بسم الله الرحمن الرحیم

مبانی علمی و عملی پمپ‌های گریز از مرکز

جلد دوم: انتخاب، تست و بازرسی، نصب و راه‌اندازی، نگهداری و تعمیرات

نویسندگان:

دکتر علی احمدزاده

مهندس ابوذر پنا

مهندس حسین احمدزاده

انتشارات آوای قلم

فهرست جلد اول

فصل اول: کاربرد و طبقه‌بندی پمپ‌ها
فصل دوم: پمپ‌های گریز از مرکز و استانداردهای API
فصل سوم: طراحی و ساخت پمپ‌های گریز از مرکز
فصل چهارم: هیدرولیک پمپ
فصل پنجم: نیروها در پمپ‌های گریز از مرکز
فصل ششم: عملکرد و ویژگی‌های پمپ گریز از مرکز

فهرست جلد دوم

فصل هفتم: مشخصات و انتخاب پمپ
فصل هشتم: تست و بازرسی پمپ
فصل نهم: نصب و راه‌اندازی پمپ
فصل دهم: تعمیر و نگهداری پمپ

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل هفتم: مشخصات و انتخاب پمپ ۱۹

۷,۱ مشخصات و انتخاب پمپ ۲۰

۷,۱,۱ تحلیل سیستم ۲۱

۷,۱,۱,۱ شرایط مرزی پمپ ۲۱

۷,۱,۱,۲ الزامات جریان ۲۵

۷,۱,۱,۳ مشخصات سیال ۲۵

۷,۱,۱,۴ اهمیت خدمات ۲۷

۷,۲ برگه اطلاعات - سند مشخصات پمپ ۲۷

۷,۳ درخواست پیشنهاد قیمت ۲۸

۷,۳,۱ بررسی/تحلیل پیشنهاد قیمت ۲۹

۷,۳,۱,۱ عملکرد هیدرولیکی ۲۹

۷,۳,۱,۲ ساخت‌وساز ۲۹

۷,۳,۱,۳ توربین بخار ۳۰

۷,۳,۱,۴ موتور الکتریکی ۳۰

۷,۴ قیمت ۳۱

۷,۵ نتیجه‌گیری ۳۱

فصل هشتم: تست و بازرسی پمپ ۳۳

۸,۱ تست و بازرسی پمپ ۳۴

۸,۲ الزامات بازرسی مواد ۳۵

۸,۲,۱ بررسی مواد ۳۵

۸,۲,۲ عیوب ریخته‌گری و طبقه‌بندی آن‌ها ۳۵

۸,۲,۳ آزمایش غیرمخرب (NDT) ۳۶

۸,۲,۴ مراحل تعمیرات ریخته‌گری و جوشکاری ۳۶

۸,۳ تست هیدرواستاتیک ۳۷

۸,۳,۱ آزمون راه‌اندازی کارگاه ۳۷

۸,۳,۲ روش آزمون عملکرد ۳۸

۸,۳,۳ آزمایش NPSH ۴۱

۸,۴ از بین بردن پمپ ۴۲
فصل نهم: نصب و راه‌اندازی پمپ ۴۳
۹,۱ نصب و راه‌اندازی پمپ ۴۴
۹,۲ موقعیت مکانی سایت ۴۴
۹,۳ رسیدها و بازرسی فیزیکی ۴۵
۹,۴ محل قرارگیری فونداسیون پمپ ۴۶
۹,۴,۱ طراحی و ابعاد فونداسیون پمپ ۴۶
۹,۴,۲ خاکبرداری و قالب‌بندی فونداسیون پمپ ۴۷
۹,۴,۳ انکربولت ۴۸
۹,۴,۴ ریختن فنداسیون پمپ ۵۰
۹,۴,۵ چیپینگ ۵۱
۹,۴,۶ پدینگ ۵۲
۹,۴,۷ آماده‌سازی بیس پلیت و صفحه کف ۵۳
۹,۴,۸ دوغاب ریزی ۵۶
۹,۴,۹ گروت اپوکسی ۵۷
۹,۴,۱۰ دوغاب بتنی ۵۹
۹,۵ نصب پمپ ۶۰
۹,۵,۱ بلند کردن ۶۰
۹,۵,۲ روش‌های خاص نصب پمپ ۶۱
۹,۶ مراحل بعد از نصب ۶۱
۹,۶,۱ Centering, Anchor box Grouting ۶۱
۹,۶,۲ Alignment & Leveling ۶۲
۹,۶,۳ تراز کردن صفحه شاسی ۶۳
۹,۷ روش‌های هم‌محور کردن دستگاه‌ها ۶۵
۹,۷,۱ الاین به روش تیغ اره‌ای ۶۵
۹,۷,۲ الاین با استفاده از فیلر گیج ۶۶
۹,۷,۳ الاین با استفاده از ساعت‌های اندازه‌گیر ۶۶
۹,۷,۴ الاین با استفاده از دستگاه لیزر ۶۷
۹,۸ دستگاه مرجع ۶۷
۹,۹ الزامات هم محوری میدانی ۶۸
۹,۱۰ روش‌های هم محوری ۷۰
۹,۱۰,۱ روش هم محوری کوپلینگ ۷۱

۹,۱۰,۲ تلرانس‌های هم‌محوری ۷۱
۹,۱۰,۳ الزامات شیم ۷۲
۹,۱۰,۴ دمای عملیاتی (حرارتی) هم محوری ۷۳
۹,۱۰,۵ غیر همراستایی ۷۵
۹,۱۱ الزامات متناقض ۷۹
۹,۱۲ الزامات عمومی ۸۰
۹,۱۲,۱ داده‌های نصب ۸۰
۹,۱۲,۲ چک لیست ۸۰
۹,۱۲,۳ انحراف محیطی ۸۰
۹,۱۲,۴ تنظیم دمای عملیاتی ۸۱
۹,۱۲,۵ وسایل و ابزارهای هم محوری ۸۱
۹,۱۳ هم محوری شفت ۸۳
۹,۱۴ لقی پایه Soft-foot ۸۵
۹,۱۵ انواع هم محوری ۸۸
۹,۱۵,۱ روش Face – Round (Face - Rim) ۸۸
۹,۱۵,۲ روش Two Face – Round ۹۹
۹,۱۵,۳ روش لیزری Optic ۱۰۰
۹,۱۶ صلاحیت‌ها ۱۰۰
۹,۱۷ مستندسازی و گواهی هم محوری ۱۰۱
۹,۱۸ لوله‌کشی و اتصالات مرتبط ۱۰۲
۹,۱۹ نصب و راه‌اندازی دستگاه پمپ در محل ۱۰۵
۹,۲۰ بررسی‌های قبل از بهره‌برداری ۱۰۶
۹,۲۱ راه‌اندازی پمپ ۱۰۷
۹,۲۲ از سرویس خارج کردن پمپ‌های گریز از مرکز ۱۱۱
۹,۲۳ ثبت پارامترها و انجام بازرسی‌های لازم ۱۱۲

فصل دهم: تعمیر و نگهداری پمپ‌های گریز از مرکز ۱۱۵
۱۰,۱ تعمیر و نگهداری پمپ گریز از مرکز ۱۱۶
۱۰,۲ عیوب و نحوه تشخیص ۱۱۷
۱۰,۲,۱ عدم پمپاژ سیال ۱۱۷
۱۰,۲,۲ دبی خروجی پمپ کافی نیست ۱۱۸
۱۰,۲,۳ فشار خروجی پمپ کافی نیست ۱۱۸

۱۰,۲,۴ پمپ مدت کوتاهی آب می‌دهد ولی بلافاصله آبدهی آن قطع می‌شود ۱۱۸
۱۰,۲,۵ زیاد بودن توان مصرفی موتور (اصطلاحاً آمپر می‌کشد) ۱۱۹
۱۰,۲,۶ پمپ Trip می‌دهد ۱۱۹
۱۰,۲,۷ گرم شدن یا گریپاژ کردن پمپ ۱۱۹
۱۰,۲,۸ ارتعاش ۱۲۰
۱۰,۲,۹ نشتی از سیستم آب‌بندی از نوع Packing ۱۲۰
۱۰,۲,۱۰ خرابی سریع یاتاقان‌ها ۱۲۰
۱۰,۲,۱۱ گرم شدن یاتاقان‌ها ۱۲۱
۱۰,۳ نظارت بر ارتعاش ۱۲۱
۱۰,۴ خرابی و حذف پمپ ۱۲۳
۱۰,۵ آماده‌سازی برای مونتاژ مجدد ۱۲۴
۱۰,۵,۱ پروانه‌ها ۱۲۴
۱۰,۵,۲ محفظه پمپ ۱۲۴
۱۰,۵,۳ محفظه آب‌بندی و یاتاقان ۱۲۵
۱۰,۵,۴ شفت ۱۲۵
۱۰,۵,۵ آب‌بندهای مکانیکی ۱۲۶
۱۰,۵,۶ آب‌بندهای ثانویه ۱۲۶
۱۰,۵,۷ بیرینگ‌ها و محفظه بیرینگ ۱۲۶
۱۰,۵,۸ کوپلینگ ۱۲۷
۱۰,۵,۹ مونتاژ پمپ ۱۲۷
۱۰,۵,۱۰ مونتاژ بیرینگ ۱۲۷
۱۰,۵,۱۱ مونتاژ آب‌بندی ۱۲۸
۱۰,۵,۱۲ مونتاژ پروانه و پوسته ۱۳۰
۱۰,۵,۱۳ هیدروتست آب‌بندی ۱۳۱
۱۰,۵,۱۴ نصب کوپلینگ، خطوط و اتصالات ۱۳۱
۱۰,۶ تعمیرات جزئی ۱۳۳
۱۰,۶,۱ تعویض و شستشو فیلتر (Strainer) ۱۳۳
۱۰,۶,۲ اضافه نمودن یا تعویض روغن ۱۳۴

فهرست منابع ۱۳۷

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

شکل ۷,۱: Effect of fouling on NPSH-a and flow rate ۲۲
شکل ۷,۲: Minimum height of suction column ۲۳
شکل ۷,۳: Suction-specific speed ۲۳
شکل ۷,۴: System resistance with regulating valve ۲۵
شکل ۸,۱: Typical layout for a horizontal pump shop running test ۳۸
شکل ۸,۲: Typical test rig for split casing pump ۴۰
شکل ۸,۳: NPSH test curves – the dots indicate the 3% head drop ۴۲
شکل ۹,۱: فونداسیون پمپ ۴۷
شکل ۹,۲: انکربولت‌های مستقیم و J شکل ۴۸
شکل ۹,۳: Typical Anchor Bolt Detail- Option 1, Grout Pour Not to Edgeof Foundation ۵۰
شکل ۹,۴: Typical Anchor Bolt Detail- Option 2, Grout Pour to Edgeof Foundation ۵۰
شکل ۹,۵: روش پد و جک بولت ۵۳
شکل ۹,۶: Typical Grouting Installation of Soleplates ۵۴
شکل ۹,۷: Typical Grouting Installation of Baseplates for Pumps and General Purpose Equipment ۵۵
شکل ۹,۸: Typical Mounting Plate Arrangement for Baseplate Mounted Special-Purpose Equipment ۵۵
شکل ۹,۹: Typical Mounting Plate Layout for Elevation and Level Measuremen ۶۲
شکل ۹,۱۰: ضریب انبساط حرارتی ۷۴
شکل ۹,۱۱: Pump thermal growth ۷۵
شکل ۹,۱۲: Uncoupled shafts ۸۹
شکل ۹,۱۳: Coupled shafts, rim dial ۸۹
شکل ۹,۱۴: Coupled shafts, face dial ۸۹
شکل ۹,۱۵: Setting up the graph ۹۵
شکل ۹,۱۶: Graph, feet positions ۹۷

شکل ۹,۱۷: Suction piping ۱۰۳
شکل ۹,۱۸: Discharge piping ۱۰۴
شکل ۱۰,۱ نامگذاری بلبرینگ ۱۲۲
شکل ۱۰,۲: سطح پوسته پمپ قبل و بعد از پوشش نهایی ۱۲۵
شکل ۱۰,۳: مقطع عرضی یک پمپ گریز از مرکز تک مرحله‌ای ۱۲۷
شکل ۱۰,۴: Sleeve installation ۱۲۹
شکل ۱۰,۵: Sleeve installation step 1 ..... ۱۲۹
شکل ۱۰,۶: Sleeve installation step 2 ..... ۱۲۹
شکل ۱۰,۷: Typical sleeve design ۱۳۰

تقدیم به

انسان‌هایی که

به فردایی بهتر

می‌اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بی‌کران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال‌طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بی‌کران آن، هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقربش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است؛ اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هم‌وطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ام به‌خصوص دکتر علی احمدزاده، مهندس ابوذر پنا و مهندس حسین احمدزاده (نویسندگان) و مهندس علی‌محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

دکتر مهدی خانی

مدیرمسئول انتشارات آوای قلم

پیشگفتار نویسندگان

این کتاب شامل دو جلد می‌باشد که اصول اساسی ساخت، کاربردهای طراحی، عملیات تعمیر و نگهداری و مسائل مدیریتی پمپ را پوشش می‌دهد. هدف نویسندگان ارائه دانش تخصصی به خواننده می‌باشد که در این راستا سعی کرده به روزترین اطلاعات و بهترین عملکرد را در برخورد با موضوع در اختیار شما قرار دهد. مباحث کلیدی که این کتاب به آن‌ها می‌پردازد عبارتند از: انواع مختلف پمپ‌های گریز از مرکز، اصطلاحات مربوط به آن‌ها، ویژگی‌ها و منحنی‌ها، محاسبات و راندمان پمپ، تجهیزات کمکی مرتبط با مدارهای پمپاژ، سیستم‌ها و تهیه پیش‌نویس عملیات، کنترل و رویه‌های صحیح، تعریف قابلیت اطمینان پمپ از نظر در دسترس بودن، حساسیت و ویژگی‌های سایش، هزینه‌های سرمایه‌ای، نگهداری و چرخه عمر پمپ‌ها. این کتاب همچنین شامل داده‌ها و دانش خاصی از طیف گسترده‌ای از روش‌ها و شناخت ابزارهاست که حاصل تجربه شخصی نویسندگان در طول بیش از چندین سال فعالیت در صنعت و بهره‌گیری از بهترین مراجع در این حوزه می‌باشد که یافتن برخی از آن‌ها می‌تواند بسیار دشوار باشد. مخاطب این کتاب در درجه اول متخصصان (مهندسان و محققانی) که در صنعت یا سازمان‌های تحقیقاتی روی جنبه‌های مختلف این موضوع کار می‌کنند و همچنین دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی که برای دریافت مدرک خود با هدف نهایی پیوستن به صنعت روی پروژه‌هایی در این زمینه تحقیق می‌کنند، می‌باشند.

با وجود کوشش و پیوستگی فراوانی که در تدوین این کتاب به منظور افزایش اطلاعات خواننده شده است چون هرگونه اطلاعات کمی و یا کیفی که در صفحات بعدی خواهید یافت، صرفاً بر اساس تجربه شخصی نویسنده و داده‌های جمع آوری شده از محاسبات، تجزیه‌وتحلیل‌های برگرفته از کتاب‌ها و نشریات، استانداردها، آیین‌نامه‌ها می‌باشد و خطا کردن یک امر انسانی است. به همین دلیل، نویسنده مسئولیت هرگونه اشتباهات غیر عمد، تایپی و موارد مشابه را می‌پذیرد.

واژه‌نامه‌ها

فرهنگ لغت مهندسی مکانیک و طراحی

فرهنگ اصطلاحات علمی و فنی

پیروز باشید ...

معرفی نویسندگان

این کتاب حاصل همکاری مشترک نویسندگان و تلفیق دانش آکادمیک با تجربه‌های میدانی است و با رویکردی آموزشی-کاربردی و بر پایه منابع معتبر و تجربیات عمومی صنعتی تدوین شده است.

دکتر علی احمدزاده

دارای بیش از ۲۸ سال سابقه‌ی فعالیت‌های صنعتی و پالایشگاهی، فعالیت‌های آموزشی، علمی و پژوهشی در حوزه‌های نفت و انرژی، مشارکت در راه‌اندازی و بهره‌برداری پالایشگاه‌های گازی و صنایع تولیدی، دارای تجربه‌ی مدیریتی در بخش‌های مختلف علمی و فناوری، مهندسی بازرسی فنی، مدیریت کیفیت و سیستم‌های بهره‌وری.

تمرکز اصلی وی بر تدوین و کاربرد استانداردهای فنی است که علاقه‌مند به انتقال تجربیات علمی و کاربردی به مهندسان و دانشجویان عزیز کشورمان می‌باشند.

مهندس ابوذر پنا

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک / طراحی کاربردی

دارای بیش از ۱۵ سال سابقه فعالیت‌های تخصصی در حوزه تجهیزات دوار فوق حساس (توربین، کمپرسور و پمپ و سایر ماشین‌آلات پالایشگاهی) در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی، کارشناس (Vendor) شرکت آلمان(Siemens) Global Field Service Middle East GmbH & CO.KG.

زمینه‌های کاری ایشان شامل انتخاب، نصب و راه‌اندازی، نگهداری و عیب‌یابی پمپ‌ها در پروژه‌ها صنعتی می‌باشد که در تدوین و نگارش کتاب مورد استفاده قرار گرفته است.

مهندس حسین احمدزاده

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک / تبدیل انرژی

دارای بیش از پنج سال تجربه حرفه‌ای در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و تعمیرات سیل‌های مکانیکی با شرکت تجهیزات صنعتی الین اریکه و همکار شرکت‌های ایرانی، آلمانی و ایتالیایی در پروژه‌های گازی پارس جنوبی و پتروشیمی‌های منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، کارشناس بازرسی فنی و تحلیل داده‌ها در شرکت بازرسی فنی 2R Inspection & Quality Kish Services و همچنین علاقه‌مند و توانمند در آموزش و پشتیبانی مهندسی پمپ‌ها و تجهیزات فرآیندی ثابت و دوار.