



دانشگاه تربیت مدرس تهران

تئوری و کاربرد هیدرولیک

ترجمه و تألیف:

علی اصفیاء

محمود حضرتی نژاد

مسعود سعیدی بروجنی

سر شناسه
 عنوان و نام پدید آور : تئوری و کاربرد هیدرولیک / ترجمه و تألیف علی اصفیاء ، محمود حضرتی نژاد ، مسعود سعیدی بروجنی
 مشخصات نشر : تهران : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ۱۳۸۷.
 مشخصات ظاهری : ۳۵۲ ص: مصور، جدول ، نمودار.
 شابک : 978-964-2651-30-6
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا.
 موضوع : هیدرولیک
 موضوع : هیدرولیک - راهنمای آموزشی (عالی)
 شناسنامه افزوده : حضرتی نژاد ، محمود، ۱۳۶۳ -
 شناسنامه افزوده : سعیدی بروجنی ، مسعود ، ۱۳۶۴ -
 شناسنامه افزوده : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی.
 رده بندی کنگره : TC ۱۷۵ / ه ۹
 رده بندی دیویی : ۶۲۷ / ۰۷۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۶۹۲۸۵۶۱



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

عنوان : تئوری و کاربرد هیدرولیک
 ترجمه و تألیف : علی اصفیاء ، محمود حضرتی نژاد ، مسعود سعیدی بروجنی
 چاپ دوم : بهار ۱۳۹۲
 انتشارات : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
 لیتوگرافی : ناطقی
 چاپ : کار آفرینان
 ناظر فنی : شهرام طهماسبی
 شمارگان : ۱۰۰۰ جلد
 قیمت : ۱۱۰۰۰ تومان
 شابک : ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۲۶۵۱ - ۳۰ - ۶ : ISBN: 978 - 964 - 2651 - 30 - 6

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی محفوظ است.

نشانی: تهران، لویزان - کد پستی ۱۶۷۸۸ - صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵ - تلفن: ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰
 نمابر: ۲۲۹۷۰۰۰۳ پست الکترونیکی: sru@srttu

پیشگفتار

هیدرولیک در میان علوم و فنون کاربردی دنیای امروز جایگاه بسیار کلیدی را به خود اختصاص داده است. به طوری که به عنوان بخشی از تکنیک‌های کنترلی و حرکتی مدرن محسوب می‌شود. هیدرولیک جهت کنترل حرکت‌های خطی و دورانی بسیار مناسب بوده و به علت کنترل نیروهای بزرگ، دقت مسیر و سرعت حرکت مورد توجه قرار گرفته است.

نظر به اینکه اطلاعات ارائه شده در این کتاب ما را به موارد و مثال‌هایی از کاربردهای روزمره هدایت می‌نماید و نیز اینکه تئوری اساسی مربوطه ارائه شده، می‌تواند برای مهندسين و تکنسین‌های درگیر در حیطه هیدرولیک بسیار مناسب بوده و به همان میزان برای دانشجویانی که در دانشگاهها به مطالعه این کتاب می‌پردازند مفید باشد. به علاوه مثال‌های متنوعی در ارتباط با کاربردهای مهندسی، اصول فیزیکی عملی، طراحی تجهیزات تخصصی و سیستم‌های کامل هیدرولیک شرح داده شده است. تمرین‌های تئوری و عملی در این کتاب به روش ساده‌ای ترتیب داده شده‌اند و اطلاعات تخصصی به سادگی دنبال گردیده است؛ به طوری که همه تجهیزات و سیستم‌های هیدرولیکی به طور واضح و سیستماتیک مرتبط شده‌اند. ملاحظات آموزشی به گونه‌ای تدوین یافته‌اند که می‌تواند در جهت تسهیل مطالعه موثر واقع شود. تأکید این کتاب بر روی شرح اجزاء و کاربرد آنها می‌باشد که نمایش تصویری و گرافیکی در سرلوحه آن قرار دارد و بر آن است تا اصول و کاربرد هیدرولیک را نشان داده و به عنوان یک منبع اطلاعاتی قابل اعتماد و موثر مطرح باشد.

اینکه هیچ چیزی جامع و کامل نیست امری انکارناپذیر است و اصولاً هیچ منبعی وجود ندارد که بتواند در همه جا مفید واقع شود. از این رو تهیه کنندگان این کتاب از

هرگونه نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده اساتید، دانشجویان و دست‌اندرکاران صنعت کشور استقبال می‌نمایند.

منبع اصلی این کتاب انتشارات شرکت بوش (BOSCH) می‌باشد.

از کلیه اساتید محترم و کارشناسان متخصص که به نحوی ما را در این امر یاری و راهنمایی نمودند، همچنین از انجمن علمی ساخت و تولید دانشگاه شهید رجایی به خاطر همکاری که با ما داشتند سپاسگزاری می‌کنیم.

در پایان از همکاری صمیمانه جناب آقای دکتر کوروش عظیمی مدیریت محترم نشر آفرنگ و نیز خانمها محبوبه رجبی، راحله عقیلی و مهدیه کاظمی که در تایپ صفحه‌آرایی و طراحی جلد ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مهندس علی اصفیاء

ali_asfia118@yahoo.com

محمود حضرتی‌نژاد

مسعود سعیدی بروجنی

فهرست مطالب

<p>۱- ساختمان ۵۵</p> <p>۲- اصول عملکرد پمپ ۵۵</p> <p>۳- آببندی محوری ۵۶</p> <p>۴- آببندی شعاعی ۵۷</p> <p>۵- آببندی دندانه‌های چرخ دنده ۵۷</p> <p>۶- یاتاقان‌های جلو ۵۸</p> <p>۷- مونتاژ مجموعه‌ای ۵۸</p> <p>۸- شیرهای ترکیب‌شده ۵۹</p> <p>۹- پمپ DUO ۵۹</p> <p>۱۰- اندازه‌ها ۶۰</p> <p>۱۱- مدل‌ها ۶۰</p> <p>۱۲- موتورهای چرخ دنده‌ای ۶۱</p> <p>۱-۱۲ موتورهای یک‌طرفه (با یک جهت دوران) ۶۱</p> <p>۲-۱۲ موتورهای دوطرفه ۶۲</p> <p>۳-۱۲ اندازه‌ها ۶۳</p> <p>۱۳- موتورهای روتوری (رینگ) ۶۳</p> <p>پمپ‌های پیستونی شعاعی ۶۵</p> <p>۱- مکانیسم حرکت ۶۵</p> <p>۱-۱ ساختمان ۶۵</p> <p>۲-۱ تبدیل دوران ورودی به حرکت رفت و برگشتی پیستون ۶۶</p> <p>۳-۱ بهبود جریان ورودی نوسانی ۶۶</p> <p>۴-۱ راهنمای پیستون ۶۷</p> <p>۵-۱ محدود کردن هیدرواستاتیکی بار یاتاقانی ۶۷</p> <p>۶-۱ خط تخلیه ۶۸</p> <p>۷-۱ تنظیم رینگ هیدرولیک ۶۸</p> <p>۸-۱ جهت جریان ۶۹</p> <p>۲- سیستم‌های کنترل ۶۹</p> <p>۱-۲ جبران‌کننده فشار ۷۰</p> <p>۱-۱-۲ عملکرد و منحنی مشخصات ۷۰</p> <p>۲-۱-۲ جبران‌کننده فشار مکانیکی ۷۱</p> <p>۳-۱-۲ جبران‌کننده فشار هیدرولیکی با فرمان پیلوتی ۷۲</p> <p>۲-۲ رگولاتور مهار ۷۳</p> <p>۳-۲ ترکیب کنترل فشار و جریان ۷۴</p> <p>۳-۲-۱ ترکیب رگولاتور جریان و فشار- جابجایی با کنترل فرعی PT ۷۶</p>	<p>فصل ۱: مقدمه ۱۵</p> <p>۱- تعریف ۱۷</p> <p>۲- کاربرد ۱۷</p> <p>۳- مقایسه سیستمها ۲۱</p> <p>فصل ۲: سیلندر ۲۵</p> <p>۱- تعریف ۲۷</p> <p>۲- ساختار و طرز کار ۲۸</p> <p>۳- ساختمان و علائم ۲۹</p> <p>۴- شیوه‌های آببندی ۲۹</p> <p>۵- اتصال بین جداره سیلندر و انتهای درپوش‌های آن ۳۱</p> <p>۶- روش‌های نصب ۳۳</p> <p>۷- ضربه‌گیر انتهای کورس ۳۳</p> <p>۸- نمونه‌ای از مشخصات سیلندرها ۳۵</p> <p>۹- نمودارها و فرمول‌های مربوط به محاسبات سیلندرها ۳۵</p> <p>فصل ۳: پمپ‌ها و موتورهای هیدرولیک ۴۳</p> <p>۱- عملکرد ۴۵</p> <p>۱-۱ پمپ‌ها ۴۵</p> <p>۲-۱ موتورهای هیدرولیک ۴۵</p> <p>۲- علائم ۴۶</p> <p>۳- ظرفیت کاری ۴۷</p> <p>۱-۳ حجم جابجایی ۴۷</p> <p>۲-۳ فشار کاری ۴۷</p> <p>۳-۳ خلاء در لوله‌های مکش ۴۸</p> <p>۴-۳ کویتاسیون ۴۸</p> <p>۵-۳ فشار در محفظه موتور/پمپ ۴۹</p> <p>۶-۳ راندمان ۴۹</p> <p>۴- فرمول‌هایی برای محاسبات مربوط به موتورها و پمپ‌های هیدرولیک ۵۱</p> <p>۱-۴ دبی خروجی q_v، سرعت دوران n حجم جابجایی V ۵۱</p> <p>۲-۴ فشار p، گشتاور M، حجم جابجایی V ۵۱</p> <p>۳-۴ توان P، فشار p، دبی خروجی q_v ۵۲</p> <p>۵- انواع ساختمان پمپ ۵۳</p> <p>پمپ‌ها و موتورهای چرخ دنده‌ای ۵۵</p>
---	---

۵- انواع اسپول و علائم اختصاری آنها ۱۰۲	۲-۳-۲ بلوک کنترل ۷۷
۶- مقاومت در برابر جریان و افت فشار ۱۰۲	۴-۲ کنترل سرؤ (خودکار) ۷۷
۷- نیروهای تاثیر گذار بر اسپول شیر ۱۰۳	۵-۲ کنترل تناسبی الکتریکی ۷۹
۸- دامنه کاربرد ۱۰۳	۶-۲ کنترل تناسبی هیدرولیکی ۸۰
۹- شرایط تغییر وضعیت ۱۰۴	۷-۲ کنترل اسب بخار ثابت ۸۱
۹-۱ زمان قطع و وصل ۱۰۴	۱-۷-۲ عملکرد ۸۱
۹-۲ تنظیم دقیق ۱۰۴	۲-۷-۲ طراحی و اصول عملکرد ۸۲
۹-۳ همپوشانی حین عملکرد ۱۰۵	۳-۷-۲ ترکیب کنترل فشار و
۹-۴ دیاگرام کنترل ۱۰۵	جریان اسب بخار ۸۳
شیرهای کنترل مسیر برای اتصال صفحه فرعی ۱۰۶	۸-۲ کنترل الکتروهیدرولیک با شیر رگولاتور ۸۳
۱- عملکرد ۱۰۶	۹-۲ کنترل چرخ دستی ۸۴
۲- پیکربندی دهانه ها ۱۰۶	۱۰-۲ تنظیم کورس به صورت مکانیکی ۸۵
۳- شیر کنترل مسیر الکتریکی (NG۶) ۱۰۷	۱۱-۲ پمپ ثابت ۸۵
۳-۱ دیگر وسایل کنترل ۱۰۹	۳- ترکیب چند پمپ ۸۵
۴- شیر کنترل الکتریکی NG۱۰ ۱۱۰	۴- پمپ حلقه بسته (برای انتقال هیدرولیک) ۸۶
۴-۱ تنظیم زمان قطع و وصل ۱۱۱	۵- دستورالعمل های نصب ۸۷
۴-۲ دیگر ابزارهای کنترل ۱۱۱	پمپ ها و موتورهای پیستونی محوری ۸۹
۵- شیرهای کنترل مسیر NG۲۵ و NG۱۶	۱- شرح ۸۹
با فرمان پیلوتی ۱۱۱	۲- پمپ های صفحه ای مایل ۸۹
۵-۱ علائم ۱۱۲	۳- پمپ محور مایل (اصل توما) ۹۰
۵-۲ ابزارهای مکمل ۱۱۳	۴- پمپ های صفحه مایل
۶- شیرهای کنترل با نمایشگر وضعیت ۱۱۴	(با حجم جابجایی ثابت) ۹۱
۷- شیرهای کنترل تناسبی ۱۱۵	پمپ های پرده ای ۹۲
سولنوئیدهای شیرهای کنترل مسیر ۱۱۵	۱- پمپ های پرده ای با جابجایی ثابت ۹۲
۱- طرز کار ۱۱۵	۲- پمپ های پرده ای با جابجایی متغیر ۹۲
۲- عملکرد ۱۱۵	۳- ساختمان ۹۳
۳- سولنوئیدهای بدون روغن (خشک) و	۴- سیستم کنترل ۹۴
فاقد نشت ۱۱۶	فصل ۴: شیرهای کنترل مسیر ۹۵
۴- انواع سولنوئیدها و اندازه های آن ۱۱۶	۱- مفهوم ۹۷
۵- مشخصات نیروی سولنوئید ۱۱۷	۲- طراحی و علائم ۹۷
۶- نمودارهای جریان و ولتاژ در وضعیت های	۱-۲ انواع علائم ۹۸
قطع و وصل (سولنوئید با جریان مستقیم) ۱۱۸	۲-۲ مکانیزم های کنترل ۹۸
۷- خنثی کردن جرقه ۱۱۹	۳-۲ طراحی وضعیت های شیر ۹۹
۸- تغذیه سریع (سولنوئید جریان مستقیم) ۱۱۹	۴-۲ وضعیت صفر/ وضعیت شروع ۱۰۰
۹- تغذیه بیش از حد با چرخه کاری	۳- ساختمان ۱۰۰
کاهش یافته ۱۲۰	۱-۳ شیرهای پاییتی (نشستی) ۱۰۰
۱۰- ویژگی های خاص سولنوئیدهای AC ۱۲۰	۲-۳ شیرهای اسپولی (کشویی) ۱۰۱
۱۱- ساختمان ۱۲۱	۴- آب بندی داخلی در شیرهای اسپولی ۱۰۱
۱۱-۱ کاراندازی دستی ۱۲۱	

۱۵۰.....	۳-۳ ساختمان شیر کنترل جریان	۱۲۳.....	فصل ۵: شیرهای کنترل فشار
۱۵۲.....	۴-۳ شیر کنترل جریان سه‌راهه	۱۲۵.....	۱- شیر محدود کننده فشار (اطمینان)
۱۵۳.....	۴- ساختمان شیر کنترل جریان سه‌راهه VH غیر قابل تنظیم	۱۲۵.....	۱-۱- شیر اطمینان با عملکرد مستقیم
۱۵۴.....	۵- شیرهای کنترل جریان جبران کننده فشار، با فرمان پیلوتی	۱۲۵.....	۱-۱-۱- علائم شماتیک
۱۵۵.....	۶- ساختمان	۱۲۵.....	۲-۱- شیرهای اسپولی (کشویی)
۱۵۵.....	۷- تقسیم کننده جریان	۱۲۶.....	و پاپیتی (نشستی)
۱۵۵.....	۸- شیر کنترل جریان تناسبی	۱۲۷.....	۳-۱-۱- ساختمان شیرهای کنترل فشار
۱۵۷.....	فصل ۷: شیرهای یک‌طرفه	۱۲۸.....	۲- شیرهای اطمینان با فرمان پیلوتی
۱۵۹.....	۱- شیرهای یک طرفه	۱۲۹.....	۱-۲-۱- ساختمان انواع NG۶
۱۵۹.....	۱-۱- عملکرد و علائم	۱۳۰.....	۲-۲-۱- کنترل از راه دور
۱۵۹.....	۲-۱- ساختمان	۱۳۱.....	۳-۲-۱- شیرهای فرمان پیلوتی
۱۶۰.....	۳-۱- کاربرد شیر های یک‌طرفه	۱۳۱.....	۳-۱- منحنی‌های کنترل- محدوده‌های کاربرد
۱۶۰.....	۴-۱- شیر تعویض کننده	۱۳۲.....	۲- شیرهای کاهنده فشار
۱۶۱.....	۲- شیرهای یک‌طرفه با فرمان پیلوتی	۱۳۲.....	۱-۲- شیر کاهنده فشار با عملکرد مستقیم
۱۶۱.....	۱-۲- عملکرد، طراحی، علائم اختصاری	۱۳۳.....	۲-۲- شیر کاهنده فشار دو راهه با فرمان پیلوتی
۱۶۱.....	۲-۲- شیرهای یک‌طرفه کنترل مستقیم با فرمان پیلوتی	۱۳۳.....	۱-۲-۲- ساختمان شیرهای کاهنده فشار نوع NG۱۰ و NG۲۵
۱۶۲.....	۳-۲- شیرهای یک‌طرفه فرمان پیلوتی با کنترل پیلوتی	۱۳۴.....	۳-۲- شیر کاهنده فشار سه‌راهه
۱۶۲.....	۴-۲- شیر یک‌طرفه با دو فرمان پیلوتی	۱۳۵.....	۳- شیرهای تابع فشار(ترتیبی) و قطع و وصل
۱۶۳.....	۵-۲- شیرهای یک‌طرفه با کنترل الکتریکی	۱۳۶.....	۱-۳- شیرهای تابع فشار با ورودی سیگنال داخلی
۱۶۴.....	۶-۲- بلوک کنترل بار	۱۳۶.....	۲-۳- شیر تابع فشار با ورودی سیگنال خارجی
۱۶۴.....	۷-۲- شیر یک‌طرفه کارتریجی برای نصب پایه‌ای	۱۳۷.....	۳-۳- شیر قطع و وصل با جریان کنترل داخلی
۱۶۵.....		۱۳۸.....	۴- شیر جبران کننده فشار با پیلوت خارجی
	فصل ۸: روشهای اتصال واحدهای هیدرولیک	۱۳۸.....	۵- شیر شارژ آکومولاتور
۱۶۷.....	(سیستم‌های مدولی)	۱۳۸.....	۶- کلید فشاری
۱۶۹.....	۱- کلیات	۱۳۹.....	۷- شیر اطمینان تناسبی
۱۶۹.....	۲- بلوک‌های چند راهه	۱۴۱.....	فصل ۶: شیرهای کنترل جریان
۱۶۹.....	۳- شیرهای توده‌ای	۱۴۳.....	۱- مفهوم
۱۷۰.....	۴- بلوک‌های مدولی عمودی-نوع ستونی	۱۴۳.....	۱-۱- قانون پیوستگی
۱۷۱.....	۵- بلوک‌های کنترل	۱۴۴.....	۲-۱- دیاگرام محاسبه- گلوبی ثابت
۱۷۳.....	فصل ۹: مخزن ذخیره فشار (آکومولاتور)	۱۴۵.....	۳-۱- انتقال قسمتی از دبی حجمی
۱۷۵.....	۱- کاربرد	۱۴۶.....	۲- شیرهای اریفیزی و گلوبی
۱۷۷.....	۲- اصول عملکرد	۱۴۸.....	۳- شیر کنترل جریان دوراهه
۱۷۸.....	۳- ساختمان	۱۴۸.....	۱-۳- اصول عملکرد
		۱۵۰.....	۲-۳- علائم گرافیکی

۲۰۳..... ISO/SAE ۳-۱-۳ مقایسه	۱۷۸..... ۱-۳ آکومولاتورهای دیافراگمی
۲۰۴..... ۴-۱-۳ نسبت ویسکوزیته- فشار	۱۷۹..... ۲-۳ آکومولاتور تیغه‌ای
۲۰۴..... ۲-۳ الاستیسیته حجمی (تراکم‌پذیری).....	۱۷۹..... ۴- تنظیمات ایمنی
۲۰۵..... ۳-۳ وزن مخصوص	۱۸۰..... ۱-۴ تست‌های X در یک حالت خاص
۲۰۵..... ۴-۳ افزایش حجم	۱۸۰..... ۲-۴ تجهیزات ایمنی
۲۰۵..... ۵-۳ قابلیت روغنکاری	۱۸۱..... ۳-۴ شیرهای اطمینان
۲۰۵..... ۶-۳ توانایی جدا کردن هوا	۱۸۱..... ۴-۴ بلوک‌های اتصال اطمینان
۲۰۶..... ۷-۳ مقاومت در مقابل اکسیداسیون (فرسایش).....	۱۸۲..... ۵-۴ عناصر ایمنی در خروجی گاز
۲۰۶..... ۸-۳ دیگر مشخصات سیال های هیدرولیک.....	۱۸۳..... ۵- محاسبات آکومولاتور
	۱۸۳..... ۱-۵ فشارها
	۱۸۴..... ۲-۵ حجم‌های روغن
	۱۸۵..... ۳-۵ دیاگرام محاسباتی
	۱۸۶..... ۴-۵ فاکتورهای تصحیح K_1 و K_2
فصل ۱۲: فیلترها ۲۰۹	فصل ۱۰: مخزن روغن ۱۸۹
۲۱۱..... ۱- عملکرد	۱۹۱..... ۱- عملکرد مخزن روغن
۲۱۱..... ۲- نتایج حاصل از آلودگی	۱۹۲..... ۲- اندازه مخزن روغن
۲۱۲..... ۳- تعیین درجه آلودگی	۱۹۳..... ۳- شکل‌های مخازن روغن
۲۱۲..... ۳-۱-۳ NAS ۱۶۳۸	۱۹۳..... ۴- طراحی سازه
۲۱۲..... ۳-۲-۳ ISO ۴۴۰۶	۱۹۳..... ۱-۴ خط مکش و برگشت
۲۱۳..... ۴- درجه خلوص فیلتر	۱۹۴..... ۲-۴ صفحه موج‌گیر
۲۱۴..... ۵- سایر مشخصات	۱۹۴..... ۳-۴ لوله پرکن، فیلتر هوا
۲۱۴..... ۶- طبقه‌بندی فیلتر براساس مواد بکار رفته در آن	۱۹۴..... ۴-۴ نمایش سطح روغن
۲۱۴..... ۱-۶ فیلتر صفحه‌ای	۱۹۴..... ۵-۴ پوشش‌های مخزن
۲۱۵..... ۲-۶ فیلترهای عمقی	۱۹۵..... ۶-۴ تمیزکاری و بازرسی پوشش
۲۱۵..... ۷- محل قرارگیری فیلتر در سیستم هیدرولیک	۱۹۵..... ۷-۴ تخلیه روغن
۲۱۵..... ۱-۷ فیلتر در خط برگشت	۱۹۶..... ۸-۴ پوشش‌های مخزن
۲۱۶..... ۲-۷ فیلتر در خط مکش	۱۹۶..... ۵- مخازن روغن تحت فشار
۲۱۶..... ۳-۷ فیلتر در خط فشار	
۲۱۶..... ۴-۷ فیلتر کردن جزئی	فصل ۱۱: سیال‌های هیدرولیک..... ۱۹۷
۲۱۷..... ۸- نصب فیلتر	۱۹۹..... ۱- عملکردهای سیال هیدرولیک
۲۱۷..... ۹- نگهداری	۱۹۹..... ۲- طبقه بندی
۲۱۷..... ۱۰- توصیه‌ها	۱۹۹..... ۱-۲ سیال‌های هیدرولیک با پایه معدنی
	۲۰۰..... ۲-۲ سیال‌های مقاوم در برابر حریق
	۲۰۰..... ۳-۲ سیال‌های هیدرولیک سازگار
	۲۰۱..... با محیط زیست
	۲۰۲..... ۳- اطلاعات فنی سیال‌های هیدرولیک
	۲۰۲..... ۱-۳ ویسکوزیته ν
	۲۰۳..... ۱-۱-۳ نسبت ویسکوزیته- دما
	۲۰۳..... ۲-۱-۳ رده‌های مختلف ویسکوزیته
فصل ۱۳: گرم‌کننده و خنک‌کننده..... ۲۱۹	
۲۲۱..... ۱- عملکرد	
۲۲۱..... ۲- گرم‌کننده	
۲۲۲..... ۳- خنک‌کننده	
۲۲۲..... ۱-۳ وسایل خنک‌کننده هوا-روغن	
۲۲۲..... ۲-۳ وسایل خنک‌کننده آب- روغن	
۲۲۳..... ۳-۳ محاسبات سیال‌های کاری خنک‌کننده.....	
فصل ۱۴: لوله و اتصالات..... ۲۲۵	
۲۲۷..... ۱- سرعت جریان.....	

۲۶۵	۵- کنترل سرعت	۲۲۷	۲- سطح مقطع خطوط لوله‌کشی
۲۶۵	۵-۱ روش قرارگرفتن شیرهای کنترل جریان در سیستم‌های هیدرولیکی	۲۲۸	۳- مقاومت خط جریان
۲۶۶	۵-۲ مزایا و معایب مدارهای کنترلی دبی ورودی	۲۲۹	۴- افت فشار در دهانه های رزوه شده
۲۶۷	۵-۳ مزایا و معایب مدارهای کنترل دبی خروجی	۲۲۹	۵- نسبت فشار به دبی
۲۶۸	۵-۴ مدار کنترل ورودی با شیر بالانس‌کننده	۲۳۰	۶- لوله‌ها
۲۶۹	۵-۵ شیر گلوبی در خط متصل به سیلندر	۲۳۰	۷- اتصال دهنده‌های لوله
۲۷۰	۵-۶ گرتز، اصلاح قرار گرفتن شیرهای کنترل جریان	۲۳۰	۷-۱ روش‌های اتصال
۲۷۰	۵-۷ کنترل سرعت متغیر	۲۳۲	۷-۲ ساختمان انواع کوپلینگ‌ها
۲۷۱	۵-۷-۱ ابتدا حرکت سریع و سپس آهسته	۲۳۳	۷-۳ درجه و دامنه فشار
۲۷۲	۵-۷-۲ راه حل‌هایی برای حالت چندین حرکت آهسته	۲۳۳	۷-۴ ارتباط بین رزوه وسط مقطع لوله برای اتصالات رزوه‌ای
۲۷۳	۵-۸ ضربه قوچ	۲۳۵	۷-۵ لبه‌های آب‌بند
۲۷۴	۵-۸-۱ جریان آماده به کار	۲۳۵	۷-۸ کوپلینگ‌های فلانجی
۲۷۵	۵-۹ شیرهای کنترل جریان در مدارهای میان‌گذر	۲۳۵	۹- مفصل چرخان
۲۷۷	۵-۱۰ مدار دیفرانسیلی	۲۳۶	۱۰- کوپلینگ سریع
۲۷۷	۶- قفل کردن با شیر یک‌طرفه پیلوتی	۲۳۶	۱۱- خطوط شیلنگ
۲۷۷	۶-۱ پیلوت با فشار خارجی		
۲۷۸	۶-۲ افزایش فشار پیلوت ناشی از بار ۳-۶ فشار پیلوت ناشی از		
۲۷۸	دهانه بالایی سیلندر		
۲۷۹	۶-۳-۱ تعیین فشار در هنگام باز شدن		
۲۸۰	۶-۴ مسیر با بار متغیر		
۲۸۱	۶-۵ شیرهای مکش (پرکن سیلندر)		
۲۸۱	۷- کنترل مرحله‌ای (پله‌ای)		
۲۸۳	۸- کاهش فشار		
۲۸۴	۹- مدارهای مخزن ذخیره فشار (آکومولاتور)		
۲۸۵	۱۰- مدارهایی برای شارژ آکومولاتور		
۲۸۶	۱۱- مدارهای موازی		
۲۸۷	۱۲- مدارهای سری		
۲۸۸	۱۳- کنترل‌های هماهنگ (سنکرونیزه)		
۲۸۸	۱۳-۱ کوپلینگ مکانیکی		
۲۸۸	۱۳-۲ کنترل کورس هماهنگ از طریق شیرهای کنترل جریان		
۲۸۹	۱۳-۳ هماهنگ سازی از طریق پمپ‌های کنترل مسیر		
		۲۳۹	فصل ۱۵: واحدها و دستگاه‌ها
		۲۴۱	۱- مجموعه مولد
		۲۴۱	۲- سیستم کنترل
		۲۴۱	۳- بارها و عمل‌کننده‌ها
			فصل ۱۶: نمادها بر اساس استاندارد
		۲۴۵	۱۲۱۹ DIN یا ۱-۱۲۱۹
		۲۴۷	نمادها بر اساس استاندارد
			فصل ۱۷: دیاگرام‌های مدار پایه و
		۲۵۵	کاربردهای آن
		۲۵۷	۱- دیاگرام مدار
		۲۵۸	۲- محدوده فشار
		۲۵۹	۳- تخلیه پمپ
		۲۶۰	۳-۱ چرخش بدون فشار
		۲۶۰	۳-۲ پمپ‌های ظرفیت متغیر با جبران‌کننده فشار
		۲۶۲	۳-۳ بی بار کردن تجهیزات کنترل فشار
		۲۶۳	۴- کاربرد شیرهای کنترل مسیر
		۲۶۳	۴-۱ سیلندرهای یک‌کاره
		۲۶۳	۴-۲ سیلندر دوکاره بدون توقف میانی
		۲۶۳	۴-۳ سیلندر دوکاره با امکان توقف در هر نقطه از مسیر

- ۳-۱ عناصر سیگنال دهنده ۳۱۴
- ۳-۲ عناصر کنترل و نظارت (تنظیم) ۳۱۵
- ۳-۳ واحد کنترل ۳۱۶
- ۴- روش نمایش سیگنال ها ۳۱۷
- ۵- مثال ۳۱۸
- ۶- طرح عملکردی طبق استاندارد DIN ۴۰۷۱۹ ۳۱۹

فصل ۲۰: راه اندازی اولیه و نگهداری ۳۲۱

- ۱- مقدمه ۳۲۳
- ۲- کارها ۳۲۳
- ۳- دستوراتی برای راه اندازی اولیه و نگهداری ۳۲۴
- ۴- راه اندازی اولیه ۳۲۴
- ۵- نگهداری ۳۲۶
- ۵-۱ بازرسی و خدمات ۳۲۶
- ۵-۲ تعمیر ۳۲۹
- ۵-۲-۱ رفع نقص ۳۲۹
- ۵-۲-۲ تعمیر ۳۳۰

فصل ۲۱: ابزارهای اندازه گیری در هیدرولیک ۳۴۵

- ۱- مقدمه ۳۴۷
- ۲- اندازه گیری فشار ۳۴۷
- ۲-۱ سیستم های مکانیکی ۳۴۷
- ۲-۲ سیستم الکتریکی کرنش سنج فلزی ۳۴۸
- ۳- اندازه گیری دبی خروجی ۳۴۹
- ۴- دهانه های اتصال به منظور اندازه گیری ۳۵۱
- ۵- جعبه ابزار تست (کیت) ۳۵۲

۴-۱۳ هماهنگ سازی با شیرهای

- تقسیم کننده جریان ۲۸۹
- ۵-۱۳ کنترل هماهنگ با ۲۹۰
- مدارهای سری (متوالی) ۲۹۰
- ۶-۱۳ هماهنگ سازی با سیلندر اندازه گیر ۲۹۰
- ۷-۱۳ هماهنگ سازی کورس الکتروهیدرولیکی ۲۹۱
- ۱۴- حلقه بسته ۲۹۲
- ۱۵- کاربرد ۲۹۳

فصل ۱۸: اتلاف توان در شیرهای کنترل جریان ۳۰۱

- ۱- پمپ های ظرفیت ثابت و ۳۰۳
- تنظیم جریان دوراhe ۳۰۳
- ۲- شیر کنترل جریان سراهه ۳۰۴
- و پمپ ظرفیت ثابت ۳۰۴
- ۳- شیر کنترل جریان دوراhe و پمپ ظرفیت ۳۰۵
- متغیر با تنظیم کننده فشار ۳۰۵
- ۴- شیر کنترل جریان دوراhe و ۳۰۶
- پمپ های دوتایی ۳۰۶
- ۵- پمپ ظرفیت متغیر با ترکیب ۳۰۷
- کنترل فشار و جریان ۳۰۷
- ۶- کنترل سرعت از طریق پمپ تنظیم مستقیم ۳۰۸
- ۷- پمپ های ظرفیت متغیر با کنترلر توان ۳۰۸

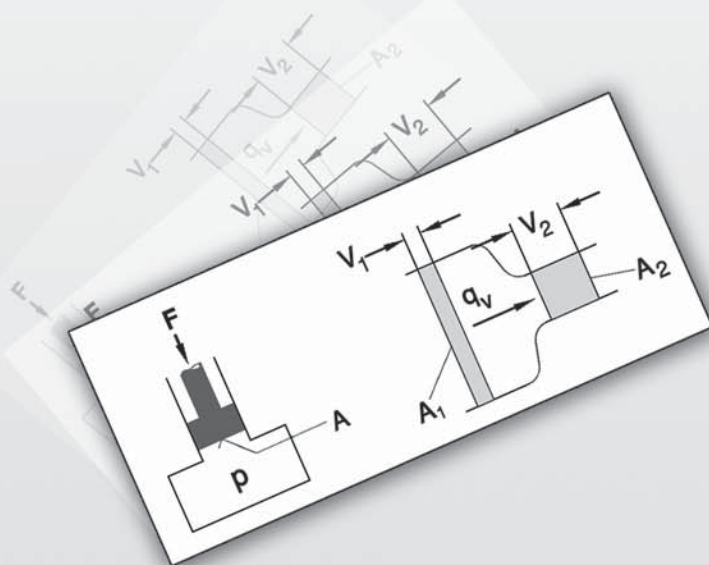
فصل ۱۹: نمودارهای عملکرد تابع ۳۱۱

- ۱- تعریف ۳۱۳
- ۲- ساختار یک مدار کنترل ۳۱۳
- ۳- نمایش عناصر خاص ۳۱۴

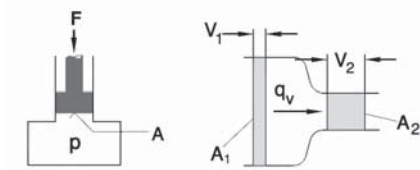
تئوری و کاربرد هیدرولیکی



مقدمه



۱- تعریف



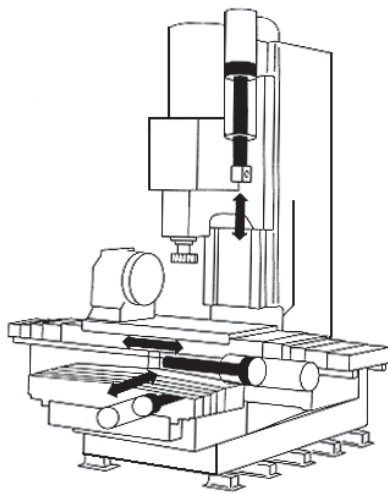
عبارت هیدرولیک از کلمه یونانی «هیدرو» گرفته شده است که به معنای مایع می‌باشد. هیدرولیک علمی است که رفتار سیال‌های ساکن یا متحرک را بررسی

می‌کند (هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک). هنگامی که هیدرولیک در زمینه‌های مهندسی مکانیک، ماشین‌آلات و سازه‌های هوایی به کار می‌رود، به معنای اجزای فیزیک نظری، به منظور انتقال و کنترل انرژی و ابزار دقیق است.

۲- کاربرد

امروزه استفاده از هیدرولیک ساکن و سیار (هیدرولیک صنعتی) به سرعت در حال افزایش است. عبارت هیدرولیک ساکن (ثابت) به تجهیزاتی اطلاق می‌شود که به صورت دائم در یک مکان نصب می‌شوند، مانند ماشین‌آلات ساخت. ماشین‌آلات حمل و نقل زنجیری و چرخ‌دار به وسیله هیدرولیک سیار راه‌اندازی و کنترل می‌شوند.

هیدرولیک همچنین در سازه‌های هوایی که استانداردهای بالایی تکنولوژیک مورد نیاز است، کاربرد دارد. سیستم‌ها و اجزای هیدرولیک متفاوتند، که این تفاوت‌ها بر اساس عناصر و کاربردهای آنهاست.

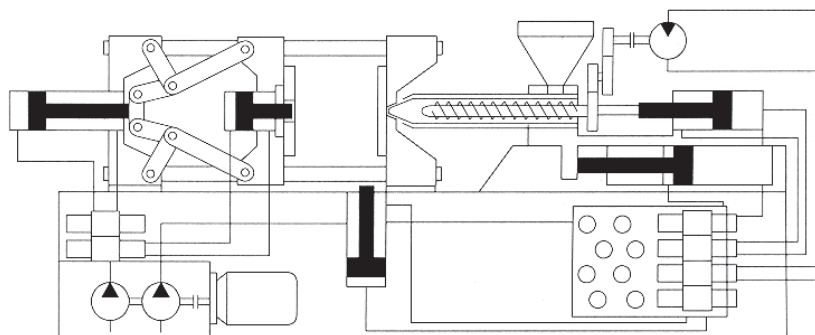


صنایع ماشین‌ابزار (به خصوص ماشین‌های اکستروژن پلاستیک)

هیدرولیک برای بستن ابزارهای برش و کنترل نرخ پیشروی و حرکت ذرن در ماشین‌های براده‌برداری و کنترل حرکت و نرخ پیشروی ابزارهای برشی به کار می‌رود (شکل ۲-۱).

شکل ۲-۱

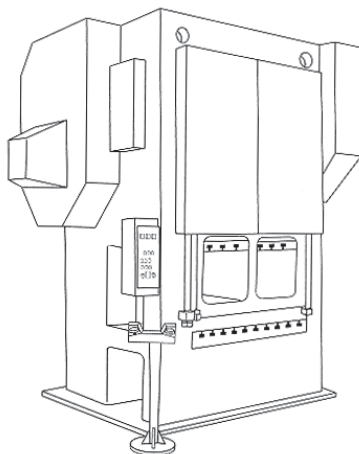
این فرآیندها معمولاً تولیدات مجزا دارند، که مدت زمان کاری آنها کمتر از یک ثانیه است. عملکرد این ماشین‌ها شامل: آب‌بندی قالب، تزریق و تأمین فشار ثابت و سرانجام باز کردن قالب می‌باشد. شیرهای کنترل زمان، فشار و سرعت در هر مرحله از فرآیند با دقت بسیار بالایی کار می‌کنند (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱: ماشینهای فرآوری پلاستیک

پرس‌های هیدرولیک

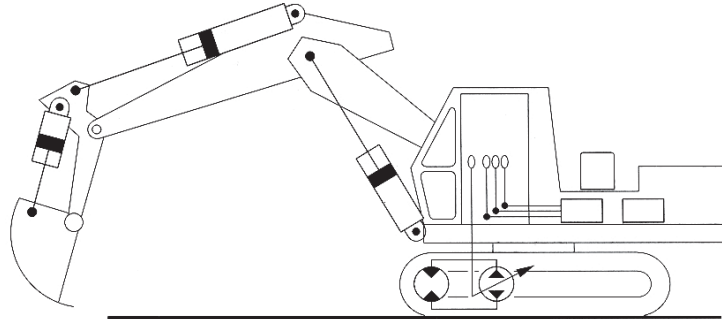
نیروهای عظیم پرس‌ی به وسیله هیدرولیک، قابل تولید و کنترل است. سیستم‌های پیچیده و ابزارهای کنترلی که در تجهیزات هیدرولیک به کار می‌روند، عملکرد مطمئن و بی‌نقص سیستم را تضمین می‌کنند (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱

ماشین‌های ساختمانی

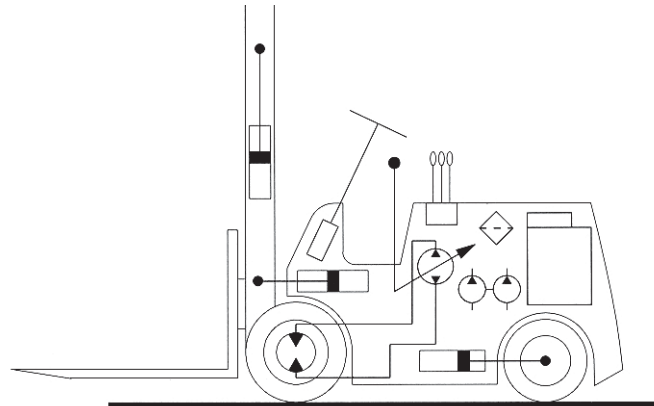
هیدرولیک جهت راه‌اندازی ماشین‌آلات ساختمانی مانند بالابرها، نگهدارنده‌ها، انتقال دهنده مواد و ... که عملیات مختلفی را انجام می‌دهند، به کار می‌رود (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱

بالابرها و جابه‌جاکننده‌ها

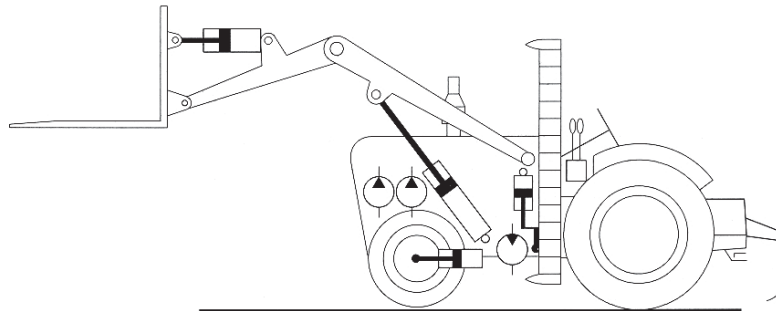
بالا بردن و جابه‌جایی توسط ماشین‌های باری سنگین انجام می‌شود. پایه و اساس تجهیزاتی که عملیات جابه‌جایی، بالابردن و چرخاندن خطی را انجام می‌دهند؛ سیستم‌های هیدرولیک هستند (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱

ماشین‌های کشاورزی

سیستم‌های هیدرولیک در تراکتورهای کشاورزی، جهت کنترل موقعیت گاوآهن و حرکت و کنترل اجزای جانبی که به تراکتور متصل است و نیز در کمباین‌ها و دروگرها جهت راه‌اندازی سیستم محرک و کنترل حرکت اجزای آنها به‌کار می‌رود (شکل ۷-۱).



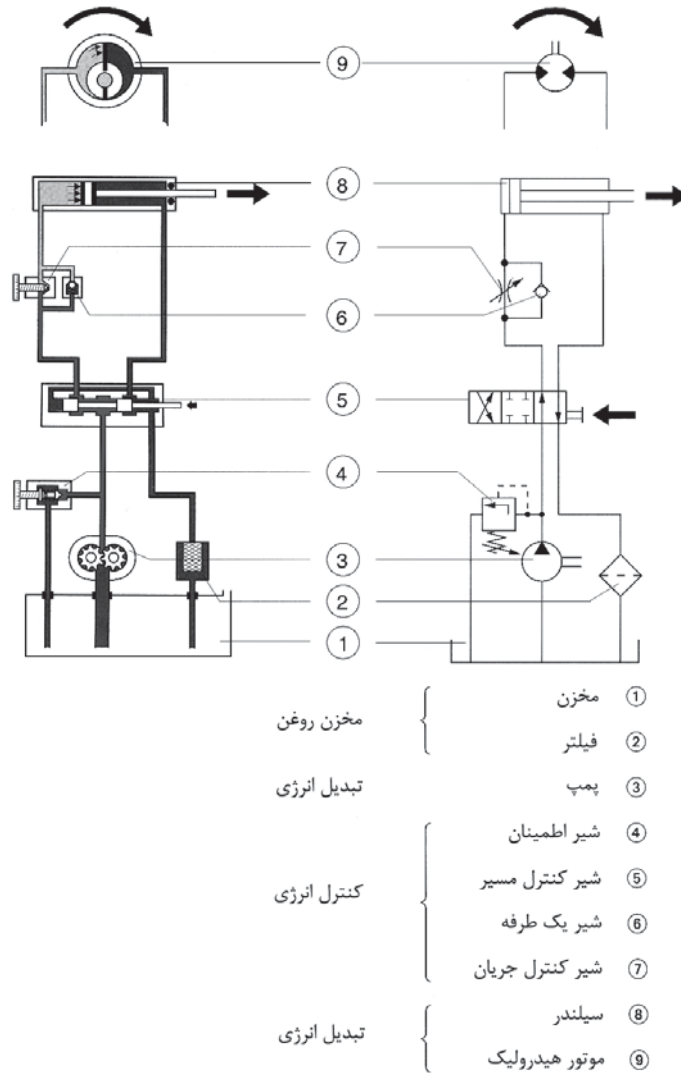
شکل ۷-۱

ساختمان سیستم هیدرولیک

به طور کلی عملکرد یک سیستم هیدرولیک شامل تبدیل، انتقال و کنترل انرژی است. ابتدا انرژی مکانیکی که سیستم هیدرولیک را به کار می‌اندازد، به انرژی هیدرولیکی تبدیل می‌شود، سپس این انرژی هیدرولیکی منتقل شده و کنترل می‌گردد و سرانجام، مجدداً به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود.

این عملیات به وسیله اجزاء هیدرولیکی انجام می‌گیرد، که در یک زنجیره از پیش تعیین شده قرار گرفته‌اند و عمل مورد نظر را انجام می‌دهند.

شکل ۸-۱ اساس یک سیستم هیدرولیک و اجزای تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد. قسمت برش خورده سمت چپ، نشان‌دهنده عملکرد اجزا و شکل سمت راست، طبق علائم استاندارد، اجزای تشکیل‌دهنده را نمایش می‌دهد. خطوط ضخیم، نشان‌دهنده لوله‌های اتصال بین اجزا است.



شکل ۸-۱

۳- مقایسه‌ی سیستم‌ها

هیدرولیک یکی از سیستم‌های انتقال قدرت است. تکنولوژی کنترل و تنظیم در سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی و هیدرولیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم‌ها همچنان که با هم در رقابت‌اند، مکمل یکدیگرند. به عنوان مثال، معمولاً جهت جریان

انرژی در یک سیستم هیدرولیک به وسیله سیگنال‌های الکتریکی هدایت می‌شود (مانند روشن کردن موتور مربوط به یک پمپ). انتخاب یک سیستم مناسب یا ترکیبی از سیستم‌ها؛ نیازمند اطلاعات دقیقی از مشخصات اجزا، مزایا و محدودیت‌های آن است. جدول ۱-۱ نمونه‌های اصلی سیستم‌ها را برحسب معیارهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱

مکانیک	الکتروسیسته / الکترونیک	نیوماتیک	هیدرولیک	معیار
شفته‌ها، اهرم‌ها، تسمه‌ها، زنجیرها، چرخ‌ها و غیره	الکترون‌ها	هوا	روغن	منتقل‌کننده‌ی انرژی
شفته‌ها، اهرم‌ها، تسمه‌ها، زنجیرها، پولی‌ها و غیره	هادی‌های الکتریکی (کابل)	لوله‌ها، شیلنگ‌ها، تیوب‌ها، مجراها	لوله‌ها، شیلنگ‌ها، تیوب‌ها، مجراها	انتقال انرژی
ژنراتورها، آکومولاتورها، موتورهای الکتریکی، سولنئوید، موتورهای الکتریکی خطی	نوسان‌سازها، سیلندرها، موتورها	کمپرسورها، سیلندرها	پمپ‌ها، سیلندرها، موتورهای هیدرولیک	تبدیل از/به انرژی مکانیکی
نیرو، گشتاور، سرعت، فرکانس چرخش	ولتاژ V جریان الکتریکی I	فشار (p تقریباً 6 بار) دبی q	فشار p (بار) 30 - (400 دبی q)	ویژگی‌های مهم
خوب، چون تبدیل انرژی صورت نمی‌گیرد، برای کنترل‌های زیاد محدود است	خوب، نسبت وزن با توجه به یکسان بودن می‌توان موتورهای الکتریکی تقریباً 10 برابر موتورهای هیدرولیک است. شیرهای کنترل هیدرولیک اقتصادی‌ترند	خوب، ولی در فشار بالاتر از 6 بار با محدودیت مواجه است	خیلی خوب-در فشار عملکرد بالا (بالا تر از 400 بار). ساختمان کوچک با قیمت مناسب سیلندر = موتور خطی	راندمان قدرت
خیلی خوب، تمام نیروها (بین شاخص، چرخ دندانه‌ها و غیره)	به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند. هیستریزیس و لغزش از یک سو و موتورهای سنکرون و موتورهای پله‌ای از طرف دیگر	خوب نیست، چون هوا تراکم‌پذیر است	خیلی خوب، چون روغن به سختی فشرده می‌شود	دقت حرکت
خوب، چون هیچ تبدیل انرژی صورت نمی‌گیرد تلفات مکانیکی به علت اصطکاک	خوب، زیرا الکتریسیته مستقیماً از منبع انرژی قابل دستیابی است	خوب، نشت جانبی به علت اصطکاک بین مبدل‌های اولیه و ثانویه انرژی و شیرهای کنترل و تنظیم		راندمان

ادامه جدول ۱-۱

مکانیک	الکتروسیسته/ الکترونیک	نیوماتیک	هیدرولیک	معیار
نامناسب برای سیستمهای دنده‌ای، اهرمی و غیره	برای توان‌های کم: خیلی خوب؛ برای توان‌های کاری سنگین: استفاده از کنتاکتورها، رله‌ها، نیمه هادی، موتورهای دور متغیر، ابزارهای مختلف و ... نامناسب است	خیلی خوب، با شیرها (برای نیروهای کوچک متوسط)	خیلی خوب، با شیرها و پمپ‌های جابه‌جایی متغیر شیرهای سرو و برای حالت مدار بسته هنگامی که با برق و الکترونیک ترکیب شود بازده بیشتری دارد	تنظیم و کنترل انتقال یک سیگنال
به سادگی با مکانیزم لنگ، اهرم و غیره	تجهیزات پیچیده، با موتورهای خطی لوله‌های پیچی □□□□	خیلی آسان به وسیله سیلندرها	به آسانی به وسیله سیلندرها	امکان حرکت خطی
تحویل انرژی با فاصله‌ی کم	کاراندازی دورانی، کاراندازی خطی، شیرها با پیچ تنظیم، کاراندازی	صنعتی، ابزارگیرها، تجهیز وسایل	بخشهای فولادی، کاراندازی خطی، پرس‌ها، چرخش (نیروهای بزرگ)	نمونه کاربرد

هنگام انتخاب مناسب‌ترین سیستم، ویژگی‌های کلی شرایط کارکرد آنها در نظر گرفته می‌شود. بر اساس نمونه‌هایی از کاربردها برای سیستمهای مختلف، می‌توان به یک سیستم مناسب دست یافت. در مواردی که نمونه‌های مختلف یک سیستم را می‌توان به کار برد، فاکتورهای بیشتری علاوه بر عملکرد سیستم مانند «هزینه»، «ایمنی»، «حمل و نقل» و «نگهداری» ملاک عمل قرار می‌گیرد.

