

مبانی کاربردی پمپ‌های میان‌تیریفیوژ

ترجمه و تألیف: همدان حسین رضایی



انتشارات قدیس

www.Qeddis.com

سرشناسه	: رضایی، حسین، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: مبانی کاربردی پمپ‌های سانتریفیوژ/ترجمه و تالیف حسین رضایی.
مشخصات نشر	: تهران: قدیس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۴ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۰-۳۵-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: تلمبه گریز از مرکز
موضوع	: Centrifugal pumps
موضوع	: ماشین‌آلات تلمبه‌زنی
موضوع	: Pumping machinery
موضوع	: ماشین‌آلات هیدرولیک
موضوع	: Hydraulic machinery
رده بندی کنگر	: ۱۳۹۵ ۳۶۴/۹۱۹۲J
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۶۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۹۲۸۵۰



انتشارات قدیس

مبانی کاربردی پمپ‌های سانتریفیوژ

ترجمه و تالیف: حسین رضایی

ویراستاران: محمد باقر و محمد کریم خواجه خلیلی

ناشر: قدیس

صفحه‌آرایی: قدیس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سحر گرافیک، پست فرهنگ

نوبت و سال چاپ: اول، ۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۰-۳۵-۳

حق چاپ محفوظ و منحصراً مخصوص ناشر است.

دفتر مرکزی و مرکز پخش:

نشر قدیس: تهران: میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پایین‌تر از وحید نظری، نیش بن بست حقیقت،

پلاک ۴ واحد ۵ تلفن: ۶۶۴۰۳۵۴۸ - ۶۶۴۱۱۳۸۱ - ۶۶۷۱۵۲۵۵

کتابفروشی الیاس: تهران، میدان انقلاب، نیش خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۱۳۱۰ تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

پیش گفتار

در صنایع تولیدی، هر جا مواردی چون عملکرد بهینه، قابلیت اطمینان بالا و مصرف انرژی پایین مدنظر باشند، پمپ‌ها اهمیتی دوچندان می‌یابند. اهمیت وجود منابع قابل اعتنا و پربار در این زمینه به زبان فارسی، باعث شد تا در اثر پیشین، برگردان کتاب ارزشمند پمپ، ویژگی‌ها و کاربردها تألیف MICHAEL VOLK را انجام دهم. بازخوردهای مثبت فراوانی که از مخاطبان این کتاب و مدیران ارشد سازمان، به‌ویژه مدیرعامل محترم شرکت بهره برداری نفت و گاز، آرون جناب مهندس جهانگیر پورهنک، مدیر محترم عملیات جناب مهندس باقر قاسمی و مدیران ارشد بخش تعمیرات مهندس افشین آریا و مهندس محمد محمدی دریافت نمودم، انگیزه‌ی فراوانی را جهت ترجمه و سوین مجموعه‌های برابرت در زمینه‌ی تجهیزات دوار به‌ویژه پمپ‌های صنعتی برایم ایجاد نمود. کتابی که پیش رو دارید برگرفته از راهنمای جامع شرکت GRUNDFOS در زمینه پمپ‌های سانتریفیوژ است که با رویکردی جذاب، مصوب به بانی کاربردی پمپ‌های مذکور می‌پردازد و با مطالعه‌ی آن در کنار کتاب پمپ، ویژگی‌ها و کاربردها، با بهترین مفاهیم تئوری و کاربردی پمپ‌های سانتریفیوژ آشنا خواهید شد. در این مجموعه تلاش شده بیشتر به مواردی پرداخته شود که مهندسين و کارشناسانی که در زمینه طراحی، نصب و راه‌اندازی پمپ‌ها و سیستم‌های پمپاژ فعالیت می‌کنند، آن را به مثابه‌ی راهنمایی بیابند که پاسخگوی طیف گسترده‌ای از پرسش‌هایی باشد که در این حیطه ممکن است با آن روبه‌رو شوند. اگرچه پیشنهاد می‌شود مطالب این مجموعه به روال مطرح‌شده، مورد مطالعه قرار گیرند ولی چنین مطالب آن به گونه‌ای است که قابلیت خوانش مجزای موضوعات خاصی از آن را نیز فراهم ساخته است. محتای این کتاب در قالب پنج فصل به بررسی وجوه مختلف طراحی سیستم‌های پمپاژ می‌پردازد. در فصل ۱ انواع مختلف پمپ‌ها به همراه اجزایشان مورد معرفی قرار می‌گیرند. همچنین، ملاحظات مهم در هنگام کار با ماشینات ازجمله مواد مورد استفاده و انواع مختلف خوردگی نیز در همین فصل بیان خواهند شد. اصطلاحات مهم در ارتباط با پمپ‌ها و قرائت منحنی عملکرد پمپ در فصل ۲ ارائه می‌شود. فصل ۳ به هیدرولیک سیستم و برخی از مهم‌ترین مواردی که می‌بایست برای دستیابی به عملکرد بهینه سیستم پمپاژ در نظر گرفته شوند، خواهد پرداخت. از آنجایی که اغلب مملکت پمپ با استفاده از شیوه‌های متفاوت، اغلب، موضوعی ضروری است، در فصل ۴ مورد بحث قرار می‌گیرد. به دلیل اهمیت ویژه‌ی موضوع مصرف انرژی در پمپ‌ها و سیستم‌های پمپاژ، در فصل ۵ به مفهوم هزینه‌های چرخه‌ی عمر^۱ پرداخته شده است.

این کتاب به همراه یک دی‌وی‌دی عرضه شده که در آن سعی کرده‌ام با گردآوری مجموعه‌ای از ویدیوهای آموزشی متناسب با محتوای کتاب در کنار مقالات و کتب مفید در این زمینه، درک بهتری از مطالب کتاب را به خواننده ارائه دهم. در فرآیند ترجمه، وسواس خاصی را به خرج داده‌ام تا بتوانم سادگی و اصالت متن اصلی را در

ترجمه‌ی فارسی نیز حفظ کنم که جا دارد از زحمات ویراستاران گرامی، مهندس محمد بهداروند و مهندس محمد کریم خواجه‌خلیلی نیز کمال تشکر را داشته باشم.

در انتها می‌خواهم از بردباری و همراهی همسر و زحمات بی‌دریغ پدر و مادرم سپاسگزاری نموده و همفکری همکاران گرانقدرم در گروه تعمیرات مکانیک غرب شرکت بهره‌برداری نفت و گاز مارون، به ویژه، آقایان اردشیر زیلابی، ناصر سروستانی، سیاوشی قراچه و یاور شیرونی که با بیان نظرات و تجاربشان در طول تدوین این مجموعه به من یاری رساندند را ارج نهیم.

بی‌تردید، این اثر خالی از اشکال نیست، از خوانندگان این کتاب می‌خواهم نقطه نظرات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس: rezaeie2004@gmail.com با اینجانب در میان بگذارند. پیشاپیش از توجه و حسن نیت شما خواننده‌ی عزیز کمال سپاس و قدردانی را دارم.

حسین رضایی

ارشد، تعمیرات مهندسی مکانیک شرکت بهره‌برداری نفت و گاز مارون

زمستان ۱۳۹۵

فهرست

فصل ۱ / طراحی پمپ‌ها و موتورهای الکتریکی.....	۱۳
۱-۱ ساختار پمپ.....	۱۴
۱-۱-۱ پمپ سانتریفیوژ.....	۱۴
۱-۱-۲ منحنیهای پمپ.....	۱۶
۱-۱-۳ ویژگیهای پمپ سانتریفیوژ.....	۱۸
۱-۱-۴ از ابعاد رایج پمپ‌های با مکش انتهایی و خطی.....	۲۰
۱-۱-۵ انواع روانه (نیروهای محوری).....	۲۱
۱-۱-۶ انواع محفظه (نیروهای شعاعی).....	۲۲
۱-۱-۷ پمپ‌های یک مرحله‌ای.....	۲۳
۱-۱-۸ پمپ‌های چند مرحله‌ای.....	۲۵
۱-۱-۹ پمپ‌های کوپل بند و اتصال متقیم.....	۲۵
۱-۲ انواع پمپ‌ها.....	۲۷
۱-۲-۱ پمپ‌های استاندارد.....	۲۷
۱-۲-۲ پمپ‌های با بدنه‌ی دوتکه.....	۲۷
۱-۲-۳ پمپ‌های آب بندی شده از نوع هرمیتیک (بسته).....	۲۸
۱-۲-۴ پمپ‌های بهداشتی.....	۳۰
۱-۲-۴-۱ پمپ‌های فاضلاب.....	۳۱
۱-۲-۴-۲ پمپ‌های مستغرق.....	۳۲
۱-۲-۴-۳ پمپ‌های غوطه‌ور درونجاهی (لوله‌ای).....	۳۳
۱-۲-۴-۴ پمپ‌های جا به جایی مثبت.....	۳۴
۱-۳ مکانیکال سیل.....	۳۷
۱-۳-۱ اجزا و عملکرد مکانیکال سیل.....	۳۸
۱-۳-۲ مکانیکال سیل‌های متعادل و نامتعادل.....	۴۰
۱-۳-۳ انواع مکانیکال سیل.....	۴۱
۱-۳-۴ مواد مورد استفاده در ساخت سطوح نشست‌بندی.....	۴۶
۱-۳-۵ عوامل موثر بر عملکرد نشست‌بند.....	۴۹
۱-۴ موتورهای الکتریکی.....	۵۱
۱-۴-۱ استانداردها.....	۵۱
۱-۴-۲ راه اندازی الکتروموتور.....	۵۸

- ۶۰-..... ۳-۴-۱: منبع و لتاز
- ۶۰-..... ۴-۴-۱: مبذل فرکانسی
- ۶۳-..... ۵-۴-۱: حفاظت موتور الکتریکی
- ۶۸-..... ۵-۱ مایعات
- ۶۸-..... ۱-۵-۱: مایعات لزج
- ۶۸-..... ۲-۵-۱: مایعات غیر نیوتنی
- ۶۹-..... ۳-۵-۱: اثر مایعات لزج بر عملکرد یک پمپ سانتریفیوژ
- ۷۰-..... ۴-۵-۱: انتخاب پمپ مناسب برای مایع دارای ضدیخ
- ۷۲-..... ۵-۵-۱: سال
- ۷۳-..... ۶-۵-۱: حباب نرم افزاری نوع پمپ برای مایعات چگال و لزج
- ۷۴-..... ۶-۱ مواد
- ۷۴-..... ۱-۶-۱: خوردگی چیست
- ۷۵-..... ۲-۶-۱: انواع خوردگی
- ۸۰-..... ۳-۶-۱: فلزات و آلیاژهای ناری
- ۸۷-..... ۴-۶-۱: سرامیک‌ها
- ۸۸-..... ۵-۶-۱: پلاستیک‌ها
- ۸۹-..... ۶-۶-۱: لاستیک
- ۹۱-..... ۷-۶-۱: پوشش‌ها (اندودکردن)
- ۹۳-..... فصل ۲/ نصب، راه اندازی و بررسی عملکرد پمپ
- ۹۴-..... ۱-۲ نصب پمپ
- ۹۴-..... ۱-۱-۲: نصب جدید
- ۹۴-..... ۲-۱-۲: نصب در شرایط موجود (جایگزینی)
- ۹۵-..... ۳-۱-۲: جریان لوله برای نصب یک پمپ
- ۹۷-..... ۴-۱-۲: محدودیت نویز و ارتعاشات
- ۱۰۱-..... ۵-۱-۲: تراز صدا (L_a)
- ۱۰۳-..... ۲-۲ عملکرد پمپ
- ۱۰۳-..... ۱-۲-۲: پارامترهای هیدرولیکی
- ۱۱۲-..... ۲-۲-۲: پارامترهای الکتریکی
- ۱۱۴-..... ۳-۲-۲: خصوصیات مایع
- ۱۱۷-..... فصل ۳/ هیدرولیک سیستم
- ۱۱۸-..... ۱-۳ مشخصه‌های سیستم
- ۱۱۸-..... ۱-۱-۳: مقاومت‌های تکی

۱۲۰	۲-۱-۳: سیستم‌های باز و بسته
۱۲۳	۲-۳: پمپ‌های با اتصال سری و موازی
۱۲۳	۱-۲-۳: پمپ‌های موازی
۱۲۶	۲-۲-۳: پمپ‌های سری
۱۲۹	فصل ۴/ تنظیم عملکرد پمپ‌ها
۱۳۰	۱-۴: تنظیم عملکرد پمپ
۱۳۰	۱-۱-۴: کنترل ترانل
۱۳۱	۲-۱-۴: کنترل بای‌پس
۱۳۲	۳-۱-۴: تغییر قطر پروانه
۱۳۳	۴-۱-۴: کنترل رز
۱۳۴	۵-۱-۴: مقایسه روش‌های تنظیم عملکرد
۱۳۶	۶-۱-۴: راندمان کان سیستم، پمپاژ
۱۳۶	۷-۱-۴: مثال - مقایسه مصرف انرژی در زمان کاهش ۲۰ درصدی میزان جریان
۱۳۸	۲-۴: راه حل‌های مبتنی بر استفاده از پمپ با دور کنترل شده
۱۳۹	۱-۲-۴: کنترل فشار ثابت
۱۳۹	۲-۲-۴: کنترل درجه حرارت ثابت
۱۴۰	۳-۲-۴: فشار تفاضلی ثابت در یک سیستم سردشی
۱۴۱	۴-۲-۴: کنترل فشار تفاضلی با جریان جبرانی
۱۴۳	۳-۴: مزایای استفاده از کنترل دور
۱۴۴	۴-۴: مزایای استفاده از پمپ‌هایی با مبدل فرکانسی یکپار
۱۴۵	۱-۴-۴: منحنی‌های عملکرد پمپ‌های با دور کنترل شده
۱۴۵	۲-۴-۴: پمپ‌های با دور کنترل شده در سیستم‌های مختلف
۱۴۸	۵-۴: مبدل فرکانسی
۱۴۹	۱-۵-۴: آشنایی با عملکرد اصلی و ویژگی‌ها
۱۴۹	۲-۵-۴: اجزای مبدل فرکانسی
۱۵۱	۳-۵-۴: شرایط خاص در رابطه با مبدل‌های فرکانسی
۱۵۵	فصل ۵/ محاسبه هزینه‌های چرخه عمر
۱۵۶	۱-۵: معادله‌ی مربوط به هزینه‌های چرخه عمر
۱۵۷	۱-۱-۵: هزینه‌های اولیه، بهای خرید (C_{ic})
۱۵۷	۲-۱-۵: هزینه‌های نصب و راه اندازی (C_{im})
۱۵۸	۳-۱-۵: هزینه‌های انرژی (C_e)
۱۵۸	۴-۱-۵: هزینه‌های عملیاتی (C_o)

- ۱۵۸..... ۵-۱-۵: هزینه‌های زیست محیطی (C_{env})
- ۱۵۹..... ۶-۱-۵: هزینه‌های نگهداری و تعمیرات (C_m)
- ۱۵۹..... ۷-۱-۵: هزینه‌های ناشی از وقفه‌ی عملیاتی و تلفات تولید (C_s)
- ۱۵۹..... ۸-۱-۵: هزینه‌های اسقاط (C_d)
- ۱۵۹..... ۲-۵: محاسبه‌ی هزینه‌های چرخه‌ی عمر (مثال)
- ۱۶۱..... پیوست‌ها
- ۱۶۲..... پیوست A: نمادها و واحدها
- ۱۶۳..... پیوست P: جداول تبدیل واحد
- ۱۶۴..... پیوست ۱: شنوندهای SI و الفبای یونانی
- ۱۶۵..... پیوست ۲: فشار بخار و چگالی آب در دماهای مختلف
- ۱۶۶..... پیوست E: ارفین (روانه)
- ۱۶۷..... پیوست F: تغییر فشار استاتیک به دلیل تغییر قطر لوله
- ۱۶۸..... پیوست G: نازل‌ها
- ۱۶۹..... پیوست H
- ۱۷۰..... پیوست I
- ۱۷۱..... پیوست J: جدول تناوبی
- ۱۷۱..... پیوست k: استانداردهای پمپ‌ها
- ۱۷۲..... پیوست L: لزجت برخی مایعات خاص به عنوان تابعی از دمای مایع