



نگرشی تخصصی بر
کمپرسورهای سانتریفیوژ و توربین‌های بخاری

مؤلف و گردآورنده:

موسی قاسمی



پیش‌گفتار

جایگاه ویژه و گسترده‌ی کاربرد کمپرسورهای سانتریفیوژ و توربین‌های بخاری در صنایع نفت، گاز و نیرو بر هیچکس پوشیده نیست، بنابراین از آنجا که سالانه مبالغ هنگفتی (میلیون‌ها دلار) صرف خرید تجهیزات و تعمیرات آن می‌شود، آشنایی و ارتقا دانش فنی در این خصوص امری ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به کمبود منابع فنی و تخصصی فارسی‌تالیفی حاصل‌گردد تا با استعانت از پروردگار متعال بتوانم پس از چندین سال پژوهش در این زمینه، با مراجعه به منابع معتبر علمی و کاربردی و همچنین استفاده از تجربیات ارزنده متخصصان این رشته، مطالبی را بر اساس آخرین یافته‌ها و دستاوردهای صنعتی گردآوری، ترجمه، تدوین و در دست‌نخور درآورده و در اختیار علاقه‌مندان قرار دهم.

مطالب گردآوری شده با مثال‌هایی از اجزای توربوکمپرسورهای C-601، C-601 و C-14200 مستقر در منطقه ۳ شرکت پالایش نفت آبادان، به گونه‌ای آمیخته و تنظیم گردیده تا دید وسیع و آشنایی خوبی نسبت به موضوع حاصل شود. گفتنی است که توربوکمپرسورهای مذکور در سال ۲۰۰۸ میلادی توسط شرکت مان‌توربو (Man Turbo AG) کشور آلمان با آخرین تکنولوژی‌های روز دنیا طراحی و ساخته شده‌اند.

مخاطبان اصلی این کتاب می‌توانند مهندسان، تکنسین‌ها و کارکنانی باشند که می‌خواهند با مبحث کمپرسورهای سانتریفیوژ و توربین‌های بخاری آشنا شوند و یا با این تجهیزات سر و کار دارند. همچنین از این کتاب می‌توان به عنوان مرجعی صنعتی برای دوره‌های آموزشی سال‌های آغازین تحصیلی در رشته‌های مرتبط با صنعت نفت، گاز و نیرو استفاده نمود.

در پایان لازم می‌دانم از حمایت‌های جناب آقای مهندس حبیب اله ابوالحسینی مدیر عامل محترم شرکت پالایش نفت آبادان و همچنین از زحمات بی‌شائبه‌ی آقایان مهندس فردین راشدی ریاست اداره کل نگهداری و تعمیرات ، مهندس محمود علی پور ریاست اداره نگهداری و تعمیرات ماشین آلات دوار و مهندس رامین نریمنی زاده سرپرست نگهداری و تعمیرات ماشین آلات دوار منطقه ۳ ، کمال قدردانی را بجا آورده و تشکر ویژه نمایم.

امید است مورد توجه و استفاده واقع شود و با همت والای همه‌ی عوامل دست اندر کار و همکاران عزیز بتوانیم بیش از پیش در راستای اهداف تعیین شده ، موجبات سرافرازی این شرکت را فراهم نماییم. از درگاه خداوند مهربان برای همگان آرزوی توفیقات روز افزون همراه با سلامتی و عزت دکنار خانواده در کشوری آباد ، آزاد و سربلند را خواهانم.

موسی قاسمی

کارشناس ارشد نگهداری و تعمیرات ماشین آلات دوار

moosa.ghasemi25@gmail.com

بهار ۱۳۹۴

فهرست مطالب :

پیش‌گفتار..... ۵

فصل اول: آشنایی با کمپرسورهای سانتریفیوژ

۱-۱ کمپرسورها.....	۱۷
۲-۱ انواع کمپرسورها.....	۱۷
۱-۲-۱ کمپرسورهای جابجایی مثبت یا جریان منقطع.....	۱۸
۲-۲-۱ کمپرسورهای دمیکی یا جریان پیوسته.....	۱۸
۳-۱ انتخاب نوع کمپرسور.....	۲۱
۴-۱ تراکم چند مرحله‌ای.....	۲۲
۵-۱ کاربرد کمپرسورهای سانتریفیوژ.....	۲۴
۱-۵-۱ محدوده عملکرد.....	۲۶
۶-۱ تعاریف و اصطلاحات.....	۲۷

فصل دوم: اجزاء و متعلقات

۱-۲ محرک.....	۳۵
۲-۲ محور و جرخانه.....	۳۶
۱-۲-۲ سرعت بحرانی.....	۳۷
۳-۲ پروانه.....	۳۸
۱-۳-۲ زاویه تیغه‌ها.....	۳۹
۲-۳-۲ کاهش قطر پروانه‌ها در جهت جریان.....	۳۹
۴-۲ غلاف محور.....	۴۰
۵-۲ تیغه‌های راهنما.....	۴۰

- ۶-۲ محفظه کمپرسورهای سانتریفیوژ..... ۴۱
- ۶-۲-۱ محفظه دو تکه عمودی..... ۴۱
- ۶-۲-۲ محفظه دو تکه افقی..... ۴۲
- ۶-۲-۳ محفظه یک تکه بشکهای..... ۴۲
- ۷-۲ افشاننده..... ۴۳
- ۷-۲-۱ زانویی و کانال برگشت جریان..... ۴۴
- ۷-۲-۲ دیافراگم..... ۴۴
- ۸-۲ آب‌بندها..... ۴۵
- ۸-۲-۱ فیلم مایع..... ۴۵
- ۸-۲-۲ سیم‌های انشالی..... ۴۶
- ۸-۲-۳ آب‌بند..... ۴۶
- ۸-۲-۴ حلقه‌های فرایشی..... ۴۹
- ۸-۲-۵ آب‌بندی داخلی رینگ در محل..... ۵۰
- ۸-۲-۶ آب‌بند نوع هوا..... ۵۱
- ۸-۲-۷ آب‌بند نوع گاز خشک..... ۵۲
- ۹-۲ آب‌بند گاز خشک با آرایش دوتایی و پشت سر هم، همراه لایبریت..... ۵۳
- ۹-۲-۱ عملکرد آرایش دوتایی و پشت سر هم..... ۵۴
- ۱۰-۲ کوپلینگ..... ۵۷
- ۱۰-۲-۱ کوپلینگ دیافراگمی..... ۵۹
- ۱۱-۲ صدا خفه‌کن (اتفاک صدا گیر)..... ۶۱
- ۱۲-۲ ابزارهای کنترلی..... ۶۱

فصل سوم: نیروی محوری، آرایش جریان و پدیده موج

- ۱-۳ کنترل نیروی محوری..... ۶۵

۶۸.....	۳-۲ آرایش جریان.....
۷۲.....	۳-۳ آرایش کمپرسورهای C-601 و C-661 و C-14200.....
۷۸.....	۳-۴ شناسایی کمپرسورهای سانتریفیوژ.....
۷۹.....	۳-۵ پدیده موج.....
۸۰.....	۳-۵-۱ منحنی خط موج.....
۸۱.....	۳-۵-۲ محل تشکیل موج.....
۸۱.....	۳-۶ کنترل موج.....
۸۱.....	۳-۶-۱ ابزارها - اندازه گیری جریان یا فشار.....
۸۱.....	۳-۶-۲ شیرهای کنترل موج.....
۸۳.....	۳-۷ روش های کنترل موج.....
۸۵.....	۳-۷-۱ کنترل موج با اندازه گیری شتاب جریان حجمی.....
۸۵.....	۳-۷-۲ کنترل موج با اندازه گیری فشار.....
۸۶.....	۳-۷-۳ راه های دیگر کنترل موج.....

فصل چهارم: آشنایی با توربین های بخاری

۸۹.....	۴-۱ توربین های بخاری.....
۹۰.....	۴-۱-۱ تاریخچه.....
۹۰.....	۴-۱-۲ توربین های چند مرحله ای.....
۹۱.....	۴-۱-۳ سیکل قدرت.....
۹۲.....	۴-۲ طبقه بندی توربین های بخاری.....
۹۲.....	۴-۲-۱ از لحاظ حرکت بخار.....
۹۳.....	۴-۲-۲ از لحاظ نوع جریان.....
۹۴.....	۴-۲-۳ از لحاظ فشار خروجی.....
۹۶.....	۴-۳ انواع توربین های بخاری.....

- ۳-۴-۱ توربین نوع ضربه‌ای (کنشی)..... ۹۶
- ۳-۴-۲ توربین نوع عکس‌العملی (واکنشی)..... ۹۸
- ۳-۴-۳ توربین نوع ترکیبی (ترکیب ضربه‌ای و عکس‌العملی)..... ۹۸
- ۴-۴ رونور توربین‌های بخاری چند مرحله‌ای..... ۱۰۲
- ۵-۴ بره‌های ثابت توربین بخاری..... ۱۰۳
- ۵-۴-۱ دیافراگم..... ۱۰۳
- ۵-۴-۲ نازل بخار..... ۱۰۴
- ۶-۴ بره‌های متحرک..... ۱۰۴
- ۷-۴ شاره و قند..... ۱۰۶
- ۸-۴ محفظه برش‌های بخاری..... ۱۰۸
- ۸-۴-۱ محفظه از نوع دو پوسته..... ۱۰۹
- ۸-۴-۲ عایق محفظه..... ۱۱۰
- ۹-۴ محفظه بخار..... ۱۱۰
- ۱۰-۴ آب‌بند توربین‌های بخاری..... ۱۱۱
- ۱۰-۴-۱ آب‌بند بخاری..... ۱۱۱
- ۱۱-۴ کندانسور..... ۱۱۲
- ۱۱-۴-۱ کندانسور سطحی (تماس غیر مستقیم)..... ۱۱۳
- ۱۱-۴-۲ کندانسور نوع جت..... ۱۱۴
- ۱۱-۴-۳ اثرات وجود هوا در کندانسور..... ۱۱۴
- ۱۲-۴ اجکتور..... ۱۱۵
- ۱۲-۴-۱ اجکتور چند مرحله‌ای..... ۱۱۶
- ۱۲-۴-۲ مراحل آماده‌سازی اجکتور خلاء ساز..... ۱۱۷
- ۱۳-۴ بهره‌برداری از کندانسور و اجکتور..... ۱۱۸

۱۱۹.....	۱-۱۳-۴ جدا کننده های رطوبت در توربین.....
۱۱۹.....	۲-۱۳-۴ تخلیه آب کندانس شده از محفظه.....
۱۱۹.....	۱۴-۴ کنترل نیروی محوری.....
۱۲۰.....	۱-۱۴-۴ آرایش جریان.....
۱۲۳.....	۱۵-۴ آرایش توربین های بخاری C-601 و C-661 و C-14200.....
۱۲۷.....	۱۶-۴ اثرات گرم و سرد شدن غیر یکنواخت توربین بخاری.....
۱۲۸.....	۱۷-۴ سیستم ترنینگ گیر.....
۱۲۹.....	۱-۱۷-۴ گیربکس ترنینگ گیر.....
۱۲۹.....	۲-۱۷-۴ کوبلینگ ترنینگ گیر.....
۱۲۹.....	۳-۱۷-۴ کلاچ ترنینگ گیر.....
۱۳۱.....	۱۸-۴ مکانیزم کلاچ SSS قبل از راه اندازی توربین.....
۱۳۳.....	۱-۱۸-۴ مکانیزم کلاچ SSS بعد از توقف توربین.....
۱۳۳.....	۱۹-۴ سیستم های ایمنی در ترنینگ گیر.....
۱۳۴.....	۱-۱۹-۴ سویچ ایمنی.....
۱۳۴.....	۲-۱۹-۴ کوبلینگ هیدرولیکی با سیستم ایمنی مکانیکی.....
۱۳۷.....	۲۰-۴ سیستم قطع اضطراری سرعت پیشینه.....
۱۳۷.....	۲۱-۴ شیرهای مربوط به توربین.....
۱۳۸.....	۱-۲۱-۴ شیر اطمینان.....
۱۳۸.....	۲-۲۱-۴ شیر نازل.....
۱۳۹.....	۳-۲۱-۴ شیرهای گاورنر و قطع کننده.....
۱۴۲.....	۲۲-۴ تنظیم سرعت توربین بخاری با گاورنر.....
۱۴۶.....	۲۳-۴ راه اندازی توربین بخاری.....
۱۴۹.....	۲۴-۴ سیستم لوله کشی توربین بخاری.....

- ۱-۲۴-۴ لوله خروجی..... ۱۴۹
- ۲-۲۴-۴ لوله ورودی..... ۱۵۱
- ۳-۲۴-۴ نگهدارنده لوله ها..... ۱۵۱

فصل پنجم: یاتاقان و روغنکاری

- ۱-۵ یاتاقان..... ۱۵۵
- ۱-۱-۵ وظایف یاتاقان ها..... ۱۵۵
- ۲-۵ انواع یاتاقان..... ۱۵۶
- ۱-۵-۱ یاتاقان های غلتشی..... ۱۵۶
- ۲-۲-۵ یاتاقان های لایه ای..... ۱۵۷
- ۳-۵ روغنکاری..... ۱۶۱
- ۱-۳-۵ ویژگی های روغن..... ۱۶۱
- ۲-۳-۵ خواص روغن مصرفی..... ۱۶۲
- ۳-۳-۵ روش های روغنکاری..... ۱۶۳
- ۴-۵ سیستم روغنکاری اجباری و تجهیزات جانبی آن..... ۱۶۳
- ۱-۴-۵ پمپ روغن..... ۱۶۵
- ۲-۴-۵ فیلتر روغن..... ۱۶۵
- ۳-۴-۵ کولر روغن..... ۱۶۶
- ۴-۴-۵ سیستم جدا کننده بخارات روغن..... ۱۶۶
- ۵-۴-۵ مخزن فرعی روغن..... ۱۶۷
- ۶-۴-۵ پمپ روغن اضطراری..... ۱۶۸
- ۷-۴-۵ اکومولاتور..... ۱۶۸
- ۸-۴-۵ سیستم جکینگ اولیه..... ۱۶۹
- ۹-۴-۵ دستگاه سانتریفیوژ تصفیه کننده..... ۱۷۰
- ۵-۵ اصول باکسازی سیستم روغنکاری..... ۱۷۳

۱۷۳..... ۵-۵-۱ روش پاکسازی

۱۷۶..... ۵-۶ آنالیز روغن

فصل ششم: نگهداری و تعمیرات

۱۸۱..... ۶-۱ نگهداری و تعمیرات

۱۸۲..... ۶-۲ تعمیرات بر اساس شرایط کار دستگاه

۱۸۴..... ۶-۲-۱ عوامل مؤثر در تعمیرات بر اساس شرایط کار دستگاه

۱۸۴..... ۶-۳ وسایل اندازه‌گیری برای پایش وضعیت

۱۸۶..... ۶-۴ پایش وضعیت آب، گاز، خاک

۱۸۷..... ۶-۵ پایش وضعیت نیروی محرکه

۱۸۸..... ۶-۶ پایش وضعیت ارتعاشات

۱۸۹..... ۶-۶-۱ عوامل ایجاد کننده ارتعاش

۱۹۲..... ۶-۷ عیب‌یابی

۱۹۵..... ۶-۸ عوامل مخرب شروع و تنون

۱۹۵..... ۶-۸-۱ خوردگی در اثر برخورد

۱۹۶..... ۶-۸-۲ سرعت بیش از اندازه

۱۹۷..... ۶-۸-۳ تماس شعاعی شدید

۱۹۷..... ۶-۸-۴ ترک‌های آغاز شونده از سوراخ‌های شروع

۱۹۷..... ۶-۹ روش‌های بازسازی تنون

۱۹۸..... ۶-۹-۱ جوشکاری روی تنون‌ها

۱۹۸..... ۶-۹-۲ کوتاه کردن پره‌ها

۱۹۹..... ۶-۱۰ نگهداری و تعمیرات کلاچ SSS ترینگ‌گیر

۲۰۰..... ۶-۱۱ بازسازی سیستم ایمنی کوپلینگ ترینگ‌گیر

۶-۱۱-۱ مراحل بازسازی سیستم ایمنی..... ۲۰۱

۶-۱۲ بازرسی کلی از توربین بخاری..... ۲۰۳

فصل هفتم: نکات عمومی در راه‌اندازی کمپرسورهای سانتریفیوژ

۷-۱ مقدمات راه‌اندازی..... ۲۰۹

۷-۲ ثبت متغیرها..... ۲۱۳

۷-۳ روش‌های کنترل کمپرسورهای سانتریفیوژ..... ۲۱۴

۷-۴ رعایت اضطراری..... ۲۱۶

۷-۵ نحوه سرویس خارج کردن..... ۲۱۹

۷-۶ آماده کردن برای تحویل دادن جهت تعمیرات..... ۲۲۰

۷-۷ تحویل گرفتن پس از تعمیرات..... ۲۲۱

فهرست مراجع برای مطالعه بیشتر

مراجع..... ۲۲۷

ضمیمه‌ها

ضمیمه‌ها: نکات ایمنی..... ۲۴۷