

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

طراحی و نصب خطوط لوله دریایی

ترجمه

احمد اکبرزاده

نیما رفاهتی



عنوان و نام پدیدآور	طراحی و نصب خطوط لوله دریایی/میکائل دوبلت برستروپ ... [و دیگران] ؛ مترجمان احمد اکبرزاده ، نیما رفاهتی .
مشخصات نشر	تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۴۵۲ص: : مصور،جدول، نمودار.
شابک	۱۸۰۰۰۰ ریال : ۸-۱۰۸-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی . Design and installation of marine pipelines
یادداشت	واژهنامه.
موضوع	خطوط لوله دریایی
شناسه افزوده	برستروپ، میکائل دوبلت،، ۱۹۴۵-م.
شناسه افزوده	Bræstrup, Mikael W
شناسه افزوده	رفاهتی، نیما، ۱۳۵۷- مترجم
شناسه افزوده	اکبرزاده، احمد، ۱۳۵۹-، مترجم
رده بندی کنگره	۱۳۹۱ ط۴ /تج۹۳۰
رده بندی دیویی	۶۲۱/۸۶۷۲۰۹۱۶۲
شماره کتابشناسی ملی	۳۰۱۱۲۶۴

طراحی و نصب خطوط لوله دریایی



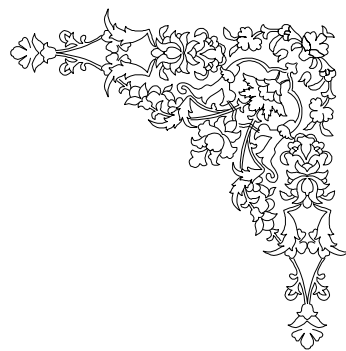
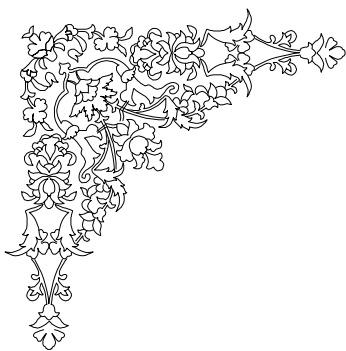
ترجمه	:	احمد اکبرزاده - نیما رفاهتی
نوبت چاپ	:	اول - ۱۳۹۱
تیراژ	:	۵۰۰
چاپ و صحافی	:	گنج شایگان
قیمت	:	۱۸۰۰۰۰ ریال
شابک	:	۸-۱۰۸-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات :	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردبیهشت - بین‌لبافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
تلفن:	۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
نمایندگی تهران :	خیابان انقلاب - نیش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صناعی
تلفن:	۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵
فروشگاه یزد:	میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
تلفن:	۶۲۲۶۷۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲

ایمیل و وبسایت: info@fadakbook.ir - www.fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستاتیس



تقدیم به کسانی که دوستم دارند

و دوستان دارم

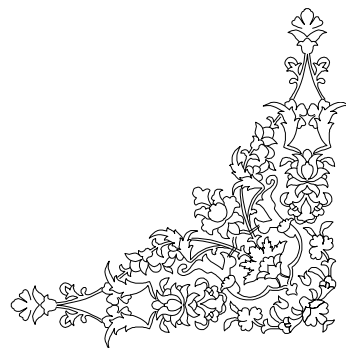
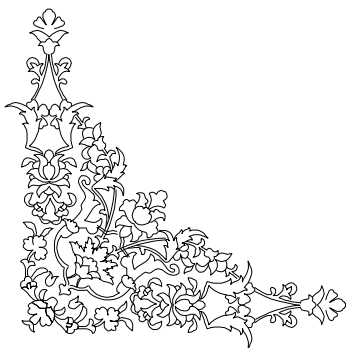
نیما رفاهتی

تقدیم به همسر عزیزم

که در تمامی مراحل ترجمه‌ی این کتاب

یاور و پشتیبان من بود

احمد اکبرزاده



مقدمه

اهمیت انرژی در دنیای امروز بر کسی پوشیده نیست. هر چند در سالهای اخیر بشر به استفاده از انرژی‌های نو از جمله ژئوترمال (زمین حرارتی)، انرژی خورشیدی، انرژی اتمی و ... روی آورده است؛ اما هنوز هم با توجه به محدود بودن منابع انرژی سوخته‌های فسیلی و منابع هیدروکربوری و رقابت شدید در استفاده از این منابع، این بخش از مبحث انرژی از اهمیت حیاتی برخوردار است. کشور ایران نیز با دارا بودن ۹ درصد ذخایر نفتی و ۱۵ درصد ذخایر گازی جهان از جایگاه خاصی در میان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) برخوردار است و با توجه به نیاز روزافزون جهان به فرآورده‌های نفتی و گازی و طرح پروژه‌های متعدد در صنایع نفت و گاز، سرمایه‌گذاری زیادی در این حوزه انجام شده است. بدیهی است برخورداری از این منابع انرژی مستلزم اطلاع از آخرین پیشرفت‌های فنی و علمی دنیا و بکارگیری آنها در زمینه تولید، استخراج نفت و گاز، انتقال و نحوه پالایش و فرآوری این ذخایر عظیم می‌باشد.

مبحث انتقال نفت و گاز به وسیله خطوط لوله دریایی و رابطه آن با سایر عوامل مثل اثرات زیست محیطی، فعالیتهای ماهیگیری، شرایط آب و هوایی و ... از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است. ساخت خط لوله‌های دریایی یک حوزه مهندسی جدید است که در طی پنج دهه اخیر توسعه یافته است. در عین حال که با نصب بیش از صد هزار کیلومتر خطوط زیردریایی در سراسر دنیا، این حوزه به عنوان یک تکنولوژی پیشرفته در نظر گرفته می‌شود؛ همچنان پیشرفت‌ها در زمینه برطرف کردن محدودیتهای مرتبط با ابعاد لوله، فشار، رژیم‌های جریان، فرآورده‌ها، روشهای نصب، عمق‌های مختلف آب و شرایط اقلیمی ادامه دارد. با این وجود کمبود کتاب‌هایی که رویه کامل طراحی و نصب خط لوله دریایی را از مرحله طرح‌ریزی پروژه تا بهره‌برداری سیستم در بر گیرد، محسوس است.

معمولاً خط لوله‌های دریایی مطابق با دستورالعمل‌های صادره از موسسات گواهی‌دهنده، مراجع نظارتی و کدهای ملی و بین‌المللی طراحی، ساخته و نصب می‌شوند. به هر حال یک کد به طور ایده‌آل باید نسبتاً کم‌حجم و بر اساس معیارهای عملکردی اصلی باشد. انتخاب روش‌های طراحی و رویه‌های ساخت به مهندسان مسئول واگذار می‌شود که این انتخاب متکی بر دانش مشترک و تجربه آموزشی آنها است. اما به صراحت آنچه که در زمینه خط لوله دریایی معمولاً با کمبود آن مواجه هستیم، همان مواد است.

از اینرو هدف از انتشار این کتاب تکمیل کدها و توصیه‌نامه‌های موجود به وسیله یک کتاب مهندسی است که به عنوان راهنمایی برای کار با هدف تضمین یک استاندارد معقول طراحی و

کاربرد، قابل استفاده است. کتاب حاضر مقدمتاً برای مهندسانی نوشته شده است که در حوزه خط لوله‌های دریایی نسبتاً تازه کار هستند و می‌خواهند دیدگاهی کلی نسبت به موضوع به دست آورند. همچنین کتاب مطالب اصلی را در حوزه‌های مربوطه برای دانشجویان دوره‌های خاص دریایی و متخصصان فراهم نموده است. این اثر برای مهندسان باتجربه خط لوله نیز به عنوان کتاب کاری مرجع برای استفاده از داده‌ها و نمودارهای آن کاربردی است.

امید است ترجمه این کتاب گامی در جهت پیشرفت صنعت نفت و گاز کشور عزیزمان برداشته باشد. نظرات و پیشنهادات شما عزیزان در جهت رفع اشکالات موجود، راهنمای ما در جهت ارتقای سطح کیفی کتاب در چاپ‌های بعدی خواهد بود.

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از زحمات فراوان آقای مهندس محمد کرمی و خانم سمیرا انامی راد کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

مترجمان

marine_pipeline@yahoo.com

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۱

فصل ۲ اصول طراحی ۷

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ الزامات اساسی ۸

۲-۲-۱ الزامات عملکردی ۸

۲-۲-۲ الزامات مراجع ذی صلاح ۹

۲-۲-۳ اثر زیست محیطی ۱۰

۲-۳ محاسبات جریان ۱۱

۲-۳-۱ کلیات ۱۱

۲-۳-۲ پارامترهای عملیاتی ۱۳

۲-۳-۳ تعیین اندازه خط لوله ۱۳

۲-۳-۴ شبیه سازی های جریان ۱۴

۲-۴ فعالیت های شناسایی سایت ۱۷

۲-۴-۱ کلیات ۱۷

۲-۴-۲ شناسایی ژئوفیزیکی ۱۸

۲-۴-۳ شناسایی ژئوتکنیکی ۱۹

۲-۴-۴ نمونه گیری خاک و تست در محل ۱۹

۲-۴-۵ تست آزمایشگاهی ۲۲

۲-۵ داده های هوایی-دریایی ۲۲

۲-۵-۱ کلیات ۲۲

۲-۵-۲	باد، موجها و جریان	۲۳
۲-۵-۳	جمع‌آوری داده‌های موج	۲۴
۲-۵-۴	پارامترهای طراحی	۲۶
۲-۶	انتخاب مسیر	۲۷
۲-۶-۱	کلیات	۲۷
۲-۶-۲	نقشه‌های تراز	۲۹

فصل ۳ مواد ۳۱

۳-۱	مقدمه	۳۱
۳-۲	جنس خاک	۳۲
۳-۲-۱	کلیات	۳۲
۳-۲-۲	دسته‌بندی خاک بستر دریا	۳۳
۳-۲-۳	مواد خاکریز	۳۵
۳-۳	جنس خط لوله	۳۶
۳-۳-۱	کلیات	۳۷
۳-۳-۲	استحکام، چقرمگی و قابلیت جوشکاری	۳۸
۳-۳-۳	مقاومت سرویس ترش	۴۲
۳-۳-۴	ساختار میکروسکوپی فولاد و مقاومت خوردگی	۴۴
۳-۴	آندهای از بین رونده	۴۵
۳-۴-۱	کلیات	۴۵
۳-۴-۲	آلیاژ روی	۴۶
۳-۴-۳	آلیاژ آلومینیوم	۴۷
۳-۵	مواد تشکیل دهنده اجزاء خط لوله	۴۸
۳-۵-۱	کلیات	۴۸
۳-۵-۲	جنس اجزاء برای سرویس ترش	۴۸
۳-۶	مواد پوشش‌کاری و عایق‌کاری	۴۹
۳-۶-۱	کلیات	۴۹
۳-۶-۲	خواص مواد	۴۹

فصل ۴ بارها ۵۱

۴-۱	مقدمه	۵۱
-----	-------	----

بارهای عملیاتی	۵۲	۴-۲
کلیات	۵۲	۴-۲-۱
فشار داخلی	۵۲	۴-۲-۲
سیستم‌های کنترل فشار	۵۲	۴-۲-۳
دماها	۵۷	۴-۲-۴
بارهای محیطی	۵۷	۴-۳
کلیات	۵۷	۴-۳-۱
نیروهای هیدرودینامیکی	۵۸	۴-۳-۲
ضرایب نیروی هیدرودینامیکی	۶۲	۴-۳-۳
بارهای تصادفی	۶۵	۴-۴
کلیات	۶۵	۴-۴-۱
بارهای ناشی از اشیاء سقوط کرده	۶۶	۴-۴-۲
بارهای تور ماهیگیری	۶۶	۴-۴-۳
بارهای نصب	۶۹	۴-۵

فصل ۵ خطرپذیری و ایمنی ۷۱

مقدمه	۷۱	۵-۱
خط مشی و فلسفه ایمنی	۷۲	۵-۲
مدیریت خطرپذیری	۷۳	۵-۳
کلیات	۷۳	۵-۳-۱
شناسایی خطر	۷۵	۵-۳-۲
معیار پذیرش خطرپذیری	۷۷	۵-۴
کلیات	۷۷	۵-۴-۱
تحلیل هزینه و سود	۷۹	۵-۴-۲
ارزیابی خطرپذیری	۸۰	۵-۵
کلیات	۸۰	۵-۵-۱
اقدامات کاهش‌دهنده ریسک	۸۱	۵-۵-۲
مثال: خطر ناشی از آسیب لنگر	۸۲	۵-۵-۳
جنبه‌های خاص ریسک	۸۷	۵-۶
شیرهای جداکننده زیردریایی	۸۷	۵-۶-۱
اتصالات جوشی یا فلنجی	۸۸	۵-۶-۲
خوردگی در خطوط لوله HP/HT	۸۹	۵-۶-۳

فصل ۶ طراحی ۹۱

- ۶-۱ شرایط طراحی ۹۱
- ۶-۱-۱ کدها و استانداردها ۹۱
- ۶-۱-۲ حالات حدی بهره‌دهی ۹۳
- ۶-۱-۳ حالات حدی نهایی ۹۳
- ۶-۱-۴ شرایط نسبی ایمنی ۹۴
- ۶-۲ تعیین ضخامت دیواره ۹۵
- ۶-۲-۱ کلیات ۹۵
- ۶-۲-۲ روش‌های طراحی ۹۶
- ۶-۲-۳ تعریف کلاس مکانی ۹۷
- ۶-۲-۴ ضخامت دیواره مطابق با سند DNV OS-F101 ۹۹
- ۶-۲-۵ مقایسه کد و مقررات ملی ضخامت دیواره ۱۰۱
- ۶-۲-۶ ماهیگیری با تور کیسه‌ای و فشار هیدرواستاتیکی ۱۰۷
- ۶-۲-۷ مثالی از طراحی ضخامت دیواره ۱۱۴
- ۶-۳ پایداری هیدرودینامیکی ۱۱۵
- ۶-۳-۱ کلیات ۱۱۵
- ۶-۳-۲ فعالیت‌های طراحی ۱۱۷
- ۶-۳-۳ شرایط و الزامات طراحی ۱۲۵
- ۶-۳-۴ مدل طراحی پایداری استاتیکی ۱۲۶
- ۶-۳-۵ مدل طراحی پایداری دینامیکی ۱۲۷
- ۶-۳-۶ برهم‌کنش لوله و خاک ۱۲۸
- ۶-۴ ارزیابی دهانه آزاد ۱۳۶
- ۶-۴-۱ کلیات ۱۳۶
- ۶-۴-۲ گروه‌بندی دهانه آزاد ۱۳۷
- ۶-۴-۳ داده‌های خط لوله و دهانه آزاد ۱۳۸
- ۶-۴-۴ تحلیل استاتیکی ۱۴۰
- ۶-۴-۵ تحلیل دینامیکی ۱۴۳
- ۶-۴-۶ تحلیل خستگی ۱۴۴
- ۶-۵ انبساط و کماتش کلی ۱۴۸
- ۶-۵-۱ کلیات ۱۴۸

۱۴۹	انبساط خط لوله	۶-۵-۲
۱۵۴	کمانش خط لوله	۶-۵-۳
۱۵۶	کمانش انبساطی عمودی	۶-۵-۴
۱۶۲	عایق‌کاری و جلوگیری از خوردگی	۶-۶
	کلیات	۶-۶-۱
	خوردگی فولاد در آب دریا	۶-۶-۲
	جلوگیری از خوردگی داخلی	۶-۶-۳
	پوشش بازدارنده خارجی	۶-۶-۴
	عایق‌کاری حرارتی	۶-۶-۵
	حفاظت کاتدی	۶-۷
	کلیات	۶-۷-۱
۱۷۳	الزامات جریان و پتانسیل حفاظتی	۶-۷-۲
	شکنندگی هیدروژنی	۶-۷-۳
	طراحی آنداز بین رونده	۶-۷-۴
	روش اعمال جریان	۶-۷-۵
	عایق‌کاری الکتریکی	۶-۷-۶
	تداخل جریان هرز	۶-۷-۷
	خم‌ها، اجزاء و سازه‌ها	۶-۸
	کلیات	۶-۸-۱
	اتصالات	۶-۸-۲
	شیرها و سایر اجزاء	۶-۸-۳
	سازه‌ها	۶-۸-۴

فصل ۷ ساخت ۱۹۱

۱۹۱	مقدمه	۷-۱
۱۹۳	تولید خط لوله	۷-۲
	کلیات	۷-۲-۱
	استانداردسازی	۷-۲-۲
	لوله‌های بدون درز	۷-۲-۳
	لوله‌های جوش شده	۷-۲-۴
۲۰۱	خواص معین‌شده‌ی فولادهای خط لوله	۷-۲-۵
۲۰۵	خم‌های شکل‌دهی‌شده با روش گرم	۷-۲-۶

۲۰۶	روکش کاری، آسترکاری و روکش کاری جوشی	۷-۲-۷
	تست درحین ساخت لوله ۲۰۸	۷-۲-۸
	پوشش کاری داخلی ۲۱۱	۷-۳
	کلیات ۲۱۱	۷-۳-۱
	آماده سازی سطح ۲۱۲	۷-۳-۲
	اپوکسی اتصال یافته با گداخت ۲۱۲	۷-۳-۳
	رنگ اپوکسی ۲۱۳	۷-۳-۴
	بازرسی و تست رنگ اپوکسی ۲۱۳	۷-۳-۵
	پوشش ضد خوردگی خارجی ۲۱۴	۷-۴
	کلیات ۲۱۴	۷-۴-۱
	آماده سازی سطح ۲۱۵	۷-۴-۲
	پوشش انامل قیری ۲۱۷	۷-۴-۳
	پوشش های پلی الفینی سه لایه ۲۱۹	۷-۴-۴
	اپوکسی پیوند یافته با گداخت ۲۲۱	۷-۴-۵
	پوشش الاستومری (نتوپرن) ۲۲۲	۷-۴-۶
	عایق کاری حرارتی ۲۲۳	۷-۴-۷
	بازرسی و تست ۲۲۵	۷-۴-۸
	سایر سیستم های پوشش کاری ۲۲۷	۷-۴-۹
	ساخت آند ۲۲۹	۷-۵
	کلیات ۲۲۹	۷-۵-۱
	مغزی تقویت کننده ۲۳۱	۷-۵-۲
	مواد آلیاژی ۲۳۲	۷-۵-۳
	ریخته گری ۲۳۲	۷-۵-۴
	عیوب آند ۲۳۴	۷-۵-۵
	اتصالات الکتریکی ۲۳۵	۷-۵-۶
	رنگ کردن و علامت گذاری ۲۳۶	۷-۵-۷
	بازرسی و تست ۲۳۶	۷-۵-۸
	نصب آند ۲۳۸	۷-۶
	کلیات ۲۳۸	۷-۶-۱
	نصب آند ۲۳۸	۷-۶-۲
	اتصال الکتریکی ۲۴۰	۷-۶-۳
	پرداخت کاری ۲۴۱	۷-۶-۴
	پوشش بتونی ۲۴۱	۷-۷

۷-۷-۱	کلیات	۲۴۱
۷-۷-۲	طراحی مخلوط بتنی	۲۴۲
۷-۷-۳	آرماتور	۲۴۲
۷-۷-۴	پاشش	۲۴۲
۷-۷-۵	اکستروژن	۲۴۴
۷-۷-۶	بتن‌ریزی با قالب لغزنده	۲۴۵
۷-۷-۷	عمل‌آوری بتون	۲۴۵
۷-۷-۸	بازرسی و تست	۲۴۵
۷-۷-۹	اتصالات آند	۲۵۰
۷-۸	علامت‌گذاری، جابجا کردن و تعمیر	۲۵۰
۷-۸-۱	کلیات	۲۵۰
۷-۸-۲	علامت‌گذاری	۲۵۱
۷-۸-۳	جابجایی، انتقال و انبارداری	۲۵۲
۷-۸-۴	تعمیرات	۲۵۳
۷-۹	اجزا و اتصالات	۲۵۴
۷-۹-۱	کلیات	۲۵۴
۷-۹-۲	ساخت اجزا	۲۵۴
۷-۹-۳	لوله‌های بالارونده و انحنای انبساطی	۲۵۵
۷-۹-۳	مجموعه‌های سواره‌ها و شیر	۲۵۷
۷-۹-۵	ارسال‌کننده‌ها و دریافت‌کننده‌های پیگ	۲۵۸

فصل ۸ نصب ۲۵۹

۸-۱	مقدمه	۲۵۹
۸-۲	ایجاد تغییرات در بستر دریا	۲۶۰
۸-۲-۱	کلیات	۲۶۰
۸-۲-۲	پیش‌کانال‌کنی	۲۶۱
۸-۲-۳	تکیه‌گاه‌های خط لوله	۲۶۱
۸-۲-۴	تقاطع‌ها	۲۶۲
۸-۳	مونتاز لوله	۲۶۳
۸-۳-۱	کلیات	۲۶۳
۸-۳-۲	جوشکاری محیطی	۲۶۴
۸-۳-۳	برآورد مهندسی بحرانی	۲۶۹

پوشش اتصال میدانی	۲۷۶	۸-۳-۴
اتصالات مکانیکی	۲۸۱	۸-۳-۵
لوله‌گذاری	۲۸۱	۸-۴
کلیات	۲۸۱	۸-۴-۱
نصب S شکل	۲۸۳	۸-۴-۲
نصب J شکل	۲۸۵	۸-۴-۳
قرقره پیچی	۲۸۶	۸-۴-۴
نصب به روش piggy-back	۲۸۶	۸-۴-۵
اجزاء درون خط	۲۸۸	۸-۴-۶
رها سازی و بازیابی خط لوله	۲۸۸	۸-۴-۷
یدک کشی، کشیدن، حفاری اریب	۲۹۰	۸-۵
کلیات	۲۹۰	۸-۵-۱
یدک کشی روی کف و کشیدن	۲۹۲	۸-۵-۲
یدک کشی خارج از کف، سطحی و با عمق کنترل شده	۲۹۲	۸-۵-۳
دسته خطوط لوله	۲۹۳	۸-۵-۴
حفاری اریب	۲۹۴	۸-۵-۵
لوله‌های بالارونده، مدخل‌های ساحلی و نقاط tie-in	۲۹۶	۸-۶
کلیات	۲۹۶	۸-۶-۱
نصب بالارونده (رایزر)	۲۹۷	۸-۶-۲
ساخت ورودی ساحلی	۲۹۸	۸-۶-۳
عملیات tie-in	۳۰۱	۸-۶-۴
اتصال خط لوله انشعابی	۳۰۴	۸-۶-۵
کانال‌کشی و خاکریز کردن	۳۰۴	۸-۷
کلیات	۳۰۴	۸-۷-۱
آبفشانی و برش (خاکبرداری)	۳۰۵	۸-۷-۲
شیار زدن	۳۰۷	۸-۷-۳
خاکریز کردن مصنوعی	۳۰۸	۸-۷-۴
پوشش‌های محافظ	۳۰۹	۸-۷-۵
پیش راه‌اندازی	۳۰۹	۸-۸
کلیات	۳۰۹	۸-۸-۱
پر کردن خط لوله از آب (flooding) و انجام هیدروتست	۳۱۰	۸-۸-۲
اندازه‌گیری	۳۱۳	۸-۸-۳
تمیز کاری (پاکسازی)	۳۱۵	۸-۸-۴

- ۸-۸-۵ آب‌زدایی ۳۱۷
- ۸-۸-۶ خشک کردن ۳۱۸
- ۸-۸-۷ پاکسازی با نیتروژن ۳۱۹

فصل ۹ بازبینی و مستندسازی ۳۲۱

- ۹-۱ مقدمه ۳۲۱
- ۹-۲ الزامات کلی ۳۲۲
 - ۹-۲-۱ کلیات ۳۲۲
 - ۹-۲-۲ مدیریت کیفیت ۳۲۲
 - ۹-۲-۳ فرمت‌های اسناد ۳۲۲
 - ۹-۲-۴ ارتباط (پیام‌رسانی) ۳۲۳
 - ۹-۲-۵ دفتر ثبت اسناد ۳۲۴
 - ۹-۲-۶ بازبینی و پذیرش اسناد ۳۲۴
 - ۹-۲-۷ موارد مغایرت ۳۲۵
- ۹-۳ طراحی ۳۲۵
 - ۹-۳-۱ مبنای طراحی ۳۲۵
 - ۹-۳-۲ مستندسازی طراحی ۳۲۶
 - ۹-۳-۳ نقشه‌های طراحی ۳۲۶
 - ۹-۴ تهیه و ساخت ۳۲۷
 - ۹-۴-۱ کلیات ۳۲۷
 - ۹-۴-۲ تولید خط لوله ۳۲۷
 - ۹-۴-۳ ساخت آند ۳۳۰
 - ۹-۴-۴ پوشش‌کاری لوله ۳۳۲
 - ۹-۴-۵ سایر تدارکات ۳۳۳
 - ۹-۵ نصب ۳۳۴
 - ۹-۵-۱ کلیات ۳۳۴
 - ۹-۵-۲ دستورالعمل‌های نصب ۳۳۴
 - ۹-۵-۳ مهندسی و مدیریت قرارداد ۳۳۵
 - ۹-۵-۴ روش‌های نصب ۳۳۶
 - ۹-۵-۵ گزارش ساخت ۳۴۰
 - ۹-۶ اسناد اجروده ۳۴۲
 - ۹-۶-۱ کلیات ۳۴۲
 - ۹-۶-۲ سیستم‌های مدیریت خط لوله ۳۴۲

فصل ۱۰ لوله‌های انعطاف‌پذیر ۳۴۴

- ۱۰-۱-۱ مقدمه ۳۴۵
- ۱۰-۱-۱ کلیات ۳۴۵
- ۱۰-۱-۲ اولین لوله‌های انعطاف‌پذیر زیردریایی در دنیا ۳۴۷
- ۱۰-۱-۳ مشخصات لوله انعطاف‌پذیر چندلایه ۳۴۸
- ۱۰-۲-۱ ساختار لوله انعطاف‌پذیر ۳۵۰
- ۱۰-۲-۱ کلیات ۳۵۰
- ۱۰-۲-۲ اسکلت داخلی ۳۵۱
- ۱۰-۲-۳ آستر داخلی ۳۵۲
- ۱۰-۲-۴ محافظ فشار ۳۵۳
- ۱۰-۲-۵ محافظ کشش ۳۵۴
- ۱۰-۲-۶ نواریچی نگهدارنده ۳۵۵
- ۱۰-۲-۷ غلاف بیرونی ۳۵۶
- ۱۰-۲-۸ لایه‌های اضافی ۳۵۶
- ۱۰-۳-۱ طراحی لوله انعطاف‌پذیر ۳۵۷
- ۱۰-۳-۱ کلیات ۳۵۷
- ۱۰-۳-۲ شرایط بار ۳۵۸
- ۱۰-۳-۳ طراحی سطح مقطع ۳۶۱
- ۱۰-۳-۴ اتصال انتهایی ۳۶۴
- ۱۰-۳-۵ طراحی سیستم ۳۶۵
- ۱۰-۳-۶ تحلیل دوره عمر سرویس ۳۷۰
- ۱۰-۴-۱ ارزیابی مواد ۳۷۶
- ۱۰-۴-۱ کلیات ۳۷۶
- ۱۰-۴-۲ مواد فلزی ۳۷۶
- ۱۰-۴-۳ مواد پلیمری ۳۷۸
- ۱۰-۴-۴ رزین اپوکسی ۳۷۸
- ۱۰-۴-۵ پلیمرهای تقویت‌شده با الیاف (فیبر) ۳۷۹
- ۱۰-۵-۱ ساخت ۳۷۹
- ۱۰-۵-۱ کلیات ۳۷۹
- ۱۰-۵-۲ لوله ۳۸۰
- ۱۰-۵-۳ اتصال انتهایی ۳۸۱
- ۱۰-۵-۴ تست پذیرش کارخانه‌ای ۳۸۱

- ۱۰-۵-۵ بسته‌بندی و بارگیری ۳۸۲
- ۱۰-۶ نصب و تعیین کیفیت لوله ۳۸۳
- ۱۰-۶-۱ نصب ۳۸۳
- ۱۰-۶-۲ ارزیابی لوله انعطاف‌پذیر ۳۸۵
- ۱۰-۶-۳ تست نمونه اولیه ۳۸۶

فصل ۱۱ عملیات ۳۹۳

- ۱۱-۱ مقدمه ۳۹۳
- ۱۱-۲ تضمین جریان ۳۹۴
- ۱۱-۲-۱ کلیات ۳۹۴
- ۱۱-۲-۲ کاهش انسداد جریان ۳۹۴
- ۱۱-۳ عملیات، نگهداری و رهاسازی ۳۹۶
- ۱۱-۳-۱ کلیات ۳۹۶
- ۱۱-۳-۲ راه‌اندازی و عملیات ۳۹۶
- ۱۱-۳-۳ نگهداری ۳۹۸
- ۱۱-۳-۴ تغییرات شرایط طراحی ۳۹۸
- ۱۱-۳-۵ از کار انداختن و رهاسازی ۳۹۹
- ۱۱-۳-۶ پیگیرانی در خط لوله ۴۰۰
- ۱۱-۴ بازرسی در حین سرویس ۴۰۰
- ۱۱-۴-۱ کلیات ۴۰۰
- ۱۱-۴-۲ بازرسی در حین راه‌اندازی ۴۰۱
- ۱۱-۴-۳ بازرسی دوره‌ای ۴۰۱
- ۱۱-۵ ارزیابی تعمیر ۴۰۴
- ۱۱-۵-۱ کلیات ۴۰۴
- ۱۱-۵-۲ عیوب لوله ۴۰۵

اختصارات ۴۰۷

واژه‌نامه ۴۱۳

مراجع ۴۲۵

کتاب‌ها و مقاله‌ها ۴۲۸

فهرست الفبائی ۴۳۱

