| | | |
|---|---|---|
| پژوهشگاه نیرو | **فرم تشریح پروژه واگذاری**<br>**RFP40-34** | شرکت مادر تخصصی تولید نیروی برق حرارتی |

| | |
|---|---|
| **عنوان پروژه:** | **تدوین دانش فنی ساخت پوشش کامپوزیتی نانو ساختار مورد استفاده بر روی پره های کمپرسور با ملاحظات اقتصادی** |
| **عنوان طرح:** | **طرح استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات نیروگاه‌ها** |
| **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 پوشش‌های بهبود یافته مختلفی بصورت نانوساختار در اجزای مختلف گرم و سرد توربین استفاده می‌کنند. 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. پره‌های متحرک کمپرسور در طی سیکل کاری خود در معرض تنش‌های آیرودینامیکی و نیروهای گریز از مرکز مکانیکی می‌باشند در نتیجه همواره مستعد پدیده‌های خستگی (پرچرخه و کم‌چرخه) در ایرفویل و همچنین خستگی فرسایشی در ریشه‌ی پره‌ی 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 می‌شود. این شرایط در صورت عملکرد نا مناسب 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 پره‌های 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 پدیده‌ی خوردگی نیز از آسیب‌های احتمالی قطعات مذکور محسوب می‌شود. منشاء رطوبت به دلیل بارندگی، کندانس آب از هوای مرطوب محیط اطراف و یا وجود سیستم‌های 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 عموما از جنس آلیاژهای فولاد زنگ نزن مارتنزیتی AISI 403 یا AISI 403+Cb یا اخیرا 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 پوشش‌های مورد استفاده در توربین‌های گازی PVD، CVD و اسپری حرارتی و نفوذی و آبکاری الکتریکی می‌باشد. 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 دوغابی سرامیکی مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین پوشش های جدید سرامیکی TiN به صورت های دو جزئی و سه جزئی و چند لایه های نانوساختار 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 توسعه‌یافته است. نسل چهارم این پوشش ها، پوشش های نانوکامپوزیتی هستند که به دلیل نیاز به افزایش همزمان خواص ازجمله سختی، چقرمگی و پایداری حرارتی توسعه یافته اند. هدف در این پروژه ساخت یک پوشش کامپوزیتی نانوساختار است که بر روی پره‌های کمپرسور مورد استفاده قرار گیرد.

مراحل پیشنهادی پروژه به شرح زیر است:

۱- مروری بر منابع و مقالات تخصصی در زمینه نانوپوشش های مناسب بر روی پره های کمپرسور

۱-۱- تعیین بهترین نانو پوشش با توجه به مشخصات فنی مورد انتظار و مباحث اقتصادی

۱-۲- تعیین بهترین روش اعمال نانوپوشش بر روی پره های کمپرسور

| | | |
|---|---|---|
| پژوهشگاه نیرو | **فرم تشریح پروژه واگذاری**<br>**RFP40-34** | شرکت مادر تخصصی تولید نیروی برق حرارتی |

| | |
|---|---|
| **عنوان پروژه:** | **تدوین دانش فنی ساخت پوشش کامپوزیتی نانو ساختار مورد استفاده بر روی پره های کمپرسور با ملاحظات اقتصادی** |
| **عنوان طرح:** | **طرح استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات نیروگاه‌ها** |
| **واحد اجرایی:** | **مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی** |

۲- تهیه مواد اولیه و آماده سازی تجهیزات جهت تولید نمونه های آزمایشگاهی

۳- انجام آزمایشات و بهینه سازی فرآیند ساخت جهت حصول به نانو پوشش با خواص مورد انتظار

۴- اعمال نانو پوشش بر روی بر روی پره های کمپرسور

۵- تست پایلوت نمونه اولیه نانو پوشش بر روی پره های کمپرسور

## مشخصات محصول نهایی (خروجی مورد انتظار):

- ساخت پوشش نانوکامپوزیتی در پره کمپرسور توربین گاز با ویژگی های زیر:
- سختی قابل قبول (حداقل ۱۵۰۰ ویکرز) و مدول الاستیک حداقل ۲۰۰ گیگاپاسکال
- چقرمگی شکست پوشش حداقل ۲ مگاپاسکال در مجذور متر و چسبندگی عالی به زیرلایه HF1
- مقاومت به خراش و فرسایش قابل قبول (حداقل ۱ گرم بر ده هزار ساعت)
- مقاوم به خوردگی و اکسیداسیون
- صافی سطح نهایی Ra=8 میکروانچ

پوشش از نظر ضخامت/ریزساختار/ تخلخل/زبری و اندازه کریستال و درصد تقویت کننده بهینه سازی شده و برای کاربرد کمپرسور مطلوب باشد.

## الزامات شرکت در فراخوان:

- تکمیل فرم ارائه سوابق علمی و اجرایی محقق دانشگاهی (TDF03-1)
- مطالعه دستورالعمل قرارداد با دانشگاه‌ها (TDW07-3)
- تکمیل فرم پیشنهاد پروژه واگذاری دانشگاه‌ها (TDF08-1)

## اطلاعات تماس:

☎ شماره تلفن: ۸۸۰۷۹۴۴۷

✉ آدرس ایمیل: nanopower@nri.ac.ir