



شرکت فن آوری بهنورسازان مهیاد

تاریخ : .....  
شماره : .....  
پیوست : .....

## نیتروژن کردن فلزات به کمک پلاسما

مهندسی سطح، فرایندی تحت کنترل است که بر سطح قطعات صنعتی اعمال شده و قابلیت سرویس دهی آنها افزایش می یابد. ASM مهندسی سطح را عملیاتی بر روی سطح و یا نواحی نزدیک سطح تعریف کرده است. این عملیات خواصی ممتاز در سطح ایجاد می کند که از خواص مغز ماده کاملاً متفاوت است. این خواص با روش های متالورژیکی، مکانیکی، شیمیایی و یا افزودن پوشش به سطح، قابل دستیابی است. نیتروژن دهی از جمله عملیات شیمیایی است که در دمای بالا در سطح تغییراتی ایجاد می کند و به آن عملیات ترموشیمیایی می گویند. عملیات ترموشیمیایی فولادها، اشباع قشر سطحی فولاد از عنصری معین است. نفوذ این عنصر از یک محیط خارجی به داخل قطعه ای که در دمای بالا گرم شده است انجام می گیرد. نیتروژن دهی، به دو شاخه اصلی قابل تقسیم است:

1. روش های سنتی 1 که شامل سختکاری سطحی در محیط جامد، مایع و یا گازی برای انتقال جرم است.
  2. روش های وابسته به پلاسما
- پلاسما، حالتی از ماده است که پس از جامد، مایع و گاز می توان آن را حالت چهارم ماده دانست. پلاسما از اجزای باردار یعنی یون ها و الکترون ها تشکیل شده است. حالت پلاسما را می توان با گرم کردن گاز تا دمای چند صد هزار درجه ایجاد کرد. همچنین با به کار بردن الکتریسیته هم می توان حالت پلاسما را براحتی با استفاده از تخلیه نورانی ایجاد کرد.

### **فرایند نیتروژن دهی پلاسمایی**

در نیتروژن دهی پلاسمایی صفحه نگهدارنده قطعات که کاتد نامیده می شود، به قطب منفی متصل می شود و محفظه که آند نامیده می شود، به قطب مثبت متصل می شود و پتانسیل آن برابر زمین است. محفظه خلاء می شود و زمانی که گاز با ترکیب مناسب و فشار کافی وارد محفظه شد (1 تا 10 تور) ولتاژ بین 500 تا 1000 ولت اعمال می شود. گاز تهیج شده، یونیزه می شود. در این حالت، هاله ای نورانی 2 اطراف قطعه را فرا می گیرد. به همین علت، به این فرایند نیتروژن دهی به وسیله تخلیه نورانی نیز گفته می شود. یون های مثبت نیتروژن که درون هاله پلاسما ایجاد می شوند، جذب قطعاتی می شوند که به کاتد متصل بوده و دارای پتانسیل منفی هستند. برخورد یون های نیتروژن به سطح قطعه باعث افزایش دمای قطعه تا دمای فرایند حدود 400 تا 500 درجه سانتی گراد و ایجاد شرایط لازم برای نفوذ می شود. اسامی مختلفی برای نیتروژن دهی پلاسمایی ذکر شده است که عبارتند از:



شرکت فن آوری بهنورسازان مهیاد

تاریخ : .....  
شماره : .....  
پیوست : .....

## 1. Nitriding Plasma 2. Glow Discharge Nitriding 3. Ion Nitriding

اساس دستگاه نیتروژن دهی پلاسمایی شامل:

1. محفظه خلاء

2. منبع تغذیه

3. سیستم گاز شامل صفحه ترکیب گاز و تجهیزات کنترل جریان گاز است

برای اطمینان از عایق بودن قطعه کار از محفظه خلاء فیکسچرهای خاصی به کار برده می شود. برای کاهش زمان فرایند تجهیزات گرم کننده و خنک کننده اضافی هم به سیستم اضافه می شود.

سیستم کنترل در دستگاه نیتروژن دهی پلاسمایی پیچیده است و در دستگاه های مختلف، متفاوت است و از ریزپردازنده های خاص برای نمایش شرایط فرایند استفاده می شود. این عوامل، شامل دمای گاز، دمای جداره محفظه، فشار داخل محفظه، ولتاژ و جریان تخلیه نورانی، ولتاژ و جریان گرم کننده های کمکی و ترکیب گاز است. از ریزپردازنده ها برای توالی شروع به کار و توقف سوپاپ ها و موتورهایی که روی ورودی و خروجی سیستم تأثیر می گذارند، استفاده می شود.

شمایی از دستگاه نیتروژن دهی پلاسمایی را در شکل 1 مشاهده می کنید.

محفظه، برای تأمین خلاء طراحی شده و در اکثر مواقع دارای دیواره ای است دوجداره که توسط آب خنک می شود. محفظه می تواند عمودی و یا افقی قرار بگیرد. بر روی جداره، منافذی برای مشاهده فرایند نیتروژن دهی در نظر گرفته می شود. این منافذ برای اطمینان در صحت انتخاب پارامترهای فرایند ضروری است. از منابع تغذیه متفاوت نظیر: DC، پالس DC و RF می توان استفاده کرد. البته منبع تغذیه DC متداول ترین آنهاست. در بعضی موارد، بر اثر افزایش زیاد ولتاژ و جریان، شاهد پدیده قوس خواهیم بود. لذا سیستم Arc Detection به منظور کاهش ناگهانی ولتاژ در زمان پدید آمدن قوس، طراحی شده است تا جریان را کاهش دهد. زمانی که احتمال بروز قوس وجود داشته باشد، برای جلوگیری از آسیب دیدن قطعات خروجی منبع تغذیه قطع می شود. این عمل، با قرار دادن یک چک و 3SCR در مسیر، امکان پذیر است. انرژی منبع تغذیه متناسب با ابعاد بار و حجم کوره، تنظیم می شود.

گازهایی که برای نیتروژن دهی پلاسمایی مورد استفاده قرار می گیرند، عبارتند از: نیتروژن، هیدروژن و گاهی متان. مکانیزم ایجاد اتمسفری با ترکیب شیمیایی مشخص، می تواند با تزریق انواع گازها از درون یک روزنه با فشار ثابت و زمان های مختلف یا سیستم کنترل سیلان جرم 4 انجام می شود.



شرکت فن آوری بهنورسازان مهیاد

تاریخ : .....  
شماره : .....  
پیوست : .....

فرایند نیتروژن دهی پلاسمایی در فشار بین 1 تا 10 تور انجام می شود. کنترل در دو مرحله صورت می گیرد: ابتدا به کمک سوپاپ سوزنی موتوری در مدخل ورودی مخزن که با صفحه اختلاط گاز سری است و سیلان گاز را تا رسیدن به فشار کاری کنترل می کند و دیگری با تنظیم شیر پمپ خلاء و کنترل قدرت مکش آن. افزایش دمای قطعات درون کوره پلاسمای، به سه روش انجام می شود: جریان های همرفتی، تابش و حرارت مستقیم با کمک پلاسمای.

افزایش فشار باعث می شود تا ضخامت هاله پلاسمای کاهش یابد. از این پدیده در صنعت استفاده می شود و با تغییر فشار و نازک و ضخیم کردن هاله، سوراخ ها را به طور انتخابی نیتروژن دهی می کنند. در صورتی که ضخامت هاله در حد بحرانی باشد، هاله کاتدی مربوط به دو سطح حفره بر روی هم همپوشانی می کنند و چگالی جریان به طور موضعی بالا می رود. به این پدیده Hallow Cathod گفته می شود.

دو مشخصه ویژه پلاسمای که باعث شده مورد توجه صنعت قرار بگیرد، دما و چگالی انرژی بالای پلاسماست. همچنین، پلاسمای با تولید گونه های فعال خاص باعث می شود تا واکنش های شیمیایی و تغییرات فیزیکی در سطح رخ دهد که با روش های دیگر غیرممکن است. این گونه های فعال، می تواند شامل فوتون های فرابنفش و قابل رؤیت، ذرات باردار، شامل الکترون، یون و رادیکال های آزاد، اتم های فعال و یا حالت های برانگیخته باشد. پلاسمای به علت همراه داشتن همزمان جنبه های اقتصادی و فنی، مورد توجه صنعت است. محصولات پلاسمای کمترین آلودگی و ضایعات را دارند. در 1989 حدود 1300 تا 1600 دستگاه نیتروژن دهی به روش پلاسمای در سراسر دنیا وجود داشت. این امر نشان می دهد که مراحل رشد این فرایند در مسیر کلاسه شدن خود قرار گرفته است. این دستگاه ها شامل نمونه های ساده آزمایشگاهی تا صنعتی هستند. یکی از علل گسترش سریع این روش، طیف وسیع انواع مواردی است که می توانند با این روش عملیات شوند. کیفیت قطعات پس از نیتروژن دهی پلاسمایی با روش های نوینی مانند CVD و کاشت یونی قابل رقابت است.

## گروه علمی تحقیقاتی شرکت بهنور سازان