

درخواست پیشنهادیه فنی (RFP) تأمین دستگاه

آلومینایزینگ فاز بخار

**Chemical Vapor Aluminizing (CVA)**

در مقیاس صنعتی

## مقدمه

در چند دهه اخیر و با توجه به افزایش روزافزون استفاده از توربین های گازی در صنایع نفت و گاز، هوایی و نیروگاهی تلاش ها برای افزایش راندمان این موتورها بیشتر شده است. یکی از پارامترهای کلیدی در افزایش راندمان توربین های گازی، افزایش دمای ورودی به توربین یا TIT است که این مستلزم توسعه مواد و پوشش هایی است که بتوانند دماهای بالاتر از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد را به مدت زمان طولانی تحمل کنند. برای این منظور سوپراآلیاژهای تک کریستال (SX) و انجماد جهت دار (DS) که دارای خواص مکانیکی ویژه ای در دمای بالا هستند توسعه یافته اند. اما افزایش خواص مکانیکی در دمای بالا منجر به کاهش مقاومت به اکسیداسیون و خوردگی دما بالا می شود. برای حل این مشکل، استفاده از پوشش های مقاوم به اکسیداسیون و خوردگی داغ بر روی قطعات موتور گسترش یافته اند. یکی از این پوشش ها، پوشش های نفوذی آلومینایدی ( $\beta$ -NiAl) هستند. برای اعمال این پوشش ها از روش های Pack Slurry، Cementation و CVD/CVA استفاده می شود. معمولاً افزودن عناصری مانند Si، Pt و Cr به پوشش های آلومینایدی مقاومت به اکسیداسیون و خوردگی آن ها را دماهای بالا افزایش می دهد. اما روش های معمول آلومینایزینگ به دلیل تشکیل درجای (in-situ) رسوبات هالیدی فلزات نمی توانند دو یا چند عنصر را بطور همزمان رسوب دهند. به همین دلیل از روش آلومینایزینگ فاز بخار یا CVA برای تولید هالید فلزات در حالت گاز (خارج از ناحیه رسوب دهی) و انتقال آن به سطح برای انجام واکنش استفاده می شود. از ۲۰ سال گذشته تاکنون از این روش برای ایجاد پوشش های داخلی یا internal coating کانال های خنک کاری پره های ثابت و متحرک توربین های گازی استفاده می شود. چراکه روش های معمول آلومینایزینگ به دلیل نفوذ مواد جامد اولیه و یا رسوب محصولات واکنش باعث انسداد کانال های خنک کاری می شوند. با توجه به موارد گفته شده، استفاده از روش CVA برای توسعه توربین های گازی ضروری به نظر می رسد. RFP حاضر حاوی الزامات و مشخصات فنی دستگاه آلومینایزینگ فاز بخار (CVA) مورد نیاز برای اعمال پوشش های نفوذی Al و Al-Si روی پره های ثابت و متحرک توربین های گازی در مقیاس صنعتی می باشد.

## مشخصات کلی دستگاه آلومینایزینگ فاز بخار (CVA)

(۱) دستگاه مورد نظر باید قابلیت اعمال پوشش‌های زیر را داشته باشد:

• پوشش‌های آلومینایزینگ Low activity (Al, Al-Si)

• پوشش‌های آلومینایزینگ High activity (Al, Al-Si)

(۲) قابلیت کنترل ضخامت پوشش اعمالی از طریق کنترل پارامترهای فرآیند مانند دمای راکتور، فشار و

نرخ گازهای ورودی به راکتور

(۳) سایر الزامات باید مطابق جدول زیر باشد:

Parameter	Value
Maximum Temperature (°C)	1200
Operating Temperature (°C)	1080
Gas cabinets	Ar, H <sub>2</sub> , HCl, AlCl <sub>3</sub> , SiCl <sub>4</sub>
Coating Type	Aluminizing: Al and Al-Si (high and low activity)
Coating thickness (μm)	40 – 60
Heating rate (°C/min)	Adjustable 0 to 20
Temperature uniformity	± 5°C
Part dimensions (min)	3 × 3 × 1 cm
Part dimensions (max)	20 × 30 cm

## ماژول‌های دستگاه آلومینایزینگ فاز بخار (CVA)

- کوره عمودی (Bell type):

• دارای ۳ یا ۵ ناحیه حرارتی متفاوت

• قابلیت کنترل دما در هر ناحیه

• مجهز به سیستم هیدرولیک برای باز کردن درب کوره

- محفظه واکنش (Reaction Unit):

• قطر ۵۰۰ mm

• ارتفاع ۱۱۰۰ mm

• ضخامت دیواره ۸ mm

- واحد مخلوط سازی گازها (Gas mixing unit)
- سیستم خلا با قابلیت ایجاد خلا تا ۲۰۰ Pa
- سیستم کنترل و مانیتورینگ:
  - کنترل دما
  - سنسور تشخیص نشت گاز
  - کنترل فشار گاز
  - کنترل خلا
  - سیستم کنترل نرخ گاز یا MFC (Mass Flow Control)
  - قابلیت کنترل تمام عملکردهای دستگاه در دو حالت دستی و اتومات
  - مجهز به PLC با صفحه نمایش لمسی (Touch screen) و قابلیت برنامه نویسی جهت کنترل دستگاه
- واحد تولید گاز (Gas generator cabinet):
  - محفظه تولید گاز حاوی Al (AlCl<sub>3</sub> generator cabinet)
  - محفظه تولید گاز حاوی Si (SiCl<sub>4</sub> generator cabinet)
  - محفظه تولید گاز HCl (HCl gas cabinet)
- سیستم خنک کننده (Cooling system):
  - حجم مخزن: ۸۰۰ لیتر
  - نرخ جریان آب: ۱۵۰ L/min
  - فشار ۳/۵ – ۵ bar
- سیستم تهویه و جذب گازهای حاصل از واکنش (Ventilation and waste gas treatment system):
  - برج تهویه مجهز دوش آب (Spray tower)
  - فیلتر کربن اکتیو (Activated carbon adsorption box)