضعیت سوپاپ‌های کنترل
۱۶	۴-۱ استفاده از سوپاپ‌های تناسبی برای کنترل حرکت عملگر هیدرولیک
۱۷	۵-۱ بخش‌های مختلف دامن هیدرولیک تناسبی
۱۹	۶-۱ مزایای هیدرولیک تناسبی
۱۹	۱-۶-۱ مقایسه سوپاپ‌های تناسبی با سوپاپ‌های چند وضعیت متداول
۲۱	۲-۶-۱ مقایسه هیدرولیک تناسبی با سروو هیدرولیک
۲۳-۴۴	فصل دوم: ساختار و عملکرد سوپاپ‌های تناسبی
۲۳	۱-۲ ساختار و عملکرد سولونوئیدهای تناسبی
۲۴	۱-۱-۲ ساختار سولونوئید
۱۴	۲-۱-۲ عملکرد سولونوئید تناسبی
۲۸	۳-۱-۲ تحریک سوپاپ‌های کنترل تناسبی
۲۹	۴-۱-۲ کنترل موقعیت عضو متحرک سولونوئید تناسبی
۳۱	۲-۲ ساختار و عملکرد سوپاپ‌های کنترل فشار تناسبی
۳۱	۱-۲-۲ سوپاپ فشار شکن تناسبی
۳۳	۲-۲-۲ سوپاپ کاهنده فشار تناسبی
۳۶	۳-۲ ساختار و عملکرد سوپاپ‌های کنترل جهت تناسبی

- ۳۶ ۱-۳-۲ سوپاپ کنترل جهت تناسبی با عملکرد مستقیم
- ۳۹ ۲-۳-۲ سوپاپ کنترل جهت تناسبی با عملکرد غیر مستقیم
- ۴۲ ۴-۲ ساختار و عملکرد سوپاپهای کنترل جریان تناسبی
- ۴۵-۶۶ فصل سوم: سوپاپ‌های تناسبی: ویژگی‌های کاربردی
- ۴۵ ۱-۳ خصوصیات و منحنی‌های عملکردی سوپاپهای تناسبی
- ۴۷ ۲-۳ پسماند، محدوده وارونگی و آستانه پاسخ
- ۴۷ ۳-۲-۱ آستانه پاسخ
- ۴۷ ۳-۲-۱ محدوده وارونگی
- ۴۸ ۳-۱-۳ پسماند
- ۴۹ ۳-۳ منحنی پاسخ سوپاپ‌های کنترل فشار
- ۴۹ ۴-۳ منحنی‌های منحنی سوپاپهای کنترل جریان و جهت
- ۵۱ ۴-۳-۱ همپوشانی
- ۵۶ ۳-۴-۲ برآمدگی‌های عضو متحرک سوپاپ‌های تناسبی
- ۶۰ ۵-۳ خصوصیات دینامیکی سوپاپ‌های کنترل تناسبی
- ۶۰ ۳-۵-۱ زمان عکس‌العمل سوپاپ‌های تناسبی
- ۶۱ ۳-۵-۲ پسماند بحرانی سوپاپ‌های تناسبی
- ۶۵ ۳-۶ محدوده بکارگیری سوپاپ‌های تناسبی
- ۶۷-۸۴ فصل چهارم: تقویت‌کننده و ویژگی‌های ورودی مبنا
- ۶۷ ۴-۱ مقدمه
- ۶۸ ۴-۲ واحد پردازشگر در سامانه‌های هیدرولیک تناسبی
- ۷۰ ۴-۳ ساختار و عملکرد تقویت‌کننده
- ۷۳ ۴-۳-۱ تعدیل کننده پهنای پالس
- ۷۴ ۴-۳-۲ اثر دیتر

۷۵	۳-۳-۴ گرمای ایجاد شده در تقویت کننده
۷۶	۴-۴ تنظیم تقویت کننده
۷۶	۴-۴-۱ جبران همپوشانی سوپاپ
۷۷	۴-۴-۲ تنظیم تقویت کننده
۸۰	۴-۵ مشخصات ورودی مبنا
۸۵-۱۰۸	فصل پنجم: هیدرولیک تناسبی کاربردی
۸۵	۵-۱ کنترل سرعت عملگرهای هیدرولیک
۸۵	۵-۱-۱ دی روغن عبوری از سوپاپ‌های کنترل جهت و جریان
۸۵	۵-۱-۲ کنترل سرعت وابسته به بار با سوپاپ‌های کنترل جهت تناسبی
۸۹	۵-۱-۳ کنترل سرعت سیلندر هیدرولیک مستقل از بار وارد بر آن
۹۱	۵-۱-۴ مدار بازیاب
۹۳	۵-۱-۵ جلوگیری از حرکت شتاب دار بار
۹۵	۵-۲ جلوگیری از نشست روغن در مدار هیدرولیک
۹۷	۵-۳ تنظیم موقعیت قرارگیری عضو متحرک عملگر
۹۹	۵-۴ مصرف بهینه انرژی در مدارهای هیدرولیک تناسبی
۱۰۰	۵-۴-۱ بکارگیری پمپ جابجایی ثابت و سوپاپ کنترل جهت تناسبی مرکز بسته
۱۰۰	۵-۴-۲ بکارگیری پمپ جابجایی ثابت و سوپاپ کنترل جهت تناسبی مرکز باز
۱۰۳	۵-۴-۳ بکارگیری پمپ جابجایی ثابت و انباره در مدار هیدرولیک

۴-۴-۵ استفاده از پمپ جابجایی متغیر در مدار هیدرولیک ۱۰۳

فصل ششم: تعیین مشخصه‌های حرکتی سیلندره‌های هیدرولیک ۱۰۹-۱۵۶

۱-۶ مقدمه ۱۰۹

۲-۶ توالی حرکت سیلندر هیدرولیک ۱۱۱

۳-۶ عوامل موثر بر زمان پیمایش عضو متحرک سیلندر ۱۱۴

هیدرولیک

۴-۶ تعیین نرخ جریان روغن سوپاپ کنترل جهت تناسبی ۱۱۶

۴-۶-۱ جریان ای سی سوپاپ کنترل جهت تناسبی ۱۱۶

۴-۶-۲ تعیین دبی روغن عبوری از سوپاپ جهت تناسبی ۱۱۶

۵-۶ تعیین سرعت عضو متحرک سیلندر هیدرولیک متوازن ۱۱۸

صرفنظر از بار وارده و نیروهای اصطکاک

۶-۶ تعیین سرعت عضو متحرک سیلندر هیدرولیک دو طرفه ۱۲۲

نامتوازن صرفنظر از بار وارده و نیروی اصطکاک

۷-۶ تعیین سرعت عضو متحرک سیلندر هیدرولیک دو طرفه ۱۳۰

متوازن با در نظر گرفتن بار و نیروی اصطکاک

۱-۷-۶ حداکثر نیروی پیستون ۱۳۰

۲-۷-۶ نیروی پیستون در هنگام حرکت آن با سرعت ثابت ۱۳۳

۳-۷-۶ فشار روغن ناشی از اعمال بار، فشار محفظه سیلندر ۱۳۳

و اختلاف فشار روغن در سوپاپ کنترل

۴-۷-۶ محاسبه سرعت حرکت عضو متحرک سیلندر ۱۳۴

هیدرولیک

۸-۶ تعیین سرعت عضو متحرک سیلندر هیدرولیک دو طرفه ۱۳۷

نامتوازن تحت تاثیر بار و نیروی اصطکاک

۱۳۷	۱-۸-۶ حداکثر نیروی پیستون
۱۳۷	۲-۸-۶ نیروی در دسترس عضو متحرک سیلندر هیدرولیک در هنگام حرکت آن با سرعت ثابت
۱۴۰	۳-۸-۶ فشار روغن ناشی از اعمال بار، فشار محفظه و اختلاف فشار روغن در سوپاپ کنترل
۱۴۱	۴-۸-۶ محاسبه سرعت حرکت عضو متحرک سیلندر
۱۴۱	۸-۶ تاثیر بار بر عملکرد سیلندر هیدرولیک
۱۴۱	۸-۱ انتخاب پمپ
۱۴۵	۹-۶ تاثیر بسامد طبیعی سیلندر هیدرولیک بر روی شتاب حرکت عضو متحرک آن
۱۴۵	۱-۹-۶ شباهت عملکرد سیلندر هیدرولیک با سامانه جرم و فنر
۱۴۷	۲-۹-۶ محاسبه بسامد طبیعی سیلندر هیدرولیک
۱۴۹	۳-۹-۶ تاثیر بسامد طبیعی سیلندر هیدرولیک بر زمان حرکت عضو متحرک
۱۵۱	۱۰-۶ تعیین مسافت پیموده شده توسط عضو متحرک سیلندر هیدرولیک در هنگام حرکت شتاب دار آن
۱۵۸-۱۵۷	مراجع
۱۵۹-۱۶۷	واژه‌نامه‌ی انگلیسی- فارسی