

مهندسی ارزش در صنعت جوشکاری و لحیم کاری

اصول مناسبه جوش در ارزیابی کیفی به منظور تخمین و کاهش هزینه‌ها

تألیف و ترجمه:

مهندس عاذا حیدری

دکتر ایمان پولادی



سرشناسه: حیدری، عادل - ۱۳۶۴

عنوان پدیدآورنده: مهندسی ارزش در صنعت جوشکاری و لحیم کاری

مشخصات نشر: تهران جهان جام جم ۱۳۹۳

مشخصات ظاهری: ۱۰۸ ص

فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: واژه نامه

شناسه افزوده: پولادوند، ایمان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۷۸-۶۸-۶

موضوع: اول محاسبه جوش در ارزیابی کیفی به منظور تخمین و کاهش هزینه ها

رده بندی کنگره: TS ۲۲۷/۲

رده بندی دیویی: ۶۷۱/۵۲

شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۱۳۴۸۹



انتشارات جهان جام جم

عنوان کتاب: مهندسی ارزش در صنعت جوشکاری و لحیم کاری

مؤلفین: مهندس عادل حیدری، دکتر ایمان پولادوند

ناشر: مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم

مدیر تولید و ناظر فنی چاپ: علیرضا معتمدی

لیتوگرافی: غزل

چاپ و صحافی: گهنمونی راده

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۵۰۰ نسخه

قیمت: ۷۹۵۰ تومان

WWW.NASHREJAMEJAM.COM

نشانی نشر: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر جنوبی - خیابان لبافی نژاد

کوچه سیمین - پلاک ۵ تلفن: ۶۶۹۲۶۶۳۴ - ۶۶۵۹۶۶۱۸

انتشارات سیمای دانش: ۱۵-۶۶۹۶۶۱۱۴

نشر دانشیران: ۶۶۴۰۰۲۲۹

نشر کتابیران: ۶۶۵۶۶۵۱۱

نشر آترا: ۶۶۹۲۲۰۸۲

هرگونه نقل چاپ نوشته های مندرج در کتاب منوط به اجازه رسمی از ناشر است.

باسمه تعالی

سخن ناشر

نقش والا و حساس مطالعه در تکامل فردی و اجتماعی که در نهایت به پرورش ابعاد کمال آفرین بشر نیل می‌کند، انکار ناشدنی است. در بیان اهمیت بنیادین کتاب و کتابخوانی همین بس که خداوند نخستین خطاب به آخرین فرستاده خویش را با «اقراء» آغاز کرده است و تصریحات مؤکد و مکرر مقام معظم رهبری در باب افزایش مطالعه و کتابخوانی همواره بیانگر اهمیت اساسی این ارزش فرهنگی در جامعه ما بوده و ضرورت توجه بیشتر به آن را نشان می‌دهد.

در روزگار ما رسانه‌های گوناگون برای تصرف سرمایه فکر و اندیشه انسان گوی سبقت از یکدیگر می‌ریزند، وظیفه‌ای خطیر برعهده دستگاه‌های فرهنگی مربوط به حوزه کتاب و کتابخوانی قرار دارد. بدون شک ترویج و گسترش فرهنگ مطالعه مفید در کشور، نیازمند حمایت همه جانبه سازمان‌ها و نهادهای نظام و توجه خاص مسئولان به این امر است. علم جو هنر هر شخص، حاصل تجربه‌ها و تفریحاتی است. در این مسیر، گذشت زمان نیز بر غنای تجربه‌اش می‌افزاید. تا در تلاش او برای آفرینش اثری ماندگار و به یاد ماندنی سهمی عظیم داشته باشد.

بر همین اصل موسسه انتشاراتی جهان جام جم، مؤسسه‌ای بر پایه رسانتی که در نشر، ترویج و حمایت از علم بر عهده دارد، علاوه بر برپایی همایش‌های متعدد و نمایشگاه‌های مختلف، با انتشار مجموعه آثاری در قلمروهای

گوناگون علمی، پاسخگوی نیاز هنرجویان و پژوهشگران عزیز باشد. از این رو این موسسه تاکنون کتب بسیاری در زمینه‌های مختلف مهندسی و علوم پایه منتشر کرده است.

این اثر هم همچون کتب دیگر سعی بر این داشته تا با دیدی باز و بی‌طرفانه، با یکپارچه، تأثیری مثبت و فراگیر جهت بررسی علوم گوناگون در تمام اقشار داشته باشد. امید است با توفیق و حمایت روز افزون شما مخاطبان عزیز سیری مثبت در راستای اعتلای سطح علمی و فرهنگی جامعه داشته باشیم.

موسسه انتشاراتی جهان جام جم

فرزین معتمدی

فهرست

صفحه

عنوان

۱	پیشگفتار
۲	مقدمه ای بر اقتصاد در جوش و برش برآورد هزینه چیست؟
۴	۱ اقتصاد در رایزهای جوشکاری ذوبی غیر اتوماتیک
۴	۱-۱ اقتصاد در جوشکاری
۶	۲-۱ برآورد هزینه جوشکاری
۶	۱-۱-۱ برآورد مواد مصرفی
۶	۱-۱-۲-۱ صورت حساب مواد
۱۵	۲-۲-۱ نرخ مصرف جوش
۱۵	۳-۳-۱ راندمان جوش (DE)
۱۶	۴-۳-۱ الزامات تکمیل در مواد صرف شدنی در جوشکاری
۲۰	۳-۱ محاسبه وزن جوش
۲۷	۱-۳-۱ محاسبه وزن فلز جوش بر اساس طرح اتصال
۲۸	۲-۳-۱ محاسبه وزن فلز جوش بر اساس فرایندهای جوشکاری
۳۳	۴-۱ حجم فلز جوش در هر فوت از درز جوش
۳۴	۵-۱ هزینه های کار
۳۶	۵-۱-۱ عامل اپراتور
۳۶	۲-۵-۱ محاسبه ساعت های کار
۳۷	۳-۵-۱ توسعه استانداردها
۳۹	۶-۱ برآورد هزینه های مستقیم جوشکاری قوسی
۴۱	۷-۱ هزینه اضافی
۴۵	۸-۱ فرمول های ساده برای محاسبات کاربردی
۴۶	۸-۱-۱ هر جوشکار به طور متوسط در هر ساعت چند پاس

جوشکاری انجام می دهد؟

۴۶ ۸-۲ دستورالعمل تعیین مقدار الکتروود لازم برای جوشکاری هر
مایل از خط لوله

۴۷ ۸-۳ چند پوند الکتروود به ازای هر پاس جوش خط لوله مورد نیاز
است؟

۴۷ ۹-۱ نکاتی در خصوص کاهش هزینه قوس جوشکاری

۴۷ ۹-۱ صفحات جوشکاری و طراحی

۴۸ ۹-۱-۱ صفحه فلزی

۴۸ ۹-۱-۲ برش طرح ریزی شده

۴۸ ۹-۱-۳ طراحی

۴۹ ۹-۱-۴ جوش های نبشی (گوشه ای)

۵۰ ۹-۱-۵ جوش لب به لب

۵۱ ۹-۲ انتخاب لایه جوشکاری

۵۲ ۹-۳ صرفه جویی در هزینه توسط طراحی

۵۲ ۹-۳-۱ سیستم برش عمیق جوش

۵۴ ۹-۳-۲ استفاده از مجموعه ها

۲ اقتصاد در فرایندهای جوشکاری اتوماتیک و رباتیک

۵۶ ۲-۱ انواع سیستم های تولید جوشکاری

۵۸ ۲-۱-۱ پیکربندی مرکز جوشکاری

۵۸ ۲-۲ فرمول

۵۹ ۳-۲ مراکز جوشکاری همزمان

۵۹ ۳-۲-۱ سیستم یک اپراتور، یک ماشین

۶۰ ۳-۲-۲ سیستم چند اپراتور، چند ماشین

۶۲ ۳-۲-۳ فرمولهای کلی برای مراکز جوشکاری همزمان

۶۲ ۳-۳-۱ سیستم یک اپراتور، چند ماشین

۶۲ ۳-۳-۲ سیستم چند اپراتور، یک ماشین

۶۳ ۳-۳-۳ سیستم چند ماشین، چند اپراتور

۶۵ ۴-۲ مراکز جوشکاری متوالی (ترتیبی)

۶۶ ۴-۲-۱ فرمولهای کلی برای مراکز جوشکاری متوالی

- ۶۶ ۲-۴-۱-۱ سیستم یک اپراتور، یک ماشین
- ۶۶ ۲-۴-۱-۲ سیستم یک اپراتور، چند ماشین
- ۶۷ ۲-۴-۱-۳ سیستم چند اپراتور، یک ماشین
- ۶۸ ۲-۵ مراکز جوشکاری متعدد
- ۶۸ ۲-۵-۱ سیستم چند اپراتور، چند ماشین جوشکاری
- ۶۹ ۲-۵-۲ سیستم یک اپراتور، چند مرکز جوشکاری
- ۷۲ ۲-۶ اقتصاد در جوشکاری نقطه ای مقاومتی
- ۷۲ ۲-۶-۱ مدل هزینه
- ۷۴ ۲-۶-۲ برآورد زمان چرخه ماشین های جوشکاری نقطه ای مقاومتی
- ۷۷ ۲-۶-۳ هزینه مواد مصرفی در ماشین های جوشکاری مقاومتی
- ۷۹ ۲-۷ سرمایه ثابت و بلند مدت در جوشکاری اتوماتیک و روباتیک
- ۸۰ ۲-۷-۱ جبهه سرمایه گذاری ثابت و بلند مدت در تجهیزات
- ۸۰ ۲-۷-۱-۱ تخمین حجم تولید
- ۸۲ ۲-۷-۱-۲ هزینه نصب و راه اندازی
- ۸۲ ۲-۷-۱-۳ ثابت در قطعه کار
- ۸۲ ۲-۷-۱-۴ انتقال مواد
- ۸۳ ۲-۷-۱-۵ ایمنی
- ۸۳ ۲-۸ مزیت سیستم های اتوماتیک و روباتیک
- ۸۳ ۲-۸-۱ راندمان رسوب بهبود یافته
- ۸۳ ۲-۸-۲ عامل اپراتور بهبود یافته
- ۸۳ ۲-۸-۳ طراحی کارآمد اتصال جوش
- ۸۴ ۲-۸-۴ عامل بهبود کلی
- ۸۴ ۲-۸-۵ عملیات های ترکیبی
- ۸۴ ۲-۹ گزینه های ساخت و تولید
- ۸۴ ۲-۹-۱ ساخت سریع
- ۸۵ ۲-۹-۲ بهبود در توان ساخت
- ۸۶ ۲-۱۰ کنترل هزینه های جوشکاری
- ۸۶ ۲-۱۰-۱ هزینه های قابل کنترل
- ۸۶ ۲-۱۰-۲ طرح اتصال

۸۷	۳-۱۰-۲ طراحی قطعات به هم جوش داده شده
۹۰	۴-۱۰-۲ تصحیح خطا
۹۲	۵-۱۰-۲ حذف عملیات ها
۹۲	۶-۱۰-۲ برنامه ریزی تولید
۹۴	۱۶-۲ جوشکاری در محل اجرا (سایت)
۹۴	۱۳-۲ هزینه های پیش بینی نشده
۹۴	۱۳-۲ عوامل کیفیت
۹۵	۱۴-۲ جوش اضافی

۳ اقتصاد در لحیم ریز بست و نرم

۱۰۲	۳-۱ برآورد و کنترل هزینه های لحیم کاری
۱۰۲	۱-۱ نوع و طرح اتصال
۱۰۲	۲-۱-۳ اتصال
۱۰۳	۳-۱-۳ ریزکیمپ شیمیایی
۱۰۳	۱-۱-۳ خدمات مورد نیاز
۱۰۳	۵-۱-۳ پیش تولید کار و آماده سازی سطح
۱۰۳	۶-۱-۳ مونتاژ قطعات و کنترل هم و استفاده از نگهدارنده ها (فیکسچر)
۱۰۳	۲-۳ برآورد و کنترل هزینه های لحیم ریزی نرم
۱۰۸	۳-۳ اقتصاد در برش حرارتی
۱۰۸	۱-۳-۳ برآورد هزینه ها
۱۰۹	۲-۳-۳ کنترل هزینه ها

۴ اقتصاد در آزمایشهای غیرمخرب

۱۱۲	۱-۴ عوامل موثر در برآورد هزینه آزمایشات غیر مخرب
۱۱۴	۲-۴: آزمایش های غیر مخرب
۱۱۴	۱-۲-۴ آزمایش مایعات نافذ و ذرات مغناطیسی
۱۱۵	۲-۲-۴ آزمایش فراصوتی
۱۱۵	۳-۲-۴ آزمایش رادیوگرافی

پیشگفتار

امروزه صنعت جوش به عنوان یک صنعت مادر در صنایع ۹ گانه استراتژیک اقتصادی جهان از قبیل: نفت، گاز و پتروشیمی، هوافضا، دریایی، ریلی، ساختمان، الکترونیک، ماشین‌سازی و پزشکی بیش از ۵ درصد ارزش افزوده این صنایع را به خود اختصاص داده است و این گواه بر اهمیت این موضوع می‌باشد. اهمیت نگاه به این صنعت از دریچه اقتصادی نیز امروزه با توجه به شرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی و همچنین افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، تولید و بهره‌برداری و همچنین تغییرات موقت و دائمی در نیازهای مصرف کنندگان بیش از پیش از سوی کارشناسان و مدیران مورد توجه قرار گرفته است.

هزینه کمی کیفیت بالاتر موجب پیدایش مبحثی به نام «مهندسی ارزش» گردیده. لاین علم وظیفه کنترل تولید با کمترین هزینه بدون به خطر انداختن کیفیت را به دوش می‌کشد. بیشک مهندسی ارزش یا مهندسی هزینه، کلیدی در گذر رسیدن به هدف نهایی که همانا تولیدی ارزان و فروش دارای حاشیه سود مطمئن در سایه تجارت جهانی و رقابت پویا می‌باشد است. در این شرایط ارائه قیمت پیشنهادی در مناقصه‌های پیش رو برای پیمانکاران و سازندگان با در نظر گرفتن بهای تمام شده خاص رقابت، ساخت بر اساس استانداردهای بین‌المللی، تامین و تضمین ایمنی سازه‌های جوشکاری، داده‌های آزمایشات ویژه کارفرما امری حیاتی و مهم تلقی می‌گردد که بقاء شرکتها در گرو آن می‌باشد. چه بسیار سازندگان و معماران و مهندسان و مهندسین و مهندسی در مناقصات که در نهایت با زیان‌های میلیاردی فضای صنعت را ترک کرده‌اند و جای خود را به دیگران داده‌اند.

کتابی که پیشرو دارید قسمتی کوچک از دانش مهندسی ارزش در صنعت جوشکاری و لحیم‌کاری است امید است بتوان بعنوان مرجع در انتخاب روشهای جوشکاری و لحیم‌کاری مفید واقع شود. طرح و بررسی فاکتورهای موثر در هزینه‌های جوشکاری به منظور تخمین و برآورد هزینه‌ها در این کتاب صورت گرفته است. این موضوعی است که شما به عنوان کارشناس چه در جایگاه کارفرما و چه در جایگاه پیمانکار باید به آن اشراف کامل داشته باشید. بخش‌های ابتدایی کتاب برگرفته از مجموعه مباحثی است که در کتب معتبر و استانداردهای بین‌المللی ذکر شده است. جداول، نمودارها و فرمولهای محاسباتی و کاربردی این مآخذ و منابع می‌توانند در انتخاب‌های شما موثر و راهگشا باشند. قسمت انتهایی این کتاب تالیفی است بر اساس آنچه به دست آمده در تست‌های غیر مخرب بر هزینه‌ها تاثیر بگذارد و با توجه به اینکه هیچ یک از منابع اطلاعاتی در دسترس ما، چه بدان نیرداخته‌اند بدیهی است توجه به نکات ذکر شده در جهت تنظیم قراردادهای و نرخ نامه‌ها موثر خواهد بود. این راهنمایی‌ها حاصل سالها تجربه کارشناسان زبده ایرانی است که بر اساس تلاش و جهد در پروژه‌های مختلف به دست آورده‌اند و با توجه به شرایط تولید و ساخت در کشور ما نای را نمیتواند کاربردهای بسیاری داشته باشد. به عنوان یک صاحب‌نظر تقاضا می‌گردد هرگونه انتقاد و پیشنهاد مرتبط با موضوعات مطرح شده در این کتاب را با ما در میان بگذارید.

در پایان از حمایت بیدریغ مدیریت محترم دانشگاه جامع علمی- کاربردی شهر تهران و دوره و همچنین مساعدت همکاران و کارشناسان که با مهربانی و مناعت طبع ما را در راه تدوین این مجله یاری رسانیدند صمیمانه سپاسگذاریم.

مهندس عادل حیدری - دکتر ایمان پولادوند

بهار ۱۳۹۳

تقدیم به همه کسانی که با نگاه سرشار از لطف، قدم‌هایم را استوار ساختند
آنها را دوست می‌دارم

مقدمه‌ای بر اقتصاد در جوش و برش

موفقیت یک حرفه، معمولاً با سودآوری آن، بر اساس توانایی آن شرکت در حفظ هزینه‌ها در محدوده تعیین شده با قیمت فروش رقابتی، سنجیده می‌شود. زمانی که عوامل موثر بر هزینه شناسایی شده باشند و روش‌های مناسب تخمین به کار برده شوند به راحتی می‌توان هزینه‌های جوشکاری و فرایندهای مرتبط را محاسبه کرد. هزینه‌های جوشکاری باید به دقت برآورد شوند به خصوص اگر این پیش بینی برای پیروزی در مناقصه، تعیین قیمت یا برای مقایسه مزایای یک فرایند جوش یا فرایند مشابه به کار رود.

مواد مصرفی، نیروی کار و مخارج عمومی و بالاسری (غیرمستقیم) از موارد هزینه بر، در تولید یک سازه هستند. در این کتاب فقط به مواد جوشکاری مانند سیم جوش، گاز و فلاکس‌های روان ساز و کارهایی که به طور مستقیم در جوشکاری دخیل هستند اشاره شده است. بنابراین داده‌های مربوط به هزینه‌های فلز پایه و طراحی، شکل دادن و متناسب سازی و سایر کارهایی که روی فلز انجام می‌شوند در اینجا آورده نشده است. در این کتاب به جزئیات هزینه صرفه اضافی اشاره نشده است چون مقدار آن از صنایع به صنایع دیگر تغییر می‌کند، و روش توزیع هزینه‌های عمومی بر متفرقات است.

به منظور تسهیل در توسعه استراتژی‌های و توضیحات لازم در هزینه جوشکاری و رهنمودهای واقعی به منظور به کارگیری و انطباق روش‌های خصوصی را نیز ارائه می‌کنند. به دلیل اهمیت برآورد هزینه در سیستم‌های خودکار، اطلاعات دقیقی در روش‌های برآورد مدت چرخه یا سیکل جوشکاری در تولید قطعات جوش داده شده با استفاده از جوشکاری دستی خودکار و جوشکاری نقطه‌ای مقاومتی¹ ارائه شده است. مدلی هایی برای برآورد هزینه‌های ساخت به روش جوشکاری نقطه‌ای مقاومتی استفاده شده که با جزئیات شرح داده خواهد شد.

بسیاری از روش‌های به کار گرفته شده در برآورد هزینه‌های جوشکاری را می‌توان به برآورد هزینه‌های لحیمکاری نرم، لحیمکاری سخت، جوشکاری با پاشش گرم، لحیمکاری با این روش‌ها از خیلی جهات به هم شبیه هستند. اطلاعات خاص این روش‌ها در بخش‌های "اقتصاد لحیمکاری نرم، لحیمکاری سخت" و "اقتصاد برشکاری حرارتی" آورده شده است.

به منظور افزایش و گسترش بهره‌وری این اطلاعات و کاربرد آن در طیف وسیع صنایع، واحدهای هزینه مواد بر اساس پوند (lb) (کیلوگرم [Kg]) و فوت مکعب (ft^3) (متر مکعب [m^3])، و واحدهای هزینه کاری بر ساعت کاری (h) آورده شده است. شما می‌توانید واحد هزینه مواد مصرفی و نیروی کاری خاص و هزینه عمومی و بالاسری را به دلار یا سایر واحدهای پول تبدیل کنید.

¹resistance spot welding

²thermal spraying

برآورد هزینه چیست؟

برآورد هزینه، پیش بینی هزینه هایی است که ممکن است در تولید سازه ها، اجزای سازنده یا انجام عملیات و روش های جدید سازندگان متحمل شوند. علاوه بر هزینه های تولید، برآورد هزینه شامل هزینه های اداری و اجرایی، حمل و نقل، و نگهداری و انبارداری و همچنین داده های مربوط به سوددهی نیز در نظر گرفته میشود. داده های حاصل از برآورد دقیق هزینه می توانند در تصمیم گیری های مدیریتی زیر نقش حیاتی و سودمندی را بازی می کنند:

- ۱- قیمت فروش یک سازه برای ارائه مظنه قیمت، مناقصه و ارزیابی قراردادها.
 - ۲- تعیین اینکه آیا یک سازه پیشنهادی را می توان با توجه به قیمت های موجود و رقابت های پیش بینی شده ساخت را با یک مطمئن به بازار عرضه کرد؛
 - ۳- تعیین اینکه آیا قیمت بازاری در کارخانه ساخته شوند و یا از یک فروشنده خریداری شوند؛
 - ۴- تعیین مقدار سرمایه گذاری لازم برای خرید ابزار و تجهیزات مورد نیاز در تولید یک سازه یا یک قطعه با استفاده از یک روش در یک سیستم ریزی دیگر؛
 - ۵- انتخاب بهترین و اقتصادی ترین روش و مواد لازم برای ساخت یک سازه
 - ۶- پایه گزاری مبنایی برای بررسی کاهش هزینه ها با توصیف صرفه جویی هایی که با تغییر روش و فرایندها و یا استفاده از تکنیک های تجزیه و تحلیل مقایسه ای قابل تحقق باشند؛
 - ۷- پیش بینی اثر تغییرات در حجم تولید سازه که ناشی از ارتقای اتوماسیون، مکانیزه کردن و یا دیگر ارتقاها مناسب تولید انبوه میتواند در سوددهی در هر یک از روش های تولید باشد.
- جزئیات برآورد هزینه، اولین فرایند برنامه ریزی ریزی در تولید یک سازه جدید است. فرایند برنامه ریزی ممکن است متعاقبا پایه ای برای تصمیم گیری های بعدی باشند.
- ۱- استقرار پرسنل مورد نیاز برای انجام طرح های کاری آینده.
 - ۲- پیش بینی میزان به موادی که در طول قرارداد مورد نیاز است.
 - ۳- تنظیم برنامه کلی و جدول زمانی برای اهداف شرکت؛ و
 - ۴- تعیین تجهیزات، ماشین آلات و امکانات مورد نیاز برای تولید یک سازه. تجهیزات با توجه به تعداد و محدودیت زمانی مورد نظر.