

مجموعه مقالات

شکست پره توربین

www.ketab.ir

تألیف و ترجمه:

مهندس غلامرضا محمودی زودجانی



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه: محمودی زودجانی، غلامرضا، ۱۳۴۲ -

عنوان و نام پدیدآور: مجموعه مقالات شکست پره توربین / تألیف غلامرضا محمودی زودجانی.

مشخصات نشر: اهواز: پژوهندگان راه دانش، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۱۵۴ ص: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۴۵-۰۹۴-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: توربین‌ها - تیغه‌ها - شکستگی - مقاله‌ها و خطابه‌ها

موضوع: Turbines - Blades - Fracture - Addresses, essays, lectures

بندی کنگره: ۱۳۹۵/م۳/تج۷۳۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۱۶۵ شماره کتابشناسی ملی: ۴۲۸۵۵۸۹

انتشارات پژوهندگان راه دانش



ناشر: پژوهندگان راه دانش

شماره نشر: ۱۰۹۳

نام کتاب: مجموعه مقالات شکست پره توربین

تألیف و ترجمه: مهندس غلامرضا محمودی زودجانی

ویراستاران ادبی: ایمان ایران زاده - امید بهنیر

تیراژ: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول

چاپ: تورنگ

حروفچینی و صفحه آرایی: انتشارات پژوهندگان راه دانش

چاپ اول: ۱۳۹۵

سایز: وزیری

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۴۵-۰۹۴-۳

قیمت: ۱۹۰۰۰ تومان

www.ketab.ir/pajo

۰۹۱۲۸۸۸۴۹۶۹-۶۶۱۲۰۵۵۴

تهران: خیابان ۱۶ آذر شمالی، ساختمان بعثت، طبقه سوم

۰۹۱۶۱۱۸۵۱۱۸-۳۲۲۰۲۸۰۲-۳۲۲۱۹۲۰۲

اهواز: خیابان نادری شرقی، نبش خیابان کرمی خراط

فهرست

۱۳	مقدمه
۱۷	بررسی تحلیل تنش در پره آخر توربین بخار
۱۷	چکیده
۱۸	مقدمه
۱۹	شکل هندسی پره
۱۹	تشریح مسأله
۲۰	معادلات حاکم
۲۴	تحلیل نتایج
۲۹	نتیجه گیری
۲۹	فهرست علائم
۳۱	مراجع
	تحلیل تنش در پره توربین بخار به روش تئوری و مدل سازی در
۳۳	نرم افزار ANSYS
۳۳	چکیده
۳۴	مقدمه
۳۵	شکل هندسی پره
۳۶	تشریح مسأله

۳۶	.....	معادلات حاکم
۴۴	.....	مدل سازی در ANSYS
۴۵	.....	مراجع
۴۶	.....	تجزیه و تحلیل شکست پره در استیج آخر توربین بخار
۴۶	.....	چکیده
۴۷	.....	مقدمه
۴۹	.....	روش آزمایشی
۵۲	.....	نتایج تجربی
۵۲	.....	بازرسی چشمی
۵۲	.....	تجزیه و تحلیل تریب ماد
۵۴	.....	آزمایش متالوگرافی
۵۶	.....	شکست نگاری
۵۷	.....	خواص مکانیکی
۶۰	.....	بحث
۶۲	.....	نتیجه گیری و پیشنهادات
۶۳	.....	مراجع
۶۵	.....	تجزیه و تحلیل شکست ریشه پره توربین بخار ۳۵۰ مگاواتی
۶۵	.....	چکیده
۶۶	.....	مقدمه

۶۷..... بازرسی چشمی

۶۹..... ابعاد و تلرانس ریشه پره

۷۱..... محاسبه و اندازه گیری فرکانس های طبیعی از یک پره

۷۵..... محاسبه فرکانس های طبیعی برای یک گروه از پره

۷۶..... تجزیه و تحلیل تنش با عدم تطابق

۷۶..... بررسی متالورژی و شکست نگاری

۸۱..... نتیجه گیری

۸۳..... پیشنهادات

۸۵..... مراجع

ارزیابی ترک و حل بعدی آن در پره و استیج آخر توربین بخارفشار
ضعیف..... ۸۶

۸۶..... چکیده

۸۷..... مقدمه

۸۹..... تحقیقات متالورژی

۹۲..... آنالیز مکانیکی

۹۲..... مدل سازی المان محدود پره

۹۴..... آنالیز تنش ثابت

۹۴..... تجزیه و تحلیل تنش دینامیکی با اشکال مودال

۹۶..... بررسی عمر خستگی

۹۹	نتیجه گیری
۱۰۰	مراجع
۱۰۱	ارزیابی ترک در پره استیج چهارم در یک توربین بخار فشار ضعیف
۱۰۱	چکیده
۱۰۱	مقدمه
۱۰۳	روش تجربی
۱۰۳	SEM
۱۰۳	نتایج بحث بازرسی چشمی
۱۰۴	بررسی مواد
۱۰۴	آنالیز سطح ترک
۱۰۹	آنالیز سطح شکست
۱۱۴	نتیجه گیری
۱۱۵	مراجع
۱۱۶	اثرات فرکانس های طبیعی در شکست پره R1 کپره و
۱۱۷	مقدمه
۱۱۸	شکست نگاری
۱۲۱	محاسبه شرایط مرزی و نیروهای مکانیکی
۱۲۲	نیروهای گریز از مرکز
۱۲۳	نیروهای آیرودینامیک

۱۲۴	 مدل های CFD و فرضیات
۱۲۵	 شرایط مرزی CFD
۱۲۶	 تجزیه و تحلیل تنش و ارتعاش پره
۱۲۶	 آزمون تجزیه و تحلیل پاسخ فرکانس
۱۲۷	 مدل سازی اجزای محدود (FEM)
۱۲۸	 تجزیه و تحلیل تنش استاتیکی
۱۳۲	 آنالیزهای مودال و هارمونیک
۱۳۶	 نتیجه گیری
۱۳۷	 پیشنهاد ها
۱۳۸	 مراجع
۱۴۱	 ترک در پره اولین استیج از یک توربین بخار
۱۴۱	 چکیده
۱۴۱	 مقدمه
۱۴۳	 روش آزمایشی
۱۴۴	 بحث و نتایج
۱۴۴	 تأیید مواد پره
۱۴۴	 بازرسی غیر مخرب
۱۴۶	 ترک در دنباله ی پره
۱۵۰	 ترک در گوشه پره

نتیجه گیری..... ۱۵۳

مراجع..... ۱۵۳

www.ketab.ir

یکی از موضوعات مهم در صنعت؛ بحث شکست قطعات بوده که از دیرباز همواره صنایع مختلف را تحت تاثیر قرار داده است و به صنایع تولیدی، نیروگاهی، هوایی، کشتیرانی و حمل و نقل ضرر و زیان اقتصادی قابل توجهی را وارد کرده است. این امر ناشی از مشکلات متعدد از جمله ضعف و نقص متریال، ضعف تکنولوژی، عیوب طراحی و مشکلات خوردگی است.

اما آنچه در این مجموعه مقالات مورد بحث است؛ شکست پره در توربین‌های بخار و توربین‌های گازی می‌باشد، که همواره با شکسته شدن پره توربین (بخاری، گازی) عملاً تولید متوقف شده و جدا از ضررهای مالی و اقتصادی به شرکت‌ها از لحاظ فنی نیز آن‌ها را دچار مشکلات عدیده‌ای می‌نماید. تعویض پره در توربین‌های بخار چنانچه همواره با جدا کردن دیسک توربین از روتور باشد عملاً کار بسیار دشوار و سختی است. از مواد مهم شکست پره می‌توان به صنایع نیروگاهی اشاره نمود که در این خصوص مقالات زیادی نوشته شده است، در این مقالات به حوادث و مشکلات پیش آمده از نظر تئوری و عملی پرداخته شده و به‌طور چشمگیری شکست پره توربین را از دریچه متالورژی مورد بحث قرار داده‌اند؛ اما واقعیت شکست تنها ناشی از مشکلات متالورژی نبوده بلکه شکست پره می‌تواند ناشی از عوامل زیر نیز باشد.

- ۱- ارتعاش بالا و رزونانس ۲- خستگی ۳- پایین بودن خلأ کندانسور ۴- شوک ناشی از راه‌اندازی و توقف ۵- ضعف متالورژی ۶- افت دما ۷- خوردگی شیمیایی ۸- خوردگی فیزیکی ۹- سایش ۱۰- دوفازی بودن سیال ۱۱- کارکرد طولانی توربین ۱۲- افزایش دما ۱۳- بالا رفتن دور ۱۴- طراحی نامناسب پره ۱۵- عدم رعایت لقی بین در پره ۱۶- مونتاژ نامناسب پره در شیار دیسک ۱۷- طراحی و

نصب نامناسب دمپینگ وایر ها ۱۸- طراحی نامناسب در قطاع پره ها در دیسک ۲۰-
ضربه از شبکه برق ۲۱- عدم رعایت انبساط ها در سیلندر توربین ها ۲۲- درگیری
پره های متحرک با پره های ثابت به علت حرکت محوری ۲۲- خستگی متربال ۲۳-
تنش های پسماند ناشی از عملیات جوشکاری و تراشکاری ۲۴- شرایط محیطی (میزان
خورنده بودن محیط) ۲۵- نوع و مقدار بارگذاری بر روی پره.

در رسی و تحلیل هر یک از موارد فوق در فراخور این مقدمه نیست، اما از آنجا که
شکست پره توربین همواره با رشد ترک شروع شده و سپس منجر به شکست می گردد؛
پس رشد ترک نیز از موضوعاتی است که ارتباط مستقیم با شکست دارد. یکی از
راه های تحلیل شکست استفاده از معیارها و شاخص مهم زیر می باشد.

شکست نگاری

روش و فرآیند تولید می تواند بر ریز ساختار و همچنین ویژگی ها و خواص مواد
تأثیرگذار باشد. به عنوان مثال، اگر یک قطعه به سه روش ریخته گری، آهنگری و
ماشین کاری تولید شود، رفتار متفاوت و عملکرد متفاوتی از خود نشان خواهد داد. در
مباحث عملکرد قطعه، شرایط کاری، میزان تنش ها، نیروهای اعمالی، شرایط محیطی
و غیره اهمیت می یابد و معمولاً رفتار ماده تا حدی تحت تأثیر این عوامل قرار
می گیرد. آزمون مخرب و آزمون های غیر مخرب که بر روی مواد اولیه و محصولات
نهایی انجام می گیرند می توانند بیانگر نحوه عملکرد قطعه در شرایط کاری باشند. پس
از شکست نیز اغلب آزمون فرکتوگرافی یا شکست نگاری می توانند نحوه ایجاد
شکست و علل آن را آشکار سازد.

تست های NDT

تست های غیر مخرب شکلی از آزمون مواد مورد استفاده است که مواد آزمایش
شده در فرآیند تست از بین نمی روند. بنابراین در این روش کارایی یک قطعه بدون