

بسمه تعالی

معاونت پژوهش، برنامه ریزی و سنجش مهارت

دفتر پژوهش، طرح و برنامه ریزی درسی

استاندارد آموزش شایستگی

پوشش دهی **TiN** بر روی قطعات به روش **PACVD**

گروه شغلی

فناوری نانو

کد ملی آموزش شایستگی

۳۱۱۷-۹۵-۰۲۴-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۵/۴/۱

نظارت بر تدوین محتوا و تصویب : دفتر پژوهش، طرح و برنامه ریزی درسی

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی : ۳۱۱۷-۹۵-۰۲۴-۱

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی :

رضا باجولوند مدیرکل دفتر پژوهش، طرح و برنامه های درسی

یعقوب نماینده مدیرکل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی

رامک فرح آبادی معاون دفتر طرح و برنامه های درسی

زهرا میرزاده مدرسی سرگروه برنامه ریزی درسی فناوری نانو

دکتر علی ضرابی استاد دانشگاه اصفهان

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد آموزش شایستگی :

-اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی

-شرکت رایا نانو صنعت ارس

فرآیند اصلاح و بازنگری :

-

کلیه حقوق مادی و معنوی این استاندارد متعلق به سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور بوده و هرگونه سوء استفاده مادی و معنوی از آن موجب پیگرد قانونی است .

آدرس: دفتر پژوهش، طرح و برنامه ریزی درسی

تهران، خیابان آزادی، نبش خیابان خوش جنوبی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

تلفن ۶۶۵۸۳۶۲۸

دورنگار ۶۶۵۸۳۶۵۸

آدرس الکترونیکی : RPC:iran tvto.ir

تهیه کنندگان استاندارد آموزش شغل شایستگی

ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	شغل و سمت	سابقه کار مرتبط
۱	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیرعامل شرکت رایا نانو صنعت ارس	۴ سال
۲	وحید کاردان	کارشناسی	مهندسی مواد	همکار شرکت رایا نانو صنعت ارس	۳ سال
۳	سید امید رضا شیخ الاسلامی	کارشناسی	مهندسی مواد	همکار شرکت رایا نانو صنعت ارس	۳ سال
۴	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مربی	۳ سال
۵	مجید امانی	کارشناس	مهندس مکانیک	همکار شرکت رایا نانو صنعت ارس	۳ سال

تعاریف :

استاندارد شغل :

مشخصات شایستگی ها و توانمندی های مورد نیاز برای عملکرد موثر در محیط کار را گویند در بعضی از موارد استاندارد حرفه ای نیز گفته می شود.

استاندارد آموزش :

نقشه‌ی یادگیری برای رسیدن به شایستگی های موجود در استاندارد شغل .

نام یک شغل :

به مجموعه ای از وظایف و توانمندی های خاص که از یک شخص در سطح مورد نظر انتظار می رود اطلاق می شود .

شرح شغل :

بیانیه ای شامل مهم ترین عناصر یک شغل از قبیل جایگاه یا عنوان شغل ، کارها ارتباط شغل با مشاغل دیگر در یک حوزه شغلی ، مسئولیت ها ، شرایط کاری و استاندارد عملکرد مورد نیاز شغل .

طول دوره آموزش :

حداقل زمان و جلسات مورد نیاز برای رسیدن به یک استاندارد آموزشی .

ویژگی کارآموز ورودی :

حداقل شایستگی ها و توانایی هایی که از یک کارآموز در هنگام ورود به دوره آموزش انتظار می رود .

کارورزی:

کارورزی صرفاً در مشاغلی است که بعد از آموزش نظری یا همگام با آن آموزش عملی به صورت محدود یا با ماکت صورت می گیرد و ضرورت دارد که در آن مشاغل خاص محیط واقعی برای مدتی تعریف شده تجربه شود. (مانند آموزش یک شایستگی که فرد در محل آموزش به صورت تئوریک با استفاده از عکس می آموزد و ضرورت دارد مدتی در یک مکان واقعی آموزش عملی ببیند و شامل بسیاری از مشاغل نمی گردد).

ارزشیابی :

فرآیند جمع آوری شواهد و قضاوت در مورد آنکه یک شایستگی بدست آمده است یا خیر ، که شامل سه بخش عملی ، کتبی عملی و اخلاق حرفه‌ای خواهد بود .

صلاحیت حرفه ای مربیان :

حداقل توانمندی های آموزشی و حرفه ای که از مربیان دوره آموزش استاندارد انتظار می رود .

شایستگی :

توانایی انجام کار در محیط ها و شرایط گوناگون به طور موثر و کارا برابر استاندارد .

دانش :

حداقل مجموعه ای از معلومات نظری و توانمندی های ذهنی لازم برای رسیدن به یک شایستگی یا توانایی که می تواند شامل علوم پایه (ریاضی ، فیزیک ، شیمی ، زیست شناسی) ، تکنولوژی و زبان فنی باشد .

مهارت :

حداقل هماهنگی بین ذهن و جسم برای رسیدن به یک توانمندی یا شایستگی . معمولاً به مهارت های عملی ارجاع می شود .

نگرش :

مجموعه ای از رفتارهای عاطفی که برای شایستگی در یک کار مورد نیاز است و شامل مهارت های غیر فنی و اخلاق حرفه ای می باشد .

ایمنی، :

نام استاندارد آموزش شایستگی :	
پوشش دهی TiN بر روی قطعات به روش PACVD	
شرح استاندارد آموزش شایستگی:	
پوشش دهی TiN بر روی قطعات، از شایستگی های حوزه فناوری نانو بوده و کار هایی از قبیل راه اندازی دستگاه، آماده سازی زیرلایه، کنترل و بهینه سازی فرایند لایه نشانی و تهیه لایه نازک در ضخامت های مورد نیاز را دارد.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم	
حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی ،ذهنی	
مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۷۶ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۱۹ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۵۷ ساعت
- زمان کارورزی	: - ساعت
- زمان پروژه	: - ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)	
- کتبی :	۲۵%
- عملی :	۶۵%
- اخلاق حرفه ای :	۱۰%
صلاحیت های حرفه ای مربیان :	
-دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته مواد، شیمی ، مکانیک، الکترونیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	

* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

پوشش نیتريد تیتانیوم (TiN) به علت بر خوداری از سختی بالا، مقاومت به خوردگی خوب و ضریب اصطکاک کم می تواند تا بیش از ده برابر باعث افزایش طول عمر یک ابزار گردد. اعمال این پوشش بر روی زیر لایه های مختلف می تواند توسط فرآیندهای مختلفی صورت گیرد (۱.رسوب فیزیکی از فاز بخار (PVD) شامل تبخیر، کند و پاش و برآرایی باریکه مولکولی، ۲.رسوب شیمیایی از فاز بخار (CVD) و روش - های بهبود یافته آن (-PACVD LPCVD)، ۳.آبکاری الکتریکی و غیرالکتریکی (فرایندهای الکتروشیمیایی و شیمیایی) و ۴.فرایندهای پاششی (تفنگ های احتراقی، پلاسمایی و انفجاری)). انتخاب نوع فرایند و پارامتر های پوشش دهی (دما، زمان، شرایط گاز ورودی و...) می تواند تا حد زیادی بر ساختار، خواص مکانیکی و رفتار تریبولوژیکی و خوردگی این پوشش ها تأثیر گذار باشند. بدلیل خواص و ویژگی های منحصر به فرد نیتريد تیتانیوم، این ماده کاربردهای گسترده ای در صنعت یافته است. مثلاً در صنعت میکروالکترونیک به عنوان سد الکتریکی استفاده می شود یا به سبب مقاومت بالا در برابر سایش و محیط خوردنده در قطعات صنعتی، به کار گرفته می شود. از دیگر ویژگی های آن خواص زینتی کاربردهای دیگری از جمله در سلول های خورشیدی و ابزار الات پزشکی نیز، دارد.

نیتريد تیتانیوم با داشتن خواص فیزیکی منحصر به فرد و اعمال آن به عنوان پوشش بر روی سطح قطعات، انتظار داریم خواصی مانند سختی بالا، مقاومت به درجه حرارت بالا، چسبندگی خوب با ماده زیر لایه، مقاومت به سایش بالا و مقاومت بالا در محیط خوردنده حاصل شود.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

Titanium Nitride (TiN) Coating

* مهم ترین استانداردها و رشته های مرتبط با این استاندارد :

* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب شناسی و سطح سختی کار :

- الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب طبق سند و مرجع
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت طبق سند و مرجع
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور طبق سند و مرجع
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار

استاندارد آموزش شایستگی

- کارها

ردیف	عناوین
۱	راه اندازی دستگاه PACVD
۲	آماده سازی زیر لایه
۳	لایه نشانی پوشش TiN با سیستم PACVD
۴	کنترل فاکتور های موثر بر کیفیت پوشش

	زمان آموزش			عنوان: راه اندازی دستگاه PACVD
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۰	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش:
وسایل کمک آموزشی				- انواع دستگاه ها و روش های لایه نشانی TiN
کپسول آتشنشانی				-بخش های مختلف دستگاه PACVD (سیستم الکترونیک، سیستم تخلیه، کنترل MFC)
جعبه کمک های اولیه				-انواع پورت ها (ورودی پمپ خلا ، تغذیه الکتریکی و ورودی گازها) و نحوه اتصال آن ها
واپت برد				-نحوه راه اندازی دستگاه با توجه به کاتالوگ سازنده دستگاه
ماژیک واپت برد				-نحوه اجرای پروفایل مورد نظر (اتوماتیک و دستی)
نوشت افزار				-اصول تمیز کردن دستگاه
دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات				-عیوب احتمالی دستگاه و نحوه رفع آن ها
انواع فشارسنج				-موارد ایمنی
لباس کار				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
دستکش				مهارت :
کفش مخصوص آزمایشگاه				-رعایت موارد ایمنی
				-کنترل اتصالات و پورت های ورودی
				- راه اندازی دستگاه
				- اجرای پروفایل مورد نظر (اتوماتیک و دستی)
				- تمیز کردن دستگاه
				-برطرف نمودن عیوب احتمالی
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستورالعمل ها
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : راه اندازی دستگاه PACVD
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی زیر لایه
	جمع	عملی	نظری	
	۱۶	۱۲	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-انواع زیر لایه ها و ویژگی آن ها
کپسول آتشنشانی				-تاثیر آلودگی زیر لایه بر کیفیت لایه
جعبه کمک های اولیه				-نحوه آماده سازی زیر لایه
واپت برد				-تاثیر میزان زبری زیر لایه بر لایه نشانی
ماژیک واپت برد				-اصول و روش های آماده سازی زیر لایه
نوشت افزار				-عملیات اصلاحی برای بهبود کیفیت پوشش(عملیات حرارتی و...)
دستگاه لایه نشانی با تمامی متعلقات				-الزامات ایمنی در خصوص آماده سازی زیر لایه
لباس کار				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
دستکش				مهارت :
کفش مخصوص آزمایشگاه				-رعایت موارد ایمنی
				-برش زیر لایه
				-خشک کردن نمونه
				-تعیین میزان زبری زیر لایه
				-تمیز کردن زیر لایه
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستور العمل ها
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی

استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی زیر لایه
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام استفاده از وسایل آماده سازی زیر لایه - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه) توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی پوشش TiN با سیستم PACVD
	نظری	عملی	جمع	
	۵	۱۵	۲۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار دستگاه لایه نشانی با تمامی متعلقات لباس کار دستکش کفش مخصوص آزمایشگاه	دانش :			
	-روش های لایه نشانی TiN، انواع، کاربرد و ویژگی آن ها			
	-مکانیزم رشد لایه TiN به روش PECVD			
	-نحوه ایجاد پلازما			
	-تاثیر کند و پاش و تمیز سازی نمونه			
	-تاثیر فشار گاز ها بر رنگ پوشش نهایی			
	-نحوه کنترل فشار، دبی و درصد گازها			
	-محاسبه نرخ رشد لایه			
	-نحوه کنترل خلاء			
	-نحوه کنترل ضخامت پوشش TiN			
	-نحوه چینش زیر لایه بر روی نگه دارنده			
	-اصول تمیز کردن دستگاه بعد از هر کارکرد			
	-اصول ایمنی			
	-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی			
	مهارت :			
	-رعایت موارد ایمنی			
	- کنترل فشار، دبی و درصد گازها			
	-کنترل خلاء			
	-کنترل پلازما			
	-لایه نشانی TiN			
-کنترل رنگ پوشش				
-کنترل نرخ لایه نشانی و ضخامت لایه				
نگرش :				
-پیروی از دستورالعمل ها				
-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار				
-درک استفاده بهینه از انرژی				

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی پوشش TiN با سیستم PACVD
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۲۶	۲۰	۶	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			کنترل فاکتور های موثر بر کیفیت پوشش
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-تاثیر دمای لایه نشانی
کپسول آتشنشانی				-تاثیر زمان لایه نشانی
جعبه کمک های اولیه				-فاصله منبع تا فلز پایه
واپت برد				-نحوه بررسی کیفیت پوشش
ماژیک واپت برد				-موارد ایمنی
نوشت افزار				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
دستگاه لایه نشانی با تمامی متعلقات				مهارت :
لباس کار				-رعایت موارد ایمنی
دستکش				-انتخاب پروفایل مناسب
کفش مخصوص آزمایشگاه				-کنترل دمای لایه نشانی
				-کنترل زمان لایه نشانی
				-تنظیم فاصله منبع تا فلز پایه
				- بررسی کیفیت پوشش
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستورالعمل ها
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : کنترل فاکتور های موثر بر کیفیت پوشش
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			

- برگه استاندارد تجهیزات ، ابزار و مواد مصرفی

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	با تمام متعلقات	۱ عدد	
۲	وسایل کمک آموزشی	سری کامل	۱ سری	
۳	کپسول آتششانی	۶ کیلو گرمی کف شیمیایی و CO ₂	۲ عدد	
۴	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	۱ جعبه	
۶	دستگاه لایه نشانی PACVD	آموزشی	۳ دستگاه	
۷	کپسول گاز NH ₃	خلوص بالا	۱ عدد	
۸	کپسول گاز TiCl ₄	خلوص بالا	۱ عدد	
۹	دستگاه حمام التراسونیک	آموزشی	۱ دستگاه	
۱۰	واپت برد	بزرگ	۱ عدد	
۱۱	ماژیک واپت برد	در رنگ های مختلف	از هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
۱۲	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	۱ دست برای هر نفر	
۱۳	کفش	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۱۴	ماسک ایمنی	فیلتر دار	۲ عدد برای هر نفر	
۱۵	دستکش	نخی	۱ جفت برای هر نفر	
۱۶	الکل	خلوص بسیار بالا	۱ لیتر برای هر دوره	
۱۷	استون	خلوص بسیار بالا	۱ لیتر برای هر دوره	
۱۸	ویفر	سیلیکونی، شیشه ای، فلزی و سرامیکی	۲۰ عدد از هر کدام برای هر دوره	
۱۹	کپسول گاز هیدروژن	خلوص بالا	۱ عدد	
۲۰	کپسول گاز آرگون	خلوص بالا	۱ عدد	
۲۱	کپسول گاز نیتروژن	خلوص بالا	۱ عدد	

توجه :

- تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر در نظر گرفته شود .

- مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر محاسبه شود .

- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .

- منابع و نرم افزار های آموزشی (اصلی مورد استفاده در تدوین و آموزش استاندارد)

ردیف	عنوان منبع یا نرم افزار	مؤلف	مترجم	سال نشر	محل نشر	ناشر یا تولید کننده
۱	مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو	باشگاه نانو	-	۱۳۹۱	تهران	کوچک آموز
۲	ایجاد پوشش TiN بر روی فولاد تندبر ۱۰۳۳۵۵ DIN به روش PACVD با عملیات قبلی نیتروژن دهی پلاسمایی	شفیعی، مرادی، رئوفی،		۱۳۸۸	تهران	سمپوزیوم فولاد

- سایر منابع و محتواهای آموزشی (پیشنهادی گروه تدوین استاندارد) علاوه بر منابع اصلی

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مؤلف / مولفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
۱	Metallurgical Coatings and Thin Films	۱۹۹۱	G.E. McGuire, D.C. McIntyre, Stefan G. Hofmann		LONDON	Elsevier	
۲	Chemical Vapour Deposition: Precursors, Processes and Applications	۲۰۰۹	Anthony C. Jones, Michael L. Hitchman				
۳	Thin Film Materials, Processes, and Reliability	۲۰۰۳	G. S. Mathad		USA	Electrochemical society	

فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	http://thinfilm.blog.ir
۲	www.mse.arizona.edu/faculty/birnie/Coatings
۳	www.edu.nano.ir
۴	https://en.wikipedia.org/wiki/Titanium_nitride