توربین ماشین

۱

فصلنامه‌علوم، فنون و مدیریت توربین ماشین؛ شماره ۱، پاییز ۹۲، قیمت: ۱۵/۰۰۰ تومان

مصاحبه با مهندس حسن هلالی

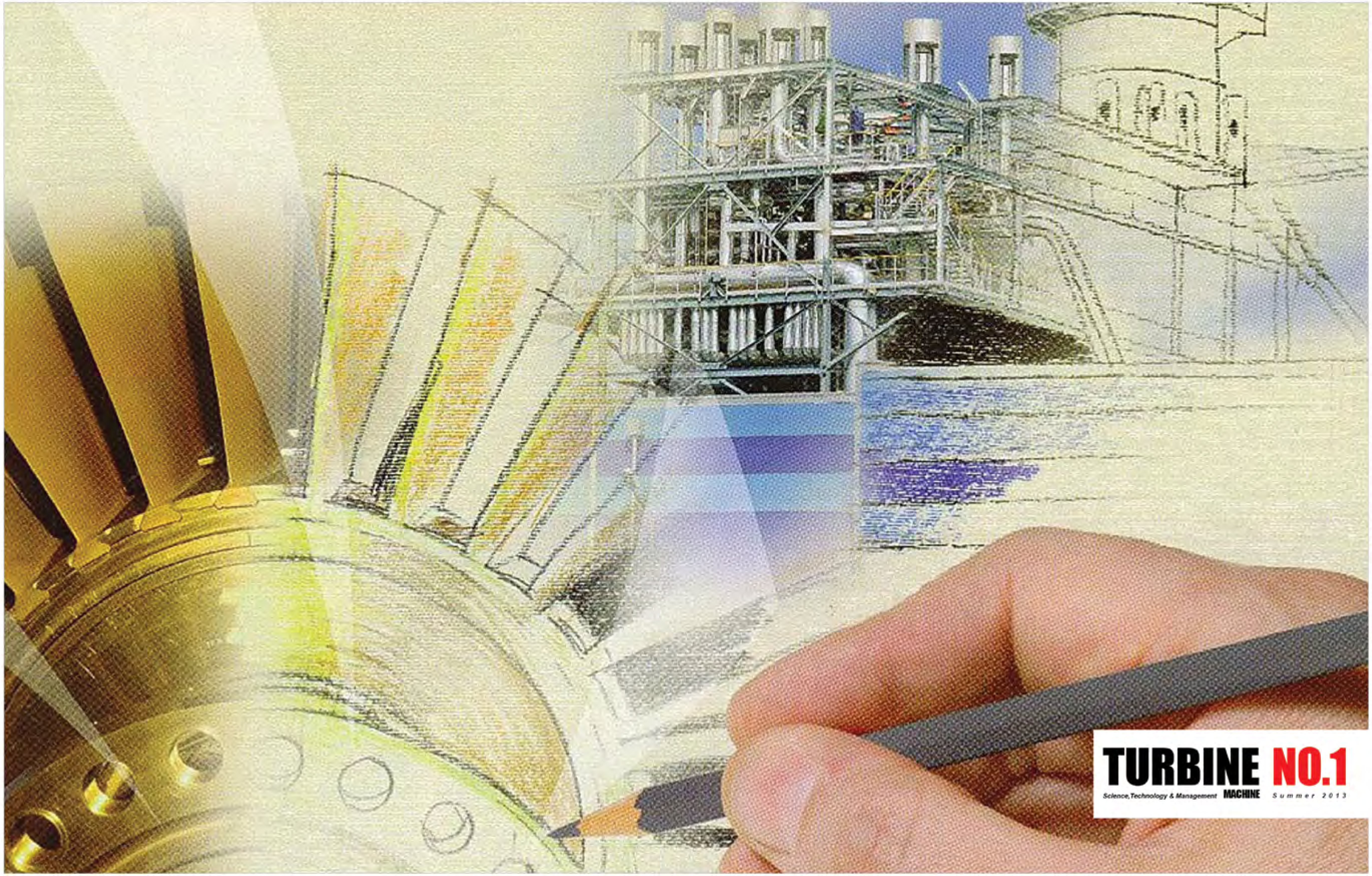
دست یابی به اولین توربین گازی 1600°C جهان

توربیـن گازی تیتـان

متـودولوژی اسکیلینـگ موتورهای توربیـن گاز صنعتـی

سامانه کنترل توربین های گازی

جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسیدکربن (CCS)


TURBINE NO.1
Science,Technology & Management MACHINE
Summer 2013

بسم الله الرحمن الرحیم

سرمقاله

توربو ماشین‌ها یا به عبارت دیگر ماشین‌های دوار که شامل انواع توربین‌ها، کمپرسورها، پمپ‌ها و غیره‌اند، از تجهیزات کلیدی مورداستفاده در صنایع زیربنایی چون نفت، گاز، پتروشیمی، پالایشگاه‌ها، صنایع هوایی، صنایع فولاد، صنعت برق و غیره‌اند. کاربرد گسترده از این تجهیزات، نشان دهنده اهمیت آنها است، لذا طراحی، ساخت، تامین، تعمیرات و نگهداری این تجهیزات خود به یک صنعت بسیار بزرگ در جهان تبدیل شده است و بجز چند کشور پیشرفته سایرین از زنجیره تامین کامل تولید این تجهیزات برخوردار نیستند. از آنجائیکه این تجهیزات دارای تکنولوژی طراحی و ساخت بسیار بالا و پیچیده و پرهزینه‌ای هستند، علوم مهندسی مختلفی از جمله مهندسی مکانیک، هوافضا، مواد، کنترل، برق و غیره در ارتباط تنگاتنگ با این صنعت‌اند. گسترش روز افزون استفاده از این تجهیزات، این صنعت را به یکی از صنایع با گردش مالی بالا تبدیل نموده است. از این‌رو است که تولید علم و اطلاع رسانی در این صنعت به یکی از ضروری‌ترین نیازهای آن تبدیل شده است.

نیاز مبرم صنایع کشور از یک سو و از سوی دیگر فقدان اطلاع رسانی کافی و نشریه‌های تخصصی در این حوزه، ما را به عنوان یک گروه تخصصی، فنی و اجرایی بر آن داشت که این نشریه را منتشر نموده و در جهت نشر مطالب کاربردی در آن بکوشیم. این نشریه به همت متخصصان فعال در زمینه توربو ماشین‌ها در حوزه‌های صنعتی و دانشگاهی ایجاد شده و انتظار می‌رود با استفاده از حمایت، پشتیبانی و خصوصا تجارب بسیار ارزشمند صنعتی شرکت توربین ماشین خاورمیانه در این حوزه، بتوان پیوندی عمیق بین دانسته‌های دانشگاهیان و تجارب بهره‌برداران و صنعتگران برقرار نمود. حضور کارآفرینان، صنعتگران و بهره‌برداران در کنار اعضا هیات علمی دانشگاه‌های معتبر و نخبگان کشور در هیات تحریریه مجله این نوید را می‌دهد که مطالب منتشر شده در این نشریه بتواند هم از حیث علمی و هم از لحاظ کاربردی از درجه مطلوبی برخوردار باشد.

انتظار می‌رود جامعه مخاطبان این نشریه میان علوم مهندسی مکانیک، مهندسی هوافضا، مهندسی توربین، مهندسی برق، مهندسی انرژی و همچنین کلیه رشته‌های علوم کاربردی و مدیریتی بوده و با نشریه ارتباط موثر برقرار نمایند. همچنین امید است انتشار این نشریه باعث افزایش دانش و آگاهی افراد فعال در صنعت توربو ماشین‌ها در کشور شده و صاحبان مشاغل، صنایع مرتبط و همچنین دانشجویان، اساتید و پژوهشگران فعال در این حوزه از آن بهره‌مند شوند.

مدیر مسئول، سردبیر، هیات تحریریه و کلیه دست اندرکاران این نشریه امید دارند که بعنوان نماینده کوچکی از طلیعه‌داران و بانیان حرکت بومی‌سازی و ساخت داخل در این حوزه که شانه به شانه با تکنولوژی روز دنیا در تنگناها و فراز و نشیب‌های حاکم بر فضای صنعتی و کسب‌وکار کشور در تلاشند، بتوانند در حوزه اطلاع‌رسانی، رسانه‌ای باشند برای انعکاس دستاوردهای ارزشمند فعالان صنعت کشور در زمینه ماشین‌های دوار که عمدتا مغفول مانده است.

این نشریه نیز مانند هرگونه اثر علمی عاری از اشتباه نبوده و شورای سیاست‌گذاری این نشریه از کلیه فعالان در این حوزه درخواست دارد تا در جهت ارتقاء کیفیت این نشریه به این هیات یاری رسانند.

پدرام حنفی زاده
سردبیر

تاریخچه توربین‌های گازی ۴
سارا جوادزاده، کاوه قربانیان

مصاحبه با مهندس حسن هلالی مدیر عامل شرکت توربین ماشین خاورمیانه ۱۲

دست یابی به اولین توربین گازی ۱۶۰۰°C جهان ۲۰
امیر آگهی، سید شهاب میر آقایی

ترکیب انرژی خورشیدی و توربین گاز ۲۶
محمدرضا امینی مقام، ترنم پرهیزگار

برق پراکنده ۳۰
پدرام حنفی زاده

توربین گازی تیتان ۳۴
کاوه قربانیان، احسان مفرد

متودولوژی اسکیلینگ موتورهای توربین گاز صنعتی ۳۶
کاوه قربانیان، احسان مفرد

سامانه کنترل توربین‌های گازی ۴۰
افشین بنازاده، کسری داودی، حسین عبداللهی گل، محدثه قریشی

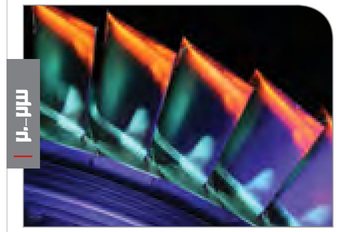
تولید همزمان برق و حرارت ۴۶
ترنم پرهیزگار، سارا جوادزاده، پدرام حنفی زاده

استاندارد عمومی برای توربین‌های گازی در صنایع نفت گاز و پتروشیمی ۵۰
شفاء الدین حسینی نژاد، آرش نوری

تحلیل عددی پدیده سائیدگی در پروانه کمپرسور گریز از مرکز ۵۴
محیط بیگلریان

جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن (CCS) ۵۶
پدرام حنفی زاده، امین عارفی، عرفان کوثری، مهیار مومن، حمید میرزایی

مدیریت دانش در شرکت‌های امروزی فرصت‌ها و چالش‌ها ۶۴
مجتبی صدیق



TURBINE MACHINE
Science, Technology & Management

فصلنامه توربین ماشین
علوم، فنون و مدیریت
شماره۱؛ پاییز ۱۳۹۲
شماره پیاپی: ۱، قیمت: ۱۵/۰۰۰ تومان
صاحب امتیاز: توربین ماشین خاورمیانه
مدیرمسئول: حسن هلالی

سردبیر: پدرام حنفی‌زاده
مدیر اجرایی: حسن مجیدپور
گروه اجرایی: سارا جوادزاده، حامد محدث دیلمی

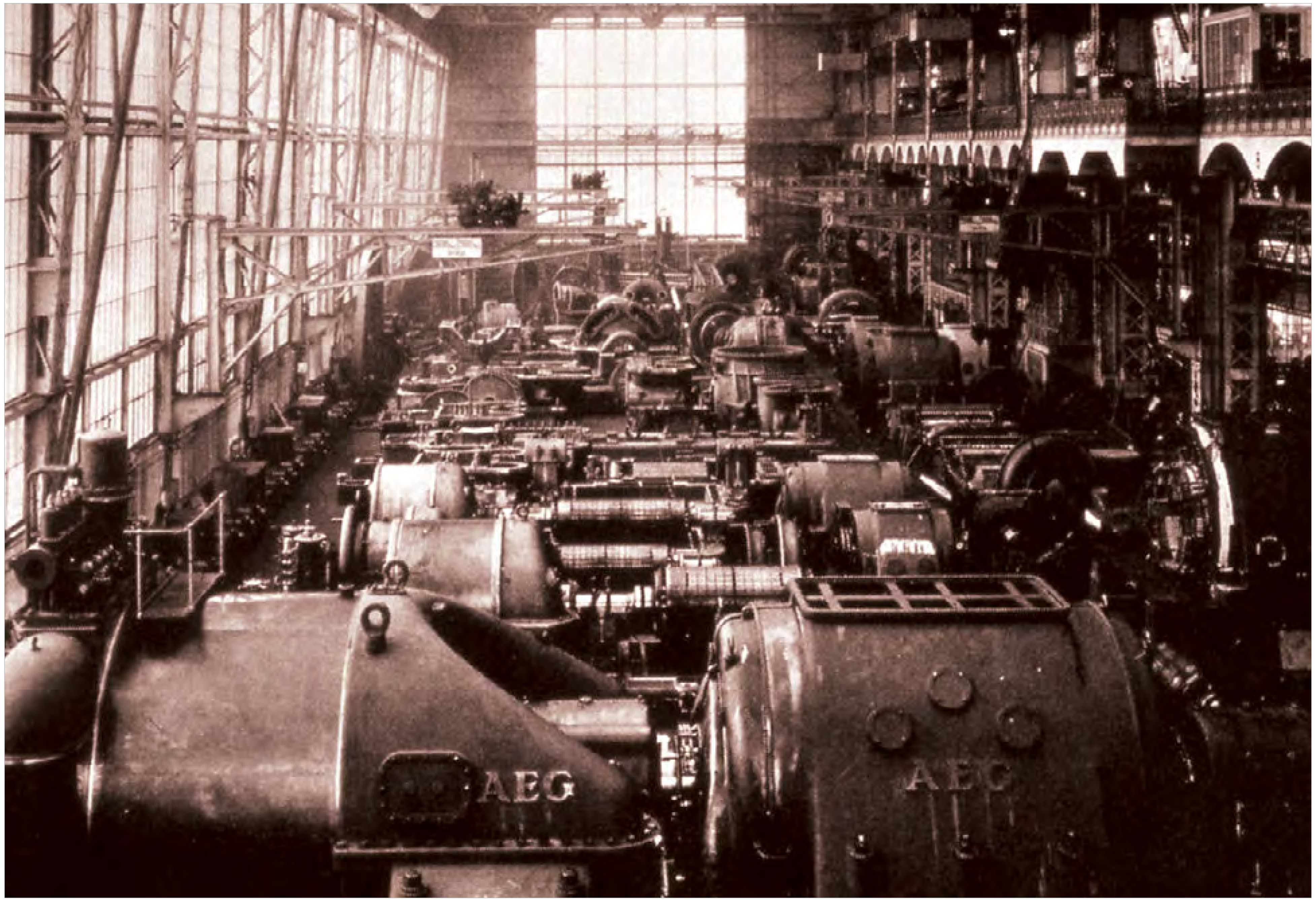
همکاران تحریریه در این شماره:
امیر آگهی، محمدرضا امینی مقام، افشین بنازاده، محیط بیگلریان، ترنم پرهیزگار، سارا جوادزاده، شفاء الدین حسینی نژاد، پدرام حنفی زاده، کسری داودی، مجتبی صدیق، امین عارفی، حسین عبداللهی گل، کاوه قربانیان، محدثه قریشی، عرفان کوثری، احسان مفرد، مهیار مومن، سید شهاب میر آقایی، حمید میرزایی، آرش نوری

گرافیک و صفحه آرایی: خانه نو، تلفن: ۸۸۰۵۹۰۰۷
مدیر هنری: سعید آقاموسی

تلفکس: ۸۸۵۶۲۲۹۴-۵
کد پستی: ۱۴۶۶۹-۸۳۷۴۱
صندوق پستی: ۱۴۶۶۵-۱۱۵۴
آدرس: تهران، سعادت آباد، بلوار دریا، خیابان رامشه، کوچه توحید ۵ غربی، پلاک 11A

ارسال مقالات:
از نویسندگان و پژوهشگران محترم تقاضا می‌شود مقالات خود در حوزه محتوایی نشریه را به آدرس الکترونیکی:
magazine@turbinemachine.com
ارسال کنند. بدیهی است که نشریه در انتخاب و تلخیص مطالب آزاد است.

اشتراک:
برای اشتراک فصلنامه توربین ماشین فقط کافی است با شماره تلفن ۸۸۵۶۲۲۹۴-۵ تماس بگیرید.
همکاران ما نشریه را بلافاصله پس از انتشار در هر دوره برای شما ارسال خواهند کرد.



تاریخچه توربین‌های گازی

سارا جوادزاده، کاوه قربانیان

توربین گاز یکی از مهمترین تجهیزات مورد استفاده در صنایع مختلف است. توربین گاز می‌تواند جهت تامین برق با متصل شدن به ژنراتور و یا تامین نیروی محرکه مکانیکی موردنیاز با اتصال به پمپ، کمپرسورو غیره، مورد بهره‌برداری قرار گیرد. از اینرو توربین گاز کاربردهای متعددی در صنایع مختلف بخصوص صنایع نفت، گاز و پتروشیمی خواهد داشت. همچنین از توربین گاز می‌توان جهت تولید نیروی پیش‌رانش هواپیما نیز استفاده نمود. کارایی توربین گاز به همراه وزن پائین و راه‌اندازی سریع آن موجب گشته که این تجهیز از زمان شروع به کار خود مورد توجه گسترده قرار گیرد. این تجهیز تا به امروز دست خوش تغییرات بسیاری قرار گرفته و پارامترهای عملکردی آن بهبود داده شده است. استفاده گسترده این تجهیز موجب گشته که شرکت‌های بسیاری وارد عرصه تولید آن شوند. اما به دلایل مختلفی همه این شرکت‌ها نتوانستند به ادامه حیات خود در زمینه تولید توربین گاز ادامه دهند و رفته رفته از بازار تولید این محصول کنار رفته و جای خود را به شرکت‌های معظم چند ملیتی داده‌اند. از جمله این دلایل می‌توان به تکنولوژی بالای تولید این محصول اشاره کرد که این تکنولوژی خود نیازمند سرمایه‌گذاری بسیار بالا در زمینه تحقیقات برای طراحی محصولات جدید و ارتقا محصولات موجود است. همچنین با بهبود طراحی‌ها، روش‌های ساخت و تولید محصولات طراحی شده جدید نیز، به نوبه خود نیازمند به روز شدن و ارتقا هستند. شرکت‌های کوچک قادر به تامین این هزینه‌ها نبوده و امکان رقابت با شرکت‌های بزرگتر را نخواهند داشت. در ذیل به تاریخچه تولید توربین در انگلستان به عنوان یکی از اولین کشورهای تولیدکننده توربین‌های گازی پرداخته شده است. روند ذکر شده در بالا را می‌توان در شرکت‌های موجود در این کشور نیز مشاهده نمود. به دلیل حجیم بودن این تاریخچه، در این شماره به بخش اول سیر تحول شرکت‌های تولیدکننده توربین گاز می‌پردازیم و ادامه آنرا در شماره بعدی مجله دنبال خواهیم نمود. دنبال کردن روند تدریجی سیر تکامل شرکت‌ها می‌تواند برای علاقه‌مندان به این صنعت بخصوص صاحبان صنایع بسیار مفید باشد.

تاریخچه توربین‌های گازی در انگلستان

در سال ۱۹۵۸ شرکت MHI، اولین توربین‌های گازی (BFG) Blast Furnace Gas خود را با ظرفیت ۸۵۰ کیلووات برای شرکت Nippon Steel، تامین نمود. از آن زمان تا سال ۲۰۰۴، شرکت MHI، در این زمینه و تامین دوازده توربین گازی BFG دیگر و افزایش ظرفیت تا ۱۸۰،۰۰۰ کیلووات، موفقیت چشمگیری داشته است. به وجود آمدن بحران نفت در سال ۱۹۷۳، انگیزه و محرکی بود تا صنعت نفت میدان‌های نفتی جدیدی را توسعه دهد و در نتیجه حجم کافی از گاز طبیعی را برای اشتعال در توربین‌های گازی تامین نماید. در ابتدا، تامین گاز طبیعی براساس روشی بود که احتمال همیشگی بودن آن وجود نداشت، از اینرو هر توربین گازی تولید نیرو، دوگانه سوز بود و یک سیستم پشتیبان تامین سوخت نیز داشت. به تدریج که مقادیر بیشتری گاز طبیعی برای مصرف تامین می‌شد و شرکت‌های نفتی به بازیافت پسماند گاز و تولید شبکه‌های گازی برای تحویل گاز به نیروگاه‌ها پرداختند، شرایط دچار تغییر شد. به آرامی نیاز به نفت به‌عنوان یک سوخت ذخیره کاهش یافت و اکنون بسیاری از توربین‌های گازی فقط براساس شبکه گاز طبیعی کار می‌کنند.

شرکت‌های توربین گاز صنعتی انگلیسی

در بین سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۹۰، بسیاری از بزرگ‌ترین گروه شرکت‌ها و موسسات فعال در زمینه توربین‌های گازی صنعتی، انگلیسی بودند. کتاب «توربین گازی صنعتی» نوشته دکتر ای. سی. رابرسون، که در سال ۱۹۵۱ انتشار یافت، لیست دوازده مورد از سازندگان انگلیسی که پیش از آن در صنعت ساخت توربین‌های گازی فعالیت داشتند را ارائه داده است. تحقیقات پیرامون این تالیف نشان داده است که در واقع در دهه ۱۹۵۰، هجده شرکت انگلیسی به طور مستقیم در طراحی و ساخت توربین‌های گازی صنعتی فعالیت داشته‌اند. در اینجا شرکت‌های سازنده توربین گازی، معرفی می‌گردد:

W.H. Allen

شرکت W.H. Allen در Bedford بریتانیای کبیر پایه‌گذاری شد و اعضاء باقیمانده گروه W.H. Allen، با تامین اطلاعات، کاتالوگ و

توربین گاز یکی از مهمترین تجهیزات مورد استفاده در صنایع مختلف است. توربین گاز می‌تواند جهت تامین برق با متصل شدن به ژنراتور و یا تامین نیروی محرکه مکانیکی موردنیاز با اتصال به پمپ، کمپرسورو غیره، مورد بهره‌برداری قرار گیرد

مقـالات فنی در حفظ ایـن تاریخچه همکاری داشته‌اند. در سـال ۱۹۴۷، با همکاری شرکت موتورهـای Bristol Aero، شـرکت Alle یک مجموعه۱۰۰۰کیلو وات تولید کرد. این مجموعه به عنوان یک یونیت کمکی دریایی برای نیروی دریایی طراحی شده بود و یک توربین الکتریکی مجزا نیز به همراه داشت.

آنهـا همچنین یک دسـتگاه مولـد تولید برق متصل به توربین گاز ۱۵۰کیلووات تولید نمودند که برای ذخیـره اضطراری و مواقع اوج مصرف طراحی شده است.

نیروی دریایی، شرکت Allen را برای راه‌اندازی بخش توربین گاز خودش، متقاعد کرد. این تیم تحت سرپرسـتی آرتور پپ بود کـه از اعضای سـابق تیم Power Jets و سـپس از کارمندان شـرکت Bristol Aeroplane تحت سرپرستی Roy Fedden محسوب می‌گردید. یک‌توافقنامه مشـاوره طراحی با شرکت بریستل بسته شد و همچنیـن یک قرارداد از شـرکت Admiralty دریافت گردیـد برای ایجاد یک سـت ژنراتور توربیـن گازی ۱۰۰ کیلـووات بـرای عملکرد بارگزاری پایه.

کار طراحی بر روی موتور ۱۰۰۰ کیلووات شرکت Allen، در اوایل سـال ۱۹۴۸ آغاز گردید و در اوایل سـال ۱۹۵۱، دستگاه با حداکثر سرعت و توان راه‌اندازی شد.

در مجمـوع دسـتگاه دارای ایـن اجـزاء بود: یک کمپرسـور با نسبت فشـار ۴/۲۵ به ۱ که توسـط یک توربین دو مرحله‌ای کار می‌کرد، محفظه‌هـای احتراق لوله‌ای که به طور متقارن در اطـراف موتور قرار داشـت، مبـدل حرارتی حلقوی جریان متقاطع دو گذاری و یک توربین الکتریکی یک مرحله‌ای مجزا.

جانمایی توربین عمدتا با الزامات فضای نیروی دریایی، تعیین گردید.

به دلیل تغییرات در طراحی ناو جنگی، تنها یک نمونه سـاخته شـد. در ابتدا موتور در Bedford، راه‌اندازی شد و سـپس در NGTE) Pyestock)، به طور اساسی به مدت ۴۰۰۰ ساعت راه‌اندازی گردیـد. به غیـر از مبدل حرارتـی، اکثر نتایج رضایت بخش بود.

این نتیجه حاصل شد که انعطاف‌پذیری بیشتر برای تطبیق با انبسـاط حرارتی و برای جنس لوله، مواد مقاوم‌تر در مقابل خوردگی مورد نیاز است.

از کارهای دیگر انجام گرفته توسط این شرکت، ژنراتور ۱۲۵ کیلووات فوری نیروی دریایی بود، موتوری سـاده کـه بـرای کاربرد موقت طراحی شـده بود و هزینه پاییـن و کم حجم بودن آن از مصرف کم سوختن اهمیت بیشتری داشت.

کارهای بعدی شـامل ژنراتـور ۳۵۰ کیلووات و ۵۰۰ کیلووات امدادی نیروی دریایی بود.

کار طراحی بر روی موتور ۱۰۰۰ کیلووات شرکت Allen، در اوایل سال ۱۹۴۸ آغاز گردید و در اوایل سال ۱۹۵۱، دستگاه با حداکثر سرعت و توان راه‌اندازی شد

صنایع الکتریکی هم‌پیمان (Associated Electrical Industries)

در سال ۱۹۲۶، صنایع الکتریکی هم‌پیمان (AEI)، به عنوان یک شرکت مرکزی (Holding)، تاسیس گردید. آنها در سـال ۱۹۲۸، سهام هر دو شرکت BTH و Metropolitan Vickers را خریـداری نمودنـد و ابعاد محوطه‌های رگبی را گسـترش دادند. از اینرو مقدمه‌ای از سابقه توربین‌های گازی AEI، تحت عناوین شـرکت‌های Metrovick و BTH، مطرح می‌گردد.

AEI در سال ۱۹۴۵ تحت عناوین شرکت‌های Metrovick و BTH، وارد حـوزه اسـتفاده از توربین‌های گازی برای تولید برق گردید. AEI در دهه ۱۹۶۰، به تعدادی شـرکـت برای ساخت توربیـن‌هـای گازی دریایـی براسـاس طراحی خودشان، مجوز ارائه نمود، این شرکت‌ها شامل شرکت‌های Harland، Wolff، Thorneycroft، White و Yarrow در UK و همچنین شرکت‌های Franco Tosi و Reggiana در ایتالیا و شرکت Werkspoor در هلند هستند.

AEI، پیمانکار اصلی CEGB، برای توربین‌های گازی مواقـع اوج مصرف بود کـه از موتورهای هواپیمایی به عنوان ژنراتورهای گازی استفاده می‌کرد. AEI در بین سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۸۰، سیزده عدد از این مجموعه‌ها را که در مجموع ۴۴۵ MW، ظرفیـت داشـتند، بـرای CEGB نصب کرد. همچنین ۴۲ AEI دسـتگاه دیگر که در مجموع ۱۰۵۰ MW، ظرفیت داشـتند را برای کشـورهای دیگر نصب که توسط AEI در سرتاسر جهان صورت گرفت به ۵۵ دستگاه رسـید کـه در مجمـوع ۱۴۵۰ MW ظرفیت داشتند.

AEI در سال ۱۹۶۷ توسط GEC خریداری شد و در سـال ۱۹۶۸، صنعت توربین گاز و صنعت الکتریکی انگلسـتان ترکیب شدند تا GEC Al Sthom را شکل دهند.

شرکت موتورهای Austin

شـرکت موتورهـای Austin درLongbridge، بریتانیای کبیر تاسـیس گردیـد. دکتر John Weaving سرپرسـتی تیمـی کـه بـر روی توربین‌هـای گازی کار می‌کردنـد را بـر عهده داشـت و در سـال ۱۹۵۲ کار خود را آغاز کرد. آنها موتور توربیـن گاز Austin و تعداد زیادی توربین‌هـای گازی کوچـک بـرای تولید توان اضطراری و عملیات پمپاژ، ساختند.

در آپریل سـال ۱۹۵۲، کار بر روی توربین‌های گازی توسـط شـرکت Austin آغـاز گردید و اولین دستگاه با استفاده از پیش متراکم‌کننده Rolls-Royce Merlin، به عنوان کمپرسور در سـال ۱۹۵۴ راه‌اندازی گردید. شرکت Austin، به سـاخت دسـتگاه توربین گاز ۲۵۰ hp خود ادامه داد که در سال ۱۹۶۱ راهی بازار شد. بعد از گذشـت چندین سال از توسعه توربین، یک محصـول خوب تولید گردید کـه در آمریکا به عنوان یک مجموعه کامل انرژی به بازار عرضه گشت و به ثبت شرکت بویلرهای بازیاب حرارت AMF Bearird Maxim درآمد.

بین سـال‌های ۱۹۶۲ و ۱۹۶۹، شرکت Austin بیـش از ۷۰ توربین گاز سـاخت کـه یکی از آنها، ماشـینی بود که ۲۵۰ hp نام داده شـده بود. بیشتر اینها در UK فروخته شدند و تعداد کمی به کشورهای دیگر شامل الجزایر، استرالیا، کانـادا، برما، فنلاند، هلند، ایـران، لیبی، نروژ و آمریکا فرستاده شد.

همچنیـن یک مدل ۳۰۰ hp، درسـال ۱۹۶۷ معرفـی گردید اما به دلیـل پیچیدگی فرآیند سـاخت که منجـر به هزینه‌های بـالای تولید گردید، تولیـد این ماشـین‌ها، یـک فعالیت اقتصـادی سـودآور نبـود و به همین لحاظ بعـد از گذشـت حدودا نـه سـال، تصمیمی مبنـی بـر متوقـف سـاختن تولیـد اتخـاذ گردید. شـرکت موتورهای Austin و سـازمان Riley، MG، (Nuffield Morris) و Wolseley در سـال ۱۹۵۲ بـرای تشـکیل BMC (British Motor Corporation) ادغام شـدند و سپس در سال ۱۹۶۸ بود که بخشی از British Leyland گشتند.

در آپریل سال ۱۹۵۲، کار بر روی توربین‌های گازی توسط شرکت Austin آغاز گردید و اولین دستگاه با استفاده از پیش متراکم‌کننده -Rolls Royce Merlin، به عنوان کمپرسور در سال ۱۹۵۴ راه‌اندازی شد

شرکت بریستول سیدلی (Bristol Siddeley)

شـرکت Bristol Siddeley در سال ۱۹۵۹ در نتیجه ادغام دو شرکت Bristol Aero Engines و Armstrong Siddeley Motors تاسیس گردید. دفتر فنی Bristol Siddeley Power Division در Ansty در سال ۱۹۶۳ تاسیس گردید و توسط Roxbee Cox سرپرسـتی گردید. دو موتوری که که تاثیر شدیدی بر حوزه توربین‌های گازی صنعتی داشتند، عبارت از Proteus و Olympus بودند.

موتور Proteus برای اولین بار در سـال ۱۹۴۶ معرفـی گردید و تبدیل به دسـتگاه مولد نیرو بـرای هواپیمـای بریتانیا گردید. یـک مدل از این موتور ۳۳۲۰ کیلووات بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۴ برای تامین برق ماشـین ثبت سرعت Bluebird, Donald Campbell's Land مورد استفاده قرار گرفت.

Bluebird، در هـر انتهای موتور یک میل لنگ

در آن زمان، BS یک دستگاه نماینده Olympus، در یکی از خلیج‌ها در نیروگاه A در Hams Hall، داشت. در ابتدا ۱۵ MW ظرفیت داشت و در سال ۱۹۶۴ تا ظرفیت ۱۷/۵ Mw ارتقاء یافته بود

داشت که هر کدام به یک چرخ مجزا متصل بودند. همچنین، این موتور در سال ۱۹۶۸ بر روی هاورکرافت کانال متقاطع کلاس Mountbatten مورد استفاده قرار گرفت که چهار عدد موتور دریایی Proteus ۳۰۰۰ کیلووات در پشت شناور قرار داشت. کاربرد دیگر Proteus، تولید نیرو از راه دور برای جنوب غربی انگلستان بود که Pocket Power Stations نام داشتند.

دو ایستگاه اولیه در ماه دسامبر سال ۱۹۵۹ در Princetown، Dartmoor و در سایت Bristol Siddeley Patchway، نصب شدند. چهار دستگاه دیگر هم بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۶۵، آماده شدند که Robot Power Stations نام گرفتند. این مسئله مطرح شد که ساعات کارکرد موتورهای هاورکرافت Proteu، بسیار حائز اهمیت بود. در حالی که برای دستگاه‌های صنعتی، ساعات کارکرد بسیار مناسب است زیرا کار آن‌ها مانند کار ژنراتورهای بار پایه نبود بلکه مانند دستگاه‌های تامین برق اضطراری و ذخیره بود. با وجود اینکه حرکت سریع موتورها به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است، خصوصا با اتمام عملکرد در سرعت شناوری که چندین سال پیش در Dover صورت گرفت، موتورهای Proteus ، دارای نقش حیاتی و استراتژیکی در نیروگاه‌های هسته‌ای هستند و تا انتهای این دهه جایگاه عملیاتی خود را حفظ می‌کنند.

BS تصمیم گرفت تا برای تعدادی ایستگاه‌های نیروی Olympus و Proteus با ترکیب‌های گوناگون، در چندین سال آینده قرارداد ببندد و آن‌ها را بسازد. موتور Olympus برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ معرفی گردید و احتمالا بیشتر به عنوان موتور Concorde معروف گردید. این موتور در سال ۱۹۶۸، در یک باز سازی توسط نیروی دریایی سلطنتی در ناو محافظ MS Exmouth نصب گردید. سپس طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵، آن‌ها به‌عنوان پربهره‌ترین مولدهای نیروی دریایی به‌عنوان موتور HMS Illustrious ،HMS Invincible و حامل‌های هواپیمای HMS Ark Royal مورد استفاده قرار گرفتند که هر کشتی، چهار موتور Olympus داشت. موتورهای TM3B که بر روی ناو هواپیمابر کاربرد داشتند، میزان ۹۷۰۰۰ shp را بر روی دو شفت تامین می‌کنند، این معادل ۱۸۰۰۰ کیلووات برای هر موتور یا ۷۲۰۰۰ کیلووات توان کلی شفت است.

در آن زمان، BS یک دستگاه نماینده Olympus، در یکی از خلیج‌ها در نیروگاه A در Hams Hall، داشت. در ابتدا ۱۵ MW ظرفیت داشت و در سال ۱۹۶۴ تا ظرفیت ۱۷/۵ Mw ارتقاء یافته بود. این مجموعه بر پایه یک Olympus ۲۰۱ هوایی بنا نهاده شده بود، (Olympus ۲۰۲ به Vulcan فرستاده شده بود) و سبک صنعتی سنگینی داشت و دارای توربین دو مرحله‌ای بود. در بین سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۶۹، تعداد قابل ملاحظه‌ای از موتورهای Olympus به‌عنوان مجموعه توربین‌های مولد ذخیره برای استفاده در مواقع اوج مصرف نصب گردیدند. Bristol Siddeley بر روی بیشتر واحدهای صنعتی مربوط به دستگاه‌های Olympus نقش پیمانکار اصلی را بر عهده داشت. این مجموعه از دستگاه‌ها، توان ۱۷/۵ MW را به عنوان دستگاه‌های تکی و توان ۷۰ MW را به عنوان دستگاه‌های جفت، دارا بودند. ایستگاه‌های نیرو با موتورهای Tilbury، Hams Hall، Rye House، Croydon، Fawley، Albertha، Ratcliffe، Ferrybridge، Eggborough، Ironbridge و Townhill بود. اولین این‌ها در سال ۱۹۶۵ در Hams Hall قرار داشت.

Bristol Siddeley در سال ۱۹۶۶ توسط Rolls-Royce خریداری شد، هرچند آن‌ها به توسعه و عرضه موتورهای طراحی Bristol، به بازار ادامه دادند. بین سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۸۰، BS/ RR با ۳۲ دستگاه که دارای در مجموع ۸۷۵ MW ظرفیت نصب شده بود، از CEGB بریتانیای کبیر حمایت کردند.

شرکت بریتیش تامسون هوستون (British Thomson Houston)

این شرکت در سال ۱۹۲۸ بخشی از AEI بوده و در راگبی انگلستان پایه‌گذاری شد. در این زمان انگلستان نقش مهمی در پیشرفت و توسعه موتورهای ویتل (Whittle) ایفا می کرد. در سال ۱۹۳۷ جت‌های تامین کننده توان (Power Jets) به عنوان اولین نمونه موتورهای جت در این شرکت ساخته شده و مورد تست قرار گرفتند. این شرکت در توسعه این نسل از موتورها نیز نقش مهمی بر عهده داشت.

اولین شبکه قابل تطبیق با پیشرانه‌های توربین گاز، تانکرهای شرکت نفت آنگلوساکسون با ۱۲۰۰۰ تن وزن بودند که به کمک موتورهای توربین گاز ۱۲۰۰ اسب بخار شرکت BTH برای راه‌اندازی توان الکتریکی در سال ۱۹۵۱ به کار گرفته شدند. در این سال مالکان شرکت تصمیم بر جایگزینی یکی از چهار موتور دیزل با یک توربین ۱۲۰۰ اسب بخار گرفتند. همچنین در ماه مارس سال ۱۹۵۲ اولین سفر دریایی با عبور از اقیانوس اطلس به کمک موتورهای توربین گاز دریایی ساخته شده توسط این شرکت صورت گرفت.

در سال ۱۹۵۴ این شرکت دو ماشین با توان ۲۰۰۰ کیلووات برای ایستگاه تامین توان نایروبی جنوبی در کنیا احداث کرد. در این پروژه تنها مجموعه‌های یک خطی وجود داشت که در آن توربین با اتصال به یک چرخ‌دنده کاهش سرعت، سبب گردش کمپرسور می‌گردید. این مجموعه تنها یک محفظه احتراق داشت که به حالت عمودی در گوشه‌ای از آن نصب شده و به وسیله پیچ به قسمت پایینی بدنه متصل شده بود. در سال ۱۹۶۱ برای ایجاد پیشران در HMS Ashanti از موتورهای AEI شرکت BTH استفاده شد.

در نهایت این شرکت به عنوان بخشی از AEI در سال ۱۹۶۷ توسط شرکت جنرال الکتریک خریداری شد و در سال ۱۹۶۸، پس از تلفیق با شرکت English Electric با نام GEC Alshtom شناخته شد.

شرکت مهندسی الکترونیک براش (Brush Electrical Engineering)

این شرکت در لاف برو (Loughborough) انگلستان قرار دارد. شرکت اصلی در منطقه لمبث (lambeth) لندن واقع بود و در سال ۱۸۸۹ از این منطقه به لاف برو منتقل شد. در سال ۱۹۷۰ این شرکت بخشی از شرکت مهندسی تامین توان هاکر سیدنلی (Hawker suddenly) شد.

اطلاعات کمی در رابطه با توربین‌های گازی ساخت این شرکت موجود است، از جمله این که در سال ۱۹۵۴ این شرکت یک توربین گازی با توان بین ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ تولید کرد. این ماشین به گونه‌ای طراحی شده بود که فقط در سرعت ۳۰۰۰ یا ۳۶۰۰ دور بر دقیقه کار می‌کرد و به صورت مستقیم به یک آلترناتور متصل بود. این موتور بر روی Ashford Common in Middlesex نصب شده بود.

توربین‌های شرکت بادورث

دیوید بادورث (Budworth) یک مهندس طراح در شرکت Ex Rover بود که در سال ۱۹۴۷ کسب خود را با تولید موتورهای کوچک هوایی در هاروبچ شروع کرد. در سال ۱۹۵۲ نیز شروع به ساخت موتورهای کوچک صنعتی کرد. توربین گاز ۵۰ اسب بخاری این شرکت برای مصارف آموزشی با موفقیت زیادی در بازار مواجه شد. این موتورها به موسسات آموزشی، دانشگاه‌ها و کالج‌های صنعتی در سراسر جهان فروخته می‌شد. این موضوع به عنوان یک دستاورد عظیم برای شرکتی با اندازه‌ای چنین کوچک محسوب می‌شد. سه ماشین مختلف در این شرکت تولید می‌شدند که عبارتند از: بریل ۵۰ اسب بخار، پافین ۱۸۰ اسب بخار و بلوفلای ۳۰۰ اسب بخار. بین سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۱، ۱۰۰ عدد توربین گاز توسط این شرکت تولید شد. بیشتر این موتورها از نوع ۵۰ اسب بخار بودند که برای مصارف آموزشی مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

دیوید بادورث بر اثر یک سانحه هوایی در اکتبر ۱۹۷۴ در گذشت. در ۱۹۷۵، نوئل پنی مسئولیت اداره شرکت را بر عهده داشت و تولید موتورهای کوچک هوایی را ادامه داد. نوئل پنی خود یک طراح در شرکت Rover بود. نهایتا فعالیت‌های این شرکت در اواخر دهه ۸۰ میلادی متوقف گردید.

شرکت توربین گازی سنتر کس (Centrax Gas Turbines)

این شرکت، خصوصی بوده و در Newton Abot در Devon (جنوب شرقی انگلستان) قرار دارد. پایه‌گذاری این شرکت در سال ۱۹۶۴ توسط ریچارد بار و جفری وایت صورت گرفت. تا انتهای جنگ جهانی دوم، ریچارد بار که خود عضوی از تیم تحقیقاتی موتورهای جت ویتل بود، طراحی و تولید موتورهای توربینی هوایی ۲۵۰ اسب بخار را با توجه به نیاز بازار به موتورهای توربینی صنعتی برای حمل و نقل جاده‌ای و سایر مصارف ادامه داد.

ریچارد بار نظر خود را بر حوزه تولید پره که خود نیز مهارت زیادی در آن داشت، معطوف ساخت و توانایی ترتیب دادن قراردادهایی با شرکت‌هایی نظیر Napier, Ruston, Allen و در ادامه Armstrong داشت

در بین سال‌های ۱۹۴۷ تا ۱۹۴۸، او نسل جدیدی از موتورهای توربین ۱۶۰ اسب بخار را برای محیط‌های صنعتی (عموما برای حمل و نقل) تولید کرد. این موتور به عنوان نمونه‌ای از کاربرد توربین گاز در صنایع در مرکز تجاری لندن در سال ۱۹۴۸ به نمایش در آمد.

ریچارد بار نظر خود را بر حوزه تولید پره که خود نیز مهارت زیادی در آن داشت، معطوف ساخت و توانایی ترتیب دادن قراردادهایی با شرکت‌هایی نظیر Napier، Ruston، Allen و در ادامه Armstrong داشت. به دلیل نیاز بسیار بالای صنایع جدید آن زمان به پره در موتورهای جت، کسب و کار و رونق گرفت و «بخش تمرکز پره» ایجاد شد. بدین ترتیب شرکت Centrax در مدت چهار سال، از ۳ نفر به ۶۰۰ نفر رسید که همگی آنها به طور خاص بر روی ساخت پره کار می‌کردند. پس از این پیشرفت زود هنگام، این شرکت تصمیم به ساخت یک سری توربین گاز برای مصارف صنعتی (مثلا تامین توان ژنراتورهای اضطراری) گرفت. در این زمان موفق‌ترین توربین گاز CS600-2 بود که در دهه ۶۰ میلادی طراحی شده بود. این موتور با داشتن یک محور و سرعتی ثابت برای کار در محیط‌های نامناسب طراحی شده بود. توربین‌های صنعتی Centrax در بسیاری از زمینه‌های صنعتی از جمله تامین توان پشتیبان برای بانک‌ها و سازمان‌ها جهت مصرف کامپیوترهای دهه ۶۰ و ۷۰ موفقیت بالایی کسب کردند. موتور CS600 توسط شرکت Centrax در سال ۱۹۶۲ با توان ۶۰۰ اسب بخار معرفی شد. در ادامه این موتور به توان ۷۳۰ اسب بخار ارتقا یافت. در سال‌های ۱۹۶۳ و ۱۹۶۴ نیز توان این موتور به مقادیر ۶۸۰ و ۷۵۰ اسب بخار ارتقا یافت. امروزه این شرکت همچنان به تولید توربین گاز در NewtonAbbott ادامه می دهد. مدل‌های تولید شده امروزه عبارتند از: KB3 (با توان ۲۷۰۰ کیلووات) و KB7 (با توان ۵۳۳۰ کیلووات).

از سال ۲۰۰۷ این شرکت گواهی مونتاژ موتورهای TRENR 60 را از رولز رویس دریافت کرده است.

CA Parsons & Co

این شرکت توسط چارلز الگرنون در سال ۱۸۸۹ در نیوکاسل انگلستان پایه‌گذاری شد. تا پیش از ادغام این شرکت با رولز رویس در سال ۱۹۸۹، این شرکت به مدت صد سال به تولید توربین، کمپرسور و سایر قطعات ماشینی می‌پرداخت. (تاریخچه جداگانه‌ای از این شرکت به صورت خاص توسط جان بولتر که یکی از روسای اسبق این شرکت بود، نوشته شده است. این تاریخ به صورت جداگانه منتشر شده است.)

حضور چارلز پارسون در عرصه توربین گاز با اختراع او در سال ۱۸۸۴ شروع شد که در این زمان اصل «توربین چند موتوره» توسط خود او مطرح شد. از سال ۱۹۳۷ تا ۱۹۴۲ این شرکت بر روی طرح‌های مختلفی از توربین گازهای صنعتی با توان ۵۰۰ اسب بخار کار می‌کرد. نتیجه این کوشش‌ها در IMechE لندن در ماه فوریه مطرح و در ماه ژوئن سال ۱۹۴۸ منتشر شد.

تلاش‌های شرکت Parsons در توسعه توربین‌های گازی در ادامه به صورت خلاصه آمده است:

در سال ۱۹۵۴ اولین توربین گاز Parson تکمیل شد و آزمایش‌هایی در بخش Heaton در شرکت CA Parson صورت گرفت. طراحی این ماشین در سال ۱۹۳۸ شروع گردید. در سال ۱۹۴۸ یک توربین گاز ۱۵۰۰۰ کیلوواتی برای اداره کل برق انگلستان در ایستگاه تامین توان دانستون (Dunston Power Station) سفارش داده شد. این موتور در سال ۱۹۵۵ مورد بازبینی قرار

آمار و ارقام نشان می‌دهد که تاکنون کل ماشین‌های تولید شده در انگلستان و صادر شده به سایر نقاط جهان، در حدود ۵۹۵ عدد بوده که برای عملیات ایجاد توان و حرکت و یا در زمینه‌های نفت و گاز به کارگرفته شده‌اند

گرفت: یک موتور با سه شفت، با نسبت فشار ۸ بـه ۱ و بازدهی گرمایی کل ۲۷/۶۶ درصد. (در این موتور از روش‌های Reheat و Intercooling نیز بهره گرفته شد.)

در سال ۱۹۴۸، یک توربین گاز ۱۰۰۰۰ کیلوواتی برای شرکت NGTE تولید شد. این موتور که در سال ۱۹۵۱مورد بازبینی قرار گرفت، نسبت فشار ۵/۵ و بازدهی گرمایی برابر با ۲۷/۲ درصد داشت.

در سال ۱۹۴۹ یک توربین گاز با قابلیت شره کردن هوا (به منظور خنک سازی) با توان ۲۱۷۰ اسب بخار برای شرکت NGTE سفارش داده شد. این موتور در سال ۱۹۵۶ مورد بررسی قرار گرفت و نسبت فشاری برابر با ۴/۰۵ داشت. این ماشین هیچ‌گونه مبدل گرمایی نداشته و خروجی آن به صورت هوای متراکم بود.

در سال ۱۹۵۰ یک توربین گاز ۲۵۰۰ کیلوواتی با طراحی پیشرفته با توربین کمپرسور و توربین تامین توان جدا توسعه داده شد.

توربین به صورت مستقیم در سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه با آلترناتور کوپل شده بود. یکی از این موتورها در Heaton Works و یکی دیگر در سنگاپور مورد استفاده قرار گرفتند.

در سال ۱۹۵۲ بنا به درخواست دولت انگلستان، توربین گازی بر مبنای استفاده از ذغال سنگ برای استفاده در خطوط آهن مورد توسعه قرار گرفت. توان این موتور برابر با ۱۸۰۰ اسب بخار بود. در سال ۱۹۵۴ اولین استفاده از توربین گاز در یک نفربر زرهی در یک جوخه زمینی تانک توسط شرکت Parsons مورد استفاده قرار گرفت. تا سال ۱۹۵۹ این شرکت تصمیم بر عدم ساخت توربین‌های گاز کوچک گرفت.

در این فاصله این شرکت در حال آمادگی برای طراحی یک توربین ۳۰۰۰۰ کیلوواتی با کمپرسور ۹ طبقه‌ای و توربین ۳ طبقه‌ای بود.

در سال ۱۹۷۷ CA Parsons با شرکت Northern Engineering Industries ادغام و در سال ۱۹۸۹ بخشی از شرکت رولز رویس گردید. در سال ۱۹۹۷ قسمت تولید توان زیمنس نیازمند این کسب بود. امروزه زیمنس به ساخت قرقره‌های ژنراتور در آزمایشگاه کوچک شده Pasrson Works می‌پردازد، در حالی که نام Parsons امروزه به عنوان یک نام تجاری شناخته نمی‌شود.

شرکت برق انگلستان (English Electric company)

این شرکت در سال ۱۹۱۸ پایه‌گذاری شد و از رقبایی نظیر Robinsons of Rugby پیشی گرفت. در ابتدا فعالیت‌های شرکت در Willian Works در راگبی بود و سپس به Whetstone منتقل شد. در سال ۱۹۵۱ این شرکت منابع خود را صرف ساخت توربین گازهایی در محدوده ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ کیلووات ساخت. در سال ۱۹۵۴ توربین‌های گازی با کمپرسور محوری و گریز از مرکز در محدوده توان ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلووات توسعه داده شدند. اولین نمونه این موتورها به Ashford Common فرستاده شد. یک مجموعه ۲۰۰۰۰ کیلوواتی برای ایستگاه تامین توان مرکزی طراحی شده بود که تفاوتش با سایر ماشین‌ها، عدم وجود مبدل حرارتی بود.

بازدهی گرمایی این موتورها با افزایش نسبت فشار، بالاتر رفته بود.

در بین سال‌های ۱۹۵۶ تا ۱۹۶۴، بیست و شش عدد توربین گاز توسط English Electric تولید شده بود. تعدادی از این موتورها برای پمپ کردن نفت به عراق فرستاده شد. در سال ۱۹۶۰ یک واحد ۲۷۵۰ اسب بخار در یک لوکوموتیو مورد استفاده قرارگرفت. بزرگترین توربین‌های گاز در حال کار در انگلستان در آن زمان، موتورهای ۲۰۰۰۰ واتی RAE Bedford بودند که در سال ۱۹۵۵ مورد استفاده قرار گرفتند. این موتورها دو شفته و دارای مبدل‌های حرارتی بودند. از این موتورها به منظور راه‌اندازی دمنده‌های هوا در مرکز تحقیقات RAE Bedford استفاده می‌شد.

English Elctric Gas Turbine Department Whestone

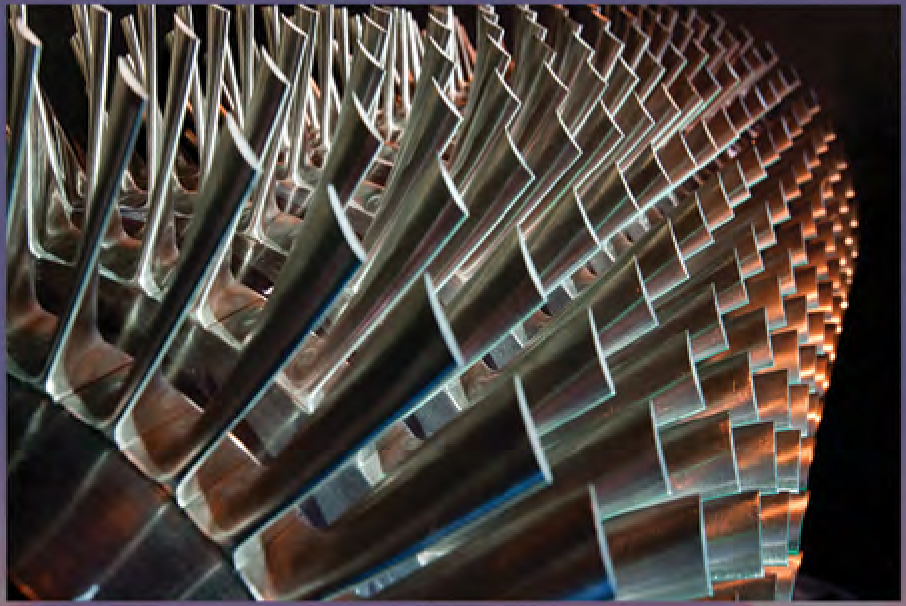
در سال ۱۹۵۵ شرکت English Electric از راگبی به Whetstone نقل مکان کرد. تاسیسات توربین گاز وتستون در سال ۱۹۴۲ توسط شرکت Power Jets پایه‌گذاری شده بود و سایتی بود که بیشتر تست‌های مربوط به موتورهای Whittle در آن صورت می‌گرفت. این سایت یک مرکز پژوهشی در توربین‌های گاز شرکت جنرال الکتریک شد.

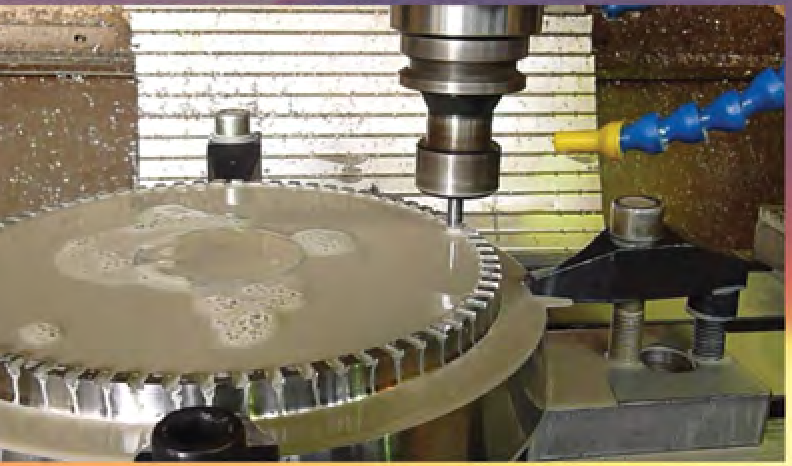
از جمله دستاوردهای شرکت English Electric عبارتند از:

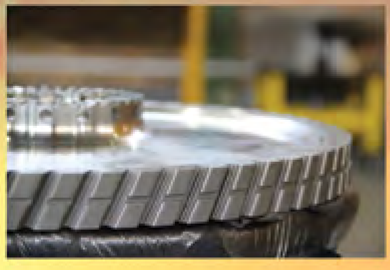
- سال ۱۹۶۰: احداث اولین ایستگاه توربین گاز در اندونزی (۲۰۰۰Kw×۳)
- سال ۱۹۶۱: احداث اولین ایستگاه توربین گاز در هند (۲۰۰۰Kw×۳)
- سال ۱۹۶۴: اولین مجموعه توربین گازی چند موتوره با توان ۵۶۰۰۰ کیلووات به وسیله دو موتور جت توربینی به منظور گردش یک ژنراتور
- سال ۱۹۶۷: اولین ایستگاه تولید توان به کمک توربین گاز در آفریقای جنوبی (ژوهانسبرگ ۲×۲۲۲۰۰ kW)

شرکت‌های EE/GEC اصلی‌ترین طرف‌های قرارداد شرکت CEGB برای استفاده از توربین‌های گازی Avon به عنوان ژنراتور بودند. از سال۱۹۶۴ تا۱۹۸۰ شرکت CEGB انگلستان شصت و سه واحد برای شرکت‌های EE و GEC را با ظرفیت ۲۲۶۰ مگاوات ایجاد کرد. شرکت‌های EE و GEC نیز با تامین بیست و یک واحد، ۴۰۵ مگاوات توان برای سایر کشورها تامین کردند. با این حساب، کل توان تامین شده توسط این شرکت‌ها در سطح جهان برابر ۸۴ واحد یا ظرفیتی معادل ۲۶۶۵ مگاوات بود. آمار و ارقام نشان می‌دهد که تاکنون کل ماشین‌های تولید شده در انگلستان و صادر شده به سایر نقاط جهان، در حدود ۵۹۵ عدد بوده که برای عملیات ایجاد توان و حرکت و یا در زمینه‌های نفت و گاز به کارگرفته شده‌اند.

مصاحبه با مهندس حسن هلالی
مدیر عامل شرکت توربین ماشین خاورمیانه







مدیران صنعتی جسور، کارآفرینان خلاق و آشنا به مسائل توسعه استاندارد حلقه مفقوده توسعه صنعتی پایدارند. چرا که به اذعان بسیاری از بزرگان صنعت و کارشناسان علم توسعه، کشور ما ایران، از حیث امکانات سخت‌افزاری غنی بوده و دانش فنی و علمی به روز دنیا را نیز به میزان زیادی در مراکز علمی و صنعتی انباشته دارد ولی فقدان مدیریت مناسب در ترکیب این امکانات سخت‌افزاری با دانسته‌های علمی و تبدیل آن‌ها به قابلیت‌های صنعتی متناسب با شرایط واقعی و جاری کشور مهم‌ترین چالش توسعه صنعتی به نظر می‌رسد.

با توجه به اهمیت نقش مدیران صنعتی در این چرخه بنا داریم در هر شماره پای صحبت یکی از این تلاشگران عرصه صنعت بنشینیم تا ضمن آشنایی با ایشان و مجموعه‌ای که مدیریت آن را بر عهده دارند نظراتشان را در حوزه صنعت جویا شویم. در این شماره به سراغ آقای مهندس حسن هلالی، از بنیان‌گذاران شرکت توربین ماشین خاورمیانه رفته‌ایم تا با ایشان و این شرکت آشنا شده و نظر ایشان را در خصوص وضعیت صنعت ماشین‌های دوار و به خصوص توربین‌های گازی جویا شویم.

شرکت توربین ماشین خاورمیانه در نیمه دوم سال ۱۳۸۱ به صورت سهامی خاص به ثبت رسیده است و هم‌اکنون بیش از یک دهه فعالیت موفق با کمک و هم‌اندیشی و مساعدت نیروی انسانی متخصص و متعهد و نیز بهره‌برداران دلسوز، سال‌های پرفراز و نشیبی را پشت سر گذاشته است

مخاطبان ما می‌خواهند با شما آشنا شوند. برای ما از سوابق تحصیلی و شغلیتان بگویید و درباره تاسیس و زمینه‌های فعالیت شرکت توربین ماشین خاورمیانه توضیح بفرمایید.

حسن هلالی هستم، کارشناس ارشد مهندسی مکانیک از دانشگاه صنعتی شریف و رئیس هیات مدیره و مدیرعامل شرکت توربین ماشین خاورمیانه. این شرکت در نیمه دوم سال ۱۳۸۱ به صورت سهامی خاص به ثبت رسیده است و هم‌اکنون بیش از یک دهه فعالیت موفق با کمک و هم‌اندیشی و مساعدت نیروی انسانی متخصص و متعهد و نیز بهره‌برداران دلسوز، سال‌های پرفراز و نشیبی را پشت سر گذاشته است. بیشترین سرمایه این شرکت دانش محور، نیروی انسانی متخصص، تجربه مدیریت مجموعه، ارتباطات بین‌المللی و کارنامه ساخت اقلام تخصصی و استراتژیک و مدیریت حوزه‌های دانش و تکنولوژی است. این شرکت هم‌اکنون در زمینه پشتیبانی تعمیرات و ساخت مجموعه‌های ماشین‌های دوار، نقش چشمگیری در خودکفایی و جلوگیری از خروج ارز از کشور در شرایط تحریم و مقابله با آن را ایفا می‌کند.

شرکت توربین ماشین خاورمیانه هم‌اکنون به‌عنوان یکی از بانیان حرکت بومی‌سازی ماشین‌آلات دوار، حساس و نیز یک شرکت پیشرو در زمینه ساخت روتورهای ناحیه سرد و داغ و ارائه خدمات جانبی ماشین‌های تخصصی و دوار زیر ۲۰ مگاوات خصوصا با کاربرد در صنعت نفت،گاز، پتروشیمی و نیروگاهی دارای بیش از ۱۳۰ نفر نیروی انسانی متخصص است، که سطح تحصیلات بیش از ۸۰ درصد آنها بالاتر از کارشناسی و تا دکتراست، توانسته اخیرا در زمینه ساخت کامل توربین گازی، عرصه‌های جدیدی از فعالیت‌ها را در عرصه‌های ملی با تکیه بر دانش داخلی و بومی‌سازی شده تعریف کند. شرکت توربین ماشین خاورمیانه دارای یک دفتر مرکزی برای انجام فعالیت‌های مهندسی و مدیریتی در تهران و یک کارگاه تخصصی واقع در شهرقدس و یک کارگاه در کیلومتر ۱۸ جاده قدیم کرج است. در این کارگاه‌ها بیشتر فعالیت‌های مربوط به طراحی، مهندسی، بازسازی، مونتاژ، تعمیرات اساسی توربین‌های گازی، بخار و کمپرسورهای سانتریفیوژ و خدمات روتوری برای صنعت نفت و انرژی انجام می‌شود.

پنج سال اخیر، سال‌های سخت تحریم در کشور ما بوده است. لطفا در مورد بازار، کارفرمایان و مهمترین دستاوردهای شرکت و راهبردهایتان در این سال‌ها توضیح دهید.

کارفرمایان اصلی شرکت توربین ماشین خاورمیانه، شرکت‌های نفتی، پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی‌اند، که از آن جمله می‌توان به شرکت‌های خطوط لوله و مخابرات نفت ایران، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، بهره‌برداری نفت و گاز گچساران، پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران، پتروشیمی اراک، پالایشگاه‌های نفت تهران و تبریز، صنایع نیروگاهی، راه‌آهن، صنایع قند و شکر و سایر شرکت‌های زیرمجموعه صنایع نفت و گاز اشاره کرد. هم‌اکنون شرکت توربین ماشین خاورمیانه بر روی ساخت قطعات حساس متمرکز بوده و موفق شده است تا برای نخستین بار در کشور و در منطقه خاورمیانه روتور ناحیه سرد و داغ توربین‌های گازی مدل سولار آمریکایی (Centaur) و راستون انگلیسی (Ruston) مدل TA و نیز مدل‌های GEC زیمنس و درسر رند (Dresser Rand) را با همکاری شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب و شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران ساخته و با موفقیت بهره‌برداری نماید. علاوه بر آن، در حال حاضر اکثر انواع توربین‌های خانواده Solar زیر ۱۰مگاوات در این شرکت در حال تعمیرات

کارفرمایان اصلی شرکت توربین ماشین خاورمیانه، شرکت‌های نفتی، پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی‌اند

اساسی کامل با حداکثر ساخت قطعات تا ۸۵ درصد با محصولات و قطعات ساخت شرکت توربین ماشین خاورمیانه است که در این سطح، منحصر بفرد و برای اولین بار در سطح کشور ارائه‌کننده این خدمات است. این امور شامل خدماتی از قبیل انجام عملیات ساخت بدون در اختیار داشتن هرگونه مدارک، نقشه‌ها و استانداردهای سازنده و صرفا با استفاده از عملیات مهندسی معکوس تا مهندسی مجدد، تمامی مراحل مهندسی ساخت از جمله آنالیز مواد، تهیه نقشه‌های ابتدایی و نقشه‌های نهایی، ابعادگذاری و رفع مواردی مونتاژ، نصب و راه‌اندازی، انجام آزمایش‌های لازم و تطبیق با استاندارد، برطرف کردن عیب‌ها و ایرادهای احتمالی و بعضا جایگزین مواد اولیه تا گارانتی کامل محصول تا بهره‌برداری را به انجام رسانده است.

همچنین در حال حاضر خدمات Retro-fit و بروزرسانی سیستم‌های کنترلی و ابزار دقیق، تغییر در آرایش لوازم و ادوات کنترلی و راه‌اندازی، به سبد محصولات و خدمات این شرکت اضافه شده است که برای اولین بار در کشور همزمان با اورهال مکانیکی توربین در حال انجام است.

این نوع تجهیزات کنترلی می‌تواند به مصرف بهینه سوخت و انرژی، تعمیر و نگهداری طولانی مدت و به منظور جلوگیری از بروز صدمات شدید و ایمنی بیشتر کمک نماید. در حال حاضر بیش از چندین دستگاه توربین‌های سولار و راستون در مجموعه کارگاه‌های این شرکت در حال تعمیرات اساسی و رتروفیت براساس شرایط جدید عملکردی منطبق بر نیاز بهره‌برداران، در حال انجام و تحویل است.

این شرکت با دریافت رتبه یک معاونت مهندسی و فناوری وزارت نفت در زمینه تعمیرات اساسی برخی توربین‌های پرکاربرد، مانند سولار ستنار، سترن و مارس، GEC، رولزرویس، کلارک، کوپربسمر و ساخت قطعات حساس شناخته شده است. همچنین این شرکت تندیس و لوح افتخار ملی برای ساخت روتور توربین‌های گازی، پروانه واحد پژوهشی و تحقیقاتی و جواز واحد فنی و مهندسی را دریافت کرده و طی دو سال متوالی موفق به اخذ عنوان محصول برتر از جشنواره بین‌المللی IDRA۲۰۱۱ و IDRA۲۰۱۲ گردید. شرکت توربین ماشین خاورمیانه در انجمن سازندگان تجهیزات نفت ایران (استصنا) و انجمن تحقیق و توسعه (R&D) ایران عضویت فعال دارد و افتخار دارد به‌عنوان اولین سازنده توربین کامل در کلاس ۴ مگاوات جهت رانش ژنراتور و قابل بهره‌برداری در سامانه تولید همزمان برق و

در حال حاضر بیش از چندین دستگاه توربین‌های سولار و راستون در مجموعه کارگاه‌های این شرکت در حال تعمیرات اساسی و رتروفیت براساس شرایط جدید عملکردی منطبق بر نیاز بهره‌برداران، در حال انجام و تحویل است

حرارت (CHP) در کشور محسوب می‌شود که صرفا با تکیه به دانش بومی‌سازی شده خود این مهم را از سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران جهت طرح‌های سامانه‌های همزمان تولید برق و حرارت (CHP) به عهده گرفته، هر چند در کشور سوابق و تجربیات ارزشمند دیگر از طریق انتقال تکنولوژی از کشورهای خارجی در زمینه ساخت توربین گازی از شرکت‌های زیمنس و Zorya به انجام رسیده و یا در حال انجام است.

■ برنامه‌های آتی شما چیست؟ چه چشم‌اندازی را برای توسعه در نظر دارید.

راهبردهای اصلی شرکت توربین ماشین خاورمیانه در سال ۱۳۸۴ در قالب استراتژی عملکردی توربین ماشین ۱۳۹۵ مصوب و هم‌اکنون اسناد بالادستی تا سال ۱۴۰۰با تصویب هیات مدیره در چهار محور ضرورت تأسیس، منشور اخلاقی، منشور علمی و سند فعالیت تعریف شده است و بدنه اجرایی شرکت،

موظف به پیاده‌سازی آن است.

در بیانیه ماموریت شرکت ساخت، طراحی، رفع عیوب تا تحویل بسته کامل محصول و همچنین ارائه خدمات جامع تخصصی و پشتیبانی کامل از محصولات را برای ماشین‌های دوار با توان زیر ۲۰ مگاوات مورد استفاده در صنایع نفت و گاز و صنعت نیرو به عنوان ماموریت و دلیل شکل‌گیری شرکت توربین‌ماشین‌خاورمیانه آورده شده و به آن باور داریم. در زمان حاضر و در دهه دوم فعالیت شرکت نیز وارد عرصه ساخت کامل توربین‌های گازی کلاس ۵ مگاواتی با کاربردهای متفاوت در قالب بسته‌های عملیاتی جهت طرح‌های EPC خواهیم شد.

ما در گروه شرکت‌های توربین ماشین خاورمیانه با اعتقاد به ضرورت تمرکز تخصصی و باور به حفظ چابکی سازمان خود، تصمیم به ایجاد شرکت‌های زیرمجموعه با مشارکت پرسنل متخصص و حرکت بسوی تشکیل هلدینگ توربین ماشین خاورمیانه گرفتیم. در این راستا، شرکت تأمین کالای توربین ماشین خاورمیانه با مأموریت شناسایی توسعه و تجهیز زنجیره تأمین قطعات و زیرمجموعه‌های توربین تأسیس و فعال گردید. این شرکت از زمان تشکیل، نقش بسزایی در توسعه شبکه تأمین‌کنندگان داشته است. در حال حاضر شرکت تأمین کالای توربین ماشین خاورمیانه دارای قراردادهای متعدد ساخت به‌صورت انحصاری و یا ویژه با بیش از ۷۰ شرکت پیمانکار مختلف است که براساس تدوین روش‌های مهندسی، کنترل کیفیت و فرآیندهای ساخت و استانداردهای کارخانه‌ای و تکنولوژیک شرکت تأمین کالای توربین ماشین خاورمیانه مدیریت شده و به تولید و تحویل‌گیری محصولات با کیفیت بالا برای رفع نیاز صنعت نفت منجر می‌شود.

همچنین با نگاهی مشابه، شرکت مدیریت پروژه‌های توربین ارکان ایرانیان به‌عنوان واحد طراحی، مهندسی و توسعه محصول متمرکز بر توربین‌های گازی، کمپرسورهای سانتریفیوژ و تولید همزمان برق و بخار مورداستفاده در صنعت نیرو تأسیس و فعال است. این شرکت در قالب مرکز رشد دانشگاه صنعتی شریف و همکاری برخی از اساتید ارزشمند فعال شده است.

■ توضیحاتی که فرمودید بیشتر ناظر بر برنامه‌های استراتژیک و سازمانی بودند ممکن است برنامه‌هایی که بیشتر جنبه ساخت و توسعه محصولات و خدمات دارند را عنوان فرمایید.

درحال حاضر برنامه‌ریزی ایجاد یک مرکز تست توربین‌های گازی زیر شش مگاوات در منطقه کرج به انجام رسیده که به امید خدا تا پایان سال ۱۳۹۳ آماده بهره‌برداری خواهد بود که کاملا با تکیه بر طراحی بومی ترمز آبی Water Brake به انجام می‌رسد. این طرح هم‌اکنون به‌عنوان تنها ترمز آبی صددرصد ساخت داخل، مراحل ثبت اختراع را پشت سر می‌گذارد.

در این راستا و به منظور تکمیل دانش مجموعه‌ای و سیستمی، دپارتمان مهندسی توربین، کمپرسور و مهندسی مجدد آن، با حضور اعضای هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف و سایر دانشگاه‌های معتبر کشور و نیز نخبگان علمی تشکیل گردیده است که بی‌شک می‌تواند در فرآیند طراحی، بهینه‌سازی و تغییر در پارامترهای عملکردی توربین‌ها ایفاء نقش نماید، قاعدتا این ساماندهی و سازماندهی در مسیر دستیابی به برند ملی قابل توجیه برای سرمایه‌گذاری است.

■ با توجه به محدودیت‌هایی که به هر صورت وجود دارد و اینکه در صنعتی که فعالیت ابعاد گسترده‌ای وجود دارد که ممکن است پرداختن به تمام آن‌ها از بضاعت یک شرکت خصوصی خارج باشد چه اقدامی برای استفاده از سایر مجموعه‌ها داشته‌اید؟

این شرکت در سال‌های اخیر به منظور تجمیع استفاده بهینه از امکانات و دانش سطح کشور به‌عنوان یکی از اعضای اصلی و موسسین در شکل‌گیری کنسرسیوم توربین، با حمایت و همکاری بی‌شائبه انجمن تخصصی سازندگان

در این راستا و به منظور تکمیل دانش مجموعه‌ای و سیستمی، دپارتمان مهندسی توربین، کمپرسور و مهندسی مجدد آن، با حضور اعضای هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف و سایر دانشگاه‌های معتبر کشور و نیز نخبگان علمی تشکیل گردیده است که بی‌شک می‌تواند در فرآیند طراحی، بهینه‌سازی و تغییر در پارامترهای عملکردی توربین‌ها ایفاء نقش نماید

تجهیزات صنعت نفت ایران نقش فعالی داشته است. این کنسرسیوم با توجه به مأموریت تعریف شده از سوی وزارت نفت در فضای ظرفیتی ۵ الی ۲۵ مگاوات آماده ارائه خدمات مهندسی، تعمیرات اساسی ساخت اقلام و مجموعه‌ها و نیز تأمین تجهیزات دوار توربین و کمپرسور در صنایع مختلف نفت، گاز و پتروشیمی است و تکمیل زنجیره تأمین، تقویت آن و ایجاد زیرساخت‌های آزمایشگاهی و استفاده از امکانات در سطح کشور و ارتقاء آنها از برنامه‌های اصلی آن است.

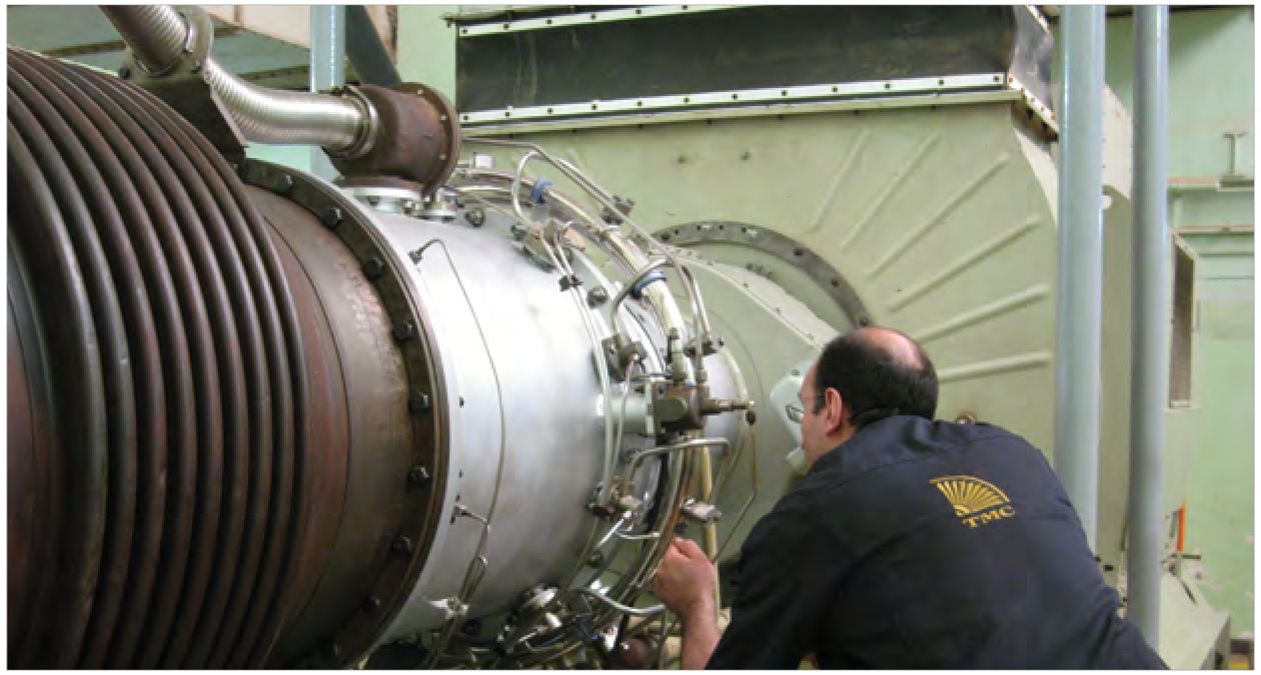
با توجه به تجارب شما، لطفا بفرمایید که عمده موانع موجود در مسیر فعالیت و توسعه چنین شرکت‌های دانش بنیان که با توان و باور صددرصد داخلی و بدون پشتوانه خارجی شکل گرفته چیست؟

مجموعه این شرکت تماما و بصورت یکپارچه یک سازمان وسیع و گسترده تحقیق و توسعه کامل به شمار می‌آید. زیرا این شرکت خط تولید ثابت و تکراری ندارد و هر لحظه با یک محصول جدید و نوآوری مهندسی مجدد سر و کار دارد. توربین ماشین خاورمیانه با توجه به نوع فعالیت، در QC و QA حساسیت زیادی را اعمال می‌دارد و تاکنون هیچ‌گونه شکستی در این زمینه در قطعات و مجموعه‌های ساخت خود و یا خدمات تحویلی نداشته است. در بیش از ده سال گذشته حدود ۱۸۰ نوع محصول حساس تحویل شده است. با توجه به زمان و هزینه بر بودن ایجاد چنین مجموعه‌ای جهت توسعه و تبدیل به یک برند ملی و منطقه‌ای، نوع نگاه مسئولین و تصمیم‌گیران ملی می‌تواند هم مانع باشد و هم راه‌گشا. توضیح بیشتر اینکه ما حمایت معنوی و کمک به ایجاد زیرساخت‌ها را نیاز داریم و هیچ نیازی به نگاه‌رانتی و حمایت‌های غیرمنطقی نداریم. ما نیاز به باور و حمایت از تولیدات ملی در یک رقابت سالم با نگاه توسعه ملی با کالای خارجی داریم.

خوب نوع نگاه مطلوب مسئولین از منظر شما چیست؟ به تعبیر دیگر، شما چه انتظاری از مسئولان ذیربط برای ادامه توسعه فعالیت خود به عنوان یک شرکت دانش بنیان دارید؟

ببینید صنایع High-Tech به دلیل انباشتگی دانش و فناوری، عمدتا نیازمند سرمایه‌گذاری‌های پژوهشی زیادی خواهند بود تا ایجاد شده و یا بتوانند در فضای رقابتی جهانی ادامه حیات دهند. هزینه‌های پژوهشی عمدتا بیش از بضاعت بخش‌های خصوصی بوده و این تنها محدود به ایران نیست هرچند در ایران به دلیل کوچک بودن بخش خصوصی پررنگ‌تر جلوه می‌نماید و در قالب بخش‌های دولتی و یا غیردولتی نیز این طرح‌ها بسیار هزینه‌بر بوده است. تمنای ما از مسئولین این است که از انجام تحقیقات و فعالیت‌های پژوهشی در شرکت‌های خصوصی حمایت مالی و وام‌های قابل برگشت بی‌بهره یا کم‌بهره داشته باشند. سفارشات خود را تجمیع کرده و با همکاری شرکت‌های سابقه‌دار موفق و امتحان پس داده برای توسعه محصول مربوط به این سفارشات اقدام نمایند. کارفرمایان برای تامین اقلام مورد نیاز خود به قراردادهای بلندمدت روی آورند تا اطمینان خاطر نزد بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری و توسعه محصول ایجاد شود. در اخذ ضمانت‌نامه‌ها تسهیل نمایند. نبود این نگاه تاکنون باعث شده خریداران که عمدتا دولتی یا شبه‌دولتی‌اند، تنها به خرید اقلام موردنیاز خود در بازه زمانی کوتاه‌مدت اقدام نمایند، فقدان مکانیزم مناسب ارزیابی تامین‌کنندگان، باعث فروکاسته شدن تقریبا تمام خریدهای دولتی و یا دستگاه برگزارکننده مناقصه به خرید صرف شده که متأسفانه عمدتا نیز ختم به واردات می‌شود تا اینکه فرصتی برای توانمندسازی تولیدکننده داخلی باشد.

در فعالیت‌های پژوهشی یکی از اصلی‌ترین موانع ایجاد امکانات، تست قابل اتکا است که عمدتا بسیارگران بوده به‌طوری‌که ایجاد آن‌ها برای توسعه یک محصول به فرض وجود منابع مالی در بخش خصوصی توجیه اقتصادی ندارد. در حالی که اگر چنین مراکزی توسط بخش عمومی- دولتی ایجاد شده و امکان آزمایش برای پژوهشگران بخش خصوصی فراهم شود ایده‌ها و خلاقیت‌های بسیاری امکان ظهور را پیدا می‌کنند و یا جهت صیانت از سرمایه‌گذاری آن‌ها را به‌عنوان مأموریت در بخش‌های خصوصی و سازندگان تعریف نمایند که حتما با استقبال مواجه می‌شود. هیات‌های دولتی در سفرهای خارجی، نمایشگاه‌های بین‌المللی بایستی انجمن‌های تخصصی و کنسرسیوم‌ها را دعوت و همراه خود داشته باشند تا در شرایط تحریم و مشکلات اقتصادی راه‌گشایی کنند. هیچ راهی بجز اعتماد به فرزندان این ملت و صف تقدم جنگ تحریم یعنی بخش خصوصی، وجود ندارد.



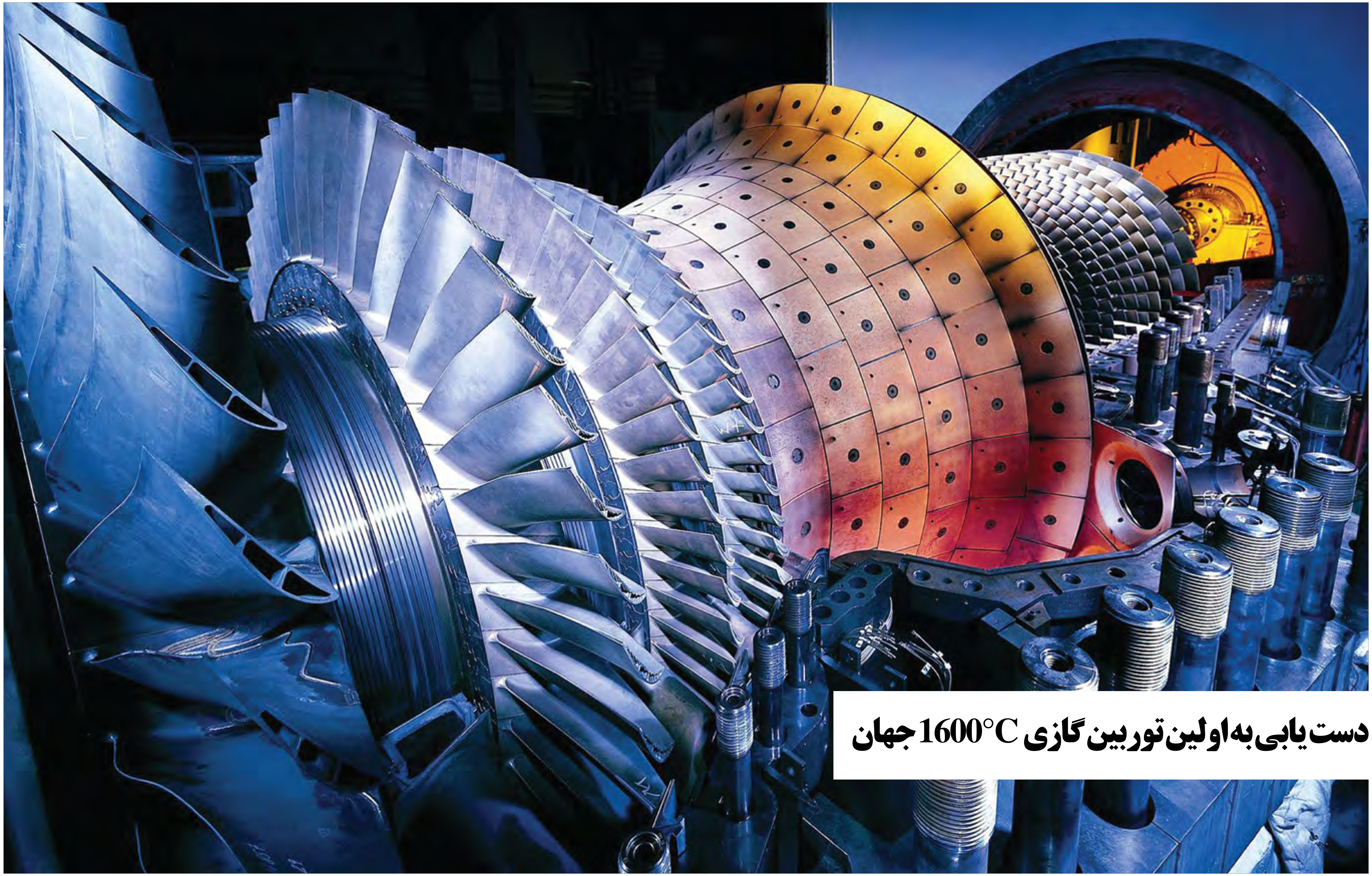
در فعالیت‌های پژوهشی یکی از اصلی‌ترین موانع ایجاد امکانات، تست قابل اتکا است که عمدتا بسیارگران بوده به‌طوری‌که ایجاد آن‌ها برای توسعه یک محصول به فرض وجود منابع مالی در بخش خصوصی توجیه اقتصادی ندارد

به عنوان سخن آخر چنانچه نکته خاصی مدنظر است بفرمایید.

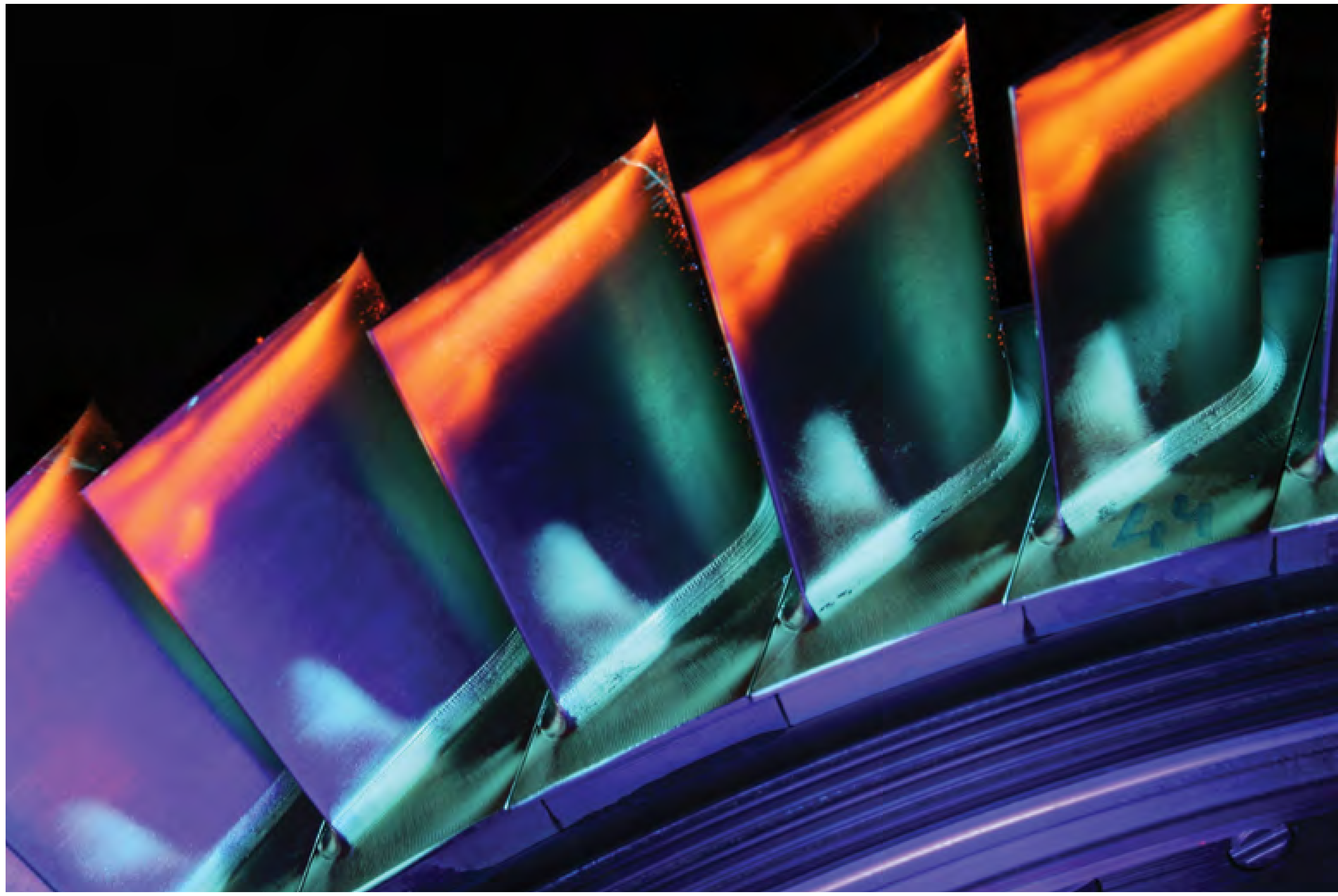
بخش سوم نام شرکت در واقع بر عملکرد منطقه‌ای این شرکت تأکید دارد و ما هم‌اکنون براساس برنامه‌های خود بر تقویت، ارتقا جایگاه و گسترش بازار در منطقه خاورمیانه متمرکز شده‌ایم و به منظور ارائه محصولات، قطعات و خدمات مربوط به ماشین‌های دوار در بازارهای حوزه خلیج فارس و به ویژه عراق در حال مذاکره و توسعه بازار هستیم. شعار ما «قابل اعتماد برای ارائه خدمات برتر» است، امید است بتوانیم با کمک و همفکری همکاران عزیزم که در شرکت پایبند آن بوده‌ایم، همچنان تداوم‌گر آن باشیم، مشتریان و بهره‌برداران محصولات ما بزرگترین و عزیزترین معلمان ما بوده‌اند.

و اما سخن آخر، حمایت از بخش خصوصی با اعتماد به آن شروع می‌شود. در طول صحبت‌هایم به تحریم و شرایط تحریم بسیار اشاره کردم در حالی که حتی اگر شرایط تحریم نیز وجود نداشت ضرورت توجه به بخش خصوصی به‌عنوان رکن توسعه‌دهنده بخش مولد اقتصاد کمتر نبود. شرایط تحریم تنها ضرورت اعتماد به این بخش و تولید ملی را پررنگ‌تر نموده است. حتی با رفع تحریم‌ها نیز حفظ سلامت کشور و نظام جمهوری اسلامی ایران در گرو داشتن اقتصادی پویا و مولد است و تجربه سال‌های قبل و دیگر کشورهای موفق نشان‌دهنده این است که حصول این مهم در گرو داشتن بخش خصوصی فعال در فضایی مطمئن و امن است.

امیدوارم مسئولین از تجربیات کسب شده قبلی استفاده کنند زیرا به‌عنوان یک تولیدکننده و کارآفرین ایرانی نگرانم اگر درآمدهای نفتی مجددا زیاد شده و مشکلات واردات سهل شود همچون سال‌های قبل، نگاه از تأمین داخل به خرید خارجی تغییر کرده و شاهد سیل محصولات وارداتی که نتیجه‌ای جز وابستگی مطلق و از بین‌رفتن توان تولید داخلی است نخواهد داشت.



دست یابی به اولین توربین گازی 1600°C جهان



سیستم نیروگاهی سیکل ترکیبی توربین گاز GTCC، پاک‌ترین و با راندمان‌ترین روش‌های تولید انرژی برمبنای سوخت‌های فسیلی است

امیر آگهی، سید شهاب میرآقایی

شرکت میتسوبیشی MHI اولین توربین گازی سری J با TIT 1600°C را عرضه نمود (شکل ۱). نسخه تجاری این توربین گازی به نیروگاه شهر کانسای حمل شده و در اکتبر ۲۰۱۳ به استفاده عملیاتی درخواهد آمد.
سیستم نیروگاهی سیکل ترکیبی توربین گاز GTCC ،یکی از پاک‌ترین و پربازده‌ترین روش‌های تولید انرژی برمبنای سوخت‌های فسیلی است که از مزایای زیر برخوردار است:
۱بازار جهانی GTCCها در درازمدت رو به رشد است. ۲.به چنین نیروگاه‌هایی در کشورهای در حال توسعه نیاز زیادی وجود دارد زیرا که به سرعت راه‌اندازی می‌شوند و منبع پایدار الکتریسیته‌اند.
۳. این نیاز در کشورهای توسعه یافته برای تولید انرژی با راندمان بالا و سازگاری با محیط‌زیست می‌باشد. صنایع سنگین میتسوبیشی توربین M701D 1150°C را در دهه ۱۹۸۰ ارائه نمود و آنرا در نیروگاه توهوکو به خدمت گرفت. ادامه این روند به ارائه توربین گازی M501F با TIT 1350C در سال ۱۹۸۹ و سپس توربین گازی M501G با TIT 1500°C و محفظه احتراق خنک شونده با بخار در ۱۹۹۷ منتج گردیده است. اکنون این شرکت توربین گازی M501J، اولین توربین گازی جهان با TIT 1600°C، را عرضه نموده است (تصویر۱و جدول۱).

لازم به ذکر است که در یک نیروگاه با بهره‌گیری از توربین سری J در سیکل ترکیبی میزان انتشار CO2 در مقایسه با نیروگاه‌های سنتی با سوخت زغال‌سنگ ٪۶۰ کاهش پیدا می‌نماید.

کمپرسور

کمپرسور M501J از نوع جریان محوری با نسبت فشار ۲۳ و بر پایه تکنولوژی بکار رفته در سری‌های H است. طرح اولیه کمپرسور با تحلیل دینامیک سیالاتی سه بعدی ارزیابی شده است و با استفاده از کمپرسور تحقیقاتی سرعت بالا مورد تایید واقع شده است (تصویر ۲).

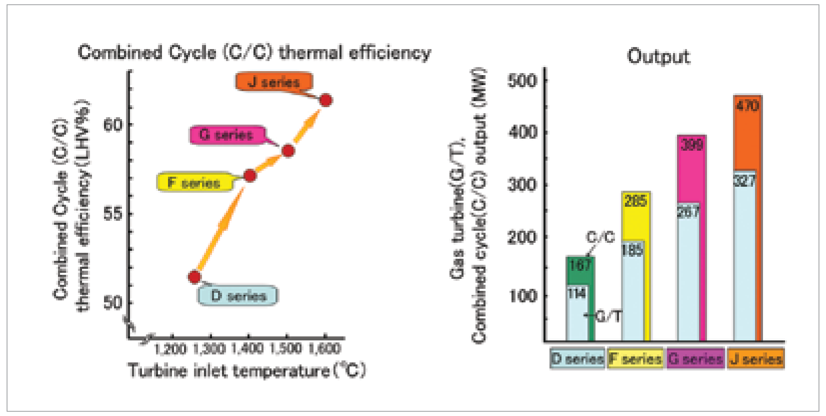
تصویر ۲: کمپرسور تحقیقاتی دور بالا

محفظه احتراق

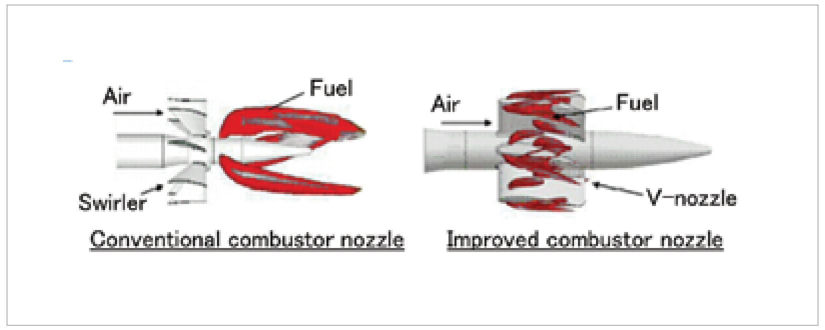
محفظه احتراق M501J براساس سیستم خنک کاری بخار بکارگرفته شده در سری‌های G است. اگرچه TIT از 1500°C به 1600°C افزایش پیداکرده است، انتشار اکسید نیتروژن NOx به کمک تکنولوژی کاهش NOx، در سطح سری‌های G نگه داشته شده است. در عین اینکه دمای موضعی شعله در سطح محفظه احتراق با بهبود طرح نازل احتراق

جدول ۱: برخی مشخصات عملکردی سری‌های G و J

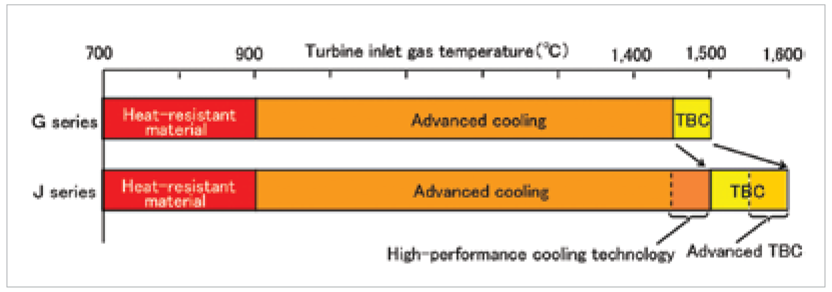
Series	M501G	M501J
Turbine inlet temperature	1,500 °C	1,600 °C
Rotating speed	3,600 rpm	3,600 rpm
Gas turbine output (gross)	267 MW	327 MW
Combined-cycle output (gross)	399 MW	470 MW
Combined-cycle efficiency (gross, LHV, ISO base)	58% or higher	61.5% or higher
Compressor/pressure ratio	17 stages/20	15 stages/23
Combustor	16 cans	16 cans
Turbine	Row 1 to row 3 vanes and blades, air cooling; Roe 4 vane and blade, uncooled	Row 1 to row 4 blades, air cooled; Row 1 to row 3 vanes, air cooled; Row 4 vane, uncooled



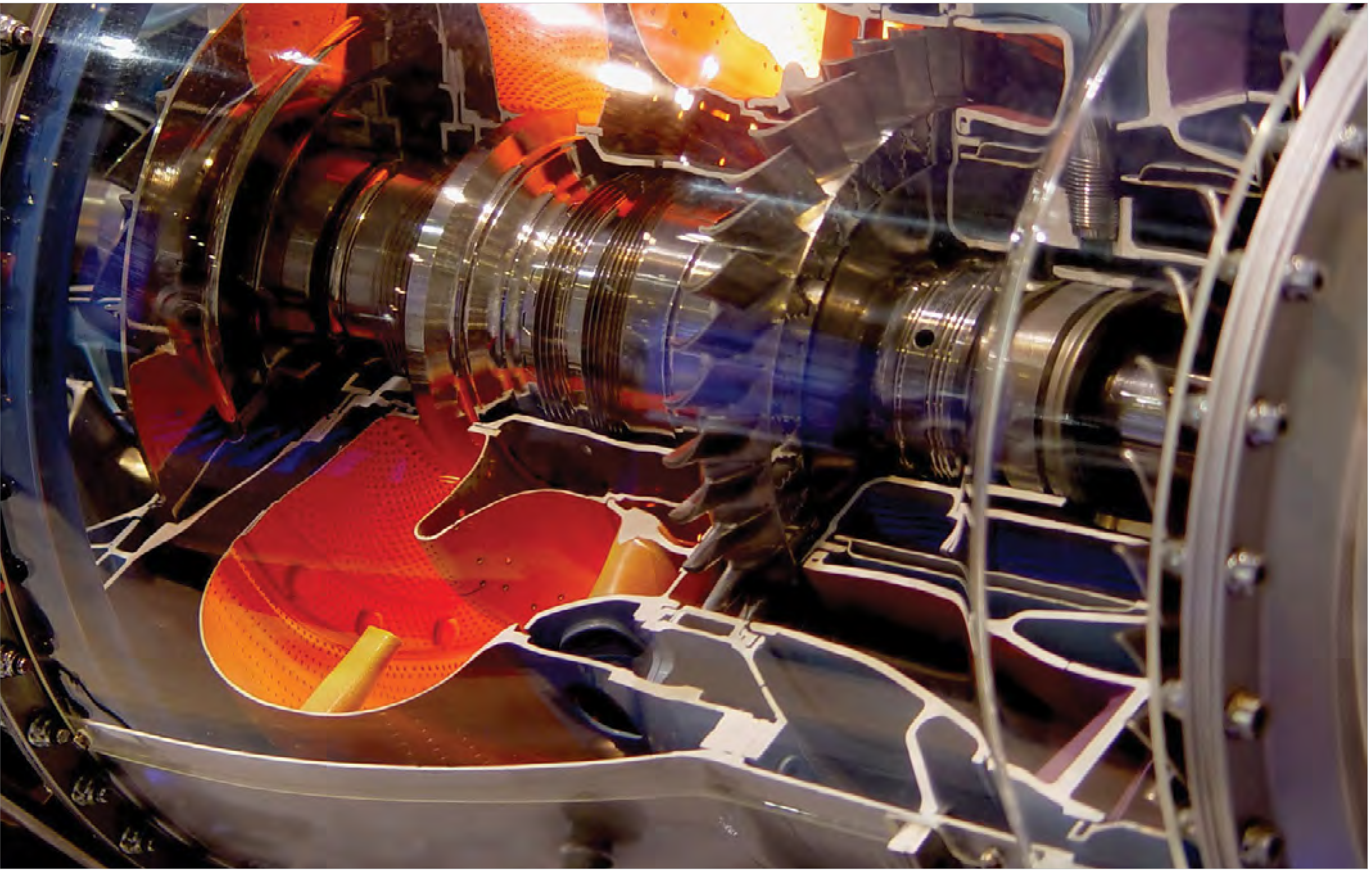
تصویر ۱: توان خروجی و راندمان توربین‌های گازی MHI



تصویر ۳: نازل محفظه احتراق بهبود یافته



تصویر ۴: تکنولوژی اجزاء در ناحیه داغ توربین



(تصویر ۳) به‌منظور اختلاط بهتر هوا و سوخت، کاهش یافته است. از تست‌های انجام شده به‌منظور تایید محفظه احتراق می‌توان آزمون جریان هوا، احتراق در فشار اتمسفر و احتراق فشار بالا را نام برد.

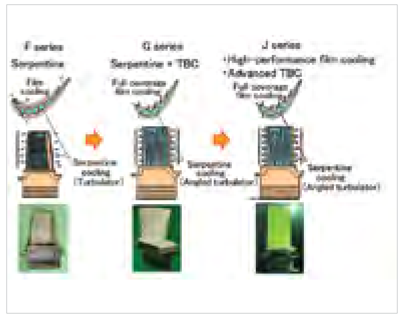
توربین

بخش توربین در M501J از نوع جریان محوری، ۴ مرحله‌ای با بار و عملکرد بالا است. به‌منظور افزایش عملکرد توربین، دیواره انتهایی با کانتور سه بعدی برای کنترل جریان ثانویه تولید شده در این دیواره بکار گرفته شده است. دستیابی به 100°C افزایش در درجه حرارت، ۵۰٪ به تکنولوژی خنک کاری و ۵۰٪ به یک پوشش سد حرارتی پیشرفته مدیون است (تصویر ۴). در این توربین، پره‌های متحرک ردیف ۱ تا ۴ و پره‌های ثابت ردیف ۱ تا ۳ خنک کاری هوایی دارند که پره متحرک ردیف ۴ در سری G فاقد این تکنولوژی بوده است. آلیاژ MGA 1400 برای پره‌های متحرک و MGA 2400 برای ساخت پره‌های ثابت بکار گرفته شده است که برای ساخت پره‌های ردیف ۱ تا ۳ از فرآیند انجماد جهت‌دار سوپر آلیاژها بهره گرفته شده است. ساختار خنک کاری در سری F و مجددا در سری G بهبود یافت ولی سری J از تکنولوژی قدرتمند خنک کاری لایه‌ای و پوشش سد حرارتی پیشرفته بهره می‌برد (تصویر۵).

نتیجه‌گیری

تولید انرژی به کمک GTCC پاک‌ترین و کارآمدترین روش برای تولید انرژی با استفاده از سوزاندن سوخت‌های فسیلی است که مزایای متعددی از منظر اقتصادی و اجتماعی دارا است. اولین توربین 1600C در جهان با بهره‌گیری از تکنولوژی اجزای دما بالا عرضه شده و کارکرد آزمایشی خود را به پایان رسانیده است و در آینده‌ای نزدیک در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی به خدمت گرفته خواهد شد.

» توربین گازی سری J شرکت میتسوبیشی



» تصویر۵: بهبود در ساختار خنک‌کاری

در یک نیروگاه با بهره‌گیری از توربین سری J در سیکل ترکیبی میزان انتشار CO_2 در مقایسه با نیروگاه‌های سنتی با سوخت زغال‌سنگ ۶۰٪ کاهش پیدا می‌نماید

ترکیب انرژی خورشیدی و توربین گاز

محمدرضا امینی مقام، ترنم پرهیزگار

امرزه تکنولوژی ترکیب انرژی خورشیدی و سیکل ترکیبی یا Integrated Solar Combined Cycle (ISCC) به منظور استفاده از مزایای محیطی انرژی خورشیدی و مزایای عملیاتی سیکل ترکیبی توربین گاز- توربین بخار رایج، توسعه یافته است. با بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، قسمتی از انرژی صرف کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی شده و در صورت مازاد بودن، دارای قابلیت تزریق به شبکه در هر زمان را دارد. علاوه بر آن با افزایش استفاده از زیرساخت‌های معمول موجود در یک نیروگاه حرارتی، نظیر دسترسی به سایت، خطوط انتقال نیرو و مجموعه توربین بخار، تجمیع سایت‌های انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های حرارتی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه شده است. در نیروگاه سیکل ترکیبی، گاز داغ خروجی از توربین گاز با عبور از سیستم بازیاب حرارتی (HRSG) آب تغذیه ورودی به سیستم را به بخار با فشار بالا تبدیل می‌کند و بخار با فشار بالا در توربین بخار، انرژی تولید می‌کند. در حال حاضر چنین سیستم‌هایی با بازدهی بیش از ۵۰ درصد در حال استفاده‌اند. در نیروگاه‌های ISCC، انرژی حرارتی جذب شده از دریافت‌کننده‌های خورشیدی جذب سیستم بازیاب حرارت در نیروگاه سیکل ترکیبی می‌شود. این امر موجب افزایش بخار تولیدی و در نتیجه برق خروجی بیشتر می‌گردد.

همچنین نیروگاه‌های متمرکز انرژی خورشیدی یا CSP (Concentrated Solar Power) به راحتی می‌تواند با نیروگاه‌های حرارتی فسیلی متداول، با کمترین هزینه اضافی، ادغام گردد.

الزامات فن‌آوری

فن‌آوری ISCC، به عنوان یک تکنولوژی بالغ و با سابقه کارکرد قابل قبول، از منعکس‌کننده‌های سهموی استفاده می‌کنند. هرچند که تکنولوژی مورد استفاده نسبتا بدون پیچیدگی است، اما مانند سایر فناوری‌ها، نیازمندی‌هایی نظیر محوطه بزرگ و موقعیت جغرافیایی مناسب دارد.

اصولا تولید برق توسط سیستم CSP همانند سیستم‌های حرارتی متداول است، تنها با این تفاوت که حرارت موردنیاز دیگ بخار به جای سوخت فسیلی توسط خورشید تامین می‌شود. واضح است که برای هر تاسیسات خورشیدی، آفتاب‌گیری عمودی باید تا حد امکان بالا باشد، همچنین دسترسی به آب خنک‌کاری مورد استفاده در چرخه تقطیر و چگالش در توربین بخار نیز باید لحاظ گردد.

نیاز اساسی دیگر امکان دسترسی به زیرساخت انتقال برق مناسب جهت رساندن انرژی خورشیدی تولید شده به مراکز مصرف است.

در یک سایت مناسب، تاسیسات ISCC برتری منحصر به فردی نسبت به سایر سیستم‌های تامین انرژی دارند. سیستم‌های CSP بیشتر برای استفاده در کاربردهای تغییر توان موردنیاز و اصلاح مصرف بیشینه مناسبند. امروزه به دلیل افزایش استفاده از سیستم‌های تهویه هوا، پیک مصرف برق در تابستان و ماه‌های گرم سال بسیار بیشتر از زمستان است. نیروگاه‌های CSP نیز در ساعات اوج مصرف در ایام گرم، به دلیل شدت بیشتر تابش خورشید، دارای برق تولیدی بیشتری بوده که برق موردنیاز شبکه را با قیمت و سود مناسب تامین می‌کنند. دیوید ویلکس، رئیس تامین انرژی شرکت اکسل انرژی مینوایل گفت: «اگر این اظهارات قابل استفاده باشند، ما ممکن است قادر باشیم این نوع پیشرفت تکنولوژیکی را در سایر نیروگاه‌های با سوخت زغال‌سنگ برای کمک به کاهش نشر دی‌اکسیدکربن در کلرادو و احتمالا سایر مناطق موجود در قلمرو خدماتمان پیاده‌سازی کنیم». در همین حال، کن‌می، مدیر Abengoa IST خورشیدی، با تاکید بر پتانسیل بالای استفاده از برنامه‌های کاربردی در مقیاس بزرگ از فناوری صنعتی نصب و راه‌اندازی خورشیدی، می‌گوید: استفاده مناسب از انرژی حرارتی خورشیدی تولید شده در این تاسیسات، می‌توان بازده واحد را بهبود بخشد در حالی که باعث کاهش نشر گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. ادغام موفقیت‌آمیز فناوری‌های خورشیدی و زغال‌سنگی استفاده گسترده‌تر از آن را باعث خواهد شد.

> **در نیروگاه‌های ISCC، انرژی حرارتی جذب شده از دریافت‌کننده‌های خورشیدی جذب سیستم بازیاب حرارت در نیروگاه سیکل ترکیبی می‌شود**

توسعه نیروگاه‌ها

دومین نیروگاه ISCC جهان، با ظرفیت ۱۵۰ مگاوات در الجزیره ساخته شد. در مناقصه برگزار شده برای این پروژه در سال ۲۰۰۴ میلادی شرکت‌های نظیر جنرال الکتریک، لاوالین، زیمنس، آلستوم حضور داشتند که در نهایت شرکت ابنر برنده آن بود و با کمک شرکت ابنگا سولار ساخت نیروگاه را به اتمام رسانید. در این نیروگاه نیز ۲۲۴ مجموعه دریافت‌کننده در ۵۶ حلقه و در محوطه به مساحت ۱۸۰۰۰۰ مترمربع، انرژی‌ای در حدود ۲۰ مگاوات تولید می‌کنند. این مجموعه با نیروگاه سیکل ترکیبی با ظرفیت ۱۳۰ مگاوات، شامل دو توربین گاز ۴۲مگاواتی SGT-۸۰۰ و یک توربین بخار ۸۰ مگاواتی SST-۹۰۰ در تعامل است.

در آگوست سال ۲۰۰۹ میلادی، شرکت ابنگا سولار اعلام کرد که اولین نیروگاه CSP آمریکا را در کلرادو در کنار یک نیروگاه حرارتی ذغال سنگی، با ظرفیت ۴ مگاوات احداث خواهد نمود. در اواخر همان سال گروه انرژی فلوریدا خبر ساخت بزرگترین نیروگاه CSP را در شهر ایندیانا اعلام کرد. این تاسیسات CSP با ظرفیت ۷۵ مگاوات، شامل ۱۸۰۰۰۰ آینه در محدوده‌ای به مساحت ۵۰۰ هکتار در کنار نیروگاه سیکل ترکیبی‌ای به ظرفیت ۸/۲ گیگاوات، احداث می‌گردد.

پس از آن، قرارداد ساخت و ساز در ماه دسامبر ۲۰۰۶ امضا شد. این واحد که سرمایه‌گذاری مشترکی توسط بخش‌های پژوهشی نفت، گاز

منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، با توجه به آب و هوای ایده‌آل و فضای پهناور آن و با کمک و برنامه‌ریزی دولت‌های منطقه، شرایط برای توسعه هرچه بیشتر این تکنولوژی فراهم می‌آورد

و برق شرکت‌های Sonatrach و Sonelgaz و شرکت کشت و صنعت توسعه‌یافته SIM برای انجام پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر است، به نمایندگی از شرکت انرژی جدید الجزایر (NEAL) برپا خواهد شد. شرکت NEAL بیست درصد سهام را در SPP دارد؛ سهم Sonatrach، بیش از چهارده درصد و شرکت COFIDES هم ۱۵ درصد سهام را دارا است.
پیمانکار EPC توسط Abener و Teyma تشکیل شده است که در ماه آوریل سال ۲۰۰۹ موفق به دریافت قرارداد برای رساندن تعادل الکتریکی واحد به حد ABB شد. این قرارداد، به ارزش ۱۴ میلیون دلار و شامل طراحی، مهندسی، تامین تجهیزات، نصب و راه‌اندازی سوئیچ‌های با ولتاژ متوسط و پایین، ترانسفورماتور کمکی، قطع‌کننده مدار ژنراتور، دیزل ژنراتور اضطراری و مجراهای سیار عایق شده است. این پروژه تا ماه اوت سال ۲۰۱۰ به پایان رسید.

چشم‌انداز

با بهره‌برداری از تاسیسات ISCC در مراکش و الجزیره، این تکنولوژی سابقه عملکردی واقعی و اطمینان‌پذیری خود را برای استفاده گسترده اثبات نموده است.
قطعا منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، با توجه به آب و هوای ایده‌آل و فضای پهناور آن و با کمک و برنامه‌ریزی دولت‌های منطقه، شرایط برای توسعه هرچه بیشتر این تکنولوژی فراهم می‌آورد. به عنوان مثال پروژه ISCC در الجزیره در قالب برنامه گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، با عنوان «نقشه توسعه انرژی پایدار الجزیره » تا سال ۲۰۲۰ صورت گرفت. این برنامه با هدف کاهش هزینه تولید انرژی با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، نظیر انرژی خورشید آغاز شد. در این پروژه از نرخ خرید برق تصویب شده در سال ۲۰۰۴ استفاده شد که در آن برق تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر با نرخ بیشتری خریداری می‌شود. در مقیاس بزرگ‌تر هدف این برنامه، صادرات انرژی تولیدی به نقاط کلیدی درخواست انرژی در اروپا است.
در این راستا می‌توان به پروژه پیشنهادی خط انتقال برق ۳۰۰۰ کیلومتری از شهر ادرار، در الجزیره به شهر آخن در آلمان اشاره کرد. مصر نیز توسعه ISCC را در Kuraymat پیشنهاد کرده است، در حدود ۹۵ کیلومتری جنوب قاهره، در سمت شرقی رودخانه نیل، با مناقصه (NREA) در سال ۲۰۰۵ برای واحد ISCC با ظرفیت ۱۵۰ مگاوات با جزیره انرژی خورشیدی متشکل از یک میدان خورشیدی سهموی.
در پایان، واحد حدود ۲۰ مگاوات از ظرفیت خورشیدی خود را تولید خواهد کرد، که معادل با ۳۳ گیگاوات ساعت سالیانه است.
در ایران نیز با توجه به وسعت زیاد نواحی کویری و آفتاب‌گیر و همچنین تعدد نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، استفاده از تاسیسات ISCC و استفاده از انرژی خورشیدی بسیار منطقی، کم‌هزینه و مقرون به صرفه است.
در یزد نیروگاه خورشیدی ـ حرارتی با ظرفیت تولید ۴۶۷ مگاوات انرژی شامل ۱۵۹مگاوات گازی، یک مولد ۱۳۲مگاواتی بخار و یک بخش خورشیدی به ظرفیت ۱۷مگاوات در حال بهره‌برداری است. در این نیروگاه نیز مزرعه خورشیدی با نیروگاه سیکل ترکیبی تلفیق شده است.

بـــرق پراکنـــده

پدرام حنفی زاده

تولید پراکنده برق به معنی تولید برق در مقیاس کوچک (در ایران تا ظرفیت ۲۵ مگاوات) در نزدیکی محل مصرف است. دور بودن نقاط تولید برق از محل مصرف منجر به افزایش تلفات برق خواهد شد. با توجه به توسعه اقتصادی و اجتماعی در کشور، مصرف برق در بخش‌های مختلف کشور با رشد چشم‌گیری روبه‌رو است. همچنین پائین بودن قیمت حامل‌های انرژی که منجر به عدم توجه به فرهنگ مصرف بهینه در آحاد جامعه می‌شود، رشد مصرف برق در کشور را روز افزون نموده و در نتیجه صنعت برق کشور در خصوص احداث نیروگاه‌های جدید و شبکه‌های توزیع برق متناسب آنها برای جبران رشد مصرف با مشکل روبه‌رو خواهد بود. ذکر این نکته ضروری است که متوسط رشد سالیانه مصرف برق در جهان ٪۳/۷ است حال آنکه این مقدار در ایران در حدود ٪۸ است. دلایل این رشد مصرف را می‌توان به توسعه همه‌جانبه کشور، افزایش رفاه عمومی، قیمت پائین برق و گسترش برق به همه نقاط کشور نسبت داد. البته می‌بایست به این نکته نیز توجه داشت که تنوع آب و هوایی در کشور نیز دلیل بخشی از مصرف بالای انرژی برق در کشور است. وجود تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های سرد در نقاط مختلف کشور و همچنین اختلاف بالای دمای کمینه و بیشینه در کشور موجب افزایش مصرف برق در ایران شده است. می‌بایست توجه داشت که نیمه بیشتر کشور دارای آب و هوای گرم و خشک است که نیاز مبرم به انرژی برق جهت ایجاد سرمایش در آن بخش‌ها بسیار بالا است. لذا مصرف برق در ایران را می‌بایست در مقام مقایسه با کشورهایی که از شرایط مشابه آب و هوایی ایران برخوردارند، انجام داد نه مثلا با کشورهای اروپایی یا ژاپن. افزون بر رشد بالای مصرف برق در ایران، جغرافیای وسیع کشور و توجه دولت به برق‌رسانی به اقصی نقاط کشور موجب افزایش نامعقول تلفات شبکه در ایران شده است. به‌طوری‌که بیش از ٪۳۰ ظرفیت مصرف بیشینه تابستان به تلفات اختصاص دارد و به این معنی است که از هر سه نیروگاهی که احداث می‌شود یکی تنها جهت جبران تلفات می‌بایست مورد بهره‌برداری قرار گیرد. با حفظ این روند کشور در کمتر از ۱۰ سال آینده دچار کمبود انرژی برق خواهد شد که ضرورت اقدام فوری از سوی مسئولان در این زمینه را می‌طلبد.

مصرف برق در ایران را می‌بایست با کشورهایی که از شرایط مشابه آب و هوایی ایران برخوردارند، مقایسه نمود نه با کشورهای اروپایی

پائین بودن راندمان تولید برق در کشور نیز مزید بر دلایل ذکر شده در بالا شده و موجب شده است که منابع حیاتی انرژی در کشور به‌صورت جدی اتلاف گردد. یکی از راه‌حل‌های رفع این مشکل نزدیک نمودن مکان تولید برق به محل مصرف آن است. هم‌اکنون راندمان تولید برق در کشور پائین و در حدود ۳۵٪ است که با استفاده از سیکل‌های ترکیبی و تولید برق پراکنده می‌توان آن‌را افزایش داد و به مقدار معقول ۴۰٪ رساند. استفاده از تولید پراکنده موجب کاهش تلفات برق در شبکه توزیع شده و برق مورد نیاز مشترکین را به‌صورت پایدار فراهم می‌آورد که این خود موجب کاهش خاموشی‌ها و افزایش قابلیت اطمینان و راندمان خواهد شد. افزایش راندمان کلی سیستم منجر به کاهش مصرف سوخت شده و آلودگی کمتر محیط‌زیست را نیز به همراه خواهد داشت.

مهم‌ترین مزایای احداث نیروگاه‌های مقیاس کوچک را می‌توان به شرح ذیل برشمرد:

- کاهش تلفات توزیع و انتقال برق نسبت به واحدهای بزرگ نیروگاهی
- نیاز به سرمایه‌گذاری کم
- مشارکت بخش خصوصی در تولید و تامین برق
- زمان کوتاه ساخت و بهره‌برداری از این واحدها
- ایجاد اشتغال در گستره وسیعی از کشور و در مراکز کمتر توسعه‌یافته
- افزایش قابلیت اطمینان تامین برق
- کاهش ریسک و افزایش توان پدافند غیرعامل
- کاهش توسعه شبکه توزیع بخصوص در نقاط صعب‌العبور
- استفاده از تکنولوژی‌ها و سوخت‌های متنوع در تولید برق
- کاهش آلاینده‌های محیطی
- بهره‌گیری از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر
- کاهش مالکیت زمین
- کاهش هزینه‌های بهره‌برداری
- کاهش مصرف بیشینه و بهبود ضریب بار شبکه سراسری برق

استفاده از مزایای فوق مستلزم انتخاب محل مناسب برای نصب مولدها، تعیین ظرفیت مناسب برای آنها و بکارگیری تمهیدات لازم برای اتصال ایمن و مطمئن به این مولدها است. واحدهای تولید مقیاس کوچک می‌تواند در صنایع مختلفی چون پتروشیمی، پالایشگاهی، فولاد، سیمان و غیره و یا در ساختمان‌های تجاری، اداری و مسکونی چون هتل‌ها، مراکز تجاری، بیمارستان‌ها، مجتمع‌های مسکونی و غیره و یا حتی در بخش کشاورزی در گلخانه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ آب و از این قبیل موردبهره‌برداری قرار گیرند. در هر کدام از این واحدها تولید برق می‌تواند کاربردهای زیر را پوشش دهد:

تولید همزمان برق، حرارت و برودت می‌تواند راندمان کلی استفاده از سوخت را در تولید پراکنده افزایش دهد که موجب کاهش مصرف سوخت و به تبع آن کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود

- تامین برق پایه موردنیاز واحدهای مختلف
- تامین بار پیک واحدها
- تامین توان اضطراری واحدها
- استفاده در نقاط دور از شبکه
- قابلیت تولید همزمان برق و حرارت در همه واحدها

واحدهای تولید برق پراکنده از نقطه نظر تکنولوژی انواع مختلفی دارند که از آن جمله می‌توان به تولید برق با استفاده از توربین گازی، نیروگاه حرارتی، تولید انرژی توسط بیوماس، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، تولید انرژی توسط جزر و مد، نیروگاه زمین گرمایی اشاره نمود. اما آنچه که در حال حاضر در کشور، بیشترین توجه را به خود معطوف داشته است، تولید برق پراکنده با استفاده از توربین‌های گازی یا موتورهای گازسوز است که این خود به دلیل برخورداری کشور از منابع غنی گاز طبیعی است. تولید همزمان برق، حرارت و برودت می‌تواند راندمان کلی استفاده از سوخت را در تولید پراکنده افزایش دهد که این امر خود موجب کاهش مصرف سوخت و به تبع آن کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود. این موضوع باعث می‌شود که در مکان‌هایی که نیاز به گرمایش، مصرف آب گرم و یا بخار آب وجود دارد، توجیه اقتصادی طرح تولید پراکنده بسیار افزایش یابد. سناریوی کاهش تلفات با استفاده از تولید پراکنده و همچنین استفاده از تولید همزمان می‌تواند بازده صنعت برق را متحول کرده و یکی از راهکارهای جبران رشد سریع مصرف انرژی در کشور باشد. لذا تولید همزمان در محل مصرف پربازده‌ترین انتخاب پیش روی صنعت برق کشور خواهد بود. این سناریو در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در جهان در حال اجرا است به‌طوری‌که سهم تولید پراکنده در میزان افزایش تولید برق در جهان به بالای ۴۰٪ رسیده است و برای مثال در کشور دانمارک تولید همزمان بیش از نیمی از سهم کل تولید برق آن کشور را به خود اختصاص داده است.

لازمه اجرای موفق این سناریو مشارکت بخش خصوصی در تامین سرمایه موردنیاز جهت ایجاد و احداث نیروگاه‌های تولید برق پراکنده با ظرفیت‌های کم است. به همین منظور می‌بایست ایجاد چنین نیروگاه‌هایی از نقطه نظر اقتصادی مقرون به صرفه بوده و جذابیت لازم برای سرمایه‌گذار فراهم گردد. ورود بخش خصوصی یا غیردولتی به این صنعت از یک سو نیازمند توسعه مواد قانونی از سوی نهادهای قانون‌گذار و از سوی دیگر اجرای قوانین حمایتی از سوی نهادهای اجرایی است. در این خصوص در سال‌های اخیر مواد قانونی مناسبی در برنامه‌های بالادستی کشور به تصویب رسیده است. این قوانین نیازمند قوانین عملیاتی بیشتر و همچنین آئین‌نامه‌های اجرایی‌اند تا بتوان به‌صورت واقعی این سناریو را اجرایی کرد. علاوه بر قوانین حمایتی می‌بایست به جزئیات اجرایی نیز اهمیت بیشتری داده شود برای مثال با پیوستن تولید پراکنده می‌بایست در شبکه از تجهیزات جدیدتری استفاده شود و هوشمندی شبکه افزایش یابد. همچنین به این نکته نیز باید توجه نمود که فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی بهتر می‌تواند موجب جذب بیشتر بخش خصوصی به این صنعت گردد.

توربین گازی تیتان

کاوه قربانیان، احسان مفرد

توربین‌سازی سولار یکی از زیر مجموعه‌های شرکت کاتر پیلار است. این شرکت در زمینه طراحی و تولید توربین‌های صنعتی یکی از مجموعه‌های پیشرومحسوب می‌شود. کلاس توانی توربین‌های سولار از ۱ تا ۲۰ مگاوات است (۱۵۹۰ تا ۳۰۰۰۰ اسب بخار). مرکز طراحی و ساخت توربین‌های سولار در ساندیگوی کالیفرنیا قرار دارد.

شرکت سولار از سال ۱۹۶۰ میلادی با توربین سترن وارد عرصه رقابت توربین‌گاز شد و به سرعت شروع به رشد کرد. به نحوی که هم اکنون در بیش از ۱۳۹۰۰ سایت در ۹۸ کشور جهان این توربین‌ها در حال کارند. عملکرد این توربین‌ها در شرایط مختلف آبی و هوایی تاثیر گذار است. افت توان به ازای تغییر دما و یا فشار محیط، میزان سازگاری توربین را نشان می‌دهد. امکان عملکرد در شرایط مختلف نشان دهنده طراحی مطمئن است. محدوده جغرافیایی خریداران سولار بسیار متنوع است که باعث شده تمام اثرات مختلف محیطی در طراحی توربین لحاظ شود. از کارکرد این توربین‌ها به عنوان یک تجربه ارزشمند در توسعه سایر توربین‌های گازی استفاده شده است.

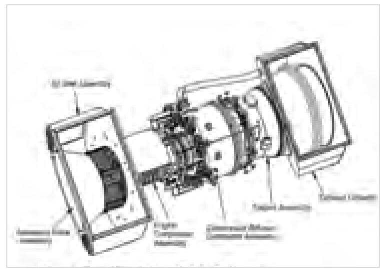
توربین تیتان در سال ۱۹۷۷ به بازار عرضه شد و تاکنون در موارد متعددی ارتقا بر روی آن اعمال شده است. از این توربین بیش از ۱۲۵۰ دستگاه در ۹۳ کشور دنیا نصب شده است. کاربرد عمده این توربین محرک مکانیکی پمپ‌ها و یا کمپرسورهای شعاعی است که در صنایع نفت وگاز کاربرد دارد. طراحی این توربین به حالت دو شفته و یا تک شفته است. اما در حالت تک شفته به علت اینکه یک طبقه توربین کمتری دارد کار کمتری از سیال گرفته می‌شود و دمای خروجی بالاتری دارد و برای سیکل ترکیبی مناسب است. این توربین نیز به مانند سایر توربین‌های سولار به منظورتولید نیروی مکانیکی و یا تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمایی از این توربین در ادامه آورده شده‌است.

تمامی تکنولوژی‌های به‌کاررفته در این توربین به مانند توربین‌های گازی دیگر سولار است. این محصول با استفاده از ارتقاهای انجام گرفته بر روی سایر محصولات شرکت سولار ارائه شده است. این توربین گازی از ۱۴ طبقه کمپرسور محوری تشکیل شده است که دبی ۴۷/۵ کیلوگرم بر ثانیه با نسبت فشار ۱۴ فشرده می‌سازد. سپس جریان وارد محفظه احتراق حلقوی شده که در نمونه‌های معمولی ۲۱ انژکتور و در نسخه با آلایندگی کم ۱۴ انژکتور دارد. توربین کمپرسور نیز

نمایی از توربین تیتان

	تیتان ۱۳۰	تاروس ۷۰	مارس ۱۰۰
توان مگا وات	۱۴/۵	۷/۷	۱۱/۲
بازده ٪	۳۵/۷	۳۴/۸	۳۴
دمای ورودی به توربین (سانتیگراد)	۱۱۴۹	۱۱۴۹	۱۱۲۱
دور توربین کمپرسور دور در دقیقه	۱۱۲۲۰	۱۵۲۰۰	۱۱۱۶۸
دور توربین توان در دقیقه	۸۸۵۶	۱۲۰۰۰	۹۵۰۰
دمای خروجی(سانتیگراد)	۴۹۰	۴۹۵	۴۸۵
دبی(کیلوگرم بر ثانیه)	۴۸	۲۶/۶	۴۲
نسبت فشار	۱۶/۴	۱۶/۵	۱۷/۲

جدول مقایسه تاروس ۷۰ و مارس و تیتان



شکل ۱.شماتیک توربین تیتان

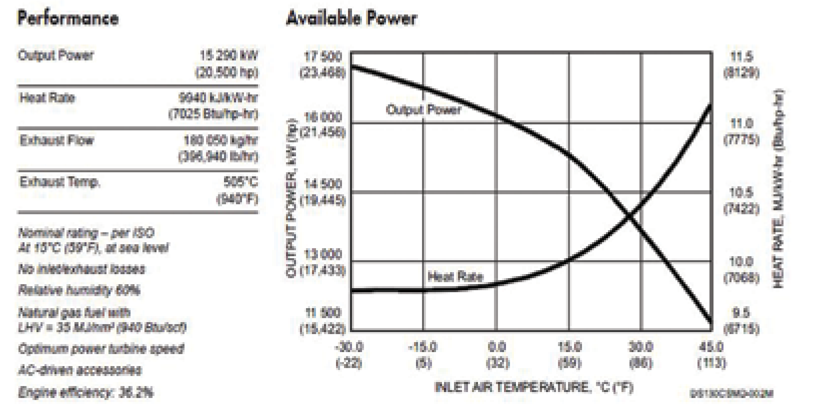
از ۲ طبقه واکنشی تشکیل شده که دورکاری حداکثر برابر ۱۱۲۵۰ دور بر دقیقه است.
از طرفی توربین توان که شفتی مستقل از هسته موتور دارد و به ژنراتور و یا مصرف کننده مکانیکی متصل است نیز از ۲ طبقه واکنشی تشکیل شده است که دور آن ۸۸۵۶ دور بر دقیقه است. برای نگاه داشتن شفت و تجهیزات جانبی از ۵ یاتاقان شعاعی و ۲ یاتاقان محوری استفاده شده است تا حرکت شفت را کنترل کنند. بر روی این یاتاقان‌ها سنسور ارتعاشی برای مونیتوریگ بهتر نصب شده است. در نهایت با تمامی موارد فوق توان این توربین گاز در حدود ۱۵۲۹۰ کیلووات و بازده حرارتی آن برابر ۹۹۴۰ کیلوژول بر کیلووات ساعت است. دبی خروجی برابر با ۱۸۰۵۰ کیلوگرم بر ساعت و با دمای ۵۲۰ درجه از توربین خارج می‌شود تا در صورت نیاز در مصارف حرارتی به‌کار گرفته شود. طراحی توربین تیتان در این شرکت به مانند توربین‌های قبلی صورت گرفته است.

توان و بازده این توربین در شرایط استاندارد و یا دماهای محیطی دیگر در جدول و نمودار زیر آورده شده است. کمپرسور تیتان از کمپرسور تاروس ۷۰ به صورت آیرودینامیکی برگرفته شده است (شکل۳). در تیتان با ارتقای پره‌های راهنمای ورودی و طبقه اول و دوم نسبت فشار بالاتر و دبی عبوری بیشتری را فراهم می‌آورند. توربین به‌کار رفته در تیتان از اسکیل توربین تاروس ۷۰ گرفته شده است.

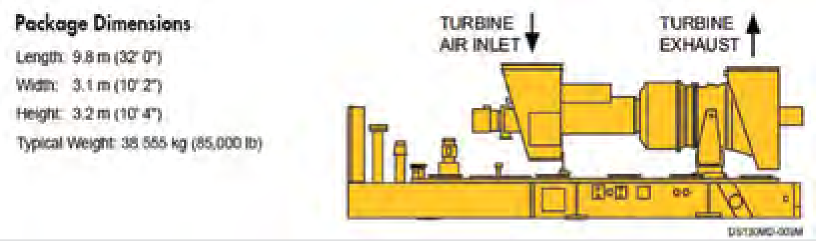
هزینه تحقیقاتی بالایی برای تاروس ۷۰ جهت طراحی و توسعه این محصول و فراهم شدن اطمینان از قابلیت عملکردی آن صرف شده است، لذا گزینه مناسبی برای پروسه اسکیلینگ توربین گاز است. توربین تیتان نیز مشابه توربین مارس از کمپرسور و توربین اسکیل شده بر روی تاروس استفاده می‌کند و تکنولوژی مشابه تاروس و ارتقاهای انجام گرفته بر روی موتور مارس در این موتور استفاده شده است که عبارتند از: بهبود آب‌بندها و افزایش دمای سر توربین، بهبود کارکرد محفظه احتراق و... .

میزان اسکیلینگ این کمپرسور از مارس بیشتر است و افت‌های ناشی از لقی‌های انتهای پره نیز با استفاده از انواع آب‌بندها به حداقل رسیده است.
مشخصات توربین‌های تیتان، تاروس و مارس در جدول صفحه قبل آورده شده‌است. با توجه به بخش‌های پیشین، ارتقای توربین گاز با سه بخش اصلی توربین گاز یعنی کمپرسور، محفظه احتراق و توربین شروع می‌شود و بخش‌های جانبی آن مانند ورودی و خروجی هوا، سیستم کنترلی، سیستم راه اندازی و ژنراتورهای آن در صورت لزوم و متناسب با نحوه ارتقا، بهبود می‌یابد. ارتقا بر مبنای محدودیت‌های تکنولوژی روز در هر مولفه انجام می‌پذیرد. با اعمال هر یک از تغییرات زیر در کمپرسور می‌توان توان و راندمان سیکل توربین گاز را افزایش داد: بهبود پوشش پره که باعث می‌شود بازده کمپرسور افزایش یابد و در نهایت بازده سیکل و توان خروجی افزایش یابد. افزایش نسبت فشار کمپرسور که برای این ارتقا سه حالت ممکن به‌وجود می‌آید: افزایش دبی ورودی و افزایش دمای سر توربین و یا تغییر مساحت نازل توربین. این تغییرات باید بر این مبنا انجام شود تا جریان در توربین همچنان در حالت خفگی بماند.

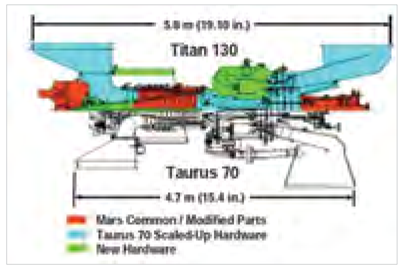
شرکت سولار از سال ۱۹۶۰ میلادی با توربین سترن وارد عرصه رقابت توربین گاز شد و به سرعت شروع به رشد کرد به نحوی که هم اکنون در بیش از ۱۳۹۰۰ سایت این توربین‌ها در حال کارند



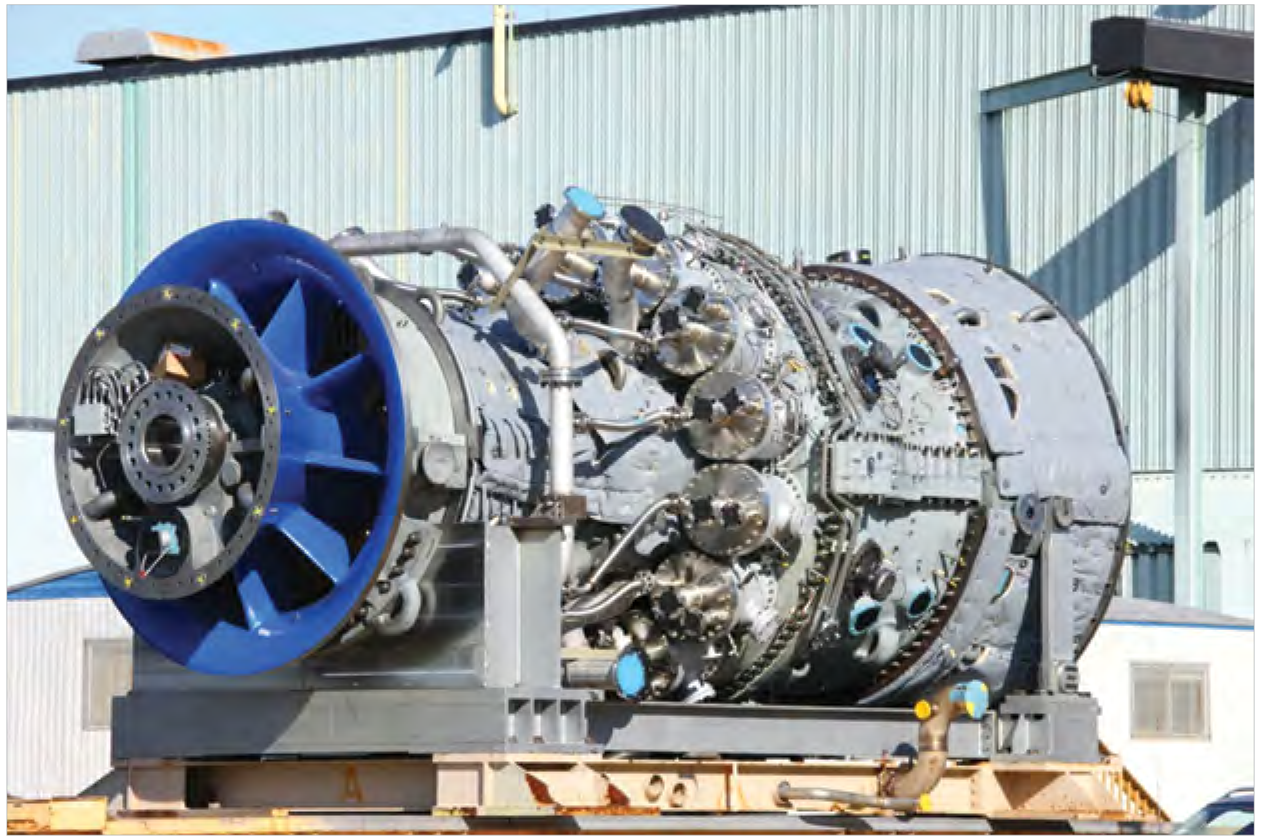
شکل ۳. مشخصات کارکرد توربین در دماهای محیطی مختلف



شکل ۴. نمایی از کمپرسور تیتان برگرفته از کمپرسور تاروس



شکل ۵. مقایسه تیتان و تاروس ۷۰



متودولوژی اسکیلینگ موتورهای توربین گاز صنعتی

کاوه قربانیان، احسان مفرد

در این مقاله نگاهی گذرا به متدولوژی بزرگ نمایی و یا کوچک نمایی (به اختصار: اسکیلینگ) موتورهای توربین گاز صنعتی به عنوان گزینه‌ای در برابر طراحی از صفر خواهیم داشت.

طراحی و ساخت نمونه موتور توربین گاز صنعتی، با توجه به تجربیات، تجهیزات و زیرساخت‌های موجود در شرکت سازنده از یک سوی و نوع مأموریت و بازار هدف توربین گاز مد نظر از سوی دیگر، تا ۱۰ سال و بالغ بر چند صد میلیون الی میلیارد دلار هزینه دربرخواهد داشت. در این راستا، یکی از روش‌های کاهش زمان و هزینه، بکارگیری روش اسکیلینگ است. با این وجود، پیش نیاز این روش، مهیا بودن سه شاخص ذیل است:

۱- توربین گاز مناسب جهت اسکیلینگ

۲- توجیه اقتصادی برای موتور جدید

۳- دانش اسکیلینگ

بصورت جامع، یک توربین گاز مناسب جهت اسکیلینگ می بایست حداقل شرایط ذیل را پوشش دهد:

- قابلیت ارتقاء از دیدگاه فنی بویژه از منظر حاشیه پایداری کمپرسور، دمای خروج از محفظه احتراق، مواد بکار گرفته شده در ردیف اول توربین و درصد بازده
- قابلیت اطمینان بالا
- قابلیت تعمیر و نگهداری آسان

در فرآیند طراحی اولیه کمپرسور محوری بسیاری از پارامترها به صورت بی بعد انتخاب می‌شوند

همچنین، بررسی توجیه اقتصادی نیز می‌بایست با توجه به شاخص‌های ذیل انجام پذیرد:

- بازار هدف
- مشخصات فنی ومالی موتورهای توربینی در کلاس مشابه و رقابت پذیری با آنها
- میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز
- برنامه استراتژیک شرکت سازنده

طراحی کمپرسور محوری، فرآیندی چالش برانگیز، پرهزینه و زمان بر است می باشد. لذا، شرکت‌های سازنده موتورهای توربین گاز جهت کاهش هزینه‌های طراحی از یک نمونه اولیه کمپرسور محوری استفاده کرده و آنرا بنا بر نیاز جدید ارتقا و یا تغییر می‌دهند. کمپرسور محوری مرجع می‌بایست از پهنه عملکرد، ویژگی های قابلیت اطمینان و طول عمر بسیار خوبی برخوردار باشد. در این صورت، هزینه توسعه موتور جدید از موتور مرجع به حداقل کمتر از نیم کاهش خواهد یافت. در نتیجه، هزینه ارتقای یک توربین گاز موجود از طراحی یک توربین جدید هزینه بسیار کمتری خواهد داشت.

در این راستا، برای ارتقاء توربین‌گاز و تولید محصول جدید می‌بایست بررسی فنی را با هسته موتور آغاز نمود. ارتقای هسته توربین‌گاز با تغییر ظرفیت کمپرسور آغاز می‌شود. یکی از روش های تغییر ظرفیت کمپرسور به کلاسی با توانی بالاتر و یا پایین تر، روش اسکیلینگ است می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان ازکمپرسور مرجع یک کمپرسور جدید مشتق ایجاد نمود و در نتیجه هزینه‌ها و زمان طراحی و توسعه یک موتور جدید را به مقدار زیادی کاهش داد.

در فرآیند طراحی اولیه کمپرسور محوری بسیاری از پارامترها به صورت بی بعد انتخاب می‌شوند. این پارامترها با اسکیلینگ تقریباً تغییر نکرده و در صورت حفظ حاشیه امنیت، می‌توانند توان بالاتر و یا پایین‌تری تولید نمایند. اسکیلینگ به معنای آن است که با بزرگ نمایی (یا کوچک نمایی) مساحت مقاطع توربین گاز دبی عبوری افزایش (یا کاهش) داده می‌شود و در نتیجه توان بیشتر (یا کمتری) حاصل می گردد. شایان ذکر است که با اسکیلینگ موتور تمام شرایط کاری موتور با یک ضریب خطی تغییر نکرده و نیاز به اصلاحاتی بر هندسه طراحی شده و باز طراحی بعضی از قسمت های موتور وجود خواهد داشت. لذا، معمولا برای اسکیلینگ موتورهای توربینی ابتدا کمپرسور مورد بررسی قرار گرفته و سپس سایر اجزای موتور جهت سازگاری با تغییرات کمپرسور اصلاح می‌شوند. پر واضح است که هرچه ضریب اسکیلینگ به یک نزدیکتر باشد اثرات غیر خطی در توربین گاز تاثیر کمتری را بر موتور می گذارند. این روش توسط شرکت‌های سازنده‌ای مانند جنرال الکتریک، آلستوم و سولار بکار گرفته شده است.

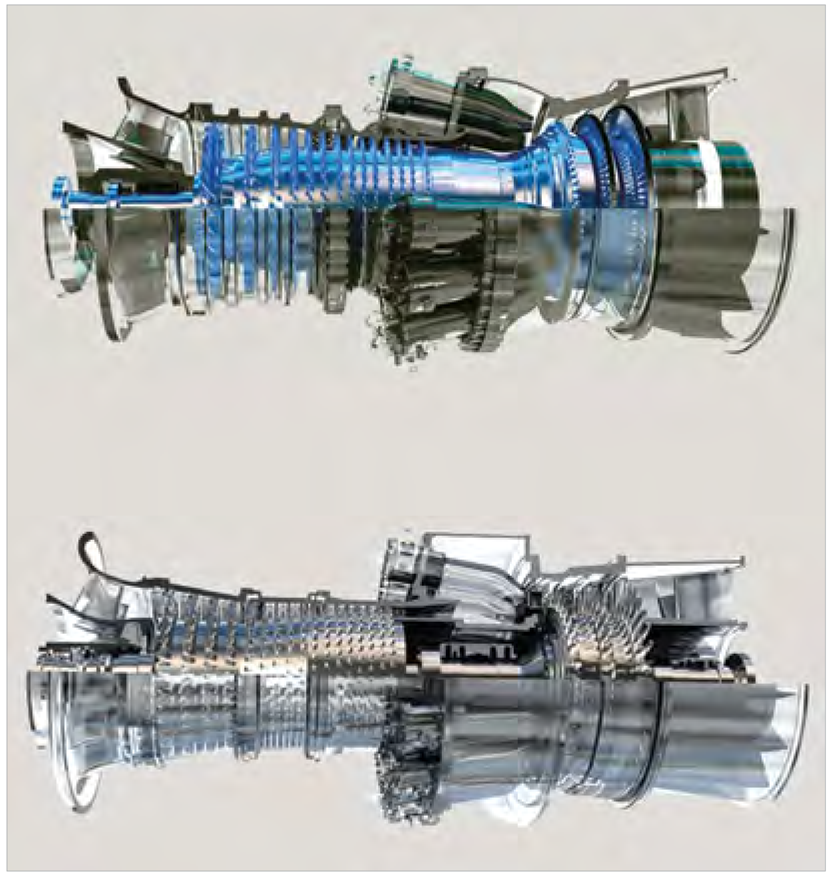
در جدولی که در ادامه آمده گروه‌های پارامتریک عملکرد کلی موتور و گروه‌های متناظر برای اجزا و تجهیزات را نشان می‌دهد. این پارامترها با استفاده از اصول اولیه و با استفاده از تئوری پای باکینگهام به دست آمده است.

گروه بی‌بعد : این گروه، تمام متغیرهای عملکرد یک جزء را شامل و کاملا بی‌بعد است و حتی تناسب‌های خطی و خصوصیات سیال را نیز دارا است. گروه پارامتریک شبه بی‌بعد : در این گروه، ابعاد موتور حذف شده‌اند. متأسفانه، این گروه به اشتباه به عنوان گروه بی‌بعد تلقی می‌شود. هر چند این گروه دارای ابعاد است ولی این اشتباه مفهومی، درستی پاسخ‌های مهندسی را از بین نمی‌برد.

گروه پارامتریک ارجاعی (یا تصحیح شده) : گروهی متناسب با گروه شبه بی‌بعد است. این دسته از پارامترها نسبت به شرایط محیطی استاندارد بی‌بعد شده‌اند.

گروه پارامتریک ابعادی: گروهی است که خصوصیات سیال‌کاری آن حذف شده‌اند. استفاده از این گروه بیشتر در طراحی از صفر یک موتور کاربرد دارد. این دسته از پارامترها، طراح را قادر به بررسی تغییرات کارکردی و سازگاری کمپرسور و توربین می کند. همچنین، با تکیه به قطر موتور، می‌توان با انتخاب ضریب اسکیلینگ، مقادیر عملکردی موتور را شناسایی نمود.

با توجه به جدول ذیل، در صورتی که توربین گازی با ضریب اسکیلینگ (α) به طور مثال برابر با ۱/۵، بزرگ‌نمایی شود، پارامترهای آن تقریبا به صورت زیر تغییر خواهند کرد:



توربین GE9 اسکیل شده از GE7

پارامتر کارکردی	گروه بی‌بعد	گروه شبه‌بی‌بعد	پارامتر ارجاعی	پارامتر ابعادی
دما در محل n	$\frac{Cp\times(\frac{T_n}{T_0}-1)}{\gamma\times R}$	$\frac{T_n}{T_0}$	$\frac{T_n}{\theta}$	$\frac{T_n}{\theta}$
فشار در محل n	$\frac{Cp\times((\frac{P_n}{P_0})^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}-1)}{\gamma\times R}$	$\frac{P_n}{P_0}$	$\frac{P_n}{\delta}$	$\frac{P_n}{\delta}$
بی جرمی (W)	$\frac{W\times\sqrt{T_0\times R}}{D^2\times P_0\times\sqrt{\gamma}}$	$\frac{W\times\sqrt{T_0}}{P_0}$	$\frac{W\times\sqrt{\theta}}{\delta}$	$\frac{W\times\sqrt{\theta}}{D^2\times\delta}$
سرعت چرخشی (N)	$\frac{N\times D}{\sqrt{\gamma\times R\times T_0}}$	$\frac{N}{\sqrt{T_0}}$	$\frac{N}{\sqrt{\theta}}$	$\frac{D\times N}{\sqrt{\theta}}$
جریان سوخت (WF)	$\frac{WF\times FHV\times\sqrt{R}\times\eta_{CC}}{C_p\times D^2\times P_0\times\sqrt{T_0\times\gamma}}$	$\frac{WF\times FHV\times\eta_{CC}}{P_0\times\sqrt{T_0}}$	$\frac{WF\times FHV\times\eta_{CC}}{\delta\times\sqrt{\theta}}$	$\frac{WF\times FHV\times\eta_{CC}}{D^2\times\delta\times\sqrt{\theta}}$
نسبت سوخت به هوا (FAR)	$\frac{FAR\times FHV\times\eta_{CC}}{C_p\times T_0}$	$\frac{FAR\times FHV\times\eta_{CC}}{T_0}$	$\frac{FAR\times FHV\times\eta_{CC}}{\sqrt{\theta}}$	$\frac{FAR\times FHV\times\eta_{CC}}{\sqrt{\theta}}$

- توان توربین با ضریب ۲/۲۵(α^2) افزایش پیدا می‌کند.
- میزان مصرف سوخت با ضریب ۲/۲۵(α^2) افزایش پیدا می‌کند.
- دبی عبوری با ضریب ۲/۲۵(α^2) افزایش پیدا می‌کند.
- "سرعت ماشین (دورکارکردی آن) با۰/۶۶ (α^{-1})کاهش پیدا می‌کند.
- گشتاور تولیدی ماشین با ۳/۳۷۵(α^3) افزایش پیدا می‌کند.
- "سرعت سیال در مقاطع مختلف تغییر نمی‌کند.
- وزن موتور با ۳/۳۷۵(α^3) افزایش پیدا می‌کند.
- "ممان اینرسی شفت با (α^5) افزایش پیدا می‌کند.
- عدد رینولدز سیال در مقاطع مختلف موتوربا ۰/۶۶ (α^{-1}) کاهش پیدا می‌کند.
- "نرخ شتاب شفت با۰/۶۶ (α^{-1})کاهش پیدا می‌کند.
- در حالت ایده آل، مواردی چون توان ویژه، بازده سیکلیک، مصرف سوخت ویژه، نسبت سوخت به هوا و بازده المان‌های توربین گاز ثابت می‌ماند.

لازم به ذکر است که این تغییرات در گام اول و به صورت ایده‌آل و فقط با بررسی ابعادی پارامترهای بی بعد بدست می آیند و در واقعیت بسیاری از این موارد دچار تغییرات اساسی می شوند.

اثرات اسکیلینگ بر روی وزن توربین گاز در حالت ایده آل با توان ۳ است، اما در عمل از این مقدار کمتر است، چرا که بسیاری از بخش‌های توربین گاز مانند ضخامت پوسته موتور نیاز به اسکیلینگ ندارند. تجهیزات جانبی توربین نیز مانند شیرهای هوای اضافی نیازی به اسکیلینگ ندارند و فقط در صورت لزوم نیاز به تغییر و اصلاح ضریب جریان عبوری را خواهند داشت. لذا معمولا در اثر اسکیلینگ وزن توربین تقریبا با توان ۲ تغییر پیدا می‌کند. این مطلب برای ممان اینرسی نیز صادق است. هرچند به صورت تئوری ممان اینرسی با توان ۵ افزایش پیدا می‌کند ولی در واقعیت ضریب تغییر در حدود ۴ است می‌باشد. این امر منجر می‌شود پارامترهای بی بعد برای نرخ شتاب‌گیری شفت و ثابت زمانی شفت تقریبا ثابت بمانند و تا حدودی نیاز به اصلاح داشته باشند. شایان ذکر است که ضخامت ایرفویل ها در لبه حمله و فرار در فرآیند اسکیلینگ از پیچیدگی خاصی برخوردار است و متأثر از پارامترهای لایه مرزی، ارتعاشات، سازه، طول عمر و قابلیت ساخت است. اثرات و اندرکنش مکانیک، آیرودینامیک، انتقال حرارت و محدودیت‌های سازه و ساخت در اسکیلینگ دچار تغییرات اساسی می‌شوند که این امر بر روی رفتار، حاشیه پایداری، عمر و عملکرد مناسب و مطمئن موتور تاثیر می‌گذارد. از دیدگاه آیرودینامیک، از اثرات مهم و غیر خطی اسکیلینگ می‌توان تغییر نسبت لقی پره به ارتفاع آن، تغییرات اثرات انسداد، اثرات لایه مرزی، نحوه و میزان تشکیل گردابه‌های نوک پره، میزان افت‌ها، فلاتر، شرایط خفگی و فاصله به ناحیه سرج را نام برد. از سوی دیگر، اثرات گذرا، چه در حالت سرد و گرم و چه در تغییر بار و استارت و خاموشی، از دیدگاه دینامیک گاز و انتقال حرارت و تغییرات احتمالی ایجاد شده در سیستم و منطق کنترل خالی از چالش‌نمی‌باشد.

از منظر مکانیک موتور، هر چند در فرآیند اسکیلینگ، نیروی شعاعی و مساحت مقاطع، هر یک با توان ۲ بزرگ می‌شوند و تنش‌ها و میزان کرنش اجزا به صورت کلی تغییر نخواهند کرد، اما اثرات ارتعاشی و بویژه محدوده خستگی ناشی از سیکل با سرعت تناوب بالا بسیار حائز اهمیت است. فرکانس طبیعی موتور اسکیلینگ شده و عبور آن از مودهای ارتعاشی در حالت استارت و حفظ فاصله ای مناسب از سرعت بحرانی در نقطه کاری ساده نخواهد بود بویژه اگر موتور دو محور باشد. شایان ذکر است که در فرآیند

در فرآیند اسکیلینگ، یاتاقان‌ها رفتاری کاملا غیرخطی را طی کرده و نیاز به طراحی و یا انتخاب مجدد دارند

مصرف سوخت ویژه (SFC)	$\frac{SFC\times FHV\times\gamma\times R\times\eta_{CC}}{C_p}$	$SFC\times FHV\times R\times\eta_{CC}$	$SFC\times FHV\times R\times\eta_{CC}$	$SFC\times FHV\times R\times\eta_{CC}$
توان ویژه (SPW)	$\frac{SPW}{\gamma\times R\times T_0}$	$\frac{SPW}{T_0}$	$\frac{SPW}{\theta}$	$\frac{SPW}{\theta}$
تراست Gross (FG)	$\frac{FG}{\gamma\times D^2\times P_0}$	$\frac{FG}{P_0}$	$\frac{FG}{\delta}$	$\frac{FG}{D^2\times\delta}$
مومنتوم درگ $(FRAM)$	$\frac{FRAM}{\gamma\times D^2\times P_0}$	$\frac{FRAM}{P_0}$	$\frac{FRAM}{\delta}$	$\frac{FRAM}{D^2\times\delta}$
سرعت گاز در محل n (Vn)	$\frac{V_n}{\sqrt{\gamma\times R\times T_0}}$	$\frac{V_n}{\sqrt{T_0}}$	$\frac{V_n}{\sqrt{\theta}}$	$\frac{V_n}{\sqrt{\theta}}$
چگالی در محل n (ρ_n)	$\frac{\rho_n\times R\times T_0}{P_0}$	$\frac{\rho_n\times T_0}{P_0}$	$\frac{\rho_n\times\theta}{\delta}$	$\frac{\rho_n\times\theta}{\delta}$
گشتاور محور (TRQ)	$\frac{TRQ}{\gamma\times D^3\times P_0}$	$\frac{TRQ}{P_0}$	$\frac{TRQ}{\delta}$	$\frac{TRQ}{D^3\times\delta}$
نرخ شتاب محور (NU)	$\frac{NU\times J}{\gamma\times D^3\times P_0}$	$\frac{NU}{P_0}$	$\frac{NU}{\delta}$	$\frac{NU\times J}{D^3\times\delta}$
ثابت زمانی محور (TC)	$\frac{TC\times J\times\sqrt{R\times T_0}}{D^4\times P_0\times\sqrt{\gamma}}$	$\frac{TC\sqrt{T_0}}{P_0}$	$\frac{TC\sqrt{\theta}}{\delta}$	$\frac{TC\times J\times\sqrt{\theta}}{D^4\times\delta}$

بازده کمپرسور (η_C)	η_C	η_C	η_C	η_C
بازده توربین (η_T)	η_T	η_T	η_T	η_T
پارامتر کار ($\frac{\Delta H}{T}$)	$\frac{\Delta H}{T}$	$\frac{\Delta H}{T}$	$\frac{\Delta H}{T}$	$\frac{\Delta H}{T}$
عدد رینولدز (Re)	$\frac{P_0\times V_n\times D}{R\times T_0\times\mu}$	$\frac{P_0\times V_n}{T_0\times\mu}$	$\frac{\delta\times V_n}{\theta\times\mu}$	$\frac{\delta\times V_n\times D}{\theta_0\times\mu}$
بار طبقه	$\frac{\Delta H}{U^2}$	$\frac{\Delta H}{U^2}$	$\frac{\Delta H}{U^2}$	$\frac{\Delta H}{U^2}$
نسبت سرعت	$\frac{V_A}{U}$	$\frac{V_A}{U}$	$\frac{V_A}{U}$	$\frac{V_A}{U}$
عدد ماخ	M	M	M	M

اسکیلینگ، یاتاقان‌ها رفتاری کاملا غیرخطی را طی کرده و نیاز به طراحی و یا انتخاب مجدد دارند. ناگفته نماند که اصلاح توزیع، دامنه و فاز نسبی فشار بر سطح پره، شکل مودهای پره و سطح پاسخ نیرو در مودهای پر انرژی از دیگر چالش‌ها خواهند بود. شایان ذکر است که هر چند تلرانس‌های ساخت از جمله موارد حساس در فرآیند طراحی است، با این وجود، در فرآیند اسکیلینگ رو به بالا، معمولا تلرانس‌ها تغییر نکرده و حتی تاثیر مثبت نیز دارند. در مجموع، فرآیند رفت و برگشتی فی‌مابین سازه، آیرودینامیک و ساخت در اسکیلینگ بسیار مهم بوده و در صورت عدم وجود دانش اسکیلینگ، عدم انتخاب صحیح ضریب اسکیلینگ و عدم وجود ساختار مدیریتی کارا جهت عبور صحیح از این مسیر طراحی، هزینه دسترسی به موتور جدید از طریق اسکیلینگ را می‌تواند بسیار قابل توجه نماید شود.

سامانه کنترل توربین‌های گازی

افشین بنازاده، کسری داودی، حسین عبداللهی گل، محدثه قریشی

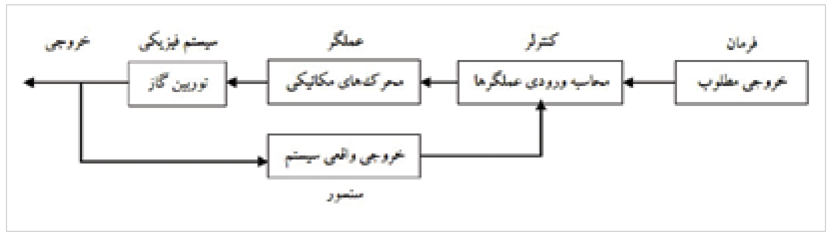
توسعه توربین‌های گازی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین و موثرترین منابع تولید توان، در طی ۷۰ سال گذشته همواره نیازمند دانش عمیق در حوزه‌های متفاوت مهندسی از جمله ایرودینامیک، ترمودینامیک، مکانیک سیالات، مکانیک جامدات، شیمی و مواد بوده است. علاوه بر آن، طبیعت متفاوت و دینامیک متغیر با زمان توربین‌های گازی باعث شده تا کنترل چنین سیستم‌های پیچیده‌ای با چالش جدی روبه‌رو باشد. سیستم کنترل یک توربین گاز می‌تواند به صورت دستی و یا کاملا خودکار طراحی شود. از طرفی سیستم کنترل خودکار خود می‌تواند به صورت حلقه باز و یا حلقه بسته باشد. امروزه تمامی سیستم‌های مدرن کنترلی از نوع خودکار و حلقه بسته‌اند.

المان‌های اصلی یک سیستم کنترل خودکار حلقه بسته، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده شامل توربین‌گاز به عنوان سیستم فیزیکی تحت کنترل، واحد محاسباتی یا همان کنترلر، مجموعه عملگرها شامل محرک‌های مکانیکی و سیال کاری و همچنین مجموعه سنسورهای اندازه‌گیری است.

اصلی‌ترین وظیفه یک سیستم کنترل در توربین‌های گازی حفظ تعادل توربین در نقطه کاری، محافظت از توربین در مواجه با شرایط عملکردی ناخواسته و غیر ایمن و نهایتا تنظیم رفتار توربین در وضعیت گذرا و تغییر نقطه کاری آن است. معمولا در عمل اندازه‌گیری توان یک توربین کاری دشوار است، دور شفت و نسب فشار به عنوان مقیاس عملکرد صحیح یک توربین در محاسبات کنترلر بکار گرفته می‌شوند. سیستم‌های کنترل توربین‌های قدیمی دارای مدارات کنترلی مکانیکی و الکتریکی شامل جعبه کنترلی و تابلو برق بوده است. در طی ۳۰ سال گذشته در سیستم‌های مدرن، تابلوهای کنترلی فشرده‌تر شده و منطق کنترلی در پی‌ال‌سی‌ها پیاده‌سازی می‌شود که امکان ایجاد سیستم مانیتورینگ با قابلیت اطمینان بالا را نیز فراهم می‌سازد.

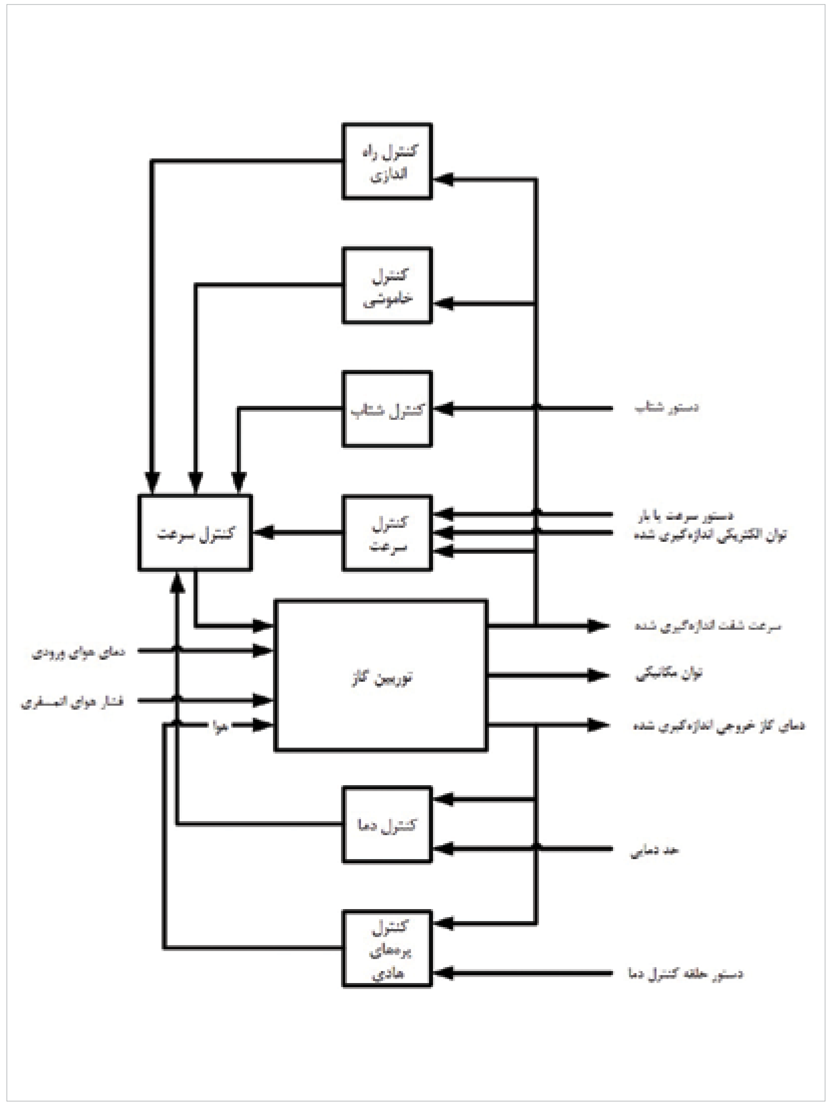
به منظور طراحی سیستم کنترل، شناسایی رفتار دینامیکی توربین گاز با جزئیات مربوط به دهانه ورودی، کمپرسور، محفظه احتراق، توربین و بار وارد به آن ضروری است. همچنین در تحلیل رفتار دینامیکی و کنترل توربین گاز، قرار گرفتن در ناحیه‌های پایدار عملکرد کمپرسور برای دوری ازسرج (Surge)و

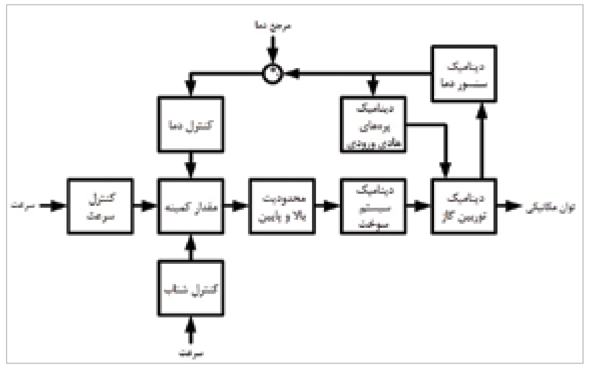
شکل ۱: المان‌های اصلی سیستم کنترل خودکار حلقه بسته



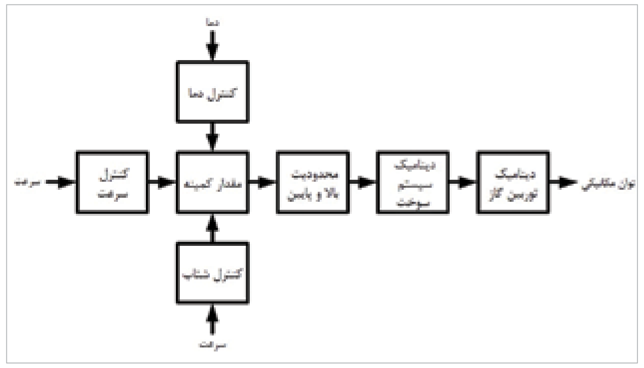
شکل ۲: فرآیند راه‌اندازی و کنترل توربین گاز

شکل ۳: بلوک دیاگرام حلقه‌های اصلی کنترلی توربین گاز



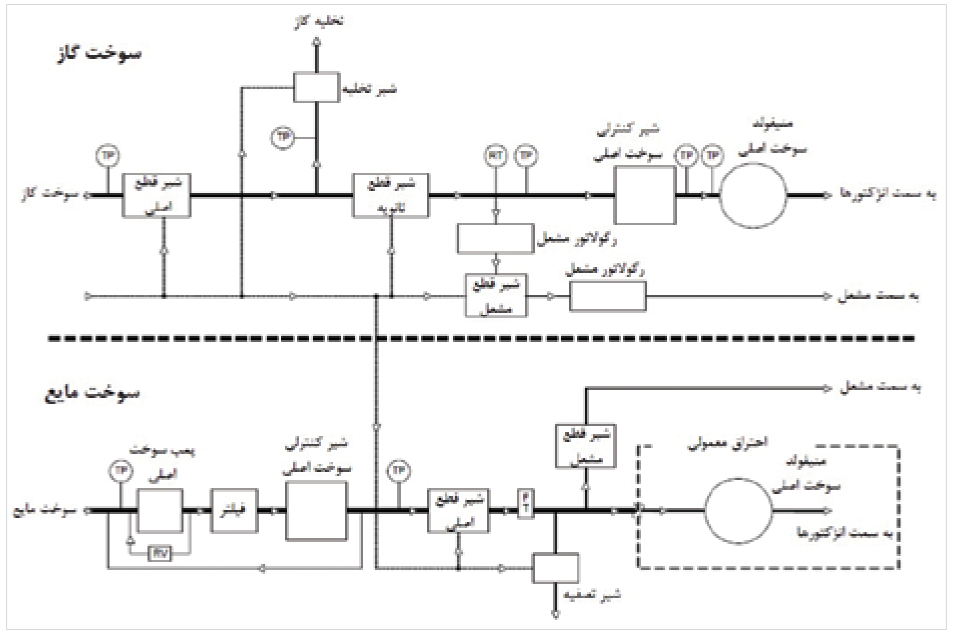


شکل ۵: بلوک دیاگرام کنترل دمای خروجی به‌همراه پره‌های هادی ورودی به توربین گاز



شکل ۴: بلوک دیاگرام سیستم کنترل سرعت توربین گاز

منطق دمامحور در ساده‌ترین صورت آن دمای گازهای خروجی را در یک نقطه تنظیم می‌کند. با توجه به اختلاف میزان اندازه‌گیری شده دما با دمای تنظیمی، سیستم کنترل سوخت، جریان سوخت را تنظیم می‌کند



شکل ۶: مدار سوخت رسانی توربین گاز

استال(Stall) و همچنین کنترل دمای سطح پره‌های توربین گاز، جهت جلوگیری از سوختگی الزامی است. تعیین میزان باز شدگی پره‌های راهنمای هوای ورودی، وضعیت استاتورها، میزان پاشش سوخت در فازهای مختلف و نقاط بحرانی عملکردی از جمله عوامل بسیار مهم است. پس از مشخص شدن اطلاعات کامل، رفتار دینامیکی تعیین و تحلیل می‌شود و براساس آن منطق حاکم بر سیستم کنترلی توربین گاز طراحی می‌شود.

به صورت شماتیک فرآیند کلی راه‌اندازی و کنترل توربین گاز را می‌توان به صورت شکل ۲ خلاصه نمود. کنترل موتور نیازمند احاطه کامل بر عملکرد موتور است. لزوم کارکرد در نقاط مختلف پاکت عملکردی به همراه تغییر شرایط هوای ورودی موتور، فعالیت موتور براساس استانداردهای کارکردی، مقابله با تغییرات مختلف مانند تعمیر یا تعویض اجزا ورود هوای نامناسب به درون موتور و تغییر در هندسه موتور به دلایل مختلف و لزوم تحصیل رانش مشخص با کارکردی امن با وجود پیچیدگی موتور و رفتار غیرخطی آن، چالش عمده‌ای برای طراحی سامانه کنترل ایجاد می‌کند. به صورت جزئی‌تر سامانه کنترل موتور جهت اجرای وظایف زیر طراحی می‌شود.

- کنترل و بهینه‌سازی جریان سوخت
- کنترل جریان هوای درون موتور
- روغن‌کاری بیرینگ‌های سیستم
- نظارت بر عملکرد موتور و کنترل محدودیت‌ها
- راه‌اندازی مجدد موتور
- عیب‌یابی و تصمیمات لازم جهت رفع آن‌ها
- خاموش کردن خودکار موتور
- خنک‌کاری موتور
- کنترل شتاب‌گیری موتور

به‌صورت شماتیک حلقه‌های اصلی کنترلی توربین گاز را می‌توان به شرح شکل ۳ خلاصه نمود. به صورت جزئی‌تر، بلوک دیاگرام سیستم کنترل سرعت دورانی یک توربین گاز می‌تواند به صورت شکل ۴ باشد.

بلوک دیاگرام کنترل دمای خروجی به‌همراه کنترل پره‌های هادی ورودی به صورت شکل ۵ است.

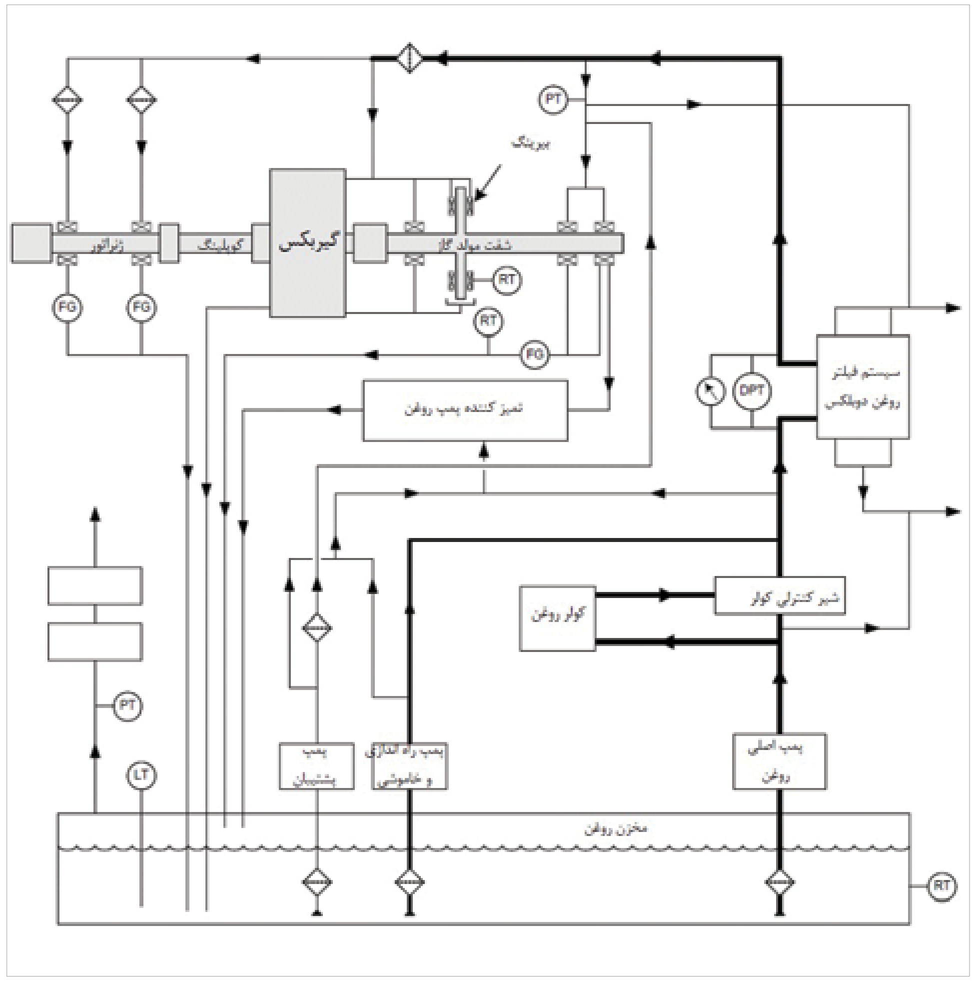
فرمان‌های کنترلی نیز بسته به نوع و کاربرد توربین گاز متفاوت‌اند. فرمان‌های کنترل توربین گاز به‌صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

الف: مقدار سوخت تزریقی به درون محفظه احتراق

مهم‌ترین فرمان کنترلی توربین گاز مقدار سوخت است که در سیستم کنترل تمامی توربین‌های گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع کارکرد توربین گاز تا حد زیادی با استفاده از فرمان سوخت قابل کنترل است. سیستم سوخت‌رسانی به همراه سیستم کنترل الکتریکی شامل تمام مولفه‌های ضروری برای تنظیم کنترل سوخت در زمان استارت و کنترل میزان سوخت حین عملکرد است.

منطق کلی کنترل به‌صورت دما محور حین استارت، شتاب‌گیری و عملکرد است. منطق دما محور در ساده‌ترین صورت آن دمای گازهای خروجی را در یک نقطه تنظیم می‌کند.

سیستم استارت، گشتاور مورد نیاز برای شروع حرکت توربین گاز و رسیدن آن به سرعت موردنظر را فراهم می‌کند



شکل ۷: مدار روغن‌کاری توربین گاز

با توجه به اختلاف میزان اندازه‌گیری‌شده دما با دمای تنظیمی، سیستم کنترل سوخت، جریان سوخت را تنظیم می‌کند. برخی از توربین‌ها دارای سیستم سوخت‌رسانی گاز طبیعی است. سیستم سوخت‌رسانی گاز طبیعی شامل المان‌های زیر است:

- پایلوت ولو اولیه برای قطع
- پایلوت ولو ثانویه برای قطع
- ولوهای سولونوئیدی
- کنترل ولو الکتریکی برای گاز طبیعی
- پایلوت فیلتر گاز ده میکرونی
- فشارسنج گاز
- مجموعه انژکتور سوخت
- سوئیچ چک‌کننده فشار برای دریچه
- سوئیچ قطع در حالت فشار بالا
- جداکننده برای گاز
- جرقه‌زن مشعل
- دریچه‌های زهکشی (تخلیه)
- دریچه تخلیه

جزئیات مدار یک سیستم سوخت‌رسانی توربین گاز به صورت نوعی در شکل ۶ نشان داده شده است. سیستم استارت، گشتاور مورد نیاز برای شروع حرکت توربین گاز و رسیدن آن به سرعت موردنظر را فراهم می‌کند. سیستم استارت، می‌تواند به دو صورت الکتریکی یا نیوماتیکی باشد که سیستم الکتریکی شامل یک موتور جریان مستقیم به همراه یک VFD است. یکی از زیرسیستم‌های اصلی توربین‌گاز، زیرسیستم روغنکاری است که از جمله اهداف آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ایجاد سطوح روان و با حداقل اصطحکاک بین قطعات متحرک سیستم
- برداشتن آلودگی‌های سطحی و ایجاد سطح تمیز برای فلزات
- جذب حرارت ایجاد شده در قطعات و در نتیجه خنک‌کاری سیستم

روغن این سیستم از یک تانک ذخیره‌سازی (که در یک فریم فولادی قرار دارد) تامین شده و سپس تحت فشار مناسب، بین قطعات مختلف توربین و سیستم انتقال توان، می‌چرخد. دمای مناسب روغن با استفاده از یک شیر کنترل ترموستاتیکی، گرم‌کن تانک ذخیره روغن و خنک‌کننده روغن (در صورت لزوم) تنظیم می‌شود. زیرسیستم‌ها و قطعات اصلی سیستم روغن‌کاری شامل موارد زیر است:

- تانک ذخیره روغن
- پمپ اصلی روغن
- پمپ روغن در زمان راه‌اندازی و خاموشی... (pre/post pump)
- فیلتر روغن دوتایی با المان‌های پنج میکرونی قابل جابجایی
- گیج‌های اندازه‌گیری سطح، فشار و دمای روغن
- ترانسدیوسرهای فشار روغن
- رگولاتورهای فشار و دما
- جداکننده
- دریچه جدا کننده‌ی بخار روغن
- دریچه مانع ورود شعله

سیستم‌های اختیاری نیز شامل موارد زیر است:

- سیستم گرم‌کن تانک ذخیره‌روغن
- سیستم خنک‌کننده روغن

جزئیات مدار یک سیستم روغن‌کاری توربین گاز به صورت نوعی در شکل ۷ دیده می‌شود.

ب: فرمان تغییر پره‌های ورودی و شیرهای

آنتی‌سرج با استفاده از تغییر پره‌های ورودی و شیرهای آنتی‌سرج می‌توان از ناپایداری جریان درون طبقات کمپرسور توربین گاز و همچنین تغییر و یا افت بازده کمپرسور در دورهای مختلف، جلوگیری کرد.

ج: تغییر هندسه نازل خروجی

در موتورهای هوایی که پس‌سوز دارند، استفاده از پس سوز، کارکرد موتور را به سمت ناحیه‌سرج هدایت خواهد کرد. با استفاده از تغییر سطح خروجی می‌توان از اثر افزایش فشار ناشی از احتراق درون پس سوز و سرج احتمالی جلوگیری کرد.
هر سامانه کنترلی دارای یک یا چند پارامتر ورودی و یک یا چند پارامتر خروجی است. متناسب با رشد تکنولوژی و نیازمندی‌های کنترلی، تعداد و ماهیت این پارامترها تغییر کرده‌اند. ورودی‌های سامانه کنترل موتور را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد:

الف: مشخصات ترمودینامیکی محیط و هوای ورودی

ارتفاع و مشخصات ترمودینامیکی هوای محیط اطراف توربین‌گاز عملکرد آن را شدیدا تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا لازم است با استفاده از سنسورهای مناسب، ورودی‌های مورد نیاز برای سامانه کنترل موتور فراهم شوند. در این مورد به دما، فشار، و سرعت باد نسبی می‌توان اشاره نمود.

ب: پارامترهایی که وضعیت کارکردی موتور را نمایش می‌دهند

این پارامترها می توانند شامل دور موتور، فشار و دما در قسمت های مختلف و وضعیت هندسی موتور باشد. بسته به نوع موتور می‌توان پارامترهای هندسی مانند پره‌های راهنمای ورودی توربین‌گاز، موقعیت عملگرهای تغییر قطر خروجی نازل و موقعیت شیرهای بلید را بر شمرد.

ج: فرمان تغییر دور

موقعیت اهرم دور یکی از مهم‌ترین پارامترهایی است که به طور مستقیم وضعیت مطلوب موتور را تعیین می‌کند.
پس‌خورهای مورداستفاده در توربین‌های گازی وابسته به نوع کنترلر، تکنولوژی و سطح کنترلی مورد نیاز متغیر است. در سیستم‌های کنترلی هیدرومکانیکی از پس‌خورهای فشار به‌عنوان پس‌خور اصلی استفاده می‌شود.
علاوه بر این پس خور دور نیز به در بعضی از سیستم‌های کنترلی استفاده می‌شود. بسته به نیاز تعداد پس‌خورهای فشار مورداستفاده تغییر می‌کند. مهم‌ترین پس‌خور فشار تخلیه کمپرسور است. یکی دیگر از پس‌خورهای مهم پس‌خور فشار ورودی کمپرسور است که نسبت این دو فشار یکی از پارامترهای اصلی عملکرد توربین‌گاز است. دور نیز به طور مستقیم در کنترلر موتور مورداستفاده قرار می‌گیرد. بدین صورت که شفت پمپ سوخت به طور مستقیم کوپل شده با دور موتور است. مقدار سوخت پمپ شده به طور مستقیم وابسته به دور آن است. در این نوع سیستم‌های کنترلی با توجه به موقعیت موتور درون پاکت کارکردی آن با استفاده از شیرهای کنترل و شتاب با بازگرداندن سوخت اضافی از طریق مسیرهای برگشت مقدار سوخت تنظیم خواهد شد.
در موتورهای کوچک از پس‌خورهای دمای خروجی توربین و همچنین پس‌خور دور برای کنترل موتور استفاده می‌شود. این دو پارامتر برای کنترل مناسب موتور کافی‌اند.
در این توربین‌های گازی از هیچ پس‌خور فشاری استفاده نمی‌شود. طبیعتا عملکرد این‌گونه موتورها در شرایط جوی مختلف تغییر خواهد کرد و منطق کنترلی پیاده شده ممکن است در همه شرایط کاری بهینه‌ترین فرمان را به موتور اعمال نکند.
منطق کنترل توربین‌گاز نیز متاثر از نوع

پس خورهای مورد استفاده در توربین های گازی وابسته به نوع کنترلر، تکنولوژی و سطح کنترلی موردنیاز متغیر است

توربین‌گاز است. این منطق‌ها ممکن است در فازهای مختلف کارکردی اعم از استارت، شتاب‌گیری و نرمال، تغییر کنند.
در موتورهایی که سیستم کنترل هیدرومکانیکی دارند در فازهای مختلف بر اساس تست و تجربه با استفاده از شیرهای کنترل‌کننده، بادامک و قطعات مکانیکی و شیرهای تنظیم عملکرد موتور کنترل خواهد شد.
درتوربین‌های‌گاز کوچک که کنترلر الکترونیکی دارند، استفاده از کنترلر PID مناسب است. در حالت‌هایی که توربین گاز پیچیده باشد، از منطق‌های کنترلی Min-Max که شامل چند حلقه محاسبه سوخت برای حالت‌های مختلف و محدودیت‌های کارکردی مختلف است و مقدارسوخت براساس انتخاب بیشینه-کمینه مقدارمحاسبه‌شده درحلقه‌های مختلف انتخاب و اعمال می‌شود. منطق Min-Max جزو منطق‌های کم بازده اما جامع است. منطق‌های فازی نیز نسبت به منطق Min-Max جامع‌تر بوده و عملکرد بهتر و بهینه تری ایجاد می کند. این منطق می‌تواند طوری طراحی گردد که نسبت به تغییرات ناخواسته در کارکرد موتور مانند خوردگی پره، استهلاک و تغییر شرایط مقاومت ایجاد کند.
با گذشت زمان به دلیل کارکرد، عملکرد توربین افت کرده قطعات مکانیکی آن خراب می‌شود.
تغییر عملکرد یک بخش بر بخش‌های دیگر نیز اثر می‌گذارد و موجب عملکرد غیر بهینه آن‌ها و در نتیجه کل سیستم می‌شود.
معمولا تا زمان توقف عملکرد سیستم که ناشی از خرابی باشد، از نوع عیب و محل آن اطلاعی در دسترس نیست. با استفاده از شبیه‌سازی عملکرد توربین و حل معکوس آن به کمک یک تخمین‌گر غیرخطی (الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی، فیلتر کالمن و روش‌های ریاضی) همزمان با عملکرد توربین، می‌توان مکان، نوع و مقدار خطای ایجاد شده را نیز شناسایی کرد و در صورت لزوم قطعات معیوب تعویض گردد.

اصلی‌ترین وظیفه یک سیستم کنترل در توربین‌های گازی حفظ تعادل توربین در نقطه کاری، محافظت از توربین در مواجه با شرایط عملکردی ناخواسته و غیر ایمن و نهایتا تنظیم رفتار توربین در وضعیت گذرا و تغییر نقطه کاری آن است

تولید همزمان برق و حرارت

ترنم پرهیزگار، سارا جوادزاده، پدرام حنفی زاده

اصلاح و استفاده بهینه از منابع موجود انرژی در هر کشور، از مهم‌ترین مسایلی است که باید همواره مورد توجه قرار گیرد.

در فرآیندهای صنعتی از مقادیر قابل توجهی از سوخت و الکتریسته برای تولید گرما استفاده می‌شود، که بخشی از این گرما به‌صورت گرمای تلف شده از سیستم خارج شده و وارد محیط اطراف می‌شود. سیستم‌های بازیاب انرژی، جهت استفاده از انرژی اتلافی از دستگاه‌ها نصب می‌گردند. بیشتر این دستگاه‌های بازیافت، حرارت را از یک جریان با دمای بالا به یک جریان با دمای پایین منتقل می‌کنند.

آنها همچنین می‌توانند دمای جریان ورودی را افزایش دهند و یا اینکه باعث تغییر حالت آن از حالت مایع به حالت بخار شوند. بطور کلی سیستم‌های بازیاب، از انرژی موجود در یک محیط گرم که دستگاه را ترک می‌کند، برای گرم و یا پیش گرم کردن محیط دیگری استفاده می‌کنند و بدین ترتیب انرژی در حال تلف شدن را به انرژی مفید برای سیستم تبدیل می‌کنند.

همه این دستگاه‌ها را می‌توان در مجموعه مبدل‌های حرارتی تقسیم‌بندی کرد. از گرمای تلف شده می‌توان برای گردش توربین‌ها و تولید الکتریسیته و یا حرکت پمپ‌ها، فن‌ها و سایر تجهیزات مکانیکی استفاده نمود.

این دستگاه‌ها می‌توانند تا ۲۰٪ در هزینه‌های سالیانه سوخت صرفه‌جویی کنند. از حرارت بازیافتی از انرژی گازهای خروجی از توربین جهت تولید بخار مورد نیاز نیز استفاده می‌گردد. از سامانه تولید برق و حرارت نهایتا به عنوان مولد تولید برق پراکنده استفاده شده و در صورت نیاز، انرژی تولیدی آن را می‌توان ذخیره کرد.

با بازیافت حرارت گازهای خروجی اولا راندمان سیستم افزایش و ثانیا مصرف سوخت ویژه کاهش یافته و از این‌رو میزان آلایندگی نیز کاهش می‌یابد. ارزش گرمای تلف شده وابسته به دمای آن است و هرچه دما بیشتر باشد ارزش آن بیشتر است.

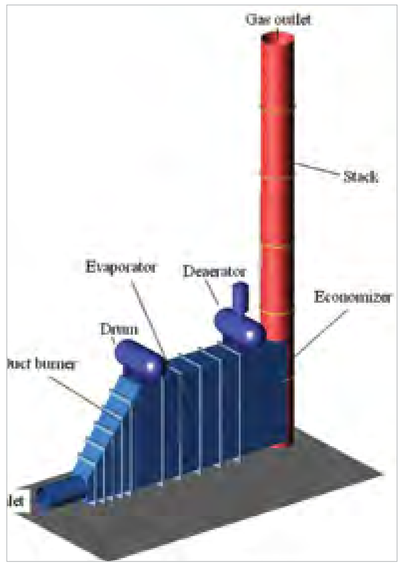
لذا اولین کار در آنالیز بازیاب حرارت، برآورد واحد مورد بررسی از دیدگاه انرژی و شناختن

> **با بازیافت حرارت گازهای خروجی اولا راندمان سیستم افزایش و ثانیا مصرف سوخت ویژه کاهش یافته و از این‌رو میزان آلایندگی نیز کاهش می‌یابد. ارزش گرمای تلف شده وابسته به دمای آن است و هرچه دما بیشتر باشد ارزش آن بیشتر است**

> **حرارت بازیافتی از این سیستم می‌تواند در فصول سرد سال، برای مصارف گرمایشی و تامین آب گرم مصرفی مورداستفاده قرارگیرد و همچنین می‌توان حرارت بازیافتی را به سرمایش تبدیل کرده و به این ترتیب بار سرمایشی در فصول گرم سال را نیز تامین کرد**

انرژی‌های تلف شونده قابل بازیافت در سیستم است. مواردی مانند تهویه، گازهای گرم خروجی از فرآیندها و گازهای داغ حاصل از احتراق خروجی از سیستم‌های احتراقی، مهم‌ترین منابع بازیافت حرارت محسوب می‌گردند. صرف نظر از دما و میزان انرژی قابل بازیافت، بازیابی حرارت هنگامی مفید است که امکان استفاده از آن وجود داشته باشد. شکل زیر شماتیک یک سیستم بازیافت حرارتی را نشان می‌دهد. تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدامیک از روش‌های بازیافت حرارتی برای فعالیت موردنظر ما مناسب‌تر است بستگی به کیفیت، کمیت و دمای گازهای تلف شده دارد. پس از آنکه مشخص شد از گرمای بازیافت شده برای انجام چه کاری استفاده خواهد شد نوبت به انتخاب فناوری مناسب برای رسیدن به این هدف می‌رسد.

در ۳۰ سال اخیر از روش‌های مختلفی برای بازیافت حرارتی گازهای تلف شده استفاده شده است. بعضی از این روش‌ها در اکثر کاربری‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند و مورد قبول همه است. معمولا این روش‌ها در صنایع مدرن استفاده می‌شود.



شکل ۱ شماتیک سیستم بازیافت حرارت

در سال‌های اخیر از تعدادی از روش‌های پیشرفته بازیافت حرارتی در صنایع استفاده شده است که نتیجه آن راندمان بالای کاری بوده است. ضمنا بازگشت هزینه استفاده از این روش‌ها بسیار چشم‌گیر و قابل توجه بوده است. براین اساس سازندگان تجهیزات احتراق توجه خود را بر روی تکنولوژی بازیافت معطوف کرده‌اند. امروزه تجهیزات حرارتی پیشرفته دما بالا، بطور استاندارد، همراه خود تجهیزات بازیافت حرارتی را دارند.

بسیاری از کوره‌های صنعتی امروزه عمر بالای ۲۰ ساله دارند و راندمان حرارتی آنها ۷۵-۸۰ درصد است. اما صنعت امروزه راندمان‌های بالاتر حرارتی (۹۰-۹۲٪) را طلب می‌کند و راندمان‌های حدود ۹۴٪ نیز حاصل شده است. پیش‌گرم‌کن‌های هوا به ازاء هر ۲۰ درجه سانتیگراد افت دمای گاز دودکش، ۱٪ راندمان کل حرارتی را افزایش می‌دهند. معمولا گاز خروجی از دودکش کوره‌ها با دمای بسیار بالا از کوره خارج می‌شوند و یک پیش‌گرم‌کن این دما را کاهش داده و راندمان حرارتی را افزایش می‌دهد.

انتخاب نوع دستگاه بازیافت کننده حرارت به عوامل مختلفی بستگی دارد. بعنوان مثال اگر نقطه بازیافت و مکان استفاده برهم منطبق بوده و یا نزدیک هم باشند استفاده از تجهیزات هوا به هوا مناسب است و اگر فاصله بین این دو نقطه زیاد باشد استفاده از تجهیزات هوا به آب مناسب است. پنج نوع از سیستم‌های بازیافت حرارتی به شرح زیر است:

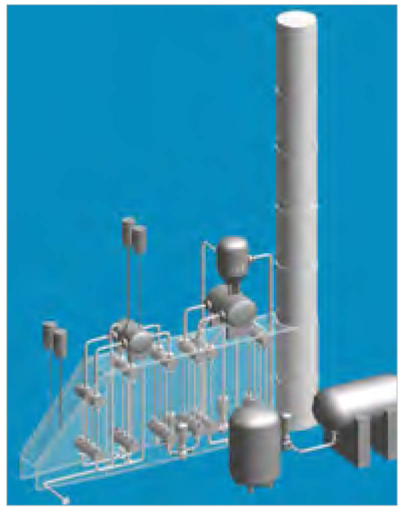
- مبدل‌های حرارتی
- رکوپراتور
- رکوپراتورهای ترکیبی
- واحدهای بازیاب
- لوله‌های داغ
- صرفه‌جوی بویلرها

صرف نظر از دما و میزان انرژی قابل بازیافت، بازیابی حرارت هنگامی مفید است که امکان استفاده از آن وجود داشته باشد.

از جمله مواردی که می‌توان از حرارت بازیافتی استفاده نمود عبارتند از:

- پیش‌گرم‌کردن هوای احتراق
- پیش‌گرم‌کردن کوره
- پیش‌گرم‌کردن گاز و خشک کردن
- تولید بخار جهت تولید نیرو
- تولید بخار فشار پایین جهت فرآیندهای خاص
- پیش‌گرم‌کردن سوخت
- گرم کردن محیط
- گرم کردن هوای جبرانی
- پیش‌گرم‌کردن آب تغذیه دیگ بخار
- روان‌سازی روغن‌های صنعتی
- تهیه حرارت لازم در بخش ژنراتور سیستم‌های تبرید جذبی

حرارت بازیافتی از این سیستم می‌تواند در فصول سرد سال، برای مصارف گرمایشی و تامین آب گرم مصرفی مورداستفاده قرار گیرد و همچنین می‌توان حرارت بازیافتی را به سرمایش تبدیل کرده و به این ترتیب بار سرمایشی در فصول گرم سال را نیز تامین کرد. تکنولوژی مورد استفاده در این فناوری همواره با توجه به نیاز بازار و افزایش تقاضای انرژی، عرضه راحت و قابل اعتماد انرژی حرارتی و برق را در تمام فصول سال و شرایط عملکردی مختلف با کمترین هزینه تضمین می نماید. استفاده از این سامانه، باعث افزایش راندمان به میزان تقریبی ۸۰٪ خواهد شد. طراحی و ساخت سامانه تولید همزمان حرارت و توان از توربین گاز، از مهم‌ترین دستاوردهای فنی کشور است.



شکل ۲ شماتیک سیستم بازیافت حرارت طراحی شده با استفاده از نرم افزار PDMS

استاندارد عمومی برای توربین‌های گازی در صنایع نفت گاز و پتروشیمی

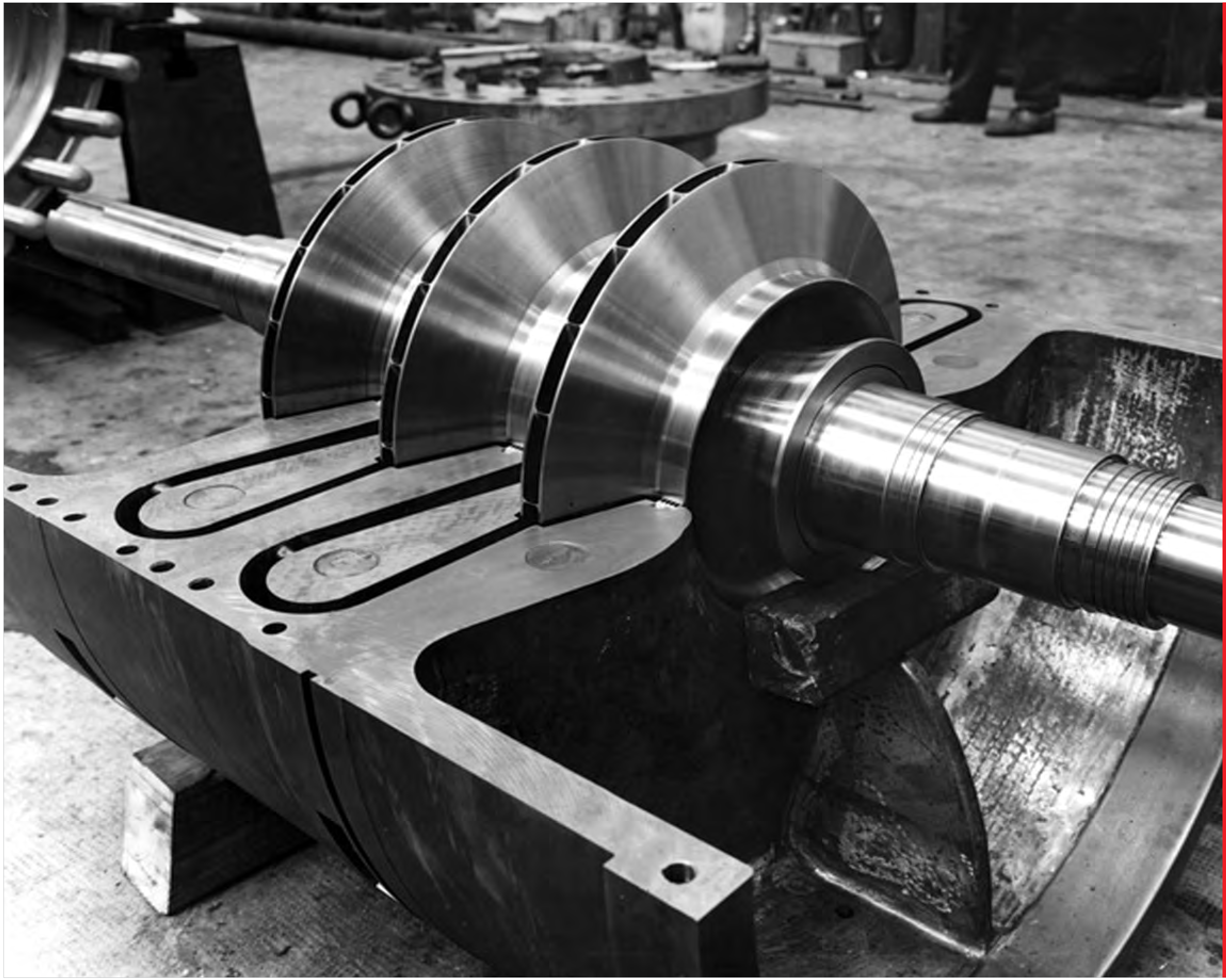
شفاء الدین حسینی نژاد ، آرش نوری

موسسه نفت آمریکا (Institute Petroleum American) به عنوان معتبرترین متولی در این زمینه، ارائه استانداردهای مرتبط با صنایع گاز و نفت را از سال ۱۹۲۴ میلادی آغاز کرده است و تا کنون بیش از ۵۰۰ سند را در موارد مختلف ارائه کرده است. آسان‌سازی روابط بین کارفرما و مشتری، افزایش ایمنی و کارایی، بهبود کیفیت محصولات از جمله اهداف مورد نظر در اسناد و کد استانداردهای API می‌باشند. بخشی از اسناد تهیه شده توسط API شامل استانداردهای مرتبط با ماشین‌های دوار در صنعت نفت و گاز می‌شود. ماشین‌های دوار موجود در صنایع نفت و گاز برای افزایش فشار گازها، پمپ کردن مایعات و تولید توان استفاده می‌شوند که هر کدام در زمینه‌های مربوط به خود شامل یک استاندارد عمومی می‌شود که الزامات مربوطه را پوشش می‌دهد. در این زمینه استانداردAPI-۶۱۶ مرجع الزامات عمومی در ارتباط با توربین‌های گازی در صنایع نفت و گاز می شود که آخرین نسخه‌ی آن ویرایش پنجم است که در سال ۲۰۱۱ انتشار یافته است. این استاندارد حداقل الزامات مربوط به توربین‌های گازی را که به صورت منفرد یا در سیکل‌های ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرند را شامل می‌شود. توربین‌های گازی می‌توانند به عنوان محرک‌های مکانیکی پمپ‌ها و کمپرسورهای فرایندها، خطوط انتقال گاز، اکتشاف و استخراج نفت و محرک ژنراتور تولید برق در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند. این استاندارد بر اساس دانش و تجربه جمع‌آوری شده از تولیدکنندگان و نیز کاربران توربین‌های‌گازی موجود در صنایع پتروشیمی، نفت و گاز تهیه شده است. هدف از این سند، ارائه یک توضیح و تعریف برای سهولت استفاده و بهره‌برداری از توربین‌های گازی در صنایع مذکور می‌باشد. به طور کلی منظور اصلی از استانداردهای API، تهیه‌ی لیستی از حداقل الزامات فنی مورد نیاز برای آن تجهیز می‌باشد. در این استانداردها استفاده بهینه از انرژی دارای اهمیت می‌باشد و روز به روز بر اهمیت آن در کلیه وجوه طراحی، کاربرد و فعالیت افزایش می‌یابد. سند API-۶۱۶ و سندهای مشابه دیگر در این زمینه، این امکان را برای خریدار ایجاد می‌کند که تنها جزئیات و ویژگی‌های عملکردی و اساسی ماشین را بیان کند و برای الزامات نهایی دیگر به این استاندارد تکیه کند. اگر چه دیده شده خریدار ممکن است علاقه داشته باشد برخی از بندهای این استاندارد را تغییر دهد، حذف کند و یا برجسته‌تر نشان دهد، ولی قویاً پیشنهاد شده است که این تغییرات تحت بخش‌های دیده شده در همین استاندارد انجام پذیرد.

به‌طورکلی هدف اصلی استانداردهای API برای تجهیزات مکانیکی،استفاده از حداقل ملزومات مکانیکی دیگر برای آن تجهیز خاص است

محتوای استاندارد:

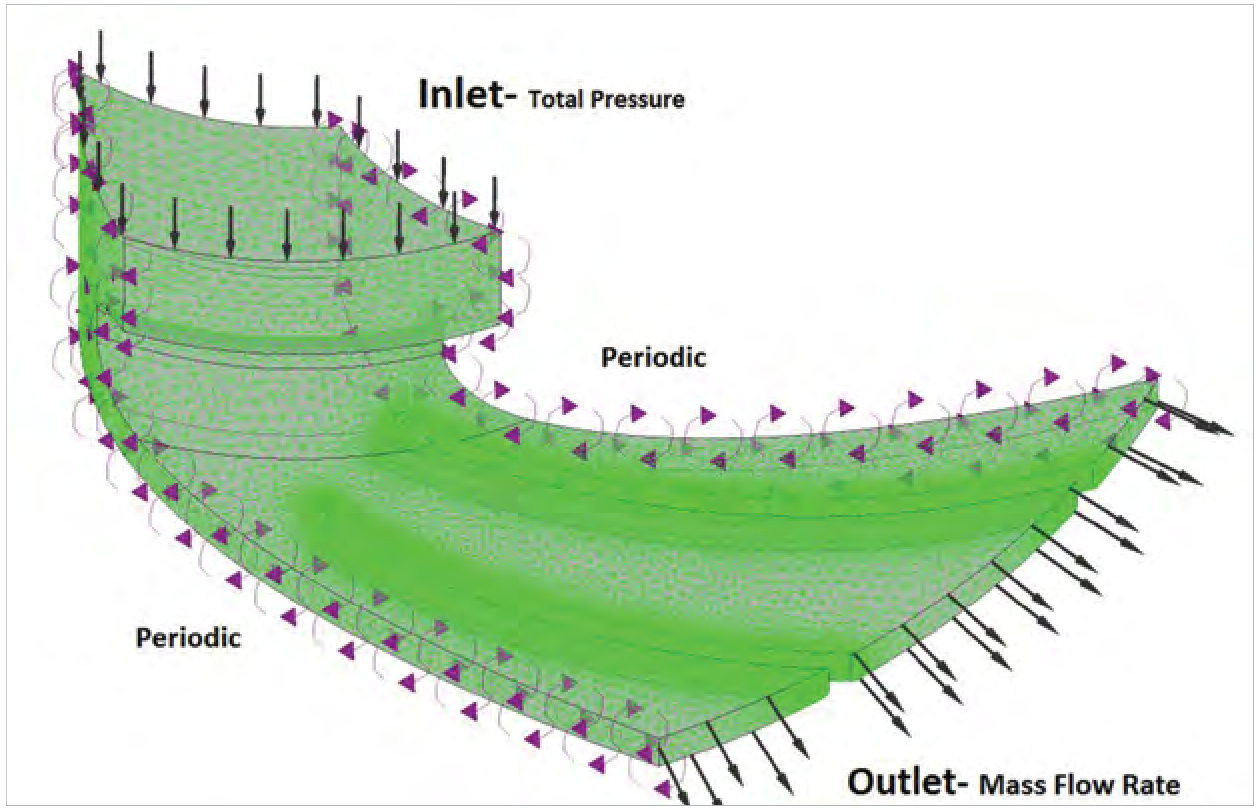
استاندارد API-۶۱۶، پس از تعریف دامنه کاربردش در فصل اول، مراجع مورد استفاده را در فصل دوم بیان می‌کند. از برخی استانداردهایی که در این سند به آنها ارجاع داده شده است، می‌توان به API-۶۸۴، API -۶۷۰، ANSI- ASME PTC-۲۲، ISO-۳۹۷۷، ۱۳۳/۸ و غیره اشاره کرد. در فصل سوم این کد، مفاهیم اولیه و پایه تعریف می‌شوند و استانداردهای مربوط به آنها بیان می‌گردد. مفاهیمی مانند نقطه اخطار، سرعت بحرانی، دبی جریان ورودی و ... از جمله این موارد هستند. برای مثال در این بخش از استاندارد شرایط کارکرد ISO (دما، فشار و رطوبت نسبی) تعیین شده‌اند.طراحی پایه توربین گازی در فصل چهارم مورد بررسی قرار می گیرد و بندهایی در رابطه با موارد زیر بیان می‌شود: محفظه‌های تحت فشار، افشانک‌های سوخت و محفظه احتراق، ارتعاشات، اتصالات محفظه، اجزای دوار، نشت‌بندها، یاتاقان‌ها و محفظه‌ی آنها، سامانه‌ی روغن‌کاری و مواد مورد استفاده و غیره. برای مثال، در این بخش گفته شده است که بازرسی‌های اتاق احتراق باید پس از هر ۸۰۰۰ ساعت کاری انجام شود. در فصل پنجم، الزامات تجهیزات جانبی توربین گاز نظیر محرک‌های راه‌انداز، چرخ‌دنده‌ها، کوپلینگ‌ها، صفحات تکیه‌گاهی، کنترل و ابزار دقیق، لوله‌کشی و ملحقات و عایق‌بندی‌ها مطرح می‌شوند. برای مثال، در این بخش از استاندارد آمده است که تجهیزات باید به گونه‌ای قابلیت جابجایی داشته باشند که بتوان بدون از کار انداختن واحد، تعویض و جابجایی را انجام پذیرد. در فصل ششم، بازرسی، تست و آماده‌سازی برای حمل و تحویل‌دهی توربین گاز مطرح می‌گردد. تست‌های توربین و نیز بازرسی‌های لازم آن باید بر اساس استانداردهای خاصی انجام پذیرند. در فصل هفتم، بندهای مربوط به اطلاعات فروشنده، پیشنهادات، اطلاعات و الزامات اولیه‌ی قرارداد ارائه می‌شود. در مراجع این استاندارد فرمی جهت تعیین مشخصات توربین گاز در راستای هماهنگی و ایجاد یک زبان مشترک ارائه می‌شود که امروزه به عنوان یکی از متداول‌ترین فرم‌ها در این زمینه است.



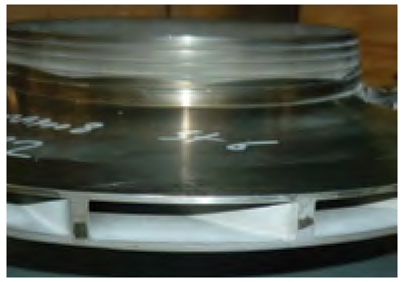
تحلیل عددی پدیده سائیدگی در پروانه کمپرسور گریز از مرکز

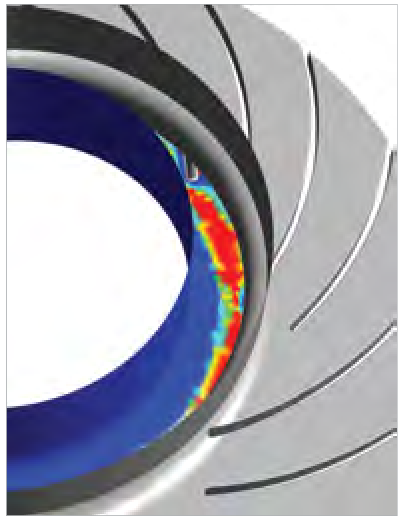
محیط بیگلریان

یکی از عوامل مهم کاهش بازده، درکمپرسورها در درازمدت پدیده خوردگی و سائیدگی بر اثر سیال و حضور ذرات است. ذرات جامد شناور در سیال بدلیل داشتن اینرسی بیشترنسبت به سیال، در مکان‌هایی که انحنای مسیر زیاد است مسیر سیال را دنبال نکرده و با سطح جامد برخورد می‌کنند. این ذرات شناور می‌توانند ابعاد متفاوتی داشته باشند.



شکل ۲. شبکه تولید شده به همراه شرایط مرزی


شکل ۱. نمایی از پروانه کمپرسور گریز از مرکز


شکل ۳. خوردگی هاب در ورودی بر اساس نتایج شبیه سازی.

شکل ۴. خوردگی هاب در قسمت ورودی در نمونه واقعی.

به نحوی که با چشم غیرمسلح نیز دیده نشوند. براساس مدل‌های سائیدگی، نرخ جرم برداشته شده از سطح به سرعت ذرات و زاویه برخورد آن‌ها به سطح وابسته است. در قسمت پروانه کمپرسور بدلیل بالا بودن سرعت سیال انرژی جنبشی ذرات نیز بالا بوده، در نتیجه نرخ خوردگی سطح نیز افزایش می‌یابد. در این مناطق در صورتی که سیال، حامل ذرات معلق زیادی باشد باید از پوشش‌های مقاوم به سائیدگی همانند پوشش‌های سرامیکی استفاده کرد. در ادامه قسمت‌های سائیده شده در یک کمپرسور گریز از مرکز که از شبیه‌سازی‌های عددی بدست آمده است را با نمونه واقعی آن ارزیابی می‌کنیم.

تشریح مسئله

در این بررسی ابتدا میدان سیال در کمپرسور گریز از مرکز به کمک نرم افزار ANSYSCFX شبیه‌سازی می‌شود، سپس با رهاسازی ذرات در جریان و با استفاده از مدل‌های خوردگی مکان‌هایی که سائیدگی در آن‌ها بالا است مشخص می‌شوند. دور کمپرسور 1050 (rpm) بوده و فشار ورودی تا ۳ برابر مقدار اولیه افزایش می‌یابد. از آنجا که پره‌های این پروانه به صورت تناوبی تکرار می‌شوند تنها قسمت واحدی از آن شبیه‌سازی می‌گردد و سایر قسمت‌ها نیز تناوبی از این واحد هستند. پروانه مورد بررسی دو نوع پره داشته که یکی از آن‌دو کوتاهتر از دیگری است. در شکل ۲ نمایی از فضای شبیه‌سازی شده کمپرسور گریز از مرکز به همراه شرایط مرزی نشان داده شده است.

در مجموع پیش‌بینی محل دقیق سائیدگی فرآیند پیچیده‌ایی دارد که به مشخصات ذرات، زاویه برخورد و مشخصات سطح وابسته است، اما با استفاده از بعضی مدل‌ها می‌توان تخمینی از محل‌های خوردگی بدست آورد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، محل ورود که در شکل ۳ با رنگ قرمز نشان داده شده است دارای خوردگی زیادی است و علت این امر هم بالا بودن اینرسی ذرات است که نمی‌توانند تغییر مسیر سیال را دنبال کنند و با سطح هاب برخورد می‌کنند. در شکل ۴ نمونه واقعی به همراه محل خوردگی نشان داده شده است.

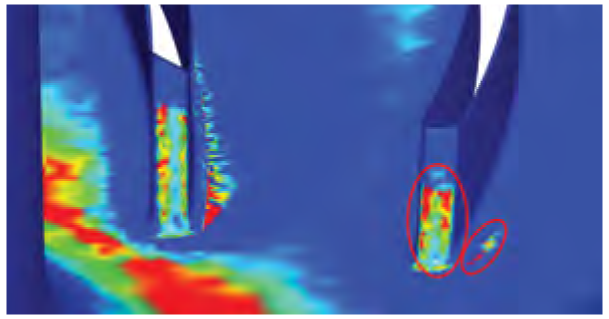
محدوده بین دو خط قرمز تقریبا فرو رفته است و به راحتی با لمس‌کردن بر این قسمت این تغییر هندسی مشخص است که نشان می‌دهد تطابق محل خوردگی و محل بدست آمده از شبیه‌سازی بسیار زیاد است. قسمت بعدی که مطابق شکل ۵ خوردگی در آن زیاد پیش‌بینی می‌شود، لبه حمله در هر دو پره است. در این قسمت‌ها نیز ذرات با انرژی زیاد و با زاویه‌ایی تقریبا عمود، به لبه حمله برخورد می‌کنند که این پدیده به شدت در این مکان‌ها بالا می‌باشد.

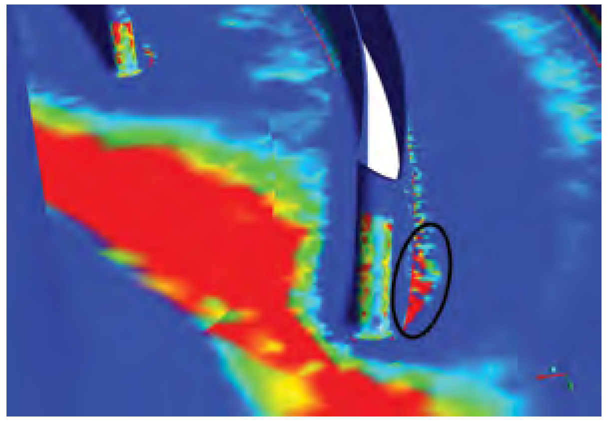
همانطور که در شکل ۵ مشخص است، احتمال خوردگی در پره کوتاه‌تر بیشتر پیش‌بینی می‌شود که با نمونه واقعی در شکل ۶ مطابقت بسیار خوبی دارد. با توجه به ضخامت کم پره و بالا بودن خوردگی در لبه حمله با گذشت زمان این قسمت نیز همانند ناحیه ورودی در قسمت هاب خورده شده و تغییر شکل می‌دهد و همچنین در اثر خوردگی بالا در قسمت پایینی پره تغییر شکل در این مکان بیشتر بوده و به همین دلیل در نمونه واقعی شکل پره انحنادار است.

در پره بلند و در قسمت پشتی آن (شکل ۸) بر روی هاب اثر خوردگی دیده می‌شود که با نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی (شکل ۷) همخوانی دارد. در این قسمت نیز کانتور خوردگی قرمز رنگ است که نشان‌دهنده بالا بودن نرخ خوردگی در این ناحیه می‌باشد.

جمع‌بندی

در انتها می‌توان نتیجه گرفت که نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی به نمونه واقعی بسیار نزدیک بوده و به کمک این شبیه‌سازی‌ها می‌توان با بهینه کردن مسیر سیال مقدار خوردگی را به حداقل رساند تا علاوه بر افزایش بازده، هزینه‌های ناشی از بازبینی و تعمیر را نیز تا حد زیادی کاهش داد.


شکل ۵. خوردگی پره‌ها در لبه حمله و ریشه (پره کوتاه در سمت راست و پره بلند در سمت چپ قرار دارد)


شکل ۷. خوردگی هاب در نزدیکی پره بلند

شکل ۶. قسمت‌های خورده شده در نمونه واقعی (تنها پره کوتاه در شکل مشخص است)

شکل ۸. خوردگی هاب در نزدیکی لبه پره بلند در نمونه واقعی

در مجموع پیش‌بینی محل دقیق سائیدگی فرآیند پیچیده‌ایی دارد که به مشخصات ذرات، زاویه برخورد و مشخصات سطح وابسته است، اما با استفاده از بعضی مدل‌ها می‌توان تخمینی از محل‌های خوردگی بدست آورد

جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسیدکربن (CCS)

پدرام حنفی زاده، امین عارفی، عرفان کوثری، مهیار مومن، حمید میرزایی

دی‌اکسیدکربن (CO_2) عامل اصلی گرم شدن کره‌زمین است. و مقدار آن در جو زمین بر اثر فعالیت‌های بشری افزایش یافته است. کارشناسان معتقدند که طیف وسیعی از اقدامات به زودی به منظور کاهش میزان CO_2 که وارد جو می‌شود، انجام خواهد شد. راه‌حل کاربردی که می‌تواند جذب میلیون‌ها تن CO_2 تولید شده توسط فرآیندهای صنعتی و ذخیره آن در اعماق زمین را ممکن سازد، فرآیندی است تحت عنوان «جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسیدکربن» که با نام اختصاری CCS شناخته شده است.

چگونه CO_2 در صنعت جذب شود؟

CCS شامل جذب CO_2 تولید شده بوسیله سوزاندن هیدروکربن‌ها (مانند گاز طبیعی و زغال سنگ) قبل ورود آن به اتمسفر و ذخیره‌سازی آن در اعماق زمین است.
بشریت زمانی درمی‌یابد فرآیند CCS مقرون به صرفه است که آگاه گردد که بیش از نیمی از CO_2 آزاد شده در طبیعت توسط انسان‌ها تولید شده است. در نتیجه بر این اساس در پی کاهش این انتشار خواهد بود که این امر می‌تواند در زمان قبل، حین و یا پس از سوزاندن هیدروکربن‌ها صورت گیرد. در حال حاضر نیز این فرآیند در بسیاری از صنایع مدرن در حال انجام است.
یکی از مزایای جذب CO_2 قبل از سوزاندن هیدروکربن، جدا کردن هیدروژن (H_2) از سوخت هیدروکربنی است که خود سوختی پاک محسوب می‌شود و آب حاصل سوزاندن آن است.گیاهان مقادیر زیادی CO_2 را از طریق فتوسنتز از اتمسفر جذب می‌کنند اما زمانی که آن‌ها می‌میرند بیشتر این CO_2 به جو باز می‌گردد. به همین منظور استفاده از سوخت‌های زیستی مقدار زیادی CO_2 آزاد می‌سازد که استفاده از CCS کمک موثری به جذب و ذخیره‌سازی CO_2 در اعماق زمین می‌کند.

روش‌های اساسی برای جداسازی حلال‌ها

تکنولوژی سایش آمین بیش از ۶۰ سال پیش در صنایع نفت و شیمیایی تاسیس شد که برای جداسازی هیدروژن سولفید و دی اکسید کربن از جریان گاز به‌کار می‌رود.
تاسیسات بسیاری وجود دارند که با جاگذاری آمین در دودکش‌های خود توانسته‌اند از جریان گاز خروجی دودکش، CO_2 جذب کنند. یکی از نمونه‌های آن ایستگاه قدرت در ایالات متحده آمریکا است که سوخت آن زغال‌سنگ است و توانسته ۱۵۰ تن در روز دی‌اکسیدکربن را جذب کند.
MEA یک نوع آمین به شمار می‌رود که به طور گسترده‌ای برای جذب CO_2 مورد استفاده قرار گرفته است با این حال ادعا شده است که در نمونه‌های پیشرفته‌تر انرژی موردنیاز به‌منظور جداسازی در مقایسه با MEA تا ۴۰ درصد کاهش یافته است که این پیشرفت نشان‌دهنده اهمیت این عرصه است.

جاذب‌ها

جاذب‌های جامد، مانند زئولیت و کربن فعال نیز می‌توانند در این زمینه مورد استفاده قرار گیرند. PSA و TSA از روش‌های جداسازی مرسوم برای جاذب‌ها به شمار می‌روند اما با این وجود جاذب‌ها روش مرسومی برای جداسازی به حساب نمی‌آیند چرا که ظرفیت جذب CO_2 آن‌ها کم است. در عین حال از این تکنولوژی در کنار فن‌آوری‌های دیگر استفاده می‌شود و ترکیب مناسبی را فراهم می‌آورد.

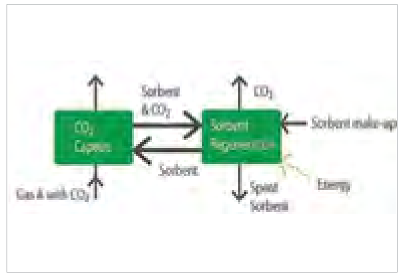
ممبران‌ها

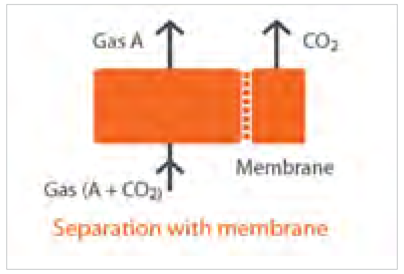
غشاهای جداسازی گاز، اجازه می‌دهند یک جزء جریان گاز را سریع‌تر از دیگران از خود عبور دهند. غشاها معمولا نمی‌توانند به درجه بالایی از جدایی دست یابند، بنابراین احتیاج به مراحل متعدد جداسازی توسط غشاها وجود دارد. این امر منجر به افزایش پیچیدگی، مصرف انرژی و هزینه می‌گردد. چندین غشا با ویژگی‌های مختلف امکان دستیابی به CO_2 با خلوص بالا را فراهم می‌کند.
غشاها و حلال‌ها در کنار هم ترکیب بسیار مناسبی را برای جذب CO_2 با خلوص بالا فراهم می‌کنند و این ترکیب در صنعت بسیار استفاده شده است.

» فرآیند جذب CO2 قبل از سوزاندن گاز

» فرآیند جذب CO2 حین سوزاندن گاز

» فرآیند جذب CO2 بعد از سوزاندن گاز


روش جداسازی توسط حلال‌ها و جاذب‌ها



روش جداسازی توسط ممبران‌ها

سرمازایی

CO_2 می‌تواند از گازهای دیگر توسط خنک شدن جریان گاز جدا شود. جداسازی برودتی عملیاتی رایج در صنعت است که به طور گسترده‌ای برای جریان‌هایی با تراکم CO_2 بیش از ۹۰ درصد استفاده می‌شود اما آن را برای جریان CO_2 رقیق‌تر استفاده نمی‌کنند.

یک نقطه ضعف عمده جداسازی برودتی، مقدار انرژی موردنیاز برای تولید تبرید برای این فرآیند است و از طرف دیگر می‌بایست قبل از فرآیند تبرید رطوبت موجود در جریان را خارج کرد تا موجب یخ‌زدگی و انسداد نگردد و این خود بر هزینه‌ها خواهد افزود. مزیت عمده جداسازی برودتی آن است که با انجام فرآیند تبرید به تولید مستقیم CO_2 مایع از جریان گاز دست می‌یابد که حمل آن را ساده‌تر می‌نماید.

روش‌های حمل و نقل CO_2

خطوط لوله امروزه به عنوان یک تکنولوژی کارآمد و رایج برای حمل دی‌اکسیدکربن استفاده می‌شود. برای جابه‌جایی CO_2 به صورت گاز می‌بایست آن را به طور معمول تا فشار بالای ۸MPa فشرده کرد تا از رژیم‌های جریان دو فازی اجتناب گردد و متراکم‌تر شود، در نتیجه حمل و نقل آن آسان‌تر و کم هزینه‌تر می‌شود. در روش‌های دیگر، CO_2 را بر اثر خنک‌کاری به صورت مایع در می‌آورند که باعث می‌گردد تا در فشارهای پایین‌تری قابلیت جابه‌جایی در تانکرهای عایق را داشته باشد.

ذخیره سازی CO_2

ذخیره سازی CO_2 اساسا شامل حوضه‌هایی است که در زمان قدیم اکتشاف و توسعه نفت و گاز در آن‌ها صورت گرفته است و در حال حاضر بی‌استفاده شده‌اند. همانطور که اکتشافات نفتی ما در حال جستجو برای یافتن یک واحد سنگ نفوذناپذیر که قادر به ذخیره‌سازی نفت یا گاز در خود است، سایت‌های ذخیره‌سازی CO_2 نیز تمایل دارند در لایه‌های نفوذناپذیر زمین منابع جذب شده CO_2 را ذخیره کنند.

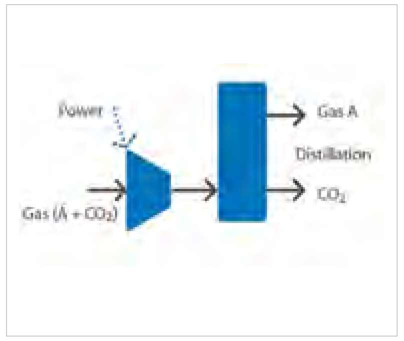
چند حالت کلی برای ذخیره‌سازی CO_2 وجود دارد:

- استفاده از چاه‌های نفت و گاز
- بسترهای آب شور زیرزمینی

استفاده از چاه‌های نفت از آنجا که بستر مناسبی است برای به دام انداختن دی‌اکسیدکربن کاربرد خوبی دارد از طرفی تمامی تجهیزات و اطلاعات لازم برای انجام این عمل با توجه به عملیات اکتشاف و توسعه‌ای که در زمان قدیم انجام گرفته، موجود است که این خود بسیاری از هزینه‌ها را می‌کاهد. بسترهای آب شور نیز پتانسیل بسیار بالایی برای جذب CO_2 دارند اما در این زمینه تحقیقات کمتری انجام گرفته است. بنابراین در مقایسه با چاه‌های نفت و گاز کمتر شناخته شده‌اند و هنوز قابل تشخیص نیست که کدامیک ارجحیت دارند.

بسیاری از منابع زیرزمینی طبیعی CO_2 اغلب توسط افرادی که به دنبال نفت و گاز بوده‌اند، کشف شده است. در بسیاری از موارد این منابع

نمای یک ماسه‌سنگ که در اعماق زمین قابلیت ذخیره‌سازی CO_2 را دارد.

روش جداسازی توسط سرمازایی


ذخیره‌سازی باقی مانده

پروژه صلاح در الجزیره

CO_2 قدمتی برابر با میلیون‌ها سال دارند. در اثر شرایط مختلف مانند آتشفشان، CO_2 به طور طبیعی از زیر زمین نشت می‌یابد. بنابراین باید در این مورد تمام شرایط محیطی به منظور جلوگیری از نشت CO_2 بررسی شود.

چرا CO_2 در زیر زمین به دام می‌افتد؟

همانطور که CO_2 در اعماق زمین پمپاژ می‌شود به خاطر فشار بالا به مایع تبدیل می‌شود و فضای بین سنگ‌های زیرزمینی را پر می‌کند. با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و مایعات، تمام یا برخی از این روش‌های به دام افتادن رخ خواهد داد که برخی از این روش‌ها زمان زیادی لازم دارند.

ذخیره سازی سازه

زمانی CO_2 در اعماق زمین پمپ می‌شود در ابتدا نسبت به آب خاصیت شناوری بیشتری دارد لذا از طریق منافذ سنگ متخلخل به بالای سطح راه پیدا می‌کند، تا آنجا که به لایه‌های نفوذناپذیر می‌رسد و در زیر آن‌ها به دام می‌افتد. در پروژه صلاح در الجزایر ۱ میلیون تن CO_2 در سال بر این اساس ذخیره می‌شود و گازی که در نهایت در بین این لایه‌های سنگی استخراج می‌شود ترکیبی از متان و CO_2 است که گاز متان آن را برای تولید الکتریسیته بکار می‌گیرند.

ذخیره سازی باقی‌مانده

سنگ‌های مخزن مانند یک اسفنج سفت و سخت و محکم، عمل می‌کنند. هوایی که در یک اسفنج به دام افتاده می‌بایست با فشردن اسفنج خارج شود تا بتوان آب را جایگزین آن کرد. هنگامی که CO_2 مایع در بین سنگ‌ها پمپ می‌شود، بیشتر آن در فضاهای خالی سنگ گیر کرده و حرکت نمی‌کند.

ذخیره‌سازی انحلال

CO_2 حل شده در آب شور، درست همانند حل شدن قند در چای است. آب شور با CO_2 حل شده در آن در مقایسه با آب‌شوری که دی‌اکسیدکربن در آن حل نشده است سنگین‌تر است بنابراین این محلول به سمت پایین بستر حرکت می‌کند و CO_2 را به دام می‌اندازد.

ذخیره‌سازی معدنی

CO_2 حل شده در آب شور اسید ضعیفی است و می‌تواند با مواد معدنی در سنگ‌های اطراف خود واکنش نشان دهند و تشکیل موادمعدنی جدید به عنوان یک پوشش بر روی سنگ دهد. این فرآیند می‌تواند سریع یا خیلی آهسته (بسته به نوع ترکیب شیمیایی سنگ و آب) رخ دهد و CO_2 را به طور موثر به سنگ متصل کند.

ارزیابی خطرات و اثرات زیست محیطی

خطرات ناشی از نشت CO_2 ذخیره‌سازی شده در مخازن زیرزمینی به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

- خطرات جهانی
- خطرات محلی

بسیاری از منابع زیرزمینی طبیعی CO_2 اغلب توسط افرادی که به دنبال نفت و گاز بوده‌اند، کشف شده است. در بسیاری از موارد این منابع CO_2 قدمتی برابر با میلیون‌ها سال دارند

خطرات جهانی شامل انتشار CO_2 است که ممکن است به طور قابل توجهی به تغییرات آب و هوایی در اثر نشت CO_2 از مخازن زیرزمینی منجر شود. علاوه بر این، نشت گاز CO_2 ممکن است خطرات محلی برای انسان‌ها و اکوسیستم و آب‌های زیرزمینی پدید آورد.

با توجه به خطرات محلی، دو حالت برای نشت CO_2 وجود دارد. در حالت اول، نشت و خروج CO_2 به صورت ناگهانی اتفاق می‌افتد. این نوع نشت به احتمال زیاد به سرعت تشخیص داده می‌شود و متوقف می‌شود. خطرات مرتبط با این نوع از نشت عمدتا بر روی کارگران و ناظران مجاورت حوزه نشت تاثیر می‌گذارد. غلظت CO_2 بیشتر از ۱۰-۷ درصد در هوا می‌تواند برای زندگی بشر و سلامت او خطرناک باشد و باید توجه داشت که مدت زمان لازم برای توقف نشت در این حالت ساعت‌ها طول می‌کشد و با توجه به سرعت خروج، گاز زیادی آزاد می‌شود که این مقدار دی‌اکسیدکربن خطرساز است.

در حالت دوم، نشت می‌تواند از طریق غیرقابل تشخیص گسل، شکستگی و یا از طریق نشت چاه رخ دهد که در آن آزادی به سطح تدریجی‌تر و پراکنده است. در این مورد، خطرات عمدتا سفره‌های آب‌های آشامیدنی و اکوسیستم‌ها تحت تاثیر قرار می‌دهد. دی‌اکسیدکربن با ترکیب در منابع آب شور ترکیبی اسیدی به وجود می‌آورد که در صورت نشت بر خاک و اکوسیستم تاثیر مستقیم دارد. علاوه بر این در صورت نشت در اتمسفر در ارتفاعات کم، با وزش باد ملایم این گاز پخش می‌شود و برای انسان‌ها و موجودات خطراتی به‌وجود خواهد آورد.

پروژه Lacq

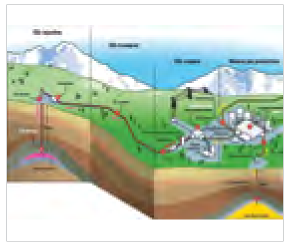
برای اولین بار در فرانسه پروژه CCS از دیگ بخار و تولید CO_2 تا ذخیره‌سازی آن در اعماق زمین انجام گرفت. در این نیروگاه عمل احتراق توسط اکسیژن خالص انجام می‌گیرد و دی‌اکسیدکربن با غلظت بالا جذب می‌گردد. CO_2 سپس از طریق یک خط لوله ۲۷ کیلومتر راه را تا Rousse می‌پیماید، جایی که قبلا چاه گاز بوده و در حال حاضر برای ذخیره CO_2 مورد استفاده قرار گرفته است. پروژه CCS شرکت Total دارای دو هدف عمده است:

- دستیابی به فناوری دیگ‌های بخار نوین مجهز به تکنولوژی CCS در مقیاس صنعتی.
- دستیابی به روش جذب با هزینه بسیار پایین‌تر نسبت به بقیه روش‌ها.

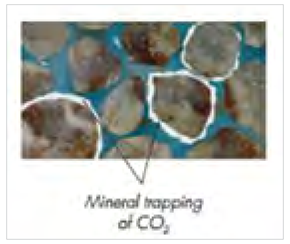
از آنجا که این فناوری هنوز در مرحله آزمایشی است، تمامی مراحل این پروژه هنوز هم در سطح ملی، اروپا و سطح جهان مورد بحث است. در این نیروگاه برای جذب CO_2، یکی از پنج دیگ بخار در Lacq به یک واحد سرمازایی برای خنک‌کردن CO_2 و همچنین جذب آن مجهز شده است و همانطور که گفته شد از طریق خطوط لوله گاز به Rousse منتقل می‌شود. در فاز ذخیره‌سازی CO_2، دی‌اکسیدکربن به مخزن گاز طبیعی Rousse در ارتفاع ۴۵۰۰ متر در زیر زمین تزریق می‌شود.

قبل از تزریق گاز، نظارت‌های گسترده‌ای از قبیل کنترل کیفی CO_2 و بازبینی دریچه‌های ایمنی و نصب و راه اندازی کمپرسور گاز با تجهیزات کاهش سر و صدا انجام می‌گیرد. پس از دو سال از انجام این پروژه، از آزادسازی ۱۵۰،۰۰۰ تن CO_2 جلوگیری شده‌است.

شرکت Total دارای دو هدف عمده است: دستیابی به فناوری دیگ‌های بخار نوین مجهز به تکنولوژی CCS در مقیاس صنعتی، دستیابی به روش جذب با هزینه بسیار پایین‌تر نسبت به بقیه روش‌ها



» نمای پروژه شرکت Total در فرانسه



» ذخیره‌سازی معدنی

مجتبی صدیق

با توجه به گسترش روز افزون مدیریت دانش، بحث و نقد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دنیای مدرن امروز با سرعت فزاینده‌ای در حال رشد است و این امر ناگزیر از انتقال دانش با روش‌های نوین است. در این مقاله تلاش شده است ابتدا مدیریت دانش معرفی شده و سپس فرصت‌ها و چالش‌های مدیریت دانش را به صورت کاربردها و موانع رشد آن مورد بررسی قرار دهیم تا بتوان به نحو شایسته‌تری از مدیریت دانش در شرکت‌های امروزی بهره برد. مدیریت دانش، مدیریت دانایی یا مدیریت اندوخته‌های‌علمی (Knowledge management - KM) به معنی در دسترس قرار دادن نظام‌مند اطلاعات و اندوخته‌های علمی است، به گونه‌ای که به هنگام نیاز در اختیار افرادی که نیازمند آن‌ها هستند، قرار گیرند تا آن‌ها بتوانند امور اجرایی، فنی، مهندسی و ساختاری خود را با بازدهی بیشتر و موثرتر انجام دهند. در این میان پیاده‌سازی مدیریت اندوخته‌های علمی بر سه رکن استوار است:

۱. افرادی که تولیدکننده و یا مصرف‌کننده این اندوخته‌هایند.
۲. فرآیندهایی که این اندوخته‌ها را مدیریت می‌کنند.
۳. ابزار و تمهیداتی که دسترسی به این سرمایه‌های علمی را آسان می‌کنند.

مدیریت دانش در حقیقت مدیریت آشکار و نظام‌مند دانش و فرآیندهای خلق، جمع‌آوری، شرکت‌دهی، پخش و استفاده مرتبط با آن است.
در نگاه سنتی، سرمایه یک شرکت را منابع کمیاب و اساسی آن شرکت تشکیل می‌داد، لیکن امروزه یکی از مهمترین سرمایه‌های شرکت، کارکنان دانشی آن محسوب می‌شوند که منجر به خلق فناوری‌های جدید، فرآیندهای شرکتی نوین و تولید محصولات جدید می‌گردند.کلیه این موارد ناشی از خلاقیت و نوآوری این کارکنان در شرکت است.
جنبه دیگر مدیریت دانش، راهبردها و فرآیندهایی است که قادرند خلق و توزیع دانش را در راستای رفع نیاز شرکت تسهیل نماید. به عبارت دیگر، فرآیندهایی که امر شناسایی، شرکت‌دهی، انتقال و استفاده صحیح از اطلاعات و تجربیات داخلی شرکت هدایت می‌کنند در این دسته قرار می‌گیرند.
امروزه، رقابت در عرصه جهانی نیازمند پاسخگویی سریع است. سازمان‌ها در مقابل پیشنهاد فنی که بر آنها ارایه می‌گردد، موظف به تصمیم‌گیری سریع، خلاقیت و فراگیری دانش به منظور رفع نیازهای مشتریان‌اند.
امروزه دانش مهمترین دارایی و بزرگترین مزیت رقابتی بسیاری از شرکت‌ها است. در عین حال، در شرکت‌های بسیار متغیر امروزی، بزرگترین و پیچیده‌ترین دغدغه شرکت‌ها، جمع‌آوری و ذخیره، بازیافت، جستجو، توزیع و بازیابی دانش است. لذا بهره‌برداری از دانش موضوعی است که در حال حاضر مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است.

در برخی از شرکت‌ها، به اشتراک‌گذاری دانش امری طبیعی است لیکن در برخی شرکت‌های دیگر، هنوز این تفکر حاکم است که داشتن دانش به‌صورت انحصاری و عدم به اشتراک‌گذاری آن، به قدرت بیشتر فرد دارنده دانش منجر می‌شود

چنانچه واضح است، پس از خلق دانش، به اشتراک‌گذاری دانش و تسهیم آن یکی از دیگر حوزه‌های کلیدی در فرآیند مدیریت دانش است.
فرهنگ کشور ما، تعاریف و پیام‌های متفاوت و بعضا متعارضی را از مفهوم به « اشتراک گذاشتن» ارائه می‌کند. در کودکی بسیاری از والدین، فرزندان خود را تشویق می‌کنند که اسباب‌بازی‌های خود را با همبازی‌های خود تقسیم کنند. در حالی که در مدرسه، دانش‌آموزان یاد می‌گیرند که برگه‌های امتحانی خود را از چشم‌های کاوشگر پنهان کنند و این در حالی است که در شرکت‌ها و موسسات به کارمندانی پاداش می‌دهند که اطلاعات را برای خودشان نگه می‌دارند. « آدام بیانچی »، یکی از تحلیل‌گران مدیریت دانش می‌گوید: غالبا ارزش شما برای یک شرکت در آن چیزی است که شما می‌دانید و دیگران نمی‌دانند.
از این رو، یکی از چالش‌های اساسی مدیریت دانش، واداشتن افراد برای به اشتراک گذاشتن آنچه که می‌دانند است. چرا افراد باید دانشی را که به سختی به دست آورده‌اند در اختیار دیگران قرار دهند در حالی که این دانش یکی از عوامل کلیدی مزیت فردی آنها در شرکت تلقی می‌شود؟
در برخی از شرکت‌ها، به اشتراک‌گذاری دانش امری طبیعی است، لیکن در برخی شرکت‌های دیگر، هنوز این تفکر حاکم است که داشتن دانش به‌صورت انحصاری و عدم به اشتراک‌گذاری آن، به قدرت بیشتر فرد دارنده دانش منجر می‌شود.
بسیاری از شرکت‌های مدرن، استراتژی‌هایی را با هدف تغییر این نگرش‌های منسوخ شده آغاز کرده‌اند. آن‌ها عوامل انگیزشی متنوعی را به کارگرفته‌اند تا نشان دهند در زمینه تسهیم دانش در شرکت خود مصمم و جدی‌اند. به‌عنوان مثال برخی از آن‌ها، برای افرادی که دانش خود را در اختیار دیگران قرار می‌دهند، برنامه‌های قدردانی و اعطای پاداش برگزار می‌کنند که شامل قدردانی شفاهی، درج در خبرنامه و یا پرداخت پاداش‌های مادی قابل توجه است. برخی دیگر از شرکت‌ها، کارمندان خود را بر مبنای این که به چه میزان در فعالیت‌های تسهیم دانش مشارکت داشته‌اند ارزیابی نموده و برای آن‌ها ترفیع و یا مرخصی‌های فوق‌العاده در نظر می‌گیرند.
دانش یک شی ایستا، بی‌روح و فاقد جنبش نیست که ارسال شود و یا دریافت گردد، بلکه یک مجموعه سیال از ادراکات است که توسط هر دو گروه یعنی کسانی که آن را ایجاد می‌کنند و نیز آنهایی که آن را به کار می‌برند،شکل‌داده‌می‌شود.
لذا ارتباط نزدیک و همکاری متقابلی بین سه عامل(تولید،توزیع‌وکاربرد)وجوددارد.
با توجه به این مطلب شرکت‌هایی که به مزیت‌های رقابتی در دنیای امروز می‌اندیشند و به خصوص در زمینه پژوهشی فعالیت دارند می‌بایست به منظور کاربردی نمودن دانش تولید شده در خود، برنامه‌ریزی‌های مناسبی را جهت انتشار دانش با مشارکت کاربران تهیه‌واجراکنند.
باید توجه داشت که خلق دانش، فعالیتی انسان‌محور و غیرماشینی است و به همین دلیل تحت شعاع تمامی مزایا و معایب نحوه عملکرد انسان قرار می‌گیرد. لذا راهکارهای فناورانه، صرفا ناشی از عملکرد افراد فعال در یک پروژه‌است.
همچنین رویکرد ارائه خدمات دانشی، در واقع ایجاد محیطی است که هم از لحاظ فرهنگی و هم از لحاظ فیزیکی، اشتراک‌گذاری دانش را تسهیل و تشویق کرده و پاسخگویی به نیازهای تعریف شده شرکت را مدنظر قرار دهد. علاوه بر این، دسترسی سریع کارشناسان اطلاعاتی/ موضوعی در هیات دانشمندان اطلاعات و کارگزاران دانشی هر شرکت، موجب تقویت فعالیت‌های جمع‌آوری واستفاده‌موثراز‌اطلاعات‌می‌شود.
در این میان نارضایتی از سیستم‌های مدیریت دانش، اساسی‌ترین نقیصه در پیاده‌سازی مدیریتی‌سیستم‌هاست.
در بررسی‌هایی که صورت گرفته، طیف وسیعی از نرم‌افزارهای سیستم‌های مدیریت دانش موردبررسی قرار گرفته‌اند. استدلال می‌شود که بیشتر آن‌ها به واقع ابزارهای مدیریت اطلاعات‌اند که هرگز به منظور برآورده ساختن نیازهای شرکت‌های معروف به شرکت‌های یادگیرنده طراحی نشده‌اند. مدیریت دانش در شکل کنونی‌اش تقریبا یک دهه با ما بوده است و تاکنون بیش از آنی عمر کرده است که گفته شود همچون تبی زودگذراست.
گرچه در کنار ادعاهای بزرگی که برای مدیریت دانش و سیستم‌های مدیریت دانش اظهار شده، برخی نارضایتی‌ها نیز مبنی بر اینکه سیستم‌ها همیشه با نیازها منطبق نیستند، وجود داشته است که این مسئله تا حدی قابل انتظار است.
در کنفرانس ۲۰۰۴ آلیا، گارتنر، باب هیوارد ادعا کرد که فناوری‌های جدید، چرخه محبوبیت را طی می‌کنند. در ابتدا فناوری راه می‌افتد و استفاده از آن

باید توجه داشت که خلق دانش، فعالیتی انسان‌محور و غیرماشینی است و به همین دلیل تحت شعاع تمامی مزایا و معایب نحوه عملکرد انسان قرار می‌گیرد. لذا، راهکارهای فناورانه، صرفا ناشی از عملکرد افراد فعال در یک پروژه است

درپروژه‌ها افزایش می‌یابد. سپس واقعیت خودش را نشان می‌دهد و با توجه به این نکته که فناوری موردنظر در زمان اوج خود نمی‌تواند پاسخگوی کلیه انتظارات موجود از آن باشد، به سرعت از میزان علاقه بدان کاسته می‌شود و سرانجام مزایای فناوری در دنیای واقعی شناخته و پذیرفته می‌شود و اینگونه فناوری جایگاه واقعی خود را یافته و به سمت تولید نسل‌های بعدی شامل دوم، سوم و ... خود پیش می‌روند. در این راستا، تنها از طریق مدیریت دانش است که می‌توان شاهد ارتقای فناوری و رشد و بالندگی آن در یک شرکت یادگیرنده باشیم.

تنها از طریق مدیریت دانش است که می‌توان شاهد ارتقای فناوری و رشد و بالندگی آن در یک شرکت یادگیرنده باشیم

چالش‌های فراروی مدیریت دانش

قبل از اینکه به اصلی‌ترین اجزای مدیریت دانش و مسائل خاص‌تر آن بپردازیم جا دارد برخی از انتقادات وارد بر مدیریت دانش را به‌طور خلاصه مرور کنیم. برخی از مسائل مطرح شده؛ مانند مورد توصیف شده به‌وسیله لیغ دونوگو و همکارانش که در آن روسای یک شرکت دریافتند که تکنولوژی جدید اینترنت به‌طور عمده توسط کارکنان برای چک کردن منوی کافه تریا استفاده شده است، تبدیل به ضرب‌المثل شده است. ساندرا موفت و ردنی مکادم به سناریوی آشنایی اشاره می‌کنند که در آن، مدیران میلیون‌ها دلار صرف تکنولوژی‌های جدید می‌کنند، فقط برای اینکه دریابند که بازگشت سرمایه‌ها اندک بوده است. آنان همچنین به یک هراس مشترک در تبدیل دانش نهان به آشکار اشاره می‌کنند، شرکت‌ها عینیت بخشیدن و تثبیت دانش را، با غفلت کامل از عنصر انسانی مدیریت دانش، سرانجام به اطلاعات ساکن و ناکارآمد ختم می‌کنند. ریچارد مکدرموت مورد بزرگتری از عدم انعطاف‌پذیری را توصیف می‌کند که در آن یک کمپانی تولیدات پرمشتری تلاش کرد تا یک مجموعه نگهداری دانش ایجاد کند، اما نتیجه‌اش ایجاد یک بانک اطلاعاتی غیرقابل بهره‌برداری بود. کارمندان می‌دانستند که کار آنها بسیار متنوع‌تر از آنست که بتوان آن را در یک بانک اطلاعاتی گردآوری نمود، با این همه رئیس شرکت فقط برای اینکه دریابد که بانک اطلاعاتی فاقد اطلاعات مفید برای ارتقاء فرآیندهای کاری و یادگیری مشارکتی است، آنان را به انجام آن مجبور کرد.

کاربردهای مدیریت دانش و مدل اس–ای–سی–آی

با دسترسی به تحقیقات صورت گرفته در خصوص اجزاء مختلف یک سیستم مدیریت دانش در متون و بر روی وب، ما نیز مانند دیگران تلاش کردیم تا کاربردهای مدل خلق دانش معروف به اس-ای-سی-آی را که توسط آیکوژیرو نوناکا و همکارانش توسعه یافته و احتمالا پراستنادترین مدل خلق دانش شرکتی است را ترسیم نماییم. این مدل، دانش را به دو نوع دانش نهان و دانش آشکار تقسیم‌بندی کرده است. در این مدل دانش نهان با دانش آشکار یا عیان، در یک گروه مارپیچی تعامل دارد که در آن افراد خلق دانش جدید را از سایرین به اشتراک گذاشته و به شرکت می‌آموزند. این دانش جدید نیز به‌نوبه خود بخشی از دانش شرکت شده و بنابراین بخشی از مارپیچ جدید خلق دانش را شکل می‌دهد. این نکته با ملاحظه چهار نوع تعامل نوناکا که با کوته نوشت اس- ای- سی- آی نشان داده شده؛ به اثبات می‌رسد:

- اجتماعی شدن: افراد را در اشتراک دانش نهان، در فرآیندی که بخشی از «یک فرد کامل‌تر با دانش نهان دیگران را شامل می‌شود»، درگیر می‌کند.
- برون‌سازی یا عینی ساختن دانش: شامل بیان دانش نهان به صورتی است که توسط دیگران قابل فهم باشد و طی آن فرد عضوی از یک گروه گردد.
- ترکیب: گردآوری دانش عیان از منابع داخل و خارج از شرکت و ترکیب، ویرایش، پردازش و توزیع آن را (آنچه مدیران اطلاعات، تحت عنوان تثبیت اطلاعات می‌نامند) در بر می‌گیرد.
- درونی شدن دانش: در آن دانش جدید خلق شده، که به صورت عیان و آشکار است، از طریق آموزش و یادگیری فردی به دانش نهان شرکت تبدیل می‌شود تا بتوان به گستره دانش گروه و کل شرکت دست یافت.

لازم به ذکر است که به‌منظور سادگی سعی کرده‌ایم که کاربردها را تنها در یکی از چهار بخش قرار دهیم. اما مشخص است که نمی‌توان این امر را در مورد گروه‌افزار پیاده نمود. به این دلیل که به‌نظر می‌رسد که به‌طور مثال گروه‌افزار به‌طور مساوی بین اجتماعی شدن و برونی‌سازی یا عینی ساختن دانش تقسیم شده است که بدلیل استفاده از ابزارهای گروه‌افزار در تسهیل روابط فردی و فراهم نمودن فضاهای

در اس–ای–سی–آی دانش نهان با دانش آشکار یا عیان؛ در یک گروه مارپیچی تعامل دارد که در آن افراد خلق دانش جدید را از سایرین به اشتراک گذاشته و به شرکت می‌آموزند

همکاری در بخش اجتماعی شدن، و کاربردهای فراوان گروه افزار، خصوصا در تولید دانش عیان به شکل مثلا پست الکترونیکی و پست گروه‌های مباحثه در بخش برونی‌سازی یا عینی ساختن دانش است.

سایر کاربردها، بالاخص سیستم‌های دانش- مدار، که به خاطر تسخیر دانش نهان در پایگاه‌های معروف به پایگاه‌های دانش مورد ملاحظه‌اند، می‌توانستند در بیش از یک بخش از فرآیند خلق دانش گنجانده شوند. این نکته ممکن است حاکی از این باشد که سیستم‌های دانش- مدار باید به‌عنوان ابزارهایی که « هویت خارجی دادن » را پشتیبانی می‌کنند در نظر گرفته شوند. جدا از اینکه از دید یک کاربر بیشتر به‌عنوان سیستم‌هایی که اطلاعات را با بهره‌گیری از فنونی نظیر نقشه‌برداری از مفهوم، یک موتور استنتاج و یک رابط کامپیوتر- کاربر فراهم می‌کنند؛ اهمیت دارند و بنابراین نمونه‌ای از بخش « ترکیب » می‌شوند. مواردی نیز وجود دارد که در آن سیستم‌های دانش- مدار به‌عنوان آموزشیاران پیوسته عمل می‌کنند، این نیز حکایت از این دارد که مواردی وجود دارند که می‌توانند به‌عنوان ابزارهای اصلی پشتیبان « درونی شدن دانش » منظور شوند، در حالیکه ما ترجیح دادیم آنها را در کنار سایر نمونه‌های بخش « برونی‌سازی یا عینی ساختن دانش» قرار دهیم. چنین استدلال‌هایی می‌تواند در مورد پورتال‌های دانش نیز، که برخی آن را به‌عنوان وسیله‌ای برای فراهم کردن فضای همکاری (نمایانگر اجتماعی شدن) و عیان کردن بخشی از دانش نهان مبادله شده در جریان همکاری (پشتیبان برونی‌سازی و عینی ساختن دانش) می‌بینند، صورت گیرد.

این نکته ممکن است حاکی از این باشد که سیستم‌های دانش- مدار باید به‌عنوان ابزارهایی که « هویت خارجی دادن » را پشتیبانی می‌کنند در نظر گرفته شوند

در مقابل هر ادعا مبنی بر اینکه مدیریت دانش و سیستم‌های پشتیبان منتج از آن، در بهترین حالت دارای فواید حاشیه‌ای و در بدترین شکل بسترهای نامناسب برای اطلاعات گرانقیمت‌اند، ادعاهای بسیار بیشتری مبنی بر اینکه سیستم‌های مدیریت دانش فواید محسوسی را به همراه داشته یا می‌توانند به همراه بیاورند، وجود دارد.

همچنین به نظر می‌رسد که با وجود برخی پیشرفت‌ها در طی چند سال گذشته، با همگرایی برخی از سیستم‌ها و طراحی نرم‌افزارهای جامع که به‌عنوان راه‌حل‌های مدیریت دانش توصیف شده‌اند، بسیاری از کاربردهایی که با این نام پشت سر گذاشته شده‌اند.

با توجه به مباحث مذکور در فوق، مطالعات بسیاری به منظور به تصویر کشیدن روش‌ها و استراتژی‌های مربوط به گسترش سیستم‌های مدیریت دانش انجام شده است. یکی از آنها مقاله‌ای است که توسط دانوگو، هریس و ویتزمن در زمینه استراتژی‌های مدیریت دانش نوشته شده و دیگری مقاله امریت تیوانا است که ویرایش دوم آن اکنون در دست است. اما با این استدلال که شرکت‌های مختلف استفاده‌های متفاوتی از دانش می‌کنند، و بنابراین مسائل مدیریت دانش متفاوتی نیز دارند، لازم است اضافه کنیم که بسیاری از مطالعات موردی که به آنها پرداخته شده است، اطلاعات مفیدی برای اندیشیدن فراهم می‌کنند. به‌طور مسلم راه‌حل‌های مدیریت دانش یک شرکت، پاسخی برای مشکلات مدیریت دانش سایر شرکت‌ها نیست، اما دریافت این نکته که چگونه سایر شرکت‌ها به‌گونه‌ای موفق، یا ناموفق، مشکلات مربوط به دانش را مورد حمله قرار داده‌اند تمرینی ارزشمند است. یک سخن رایج طرفداران مدیریت دانش این است که ما هیچوقت نمی‌دانیم که چه چیز می‌دانیم و لذا، هرگز تا زمانیکه سرگذشت دیگران را نخوانیم، نمی‌دانیم که خود نیز مشکل داریم.

امروزه مدیریت دانش یکی از جدیدترین و کلیدی‌ترین مباحث مدیریت محسوب می‌گردد. در واقع مدیریت دانش به عنوان واکنشی نسبت به تغییرات فزاینده محیط پیرامون شرکت‌های امروزی محسوب می‌گردد. تغییر و به روزرسانی در دیدگاه مدیریت، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. انواع موسسات به‌منظور بقا و توسعه خویش و انطباق با تغییرات محیطی و رقبا، نیازمند اجرای اثربخش استراتژی مدیریت دانش‌اند.

شیوه‌های متفاوتی برای اجرای مدیریت دانش در موسسات پیشنهاد گردیده است که معمول‌ترین آن‌ها مدل « بالا به پایین » است. بنابراین، هم‌چنانکه مرکز توسعه کیفیت و بهره‌وری آمریکا (APQC) پیشنهاد می‌نماید، یکی از اثر بخش‌ترین شیوه‌های اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت دانش و کاهش ادراکات نادرست کارکنان، نهادینه‌سازی مدیریت دانش در شرکت محسوب می‌گردد. در این میان پیشنهاد می‌شود که موسسات، شرکت‌ها بجای بهره‌گیری از قدرت و اختیارات قانونی به‌منظور اجرای تغییرات فرهنگی در میان کارکنان، بهتر است با برجسته نمودن نقش و کارکردهای رهبران شرکتی، فرآیند نهادینه‌سازی مدیریت دانش در شرکت را به شکلی مطلوب و اثربخش اجرا کنند.

بی‌شک، ایجاد شرکت‌ها و مراکز و موسسات یاد گیرنده تنها در سایه ایجاد بستری به منظور جمع‌آوری دانش، مدیریت دانش و بهره‌گیری از دانش ایجاد شده در شرکت طی تجربیات متنوع امکان‌پذیر است و رشد و بالندگی هر شرکت متاثر از میزان بهره‌گیری از تجربیات و دانش است.

مدیریت دانش و فرصت‌ها

حوزه رقابت، شرکت‌ها را ناچار می‌سازد که سیستم‌های خود را کاراتر سازند، از مدیریت دانش برای ارتقای عوامل هوشمند استفاده کنند، و همچنین از امکانات و ابزارهای فنی استفاده بیشتری نمایند. شرکت می‌تواند بعضی از دارایی‌های غیرمحسوس خود را اندازه‌گیری نماید و از نسبت‌های غیرمالی و یا شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری کارایی مدیریت سود ببرند. با توجه به مهم‌ترین فرآیندهای تولیدکننده ارزش، هر شرکتی مجبور است که این دارایی‌ها را انتخاب نماید تا مبنایی برای مقیاس بر اساس این شاخص‌های سودمند داشته باشد. اندازه‌گیری دارایی‌های غیرمحسوس کارساده‌ای نیست، زیرا تکنیک‌ها و معیارهای مشخصی برای ارزیابی وجود ندارد.

به علاوه، مدیریت نیازمند راه‌اندازی سیستم‌های اندازه‌گیری به منظور شناسایی مشکلات موجود در قلمرو مسائل نهانی شرکت است. بر طبق اصول حسابداری در خصوص اندازه‌گیری دارایی‌های یک سازمان، ارزش دانشِ در حال ایجاد باید به حساب آورده شود. به‌عنوان مثال، بعضی از شرکت‌ها مثل شرکت‌های Hi Tech ذخیره‌ای از تجربیات پیشین خود را به همراه دارند و از آن‌ها بهره می‌برند. مدیریت دانش در این شرکت‌ها مستقیما به قدرت رقابتی این نوع شرکت‌ها مربوط است و در حقیقت دانش موجود می‌تواند با آنچه یک شرکت باید برای اجرای استراتژی خود بداند، مقایسه شود. مزایای ناشی از مدیریت دانش، بستگی به نوع کاربرد دانش دارد، بی‌شک در شرکت‌هایی که ارزش وجودی آنها حاکی از دانش ایجاد شده در بستر پروژه‌ها و تجربیات بدست آمده است، دانش بسیار کلیدی بوده و مدیریت و ثبت و ضبط دانش به مرور زمان به‌عنوان شاه کلید رشد، شکوفایی و پیشرفت و تنها مزیت رقابتی آن‌ها است.

از سوی دیگر، برای ایجاد خلاقیت و محصولات جدید، مدیریت باید بین کارایی مدیریت دانش، تعهد عملیات هوشمند و عملکرد ابزارهای فنی یک تعادل پایدار برقرار نماید. یک ترکیب متناسب از منابع هوشمند می‌تواند به مدیران کمک کند تا مشکلات را بهتر پیش‌بینی نموده و تلاش‌های ابتکاری را هدایت نمایند و به کارایی بیشتر مدیریت دانش یاری رسانند، ضمن آنکه بر دسترسی به اهداف شرکتی تمرکز داشته باشند. بر مبنای مجموعه‌ای از ابزارهای فنی سیستم حمایت از تصمیمات استراتژیک شامل کار گروهی و واسطه‌ها، عوامل یکپارچه‌کننده سیستم، و نرم‌افزار و سخت‌افزار، شرکتها می‌توانند تلاش نمایند که یک رهیافت جدید برای نیل به رشد و شکوفایی بیشتر، تصمیمات استراتژیک یکپارچه، کارایی شرکتی، و عملکرد مدیریت دست یابند.

نتیجه‌گیری

مدیریت دانش به‌عنوان اصلی اساسی در شرکت‌های امروزی است که از آن گریزی نیست. در این میان با توجه به حضور همه جانبه آن در دنیای مدرن امروز، بررسی چالش‌ها و ویژگی‌های آن از موضوعات موردبحث محققین و صاحب‌نظران قرار گرفته است. با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان با تمرکز بر کاربردها و ویژگی‌های مثبت این امر نسبت به گسترش استفاده از مدیریت دانش در شرکت‌ها امیدوار بوده و در آینده‌ای نزدیک شاهد فراگیر شدن آن باشیم.

بهره‌گیری از امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری جهت مدون‌سازی دانش ایجاد شده به‌عنوان شاخصی دیگر از میزان و کیفیت مدیریت دانش در شرکت است.

مستندسازی تجربیات اجرایی، علمی و فنی حتی در قالب ضبط صدا، فیلم و تصویر می‌تواند قدمی برای ثبت دانش و در نهایت بهره‌گیری از دانش شرکتی باشد.

در پایان پیشنهاد می‌گردد که شرکت‌های پیشرو در حوزه‌های اجرایی، تکنولوژیکی و فناوری با استفاده از مدیریت دانش به شرکت‌های یادگیرنده مدام تبدیل شده و مرتبا با بروز رسانی اطلاعات دانشی نسبت به افزایش اعتبار علمی خود اهتمام بورزند تا به یک مزیت رقابتی پایدار نایل گردند.

مدیریت نیازمند راه‌اندازی سیستم‌های اندازه‌گیری به منظور شناسایی مشکلات موجود در قلمرو مسائل نهانی شرکت است

شرکت تامین کالای توربین ماشین خاورمیانه
Turbine Machine m. e. Part Supplier Co.

معرفی شرکت تامین کالای توربین ماشین خاورمیانه

در پاسخ بـه نیـاز روزافزون صنایع کشـور بویژه صنعت نفـت و گاز و پتروشـیمی به قطعات و مجموعه های مرتبط با موتورهای دوار و سیاسـت کاهش وابسـتگی کشـور به انواع خارجی در شـرایط تحریم، شـرکت تامین کالای توربین‌ماشـین‌خاورمیانه به‌عنوان یکی از زیر مجموعه‌های اصلی شـرکت توربین ماشـین خاورمیانه (به‌عنوان شرکت مادر) در سـال ۱۳۹۰ تاسیس گردید. این شـرکت به‌عنوان یک شرکت تخصصی تامین‌کننده قطعات مورد مصرف در ماشین آلات دوار بصورت NON-OEM در ایران ضمن ساخت و تامین قطعات مورد نیاز شرکت مادر اقدام به ارائه محصولات با کیفیت بالا بواسطه برخورداری از پشتیبانی فنی برتر قیمت مناسب به‌واسطه مدیریت هزینه و اسـتفاده صحیح از منابع و همچنین آرامش فکری برای مصرف‌کننده به‌واسـطه بیمه و گارانتی قطعات کرده که این مهم شرکت را برای مشتریان قابل اعتماد کرده است.
شرکت تامین کالای خاورمیانه (سهامی خاص) با هدف تدوین و اجرای پروسه های برتر و پیشرفته تولید و سـاخت قطعات ماشـین آلات دوار برای برنده های پیشرو در بازار ایران و منطقه تاسیس شده است. ما با تعریف استانداردهای مشخص و قابل اتکا کلیه فعالیت‌های مهندسی ساخت، تولید و مونتاژ قطعات و مجموعه های توربین‌های گازی توربین های بخار و کمپرسورها را به بازار عرضه می‌کنیم.
تجربـه سـال‌ها کار مهندسـی و اجرایـی بـا اسـتانداردهای تخصـص تولیـد قطعـات و مجموعه‌های دوار نظیر API و نیز اسـتانداردهای شـاخص ISO مهمترین شـاخصه این شرکت در تحویل سفارشـات مشتریان با کیفیت برتر و حفظ صرفه و صلاح اقتصادی پروژه‌هاست.

دیدگاه

معرفی توان فنی و اجرایی شـرکت و کسـب منزلت همراهی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در ایران و منطقه.

ارزش ها

همگامی با صنایع ملی برای توسعه ملی.

ماموریت

ماموریت ما تلاش مجدانه جهت فراهم آوردن سرویس‌های بی‌عیب و نقص به مشتریان و ارائه محصولات با کیفیت بالا و به موقع در محیطی پویا، شاداب و بهره‌ور است.

برخی از فعالیت های اصلی شرکت تامین کالای توربین ماشین خاورمیانه

ساخت انواع دیسک های سرد و گرم	Disk for hot and cold section
تولید شفت و محور مرکزی روتور توربین های گازی و بخار	Main shaft / center and st bolt
ساخت انواع پره های ناحیه سرد و گرم به روش فورج ریخته گری دقیق وماشین کاری	blade Of Rotor and ststors
ساخت محفظه احتراق	Combustion liner
اخت مجموعه کامل استاتور توربین	Completed stator assembl
ریخته گری دقیق و ماشین کاری پوسته های توربینی	Casting of turbine housings and supports
تولید مجموعه کامل سیستم کنترل هوای ورودی	Inlet guade vane assembly(igv)
تولید قطعات جانبی استارتر توربین	Accessory drive
ساخت مجموعه قطعات سیستم سوخت رسانی	Fuel injection system
تولید انواع عایق های حرارتی	Thermal insullations
ساخت انواع ترموکوپل	Thermocouples
تولید گیربکس انتقال قدرت	Drive assembly and gear box
ساخت انواع یاتاقان ها و قطعات مصرفی آن	Bearing assembly
تولید قطعات غیر فلزی	Non-metal consumable parts
مجموعه قطعات و روتورکامل توربین های بخار	Completed steam turbin rotors

T U R B I N E   M A C H I N E

شرکت مدیریت پروژه‌های توربین‌ارکان‌ایرانیـــــــان

شرکت مدیریت پروژه‌های توربین ارکان ایرانیان در سال ۱۳۹۱ باهدف انجام پروژه‌های مرتبط با صنعت توربوماشین، توربین، کمپرسور، مکانیک جامدات و سیالات تأسیس شد. این شرکت از تلفیق اعضای هیئت علمی دانشگاه و نخبگان علمی با تخصص‌های مرتبط از یک سوی و شرکت توربین ماشین خاورمیانه از سـوی دیگر که بیش از یک دهه تجربه در زمینه تعمیر، نگهداری، اورهال، سـاخت قطعات و ارتقاء ماشین‌های دوار را به همراه دارد، ایجاد گردیده است.

این شـرکت با عنایت به تلفیق دانش آکادمیک و تجارب ارزشـمند اعضاء هیات علمی و تجربه‌های صنعتی موفق در زمینه مهندسـی، سـاخت قطعات و مجموعه‌ها و مونتاژ ماشـین‌های دوار چون توربین‌های گاز و بخار، پمپ،کمپرسـور، ارتقاء سیستم‌های کنترل و همچنین طراحی سیستم‌های بازیافت حرارت در قالب سامانه‌های تولید همزمان برق و حرارت در ایران به فعالیت پرداخته و تلاش در مرتفع ساختن بخشی از نیازهای کشور در ارتباط با این صنعت با تکنولوژی بالا را دارد.

مخاطبان شرکت توربین ارکان ایرانیـان را می‌توان در گروه‌های نفت، گاز، انرژی، فرایندی، پیشرانه، صنایع، مجتمع‌های مسکونی و اداری- تجاری دسته‌بندی کرد. در این راستا تمرکز بر روی توربین‌های گازی ۱ تا ۱۰ مگاوات بوده است

دفتر مرکزی
تهران، سعادت آباد، بلوار دریا، خیابان رامشه، کوچه توحید ۵، پلاک A ۱۱
کدپستی: ۸۳۷۴۱-۱۴۶۶۹
صندوق پستی: ۱۱۵۴-۱۴۶۶۵
تلفکس:۸۸۳۶۴۴۱۳

دفتر مرکز رشد فناوری های پیشرفته دانشگاه صنعتی شریف
خیابان آزادی، خیابان شهید حبیب ا...، خیابان شهید قاسمی، کوچه گلستان، بن بست گل، پلاک ۴، واحد ۳
کد پستی:۷۳۷۶۵-۱۴۵۹۹ تلفکس:۶۶۰۶۶۱۴۴

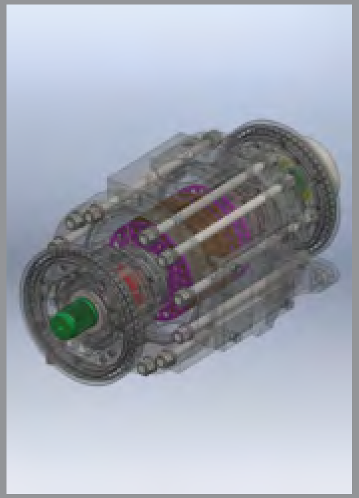
دفتر فنی و مهندسی
تهران، کیلومتر ۱۶ جاده قدیم کرج، خیابان سولیران، مرکز تحقیقات مهندسی
تلفکس: ۶۶۲۸۴۰۱۳-۶۶۲۸۴۰۱۴

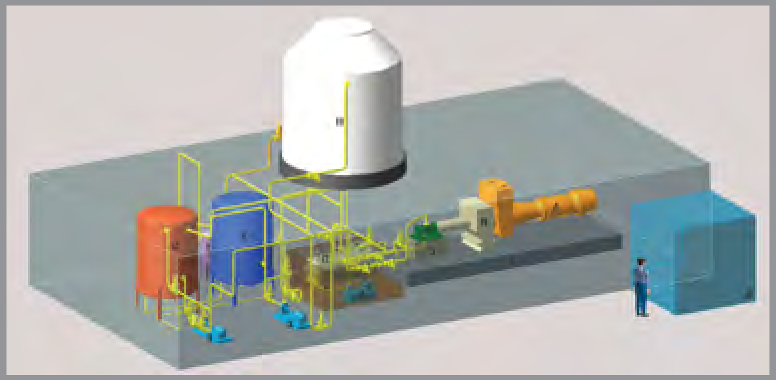
شرح خدمات

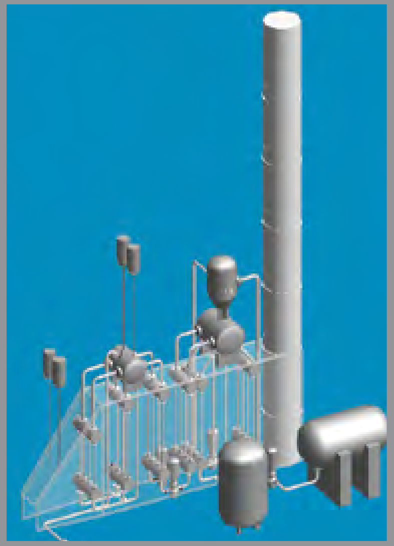
خدمات قابل ارائه شرکت عبارت است از کلیه خدمات مهندسی اعم از مهندسی معکوس، ساخت، تعمیر و نگهداری، اورهال، طراحی و ارتقاء ماشین های دوار در کلاس زیر ۱۰ مگاوات و همچنین سامانه های تولید همزمان برق و حرارت. این شرکت خدمات زیر را به طور خاص در دست اجرا دارد.

- طراحی سامانه تولید همزمان برق و حرارت با استفاده از توربین گاز کلاس ۴ مگاوات
- طراحی سامانه بازیافت حرارت از توربین های گازی صنعتی کلاس زیر ۱۰ مگا وات
- طراحی و نمونه سازی توربین گاز زیر ۵۰۰ کیلووات
- طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترلی توربین های صنعتی
- طراحی و ساخت جایگاه های تست مختلف مورد نیاز در صنعت
- طراحی و ساخت ترمز هیدرولیکی در ظرفیت های مختلف
- مشاوره و طراحی در ارتقاء کمپرسورهای سانتریفیوژ
- مشاوره و طراحی در ارتقاء توربین های گاز و بخار

مدیریت پروژه های توربین‌ارکان ایرانیان
Member of Turbine Machine m.e. Co.







TURBINE
MACHINE

SCIENCE, TECHNOLOGY & MANAGEMENT

1