

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

مبانی سپورت گذاری و تحلیل تنش پایپینگ

تالیف

احمد یوسفی



سرشناسه	: یوسفی، احمد، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام‌پدیدآور	: مبانی ساینورتن گذاری و تحلیل تنش پاییینگ / تالیف احمد یوسفی.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۶ ص. : مصور.
شابک	: ۸۰۰۰۰ ریال : ۱-۰۷۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
موضوع	: لوله‌کشی -- طراحی
موضوع	: لوله‌کشی -- طرح و ساختمان
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۱ م۲/۹۲۰/تج۹۲۰
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۱/۸۶۷۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۵۷۸۴۱

مبانی ساینورتن گذاری و تحلیل تنش پاییینگ



تالیف	: احمد یوسفی
مدیر تولید	: رضا کریمی شاهنده
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایساتیس (فاطمه نوروزی)
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۱
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۸۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۱-۰۷۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

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

ایمیل و وب‌سایت: www.fadakbook.ir - info@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 ایساتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایساتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایساتیس

پیشگفتار

طراحی پایپینگ تا سال ۱۹۶۷ میلادی، بیشتر بر اساس رویه‌های سرانگشتی و شکل‌بندی‌هایی که از پیش تحلیل تنش شده و در جداولی گردآوری شده بودند، انجام می‌شد. این رویه‌ها و جداول، با این که کمک بسیار بزرگی برای طراحان پایپینگ بودند، پاسخگوی همه مسایل طراحی پایپینگ نبودند و همین، نیاز به مهندسانی را پدید آورد تا این مسؤولیت را بر دوش بگیرند. محاسبات مربوط به ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پایپینگ در آن دوران، در دستان مهندسانی بود که تجربه و دانش گسترده‌ای در زمینه‌ی پایپینگ و دانش و مهارت زیادی در محاسبات عددی داشتند و دست‌مزد بالایی را نیز طلب می‌کردند. پیدایش کدهای پایپینگ و دسترسی به کامپیوتر در چهار دهه‌ی اخیر، اگرچه به سود این مهندسان نخبه تمام نشد، اما تحولی شگرف در ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پایپینگ ایجاد کرد.

گسترده‌گی محاسبات مورد نیاز برای ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پایپینگ، و هزینه‌ی بالا و زمان درازی که برای انجام آن صرف می‌شد، شرکت‌های مهندسی مشاور را از کاربرد نرم‌افزارهای کامپیوتری در این زمینه از مهندسی پایپینگ ناگزیر ساخت. کدهای پایپینگ نیز با به‌روزرسانی خود همگام با پیشرفت دانش و فن‌آوری، قوانین تحلیل تنش پایپینگ را کامل‌تر و ساده‌تر از پیش در دسترس طراحان پایپینگ قرار دادند. افزایش شمار نرم‌افزارهای ساده‌ی تحلیل تنش پایپینگ در طول سال‌های اخیر، تأثیر دوگانه‌ای بر این زمینه از مهندسی پایپینگ داشته است: از سویی، با گرفتن تحلیل تنش پایپینگ از مهندسان متخصص با دست‌مزد بالا و سپردن آن به مهندسان نامتخصص با دست‌مزد پایین، هزینه‌های این کار را کاسته است؛ اما از سوی دیگر، مهندسان نورسیده‌ای را که دانش و تجربه‌ی کافی برای ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پایپینگ ندارند، قادر ساخته است با رو کردن برون‌دادهایی با سیمایی درست و منطقی، اما نادرست، فاجعه‌های مهندسی خویش را بیافرینند.

نرم‌افزارهای کامپیوتری، موجوداتی هستند بی‌شعور مهندسی و نافهمیده، که تنها در صورتی برون‌دادهای درستی به دست می‌دهند که درون‌دادهای آن‌ها به درستی وارد شده باشند. تازه در صورت دریافت برون‌دادهای درست است که مهندسان می‌توانند و باید به تفسیر آن‌ها پردازند و برای این کار، باید شعور مهندسی و درک درستی از رفتار سیستم تحلیل شده و شیوه‌ی رفع اشکالات آن را داشته باشند. هدف از نگارش این کتاب، پرورش این شعور مهندسی و پیش‌زمینه‌ی کافی برای مهندسانی است که پایپینگ و اجزای آن را می‌شناسند، می‌خواهند کارآزموده به دنیای ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پایپینگ وارد شوند، و نمی‌خواهند انفجار خطوط پایپینگ را که خود ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش کرده‌اند ببینند.

بی‌پرده باشیم. برخی از انفجارهایی که در تأسیسات فرآیندی و توانی کشورمان رخ می‌دهند، از سهل‌انگاری گروهی از مهندسان ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پاپینگ آب می‌خورد. گویی نرم‌افزار تحلیل تنش پاپینگ برای گروهی از مهندسان، یک بازی کامپیوتری است و انفجارها نیز رخ داده‌ایی برای هیجان ایشان. خط فلر فلان پلنت پتروشیمیایی کشور به دلیل اشکال در ساپورت‌گذاری منفجر می‌شود و کارکنان شرکت مهندسی مشاور طراح آن پلنت، هیجان‌زده به عکس‌های فاجعه‌ای که خود آفریده‌اند نگاه می‌کنند و هیچ کس نه خیالی دارد و نه مسؤولیتی می‌پذیرد. تنها یک ضرر هنگفت اقتصادی می‌ماند و خانواده‌هایی که سوگوار، چشم به راه نان‌آوران از دست رفته‌شان به خاک سیاه نشسته‌اند. این افتضاحی است که من به چشم خود دیده‌ام. پس فروتنانه اجازه می‌خواهم مسؤولیت‌پذیری و ریزی‌نی را نخستین و بنیادی‌ترین سفارش خود به مهندسانی که می‌خواهند وارد کار ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پاپینگ شوند، بدانم.

در این نوشتار کوشیده‌ام ذهن‌تان را در مسایل ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پاپینگ به بازی بگیریم و به پرسش از خود وادار کنم و از این رهگذر، روش اندیشیدن به این مسایل از آغاز تا پاسخ‌یابی را به شما بیاموزم و توان تفسیر و تحلیل‌تان را بیافزایم. گاه پرسشی را مطرح و بی‌پاسخ رها کرده‌ام و برای پاسخ‌یابی آن، هم‌زمان با شما به اندیشیدن آغاز کرده‌ام و از دل آن پرسش‌های دیگری را که ممکن است در ذهن شما نیز پدید بیایند بیرون کشیده‌ام. اگرچه در پایان، پاسخ همه‌ی آن پرسش‌ها را با هم یافته‌ایم، گاه ممکن است کاسه‌ی صبرتان برای گرفتن پاسخ، لبریز شود. باز می‌گویم که این بازی، تمرین است. با این روش، خواسته‌ام به جای گرفتن ماهی برای شما، ماهی‌گیری را به شما بیاموزم.

بی‌گمان دانش و تجربه‌ی من در ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پاپینگ محدود است؛ مانند همه چیز این جهان. می‌توانستم و می‌خواستم بیش‌تر از این بنویسم و به نرم‌افزار CAESAR II نیز بپردازم. اما افسوس که غم نان نگذاشت. با وجود این، همه‌ی کوشش خود را به کار بسته‌ام تا آن‌چه به دستان شما می‌رسد، کمینه نیازهای بنیادی شما را برآورده کند تا برای ورود به دنیای ساپورت‌گذاری و تحلیل تنش پاپینگ، مشکلی نداشته باشید. گفتگو ندارد که با وجود ویرایش‌های چندین‌باره، این نوشتار هنوز اشکالاتی دارد. من را از انتقادات و نظرات خود بی‌نصیب نگذارید:

ayasemani@yahoo.com

احمد یوسفی

زمستان ۱۳۹۰ هجری خورشیدی

فهرست مطالب

فصل ۱ هدف از ساپورت گذاری و تحلیل تنش پایپینگ ۱

۱.۱	سرآغاز ۲
۲.۱	ساپورت‌های پایپینگ (PIPING SUPPORTS) ۲
۳.۱	هدف از ساپورت گذاری و تحلیل تنش سیستم‌های پایپینگ ۳
۴.۱	مدارک مورد نیاز برای ساپورت گذاری و تحلیل تنش سیستم پایپینگ ۵

فصل ۲ ساپورت گذاری پایپینگ ۱۷

۱.۲	سرآغاز ۱۸
۲.۲	ساپورت‌های وزنی (WEIGHT SUPPORTS) ۱۸
۳.۲	جایدهی ساپورت‌های وزنی (WEIGHT SUPPORTS ARRANGEMENT) ۵۲
۴.۲	ساپورت‌های صلب (RIGID SUPPORTS) ۸۷
۵.۲	جایدهی ساپورت‌های صلب (RIGID SUPPORTS ARRANGEMENT) ۱۰۸
۶.۲	ساپورت‌های دینامیکی (DYNAMIC SUPPORTS) ۱۱۴
۷.۲	ساپورت‌های سازه‌ای (STRUCTURAL SUPPORTS) ۱۱۹
۸.۲	ملاحظات اقتصادی ۱۲۵

فصل ۳ انعطاف پذیری پایپینگ ۱۲۹

۱.۳	سرآغاز ۱۳۰
۲.۳	دمای نصب (INSTALLATION) و دمای انعطاف‌پذیری (FLEXIBILITY) ۱۳۰
۳.۳	محدودیت جابه‌جایی افقی خطوط پایپینگ ۱۳۷
۴.۳	جایدهی استاپ ۱۳۸

جایدهی راهنما: بازوی انبساط و بازوی جذب	۱۴۲	۵.۳
حلقه‌ی انبساط (EXPANSION LOOP)	۱۵۰	۶.۳
مفصل انبساط (EXPANSION JOINT)	۱۶۵	۷.۳

فصل ۴ تحلیل تنش و الزامات کدهای پایپینگ ۱۷۵

سرآغاز	۱۷۶	۱.۴
کد و استاندارد	۱۷۶	۲.۴
تئوری و بسط الزامات تنش پایپینگ	۱۸۰	۳.۴
شکست خسته‌گی	۱۹۶	۴.۴
ضرایب تشدید تنش (STRESS INTENSIFICATION FACTORS یا SIF)	۲۰۴	۵.۴
پیروی از کد (CODE COMPLIANCE)	۲۱۱	۶.۴

پیوست‌ها ۲۲۳

پیوست الف- تحلیل نشتی فلنج	۲۲۴
پیوست ب- ساپورت‌گذاری شکل‌بندی‌های متداول پایپینگ	۲۲۷
پیوست پ- بخش 1632 کد UBC-1997	۲۴۸

فصل اول

هدف از ساپورت گذاری و
تحلیل تنش پایپینگ