

کزین برتر اندیشه برنگذرد
خداوند روزی ده رهنمای

به نام خداوند جان و خرد
خداوند نام و خداوند جای

خطوط اولیه انتقال مایعات

مرجع مهندسی و محاسباتی

مؤلف : مهندس محمد هادی عفاری

سرشناسنامه : غفاری، محمدهادی، ۱۳۶۳ -
 عنوان و نام پدیدآور : خطوط لوله انتقال مایعات، مرجع مهندسی و محاسباتی/مؤلف محمدهادی غفاری.
 مشخصات نشر : تهران : نشر طراح، ۱۳۹۷
 مشخصات ظاهری : ۲۴۸ص. مصور، جدول.
 شابک : 978-600-8666-19-6
 وضعیت فهرست نویسی : فیفا
 موضوع : خطوط لوله -- طرح و ساختمان -- هیدرودینامیک
 موضوع : Pipelines -- Design and construction -- Hydrodynamics :
 رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۷ غ۵۷ع/۸۶۶۰ TA
 رده‌بندی دیوئی : ۶۲۱/۸۶۷۲
 شماره کتابخانه سی سی می : ۵۱۳۰۶۰۵

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۶۶-۱۹-۶
 ISBN 978-600-8666-19-6



نشر طراح

- نام کتاب : خطوط لوله انتقال مایعات، مرجع مهندسی و محاسباتی
- مؤلف : مهندس محمد هادی غفاری
- ناشر : طراح
- صفحه آرایي : مریم یوزباشی
- تیراژ : ۳۰۰ جلد
- نوبت چاپ : اول، بهار ۱۳۹۷

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

آدرس انتشارات : خیابان انقلاب - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم واحد ۵۰۶
 آدرس پخش : خیابان انقلاب - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه منفی یک واحد ۲۰۸
 (تلفن : ۷۹۹۹ ۶۶۴۶ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱-۰۲۱- فکس : ۳۶۲۶ ۶۶۹۵-۰۲۱- و ۳ ۱۱۲ ۱۱۲ ۰۹۱۲)

پیشگفتار

در کشور عزیزمان ایران به سرانه به وجود ذخایر عظیم نفت و گاز و همچنین گستره پهناور اقلیمی، وجود شبکه منشعب خطوط لوله (در حدود 14,000 کیلومتر خطوط لوله نفتی) در سراسر کشور، جهت انتقال و توزیع انرژی اهمیتی دو چندان دارد. با توجه به ازهای آتی کشور در توسعه شبکه سراسری خطوط لوله و همچنین با توجه به این که این حجم وسیع خطوط لوله نیاز به نگه داری و بهره‌برداری پایدار، ایمن و اقتصادی دارد و با توجه به کمبود منابع علمی مفید به زبان فارسی در این حیطه، تصمیم به تالیف این اثر که نیازهای کارشناسان در این حوزه‌ها را پوشش می‌دهد، گرفتیم. تالیف این کتاب سعی گردیده است تا مفاهیم با بیان ساده و کاربردی و با ذکر مثال‌های متعدد ارائه گردد. این اثر می‌تواند به عنوان یک مرجع کاربردی و محاسباتی برای کارشناسان و مهندسان شاغل در صنعت نفت، گاز، پتروشیمی، انتقال آب و صنایع فرآیندی مورد استفاده قرار گیرد.

در فصل اول این کتاب، استانداردهای رایج در حوزه خطوط لوله و سیستم‌های لوله‌کشی معرفی شده است. در بخش بعد مختصری درباره لوله‌های جریانی و ویژگی‌های مایعات که در آنها جریان می‌دهند، لیکی موثر هستند، توضیح داده شده است. که این بخش شامل فصول دوم و سوم است. در فصل چهارم با ارتباط بارلو و ماکزیم فشار کاری خط لوله و در فصل پنجم مباحث هیدرولیکی خط لوله بیان می‌شود. فصل ششم، فشار و توان مورد نیاز برای انتقال مایع در خط لوله و محاسبات مرتبط را شامل می‌شود. فصل هفتم به صورت جامع در مورد پمپ‌ها به خصوص پمپ گریز از مرکز بحث می‌شود. در فصل هشتم نیز مفاهیم ایستگاههای پمپاژ معرفی می‌گردد. در فصل نهم به صورت مختصری در مورد طراحی خطوط لوله مایع توضیح داده می‌شود و در نهایت در فصل دهم به بررسی پدیده سرج در خط لوله می‌پردازیم. ضمناً در انتهای کتاب پیوست‌هایی قرار داده شده است تا خوانندگان عزیز بتوانند در انجام محاسبات خود از آن کمک بگیرند. با توجه به حجم زیاد مطالب امکان گنجاندن آن در این مجموعه وجود نداشت، امید است اگر فرصت و مجال آن حاصل گردد در آینده نزدیک بتوانیم جلد دوم این اثر را نیز منتشر نماییم.

در پایان فرصت را غنیمت شمرده و از همکاران محترم در شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران که در

طول این سال‌ها در کنارشان بسیار آموختم و تجربه کسب کردم، تشکر نمایم. لازم می‌دانم از آقای مهندس امین گنجی که در تألیف این اثر بنده را راهنمایی و تشویق نمودند، تشکر کنم. همچنین از همسر عزیزم که در طول مدت تألیف این کتاب با صبر و شکیبایی فراوان و با فراهم آوردن محیطی آرام و مناسب، ادامه کار را برایم امکان‌پذیر ساختند، سپاسگذاری و قدردانی می‌کنم.

خوشبختانه که خداوند این توانایی را به ما داد تا بتوانیم خدمتی ناچیز به جوانان و کارشناسان این مرز و بوم نماییم. امید است این اثر بتواند مورد توجه هموطنان عزیز قرار بگیرد. در ضمن عزیزان می‌توانند از طریق ایمیل Moha.ghafari@gmail.com نظرات و پیشنهادات ارزنده خود را با نویسنده در میان بگذارند.

با تشکر

محمد هادی غفاری

www.ketab.ir

فصل ۱ کدها و استانداردهای طراحی خطوط لوله (۱-۱۰)

۱-۱ مقدمه

۲-۱ کدها و استانداردهای رایج در سیستم لوله‌کشی (Piping) و خطوط لوله (Pipeline)

۱-۲-۱ استاندارد ASME

۲-۲-۱ استاندارد API

فصل ۲ مشخصات و جنس لوله (۱۱-۱۶)

۲-۱ مقدمه

۲-۲ جنس لوله جریانی

۳-۲ درجه (گر) لوله جریانی

۴-۲ قطر و ضخامت بواره لوله‌ها

۵-۲ روش‌های تولید لوله

فصل ۳ مشخصات مایعات (۱۷-۳۴)

۱-۲ یکاهای اندازه‌گیری

۲-۲ جرم، حجم، چگالی و وزن مخصوص

۱-۲-۲ جرم

۲-۲-۲ حجم

۳-۲-۲ چگالی

۴-۲-۲ وزن مخصوص

۳-۲ چگالی ویژه و گرانش API

۱-۳-۲ تغییرات چگالی ویژه با دما

۲-۳-۲ چگالی ویژه مخلوط مایعات

۴-۳ لزجت

۱-۴-۲ تغییرات لزجت با دما

۲-۴-۲ لزجت مخلوط مایعات

۵-۲ نقطه ریزش (Pour Point)

۶-۲ فشار بخار

فصل ۴ آنالیز لوله (۳۵-۴۸)

- ۱-۴ ماکزیم فشار کاری
۲-۴ معادله بارلو برای فشار داخلی
۳-۴ معادله اصلاح شده بارلو
۴-۴ لوله‌های جدار ضخیم
۵-۴ Line Fill volume و انتقال مجموعه‌ای (Batching) در خط لوله
۶-۴ اختلاط در خط لوله
۷-۴ محاسبه وزن لوله

فصل ۵ آنالیز هیدرولیک خطوط لوله (۴۹-۹۸)

- ۱-۵ دانه
۲-۵ سرعت جریان مایع در خطوط لوله
۳-۵ عدد رینولدز در جریان مایع
۴-۵ فشار و هد یک مایع
۵-۵ افت فشار در جریان مایع
۱-۵-۵ افت فشار ناشی از اصطکاک
۲-۵-۵ ضریب اصطکاک جدار داخلی لوله
۳-۵-۵ روابط افت فشار در جریان آشفته
۴-۵-۵ افت فشار موضعی (Minor Loss)
۶-۵ حالت سری و موازی لوله‌ها
۱-۶-۵ افت هد در حالت لوله‌کشی سری
۲-۶-۵ افت هد در حالت لوله‌کشی موازی
۷-۵ معادله انرژی و رابطه برتولی
۸-۵ خط تراز انرژی و گرادین هیدرولیکی
۹-۵ کاربردهای عملی مفاهیم هیدرولیک در عملیات خطوط لوله

فصل ۶ فشار و توان موردنیاز برای انتقال مایع (۹۹-۱۱۶)

فهرست VII

- ۹۹ ۲-۶ فشار کل مورد نیاز جهت انتقال مایعات
- ۱۰۵ ۳-۶ انتقال مایعات با فشار بخار بالا
- ۱۰۵ ۴-۶ توان موردنیاز برای پمپاژ در خطوط لوله مایعات
- ۱۰۵ ۱-۴-۶ توان هیدرولیکی (Hydraulic Horsepower)
- ۱۰۶ ۲-۴-۶ توان مفید یا توان ترمزی (Brake Horsepower)
- ۱۰۸ ۵-۶ منحنی‌های هد سیستم برای خطوط لوله مایع
- ۱۱۱ ۶-۶ تزریق و برداشت در خطوط لوله مایع
- ۱۱۲ ۷-۶ لُوپ (Loop) گذاری در خطوط لوله مایع

فصل ۷ انتخاب پمپ‌ها (۱۱۷-۱۶۸)

- ۱۱۷ ۱-۷ مقدمه
- ۱۱۷ ۲-۷ پمپ
- ۱۱۸ ۱-۲-۷ پمپ‌های جابه‌جایی مثبت (Positive Displacement Pump)
- ۱۲۲ ۲-۲-۷ پمپ‌های گریز از مرکز
- ۱۲۴ ۳-۷ منحنی عملکرد
- ۱۲۸ ۴-۷ منحنی هد پمپ و دبی (H-Q)
- ۱۲۹ ۵-۷ منحنی راندمان پمپ و دبی (E-Q)
- ۱۳۱ ۶-۷ منحنی قدرت پمپ و دبی (BHP-Q)
- ۱۳۳ ۷-۷ منحنی NPSH و دبی
- ۱۳۴ ۸-۷ نقاط خاص منحنی‌های عملکرد
- ۱۳۶ ۹-۷ سرعت مخصوص (Specific Speed)
- ۱۳۹ ۱۰-۷ قوانین تشابه (AFFINITY LAWS): تغییرات نسبت به قطر، سرعت پروانه
- ۱۴۱ ۱۱-۷ تاثیر چگالی ویزه و لزجت روی عملکرد پمپ
- ۱۴۵ ۱۲-۷ منحنی مشخصه سیستم
- ۱۴۸ ۱۳-۷ تغییرات منحنی مشخصه سیستم
- ۱۴۸ ۱-۱۳-۷ تغییرات مشخصه‌های دینامیکی
- ۱۴۹ ۲-۱۳-۷ تغییرات مشخصه‌های استاتیکی
- ۱۴۹ ۱۴-۷ نحوه قرارگیری پمپ‌ها (حالت سری و موازی)
- ۱۶۰ ۱۵-۷ تاثیر عوامل مختلف بر نقطه کار پمپ

۱۶۰	۱-۱۵-۷ عمر کار ایستگاه
۱۶۱	۲-۱۵-۷ شیب منحنی H-Q
۱۶۲	۳-۱۵-۷ وجود کنار گذر (Bypass)
۱۶۳	۴-۱۵-۷ تغییر سرعت دورانی
۱۶۴	۱۶-۷ NPSH مورد نیاز در مقابل NPSH در دسترس

فصل ۸ ایستگاه‌های پمپاژ (۱۸۶-۱۶۹)

۱۶۹	۱-۸ مقدمه
۱۶۹	۲-۸ پیکربندی ایستگاه پمپاژ
۱۷۳	۳-۸ خطوط لوله دارای چند ایستگاه پمپاژ
۱۷۳	۴-۸ بالانس هیدرولیکی و ایستگاه‌های پمپاژ مورد نیاز
۱۷۵	۵-۸ تانک کوپر شدن (Telescoping) ضخامت جداره لوله
۱۷۷	۶-۸ تغییر در لوله
۱۷۷	۷-۸ Slack Line جریان یا سطح آزاد
۱۷۹	۸-۸ کنترل فشار در ایستگاه‌های پمپاژ
۱۸۱	۹-۸ پمپ‌های دور متغیر

فصل ۹ طراحی خطوط لوله مایع (۲۱۶-۱۸۷)

۱۸۷	۱-۹ مقدمه
۱۸۷	۲-۹ مراحل طراحی
۱۸۸	۳-۹ طراحی مقدماتی
۱۸۸	۱-۳-۹ انتخاب مسیر خط لوله
۱۸۹	۲-۳-۹ نقشه برداری مسیر خط لوله
۱۹۰	۳-۳-۹ تهیه نقشه افقی و نیمرخ مسیر و قطعه‌بندی خط لوله
۱۹۱	۴-۳-۹ آزمایش‌های خاک شناسی و هواشناسی
۱۹۲	۵-۳-۹ تجزیه و تحلیل اقتصادی
۱۹۲	۶-۳-۹ محاسبات هیدرولیک خطوط لوله

فصل ۱۰ سرچ در خطوط لوله مایع (۲۱۷-۲۱۶)

۲۱۷	۱-۱۰ مقدمه
-----	------------

فهرست IX

۲۱۷

۲-۱۰ تئوری ایجاد سرچ

۲۲۴

۳-۱۰ عوامل ایجاد پدیده سرچ

۲۲۵

۴-۱۰ نحوه کنترل پدیده سرچ

پیوست‌ها (۲۲۹-۲۴۲)

www.ketab.ir