ضخامت فیلم خشک آلومینیوم چگونه اندازه گیری می شود؟

برگردان:
محمدرضا فرشچی
جوادیوسفی

سوال: وقتی صحبت از اندازه گیری ضخامت فیلم خشک (DFT) آلومینیوم، به خصوص آلومینیوم دارای انحنا می شود، من متوجه شدم بسته به اینکه از کدام DFT سنج استفاده می شود، داده های بسیار متفاوتی را از ضخامت فیلم خشک دریافت می کنم. چرا باید این چنین باشد؟ برای اطمینان از صحت داده های DFT ، روی یک لایه آلومینیوم، چه کاری می توان انجام داد؟

ضخامت بر حسب میل			
ضخامت سنج C (منحنی جبران شده)	ضخامت سنج B	ضخامت سنج A	شکل قطعه
۳/۰۱	۳/۰۲	۳/۰۲	مسطح
۲/۹۲	۸/۰۱	۷/۸	۰/۷۵" OD
۳/۰۶	۱۲/۵۲	۱۲/۱	۰/۴۰" OD
۳/۱۲	۱۶/۶۸	۱۶	۰/۲۵" OD

از استاندارد قابل ردیابی۳/۰۲ میل که روی میله های مختلف آلومینیوم با آلیاژ یکسان، استفاده شده است.

جواب: سوال خیلی خوبی است! اول اینکه، مشاهدات شما کاملاً درست است. بسیاری از کارگاه های رنگ هنگام مقایسه داده های DFT روی یک بخش از آلومینیوم با DFT سنجهای مختلف، نتایج یکسانی را می گیرند. این موضوع همچنان در OME های خودرو رو به افزایش است که این باعث شده است تولید کنندگان حجم قطعات آلومینومی خودرو خود را افزایش دهند.

سه احتمال برای آنچه که شما تجربه کردید وجود دارد.

۱. کالیبراسیون یا به بیان دقیق تر، تأیید صحت DFT سنج

اگر یک DFT سنج را با نمونه آلومینیوم مسطح، که معمولاً توسط شرکت سازنده آن ارائه می شود، "کالیبر" کنید و سپس اندازه گیری DFT را روی بخشی که دارای انحنا است، شروع کنید، مقادیر DFT ارائه شده توسط آن ضخامت سنج اشتباه خواهد بود.

همانطور که بعداً خواهید دید، هرچه انحنا بیشتر باشد، خطای اندازه گیری نیز از اهمیت بیشتری برخوردار است. اگر انحنا محدب باشد، عدد DFT بالاتر از مقدار واقعی است و بر عکس اگر انحنا مقعر باشد عدد DFT کمتر از مقدار واقعی است.

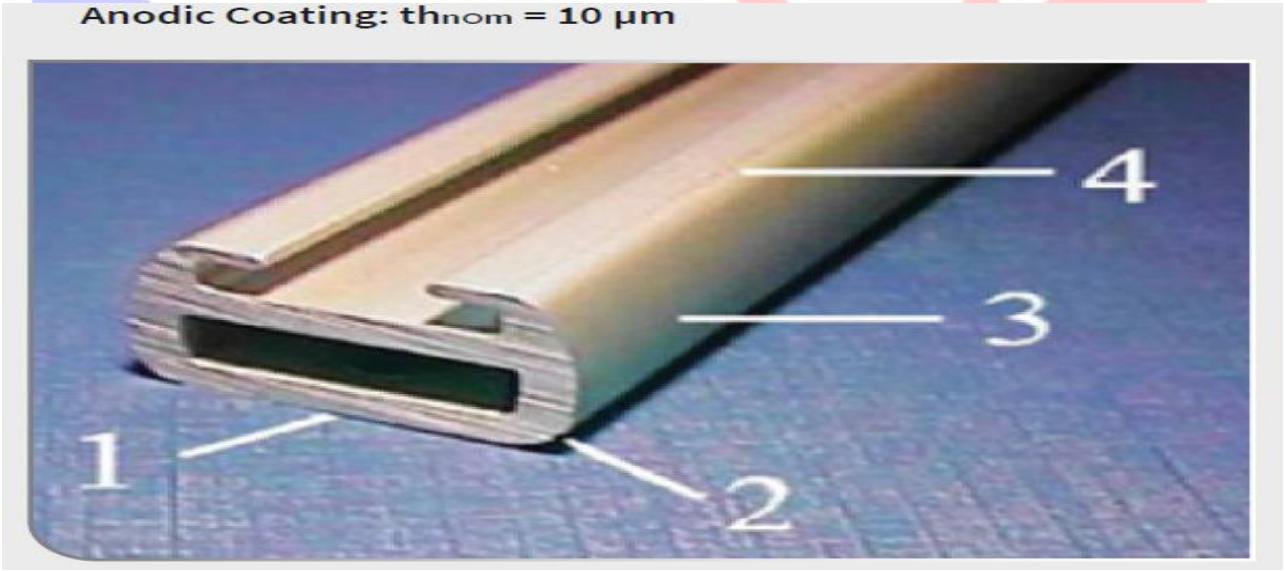
یک روش برای به حداقل رساندن اثر انحنا، کالیبراسیون DFT سنج بر روی سطح آلومینیوم دارای انحنا است نه نمونه آلومینیومی مسطحی که توسط تولید کننده ضخامت سنج تنظیم شده است. این به شما کمک می کند تا اثر کاملی که انحنا ایجاد می کند کاهش دهید، اما این کار خطا را برطرف نمی کند! به خاطر داشته باشید، اگر قطر منحنی اندازه گیری شما بیش از حد تغییر کند، دقت داده های DFT شما نیز تغییر می کند.

۲. تغییر رسانایی بستر

اگر رسانایی آلومینیوم تغییر کند، مقادیر DFT نیز تغییر می کند. تغییر در رسانایی بستر مقادیر DFT اندازه گیری شده را تحت تأثیر قرار می دهد. خوشبختانه، این امر بیشتر در هنگام مقایسه دسته های مختلف آلومینیوم، نه در یک قطعه، دیده می شود. با این وجود، می توان این اثر را هنگام مقایسه قطعات مختلف روی یک وسیله نقلیه تجربه کرد. به عنوان مثال، اگر یک هود آلومینیومی را با درب آلومینیومی مقایسه کنید، هر کدام از یک دسته آلومینیوم متفاوت ساخته شده اند و احتمال دارد رسانایی آنها متفاوت باشد. برای رفع این چالش، امروزه کاوشگرهایی با رسانایی جبران شده در بازار وجود دارد. تعداد زیادی از تولید کنندگان DFT سنج ها این سطح از تکنولوژی کاوشگر را ارائه نمی دهند، اما چنین کاوشگرهایی در بازار وجود دارد. برای اطلاعات بیشتر، از نمایندگی DFT سنج خود بپرسید که آیا کاوشگر با رسانایی جبران شده را دارند یا نه.

۳. کاوشگر DFT سنج اثر انحنا را جبران نمی کند.

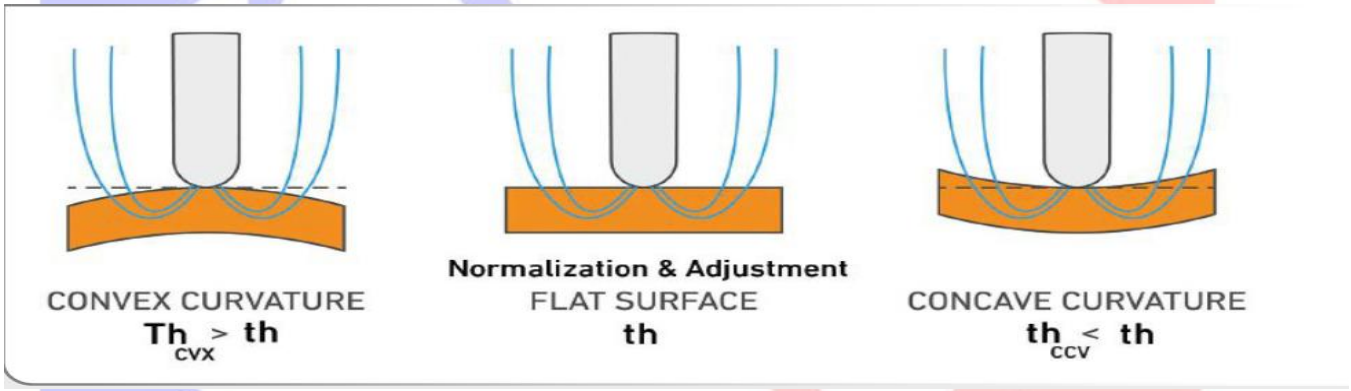
مانند تغییر رسانایی بستر، اگر شعاع منحنی تغییر کند، دقت مقادیر DFT شما نیز تغییر خواهد کرد. همانطور که در بالا در رابطه با کالیبراسیون بیان شد، هرچه شعاع انحنا بیشتر باشد، تأثیر این انحنا بر دقت کاوشگر DFT و داده های اندازه گیری بیشتر خواهد بود.



موقعیت اندازه گیری	اندازه گیری موقعیت ۱		اندازه گیری موقعیت ۲		اندازه گیری موقعیت ۳		اندازه گیری موقعیت ۴	
قرائت(۵ بار)	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
کاوشگر استاندارد	۹/۲	۰/۴	۵۲/۱	۰/۷۶	۲۲/۳	۰/۸۵	۶۱/۹	۱/۴
کاوشگر جبران شده	۹/۸	۰/۲۵	۱۰/۲	۰/۵۲	۱۰/۴	۰/۶۵	۱۰/۵	۰/۵۹

$\bar{X}$ = مقدار متوسط ، S = انحراف استاندارد

به دلیل این چالش، برخی تصمیم می گیرند اندازه گیری DFT را فقط در مناطق مسطح انجام دهند. این کار دو مشکل دارد. ابتدا داده های ساخت فیلم صفر در مناطقی که دارای انحنا هستند جمع آوری می شود. دوم، مناطقی که انحنا دارند، به ویژه مناطقی که دارای انحنای قابل توجهی تنگ هستند، مکانهایی هستند که تراشه رنگ کمی دارند و لایه های زیرین پوشش را بیشتر در برابر اتمسفر و خوردگی های احتمالی قرار می دهند. بسیار مهم است که تمام قطعات خودرو، منحنی یا صاف، مواد شیمیایی مورد نیاز برای ظاهر و دوام خودرو را دریافت کنند.



متأسفانه، گزینه های زیادی برای رفع کامل این چالش وجود ندارد. فقط یک مورد وجود دارد. فناوری کاوشگر DFT جبران شده توسط انحنا را پیدا کرده و از آن استفاده کنید. مانند فناوری کاوشگر با رسانایی جبران شده، فناوری کاوشگر جبران شده با انحنا می تواند اثرات منفی انحنای قطعه را از بین ببرد و عددهای دقیق DFT را تقریباً مشابه اندازه گیری های DFT روی یک بستر مسطح ارائه دهد. بازهم، بسیاری از تولید کنندگان ضخامت سنج ها این سطح از تکنولوژی کاوشگر را ارائه نمی دهند، اما چنین کاوشگری در بازار موجود است. همان سازنده کاوشگر با رسانایی جبران شده،کاوشگر با انحنا جبران شده را نیز ارائه می دهد. برای اطلاعات بیشتر، از نمایندگی DFT سنج خود بپرسید که آیا آنها فناوری کاوشگر جبران شده با انحنا را ارائه می دهند یا نه.

منبع:

1. TESTING JAY KUNICK "How Does Aluminum Impact Dry Film Thickness Readings?" Products Finishing Mag, pp 38-39, AUGUST 2020.