

انتخاب مواد مناسب جهت کاربرد در پره های توربین در مقابل خوردگی به آب

فرزاد سلیمانی* - هیئت علمی دانشگاه پیام نور، ایران-تهران

محمد احمدی لاکانی - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مواد دانشگاه پیام نور سمنان

چکیده:

توربین آبی بخشی از یک نیروگاه آبی است که بدون وجود آن، نیروگاه معنی ندارد.

آبی که پشت سد جمع شده از طریق لوله های بزرگی وارد توربین شده و با پره های آن برخورد می کند. این برخورد باعث چرخیدن توربین و قسمتی به نام رانر شده و با چرخش رانر، ژنراتور که به آن متصل است نیز به حرکت در می آید و در آن جا الکتریسیته تولید می شود.

در واقع با چرخش توربین، انرژی پتانسیل موجود در آب به انرژی مکانیکی و این انرژی مکانیکی سپس توسط ژنراتور به الکتریسیته تبدیل می شود. کندانسور یکی از قسمتهای مهم نیروگاه است که ناشی از آن باعث ورود آب خنک کن آلوده به قسمت آب سیکل می شود، که در نهایت خسارت های فراوانی به بویلر، توربین و دیگر اجزا نیروگاه وارد می شود

نشستی های بوجود آمده معمولاً در اثر خوردگی های سمت بخار یا سمت آب است که سهم سمت آب بیشتر است. از جمله خوردگی های سمت آب، خوردگی سایشی در ابتدا و انتهای ورودی و خروجی آب لوله، خوردگی های گالوانیک در محل اتصال لوله به تیوب شیت، خوردگی حفره ای و شیاری در امتداد لوله ها، خوردگی تنشی (SCC) در سمت بخار و در محل رولینگ انتهای لوله ها را می توان نام برد.

اعمال بازدارنده های خوردگی، استفاده از پوشش های رنگ و لاستیک درون جعبه آب، استفاده از اینسرت های پلاستیکی در ورودی و خروجی لوله آب و اعمال حفاظت کاتدی و نیز ملاحظات بهره برداری صحیح از واحد و انجام اسید شویی های به موقع و مناسب، آگاهی از وقوع نشستی و پیدا کردن محل دقیق نشستی ها با استفاده از روشهای مختلف، تمیزکاری لوله های رسوب گرفته با استفاده از سیستم گلوله های اسفنجی و ... مهمترین روشهای پیشگیری از نشستی به شمار می رود.



مقدمه:

توربین آبی ماشین متحرکی است که از آب در حال حرکت انرژی می گیرد. این توربین ها در قرن نوزده میلادی توسعه یافتند و تا پیش از توربین های برقی مهم ترین منبع تولید قدرت در صنایع بودند. امروزه این توربین ها بیشتر برای تولید برق به کار می روند. این توربین ها بیشتر در سدها برای تبدیل انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آب به برق مورد استفاده قرار می گیرند. چرخ آب برای هزاران سال برای تولید قدرت در صنایع دمورد استفاده قرار گرفته است. ضعف اصلی این روش تولید قدرت، اندازه چرخ ها است که باعث محدودیت جریان آب می گردد. توسعه چرخ های آبی به توربین های مدرن در طول حدود یک صد سال در دوران انقلاب صنعتی و با استفاده از اصول و روش های علمی صورت گرفت. به علاوه از مواد جدید و روش ساخت نوین که در قرن نوزده موجود بودند برای توسعه این توربین ها استفاده شد. واژه توربین توسط مهندس فرانسوی کلود بوردین (Claude Burdin) در اوایل قرن ۱۹ معرفی شده است و از کلمه لاتین Whirling یا vortex مشتق شده است. تفاوت اصلی بین توربین های آب اولیه و چرخ های آب در مولفه چرخشی آب است که انرژی را به یک موتور چرخان می رساند. این بخش اضافی متحرک در توربین های آبی کمک میکند که اندازه این توربین ها کوچکتر از چرخ های آبی با همان توانایی تولید قدرت باشند.

تقریباً تمام انرژی الکتریکی مورد استفاده در صنایع متفاوت توسط توربین تولید میشود که با استفاده از باد، آب، بخار یا گاز کار میکنند (رانی ۲۰۱۸). توربین ها به منظور تولید برق نقش بسیار مهمی در نیروگاه های کشور برعهده دارند و پره ها از حساس ترین قطعات در آنها به شمار میروند. (بارلا ۲۰۱۱).

پره های توربین در محیط های بسیار پرفشار داخل توربین گازی قرار میگیرند. آنها با محیط های دما بالا، پرتنش و پراعتاش روبه رو هستند. همه این عوامل میتواند منجر به آسیب پره و در نتیجه تخریب فاجعه بار توربین شود. پره ها تنها قسمت یک توربین هستند که قادر به تبدیل گرما به انرژی جنبشی موجود در بخار به کار مکانیکی مفید محور می باشند. پره های متحرک یک توربین بخار شامل هوابر و ریشه بوده و مسیر پره به صورت مارپیچ است. (جانفرانچاسکو ۲۰۱۶)

بحث و نتیجه گیری:

توربین های بخار در نیروگاه های مختلف تولید برق از جمله نیروگاه های سوخت زغال سنگ، هسته ای، سیکل ترکیبی توربین گازی و دیگر در سیستم های تولید توان به کار می رود. (حیدری ۲۰۱۷). پره ها تنها قسمت یک توربین هستند که قادر به تبدیل گرما و انرژی جنبشی موجود در بخار به کار مکانیکی مفید محور میباشند. به طور کلی طراحان توربین های بخار در ابتدا باید مجموعه ای از شرایط همزمان را در نظر بگیرند که بیشترین بار را بر اجزای توربین تحمیل میکنند. در حین کار، پره ها تحت بار چرخه ای قرار گرفته و نیروهای گریز از مرکز دینامیکی به خصوص در بخش های نازک هوابر اعمال میشوند. (جانفرانچاسکو ۲۰۱۶).

در پژوهشی با عنوان بررسی و شبیه سازی عددی اثر خوردگی پره ها بر کارایی توربین محوری تجاری که توسط چهارطاقی (۱۳۹۳) انجام شد به این نتیجه دست یافتند که، مهم ترین عامل کاهش بازده، افزایش لقی نوک پره های روتور است؛ از



طرفی کاهش کارآیی و افزایش ضرایب افت ناشی از آسیب دیدگی لبه ی حمله ی پره ها، تنها اندکی نسبت به لبه ی فرار، تاثیر گذار تر خواهد بود.

در تحقیق دیگری با عنوان شبیه سازی خوردگی حفره ای روی پره ی کمپرسور توربین گازی که توسط مایکروسافت (۱۴۰۰) انجام شد به این مهم دست یافتند که، در این پژوهش به بررسی عددی و آزمایشگاهی خوردگی حفره ای روی پره از جنس آلیاژ CUSTOM450 در شرایط کارکرد واقعی کمپرسور توربین گازی پرداخته میشود. نتایج به دست آمده مطابقت مناسبی با مشاهدات فرکتوگرافی در محل ترک و نتایج تجربی دارد که صحت گذار بر درستی شبیه سازی عددی میباشد.

بنازاده و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان بررسی علل شکست یک پره توربین گازی از جنس سوپر آلیاژ اینکونل LC738 به این نتیجه دست یافتند که، پره مورد نظر سوپر آلیاژ پایه نیکل اینکول 738LC بوده است که پس از حدود ۶۵۰۰۰ ساعت سرویس در حین کارکرد دچار حادثه شده است. بررسی ها نشان داد که حفره های قابل توجهی در سطح پره به وجود آمده و شواهد نشان از پیشرفت این حفره ها و ترک ها به دلیل وجود پدیده خستگی دارند. مشخص شد ترک اولیه به دلیل پدیده ی خوردگی داغ ایجاد شده و با سازوکار خستگی از لبه حمله پره پیشروی کرده است که منجر به کاهش سطح مقطع شده و شکست رخ داده است.

در پژوهش دیگری با عنوان اثر چگونگی رشد لایه های نفوذی بر ریز ساختار پوشش های آلومیناد اصلاح شده با سیلیسیم یا تیتانیوم بر قطعات داغ توربین که توسط شهریاری (۱۳۹۱) انجام شد به نتیجه دست یافتند که، لایه نفوذی تیتانیوم به سمت بیرون زیر لایه رشد میکند و با افزایش اندک ضخامت پوشش اصلاح شده، نواحی سطحی را تا حدی از عناصر آلیاژی زیر لایه رقیق میکند. این موضوع تاثیر مثبتی بر خواص خوردگی دمای بالا به ویژه خوردگی داغ با مکانیزم فلاکسینگ اسیدی خواهد داشت. در پژوهشی دیگر با عنوان مروری بر جنبه های مکانیکی و متالورژیکی آسیب در پره های توربین از جنس سوپر آلیاژ های پایه نیکل که توسط خسروی و همکاران (۱۴۰۱) انجام شد به این نتیجه دست یافتند که، برای اجزای در معرض تخریب آلیاژ های مقاوم تر باید انتخاب شوند. سوپر آلیاژ های پایه نیکل بهترین ماده برای پره های توربین هستند.

منابع:

Barella, S., Boniardi, M., Cincera, S., Pellin, P., Degive, X., Gijbels, S., "Failure Analysis of a Third Stage Gas Turbine Blade", Engineering Failure

Analysis, Vol. 18, No. 1, pp. 386-393, (۲۰۱۱).

Gianfrancesco, A., "Materials for Ultra-Supercritical and Advanced Ultra-Supercritical Power

Plants", Woodhead Publishing, (۲۰۱۶).

] Heidari, M., Amini, K., "Structural Modification of a Steam Turbine Blade", Science and Technology

International Conference, IOP Publishing, (۲۰۱۷)



Rani, S., "Common Failures in Gas Turbine Blade:
A Critical Review", International Journal of
Engineering Sciences & Research Technology, Vol. 7,

No. 3, pp. 799-803, (۲۰۱۸).

چهارطاقی، محمود؛ قطعی، مجتبی؛ سمایی، نیما، علی؛ کرابی، هادی. (۱۳۹۳). بررسی و شبیه سازی عددی و اثر خوردگی پره ها بر کارایی توربین محوری. ماهنامه مهندسی مکانیک مدرس، سال چهاردهم، شماره ۱۵.

ملاپور، یوسف؛ پورسعیدی، اسماعیل. (۱۴۰۰). شبیه سازی خوردگی حفره ای روی پره ی کمپرسور توربین گازی. مجله مهندسی مکانیک امیر کبیر، سال پنجاه و سوم، شماره ۱۰.

بنازاده رضا؛ ریاحی، محمد؛ آینه روایی، مرتضی. (۱۳۹۷). بررسی علل شکست یک پره توربین گازی از جنس سوپر آلیاژ اینکونل LC738. مجله مهندسی مکانیک امیرکبیر، سال پنجاه و یک، شماره ۱.

شهریاری نوگورانی، فرهاد؛ اشرفی زاده، فخرالدین. (۱۳۹۱). اثر چگونگی رشد لایه های نفوذی بر ریز ساختار پوشش های آلومیناید اصلاح شده با سیلیسیم یا تیتانیوم بر قطعات داغ توربین، فصلنامه علوم و مهندسی سطح ایران، پیاپی ۱۵.