

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

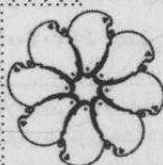
ہیدروفریٹنگ و تولید لولہ های ساندویچی

مؤلفین:

مهندس مجید کشاورز

دکتر افشین کازرونی

دکتر جواد شهبازی کرمی



انتشارات شهبازی



سروشنامه
عنوان و نام پدیدآور : هیدروفرمینگ و تولید لوله‌های ساندویچی / مؤلفین: مجید کشاورز آرایی، افشین کازرونی، جواد شهبازی کرمی.
مشخصات نشر : تهران: انتشارات شهبازی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری : ۱۲۰ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک : ۹-۴۰-۸۱۵۵-۶۰۰-۹۷۸ : ۱۲۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی : فیا
یادداشت : واژه‌نامه.
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : آهن‌گری و شکل‌دهی Forming
شناسه افزوده : کازرونی، افشین، ۱۳۴۱ -
شناسه آر ده : شهبازی کرمی، جواد، ۱۳۶۴ -
رده بنیاد : ۱۳۹۶/۵۵۹/ک/۲۲۲۵ TS
رده بندهایی : ۲۲۲/۶۷۱ : وی
شماره کتابشناسی ملی : ۵۰۷۲۳

عنوان : هیدروفرمینگ و تولید لوله‌های ساندویچی
مؤلفین : جواد شهبازی کرمی، دکتر افشین کازرونی و دکتر جواد شهبازی کرمی
ناشر : انتشارات شهبازی
مدیر مسئول : جواد شهبازی کرمی
مدیر داخلی : محمد اصغری
حروفچینی و صفحه آرایی : قاسمی (رها)
طراحی جلد : مجتبی فرهادی
چاپ و صحافی : چاپ گنجینه
نوبت چاپ : اول ۱۳۹۶
شمارگان : ۵۰۰ جلد
قیمت : ۱۲۰۰۰۰ ریال
شابک : ۹-۴۰-۸۱۵۵-۶۰۰-۹۷۸ : ۱۲۰۰۰۰-۹۷۸-۶۰۰-۸۱۵۵-۴۰-۹ ISBN: 978-600-8155-40-9

همراه: ۰۹۱۲۱۸۳۴۱۴۴

تلفن: ۶۶۴۰۳۰۰۹

وب سایت: WWW.ShahbaziPub.ir

ایمیل: ShahbaziPub@gmail.com

دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ساختمان گوتنبرگ، پلاک ۱۲۱۲،

انتشارات شهبازی، تلفن: ۶۶۴۰۳۰۰۹ پخش غرب تهران: ۴۴۱۳۸۶۴۴

توجه: کلیه حقوق مادی و معنوی چاپ و نشر، طرح روی جلد و عنوان کتاب با توجه به قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، مصوب سال ۱۳۴۸ برای انتشارات شهبازی محفوظ است. هرگونه استفاده بدون مجوز کتبی از ناشر تخلف بوده و بر اساس بند (۵) ماده ۲۳ قانون قابل پیگیری در محاکم قضایی می باشد.

مقدمه :

در این کتاب مراحل تولید نوعی خاص از لوله‌های سه‌لایه از ابتدا تا انتهای ساخت لوله بررسی می‌شود. هیدروفرمینگ لوله یکی از روش‌های جدید و پیشرفته برای شکل‌دهی فلزات است. این نوع لوله دارای سه لایه فلزی از جنس آلومینیوم می‌باشد که روی لایه وسط برآمدگی‌هایی به شکل لانه‌زنبوری توسط فرآیند هیدروفرمینگ لوله ایجاد شده است. به منظور افزایش خواص مکانیکی لوله از هندسه لانه‌زنبوری استفاده شد. برای پیش‌بینی فشار مورد نیاز جهت شکل‌دهی لایه میانی به وسیله محاسبات تحلیلی فشار مورد نیاز برآورد و با نتایج حاصل از شبیه‌سازی و آزمون تجربی مقایسه شد. برای ایجاد لوله سه‌لایه پیشنهادی دو لوله با قطر خارجی و داخلی مناسب، داخل و بیرون لوله میانی جانمایی و برای پر کردن فضای خالی بین لوله‌ها از فوم پلی‌اورتان استفاده شد.

این کتاب مرجع قابل قبولی در زمینه فرآیند شکل‌دهی بوسیله هیدروفرمینگ لوله است؛ مورد استفاده مخاطبانی همچون دانشجویان فنی مهندسی در رشته‌های مهندسی مکانیک، صنایع، تاسیسات و و همچنین مهندسين شاغل در صنایع "رنگرزن"، صنایع هوایی، فضایی، خودروسازی و سایر صنایع نوین خواهد بود. در نهایت خداوند متعال را به ما توفیق داد تا قدمی هرچند کوچک در راستای ارتقای سطح علمی کشور عزیزمان ایران برداریم.

دشاور اربابی، کازرونی، شهبازی کرمی

زمستان ۱۳۹۶

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی هیدروفرمینگ.....	۱۳
مقدمه.....	۱۳
۱-۱- تاریخچه هیدروفرمینگ.....	۱۴
۲-۱- صنعت هیدروفرمینگ.....	۱۵
۳-۱- روش های هیدروفرمینگ.....	۱۹
۱-۳-۱- هیدروفرمینگ لوله.....	۱۹
۱-۳-۱-۱- تاریخچه.....	۱۹
۲-۱-۳-۱- معرفی هیدروفرمینگ لوله.....	۲۱
۳-۱-۳-۱- مزایا و معایب فرآیند هیدروفرمینگ لوله.....	۲۲
۴-۱-۳-۱- تقسیم بندی فرآیند هیدروفرمینگ لوله براساس شکل نهایی.....	۲۲
۱-۳-۱-۴- عملیات گسترش موضعی متقارن.....	۲۲
۲-۳-۱-۴- عملیات گسترش موضعی غیرمتقارن.....	۲۳
۳-۳-۱-۴- عملیات تبدیل سطح مقطع دایروی به شکل های هندسی دیگر.....	۲۳
۴-۳-۱-۴- عملیات هیدروفرمینگ قطعات پیچیده.....	۲۴
۵-۳-۱-۴- چروکیدگی در هیدروفرمینگ لوله.....	۲۴
۱-۵-۳-۱-۴- چروکیدگی مفید.....	۲۴
۲-۵-۳-۱-۴- چروکیدگی مرده.....	۲۵

- ۳-۱-۳-۰۳-۰۳ چروکیدگی منجر به ترکیدگی ۲۵
- ۳-۱-۳-۱-۶ پارمترهای مؤثر در فرآیند هیدروفرمینگ لوله ۲۶
- ۳-۱-۳-۱-۶-۱ منحنی بارگذاری ۲۶
- ۳-۱-۳-۱-۶-۲ جنس لوله‌ها ۲۶
- ۳-۱-۳-۱-۳ فشار داخلی ۲۷
- ۳-۱-۳-۱-۶ اصطکاک و روانکاری ۲۸
- ۳-۱-۳-۱-۵ تأثیر شعاع گوشه ۲۹
- ۳-۱-۳-۱-۶-۱ سیال و رولیک ۳۰
- ۳-۱-۳-۲ فرآیند هیدروفرمینگ دیافراگم لاستیکی ۳۰
- ۳-۱-۳-۳ فرآیند کشش عمیق هیدرومکانیک ۳۱
- ۳-۱-۳-۴ هیدروفرمینگ جفت صفحه موازی ۳۱
- ۳-۱-۳-۵ تغییر شکل ترکیبی (پروسه کشش و بالجینگ) هیدروفرمینگ ۳۲
- ۳-۱-۳-۶ هیدروفرمینگ ورق با یک قالب متحرک (ترکیبی) ۳۳
- ۳-۱-۳-۷ فرم دهی سیال ضربه‌زن ۳۴
- ۳-۱-۳-۸ هیدروفرمینگ فشار خارجی ۳۵
- ۳-۱-۳-۹ پژوهش‌های انجام‌شده پیرامون هیدروفرمینگ لوله‌های چند لایه ۳۵
- ۳-۱-۴-۱ پژوهش‌های انجام‌شده پیرامون لوله‌های سه‌لایه ساندویچی ۳۷
- ۳-۱-۵-۰ معرفی آلومینیوم ۳۸

۱-۵-۱ خواص آلومینیوم ۳۹

۱-۱-۵-۱ خواص اتمی و فیزیکی ۳۹

۲-۱-۵-۱ خواص حرارتی و الکتریکی آلومینیوم ۴۰

۳-۱-۵-۱ خواص مکانیکی آلومینیوم ۴۰

۱-۳-۱-۵-۱ استحکام ۴۰

۲-۱-۵-۱ خطاف پذیری ۴۰

۲-۵-۱ آلیاژهای آلومینیوم ۴۱

۱-۲-۵-۱ سری ۱۰۰۰ ۴۱

۲-۲-۵-۱ سری ۲۰۰۰ ۴۱

۳-۲-۵-۱ سری ۳۰۰۰ ۴۱

۴-۲-۵-۱ سری ۴۰۰۰ ۴۱

۵-۲-۵-۱ سری ۵۰۰۰ ۴۲

۶-۲-۵-۱ سری ۶۰۰۰ ۴۲

۷-۲-۵-۱ سری ۷۰۰۰ ۴۲

۸-۲-۵-۱ سری ۸۰۰۰ ۴۲

منابع ۴۲

فصل دوم: شبیه‌سازی اجزای محدود.....	۴۷
مقدمه.....	۴۷
۱-۲- نرم‌افزار آباکوس.....	۴۸
۱-۱-۲ مزایای نرم‌افزار آباکوس نسبت به سایر نرم‌افزارها.....	۴۸
۱-۲-۲ بخش‌های آباکوس.....	۴۸
۱-۲-۳ بی‌نظمی نرم‌افزار آباکوس.....	۴۹
۱-۲-۳-۱ مرحله پیش‌پردازش (Abaqus/CAE).....	۴۹
۱-۲-۳-۲ مرحله پست‌پردازش (Abaqus standard/Explicit).....	۴۹
۱-۲-۳-۳ مرحله پس‌پردازش (Abaqus/Viewer).....	۵۰
۲-۲- مشخصات و ویژگی‌های ماده لوله.....	۵۰
۲-۲-۱ آزمون کشش.....	۵۰
۲-۲-۲ آزمون اسپکترومتری نوری.....	۵۱
۲-۲-۳ مشخصات ساختاری و مکانیکی ماده مورد استفاده.....	۵۱
۳-۲- تئوری کاربردی در هیدروفورمینگ لوله.....	۵۲
۴-۲- شبیه‌سازی فرآیند هیدروفورمینگ لوله.....	۵۶
۴-۲-۱ هندسه مدل.....	۵۷
۴-۲-۱-۱ تعریف نقطه مرجع.....	۵۸
۴-۲-۲ تعریف خواص ماده مورد آزمایش.....	۶۰

۳-۴-۲ مونتاژ کردن قالب و لوله بر روی یکدیگر ۶۱

۴-۴-۲ انتخاب نوع تحلیلگر ۶۱

۵-۴-۲ تعیین نوع تماس بین لوله و قالب ۶۳

۶-۴-۲ شرایط مرزی و بارگذاری ۶۳

۷-۴-۲ مش بندی قالب و لوله ۶۶

۸-۴-۲ حل مسئله و نمایش خروجی ۶۶

۵-۲ نتایج تحلیل عددی ۶۸

۱-۵-۲ تغییرات جابه‌جایی ۶۸

۲-۵-۲ تغییرات تنش ۷۰

۳-۵-۲ تغییرات کرنش ۷۱

۴-۵-۲ ضخامت نواحی مختلف لوله پس از شکل‌دهی ۷۲

منابع ۷۴

فصل سوم: ساخت ماشین هیدروفرمینگ لوله ۷۵

مقدمه ۷۵

۳-۱- طراحی کلی قطعات و نحوه قرارگیری نسبت به هم ۷۶

۳-۲- طراحی اجزای مجموعه قالب ۷۶

۳-۲-۱ تعداد و قطر پیچ‌های لازم برای بستن دو نیمه قالب ۷۷

- ۷۸..... ۲-۲-۳ جنس قالب
- ۸۱..... ۳-۲-۳ ماشین‌های کنترل عددی
- ۸۲..... ۱-۳-۲-۳ کنترل عددی (NC)
- ۸۲..... ۲-۳-۲-۳ کنترل عددی کامپیوتری (CNC)
- ۸۳..... ۳-۳-۲-۳ عملیات ماشین‌کاری توسط ماشین فرز سه محور
- ۸۴..... ۴-۲-۳ مک‌آی‌رم میل راهنما
- ۸۴..... ۳-۳-۳ طراحی و ساخت سنبه‌های آب‌بندی
- ۸۷..... ۱-۳-۳ طراحی و ساخت تک‌آهنگها
- ۸۸..... ۲-۳-۳ محاسبات پیچ‌های پلک سنبه‌ها
- ۸۸..... ۴-۳-۳ طراحی و ساخت صفحه زیرین اجزای ماشین هیدروفرمینگ
- ۸۹..... ۵-۳-۳ پمپ هیدرولیک و فشارسنج (مانومتر)
- ۹۰..... ۶-۳-۳ مونتاژ نهایی اجزا
- ۹۱..... منابع
- ۹۲..... فصل چهارم: انجام آزمون تجربی
- ۹۲..... مقدمه
- ۹۲..... ۱-۴-۱ انواع آب‌بندها
- ۹۲..... ۱-۱-۴-۱ اورینگ
- ۹۳..... ۲-۱-۴-۱ آب‌بندهای وی شکل و یو شکل

- ۳-۱-۴ آب‌بندهای فلزی ۹۳
- ۴-۱-۴ کاسه نمدها ۹۳
- ۵-۱-۴ گلندها ۹۳
- ۶-۱-۴ آب‌بندهای مکانیکی ۹۳
- ۲-۴ تست تجربی ۹۴
- ۱-۲-۴ زمان اول ۹۴
- ۲-۲-۴ آزمایش دوم ۹۴
- ۳-۲-۴ آزمایش سوم ۹۵
- ۴-۲-۴ آزمایش چهارم ۹۵
- ۵-۲-۴ آزمایش پنجم ۹۶
- ۶-۲-۴ آزمایش ششم ۹۷
- ۷-۲-۴ ارتفاع لانه‌زنبوری‌ها در فشارهای مختلف تا فشار کالیبراسیون ۹۹
- ۳-۴ ساخت ساندویچ لوله لانه‌زنبوری پیشنهادی نوین ۱۰۲
- ۱-۳-۴ ساندویچ لوله لانه‌زنبوری پیشنهادی پر شده با فوم پلی‌اورتان سخت ۱۰۳
- منابع ۱۰۵
- پیوست‌ها ۱۰۵