

جهت خرید فایل word به سایت [www.kandooon.com](http://www.kandooon.com) مراجعه کنید  
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۰۵۱۱ تماس حاصل نمایید



دانشگاه آزاد اسلامی - واحد یزد

عنوان:

## متالورژی فیزیکی

استاد مربوطه :

جناب آقای دکتر حاجی صفری

دانشجو :

احسان کیارسی

۳۸۶۰۱۶۵۵

پاییز ۸۶

## سختی بسیار بالای فولاد آلیاژی پائین طی فرآیند پیوند و قرارگیری یون نیتروژن

خلاصه مطلب: ترکیب سطح فولاد آلیاژی پائین بعد از قرارگیری یون نیتروژن با

روش طیف نمایی فوتوالکترون پرتوایکس (XPS) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

تأثیر آن پیوند بر روی سختی مکانیکی از طریق میزان سختی دندان‌ه ای که بیش از

مقیاس میکرو بود مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی شیمیایی سطح نمایانگر شکل

گیری لایه نازک غنی از نیتروژن و کربن و سیلیسیم بود. بر طبق مشاهدات، آهن نقش

کمی در ترکیب شیمیایی و ساختار سطح اصلاح شده ایفا نمود. در مقایسه با سختی

نمونه اولیه که معادل  $10 \text{ GPa}$  بود.

سختی مکانیکی سطح دارای پیوند یون نیتروژن  $35 \text{ GPa}$  تا  $50 \text{ GPa}$  بود.

تصور می شود که سختی بیش از اندازه بالای مشاهده شده بر روی سطح و در سطح

زیرین (لایه فرعی) نتیجه اصلاح و تغییر شیمیایی جهت شکل گیری لایه اصلاح شده

از نیتريد کربن محتوی عنصر تقویتی سیلیسیم بود. شواهد حاصل از شیوه طیف نمایی

فوتوالکترونی پرتوایکس (XPS) و فرورفتگی نانو نشان می دهند که اتصالات و

پیوندهای  $C-N$  در سطحی نزدیک به احتمال فراوان از انواع  $SP^3$  می باشد که در یک

ترکیبی مشابه در ساختار متبلور  $BC_3N_4$  قابل انتظار می باشد.

## ۱- مقدمه

نیتروژن دهی و کربن دهی به خوبی در فرآیندهای صنعتی به منظور ایجاد سختی برای سطوح فولادی استفاده می شوند. فرآیندهای نیتروژن دهی و کربن دهی، به ویژه ایجاد سختی برای سطوح فولادی استفاده می شوند. فرآیندهای نیتروژن دهی و کربن دهی، به ویژه در کاربردهای صنعتی نیازمند مقاومت در برابر فرآیند سایش استفاده می شوند. درچنین مواردی، سختی از طریق شکل گیری کربیدها یا نیتريدهای نیمه پایدار و یا ساختار مارتنزیتی بر روی سطح فولاد، به وجود می آید.

حداکثر سختی چنین تغییرات سطحی معمولاً کمتر از  $15GPa$  می باشد.

گسترش زمینه های تحقیقاتی به ویژه از طریق تکنولوژیهای جدیدتر تغییر سطح و رسوب لایه های نازک شامل توسعه سطوح سخت تر می شود. جهت اصلاح ویژگی های مقاومت سایشی موادی که به طور معمول استفاده می شوند سختی و مدول های بالاتری نیاز می باشد.

ایجاد اصلاح و تغییر بیشتر در سطح نیازمند کاربرد دیگر مواد ضروری مانند زنگ زدگی و مقاومت فرسودگی می باشد. فرآیندها، هم اکنون جهت رسوب لایه های با سختی بسیار بالا بر روی لایه های زیرین نسبتاً گزم موجود می باشند.

این موارد شامل تکنیکهای پوششی لایه الماس و شماری از فرآیندهای جدید می شود.

این فرایندهای جدید به منظور رسوب گذاری گرم یا سرد لایه های شبه الماس توسعه می یابند.

اگرچه رسوب مستقیم لایه بر طبق نتایج مورد نظر می باشد با این حال در شماری از فرآیندها حدود و مرز فیزیکی و طبیعی که همچنان بین لایه پوششی سخت و لایه زیرین وجود دارد.

به عنوان یک چالش تکنیکی باقی می ماند و مانع استفاده از چنین فرآیندهایی و کاربرد آنها در زمینه مقاومت سایش می شود. پیوند و قرار گرفتن یون توانایی در زمینه تولید ترکیبات جدید و ساختارهایی دارد که از طریق وسایل معمولی قابل دسترسی نمی باشند.

از آنجایی که این فرآیند، فرآیندی نامتعادل می باشد، امکان این که شکل گیری حالت‌های نیمه پایدار جدید باقی بماند، وجود دارد. در واقع، این فرآیند مسیر مورد نظر جهت ترکیب فاز پیش بینی شده ساختار متبلور  $BC_3N_4$  را از لحاظ تئوری نشان می دهد.

پیوند و قرارگیری یون گزینه ای جهت رشد لایه ای سخت و لایه اصلاح شده از لحاظ شیمیایی است. این فرآیند (قرارگیری یون) انتقال تدریجی از لایه ای بسیار سخت را به سمت لایه زیرین بزرگ و نسبتاً نرم فراهم می کند. این عمل از لحاظ شیمیایی به وسیله لایه ای اصلاح شده با سختی متوسط صورت می گیرد.

محققان بسیاری، تغییرات لایه های زیرین آهنی را با قراردادن یونهای دارای انرژی بالا و پایین مورد بررسی قرار داده اند. شواهد فراوانی وجود دارند که نشان می دهند پیوند یون (به خصوص یونهای نیتروژن و بور) سختی سطح را افزایش می دهد که در اصل سختی سطح افزایش یافته و مقاومت در برابر فرآیند سایش نیز بیشتر می شود.

با این وجود، موارد زیادی درباره ترکیبات شیمیایی که از طریق فرایند اصلاح یونی تشکیل شده اند و نیز تأثیرات ترکیب اساسی و شرایط پیوند بر روی ویژگی های مکانیکی و شیمیایی لایه اصلاح شده یونی وجود دارند که لازم است مورد توجه قرار گیرند. بیشترین درک از این مفاهیم موجود اصلاحات در سختی سطح و ویژگی های سایش شناسی پیوند یون نیتروژن را پیشنهاد می کند.

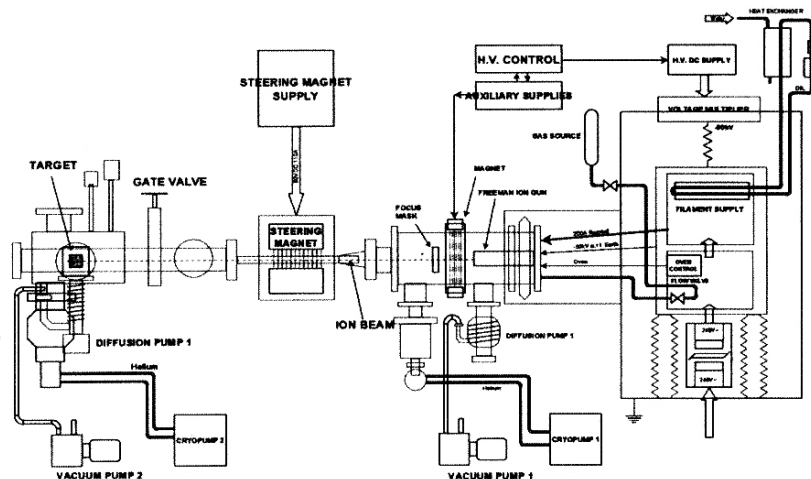
این خصوصیات سایشی پیوند یون نیتروژن ناشی از اثرات ایجاد محلولی جامد یا شکل گیری نیتريد های آهن نیمه پایدار به شکل فرمولی  $Fe_xN_y$  است. در این فرمول، ساختار  $Fe_{16}N_2$  به طرز وسیعی به عنوان گونه های عمده و برتر مورد قبول قرار گرفته است. بر طبق شواهد جدید، تغییر و اصلاح از طریق پیوند یون می تواند باعث ایجاد ترکیبی در سطح شود که این ترکیب لایه ای را به وجود می آورد که در آن گونه های آهن دار نقش کمی ایفا می کنند و حضور  $Si$  (سیلیسیم) در لایه زیرین فولادی به نظر می رسد که رشد نیتريد کربن را به عنوان تقویت کننده افزایش می دهد.

ما از مشاهداتی ترکیبی ناشی از تجربیات فرورفتگی نانو و شیوه طیف نمایی فوتوالکترونی پرتو ایکس استفاده کرده ایم تا اصلاح سطحی را که ناشی از قرار گرفتن یون دارای انرژی متوسط از فولاد آلیاژی پایین است مورد تغییر قرار دهیم. به طور معمول سختی چنین سطحی با استفاده از فرآیند نیتروژن دهی قابل تشدید است.

## ۲- مرحله آزمایش

قرار گیری و پیوند یون نیتروژن، بر روی یک ترزریق کننده یونی  $50 KeV$  هدایت شد. این ترزریق کننده عبارت است از: یک منبع یونی آزاد، یک تمیز کننده الکترونیکی، یک شتاب دهنده دارای ولتاژ بالا، یک آهن ربای انتخاب بزرگ و اتاقکی با فضای خلأ بسیار بالا.

شکل شماره (۱) طرحی شماتیک از این ترزریق کننده یونی را نشان می دهد.



شکل (۱) طرحی شماتیک از ترزریق کننده یونی  $50 KeV$

برای پیوند و قرارگیری یون، آن اتاقک در ابتدا از لحاظ فشار تا  $10^{-7} Torr$  تخلیه می

شود و با نیتروژن دارای خلوص بالا با فشاری معادل  $10^{-5} Torr$  مجدداً پرمی شود.

که این امر در جهت تولید یونهای نیتروژن صورت می گیرد.

انواع یونهای نیتروژن به صورت انبوه به کمک آهن رباهای الکتریکی انتخاب می

شوند. این آهنرباهای الکتریکی به کمک یک منبع قدرت خارجی کنترل می شوند.

در این آزمایش ولتاژهای شتاب از  $20 KeV$  تا  $30 KeV$  بودند. آهن رباهای تقیلمی

کمکی مورد استفاده قرار گرفتند تا عبور باریکه یون از میان روزنه ای در یک صفحه

گرافیتی بر روی ظرف فاراده را تنظیم کنند. وقتی تنظیم تکمیل می شود نمونه آزمایش

جایگزین صفحه گرافیتی باریکه از لحاظ کامپیوتری مورد بررسی دقیق و اکسن در

موقعیت  $50$  هرتز عمودی قرار می گیرد و آن نمونه آزمایش به طور مکانیکی، توسط

موتور تنظیم شده کامپیوتر بیرونی در حرکت افقی نوسانی در عرض آن باریکه یونی

حرکت می کند. این امر امکان تأثیر متقابل باریکه یکنواخت را با نمونه آزمایش فراهم

می کند. جریان باریکه یونی در طول قرارگیری یون، جهت تعیین و ارزیابی مجموع

بارالکتریکی یون نیتروژن تنظیم و کنترل می شود. جای گیری یون متفاوت از  $1$  تا

$2 \times 10^3 mc$  بود و حد متوسط ناحیه ای که در آن یون قرار گرفت بیش از ناحیه

$4 \times 4 mc^2$  بود. محدوده ناحیه ای که یون در آن قرار داشت  $4$  تا  $8 \times 10^{17} cm^2$  است.

بررسی های سطح در روش های ترکیبی طیف نمایی فوتوالکترونی پرتو ایکس و طیف نمایی الکترونی اوژه با به کارگیری طبق سنج دارای نشانگر  $PH$  انجام شد. در این بررسی ها از تابش منیزیم با بیش از یک طول موج و  $K\alpha = 1253/6\text{ev}$  استفاده شد که شامل آنالیز و آینه ای به شکل استوانه می شود.

بررسی های کلی و دقیق در انرژی عبوری  $50\text{ev}$  انجام شدند و بررسی های عنصری با تفکیک پذیری بالاتر در انرژی عبوری  $25\text{ev}$  انجام گرفتند. سختی سطح توسط  $VMIS 2000$  بررسی شد.

$VMIS 2000$  میله مدرجی در مقیاس میکرو و دارای عملکرد مکانیکی است که توانایی کسب اطلاعات عمیق و جامع را با نیرو دارد و نیز قادر به کسب میزان تفکیک پذیری عمیق در مقیاس نانومتر می باشد. نیروی گرفته شده توسط  $VMIS 2000$  در طول ۲۰ مرحله متفاوت از مقدار تماس  $0.1Mn$  تا حداکثر  $5mN$  بود.

اطلاعات حاصل از مقادیر نیرو و عمق توسط آن وسیله نرم افزاری مورد بررسی قرار گرفتند و حداکثر سختی به عنوان سختی در نظر گرفته شد.

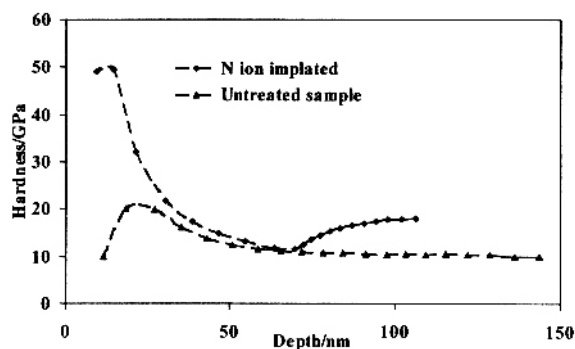
### ۳- نتایج و بحث

تجربیات حاصل از فرورفتگی نانو در جهت بررسی ویژگی های میکرومکانیکی نمونه های یون قرار گرفته مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه ای از سختی های مرتبط با سختی در مقیاس نانو به عنوان تابعی از عمق فرورفتگی برای نمونه های فولاد اولیه و



اصلاح شده در شکل ۲ نشان داده شده است. از لحاظ ویژگی، مقادیر سختی مطابق قابل پیش بینی و مورد انتظار مربوط به ماده توده ای به عنوان تداوم فرورفتگی ها می باشد. سختی  $10\text{ GPa}$  برای لایه فولادی متناسب با سختی فرورفتگی (دندانه ای) منتشر شده برای فولادهای آلیاژی است. این تناسب و همخوانی وجود واحدهای اندازه گیری میکرومکانیکی ما را تأیید می کند. میزان سختی برای سطحی اصلاح شده یا برای محلی که در آن لایه ای رسوب کرده است. معمولاً از میزانی که متناسب با سختی لایه است و قبل از تجزیه و تلاشی سختی توده ای لایه زیرین شروع می شود (به شکل ۲ رجوع شود). بالای عمق فرورفتگی که در حد ده ها نانومتر است به ویژگی های لایه بستگی دارد.

بنابراین، میزان سختی اولیه را می توان به عنوان سختی لایه یا لایه اصلاح شده در نظر گرفت.



شکل (۲) تفاوت سختی با توجه به عمق فرورفتگی در مورد نمونه های ثابت و تغییر کرده

شکل ۲ سختی نمونه ای که دارای پیوند یون نیتروژن است را با سختی نمونه ای سخت تر و دارای سطح کربن دار مقایسه می کند. شکل ۲ نشان می دهد که نمونه اصلاح شده از طریق یون سختی معادل  $50\text{GPa}$  داشت. مقادیر سختی ثبت شده برای نمونه های دارای پیوند یون نیتروژن، تحت شرایط قرارگیری یون از  $35$  تا  $50\text{GPa}$  در نوسان می باشد. مقادیر سختی و شرایط قرارگیری یون در جدول ۱ ارائه شده اند. مقادیر جدول ۱ در مقایسه با مقادیر سختی معمولی سطح و نیز مقادیر موجود قبلی برای یون قرار گرفته در سطوح فولادی که معمولاً کمتر از  $15\text{GPa}$  هستند، بالاتر می باشند.

Table 1  
Implantation conditions and hardness recorded

Sample no.	Ion beam energy (keV)	Total charge (mC)	Ion dose (ions/cm <sup>2</sup> )	Hardness (GPa)
1	33	500	$1.95 \times 10^{17}$	35
2	35	1100	$4.3 \times 10^{17}$	45
3	20	1500	$5.8 \times 10^{17}$	50
4	30	2000	$7.8 \times 10^{17}$	40

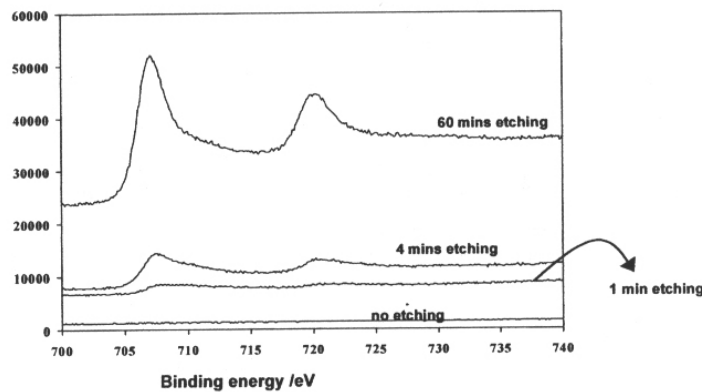
جدول (۱): شرایط قرارگیری یون و مقادیر ثبت شده سختی سطح

انرژی باریکه یون *Ion beam energy* نمونه *Sample*

دیگر لایه هایی که توسط باریکه یونی مورد اصلاح و تغییر قرار گرفته اند تا سختی کمتر از  $25\text{GPa}$  دارند و اخیراً تنها لایه های سخت تر (با سختی  $35\text{GPa}$ ) در مورد لایه های *DLC* گزارش شده اند.

مقادیر سختی گزارش شده در اینجا از چیزی که در دیگر فرآیندهای اصلاح سطح یا رسوب لایه مشاهده شده است، بالاتر هستند. سختی بالایی که بر روی سطح فولاد مورد مطالعه مشاهده کردیم، باید به علت اصلاح و تغییر شیمیایی سطح در نتیجه پیوند یون باشد.

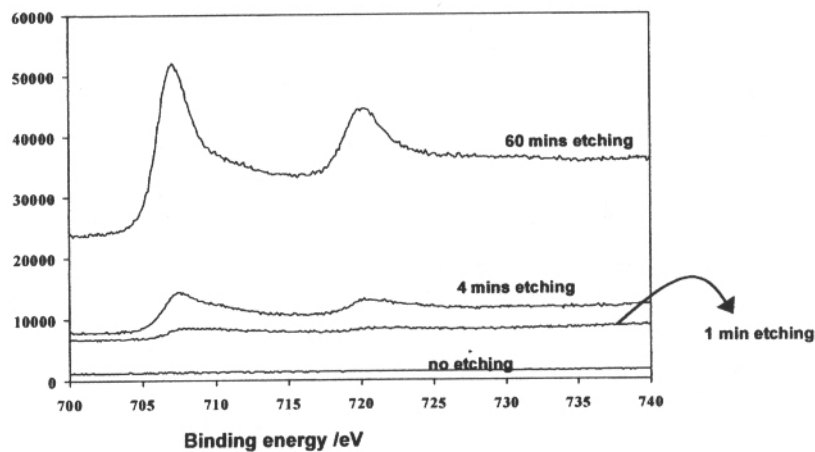
بنابراین از تکنیک طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس در جهت بررسی ترکیب شیمیایی لایه اصلاح شده استفاده کرده ایم. به طور خاص نمون سوم (برطبق جدول ۱) را انتخاب کرده ایم. نمونه ای که نشان دهنده بالاترین سختی برای ویژگی های روش طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس بود. شکل ۳ بررسی کلی روش طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس با محدوده انرژی صفر تا  $1000\text{ eV}$  را برای نمونه سوم در شرایط قرارگیری و بعد از یک دقیقه حک کردن یون آرگون نشان می دهد. به منظور مقایسه، اطلاعات مربوط به نمونه ای که یونی در آن قرار نگرفته است نیز بر روی همان نمودار نشان داده شده است.



شکل (۳): بررسی کلی XPS عناصر

مشاهده می شود که خطوط آهن حتی بعد از یک دقیقه حک کردن یون آرگون برای آن نمونه دارای پیوند بسیار ضعیف هستند. به علاوه، همانطوری که در شکل نشان داده شده است، نمونه دارای پیوند یونی نمایانگر قله های  $Si$  و  $N$  نسبتاً قوی می باشد. اگرچه وجود خط نیتروژن به طور آشکار می تواند به علت تأثیر فرآیند پیوند یون نیتروژن باشد، با این حال نقطه اوج سیلیسیم قوی و علائم آهن ضعیف در مقایسه با نمونه ای مثل آنچه دریافت شده است حاکی از سطح آلیاژی انبوه در مقیاس میکرو و نواحی سطح زیرین می باشد.

آن علامت و نشانه ضعیف آهن به طرز خاصی تعجب برانگیز بود و تصمیم ما تأثیر این علائم ضعیف با مطالعه جامع خطوط  $2p$  آهن می باشد. (شکل شماره ۴)



شکل (۴) طیفهای  $Fe2P$  به عنوان تابعی از زمان حکاکی در مورد سطح فولادی دارای پیوند با

یون نیتروژن انرژی پیوند =  $Binding\ energy$

تفاوت در آن طیف برای  $Fe\ 2P$  را به عنوان تابعی از عمق سطح نشان می دهد.

همانطوری که می توان مشاهده کرد تا حدود ۴ دقیقه بعد از حکاکی ، خط  $Fe\ 2P$

قوی نمی گشت و همانطوری که در یک نمونه تازه انتظار می رود تنها بعد از حکاکی

طولانی مدت خط  $Fe\ 2P$  به طرز مطلوبی مشخص شد. این مدرک تأیید می کند که

آهن نقش کمی در ساختار شیمیایی سطح ایفا می کند. همچنین تأیید کننده این است

که ترکیب آهن در محدوده ای بالای عمق در حال افزایش مرتبط با تراکم انبوه، در

چند ده نانومتر در نوسان است. ما آن تفاوت را مورد بررسی قرار داده ایم و از لحاظ

کمیتی ، ترکیبات را به عنوان تابعی از عمق مشخص کرده ایم. این نتایج در جای دیگر

پدیدار می شود. آن مدرک موجود قویاً مطرح می کند که سطحی که لزوماً شامل کربن

و سیلیسیم و نیتروژن است یا به عنوان لایه ای حمل از منابع آلوده کننده دچار رسوب

و ته نشین می شود و یا اینکه در طول فرآیندهای قرارگیری یون از ناحیه لایه زیرین و

در پی واکنش شیمیایی انتخابی ترجیحی بین یون نیتروژن و کربن و سیلیسیم از ناحیه

لایه زیرین فولادی رشدی می کند. قرارگیری یون توسط بسیاری از محققین مورد

بررسی قرار گرفته است و املاح و تغییر شیمیایی اغلب به علت شکل گیری

نیتrideهای آهن با ساختار  $Fe_xN_y$  و یا نیتروژن در محلول جامد گزارش شده است.

در تمامی این موارد، مقادیر سختی یا اندازه گیری نشده اند و یا اینکه این مقادیر

گزارش شده به مراتب کمتر از مقادیر سختی بوده اند که در این کار مشاهده می شوند.

در کار ما به طرز واضحی آهن نقش کمی در سختی بسیار بالای سطح ایفا می کند. مدرکی که ما تاکنون نشان داده ایم تأیید کننده این است که سطح لزوماً ترکیبی از  $C$  و  $N$  و مقادیری سیلیسیم ( $Si$ ) و به احتمال فراوان لایه ای محتوی نیتريد کربن دارای عنصر تقویتی سیلیسیم است. وجود لایه نیتريد کربن در تأیید مقادیر سختی بالایی است که یافت شده است. به نحوی مشابه، سختی بالایی (اگرچه با مقدار حدوداً کمتر از  $35GPa$ ) در لایه های شبه الماسی دارای عنصر تقویتی نیتروژن گزارش شده است. در این مورد لایه ها به صورت بی شکل و نامتبلور هستند.  $LiV$  و  $Cohen$  وجود ساختاری متبلور برای  $C_3N_4$  را مشابه با ساختار متبلور  $\beta Si_3N_4$  با سختی تعیین شده قابل مقایسه با سختی الماس پیش بینی کرده بودند. اگرچه تلاش های زیادی در زمینه ترکیب ساختار متبلور نیتريد کربن صورت رفته است با این حال بهترین تلاش ها در مورد متغیرهای غیر استئوکیومتری لایه های نیتريد کربن بوده است این متغیرها به منظور وجود انواع  $SP^3$  در پیوندهای قابل پیش بینی در ساختار متبلور  $C_3N_4$  مورد مطالعه قرار گرفته اند. ما بیشتر ماهیت پیوندهای کربن و نیتروژن را در لایه املاح شده مورد بررسی قرار دادیم و آن را با مفاهیم درک شده فعلی از لایه های نیتريد کربن مقایسه نمودیم. روش طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس در مورد  $C_1S$  و  $N_1S$  به ترتیب در شکل های ۵ و ۶ نشان داده شده اند. استفاده از  $C_1S$  برای هر ویژگی معنی داری دشوار است که علت آن نقش احتمالی دیگر منابع کربنی است. با این وجود، ما

انتظار داریم که بعضی از ویژگی های این خط نشانه هایی از ماهیت شیمیایی کربن پیوندی با نیتروژن از ناحیه لایه اصلاح شده را ارائه کند.

نقاط اوج  $C_{1s}$  در  $285eV$  حداکثر نیمی از کل پهنا معادل  $4eV$  حاکی از این است که آن از بیش از یک منبع و به احتمال فراوان از دو منبع ناشی می شود.

با این وجود، مرکز نقطه اوج نزدیک به  $285eV$  متناسب بانوع  $SP^3$  پیوندهای کربن است که این دو نوع در ساختار مبتلور  $C_3N_4$  پیش بینی شده است.

نقطه اوج (قله)  $N_{1s}$  (با توجه به شکل ۶) به خصوص بیشتر جهت تعیین ویژگی لایه اصلاح شده مورد مطالعه قرار می گیرد. قله های طیف  $N_{1s}$  در  $398/5eV$  با حداکثر

نصف کل پهنای معادل  $2eV$  می باشد. مقدار حداکثر نصف کل پهنا ناچیز و نزدیک به مقادیر  $1/7$  تا  $1/8$  است که این مقادیر به گونه های نیتروژنی اختصاص دارد.

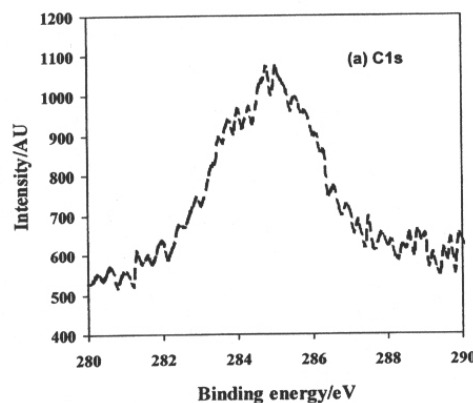


Fig. 5. XPS C1s from  $N_2^+$  implanted steel.

شکل (۵): طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس برای  $C_{1s}$  از سطح فولادی دارای پیوند با یون

نیتروژن شدت = Intensity

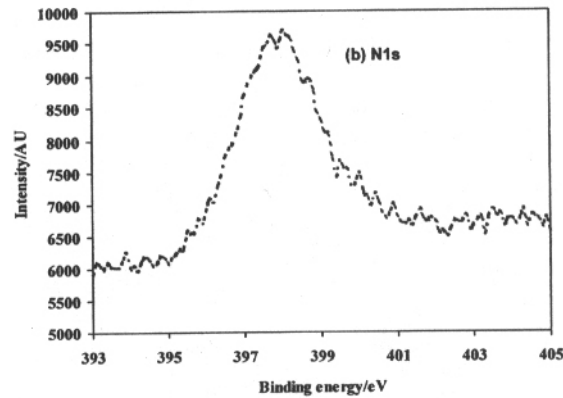


Fig. 6. N1s from  $N_2^+$  implanted steel.

### شکل (۶) $N_{1S}$ از سطح فولادی دارای پیوند با یون نیتروژن

ارزیابی این مدرک حاکی از این است که وجود نیتروژن، عمدتاً ناشی از گونه نیتروژنی واحدی در مقایسه با طیف بسیار گسترده نیتروژنی است که این طیف گسترده در چندین تلاش دیگر و در ترکیب نیتریدهای کربن ثبت شده است. استفاده از طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس ( $XPS$ ) برای تعیین موقعیت نیتروژن دارای اتصال  $SP^3$  در لایه های  $C-N$  نتایج بسیار متفاوتی به وجود آورده است. و بنابراین تعیین انرژی پیوندی گل برای نیتروژن دارای اتصال  $SP^3$  در نیتریدهای کربن امری دشوار است. چیزی که به نظر آشکار می رسد این است که موقعیت قله یا آن نقطه اوج وابسته به تراکم نیتروژن و شرایط فرآیند دارد. با این وجود، نتیجه ای که هم اکنون برای ما موجود است و نشان دهنده نقطه اوج  $N_{1S}$  در  $398/5$  می باشد متناسب و سازگار با نیتروژن دارای پیوند  $SP^3$  می باشد.



نقش سیلیسیم ( $Si$ ) در شکل گیری پیوندی  $SP^3$  در  $C-N$  به عنوان نقش عمده و اساسی مورد توجه قرار می گیرد و در واقع تصور می شود که سیلیسیم قسمتی از ترکیب شیمیایی است.

از آنجایی که  $Si_3N_4$  مشابه ساختار  $C_3N_4$  است بنابراین تصویر می شود که عمل تقویت کننده  $Si$  شکل گیری اتصال  $SP^3$  را که در یک نیتريد ترکیبی از نوع  $(C, Si)_3$   $N_+$  انتظار می رود تسريع می کند. برای نمونه مشخص است که  $Si_3N_+$  توسط قرارگیری یون نیتروژن در داخل لایه زیرین محتوی سیلیسیم رشد کرده است. همچنین انواع پیوند  $SP^3$  در اتصالات  $C-N$  بر روی لایه های رشد کرده در داخل لایه های زیرین سیلیسیم گزارش شده اند.

بنابراین می توان گفت که اتصالات و پیوندهای  $SP^3$  در پیوندهای  $(C, Si)-N$  می تواند از طریق عمل تقویت کننده  $Si$  (سیلیسیم) افزایش یابد. عمل تقویتی سیلیسیم عامل ترکیب شیمیایی مختلفی بود که مادر لایه فولادی دارای پیوند نیتروژن مشاهده نمودیم. بنابراین، ترکیب نشانه های حاصل از روش طیف نمایی فوتوالکترونی پرتوایکس و سختی دارای مقیاس نانو تأیید می کند که سختی بسیار بالایی که از سطح فولادی دارای پیوند یونی مشاهده نمودیم. نتیجه تغییر شیمیایی سطح فولاد توسط فرآیند قرارگیری یون می باشد. اصل سختی سطح به علت ساختار شیمیایی کربن و نیتروژن است که پیدایش این ساختار به علت وجود مقدار ناچیز  $Si$  می باشد. سختی بسیار

بالایی که در نتیجه فرآیند ترزریق یون می باشد کاربرد قابل توجهی در زمینه طراحی و

آمادگی سطح در برابر فرآیند سایشی دارد.

#### ۴- نتایج

ترکیب سطحی متشکل از فولاد آلیاژی پایین که تحت عملیات حرارتی قرار گرفته است

از طریق پیوند با یون نیتروژن قابل تغییر و اصلاح می باشد.

در نتیجه فرآیند یون، آن واکنش شیمیایی باعث پیدایش و شکل گیری نیتریدهای کربن

و سیلیسیم (Si) می شود. سختی سطح اصلاح شده ۳۵ تا  $50\text{GPa}$  بود که میزان این

سختی بستگی به شرایط جا گیری یون داشت و بالاتر از سختی لایه های شبه الماسی

دارای عنصر تقویتی نیتروژن بود.

جهت خرید فایل word به سایت [www.kandoocn.com](http://www.kandoocn.com) مراجعه کنید  
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

Filename: Document1  
Directory:  
Template: C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application  
Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm  
Title: سختي بسيار بالاي فولاد آلياژي پايين طي فرآيند پيوند و فرارگيري يون نيتروژن  
Subject:  
Author: pc3  
Keywords:  
Comments:  
Creation Date: 4/15/2012 11:34:00 AM  
Change Number: 1  
Last Saved On:  
Last Saved By: hadi tahaghoghi  
Total Editing Time: 0 Minutes  
Last Printed On: 4/15/2012 11:34:00 AM  
As of Last Complete Printing  
Number of Pages: 18  
Number of Words: 2,429 (approx.)  
Number of Characters: 13,847 (approx.)