

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مرجع کاربردی

پمپ، پمپاژ و پایپینگ

نشر نوآور

تالیف و ترجمه

مهندس ابوذر ملکیان

تلفن: ۲-۱۶۱۶۲۸۴۶۶



سرشناسه	: ملکيان، ابوذر، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پديدآور	: مرجع کاربردی پمپ، پمپاژ و پايپينگ/ تاليف و ترجمه ابوذر ملکيان.
مشخصات نشر	: تهران : نوآور، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهري	: ۳۶۰ ص.: مصور (بخشی رنگی)، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۰۸۴-۷
وضعيت فهرست نویسی	: فيبا
يادداشت	: کتابنامه: ص. ۳۷۵ - ۳۷۶.
موضوع	: تلمبه
موضوع	: لوله‌کشی
رده بندی کنگره	: TJ ۹۰۰/م۷۴م۴ ۱۳۹۱
رده بندی ديویی	: ۶/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۹۴۱۲۳۵

مرجع کاربردی پمپ، پمپاژ و پايپينگ

مهندس ابوذر ملکيان
نوآور
۱۰۰۰ نسخه
واحد رایانه نوآور
محمدرضا نصيرنيا

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۰۸۴-۷

تأليف و ترجمه:

ناشر:

شمارگان:

حروف‌نگاری:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸

طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۸۹ - ۰۹۱۲۶۰۶۲۳۸۳

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴ - ۶۶۹۵۵۸۷۸

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹ - ۶۶۴۱۳۹۹۸

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

مقدمه مولف

پمپ جزء اولین ماشین‌هایی است که بصورت کاملاً ابتدایی توسط بشر ساخته و مورد استفاده قرار گرفته است. همزمان با انقلاب صنعتی استفاده از پمپ‌ها افزایش یافت و مهندسان به ساخت پمپ‌هایی با عملکرد بالاتر دست زدند. با پیشرفت تکنولوژی و نیاز صنایع مختلف، پمپ‌های گوناگونی ساخته و در اختیار بشر قرار گرفت. در این سال‌ها کشورهای پیشرفته نقش اصلی را در فرآیند طراحی و ساخت پمپ‌ها بر عهده داشتند. در نتیجه دانش فنی طراحی و ساخت و همچنین نحوه صحیح بهره‌برداری و نصب پمپ در فرآیند را در اختیار گرفتند.

در حال حاضر عدم درک صحیح اصول عملکرد و نحوه بهره‌برداری از پمپ‌ها موجب شده تا انتخاب پمپ بدرستی صورت نگرفته و به تبع آن خرابی پمپ‌ها افزایش یابد. کتاب حاضر با توجه به مشکل روز کشور در زمینه درک اصول عملکرد پمپ‌ها و نحوه صحیح نگهداری و بهره‌برداری از آن نگاشته شده است. در تالیف این اثر از تجارب شخصی و اطلاعات موجود در برترین کتب و منابع علمی دنیا بهره گرفته شده است. در این کتاب سعی کرده‌ایم تا نگاهی واقع بینانه و بومی به پمپ‌ها داشته باشیم به این معنا که از ذکر فرمول‌های پیچیده در طراحی پمپ‌ها خودداری کرده و در عوض به توضیح اجمالی اصول عملکردی و نحوه صحیح انتخاب و بهره‌برداری از آن پرداخته‌ایم. دلیل این موضوع به آن بر می‌گردد که اصولاً در کشور ما طراحی پمپ به ندرت صورت گرفته و مهندسان معمولاً به انتخاب پمپ‌ها دست می‌زنند.

کتاب حاضر از سه بخش اصلی تشکیل شده است. در بخش اول مفاهیم اولیه و اصول عملکردی انواع پمپ‌ها مورد بررسی قرار گرفته است؛ این بخش شامل اصول عملکردی، نحوه عملکرد پمپ در فرآیند، انتخاب و تست پمپ می‌باشد. در بخش بعد به بررسی قطعات اصلی پمپ و وظیفه آن در ساختمان پمپ پرداخته‌ایم؛ سعی شده تا توضیحات ارائه شده متناسب با نیاز کشور بوده و برای خوانندگان محترم حداکثر کارایی را داشته باشد. در نهایت و در بخش سوم به نصب، پایپینگ و نحوه بهره‌برداری از پمپ توجه کرده‌ایم. شاید بتوان گفت که دو بخش آخر از سه بخش این کتاب وجه تمایز آن با تمامی کتاب‌های موجود در بازار می‌باشد.

ضمناً لوح فشرده‌ای که ضمیمه کتاب می‌باشد، حاوی نرم‌افزار محاسباتی پمپ در فرآیند بوده و محاسبات پمپاژ و انتخاب پمپ را بسیار تسهیل می‌کند.

امید است این اثر بتواند مورد توجه هموطنان عزیز قرار بگیرد. در ضمن هموطنان عزیز می‌توانند از طریق رایانامه malekiyan.books@yahoo.com نظرات و پیشنهادات ارزنده خود را با نویسنده در میان بگذارند.

با تشکر
ابوذر ملکیان

فهرست مطالب

مقدمه مولف

فصل اول / مقدمه

مقدمه

اهداف

یک پمپ چه چیزی را پمپاژ می‌کند؟

یک واحد پمپاژ از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟

پمپ چگونه سیال را جابجا می‌کند؟

کلیاتی در مورد پمپ‌ها

اصطلاحات و تعاریف

فصل دوم / انواع پمپ و کاربرد آن

انواع پمپ

پمپ‌های جابجایی مثبت

هنگامیکه از پمپ‌های جابجایی مثبت یا گریز از مرکز استفاده می‌کنید

پمپ‌های جابجایی مثبت و پمپ‌های گریز از مرکز - مزایا / معایب هر یک

فصل سوم / مشخصات پمپ‌های جابجایی مثبت در مقایسه با پمپ سانتریفیوژ (دینامیکی)

معرفی

پمپ‌های جابجایی مثبت

پمپ‌های سانتریفیوژ (دینامیکی)

فصل چهارم / بهره‌برداری از پمپ در فرآیند

معرفی

سیستم فرآیندی

افت فشار سیستم

هد استاتیک و هد فشار

پمپ جابجایی مثبت در سیستم فرآیندی

پمپ گریز از مرکز در سیستم فرآیندی

پایداری پمپ‌های گریز از مرکز

فصل پنجم / مشخصه‌های عملکردی پمپ

منحنی پمپ

محدودیت‌های منحنی پمپ سانتریفیوژ

افزایش هد تولیدی در پمپ گریز از مرکز

فصل ششم / مفهوم هد پمپ

تعریف هد پمپ

الزامات هد در سیستم فرآیندی

هد در دسترس (ایجاد شده)

نقطه کاری

فصل هفتم / انتخاب پمپ

مقدمه

برای تعیین کامل الزامات با یک دیتاشیت آغاز کنید

تعریف شرایط کاری بطور کامل

تعیین نقطه اسمی برای عملکرد موثر

تعیین دقیق الزامات اجزای حساس

راهنمایی‌هایی برای بکارگیری در هنگام انتخاب نوع پمپ

فصل هشتم / آشفستگی هیدرولیکی در پمپ سانتریفیوژ

مقدمه

نگه داشتن سیال در حالت مایع در درون پمپ

دلایل خرابی

جلوگیری از اغتشاشات هیدرولیک

فاز طراحی پروژه

عملیات کارگاهی

فصل نهم / تست پمپ سانتریفیوژ

مقدمه

تست خرید

محاسبه شرایط هیدرولیکی و مکانیکی پمپ

فصل دهم / طراحی مکانیکی پمپ

مقدمه

اجزای اصلی پمپ‌های گریز از مرکز

پوسته حلزونی

رینگ‌های سایشی

پروانه

یاتاقان‌ها (Bearing)

یاتاقان‌های ضد اصطکاکی یا غلتشی (rolling bearing - anti friction bearing)

یاتاقان‌های هیدرودینامیکی یا اصطکاکی (friction bearing- sliding bearing)

تجهیزات بالانس

تنش شفت و خار

فصل یازدهم / مکانیکال سیل‌ها

مقدمه

آب‌بندی از نوع پکینگ (packing - کاسه نمد)

آب‌بندی از نوع مکانیکال سیل (Mechanical Seal)

سیستم آب‌بندی

کنترل جریان فلش به آب‌بند

انواع چیدمان مکانیکال سیل

انواع سیستم‌های فلشینگ

تلف ۶۶۴۸۴۱۹۱

کاسه نمد و طرح‌های فلش کمکی

بررسی برخی دلایل خرابی آب‌بند

مراقبت از مکانیکال سیل در انبار

فصل دوازدهم / کنترل و حفاظت از پمپ

مقدمه

اهداف شرکت بهره‌بردار از پمپ

تنظیم و کنترل دبی فرآیند به کمک پمپ سانتریفیوژ

تنظیم و کنترل دبی فرآیند به کمک پمپ جابجایی مثبت

کاربردهای ترکیب پمپ‌ها

قوانین تشابه

حفاظت از پمپ

سیستم‌های حفاظت پمپ

فصل سیزدهم / اجزای پمپ‌ها

اجزای پمپ سانتریفیوژ

اجزای پمپ پیستونی

اجزای پمپ دنده‌ای و اسکرو

اجزای پمپ دیافراگمی

فصل چهاردهم / کوپلینگ‌ها

مقدمه

شفت مشترک

شفت مستقل

کوپلینگ صلب (Rigid Coupling)

کوپلینگ انعطاف‌پذیر (Flexible coupling)

فصل پانزدهم / نصب و پایپینگ پمپ

مقدمه

فرآیندهای مقدماتی نصب

لوله مکش

طراحی چاهک مکش

لوله خروجی

سایپورت گذاری تجهیزات

لوله کشی پمپ (Piping)

جریان گردابی

استفاده از بغل (baffle)

نمونه‌ای از لوله‌کشی‌ها

علائم استاندارد در نقشه‌ها

فصل شانزدهم / شیرهای بکار رفته در سیستم‌های پمپاژ

مقدمه

اجزای شیرها

شیر دروازه‌ای (Gate Valve)

شیر کرولی (Globe Valve)

شیر یک طرفه (Check valve)

شیر اطمینان (Relief Valve)

شیر کنترلی (Control Valve)

ضریب مقاومت شیرها (Resistance coefficients of valve)

طول مقاومتی معادل در شیرها (Equivalent length resistance)

ضمیمه ۱: دستورالعمل راه‌اندازی و خاموش کردن پمپ‌ها

اقدامات لازم قبل از راه‌اندازی پمپ

راه‌اندازی پمپ و مدتی پس از راه‌اندازی

از سرویس خارج کردن پمپ

ضمیمه ۲: بازدید و بازرسی از پمپ

۶۶۴۸۴۱۹۱ تلفن

ضمیمه ۳: استانداردهای حفاظتی و مناطق خطر در پمپ‌ها

استانداردهای منطقه خطر (Hazardous Zone)

کلاس دمایی (Temperature Classes)

کلاس عایق بندی موتور (Insulation)

الکتروموتورهای ضد انفجار (Ex-Explosion proof)

ضمیمه ۴: جداول عیب‌یابی پمپ‌ها

جدول عیب‌یابی پمپ سانتیفریوژ

جدول عیب‌یابی پمپ رفت و برگشتی

جدول عیب‌یابی پمپ دنده‌ای

جدول عیب‌یابی پمپ دیافراگمی موتوری

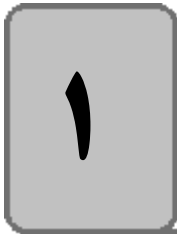
جدول عیب‌یابی پمپ دیافراگمی با محرک هوا

ضمیمه ۵: جداول و نمودارها

مراجع

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱



مقدمه

- مقدمه
- اهداف
- یک پمپ چه چیزی را پمپاژ می‌کند؟
- یک واحد پمپاژ از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- پمپ چگونه سیال را جابجا می‌کند؟
- کلیاتی در مورد پمپ‌ها
- اصطلاحات و تعاریف

مقدمه

نیاز بشر به آب و جابجایی او از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر سبب شد که انسان به فکر ساخت دستگاهی بیافتد که این مشکل را بر طرف کند. ابتکارات بشر در ساخت پمپ‌های ابتدایی ادامه داشت تا اینکه پیچ ارشمیدس اختراع شد. این اختراع جالب قابلیت پمپاژ یکنواخت آب از یک سطح پائین‌تر به سطحی بالاتر را دارا بود. در اواخر قرن هفدهم و اوایل قرن هجدهم میلادی مهندسیین فرانسوی و ایتالیایی، اولین پمپ سانتریفیوژ را ساختند. پیشرفت صنعت پمپ و پمپاژ ادامه داشت تا اینکه هم اکنون صنعت پمپ پاسخگوی هر نوع پمپ و با هر نیازی می‌باشد.

در حال حاضر پمپ جزء لاینفک اکثر کارخانه‌ها و صنایع بوده و عملکرد بدون نقص و با

اطمینان آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. کتاب حاضر برای افرادی که در حال حاضر یا آینده مسئول بکارگیری، انتخاب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و قابل اعتماد بودن انواع مختلف پمپ می‌شوند، در نظر گرفته شده است. اهمیت پمپها در دستیابی واحد به حداکثر توان عملیاتی خود قابل انکار نیست. هر واحد فرآیندی جهت تولید روزانه خود وابسته به پمپها می‌باشد. خسارت وارده ناشی از عدم کارکرد یک واحد تولیدی غیر قابل تصور است. علاوه بر این امروزه سرعت، فشار و درجه حرارت سیال پمپ شونده، یک مشکل بالقوه برای ایمنی است. در نتیجه، ایمنی واحد پمپاژ و قابلیت اطمینان کارکرد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود.



شکل ۱-۱ پیچ ارشمیدس برای انتقال آب به سطحی بالاتر

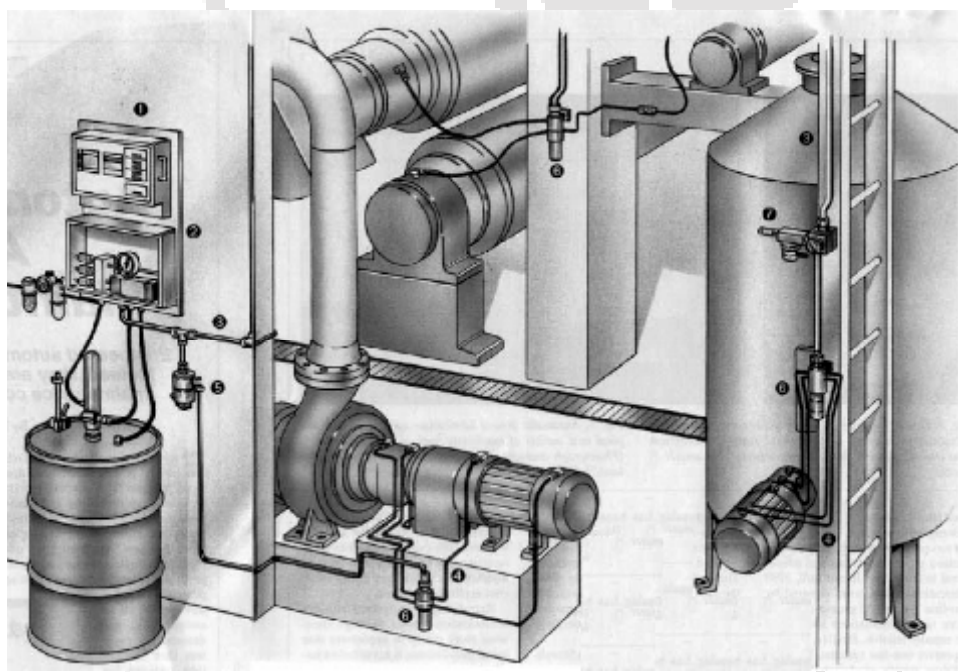
بنابراین، هدف از این کتاب، ارائه اصول طراحی پمپ و اجزاء کمکی آن، نصب، راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی به شیوه‌ای عملی است و در نظر دارد که بیان کند که چرا و چگونه واحد پمپاژ به تغییرات فرآیندی و تغییرات خارجی واکنش نشان می‌دهد.

پس از مطالعه کتاب، خواننده قادر خواهد بود ملزومات انتخاب، نصب، راه اندازی و نگهداری پمپ را برای رسیدن به حداکثر ایمنی، قابلیت اطمینان و توان عملیاتی واحد تشخیص دهد.

اهداف

لطفاً به شکل ۱-۲ توجه کنید. در این شکل، یک پمپ معمولی که ممکن است در کارخانه شما مورد استفاده قرار گیرد نشان داده شده است. از بسیاری جهات، اهداف این کتاب شبیه به آن است که می‌خواهد به شما نگهداری و تعمیرات اتومبیل را آموزش دهد. به طور مثال، با بالا بردن دانش خود در مورد عملکرد اجزای مختلف اتومبیل، شما قادر خواهید بود اطلاعات مفیدی در اختیار مکانیک اتومبیلتان قرار دهید و یا بهتر از آن، شما خود به تعمیر اتومبیلتان بپردازید. بنابراین اهداف به شرح زیر است:

- درک اصول اساسی نصب، طراحی و نگهداری هر یک از اجزای اصلی پمپ.
- بیاموزید که چگونه از این اصول استفاده کنید تا پمپ شما دارای کارکرد ایمن و قابل اطمینان باشد.

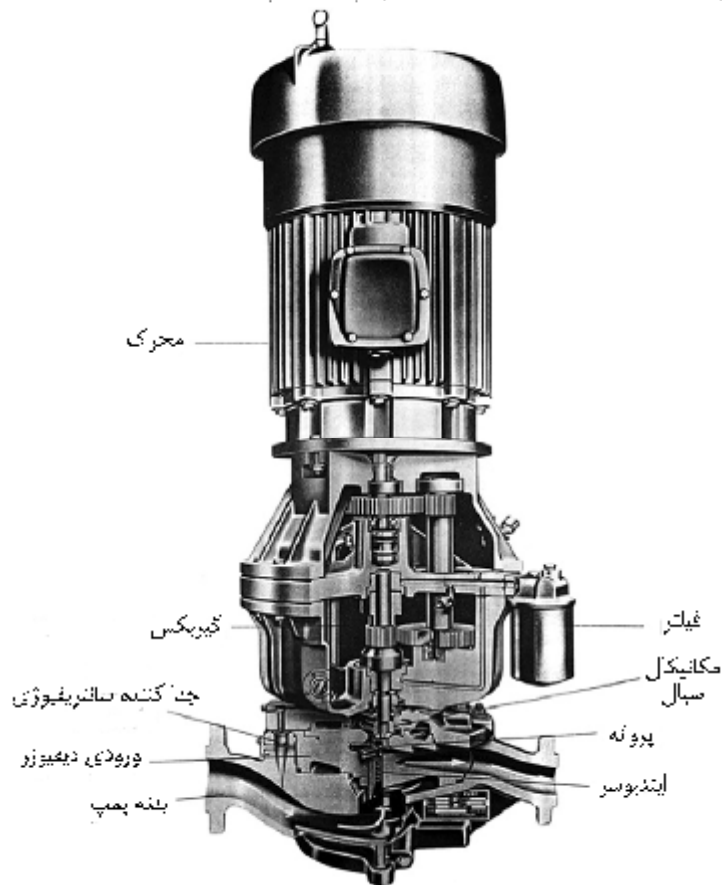


۱- تابلوی کنترل ۲- اتاناک پمپ ۳- خطوط تغذیه روغن و سیال پمپ ۴- سازه
۵- شیر کنترلی قطع جریان ۶- سیستم تنظیم میزان روغن ۷- سوئیچ فشار

شکل ۱-۲ یک نوع پمپ سانتریفیوژ و تجهیزات مربوطه در یک واحد تاسیساتی

یک پمپ چه چیزی را پمپاژ می‌کند؟

به شکل ۱-۲ نگاه کنید و بگویید چه چیزی پمپاژ می‌شود؟ اگر پاسخ شما سیال است، تا حدودی درست حدس زده‌اید. همانطور که در این کتاب خواهید دید، پمپ بایستی سیال را در حالت مایع پمپاژ کند. علاوه بر این هر قطعه از تجهیزات دوار که سیال را جابجا می‌کند، خواه این تجهیز پمپ باشد یا کمپرسور، در واقع این پول است که جابجا می‌شود. این یعنی ریال، دلار، مارک، ین، روپیه و ... به تاخیر افتادن زمان پمپاژ به معنی از دست دادن زمان تولید است. بنابراین قابلیت اعتماد و در دسترس بودن پمپ دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است.



شکل ۱-۳ یک نوع پمپ سانتریفیوژ گیربکسی

قابلیت اعتماد بصورت نسبت تعداد ساعت بهره‌برداری از یک پمپ در طول سال، تقسیم بر ۸۷۰۰ (تعداد ساعات یک سال شمسی) بدست می‌آید.

$$\text{قابلیت اعتماد} = \frac{\text{تعداد ساعات بکارگیری در یک سال}}{۸۷۰۰ \text{ ساعت در یکسال}}$$

شکل ۴-۱ قابلیت اعتماد

بیشتر بهره برداران ترجیح می‌دهند تا از قابلیت در دسترس پذیری به جای قابلیت اعتماد استفاده کنند. قابلیت در دسترس بودن بیشتر از قابلیت اعتماد مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعریف در دسترس پذیری در شکل ۵-۱ آمده است.

قابلیت در دسترس بودن از تقسیم میزان زمان بهره‌برداری پمپ به زمان در دسترس بودن واحد در طول سال حاصل می‌شود.

$$\text{قابلیت در دسترس بودن} = \frac{\text{کل ساعات بهره‌برداری در طول سال}}{\text{ساعات خاموشی واحد} - ۸۷۰۰ \text{ ساعت}}$$

شکل ۵-۱ قابلیت در دسترس پذیری

معمولاً در دسترس‌پذیری پمپ‌ها بالای ۹۵٪ می‌باشد. این عدد بسته به نوع و کاربرد پمپ بصورت قابل توجهی تغییر خواهد کرد.

برای درک مفهوم در دسترس‌پذیری مسأله زیر را در نظر بگیرید: پمپی را فرض کنید که با سرعت ۳۵۸۰ دور در دقیقه (RPM) کار می‌کند. تعیین کنید که این پمپ در طول یک سال چند دور می‌زند. یک سال را ۸۷۰۰ ساعت در نظر بگیرید. عدد به دست آمده است تا حدی گیج‌کننده است، آیا اینطور نیست؟ چند میلیون در یک سال. برای فهم بهتر اهمیت این نیاز در طراحی مکانیکی، فرض کنید قطر شفت چهار اینچ باشد، بنابراین محیط طی شده در هر دور چرخش یک فوت است. تعیین کنید با چرخش شفت پمپ در طول یک سال، چند مایل مسافت طی می‌شود. هر مایل را ۵۲۸۰ فوت در نظر بگیرید. برای آخرین تمرین، مدت زمانی را که لازم است، شفت یک دور محیط کره زمین را بزند محاسبه کنید. یک دور چرخش به دور زمین را ۲۵۰۰۰ مایل فرض کنید. کاملاً گیج‌کننده است، آیا اینطور نیست؟ اگر شما یک