تشکیل الماس بر روی زیر لایه های فولاد زنگ نزن نوع ۳۱۶ و ۴۳۰

محمد علی گلعذار *
دانشکدهٔ مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان
(دریافت مقاله: ۱۳۷۵/۳/۲۲ - دریافت نسخهٔنهایی: ۱۳۷۶/۲/۲۴)

چکیده - هدف از این پژوهش، تحقیق در زمینهٔ جوانی‌زنی و رشد[۲] پوششهای الماسی و شبه‌الماسی[۴] برروی زیر لایه های[۵] فولادی توسط تکنیک استفاده از مشعل[۶] (شعلهٔ حاصل از احتراق استیلن و اکسیژن) است. برای این منظور، از فولادهای زنگ‌نزن[۷] آستنیتی[۸] (نوع ۳۱۶) و فریتی[۹] (نوع ۴۳۰) استفاده شد. همچنین تأثیر آماده سازی سطح زیر لایه نیز ارزیابی شد. کیفیت پوششهای تولید شده، توسط میکروسکوپهای نوری و الکترونی از نوع روبشی[۱۰]، اشعهٔ ایکس[۱۱]، اسپکتروسکوپی رامان[۱۲] ومیکروسکوپ نیروی اتمی[۱۳] مطالعه شد.

نتایج حاصل نشان داد که بر روی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی، پوشش تشکیل شده متشکل از دانه های منفرد و کاملاً متبلور[۱۴] الماس است. از سوی دیگر برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی مجموعه‌هایی از دانه های نیمه متبلور[۱۵] و غیر متبلور[۱۶] شبه الماسی تشکیل شد. همچنین مشاهده شد که پرداخت کردن سطوح زیر لایه‌ها با کاغذ سنبادهٔ ۱۲۰۰ و یا اچ کردن شیمیایی، چگالی جوانه زنی را افزایش می دهد. به علاوه مشخص شد که چگالی جوانه زنی تابع دمای زیر لایه است.

Investigation of Diamond Deposition on AISI 316 & 430 Stainless Steel Substrates

M. A. Golozar
Department of Materials Engineering, Isfahan University of Technolog

ABSTRACT- ***In this paper, the nucleation and growth of diamond/diamond-like coatings on austenitic (AISI 316) and ferritic (AISI 430) stainless steel substrates have been investigated using torch technique. The effects of substrate surface preparation has also been studied. The quality of coatings produced has been examined using optical and scanning electron microscopy, X-ray diffraction, Raman spectroscopy and atomic force***

---

* دانشیار

microscopy.

The results obtained revealed very good crystalline grains and coating on austenitic and clusters of semi-and non-crystalline particles on ferritic stainless steel substrates. It was also observed that mechanical polishing and/or chemical etching would increase the nucleation density. The numcleation density was a function of substrate temperature, as well.

۱ـ مقدمه

الماس و شبه الماس، به خاطر مجموعه خواص منحصر به فرد خود، در صنعت پوشش دادن کاربرد وسیعی داشته و لذا از جایگاه ویژه ای برخوردارند[۱ و ۲]. روشهای تولید پوششهای الماسی و شبه الماسی بسیار متنوع است [۱-۴]. در این میان روش استفاده از مشعل یا شعله، جوانترین و شگفت انگیزترین روش تولید الماس است که در عین سادگی و ارزانی به دقت بسیار زیادی نیاز دارد [۵]. با به کار گیری این روش، نقش بسیاری از پارامترها نظیر شرایط سطحی زیر لایه [۶ و ۷]، طبیعت شعله، نسبت اکسیژن به استیلن [۶-۹] و همچنین اثر دمای زیر لایه و زمان [۶-۱۱] توسط محققان مختلف ارزیابی شده است. گرچه کاربرد عمدهٔ پوششهای الماسی و شبه الماسی بر روی مواد مهندسی نظیر انواع فولادهاست، مع هذا، اکثر تحقیقات انجام شده [۳-۱۱] برروی موادی نظیر Mo، TiN، BN، WC و Si متمرکز شده است.

هدف از این تحقیق، تولید پوششهای الماسی و شبه الماسی برروی دو گروه از معروفترین گروههای فولادهای زنگ نزن یعنی ۳۱۶ و ۴۳۰ و مقایسهٔ آن با تشکیل این نوع پوششها برروی زیر لایه مولیبدن است. در این رابطه اثرات پارامترهایی نظیر شرایط سطحی زیر لایه ودمابرروی‌سرعت جوانه‌زنی‌و رشد پوشش نیزارزیابی شد.

۲- روش کار

تکنیک استفاده از شعله یا مشعل برای تشکیل پوششهای الماسی و شبه الماسی و همچنین اثرات برخی از پارامترها در رابطه با زیر لایه مولیبدن به طور کامل توسط نویسنده ارائه شده است [۱، ۶، ۷، ۹ و ۱۱]. در این روش ازگازهای اکسیژن و استیلن به ترتیب با درصدهای خلوص بالا و تجارتی استفاده شد. سرعت و نسبت گازها که از کپسولهای مربوطه تأمین می‌شوند، توسط شیرهای ظریف و دقیق کنترل و به کمک دبی سنجهای مناسب اندازه گیری شد. گازهای یاد شده به داخل مشعل جوشکاری با شیپوره مناسب که در فاصلهٔ چند میلیمتری بالای نمونهٔ مورد نظر مستقر شده فرستاده شد. به منظور کنترل دما، زیر لایه برروی یک منبع جاذب گرما نصب شد. این منبع می‌تواند یک مکعب سادهٔ مسی باشد که از یک طرف آن آب وارد و از طرف دیگر خارج می‌شود. دمای نمونه با تنظیم جریان آب کنترل شده و با استفاده از یک ترموکوپل از جنس کرومل - آلومل که در فاصلهٔ ۱ میلیمتری زیر سطح به بدنهٔ زیر لایه وصل شده اندازه گیری شد.

زیر لایه های مورد استفاده در این تحقیق از میله هایی به قطر ۱۰mm و ارتفاع ۱۰mm ساخته شد. دو نوع فولاد زنگ نزن، یکی آستنیتی (نوع ۳۱۶) و دیگری فریتی (نوع ۴۳۰)آزمایش شد. عناصر عمدهٔ تشکیل دهندهٔ فولادهای یاد شده عبارت بودند از: فولاد آستنیتی؛ ۱۶-۱۸ درصد کرم، ۱۰-۱۴ درصد نیکل، ۲-۳ درصد مولیبدن و بقیه آهن. فولاد فریتی؛ ۱۴-۱۸ درصد کرم و حداکثر ۰/۵ درصد نیکل و بقیه آهن.

شرایط سطحی زیر لایه ها که ارزیابی شد عبارت بود از: حالت دریافت شده بدون انجام هر گونه آماده سازی، پرداخت شدهٔ یک جهته با کاغذ سنبادهٔ ۱۲۰۰ (زبری سطح ۰/۰۷ میکرون)، پرداخت شدهٔ متقاطع با کاغذ سنباده ۱۲۰۰ و اچ شدهٔ شیمیایی.

پارامترهای مربوط به فرایند رشد الماس در رابطه با کلیه نمونه ها عبارت بود از: دبی گاز اکسیژن ۹۰۰-۱۰۰۰ میلی لیتر در دقیقه، دبی گاز استیلن ۱۰۰۰-۱۴۰۰ میلی لیتر در دقیقه، دبی کل گاز ۱۹۰۰-۲۴۰۰ میلی لیتر در دقیقه، زمان آزمایش ۵-۸۰ دقیقه، دمای زیر لایه ۳۵۰-۱۰۰۰ درجهٔ سانتیگراد (بسته به نوع زیر لایه متفاوت بود).

پارامترهای اندازه گیری و یا ارزیابی شده در هر مورد عبارت بود از: چگالی جوانی زنی (تعداد کریستالهای تشکیل شده در واحد سطح در زمان مشخص) سرعت رشد (میکرون در ساعت)، کیفیت

شکل ۱- تصویر میکروسکوپی الکترونی از تک کریستالهای کاملاً متبلور الماس، تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

پوشش (توسط طیفهای تفرق اشعهٔ ایکس و اسپکتروسکوپی رامان) و مورفولوژی کریستالها و پوششهای تشکیل شده (توسط میکروسکوپهای نوری، الکترونی روبشی و نیروی اتمی). سرعت رشد شامل سرعت رشد کریستالهای منفرد (افزایش متوسط ابعاد موازی سطح زیر لایه) و افزایش ضخامت پوشش الماس (در جهت عمود بر زیر لایه) است.

۳- نتایج، بحث و بررسی

نتایج حاصل از انجام آزمایشات برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی در دماهای مختلف نشان داد که دمای بهینهٔ زیر لایه برای تشکیل الماس در این رابطه بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ درجهٔ سانتیگراد است. این امر با توجه به سرعت تشکیل و رشد کریستالها و سرعت رشد پوشش و همچنین کیفیت آنها مشخص شد. برای زمان آزمایش کمتر از ۲۰ دقیقه، کریستالهای منفرد و همچنین مجموعه‌های چند کریستالی کاملاً متبلور الماس مشاهده شد (شکل ۱). از سوی دیگر برای زمان آزمایش طولانی تر از ۳۰ دقیقه پوششهای نیمه پیوسته و یا پیوستهٔ الماس (شکل ۲) مشاهده شد. در محدودهٔ دمایی ۳۰۰-۸۰۰ درجهٔ سانتیگراد با افزایش دمای زیر لایه، چگالی جوانه زنی، اندازهٔ دانه های الماس و همچنین سرعت رشد پوشش افزایش یافت (شکلهای ۳-۵). این اثر در دماهای پایین محدودهٔ حرارتی یاد شده بیشتر از دماهای بالا مشهود بود. از سوی

شکل ۲- تصویر میکروسکوپی الکترونی از پوشش پیوسته، متشکل از کریستالهای کاملاً متبلور الماس، تشکیل شده بر روی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

دیگر در دماهای پایین، کریستالهای الماس از چسبندگی کمتری برخوردار بودند، به نحوی که در حین آزمایش و یا بلافاصله پس از آن به راحتی از سطح زیر لایه جدا می‌شد. چسبندگی کریستالهای الماس در دماهای بالاتر به مراتب بیشتر بود. مع هذا، تشکیل الماس در این دماها به طور عمده به ناحیه خارجی و اطراف نمونه محدود می‌شد (شکل ۶). به علاوه ملاحظه شد که سطوح کریستالهای الماس تشکیل شده در دماهای بالا بعضاً اچ می‌شوند. این پدیده با افزایش دمای زیر لایه افزایش یافت. شایان ذکر است که اثر یاد شده در رابطه با الماس تشکیل شده، برروی زیر لایهٔ مولیبدن نیز گزارش شده است [۶، ۷ و ۹]. گرچه در دماهای پایین صرفاً کریستالهای منفرد و یا مجموعه کریستالهای پراکنده مشاهده شد، مع هذا، تحت شرایط یاد شده طبیعت متبلور بودن دانه های الماس به وجود آمده به مراتب بهتر و بیشتر ملاحظه شد.

گرچه طیفهای تفرق به دست آمده از مطالعات اشعهٔ ایکس انجام گرفته روی پوششهای تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی، نشان دهندهٔ پیکهای ضعیف مربوط به الماس بود (شکل ۷)، مع هذا، نتایج حاصل از اسپکتروسکوپی رامان (شکل ۸) نشان دهندهٔ پیکهای کاملاً واضح و روشن در موقعیت مربوط به پیک الماس طبیعی یعنی در محل $۱۳۳۲Cm^{-1}$ بود. تصاویر به‌دست آمده از پوششهای مزبور توسط AFM (شکل ۹) حضور

شکل ۳- اثر دمای زیر لایه برروی چگالی جوانه زنی الماس روی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

شکل ۴- اثر دمای زیر لایه برروی سرعت رشد کریستالهای الماس، تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

کریستالهای کاملاً متبلور را نشان داد.

همچنین، نتایج حاصل نشان داد که در مقایسه با نمونه ها در شرایط دریافت شده، پرداخت کردن سطح زیر لایه ها با کاغذ سنباده ۱۲۰۰ موجب افزایش چگالی جوانه زنی تا حد ده برابر می‌شود (شکل ۱۰). از سوی دیگر اچ کردن شیمیایی سطح زیر لایه ها (نمونه‌ها در شرایط دریافت شده و یا پرداخت شده) چگالی جوانه زنی را در حد ۲ الی ۳ برابر افزایش داد (شکل ۱۱). اثرات مزبور با نتایج به دست آمده در رابطه با زیر لایه مولیبدن همخوانی دارد [۶،۷ و ۹]. به‌علاوه ملاحظه‌شد که پرداخت کردن سطح، اثر چندانی

شکل ۵- اثر دمای زیر لایه برروی سرعت رشد پوشش الماس، تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

شکل ۶- تصویر میکروسکوپی الکترونی از چگونگی توزیع کریستالهای الماس تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی در دمای بالا

برروی اندازه کریستالهای الماس ندارد. از سوی دیگر برروی زیر لایه های اچ شده کریستالهای الماس با اندازه‌های کاملاً متغیر مشاهده شد. اعتقاد بر این است که این امر ناشی از تأثیر توام دو پارامتر، یکی زمان کوتاهتر جوانه زنی و دیگری چگالی بیشتر جوانه‌هاست. برای زمان پوشش دادن ثابت، پارامتر اول موجب افزایش اندازهٔ کریستالهای الماس و پارامتر دوم موجب کاهش آنها خواهد شد.

مطالعات میکروسکوپی الکترونی انجام گرفته برروی

شکل ۷- طیف تفرق اشعه ایکس به دست آمده از پوشش الماسی تشکیل شده برروی فولاد زنگ نزن آستنیتی

شکل ۸- طیف اسپکتروسکوپی رامان به دست آمده از پوشش الماسی تشکیل شده برروی فولاد زنگ نزن آستنیتی

محصولات تشکیل شده روی زیر لایه های فولاد زنگ نزن فریتی، نشان دهندهٔ تشکیل و حضور خوشه هایی از دانه های نیمه متبلور و گاهی بی شکل و به صورت پراکنده برروی سطح بود (شکل ۱۲). تصاویر AFM (شکل ۱۳) نیز حضور محصولات بی شکل در این حالت را تایید کرد.

مشخص شد که دمای بهینهٔ زیر لایه برای تشکیل این خوشه ها در محدودهٔ ۵۰۰-۶۰۰ درجه سانتیگراد است. طیفهای تفرق اشعهٔ ایکس (شکل ۱۴) و اسپکتروسکوپی رامان (شکل ۱۵) تهیه شده از محصولات یاد شده، فقط پیکهای نسبتاً ضعیف از مشخصه های ویژه الماس را نشان داد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که

شکل ۹- تصویر میکروسکوپی با نیروی اتمی (AFM)، نشان دهندهٔ حضور دانه های کاملاً متبلور برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی

شکل ۱۰- اثر پرداخت کردن سطح برروی چگالی جوانه زنی الماس برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی در دماهای مختلف

محصولات یاد شده، عمدتاً در خانوادهٔ پوششهای شبه الماسی قرار می‌گیرند.

در محدودهٔ دمایی ۳۰۰-۸۰۰ درجهٔ سانتیگراد، اثر قابل ملاحظه ای در رابطه با چگالی خوشه های تشکیل شده برروی فولاد زنگ نزن فریتی ملاحظه نشد. مع هذا، با کاهش دما، تمایل ذرات یا دانه های تشکیل دهندهٔ خوشه ها به متبلور شدن افزایش یافت. به علاوه این پدیده همراه با تشکیل خوشه های کوچکتر و

شکل ۱۱- اثر اچ کردن شیمیایی سطح برروی چگالی جوانه زنی الماس برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی در دماهای مختلف

شکل ۱۲- تصویر میکروسکوپی الکترونی، نشان دهندهٔ طبیعت پوشش تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی

کاهش چسبندگی محصولات روی زیر لایه بود.

گرچه پرداخت کردن سطح زیر لایه های فولاد فریتی چگالی جوانه زنی را تا حدودی افزایش داد، مع هذا، اچ کردن شیمیایی سطح زیر لایه ها (در شرایط دریافت شده و یا پرداخت شده) موجب افزایش تعداد خوشه ها به مقدار قابل ملاحظه ای شد. شایان توجه است که به علت تکرار ناپذیر بودن نتایج در شرایط یاد شده و همچنین عدم تشکیل دانه های منفرد در تمام موارد، ارائهٔ نتایج به دست آمده به صورت جدول و یا منحنی امکانپذیر نبود.

شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی با نیروی اتمی AFM، نشان دهندهٔ حضور محصولات بی شکل، تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی

شکل ۱۴- طیف تفرق اشعه ایکس به دست آمده از محصولات تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی

مقایسهٔ ترکیب شیمیایی دو نوع فولاد آزمایش شده نشان می‌دهد که حضور ۲/۳ درصد عنصر مولیبدن در فولاد زنگ نزن آستنیتی، نقش تعیین کننده ای در تشکیل الماس برروی زیر لایه های تهیه شده از این فولاد دارد. مؤید این مطلب، تشکیل الماس کاملاً متبلور با خواصی عیناً مشابه با خواص الماس تشکیل شده برروی زیر لایه های مولیبدن خالص است [۴-۹]. شایان توجه است که جوانه زنی و رشد کریستالها و پوشش الماسی برروی زیر لایه مولیبدنی، به مراتب ساده تر از تشکیل آن برروی زیر لایه فولاد

جدول ۱- اثر شرایط سطحی برروی چگالی جوانه زنی (تعداد جوانه در یک میلیمتر مربع) روی زیر لایه های مختلف

زیر لایه / شرایط سطحی	مولیبدن*	فولاد زنگ نزن آستنیتی	فولاد زنگ‌نزن فریتی
شرایط دریافت شده	۲۰۰	۱۰۰	۲۰
اچ شده	۴۵۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰
پرداخت شده	۴۰۰۰	۹۰۰	۳۰۰
پرداخت و اچ شده	۴۷۰۰	۱۸۰۰	۴۰۰
پرداخت متقاطع	۳۷۰۰	۸۰۰	۲۰۰

* استخراج شده از [۷].

شکل ۱۵- طیف اسپکتروسکوپی رامان به دست آمده از محصولات تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی

زنگ نزن آستنیتی است [۷، ۹، ۱۱ و ۱۲]. احتمال بر این است که نقش مولیبدن در قابلیت کاربیدزایی آن و همچنین ایجاد پیوند مستحکم بین کریستالهای الماس و زیر لایه نهفته است. گرچه کرم نیز عنصری است کاربیدزا و به مقدار قابل توجهی در هر دو نوع فولاد زنگ نزن یعنی آستنیتی و فریتی وجود دارد، اما قابلیت کاربیدزایی کرم کمتر از مولیبدن است.

نتایج حاصل نشان داد که بدون توجه به نوع زیر لایه، افزایش زبری سطح به روشهای مکانیکی و یا شیمیایی، موجب افزایش چگالی جوانه ها می‌شود. این اثر در رابطه با زیر لایه های مولیبدن و فولاد زنگ نزن آستنیتی به مراتب بیشتر مشهود است (جدول ۱). مطالعات میکروسکوپی نوری و الکترونی انجام شده برروی سطوح زیر لایه های مختلف و همچنین وسعت تشکیل کریستالهای الماس در موقعیتهای مختلف سطح، نشان داد که احتمال جوانه زنی الماس در محل اثرات پرداخت ویا به طور کلی در محل فرورفتگیهای میکروسکوپی، به مراتب بیشتر است. اعتقاد بر این است که پرداخت کردن مکانیکی و یا اچ کردن شیمیایی، فرورفتگیهایی را برروی سطح ایجاد می‌کند که امکان تشکیل، محبوس شدن و لذا ابقای کریستالهای الماس در آن محلها افزایش می‌یابد. در حقیقت امکان جوانه زنی الماس در محلهایی از سطح که کاملاً صاف و عاری از زبری یا فرورفتگی باشند، وجود دارد، اما تشکیل پیوند بین جوانه های یاد شده و سطح زیر لایه و لذا ابقای آنها روی سطح کمتر امکانپذیر است. از این رو، در رابطه با زیر لایه‌های پرداخت مکانیکی شده، حداکثر چگالی جوانه زنی در یک زبری مشخص سطح (حدود ۰/۰۷ میکرون) گزارش شده است [۹].

در رابطه با اثر دمای زیر لایه، گرچه در روشهای با فشار کم (فشار اتمسفر)- دمای نسبتاً پائین، از نظر ترمودینامیکی تشکیل الماس در محدودهٔ دمایی ۵۰۰-۱۲۰۰ درجهٔ سانتی گراد امکانپذیر است [۴]، مع هذا، نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام گرفته برروی زیر لایه های مختلف [۶، ۷، ۹ و ۱۱] نشان می‌دهد که سرعت جوانه زنی و رشد کریستالهای الماس و همچنین کیفیت الماس تشکیل شده، تابع دمای زیر لایه است. به علاوه، محدودیت دمایی تشکیل الماس بستگی به نوع زیر لایه دارد. در دماهای پایین، گرچه کریستالهای الماس تشکیل می‌شوند، ولی به علت کافی نبودن دمای زیر لایه، چسبندگی خوبی وجود نداشته و لذا امکان

ابقای جوانه ها برروی سطح زیر لایه کمتر است. از سوی دیگر در دماهای بالا، جوانه های الماس به راحتی تشکیل شده، چسبندگی خوبی وجود دارد و لذا امکان ابقای این جوانه ها برروی سطح زیر لایه به مراتب بیشتر است. مع هذا، تحت شرایط مزبور و به علت دمای بالا، امکان اچ شدن و از بین رفتن مجدد جوانه های تشکیل شده وجود دارد. به بیان دیگر، جوانه های یاد شده پس از تشکیل، در اثر اچ شدن حرارتی ممکن است از بین بروند. این امر موجب می‌شود که سرعت جوانه زنی در دماهای بالاتر مجدداً کاهش یابد. شایان توجه‌است که اثرات اچ شدن حرارتی برروی سطوح کریستالهای‌الماس تشکیل شده در دماهای بالا و برروی زیر لایه‌های مولیبدن قبلاً گزارش شده است [۶].

۴- خلاصه و نتیجه گیری

۱- با استفاده از تکنیک تهیه الماس به روش شعله ای، امکان رشد کریستالها و پوشش الماسی با کیفیت عالی برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی وجود دارد.

۲- در محدودهٔ دمایی ۳۰۰ الی ۸۰۰ درجهٔ سانتیگراد، با افزایش دمای زیر لایه، چگالی جوانه زنی، اندازهٔ کریستالها و سرعت رشد پوشش الماسی افزایش می‌یابد.

۳- پرداخت مکانیکی و یا اچ کردن شیمیایی سطح زیر لایه فولاد زنگ نزن آستنیتی، موجب افزایش چگالی جوانه زنی الماس می‌شود.

۴- نتایج حاصل از آزمایشات اسپکتروسکوپی رامان و طیف تفرق اشعهٔ ایکس انجام شده برروی پوششهای رشد داده شده برروی زیر لایه های فولاد زنگ نزن فریتی، فقط پیکهای ضعیف مربوط به مشخصهٔ الماس را نشان داد. مع هذا، مطالعات میکروسکوپی الکترونی روبشی و AFM، نشان داد که پوششهای مزبور از نوع بی شکل و بعضاً نیمه متبلور است. این نوع پوشش عمدتاً درگروه شبه الماس قرار می‌گیرد.

۵- چگالی جوانه زنی و اندازهٔ ذرات تشکیل شده برروی زیر لایه فولاد زنگ نزن فریتی تا حدودی تابع دمای زیر لایه و روش آماده سازی سطح (زبری سطح) است.

۶- در یک شرایط یکسان آماده سازی سطح، چگالی جوانه زنی الماس و یا شبه الماس برروی زیر لایه مولیبدنی به مراتب بیشتر از زیر لایه های فولاد زنگ نزن است.

قدردانی

این مقاله در برگیرندهٔ بخشی از نتایج حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب شورای هماهنگی تحقیقات دانشگاه صنعتی اصفهان است که در دانشکدهٔ مهندسی مواد این دانشگاه انجام شده است. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از مسئولین دانشکده طراحی و مهندس مواد، دانشگاه ناتینگهام به خاطر انجام مطالعات اسپکتروسکوپی رامان و AFM سپاسگزاری می‌شود.

واژه نامه:

1- nucleation
2- growth
3- diamond coatings
4- diamond - like
5- substrate
6- torch
7- stainless steels
8- austenitic
9- ferritic
10- scanning electron microscopy
11- X-ray
12- Raman spectroscopy
13- atomic force microscopy
14- crystalline
15- semi-crystalline
16- non-crystalline

مراجع

۱. گلعذار، م.ع. "پوششهای نوین الماسی و شبه الماسی،" نشریه صنعت آبکاری، سال دوم، شمارهٔ دوم، ص ۳-۱۰، ۱۳۷۲.

2. Spear, K. E., "Diamond Ceramic Coating of the Future," *Journal of American Ceramic Society,* Vol. 72, No. 2, pp. 171-191, 1989.

3. Messier, R., Badzian, A. R., Badzian, T., Spear, K. E., Bachmann, P. and Roy, R., "From Diamond-like Carbon to Diamond Coatings," *Thin Solid Films,* Vol. 153, pp. 1-9, 1987.

4. Bachmann, P. K., "Diamond Thin Film Technology," *Advanced Materials,* Vol. 2, No. 4, pp. 195-199, 1990.

5. Hirose, Y., and Kondo, M., "Combustion Flame Technique to Produce Diamond," Extended Abstracts, 35th *Spring Meeting, Japan Applied Physics Society,* Vol. 29, p. 434, 1988.

۶- گلعذار، م.ع. "پارامترهای مؤثر در تهیه پوششهای الماسی به کمک مشعل"، *نشریه استقلال*، شماره ۱۴، ص ۱-۱۷، ۱۳۷۲.

7. Golozar, M. A., McColl, I. R., and Wood, J. V., "Nucleation and Growth of Diamond and Diamond-like Coatings Produced by Torch Technique," *Iraninan Journal of Seience and Technology,* Vol. 19, No. 1, Transaction A, pp. 67-78, 1995.

8. Ravi, K. V., and koch, C. A., "Nucleation Enhancement of Diamond Synthesized by Combustion Flame Techniques," *Applied Physics Letter,* Vol. 51, No. 4, pp. 384-350, 1990.

9. Golozar, M. A., McColl, 1. R., Grant, D. M., and Wood, J. V., "Combustion Flame Grown Diamond Films," *Diamond and Related Materials,* Vol. 1, No. 1, pp. 262-266, 1992.

10. Morrish, M. A., and Pehrsson, P. E., "Effects of Surface Pretreatments on Nucleation and Growth of Diamond Films on a variety of substrates," *Applied Physics Letters.* Vol. 59, No. 4, pp. 417-419, 1991.

11. Golozar, M. A., "Deposition of Diamond on Stainless Steels, Using Combustion Flame Technique", *Proceedings of the 5th world Seminar on Heat Tratment and Surface Engineering,* IFHT'95, Isfahan, IRAN, pp. 421-432.