



## فرم تشریح پروژه

RFP40-11



عنوان پروژه: تدوین دانش فنی ساخت پوشش های کامپوزیتی نانو ساختار مورد استفاده بر روی پره های کمپرسور

عنوان طرح: توسعه دانش فنی ساخت پوشش های نانو ساختار و فرآیند پوشش دهی

واحد اجرایی: مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

برآورد کلی مدت زمان اجرای پروژه: ۱۲ ماه

### تبیین و تشریح پروژه همراه با ذکر مراحل کلی:

اجزای یک موتور توربین گازی باید در برابر بار اعمال شده، دمای بالا و محیط خورنده یا فرساینده مقاومت کنند. موتورهای پیشرفته از پوشش های بهبود یافته مختلفی بصورت نانو ساختار در اجزای مختلف گرم و سرد توربین استفاده می کنند. منظور از منطقه سرد توربین، بخش کمپرسور توربین است. در قسمت فن و کمپرسور توربین گازی، پوشش های مقاوم به سایش و فرسایش مورد استفاده قرار می گیرند. پره های متحرک کمپرسور در طی سیکل کاری خود در معرض تنش های آبرودینامیکی و نیروهای گریز از مرکز مکانیکی می باشند در نتیجه همواره مستعد پدیده های خستگی (پرچرخه و کم چرخه) در ایرفویل و همچنین خستگی فرسایشی در ریشه ی پره ی متحرک در تماس با دیسک هستند. ریز گرد، ذرات معلق، شن و ماسه و رطوبت در کمپرسور با شرایط بحرانی نظیر سرعت، فشار و دمای بالا باعث فرسایش آلیاژ پره کمپرسور و در نتیجه کاهش وزن و کاهش بازده موتور می شود. این شرایط در صورت عملکرد نامناسب فیلترهای ورودی تشدید نیز می گردد. فرسایش ذرات جامد (SPE) و حالت فرسایش قطرات مایع کوچک (LDE) سبب خسارت رساندن به اجزای توربین مثل کمپرسور های گازی و پره های توربین می شود. SPE باعث کاهش بازده توربین و کاهش ضریب اطمینان ایرفویل ها و موجب انهدام آن در طول سرویس دهی می شود. همچنین به علت وجود رطوبت احتمالی در هوای کمپرسور پدیده ی خوردگی نیز از آسیب های احتمالی قطعات مذکور محسوب می شود. منشاء رطوبت به دلیل بارندگی، کندانس آب از هوای مرطوب محیط اطراف و یا وجود سیستم های سرمایشی تبخیری می باشد که تنها در ردیف های اول تا هشتم کمپرسور وجود خواهد داشت و در ردیف های بعدی به دلیل افزایش تدریجی فشار و دما به بالاتر از دمای جوش آب قطرات مایع وجود نداشته و به فاز بخار تبدیل می شود. پره های ثابت و متحرک کمپرسور عموماً از جنس آلیاژهای فولاد زنگ نزن مارتنزیتی AISI 403 یا AISI 403+Cb یا اخیراً فولاد زنگ نزن رسوب سختی GTD-450 با ترکیب  $Fe15.5Cr6.3Ni0.8Mo0.03C$  و در برخی موارد آلومینیم، تیتانیوم و یا سوپرآلیاژ های پایه نیکل ساخته می شوند. تکنولوژی پوشش های مورد استفاده در توربین های گازی PVD، CVD و اسپری حرارتی و نفوذی و آبکاری الکتریکی می باشد. نسل اولیه پوشش های بکار رفته NiCd بیک پوشش چقرمه نیکل با لایه فداشونده از کادمیم بود در ادامه پوشش های چند لایه دیگر آلومینیومی به همراه لایه فوقانی دوغایی سرامیکی مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین پوشش های جدید سرامیکی TiN به صورت های دو جزئی و سه جزئی و چند لایه های نانو ساختار نیز برای این منظور مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نیازها و تقاضاهای جدید صنایع، تاکنون پنج نسل مختلف از پوشش های سخت و مقاوم به سایش توسعه یافته است. نسل چهارم این پوشش ها، پوشش های نانوکامپوزیتی هستند که به دلیل نیاز به افزایش هم زمان خواص از جمله سختی، چقرمگی و پایداری حرارتی توسعه یافته اند. هدف در این پروژه ساخت یک پوشش کامپوزیتی نانو ساختار است که بر روی پره های کمپرسور مورد استفاده قرار گیرد.

### مراحل پیشنهادی پروژه به شرح زیر است:

#### مشخصات محصول نهایی (خروجی مورد انتظار):

- ❖ سختی قابل قبول (حداقل ۲۰۰۰ ویکرز) و مدول الاستیک حداقل ۲۵۰ گیگاپاسکال
- ❖ چقرمگی شکست پوشش حداقل ۲ مگاپاسکال در مجذور متر و چسبندگی عالی به زیر لایه HF1
- ❖ مقاومت به خراش و فرسایش قابل قبول (حداقل ۱ گرم بر ده هزار ساعت)
- ❖ مقاوم به خوردگی و اکسیداسیون
- ❖ پوشش از نظر ضخامت/ریز ساختار/ تخلخل/زبری و اندازه کریستال و درصد تقویت کننده بهینه سازی شده و برای کاربرد کمپرسور مطلوب باشد.