

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول

محاسبه و طراحی جوش

تالیف

مهندس محمدرضا پاک‌منش

مدرس دانشگاه جامع علمی کاربردی

مرکز آموزش علمی کاربردی علویجه

و

پژوهشکده‌ی مهندسی جهاد کشاورزی

مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان



سرشناسه : پاک‌منش ، محمدرضا، ۱۳۵۵
 عنوان و نام پدیدآور : اصول محاسبه و طراحی جوش / تالیف محمدرضا پاک‌منش.
 مشخصات نشر : تهران: ابجد ۱۳۸۹، مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی شرکت صنعتی
 کوشا (واحد تهران) .
 مشخصات ظاهری : ۱۸۶ص: مصور ، جدول ، نمودار.
 شابک : 978-964-6417-66-3
 وضعیت فهرست : فیا
 نویسی
 یادداشت : کتابنامه : ص. ۱۶۸ - ۱۷۰.
 موضوع : اتصال‌های جوش‌شده
 موضوع : جوشکاری
 شناسه افزوده : مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی شرکت صنعتی کوشا (واحد تهران).
 رده بندی کنگره : ۶۲۲/۲۹۲۳۸۹
 رده بندی دیویی : ۶۷۱/۵۲۰۴۲
 شماره : ۴۶۶۸۱۰۲
 کتابشناسی ملی



نشر سهیل کوشا



انتشارات ابجد و مرکز آموزش علمی - کاربردی کوشا واحد تهران (نشر سهیل کوشا)

اصول محاسبه و طراحی جوش

مولف: مهندس محمدرضا پاک‌منش

داوران علمی: پرفسور احمد ساعت‌چی و دکتر مرتضی شمعانیان

صفحه آرا و ویراستار: محسن کرمانی پور

حروف چینی: نسرين نورالهی

چاپ و صحافی و لیتوگرافی: سازمان چاپ و انتشارات

نوبت چاپ: اول ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۴۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۱۷-۶۶-۳

اصفهان - علویجه - بلوار دانشگاه - مرکز آموزش علمی و کاربردی علویجه

تلفن: ۰۳۳۲-۴۲۴۳۳۴۴ و ۰۳۳۲-۴۲۴۳۳۲۲

تهران - انتشارات ابجد : تلفن: ۶۶۴۰۱۹۸۳ تلفکس: ۶۶۴۱۵۱۰۳ - ۴۴۵۴۰۰۳۹

<< کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است >>

بی گمان نقش کلیدی و زیربنای نیروهای متخصص و جوان به عنوان سنگ زیربنای هرم صنعت بر هیچ کس پوشیده نیست. این امرتها با آموزش اثربخش، هموارسازی مسیر توسعه‌ی تحقیق همگانی در بین دانشجویان و در نهایت کاربردی کردن یافته‌ها در صنایع تحقق می‌یابد.

انتشار کتاب‌های درسی از جمله اقداماتی است که مرکز آموزشی علمی-کاربردی صنعتی کوشا (واحدتهران) به صورت جدی به آن پرداخته است. کتاب حاضر با عنوان اصول محاسبه و طراحی جوش به چاپ رسیده است.

در این مجموعه به موضوعاتی نظیر سازه‌های فلزی، رفتار مواد تحت بارگذاری‌های متداول، طراحی اتصال، نقشه خوانی جوش، قواعد متداول در طراحی جوش و محاسبات جوش در سازه‌های جوشکاری شده تحت انواع بارگذاری استاتیکی و تناوبی پرداخته می‌شود.

این کتاب بر اساس سرفصل مصوب دانشگاه جامع علمی و کاربردی و به منظور ارتقاء علمی دانشجویان ارائه می‌گردد.

از تمامی اساتید محترم، دانشجویان فهیم و خوانندگان ارجمند درخواست می‌گردد، با پیشنهادات سازنده‌ی خویش ما را در بهبود کیفیت کتاب یاری فرمایند.

سید علی سجادی

رئیس مرکز آموزش علمی-کاربردی صنعتی کوشا

و

محسن کرمانی پور

مدیریت انتشارات ابجد

قسمت اعظم مجموعه‌ی پیش‌رو، ترجمه‌ی بخش‌هایی از کتاب طراحی سازه‌های جوشکاری شده اثر بلاجت^۱ می‌باشد که در بعضی موضوعات برای تکمیل مطالب، از مراجع معتبر دیگر نیز استفاده شده است. استانداردهای مورد استفاده در این مجموعه از متداول‌ترین استانداردها در علم مهندسی جوش یعنی سازمان بین‌المللی استاندارد^۲ و انجمن جوشکاری امریکا^۳ می‌باشد. این استانداردها همه ساله و یا هر چند سال یکبار با جمع‌آوری نتایج آزمون‌ها، مشاهدات و تجربیات به دست آمده از پروژه‌های مختلف مورد بازبینی قرار می‌گیرد تا ضمن حفظ الزامات فنی و کیفی در ساخت و سازه‌های ایمن، از نظر اقتصادی نیز بهینه باشند. در اینجا سعی شد، از آخرین تاریخ انتشار موجود این استانداردها استفاده گردد.

در ترجمه‌ها سعی شده است، از بین واژه‌های معمول که توسط مترجمین و مولفین کتاب‌های مختلف در این زمینه به کار گرفته شده است، مناسب‌ترین و کاربردی‌ترین واژه‌ها انتخاب گردد. در ضمن به دلیل این که اکثر اصطلاحات و لغات فنی به کار رفته در این صنعت به صورت لاتین می‌باشد، لغات تخصصی در متن بلافاصله زیرنویس گردیده است.

فصل اول و دوم این کتاب شامل مطالب پایه است که به موضوع سازه‌های فلزی و مبانی خواص مکانیکی مواد در طراحی اشاره می‌کند. در این فصول ضمن مطالعه‌ی انواع سازه‌های فلزی و اعضای سازه‌ای به نحوه‌ی بارگذاری در آنها پرداخته می‌شود و برای روشن شدن موضوع، رفتار مواد تحت بارگذاری‌های متداول و شکست‌های مربوطه مورد مطالعه و تحلیل قرار می‌گیرد. فصل‌های سوم تا ششم فصولی کاربردی هستند. در فصل سوم سعی شد، انواع اتصالات جوش، انواع جوش و همچنین رفتار و روش طراحی آنها به طور کامل بررسی گردد. با توجه به این که در اتصالات سازه‌های فلزی، استفاده از جوش گوشه‌ای و جوش شیاری بیشترین کاربرد را دارد، تکیه‌ی این بخش بر این دو نوع جوش می‌باشد. در فصل چهارم نقشه خوانی جوش بر اساس استانداردهای رایج در صنایع کشور بیان می‌شود. در فصل پنجم، قواعد متداول در طراحی مورد مطالعه و تحلیل قرار می‌گیرد. در فصل ششم تنش‌های مجاز در انواع جوش معرفی شده و با توجه به آن، محاسبات جوش در سازه‌های جوشکاری شده تحت انواع بارگذاری استاتیکی انجام گرفته

1. Omer W. Blodgett

3. American welding society (AWS)

2. International organization for standardization (ISO)

است. در ادامه‌ی این فصل با توجه به این که بسیاری از سازه‌ها تحت بارهای تناوبی قرار دارند، تاثیر نوع اتصال بر رفتار خستگی بررسی گردیده و طراحی در بارگذاری‌های پیچیده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. با توجه به عنوان کتاب سعی شده است که مطالب اصلی با بحث و تفسیر و همراه با اشکال گویا به انضمام مثال‌های موثر در تفهیم مطلب بیان شود، اگرچه کوشش شد، در آوردن مطالب حاشیه‌ای جانب اختصار رعایت شود. همچنین در بیان مطالب تلاش شد، با ارتباط دادن موضوعات به کاربرد آنها در درک موضوع و کسب یک دیدگاه علمی-کاربردی کمک شود. در انتهای هر فصل مسائلی درج گردیده است تا علاقه‌مندان با انجام آنها فراگیری خود را وسعت بخشند. این کتاب تمامی سرفصل‌های درس اصول محاسبه و طراحی جوش را پوشش می‌دهد. هرچند کتاب مزبور مربوط به رشته‌ی مهندسی جوش می‌باشد، با این وجود سایر رشته‌های فنی-مهندسی نیز می‌توانند، از کتاب استفاده نمایند، متن کتاب بارها به صورت عملی تدریس شده و تجربه‌های به دست آمده، مفید بودن مطالب و تسلسل ارائه‌ی آنها را به اثبات رسانیده‌اند. با این وجود بی‌تردید نخستین چاپ این کتاب خالی از اشکال نیست و بدین وسیله از کلیه خوانندگان به ویژه اساتید محترم دانشگاه و صاحب نظران درخواست می‌گردد، نقطه نظرات خود را از طریق پست الکترونیکی pakmanesh@alavijeh-uast.ac.ir با مولف در میان گذارند تا در پربار کردن و غنای محتوی نشرهای بعدی لحاظ گردد.

در پایان خدا را سپاس می‌گویم که بدون یاری‌اش انجام آن غیرممکن بود. به ثمر رسیدن این اثر حاصل مساعدت آقای مهندس مصطفی کلانی ریاست محترم دانشگاه علمی-کاربردی علویجه، سرکار خانم الهه باقری معاونت محترم آموزشی و آقای مهندس احسان آقایای مدیریت محترم گروه مکانیک این دانشگاه می‌باشد. نظرات اساتید محترم داور آقای پرفسور احمد ساعت‌چی و آقای دکتر مرتضی شمعانیان از اعضای هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان نیز بر غنای این مجموعه افزوده است که در این قسمت بر خود لازم می‌دانم، از ایشان تشکر و قدردانی کنم. همچنین جا دارد، از آقای مهندس وحید یگانه و دیگر همکاران و دوستانی که در آماده کردن این مجموعه راهنمای بنده بوده‌اند، سپاسگذاری کنم و توفیق هرچه بیشتر ایشان را در عرصه‌ی علمی کشور از خداوند بزرگ مسالت دارم.

محمد رضا پاک‌منش

بهار ۱۳۸۹

مقدمه‌ی فنی:

یک سازه‌ی فلزی مجموعه‌ای از اعضای باربر ساخته شده از ورق یا مقاطعی است که به کمک اتصالات به یکدیگر متصل می‌شوند. ورق‌ها و مقاطع تولیدات کارخانه‌ای هستند که غالباً رفتاری در حد انتظار از خود نشان می‌دهند. موضوعی که باعث نگرانی می‌باشد، چگونگی رفتار اتصالات است. جوشکاری اقتصادی‌ترین و پرکاربردترین روش اتصال دایمی در ساخت سازه‌های فلزی و تجهیزات مختلف است که کاربرد وسیعی در صنایع ساختمان، خودروسازی، کشتی‌سازی، هوا- فضا، رآکتورهای هسته‌ای، نفت و گاز و صنایع مربوطه دارد. آمار جهانی نشان می‌دهد، بسیاری از خرابی‌ها ناشی از مکانیزم‌های تغییر شکل پلاستیک، شکست، خستگی، خزش و خوردگی در نواحی اتصالات سازه‌ها و تجهیزات است. لذا اطمینان از طراحی و اجرای صحیح اتصالات جوشکاری شده دارای اهمیت فوق‌العاده می‌باشد.

جوشکاری عبارت از اتصال دو قطعه‌ی فلزی یا غیر فلزی به یکدیگر در اثر عوامل خارجی نظیر حرارت و فشار است. امروزه در دنیا جوشکاری به صورت یک علم پیشرفته و موثر در خدمت صنایع در آمده است. رشد و شکوفایی صنعت کشور در این زمینه تنها در سایه‌ی ارتقاء سطح آگاهی دست‌اندرکاران صنعتی کشور از دانش فنی جوشکاری روز دنیا میسر می‌باشد. اکثر ضوابط و مقررات جوشکاری موجود، به طور پراکنده در نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مقررات ملی ساختمانی ایران و غیره آرایه شده است؛ اما تاکنون به رغم تلاشهای صورت گرفته، نیاز به مجموعه‌ای جامع در این موضوع با استفاده از دلایل و شواهد معتبر به قوت خود باقی است.

هدف اصلی از تالیف مجموعه‌ی حاضر، کمک به درک عملکرد اتصالات فلزی جوشکاری شده به روش‌های قوسی، چگونگی طراحی و محاسبه‌ی جوش و همچنین رفتار سازه‌های جوشکاری شده تحت انواع بارگذاری مختلف می‌باشد. در این راستا بخش‌های گوناگون این اثر به گونه‌ای آماده شده است که مفاهیم علمی را به سادگی انتقال دهد و خودآموزی برای دانشجویان و نیز مناسب مرور دانش‌آموختگان باشد. ارتباط تنگاتنگ بین جنبه‌های تئوری و کاربردی در این اثر می‌تواند، برای طراحان، سازندگان، بازرسان و بهره‌برداران تاسیسات در زمینه‌های مختلف از جمله سازه‌های صنعتی و شهری مفید باشد.

توالی مطالب کتاب بر مبنای دانسته‌های قبلی دانشجویان در رشته‌ی مهندسی جوش تنظیم گردید و بر این اساس برای استفاده کامل از مطالب این مجموعه، دانش عمومی از خواص مکانیکی مواد، علم استاتیک و مقاومت مصالح و همچنین آشنایی با فرایندهای مختلف جوشکاری لازم است؛ اگرچه سعی شد، مفاهیم پایه‌ای لازم از دیدگاه طراحی به اختصار اشاره شود. در انتها بر اساس اهمیت نسبی مطالب، زمان‌بندی تدریس این درس در جدول زیر تنظیم گردید که می‌تواند، راهنمایی برای مدرسان محترم جهت یکپارچه سازی تدریس و ارزشیابی‌ها باشد.

زمان بندی تدریس اصول محاسبه و طراحی جوش.

ماه	هفته	جلسه	فصل	عنوان درس	نمره (%)
اول	اول	اول	اول	معرفی انواع سازه‌های فلزی	۲/۵
	دوم	دوم	دوم	رفتار مواد تحت بارگذاری‌های مختلف	۲/۵
	سوم	سوم	دوم	انواع شکست ناشی از تنش	۲/۵
	چهارم	چهارم	سوم	انواع اتصالات جوش	۷/۵
دوم	اول	پنجم	سوم	انواع جوش	۷/۵
	دوم	ششم	سوم	اندازه‌گذاری جوش	۷/۵
	سوم	هفتم	سوم	جزئیات انواع اتصالات جوش	۷/۵
	چهارم	هشتم	سوم	پارامترهای موثر در آماده‌سازی	۱۰
سوم	اول	نهم	چهارم	نقشه خوانی جوش	۱۰
	دوم	دهم	چهارم	نقشه خوانی جوش	۱۰
	سوم	یازدهم	پنجم	مقدمات طراحی جوش	۲/۵
	چهارم	دوازدهم	پنجم	تعیین ابعاد جوش	۱۰
چهارم	اول	سیزدهم	ششم	مقدمات محاسبات جوش	۲/۵
	دوم	چهاردهم	ششم	سازه‌های جوشکاری تحت انواع بارگذاری‌های استاتیکی	۱۰
	سوم	پانزدهم	ششم	سازه‌های جوشکاری تحت انواع بارگذاری‌های تناوبی	۷/۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱- سازه‌های فلزی.....	۱۳
۱-۱- انواع سازه‌های فلزی.....	۱۳
۱-۲- اعضای سازه‌ای.....	۱۸
۱-۳- بارهای موثر بر سازه‌ها.....	۲۱
۱-۴- مسائل.....	۲۲
 فصل ۲- مبانی خواص مکانیکی مواد در طراحی.....	 ۲۳
۲-۱- محاسبه‌ی تنش و کرنش.....	۲۳
۲-۲- رفتار الاستیک و پلاستیک.....	۲۴
۲-۳- رفتار مواد تحت بارگذاری‌های مختلف.....	۲۵
۲-۳-۱- خواص کششی و خواص فشاری.....	۲۵
۲-۳-۲- خواص خمشی.....	۲۹
۲-۳-۳- چقرمگی.....	۳۰
۲-۳-۴- خستگی.....	۳۱
۲-۴- تمرکز تنش.....	۳۴
۲-۵- انواع شکست ناشی از تنش.....	۳۵
۲-۵-۱- شکست نرم و ترد.....	۳۵
۲-۵-۲- شکست خستگی.....	۳۹
۲-۶- مسائل.....	۴۰

فصل ۳- طراحی اتصالات جوش.....	۴۱
۳-۱- انواع اتصالات جوش.....	۴۱
۳-۱-۱- اتصال لب به لب.....	۴۴
۳-۱-۲- اتصال گوشه‌ای.....	۴۵
۳-۱-۳- اتصال سپری.....	۴۵
۳-۱-۴- اتصال لبه روی هم.....	۴۶
۳-۱-۵- اتصال لبه‌ای.....	۴۶
۳-۲- انواع جوش.....	۴۸
۳-۲-۱- جوش شیاری.....	۴۸
۳-۲-۲- جوش گوشه‌ای.....	۵۵
۳-۲-۳- جوش پشتی و جوش پشت بند.....	۵۹
۳-۲-۴- جوش انسدادی و جوش دکمه‌ای.....	۵۹
۳-۲-۵- جوش نقطه‌ای و جوش پیش طرحی.....	۶۰
۳-۲-۶- جوش درزی.....	۶۱
۳-۲-۷- جوش زائده‌ای.....	۶۲
۳-۲-۸- جوش لبه‌ای.....	۶۳
۳-۲-۹- جوش سطحی.....	۶۳
۳-۳- اندازه گذاری جوش.....	۶۵
۳-۳-۱- اصطلاحات ذوب و نفوذ.....	۶۵
۳-۳-۲- اندازه گذاری جوش گوشه‌ای.....	۶۵
۳-۳-۳- اندازه گذاری جوش شیاری.....	۶۹
۳-۳-۴- اندازه گذاری جوش در دیگر انواع جوش.....	۷۰
۳-۴- جزئیات انواع اتصالات جوش.....	۷۰
۳-۴-۱- پیکربندی هندسه‌ی درز شیار.....	۷۰
۳-۴-۲- اتصالات لب به لب.....	۷۳
۳-۴-۳- اتصالات سپری.....	۷۸
۳-۴-۴- اتصالات گوشه‌ای.....	۸۱
۳-۴-۵- سایر طرح‌های اتصال.....	۸۳
۳-۵- پارامترهای موثر در آماده سازی.....	۸۵
۳-۵-۱- ضخامت و نوع فلز پایه.....	۸۵
۳-۵-۲- فرایند جوشکاری.....	۸۸
۳-۵-۳- موقعیت جوشکاری.....	۸۹
۳-۵-۴- محل جوش.....	۸۹

۹۵.....	۶-۳- طراحی اتصالات جوش از نظر خستگی
۹۸.....	۷-۳- مسائل

۹۹.....	فصل ۴- نقشه خوانی جوش
۹۹.....	۱-۴- موقعیت های جوشکاری
۱۰۸.....	۲-۴- نقشه خوانی جوش بر اساس استاندارد AWS A۲/۴
۱۰۸.....	۱-۲-۴- علامت جوش و علائم جوشکاری
۱۱۱.....	۲-۲-۴- علائم تکمیلی
۱۱۶.....	۳-۲-۴- نمایش جوش های شیاری
۱۱۹.....	۴-۲-۴- نمایش جوش های گوشه ای
۱۲۰.....	۵-۲-۴- نمایش جوش های انسدادی و دکمه ای
۱۲۳.....	۶-۲-۴- نمایش جوش های نقطه ای و پیش طرحی
۱۲۳.....	۷-۲-۴- نمایش جوش های درزی
۱۲۵.....	۸-۲-۴- نمایش جوش های زائده ای
۱۲۶.....	۹-۲-۴- نمایش جوش های سطحی
۱۲۷.....	۳-۴- نقشه خوانی جوش بر اساس استاندارد ISO ۲۵۵۳
۱۲۷.....	۱-۳-۴- علائم اصلی
۱۳۰.....	۲-۳-۴- علائم تکمیلی
۱۳۱.....	۳-۳-۴- محل قرارگیری علائم در نقشه
۱۳۱.....	۴-۳-۴- اندازه گذاری جوش
۱۳۵.....	۵-۳-۴- اطلاعات تکمیلی
۱۴۴.....	۴-۴- مسائل

۱۴۷.....	فصل ۵- قواعد طراحی جوش
۱۴۷.....	۱-۵- ابعاد جوش گوشه ای
۱۵۳.....	۲-۵- ابعاد جوش شیاری
۱۵۶.....	۳-۵- ابعاد جوش انسدادی و جوش کام
۱۵۷.....	۴-۵- مسائل

فصل ۶- مبانی محاسبه جوش در سازه‌های جوشکاری شده تحت بارگذاری مختلف ۱۵۹

۱-۶- شرایط تعادل ۱۵۹

۲-۶- مشخصات هندسی مقطع ۱۶۰

۳-۶- معیارهای پذیرش ۱۶۱

۴-۶- تنش مجاز جوش ۱۶۳

۵-۶- سازه‌های جوشکاری تحت انواع بارگذاریهای استاتیکی ۱۶۵

۱-۵-۶- اتصال اعضا با نیروی محوری ۱۶۵

۲-۵-۶- اتصال اعضا با برون محوری ۱۶۹

۶-۶- سازه‌های جوشکاری تحت انواع بارگذاری های تناوبی ۱۷۲

۱-۶-۶- بارگذاری ساده ۱۷۲

۲-۶-۶- بارگذاری پیچیده ۱۷۴

۷-۶- مسائل ۱۷۷

ضمیمه یک- جزئیات آماده‌سازی اتصال جوش ۱۷۹

منابع و موآخذ ۱۸۵