

اتصال سرامیک

فلز بر پایه فرایند سینترینگ پودرهای فلزی

تألیف:
ایمان فروتن

انتشارات نوید شیراز



۶۷۱ فروتن، ایمان
۷۳۴ / اتصال سرمایه فلز بر پایه فرایند سینترینگ پودرهای فلزی / تألیف ایمان
الف ۵۸۱ ف - فروتن. - شیراز: نوید شیراز، ۱۳۸۶
۸۸ ص.

ISBN 964-358-513-1

۱. آبکاری. ۲. لحیم و لحیم کاری. الف. عنوان



اتصال سرمایه

فلز بر پایه فرایند سینترینگ پودرهای فلزی

تألیف: ایمان فروتن

□ گرافیک: واصف □ چاپ: ستاره □ تیراژ: ۱۵۰۰ جلد

□ چاپ اول: ۱۳۸۶ □ حق چاپ محفوظ

ناشر: انتشارات نوید شیراز

دفتر شیراز - تلفن ۶۲-۲۲۶۶۶۱ نمایر ۷۱۱-۲۲۲۹۶۷۶ □ ص.پ: ۷۱۳۶۵/۶۶۶

دفتر تهران - تلفن/نمایر ۸۸۹۰۵۹۴۵ - ۲۱۰

پست الکترونیکی: [navidshiraz @ navidshiraz-pub.com](mailto:navidshiraz@navidshiraz-pub.com)

وب سایت: www.navidshiraz-pub.com

ISBN 964-358-513-1

شابک: ۹۶۴-۳۵۸-۵۱۳-۱

پیشگفتار



با پیشرفت روزافزون علم بشری و توسعه صنایع مختلف در زمینه‌های روزمره زندگی، نیاز برای مواد جدید با خواص مطلوب مهندسی روز بروز اهمیت پیدا می‌کند.

کشف جایگاه مواد جدیدی نظیر سرامیک‌های پیشرفته و صنعتی و نیاز به استفاده از آنها در صنایع روز بعنوان یک نیاز خیلی مهم در صنعت خود را نشان می‌دهد.

از هزاران سال قبل، بشر در زمینه‌های اتصال محکم و مطمئن سرامیک - فلز در صنایع زینتی و میناکاری اکسید شیشه و اتصالات مکانیکی انواع سنگ جواهر فعالیت داشته است، ولی اهمیت صنعتی روشهای اتصال سرامیک‌ها به خودشان و به فلزات در کنار رشد روزافزون موارد کاربردی آنها و شناخت بیشتر انواع سرامیک‌ها، از آغاز سال ۱۹۸۰ افزایش یافته است.

امروزه، صنایع ساخت قطعات الکترونیکی و الکتریکی و صنایع مینیاتورسازی یک طیف وسیعی از روشهای اتصال سرامیک - فلز را بکار می‌برند.

در نهایت، امید است که این مجموعه، بتواند راهگشایی برای انجام تحقیقات جدید و پروژه‌های عملی در راستای اتصال سرامیک - فلز بوده و از پیشرفت‌هایی که در صنعت امروز جهان و در این شاخه از دانش و فن انجام گرفته بی‌بهره نمانیم.

در اینجا لازم می‌دانم از ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان و مدیریت محترم بخش لامپهای میکروویو شرکت صنایع الکترونیک شیراز، که در به ثمر رسیدن این مجموعه مرا یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

ایمان فروتن

آذرماه ۱۳۸۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹	فصل اول: مقدمه
۱۱	فصل دوم: روشهای مختلف اتصال سرامیک - فلز
۱۳	۱-۲) جوشکاری ذوبی
۱۳	۲-۲) اتصال مکانیکی
۱۴	۳-۲) اتصال چسبی
۱۵	۴-۲) اتصال شیشه ای
۱۶	۵-۲) اتصال به طریق لحیم کاری نرم و سخت
۱۷	۶-۲) اتصال به طریق لحیم کاری تزریقی
۱۷	۷-۲) اتصال نفوذی
۱۹	۸-۲) اتصال الکترواستاتیکی
۲۰	۹-۲) انتخاب روش مناسب
۲۰	۱-۹-۲) انتخاب مواد مناسب
۲۲	۲-۹-۲) فاکتورهای مربوط به طراحی قطعه
۲۲	۳-۹-۲) کارآیی هر کدام از روشهای اتصال با توجه به هزینه عملیاتی آنها
۲۳	۱۰-۲) بحث و نتیجه گیری

فصل سوم: آشنایی با فرایند سینترینگ پودرهای فلزی (SMPP)

۲۷	مقدمه
۲۷	۱-۲ (لحیمکاری نرم)
۲۸	۱-۱-۲ (متالیزاسیونهای قابل لحیم کاری نرم)
۳۰	۲-۲ (اتصال بطریقه لحیم کاری سخت)
۳۱	۱-۲-۳ (لحیم فلز فعال)
۳۴	۲-۲-۲ (متالیزاسیون با سینترینگ پودرهای فلزی (SMPP))
۳۴	۱-۲-۲-۳ (آماده سازی سطحی و تمیز کاری)
۳۵	۲-۲-۲-۲ (روش انجام فرایند SMPP)

فصل چهارم: اصول ترمودینامیکی اتصال سرامیک - فلز توسط فرایند SMPP

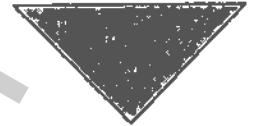
۴۰	۱-۴ سیستمهای مذاب - جامد
۴۳	۲-۴ سیستمهای جامد - جامد
۴۴	۲-۴ واکنشهای فصل مشترک اتصال
	۴-۴ واکنش های ترمودینامیکی و شیمیایی حین آرایش و شکل گیری ترکیب
۴۸	در مدت زمان سینترینگ لایه Mo - Mn

فصل پنجم: کاربردهای فرایند SMPP

۵۳	مقدمه
۵۳	۱-۵ (توسعه لوله های خلأ آلومینایی برای سینکروتون های با دور تند (3GeV-RCS))
۵۳	۱-۱-۵ مقدمه
۵۴	۲-۱-۵ طراحی و تولید لوله های خلأ

۵۴	 (۱-۲-۱-۵) تجهیزات برای لوله های سرامیکی
۵۵	 (۲-۲-۱-۵) اجزاء لوله سرامیکی آلومینایی
۵۵	 (۳-۲-۱-۵) اتصال اجزاء سرامیکی به یکدیگر و اتصال سرپوش فلزی
۵۷	 (۴-۲-۱-۵) سپر فرکانس رادیویی
۵۹	 (۵-۲-۱-۵) پوشش TiN
۵۹	 (۳-۱-۵) بحث و نتایج آزمایشات
۵۹	 (۱-۳-۱-۵) استحکام مکانیکی
۶۱	 (۲-۳-۱-۵) نرخ خروج گاز
	(۲-۵) بهینه کردن روش SMPP و لحیم کاری فلز-سرامیک با آلیاژ ۵۰Cu -
۶۱	 ۵۰Au جهت کاربرد در صنایع خودروسازی و الکترونیک
۶۱	 (۱-۲-۵) مقدمه
۶۳	 (۲-۲-۵) تشریح مطالعه لقمه کشش کوچک
۶۴	 (۳-۲-۵) نتایج مطالعه بر روی لقمه های کشش کوچک
	(۴-۲-۵) تأثیرات غیریکنواختی و عدم هم محوری لایه میانی بر روی میزان
۶۶	 تنش باقیمانده در لحیم کاری لقمه های کشش
۶۹	 فصل ششم: آبکاری نیکل جهت بهبود فرایند SMPP
۶۹	 مقدمه
۶۹	 (۱-۶) الکترولیت های نیکل
۶۹	 (۱-۱-۶) ترکیبات و نمک های الکترولیت
۷۰	 (۲-۱-۶) مواد پافر Puffer
۷۱	 (۲-۱-۶) ترکیبات مانع از سوراخ سوراخ شدن پوشش
۷۲	 (۴-۱-۶) الکترولیت های سولفات نیکل

۷۳	 ۲-۶) خواص الکترولیتهای نیکل
۷۳	 ۱-۲-۶) قدرت پخش میکرو و ماکرو
۷۴	 ۲-۲-۶) قدرت پخش ماکرو یا قدرت آبکاری
۷۴	 ۳-۲-۶) کار آیی جریان
۷۵	 ۴-۲-۶) جلوگیری از سوراخ سوراخ شدن پوشش و شرایط آبکاری
۷۶	 ۲-۶) شکل دهی Electroforming نیکل
۷۷	 ۴-۶) خواص پوشش نیکل
۷۷	 ۵-۶) ساختمان پوشش
۷۹	 ۱-۵-۶) سختی و مقاومت سایشی پوشش نیکل
۸۰	 ۲-۵-۶) مقاومت کششی پوشش نیکل
۸۰	 ۳-۵-۶) چسبندگی پوشش
۸۱	 ۴-۵-۶) آب نیکل و ضد زنگ بودن پوشش آن
۸۱	 ۵-۵-۶) مقاومت پوشش نیکل ساده
۸۲	 ۶-۵-۶) جداسازی فلزات غریبه از الکترولیت نیکل
۸۳	 ۶-۶) آند
۸۵	 مراجع



مقدمه

تعداد پروژه‌هایی که در آن از سرامیک‌ها به عنوان کاربرد در مهندسی‌های پیشرفته استفاده می‌شود، روز به روز در حال افزایش است که در آنها دست‌یابی به کاربرد مورد نظر، وابسته به موفقیت آمیز بودن اتصال بین سرامیک-سرامیک و یا سرامیک-فلز می‌باشد. تکنیک‌های مختلفی برای رسیدن به اتصال و ایجاد پیوند مناسب استفاده می‌شود.

طراحی و اجرای مورد نیاز جهت ساخت بعضی از قطعات و تجهیزات در حال حاضر نمی‌تواند تنها بوسیله استفاده از آلیاژها و فلزات انجام شود. در ساخت این تجهیزات مثل موتور هواپیما نیاز به استفاده از سرامیک‌های مهندسی می‌باشد. سرامیک‌های جدید مهندسی با توجه به محل استعمالشان ممکن است روش‌های اتصال ظریف و دقیقی را بطلبند، بخصوص وقتی که این نوع اتصالات در اجزاء توربین‌های گازی نظیر پوشش رینگها، تیغه‌های توربین، اجزاء شیرها و توربوشاشرها کاربرد داشته باشند.

از جمله موارد کاربرد بسیار حساس و دقیق اتصال سرامیک-فلز می‌توان اتصال الکترودها و حلقه‌های عایق لوله‌های شتابدهنده یونی ژنراتور و اندوگراف را نام برد که بصورت لایه‌های یک در میان (ساندویچی) حلقه‌های فلزی به عنوان الکتروده و حلقه‌های سرامیکی به عنوان عایق به هم متصل شده‌اند.

در تنوری طیف وسیعی از تکنیک‌ها می‌توانند استفاده شوند، اما در عمل گزینه‌های مورد انتخاب محدود هستند، زیرا ساختار فیزیکی و شیمیایی سرامیک و فلز تأثیرگذارند.

سرامیک‌ها مواد غیرفلزی و غیرآلی هستند که بخاطر مقاومت در برابر سایش و درجه حرارت بالا و نیز مقاومت الکتریکی‌شان نسبت به فلزات، مورد توجه قرار گرفته‌اند.

نظر به اینکه ساختمان فلزات بصورت یونهای مثبت شناور در ابرالکترونی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین قدرت تحریک یونهای فلز در ساختار اتمی بیشتر بوده و از حدود پیوند الکترونی خارج است و یونهای فلزی به آسانی می‌توانند حرکت کنند، به این خاطر فلزات از دانسیته و هدایت حرارتی و الکتریکی بالایی برخوردارند. در صورتیکه، سرامیکها دارای یونها یا مواد کوالانتهی با پیوندهای الکترونی هستند که این پیوندها، حرکت یونهای سرامیکی را محدود به فاصله یک یا دو یون یا اتم مجاور می‌کند و از اینرو، سرامیکها در مقایسه با فلزات هدایت الکتریکی و حرارتی کمتری دارند و ترد و شکننده هستند.

بخاطر تفاوت‌های موجود در ساختمان اتمی دو گروه، سایر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی نیز برای دو گروه متفاوت است، سرامیکها، معمولاً محکمتر و سبکتر از فلزات هستند و نقطه ذوب بالاتری دارند، اما همچنانکه گفته شد از هدایت الکتریکی و حرارتی کمتری برخوردارند و ضریب انبساط کمتری دارند.

همچنین سرامیکها سفتی (Stiffness) شبیه به فلزات دارند، اما از میل شیمیایی کمتری برخوردارند و بعضی از انواع سرامیکها، شفاف (پشت نما) هستند، البته چندین مورد استثناء از خصوصیات کلی سرامیکها و فلزات را برای بعضی از انواع سرامیکها و فلزات داریم، مثلاً سرامیک BeO هدایت حرارتی بالایی دارد و یا از بعضی سرامیکهای سوپرهادی که دارای یک درجه حرارت بحرانی حدود (۱۵۰ درجه سانتیگراد) هستند می‌توان نام برد، و یا فلزاتی نظیر مولیبدن، نایوبیم و تنگستن که خودشان دیرگداز حساب می‌شوند.

از این رو دانشمندان مواد باید توسط عملیات‌هایی که بر روی سطح انجام می‌دهند و یا از طریق انتخاب مناسب عامل اتصال، بر مشخصه‌های شیمیایی و فیزیکی که در برابر اتصال مقاومت می‌کنند غلبه نمایند.

تلاشهای قابل ملاحظه‌ای در پیشرفت تکنولوژیهای اتصال جهت بدست آمدن پیوندی مناسب انجام شده است، نظیر اعمال پوشش Mo-Mn بر روی آلومینا قبل از انجام فرایند لحیم کاری.

اگرچه تعداد سرامیکهای مورد بهره برداری در مهندسی در حال افزایش است و در حال حاضر کارهای خوبی بر روی تکنولوژیهای اتصال انجام شده است، اما باید دقت شود توجهمان را بیشتر بر روی سرامیکهایی که در دمای بالا کاربرد دارند و قطعات الکترونیکی جلب کنیم. عمده ترین تکنیک برای لحیم کاری سرامیکها و آلومینا به عنوان پرکاربردترین سرامیک، متالیزه کردن سطح آنها قبل از فرایند اتصال و سپس سینترینگ لایه متالیزه می‌باشد که در فصول بعد به شرح کامل این روش می‌پردازیم.