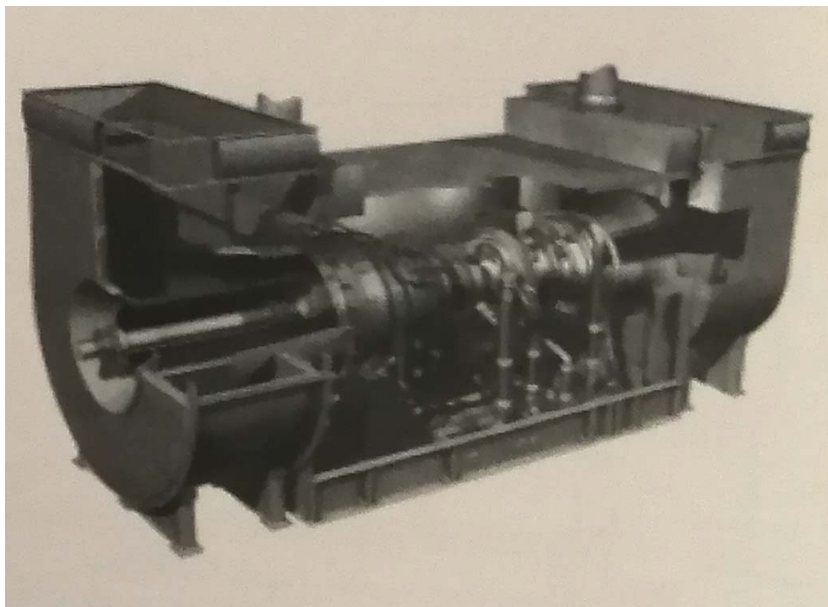




الکساندریا (Alexandria) اولین کسی بود ورودی سوخت و خروجی محفظه احتراق آن، که ۱۵۰ سال پیش از میلاد از توربین گازی برای کنترل انفجار فضای بسته نصب شده بود استفاده کرد. وی از دود حاصل از آتش استفاده کرد و توانست توربین را به حرکت درآورد. در همان زمان چینی ها از آسیاب های بادی استفاده می کردند. تا سال ۱۷۹۱ میلادی در این روش و مدل تغییر چندانی صورت نگرفت تا اینکه جان باربر (John Barber) طرح توربینی گازی را ارائه کرد که دارای کمپرسور، محفظه احتراق و توربین بود. در سال ۱۸۰۸ اولین نوع توربین گازی انفجاری که در مراحل بعدی شیرهایی در الکساندریا (Alexandria) اولین کسی بود ورودی سوخت و خروجی محفظه احتراق آن، که ۱۵۰ سال پیش از میلاد از توربین گازی برای کنترل انفجار فضای بسته نصب شده بود استفاده کرد. وی از دود حاصل از آتش استفاده کرد و توانست توربین را به حرکت درآورد. در همان زمان چینی ها از آسیاب های بادی استفاده می کردند. تا سال ۱۷۹۱ میلادی در این روش و مدل تغییر چندانی صورت نگرفت تا اینکه جان باربر (John Barber) طرح توربینی گازی را ارائه کرد که دارای کمپرسور، محفظه احتراق و توربین بود. در سال ۱۸۰۸ اولین نوع توربین گازی انفجاری که در مراحل بعدی شیرهایی در

برای کنترل انفجار فضای بسته نصب شده بود ارائه گردید. فشار حاصل از گاز، توربین را با کارایی بسیار پایین، اما به شکلی موفقیت آمیز و رضایت بخش به حرکت درآورد. خط تولید این توربین گازی در سال ۱۹۳۹ برچیده شد زیرا مدل جدیدی از توربین گازی توسط براون باوری (Brown Bowery) به بازار آمده بود. در اوایل قرن گذشته Elling نروژی توانست اولین توربین گازی را بسازد که با تکیه بر قدرت تولیدی خود کار می کرد و شامل یک

صنعت، توسعه بیشتری یافت.



شکل ۳- یک کمپرسور از نوع گریز از مرکز (سانتریفیوژ)

از سال ۱۹۳۰ با افزایش کارایی، توربین گازی به عنوان موتور هواپیما مورد استفاده قرار گرفت و اولین نمونه آن را در سال ۱۹۳۷ یستون (Yestone) انگلیسی ساخت. در این نمونه، کمپرسور گریز از مرکز (سانتریفیوژ) دوطرفه‌ای در امتداد محفظه احتراق قرار داشت. این موتورجت قدرت، نوع U نام گرفت. عدم توانایی در دستیابی به فشار بالا

ردیف کمپرسور و توربین بوده که در شکل ۲ مشاهده می‌شود.



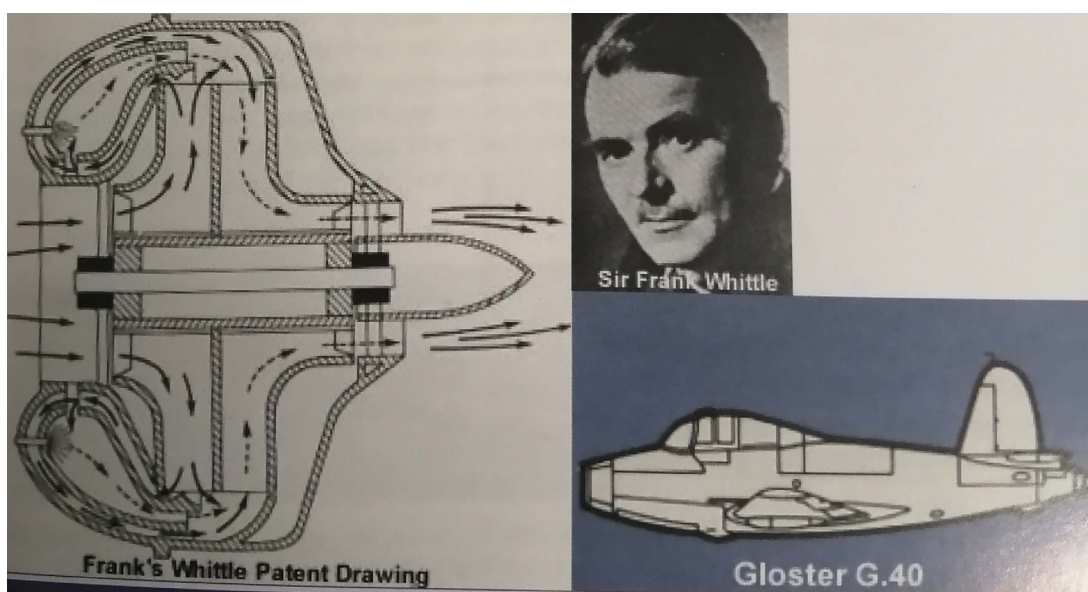
شکل ۲- توربین های گازی Elling

اولین کمپرسور از نوع گریز از مرکز (سانتریفیوژ) پره‌دار بود (شکل ۳) و می‌توانست نسبت فشاری برابر چهار را تولید کند. دود خروجی صرف تولید بخار با فشار پایین می‌شد و این بخار به مصرف خنک کردن پره‌ها و افزایش قدرت تولید می‌رسید. این نوع توربین دارای کارایی پایین (حدود ۳ درصد) و دمای شعله‌ای برابر 550°C بود. کوشش برای افزایش کارایی اجزای توربین گازی ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۹۳۹، توربین گازی صنعتی پا به عرصه وجود گذاشت. با توجه به دمای گاز خروجی، موارد استفاده توربین گازی در رشته‌های مختلف

هنکل (Henkle) موتور جت آزمایشی خود را در سال ۱۹۳۹ و جنرال الکتریک (General Electric) مدل W.۱ را در سال ۱۹۴۱ به پرواز درآوردند. فن آوری های به دست آمده در صنعت توربین گازی در سال های بعد توسعه فراوانی یافت به طوری که توربین های گازی که هم اکنون به بازارهای جهانی عرضه می شوند قابلیت تولید ۴۰۰ مگاوات توان را دارند. در گذشته توربین گازی در مقایسه با سایر منابع تولید قدرت به عنوان مولدی که دارای راندمان خوبی نیست قلمداد می شد؛ زیرا راندمان

در کمپرسور، کارایی پایین توربین وعدم کنترل محفظه احتراق در حجم کوچک، مشکلات عدیده ای بود که در این طرح به چشم می خورد.

Sir Frank Whittle را خیلی ها به عنوان پدر موتور جت می شناسند. (شکل ۴) در سال ۱۹۳۰ وی کاربرد توربین گازی به عنوان موتور هواپیما را به جهان معرفی نمود. اولین موتور Whittle پس از تولید Power jet W.1 نام گرفت و در ۱۵ می ۱۹۴۱ در حالی که روی british Gloster G.۴۰ نصب شده بود به پرواز درآمد.



شکل ۴- اولین کاربرد توربین گازی بعنوان موتور یک هواپیما (۱۹۴۱)

سیکل توربین گازی و توربین بخار، میزان حرارت مصرفی به 8000 But/Kwh کاهش یافته است و با پیشرفت تکنولوژی در حال کاهش بیشتر می باشد. توربین گاز کمترین هزینه تعمیرات و سرمایه گذاری را دارد، همچنین سریع تر از هر مولد یا نیروگاه دیگری اتمام می پذیرد و به مرحله کامل بهره برداری می رسد. از عیب های عمده توربین های گازی اتلاف حرارتی زیاد در آنها می باشد که ترکیب سیکل های نیروگاهی چاره مناسبی برای رفع نقیصه فوق و سایر نقایص توربین ها به نظر می رسد.

۲- انواع توربین های گازی

پس از توضیح مختصری که در رابطه با تاریخچه توربین های گازی گفته شد، حال به معرفی توربین های گازی می پردازیم. به طور کلی در صنعت، توربین های گازی به دو دسته عمده تقسیم می شوند:

۱- توربین های گازی صنعتی بزرگ (شکل ۶) که مصرف عمده آنها در نیروگاه ها و

آن حدود ۱۵، بود، ولی علیرغم پائین بودن راندمان مزایایی چون کوچک بودن، وزن کم و سرعت نصب بالا، در بسیاری از موارد کاربرد توربین گازی را توجیه می کرد. عمده ترین عامل محدود کننده در مورد اغلب توربین های گازی، درجه حرارت ورود گاز به توربین می باشد. با طرح های جدیدی که در رابطه با خنک کاری ابداع گردیده و همچنین پیشرفت هایی که در زمینه متالورژی پره ها حاصل شده دماهای بالاتری برای گازها در توربین به دست آمده است. همچنین جهت بهبود راندمان امکان کاهش حرارت مصرفی، به کمک بازاریاب فراهم شده است و این میزان از $18,000 \text{ But / kwh}$ به $20,000$ حدود $12,000 \text{ But/Kwh}$ کاهش یافته است.

امکان پائین آوردن بیشتر میزان حرارت مصرفی با استفاده از بازایاب ها محدودیت زیادی دارد و بر این اساس روش های دیگری مورد توجه قرار گرفته که از آن جمله با ترکیب

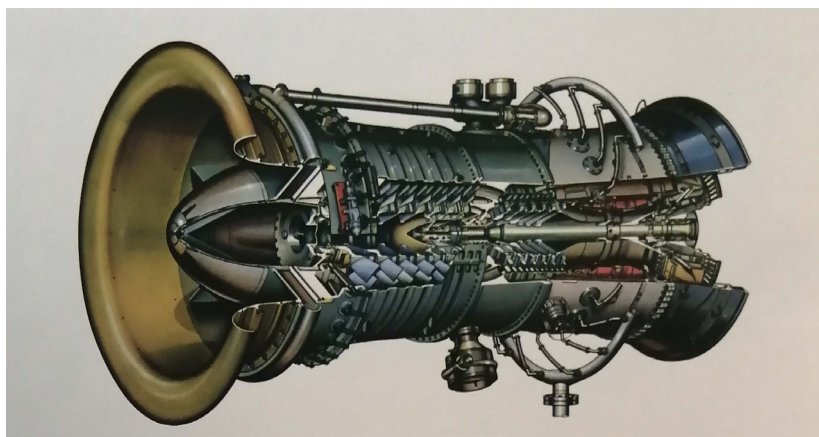
به بازار عرضه شدند و در ابتدا چون روی زمین نصب می شدند از لحاظ ابعاد و وزن محدودیت خاصی برای آنها وجود نداشت. به همین دلیل توربین های اولیه دارای پوسته های (Casings) ضخیم، محفظه احتراق خیلی بزرگ، ایرفول های ضخیم و ... بودند. بعدها با پیشرفت تکنولوژی ضریب

ایستگاه های پمپاژ مربوط به خط لوله انتقال نفت و... است.

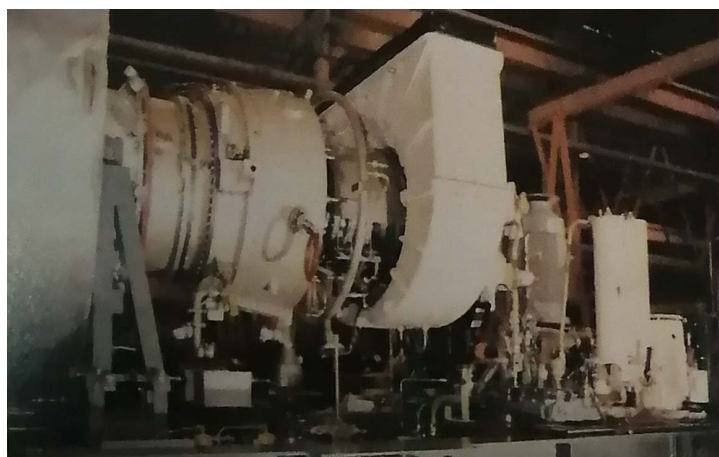
۲- توربین های گازی مربوط به صنایع هوایی

۱-۲- توربین های گازی صنعتی بزرگ

این نوع توربین ها مدت کوتاهی پس از جنگ جهانی دوم یعنی در اوایل دهه ۱۹۵۰



شکل ۵



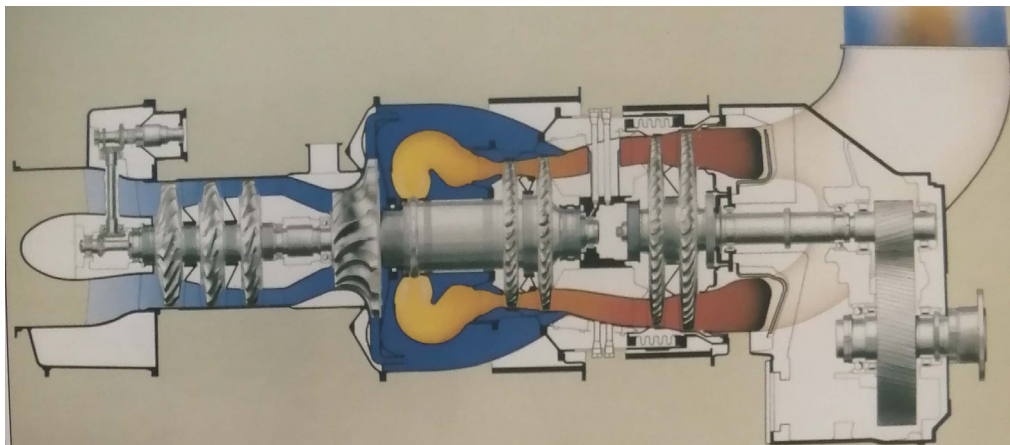
شکل ۶- توربین صنعتی

در آن ها چند مرحله (Stage) به کمپرسور اضافه می شود تا بتواند فشار بالای مورد نیاز را تأمین نماید. در این نوع توربین ها برای بالا بردن فشار گاز خروجی از محفظه احتراق و ورودی به توربین قدرت، تا فشارهای ۴۵-۷۵ psi و درجه حرارت ۹۰۰-۱۲۰۰ F از ژنراتور گاز استفاده می شود. ژنراتور گازی در مقایسه با توربین گازی خیلی سبک تر است. این ژنراتورها دارای محفظه هایی با دیواره خیلی نازک پره هایی با نسبت طول به عرض بالا (aspect ratio)، که در مورد پره ها همان نسبت طول به ضخامت پره است، یاتاقان های غلتکی، محفظه احتراق

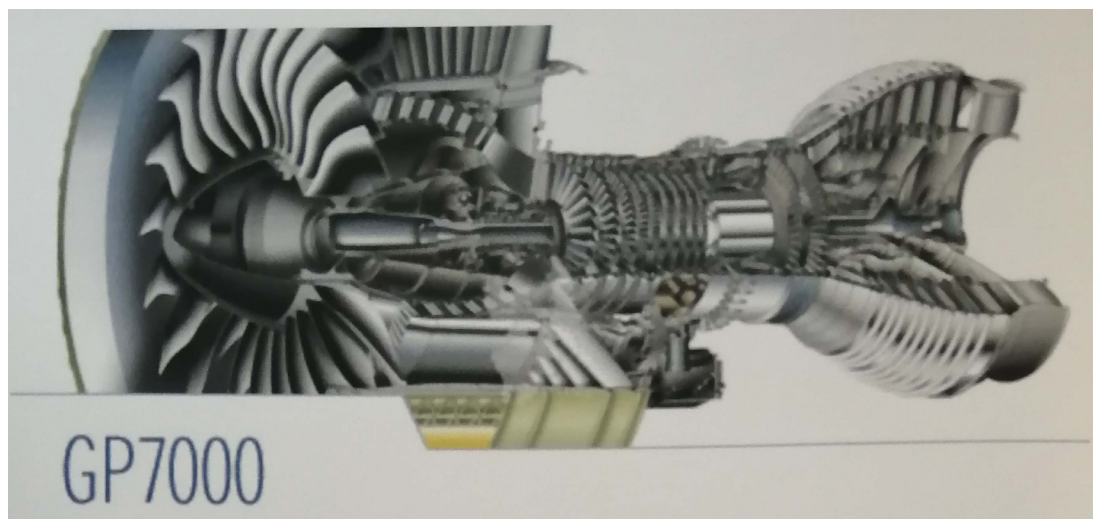
نسبت فشار از تا و درجه حرارت ورودی تا C?1260 افزایش یافت که باعث پیشرفت چشمگیری در راندمان این نوع توربین ها گشت. (شکل ۷)

۲-۲- توربین گازی هوایی

این نوع توربین ها همان گونه که از اسمشان مشخص است دارای یک موتور جت هستند که گاز با دما و فشار بالا ایجاد می کنند و سپس با عبور گاز از یک توربین قدرت انرژی مورد نیاز را تأمین می نماید. (شکل ۸) پس در این نوع توربین ها اورجنت در حقیقت مولد گاز (Gas Generator) می باشد. این نوع توربین ها می توان موتور هواپیما را نام برده



شکل ۷



شکل ۸- نمونه یک موتور هوایی

مقایسه با دیگر راه های انتقال مثل جاده یا راه آهن هزینه کمتری در بردارد. در مقایسه با انواع دیگر توربین ها، توربین های گازی نیاز به سرمایه گذاری و هزینه تعمیرات کمتری دارد و در مدت زمان کوتاه تری به بهره برداری می رسد. تلفات حرارتی از عیوب عمده در این توربین ها می باشد که ترکیب سیکل های نیروگاهی از راه حل های پیشنهاد شده برای رفع این نقیصه است.

صرف نظر از کاربردهای نظامی این توربین ها، موارد کاربرد توربین در صنایع نفت و گاز به شرح زیر است:

دایروی و وزن پائین می باشند. در این نوع توربین ها، قدرت آزاد می باشد، یعنی از نظر فیزیکی توربین قدرت به ژنراتور گازی کوپل نشده است بلکه از طریق یک داکت که گاز را از ژنراتور گازی به توربین قدرت انتقال می دهد به هم متصل شده اند.

۳- کاربرد توربین های گازی

۳-۱- توربین گازی در صنایع نفت و گاز

از توربین های گازی به عنوان نیروی محرکه یا پمپ یا کمپرسور استفاده می شود و این نکته را نیز باید در نظر داشت که انتقال فرآورده های نفتی از طریق خطوط لوله در

۱-۱-۳ انتقال و پمپ کردن نفت و گاز

اکتشاف نفت و گاز معمولاً در صحرا یا دریا و به دور از مراکز تولید برق انجام می گیرد. در این حالت، توربین گازی به عنوان محرک پمپ یا محرک کمپرسور برای انتقال نفت و گاز از صحرا، دریا یا مناطق دورافتاده به مراکز مورد نیاز مانند مراکز صنعتی یا بندرها به کار می رود. (شکل ۹) در ابتدای خط لوله، حدود ۷ تا ۱۰ درصد کل گاز، در توربین، برای افزایش فشار مصرف می شود. در سال های اخیر به دلیل افزایش

مصرف گاز، سیستم های پمپ کردن با کارایی بالاتری طراحی شده است. در این سیستم ها از توربین هایی برای انتقال و پمپ کردن استفاده می شود که دارای قابلیت مصرف سوخت تصفیه نشده باشند، استفاده از این توربین ها در مقایسه با انتقال سوخت از طریق جاده و راه آهن هزینه کمتری در بردارد.

۳-۱-۲- پشتیبانی فشار مخازن

از قدرت توربین گازی برای گرداندن کمپرسورهای فشار قوی در هنگام استخراج استفاده می شود. (شکل ۱۰)



شکل ۹- استفاده از توربین در پمپاژ خطوط لوله



شکل ۱۰- استفاده از توربین جهت پشتیبانی و حفظ فشار مخازن

هوای فشرده‌ای که از کمپرسور خارج می‌شود در سیستم‌ها به مصرف می‌رسد. انرژی حرارتی گازهای خروجی توربین، در بخش‌های مختلف به مصرف می‌رسد که این عمل باعث می‌شود راندمان سوخت مصرفی به حدود ۸۰٪ برسد. علاوه بر موارد فوق، به دلیل قابلیت مصرف سوخت‌های مختلف، به ویژه گازهای حاصل از واکنش‌ها که معمولاً تلف می‌شود در

با توجه به اینکه فشار درونی چاه‌های نفت در طی سال‌ها برداشت به مرور افت پیدا می‌کند، لذا با استفاده از تزریق گاز یا آب مجدداً فشار چاه افزایش یافته و میزان دبی چاه بالا می‌رود. برای این کار می‌توان از قدرت توربین برای گرداندن پمپ و کمپرسورها استفاده نمود. نوع خاصی از توربین گازی محرکه پمپ که دارای حجم کمتر و مشخصاتی ویژه است، در سکوهای نفتی و برای استخراج نفت حتی در عمق‌های بسیار زیاد به کار می‌رود.

۳-۱-۳- تصفیه و پالایش

استفاده از توربین گازی که قدرت محرکه ژنراتور، کمپرسور و پمپ را تأمین می‌نماید در بخش تصفیه و پالایش چندین مزیت دارد. به عنوان مثال توربین گازی را به عنوان موتور دستگاه‌های مکانیکی در این صنعت به کار می‌برند.

آشنایی با توربین های گازی-بخش اول

کشتی های بزرگ باربری، سیستم های توربین گازی خود را با موتورهای دیزلی جایگزین کردند. از آنجا که سرعت در این نوع کشتی ها مشخصه مهمی نبود، این نوع کشتی ها، سرعت و ظرفیت باربری خود را از دست دادند. در ناوهای جنگی که سرعت بسیار حائز اهمیت بوده و نقش تعیین کننده ای

توربین گازی استفاده می گردد. در نتیجه، استفاده از واحدهای توربین گازی در صنعت پالایش، توسعه دارد. (شکل ۱۱)
۲-۳- توربین گازی در صنایع حمل و نقل
از توربین گازی در انواع کشتی های بزرگ و کوچک مسافربری و باربری استفاده می شود. (شکل ۱۲) در دهه ۱۹۷۰ به دلیل افزایش قیمت سوخت،



شکل ۱۱- استفاده از توربین گازی
در بخش پالایش پتروشیمی



شکل ۱۲- کاربرد توربین گازی در
صنایع حمل و نقل دریایی و هوایی

تمام حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به آموزشگاه کاشانه می باشد و هر گونه کپی، برداشت و انتشار آن پیگرد قانونی دارد.

نقلیه را حدود ۸۰ تا ۹۰ سانتی متر از روی زمین بلند کرده و به جلو حرکت دهد. این نوع هاورکرافت در سطوح آبی ناآرام و زمین های ناصاف مورد استفاده قرار می گیرد. توربین گازی در صنایع حمل و نقل زمینی مانند راه آهن نیز به کار می رفت، اما پس از یکی دو دهه جای خود را به موتور دیزلی داد. اگر چه بعدها قطارهایی با سرعت بالا و مجهز به موتور توربین گازی به بازار عرضه شد، اما در نهایت، قطار الکتریکی از نظر سرعت و قابلیت های مختلف، برتری خود را به اثبات رسانده است. در حمل و نقل جاده ای و اتومبیل ها، توربین گازی با توان پایین تر مورد نیاز است، اما تا عملی شدن این طرح، در عمل راهی طولانی در پیش است. مهم ترین مشکل در این نوع وسایل نقلیه، تنظیم مصرف سوخت در بارهای پایین است که به سیستم کنترل پیچیده ای نیاز دارد.

دارد، از توربین گازی استفاده می شود. آمریکا، کانادا و انگلستان در این صنعت تجربه فراوانی دارند. در قایق های سریع و قایق های گشت نظامی نیز از موتور مجهز به توربین گازی استفاده می شود. این نوع موتورها سرعت و توان بالایی دارند. در این نوع قایق ها، توربین معمولاً از طریق چرخ دنده، پروانه کشتی را به حرکت درمی آورد. کشتی های جنگی نیز به دلیل نیاز مبرم به قدرت و سرعت، از توربین گازی به جای توربین بخار استفاده می کنند. در این موارد، انرژی الکتریکی مورد نیاز کشتی نیز از طریق توربین گازی تهیه می شود. در نتیجه، حجم قسمت تولید قدرت، کاهش قابل ملاحظه ای می یابد. توربین گازی در صنعت هاورکرافت نیز بکار گرفته می شود، به طوری که در بعضی از هاورکرافت ها، قسمت تولید هوای زیر هاورکرافت، که با توربین گازی کار می کند می تواند کل وسیله