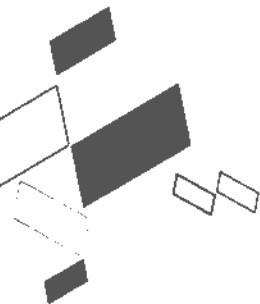


باسبارهای مسی

خواص، طراحی و کاربرد

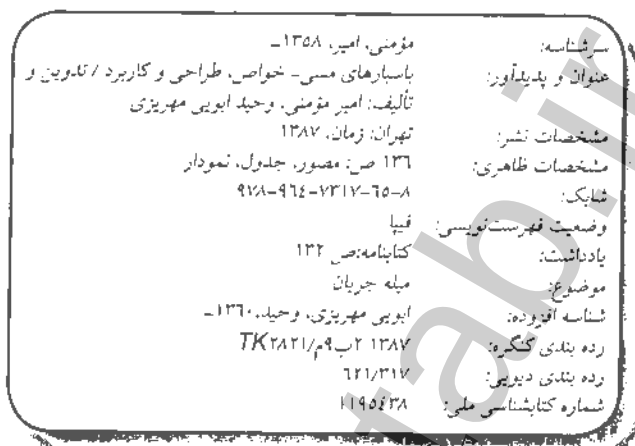
تدوین و تألیف:
امیر مؤمنی
وحید ابویی مهریزی





www.ketab.ir





تهران، خیابان گاندی جنوبی، خیابان هفتم (پالیزوانی)، پلاک ۲/۲، تلفن: ۸۲۱۶۶۶۶۶ ۵-۸۸۶۷۳۶۱۰

وبسایت: www.csp.ir ایمیل: marketing@csp.ir



تهران، خیابان فلسطین، بین انقلاب و بزرگمهر، بن بست نیلوفر، پلاک ۳، واحد ۵

تلفن: ۰۳-۶۶۹۷۰۳۵۰ همراه: ۰۹۱۲۱۲۰۹۷۹۴



باسبارهای مسمی - خواص، طراحی و کاربرد
تدوین و تألیف: امیر مؤمنی - وحید ابویی مهریزی

ویراستار: معصومه مهین‌روستا-نازی عابدی

طراح جلد و صفحه‌آرا: عاطفه رشیدی

لیتوگرافی: پارسیان

چاپ: اندیشه نوین

صحافی: معین

چاپ اول: ۱۳۸۷

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

ISBN: 978-964-7317-65-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۳۱۷-۶۵-۸

فهرست

مقدمه	۵
یادداشت مؤلفان	۷
فصل اول: آشنایی با مس و آلیاژهای آن	۱۱
۱-۱- تولید مس	۱۳
۲-۱- طبقه‌بندی مس و آلیاژهای آن	۱۵
۳-۱- مس کارشده	۱۶
فصل دوم: مقدمه‌ای بر باسبار	۲۱
۱-۲- معرفی باسبار	۲۲

۲۳-۲- انواع باسبار..... ۲۳

۲۴-۳- انتخاب ماده باسبار..... ۲۴

فصل سوم: مس در باسبار ۳۱

۳۱-۱- انواع مس مورد استفاده در باسبارها..... ۳۲

۳۱-۱-۱- مس تصفیه شده الکترولیتی (نوع ۱۱۰ CDA ETP)..... ۳۴

۳۱-۱-۲- مس بدون اکسیژن..... ۳۶

۳۱-۲- شکل های موجود از مس های با رسانایی الکتریکی بالا..... ۳۷

۳۱-۲-۱- میله ها و مفتول های کشیده شده..... ۳۷

۳۱-۲-۲- لوله های مسی..... ۳۸

۳۱-۲-۳- مقاطع ویژه..... ۳۸

فصل چهارم: خواص مس مورد استفاده در باسبارها..... ۴۱

۴۱-۱- خواص مکانیکی مس های با رسانایی بالا..... ۴۲

۴۱-۱-۱- استحکام کششی و تنش تسلیم..... ۴۲

۴۱-۱-۲- سختی..... ۴۳

۴۱-۱-۳- مقاومت در برابر نرم شدن..... ۴۴

۴۱-۱-۴- مقاومت خزشی..... ۴۵

۴۱-۱-۵- مقاومت خستگی..... ۴۶

۴۱-۱-۶- خمش و شکل پذیری..... ۴۶

۴۱-۲- خواص الکتریکی مس های با رسانایی بالا..... ۴۶

۴۱-۲-۱- اثر کار سرد بر رسانایی الکتریکی..... ۴۷

۴۱-۲-۲- اثر دما بر رسانایی الکتریکی..... ۴۸

۴۱-۲-۳- اثر ناخالصی ها بر رسانایی الکتریکی..... ۴۹

فصل پنجم: ظرفیت انتقال جریان توسط باسبار ۵۳

۵۳-۱- گرمای تولید شده در باسبار..... ۵۴

۵۳-۲- اتلاف حرارت در باسبار..... ۵۵

۵۳-۲-۱- همرفت..... ۵۵

۵۳-۲-۲- تابش..... ۵۷

۵۳-۳- تخمین میزان جریان در باسبار..... ۵۹

- ۵-۳-۱- میله‌های تخت ۵۹
- ۵-۳-۲- لوله‌ها (مقاطع توخالی) ۶۱
- ۵-۳-۳- میله‌ها ۶۱
- ۵-۳-۴- تعیین جریان در دماها یا محیط‌های دیگر ۶۱
- ۵-۴- میزان جریان هنگام اتصال کوتاه ۶۲
- ۵-۵- اثر با هم پیچیدن بر میزان جریان عبوری ۶۳

فصل ششم: اثرات جریان متناوب در باسبارها ۶۷

- ۶-۱- اثر پوسته‌ای ۶۸
- ۶-۱-۱- اثر پوسته‌ای در مفتول‌های مسی ۶۹
- ۶-۱-۲- اثر پوسته‌ای در لوله‌های مسی ۷۰
- ۶-۱-۳- اثر پوسته‌ای در باسبارهای مسطح مسی ۷۱
- ۶-۱-۴- اثر پوسته‌ای در لوله‌های مربعی مسی ۷۲
- ۶-۲- اثر همجواری ۷۲

فصل هفتم: اثر چیدمان باسبارها بر میزان جریان عبوری ۷۷

- ۷-۱- چیدمان‌های مختلف در باسبارها ۷۸
- ۷-۲- مقاطع مسی لایه‌لایه ۷۹
- ۷-۳- فاصله بین رساناها ۸۱
- ۷-۴- جابه‌جا کردن رساناها ۸۱
- ۷-۵- آرایش مربعی توخالی ۸۱
- ۷-۶- آرایش مربعی توخالی اصلاح شده ۸۲
- ۷-۷- باسبارهای لوله‌ای شکل ۸۲
- ۷-۸- سیستم‌های کانالی و زاویه‌ای ۸۲
- ۷-۹- مقایسه ظرفیت جریان عبوری از چیدمان‌های مختلف رساناها ۸۳

فصل هشتم: استحکام مکانیکی باسبارها ۸۷

- ۸-۱- تنش‌های ناشی از اتصال کوتاه ۸۸
- ۸-۲- تنش‌های ناشی از کماتش رسانا ۸۹
- ۸-۳- بار ناشی از باد و یخ در باسبارهای فضای آزاد ۸۹
- ۸-۴- تنش‌های پیشین مجاز ۹۱

۸-۵- تنش‌های الکترواستاتیک و پدیده کرونا..... ۹۲

۸-۵-۱- مهار اثر کرونا..... ۹۴

فصل نهم: اتصال در باسبارها..... ۹۷

۹-۱- مقاومت الکتریکی اتصال..... ۹۸

۹-۱-۱- اثر خطوط جریان..... ۹۹

۹-۱-۲- مقاومت تماسی..... ۱۰۰

۹-۲- وضعیت سطحی رسانا..... ۱۰۱

۹-۲-۱- آماده‌سازی سطحی..... ۱۰۱

۹-۲-۲- قلع‌اندود کردن..... ۱۰۱

۹-۲-۳- پوشش نقره یا نیکل..... ۱۰۲

۹-۳- اثرات فشار بر مقاومت تماسی..... ۱۰۲

۹-۴- بازدهی اتصال..... ۱۰۲

۹-۵- اتصال باسبارها به کمک پیچ و مهره..... ۱۰۴

۹-۶- کاربرد بست‌ها در اتصالات باسبار..... ۱۰۵

۹-۷- اتصالات جوش داده‌شده..... ۱۰۵

۹-۸- اتصالات انبساطی در باسبارها..... ۱۰۸

پیوست‌ها..... ۱۱۱

پیوست ۱..... ۱۱۲

پیوست ۲..... ۱۲۰

منابع و مراجع..... ۱۳۱

مقدمه

.....

در دنیای صنعتی امروز پیشرفت و بهینه‌سازی سیستم‌های مهندسی نیازمند تلفیق علم و تجربه است. تجربه گران‌بار و غنی صنعتگران راهگشا یا نقطه آغازین بسیاری از پیشرفت‌های صنعتی امروز می‌باشد. بار سنگین توسعه این هماهنگی را که نتیجه آن بهره‌مندی کل جامعه صنعتی از مزایای علمی و تجربی آن است، کسانی متقبل می‌شوند که علاوه بر مجهز بودن به سلاح علم و دانش روزآمد از پیشینه تجربی غنی نیز بهره دارند.

شرکت صنایع مس شهید باهنر با بیش از ۲۰ سال تجربه در تولید محصولات نیمه‌ساخته مسی و آلیاژهای آن و همچنین داشتن افتخار همکاری با طیف وسیعی از تولیدکنندگان و صنعتگران داخلی و خارجی، بار سنگین تحقق این هدف را بر دوش خود احساس می‌کند. در راستای تحقق این هدف، شرکت صنایع مس شهید باهنر با بهره‌مندی از متخصصان مجهز به دانش روز و تجربه

غنی تلاش می‌کند با تهیه مجموعه‌ها یا راهنماهای تخصصی از محصولات خود، صنعتگرانی را که در بخش‌های مختلف با این گونه مواد سروکار دارند و با اجرای فرایندهای تکمیلی، آن‌ها را به قطعات تمام کاری شده تبدیل می‌کنند در مصرف هر چه کاراتر یاری دهد. بدون شک بکارگیری اطلاعات علمی و تجربی ارائه‌شده در این کتاب‌های تخصصی منجر به بهینه‌سازی این گونه سیستم‌های مهندسی و ارتقای سطح کیفی محصولات می‌شود.

کتاب تخصصی «باسبارهای مسی - خواص، طراحی و کاربرد» که پیش روی شماست، اولین راهنما از مجموعه کتاب‌های تخصصی در دست تهیه است. از مجموعه این کتاب‌ها در آینده راهنماهایی در زمینه مقاطع برنجی سرب‌دار، لوله‌های مسی و برنجی و همچنین محصولات نوردی مسی و برنجی منتشر خواهد شد.

www.ketab

یادداشت مؤلفان

امروزه توسعه علوم و فناوری باعث گسترش دامنه کاربرد فلزات و آلیاژهای صنعتی شده است. شرایط کاری اعم از عوامل محیطی، وضعیت تنش‌ها و بارهای وارد بر قطعات صنعتی، خواص مورد نیاز را تعیین می‌کند. در بسیاری از موارد صرفاً پارامترهای مکانیکی نظیر سختی، استحکام، چقرمگی و ... تعیین‌کننده خواص مورد انتظار در مواد فلزی و آلیاژها نیست و عوامل فیزیکی از قبیل رسانایی الکتریکی، رسانایی حرارتی، ضریب انبساط طولی و نظیر آن‌ها نیز مؤثر و تعیین‌کننده‌اند.

از جمله وظایف مهمی که اغلب مواد فلزی به دلیل ماهیتشان عهده‌دار انجام آن هستند انتقال جریان الکتریسته در دستگاه‌های مختلف و در خطوط انتقال برق می‌باشد. روشن است که این وظیفه به دلیل قابلیت عبور جریان‌های الکتریکی از اغلب فلزات، فقط با این گروه از مواد قابل انجام است. امروزه

بسیاری از صنایع مادر و وابسته به سیستم‌های کنترل الکترونیکی و واحدهای انتقال جریان برق نیاز دارند که در اغلب آن‌ها رساناهای فلزی با مقاطع مختلف عهده‌دار عبور جریان الکتریسته هستند. این گونه رساناها در درجه اول باید دارای قابلیت بالایی از عبور جریان الکتریسته باشند. همین پارامتر اولیه دامنه انتخاب مواد فلزی را که ذاتاً فاقد رسانایی الکتریکی مطلوب می‌باشند، برای تصاحب این نقش محدود کرده و آن را به گروه فلزاتی از قبیل آلومینیوم، مس، طلا و نقره محدود می‌کند.

با این که رسانایی الکتریکی و اغلب حرارتی بالا مهم‌ترین ویژگی در رساناها انتقال جریان الکتریسته است، پارامترهای مکانیکی نظیر استحکام، مقاومت در برابر خزش و بارهای مداوم نیز بسیار حائز اهمیت‌اند. وجود تنش‌های مختلف الکترومغناطیسی و مکانیکی در کنار تأثیر عامل وزن رسانا در سیستم‌های انتقال و تابلوهای کنترل و همچنین اثر هم‌زمان افزایش دمای ناشی از عبور جریان الکتریکی از رسانا، توجه به پارامترهای مختلف استحکام مکانیکی را لازم می‌نماید.

از میان مواد یادشده، طلا و نقره به دلیل قیمت بالا و نداشتن استحکام مکانیکی مطلوب، عمده‌تاً کاربرد ندارند. در مقابل، مس و آلومینیوم از نظر فراوانی مواد اولیه و هزینه‌های کمتر تولید و فراوری، در کنار داشتن خواص مطلوبی نظیر رسانایی الکتریکی بالا و امکان استحکام‌دهی به عنوان بهترین مواد رسانا در صنعت انتقال جریان‌های الکتریکی مطرح هستند. کاربرد مس در این گونه مصارف قدمت بیشتری نسبت به آلومینیوم دارد. رسانایی الکتریکی و استحکام مکانیکی بالاتر دلیل اصلی استفاده وسیع‌تر از مس در صنایع الکتریکی است. در کنار آن امروزه استفاده از آلومینیوم به دلیل وزن کمتر و قیمت ارزان‌تر قسمتی از حجم مصرف مس در این گونه صنایع را به خود اختصاص داده است.

کتاب پیش روی شما رویکردی دوسویه به کاربرد مس به صورت رساناهایی در صنایع انتقال جریان الکتریکی دارد که به آن‌ها باسبار گفته می‌شود. در این کتاب تلاش شده است، در عین پرداختن به ویژگی‌های فیزیکی و به خصوص رسانایی الکتریکی و حرارتی مس و جنبه‌های طراحی رساناهای انتقال‌دهنده جریان از دید مهندسی برق و الکترونیک، به ویژگی‌های متالورژیک و خواص و چگونگی فراوری مس‌های مناسب جهت استفاده در صنایع الکتریکی پرداخته شود. در واقع می‌توان گفت این کتاب نگاه جامع و در عین حال ساده‌ای به خواص، چگونگی فراوری و طراحی رساناهای انتقال جریان الکتریکی یا

باسبارها دارد. تلاش شده است تا در کنار بیان اصول تئوریک خواص و جنبه‌های طراحی الکتریکی این رساناها، رویکرد قابلیت استفاده و کاربری آن در محیط‌های صنعتی نظیر شرکت‌های سازنده تابلوهای برق رعایت شود.

امید است این کتاب به همان اندازه که منتقل کننده اطلاعات تئوری به یک محقق در زمینه رساناهای انتقال جریان است، بتواند برای کارشناسان و تکنیسین‌های فعال در صنایع الکتریکی و به ویژه تابلوسازی، در طراحی اصولی‌تر و بهینه سیستم‌های انتقال مفید واقع شود.

برای انتشار این کتاب دوستان زیادی زحمت کشیده‌اند که ذکر نام همه ایشان و قدردانی از آن‌ها کار ساده‌ای نیست؛ اما مؤلفان وظیفه خود می‌دانند که از آقایان مهندس عباسی مدیر عامل شرکت صنایع مس شهید باهنر و دکتر نجفی معاون بازرگانی این شرکت که با رویکرد علمی-صنعتی خود زمینه‌های انتشار این کتاب را فراهم کردند تشکر کنند. همچنین تشکر ویژه خود را از آقای مهندس ابریشمی مدیر بازاریابی و فروش شرکت مس باهنر به پاس تلاش‌ها و پیگیری‌های فراوان و حمایت‌های ارزنده‌شان اعلام می‌دارند.

در انتها از زحمات تمام کارشناسان و مهندسان شرکت صنایع مس شهید باهنر که همکاری و حمایت‌های فنی و علمی آن‌ها در بخش‌های مختلف به غنای این اثر کمک کرده است قدردانی می‌شود.

امید است، انتشار این کتاب راه را برای نشر کتب تخصصی مشابه و توسعه همکاری علم و تجربه در تولید محصولات با کیفیت بالاتر در بخش‌های مختلف صنعت این مرز و بوم هموارتر کند.

امیر مؤمنی

وحید ابویی مهریزی

تابستان ۱۳۸۶