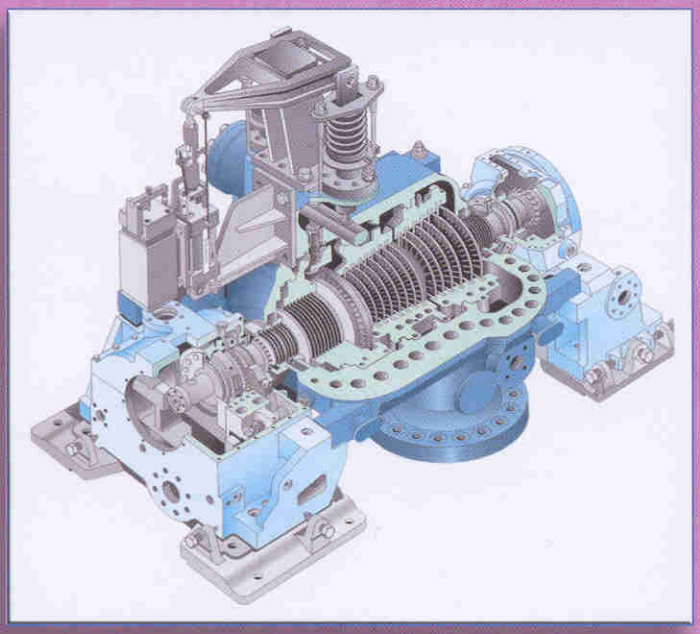
صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران



آشنایی با توربین های بخار

مدیریت پشتیبانی ساخت و تعمیرات ماشین آلات دوار

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی

ساخت و تهیه

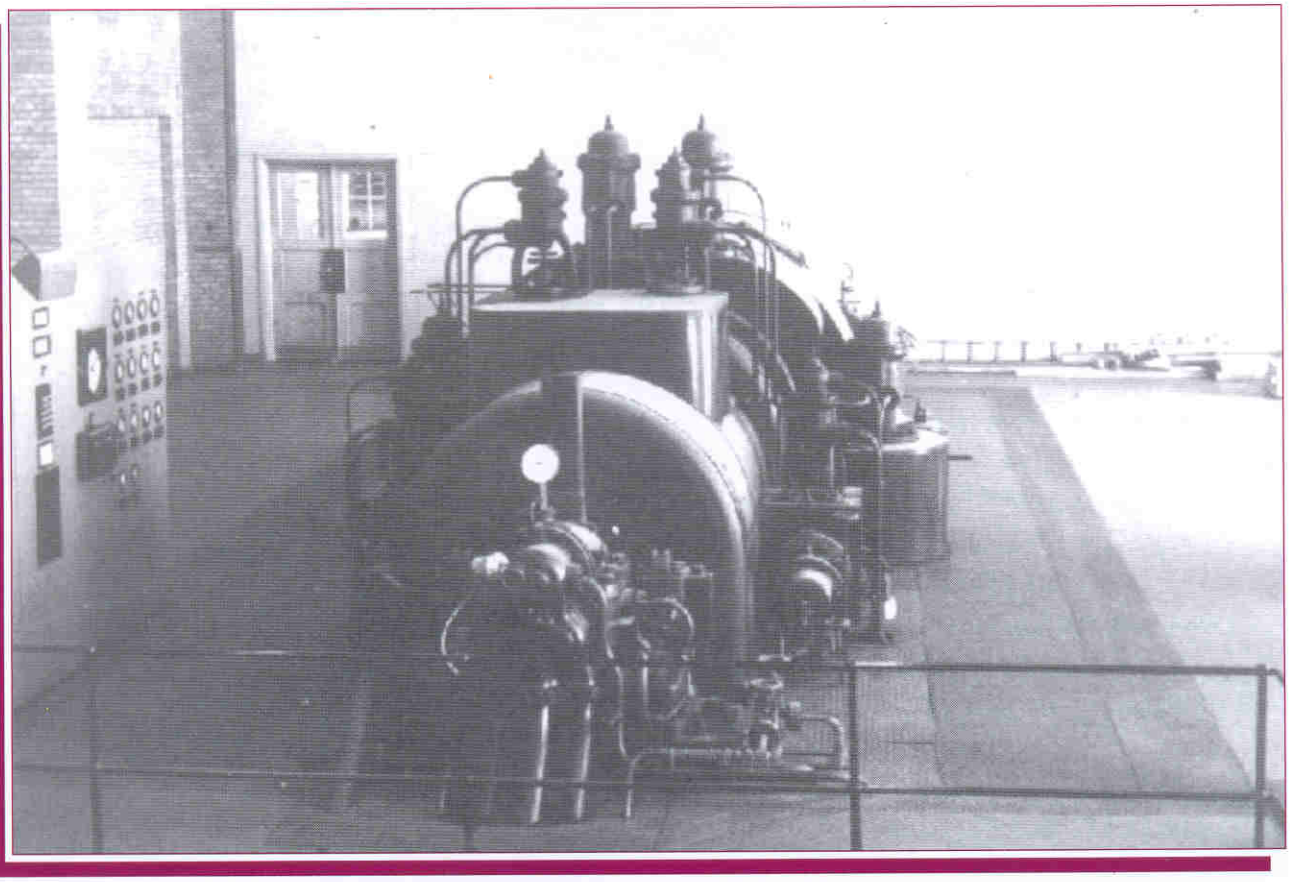
کالای نفت تهران

آشنایی با توربینهای بخار

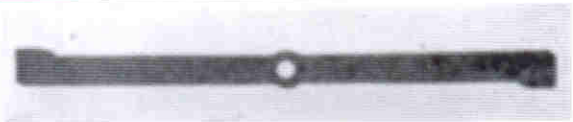
مقدمه	۵
طراحی طبقات توربین بخار	۷
مزایای توربین بخار	۹
اجزای اصلی	۱۰
بررسی مواد مورد استفاده در توربین	۱۴
مواد مورد استفاده در روتور	۱۵
مواد مورد استفاده در محفظه و پیچ‌ها	۱۶

مقدمه

هدف توربین بخار تبدیل انرژی حرارتی موجود در بخار پرفشار و داغ به انرژی مکانیکی است.این بخار از طریق boiler هایی که با سوخت فسیلی یا انرژی هسته‌ای کار می کند ، تهیه می‌شوند. طبق مدارک تاریخی اولین توربین توسط پادشاه مقدونیه در ۲۰۰۰ سال پیش ساخته شد. شاید دانستن این نکته جالب باشد که ساخت توربین بخار از زمانی آغاز شد که محاسبات اولیه حاکی از آن بود که می‌توان ماشین بخاری را با موفقیت تولید کرد . بدیهی است که می‌توان به طرق مختلف مثلاً عکس العملی (همانند آنچه که در موشک رخ می‌دهد) یا از طریق برخورد بخار با یک چرخ پره دار، انرژی مفید بخار را استخراج نمود. در سال ۱۸۳۷ چندین چرخ پره‌دار عکس‌العملی توسط Avery و Wilson برای بحرکت در آوردن اره های دوار و ماشین‌های پنبه پاک کنی ساخت شد. شکل ۲ روتور ماشین Avery را نشان می دهد . بخار داخل شفت توخالی آن وارد می شود و عکس العمل ناشی از خروج بخار از طرفین سبب چرخش آن می‌شود. طول روتور ۱/۵۲ متر و سرعت آن ۲۷۰ متر بر ثانیه بود.



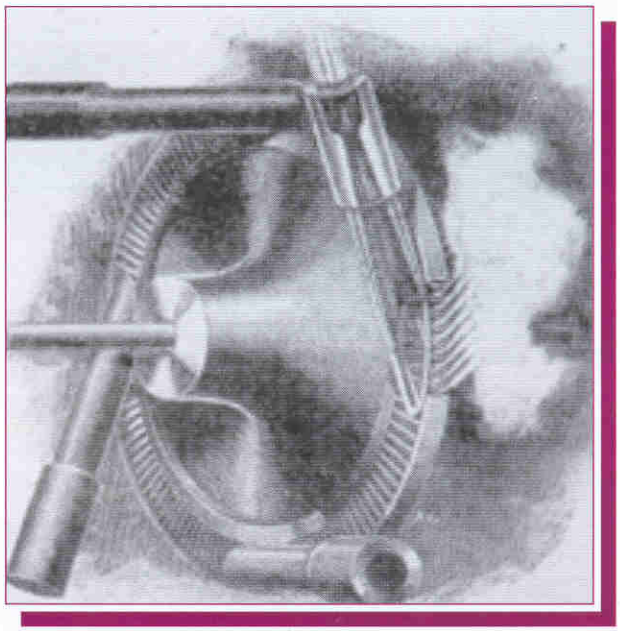
شکل ۱- یک توربین بخار قدیمی همراه ژنراتور در یک نیروگاه



شکل ۲ - روتور توربین Avery

در سال ۱۸۸۸ دکتر De Lavel سوئدی تا حد زیادی بر این مشکل فائق آمد (شکل ۳). وی بخار را وادار به حرکت شیپوری نمود و به این ترتیب از انرژی حاصل از انبساط بخار برای دادن سرعت به آن استفاده کرد.

آزمایشات اخیر حاکی از این است که در چنین حالتی حدود ۸۰% کل انرژی بخار را می‌توان به انرژی جنبشی حرکت در مسیر مستقیم تبدیل کرد. سرعتی که در خلا به این ترتیب بدست می آیدحدود ۱۲۲۰ متر برثانیه خواهد بود De Level. چرخ پره داری از جنس محکم ترین فولاد آن زمان را جلوی این جریان قرارداد تا آن چرخ با نهایت سرعت مطمئن (حدود نصف سرعت گلوله یک تفنگ مدرن) برگردد, که در این حالت نیروهای جانب مرکز فوق العاده‌ای به وجود می آیند. متأسفانه مواد بکار رفته برای این منظور مناسب نیستند و سرعت چرخ‌ها فقط به دو سوم سرعت مطلوب از نظر اقتصادی می رسد. توسعه عملی توربین بخار عمدتاً بر پایه اطلاعات بدست آمده از فیزیک و همچنین تحقیقاتی که روی کشتی های با موتور توربینی شده بود, آغاز شد. تا پیش از دادن اولین سفارش ساخت حدود £۲۴ ۰۰۰ هزینه شده بود که اگر این سیستم مورد پسند واقع نمی‌گرفت تقریباً همه آن به هدر می‌رفت . بعدها نیز برای بالا بردن بازده چرخ دنده‌های مکانیکی توربین در کشتی‌های بازرگانی و جنگی نزدیک به £۲۰ ۰۰۰ صرف شد و نیز به ریسک‌های اقتصادی چشمگیری در قراردادهای اولیه تن در داده شد.



شکل ۳- توربین Dr. De. Lavel

از توربین‌های بخار برای راه اندازی ماشین آلات مختلفی همانند ژنراتورها ، پمپ‌ها ، کمپرسورها و پروانه های کشتی استفاده می شود که ذکر تمام موارد در این کتابچه نمی‌گنجد. محدوده وسیع سرعت‌های کاری توربین‌های بخار، آنها را شایسته استفاده در کاربردهای صنعتی زیادی می‌سازد. از لحاظ قدرت تولیدی از این نوع توربین‌ها برای تولید قدرت‌های کم تا حدود ۱۳۰۰ MW استفاده می‌شود. بخار پس از اینکه منبسط شده و کار تولید کرد، وارد Condenser شده و تبدیل به مایع اشباع می‌شود آنگاه مجدداً وارد سیکل کاری توربین می‌گردد.

برای طبقه بندی توربین‌های بخار روش‌های متفاوتی وجود دارد که عبارتند از:

۱ طبقه بندی براساس شرایط بخار ورودی و خروجی

۲ طبقه بندی براساس نحوه قرارگیری محفظه و شفت

الف)توربین‌های تک محفظه ای،

ب)توربین‌هایی که دو یا بیشترمحفظه و شفت دارند که شفت ها به یکدیگر کوپل شده‌اند.

۳ طبقه بندی براساس تعداد طبقات (هر طبقه از توربین شامل یک ردیف پره‌های ثابت استاتور و یک ردیف پره های متحرک می‌باشد).

۴ طبقه بندی براساس نحوه طراحی هر طبقه: ضربه ای یا عکس العملی

۵ طبقه بندی براساس نحوه راه اندازی توربین : ممکن است توربین بوسیله ژنراتور و یا به وسیله سیستم های مکانیکی و یا حرکت کشتی و ..... راه اندازی شود.

۶ طبقه بندی براساس نحوه و روش ایجاد بخار : ممکن است بخار با استفاده از بویلرهایی که با سوخت‌های طبیعی کار می‌کنند و یا بوسیله راکتورهایی که از آب سبک استفاده می‌نمایند ایجاد شود.

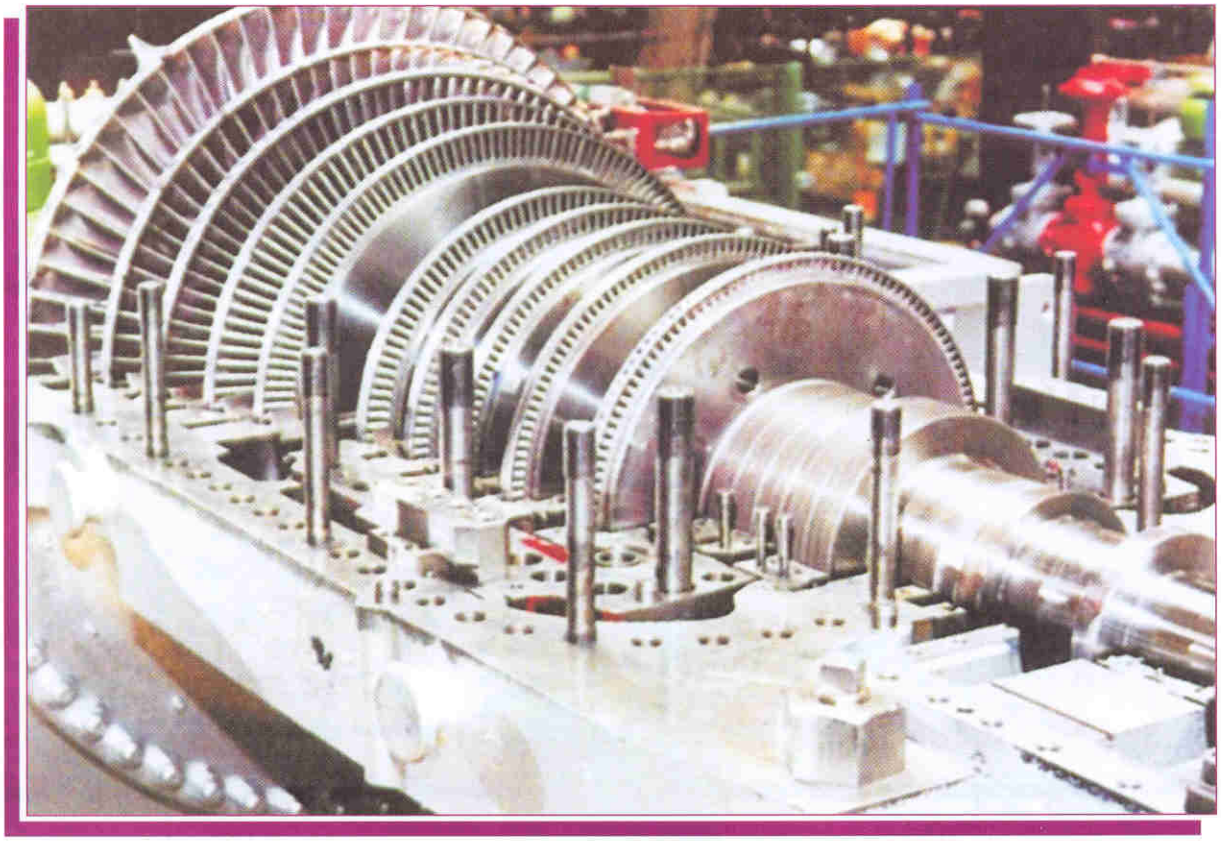
هر توربین بخار ممکن است در یک یا چند کلاس از طبقه بندی‌های فوق قرار گیرد. بعنوان مثال یک سیستم بصورت:

Single casing, condensing, regenerative extraction fossil unit

یا سیستم دیگری بصورت:

Tandem compound, three-casing, four - flow steam - reheat unit

طراحی گردد.



شکل ۴

طراحی طبقات توربین بخار

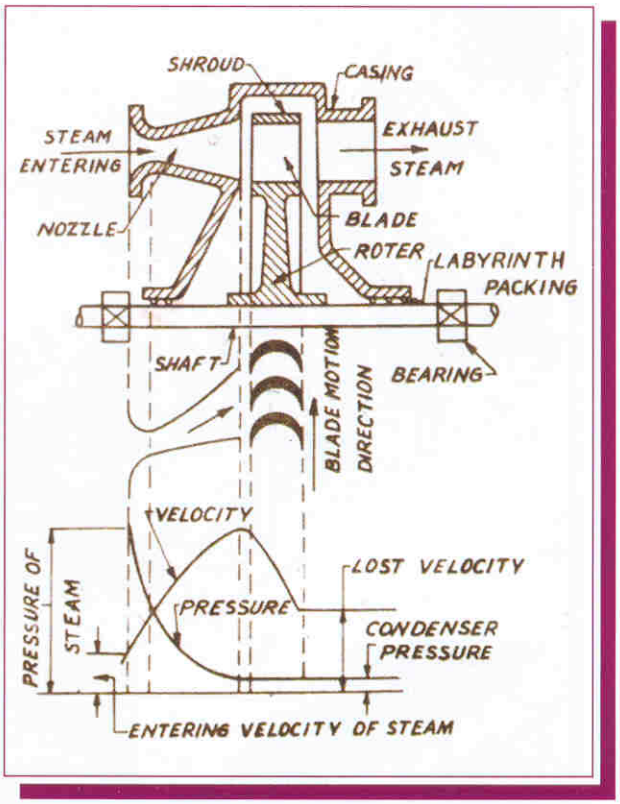
همانگونه که قبلاً شرح داده شد هر طبقه از توربین شامل یک سری از پره های ثابت است که اصطلاحاً نازل (NOZZLE) نامیده می شوند و یک سری از پره های متحرک که در مجاورت پره های ساکن و روی دیسک‌های روتور قرار می‌گیرند و اصطلاحاً باکت (bucket) نامیده می شوند، می باشد. این دو نوع پره در یک توربین با یکدیگر عمل کرده و باعث به حرکت درآمدن بخار و در نهایت حرکت روتور در توربین می‌گردند. بطور کلی طبقات توربین‌ها بخار به دو نوع مختلف و مجزا طراحی می‌گردند که عبارتند از:

۱– ضربه ای (Impulse stages)

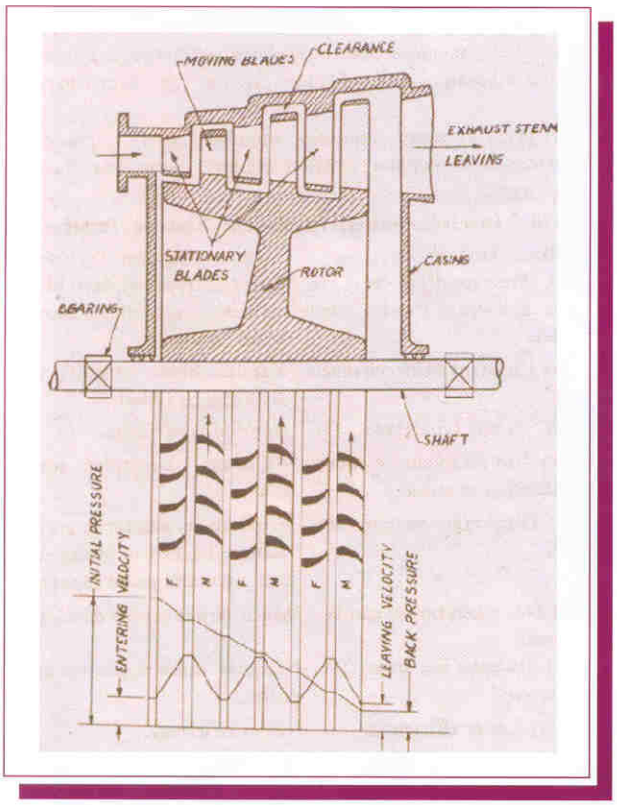
توربین‌های ضربه ای نوعی از توربین‌ها هستند که در آنها کل افت فشار مربوط به هر طبقه در عرض هر نازل و یا پره های ثابت اتفاق می افتد و سپس فشار بخار در عبور از پره های متحرک (bucket) ثابت باقی می‌ماند. شکل ۵ یک توربین ضربه‌ای ساده به صورت شماتیک را نشان می‌دهد. در قسمت بالایی دیاگرام ، بخش طولی نیمه بالایی توربین مشاهده می‌کنید، در وسط شکل شکل واقعی Nozzle ، پره ها و در پایین نیز تغییرات سرعت مطلق و فشار مطلق بخار طی گذر از آنها را نشان می‌دهد. مثالی از این نوع طراحی توربین De-Lavel است. شکل ۵تغییرات فشار در این توربین را نشان می‌دهد.

۲– عکس العملی (reaction type stages)

در این نوع افت فشار در هر طبقه بطور مساوی در حین عبور بخار از میان پره‌های ثابت و متحرک اتفاق می افتد. این افت فشار در بخار هنگام عبور از میان پره های متحرک باعث تولید بیشتر انرژی جنبشی در این پره ها شده که این امر باعث افزایش عکس العمل و اضافه شدن نیروی پیشران می‌شود که از طریق روتور به شفت منتقل می‌گردد شکل ۶ نمای شماتیکی یک توربین عکس العملی را به نمایش می‌گذارد. بطور کلی وقتی بخار از میان هر دو نوع پره می‌گذرد به سرعت بیشتری دست پیدا می کند بنابراین این نوع طراحی سرعت بیشتری به بخار می دهد.

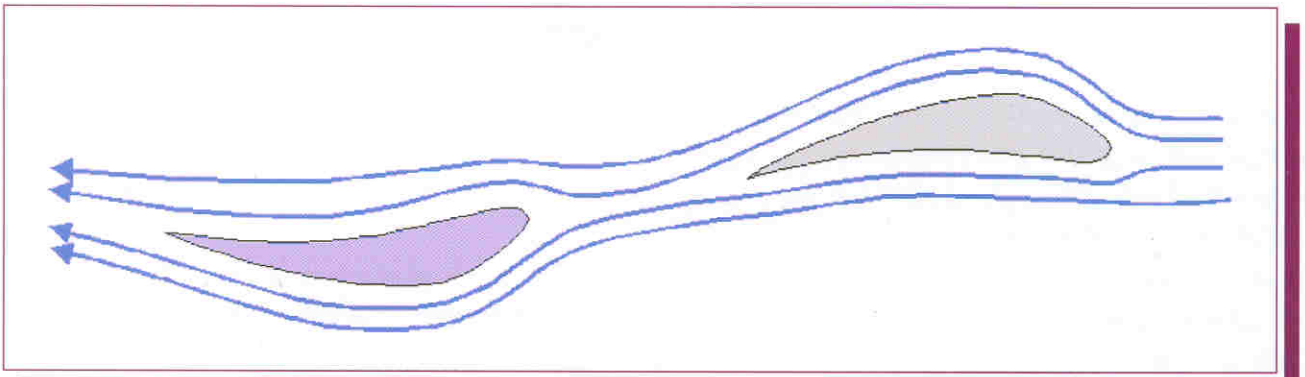


شکل ۵ ـ یک توربین ضره ای ساده



شکل ۶ـ یک توربین عکس العملی

Guide-vane ها برای مستقیم نمودن مسیر حرکت بخار بکار می‌روند تا بطور صحیح به پره‌های بعدی برخورد کند. مسیر بخار طی یک ردیف پره‌های توربین (خاکستری) و یک ردیف پره‌های Guide-vane (بنفش) در شکل۷ دیده می‌شود.

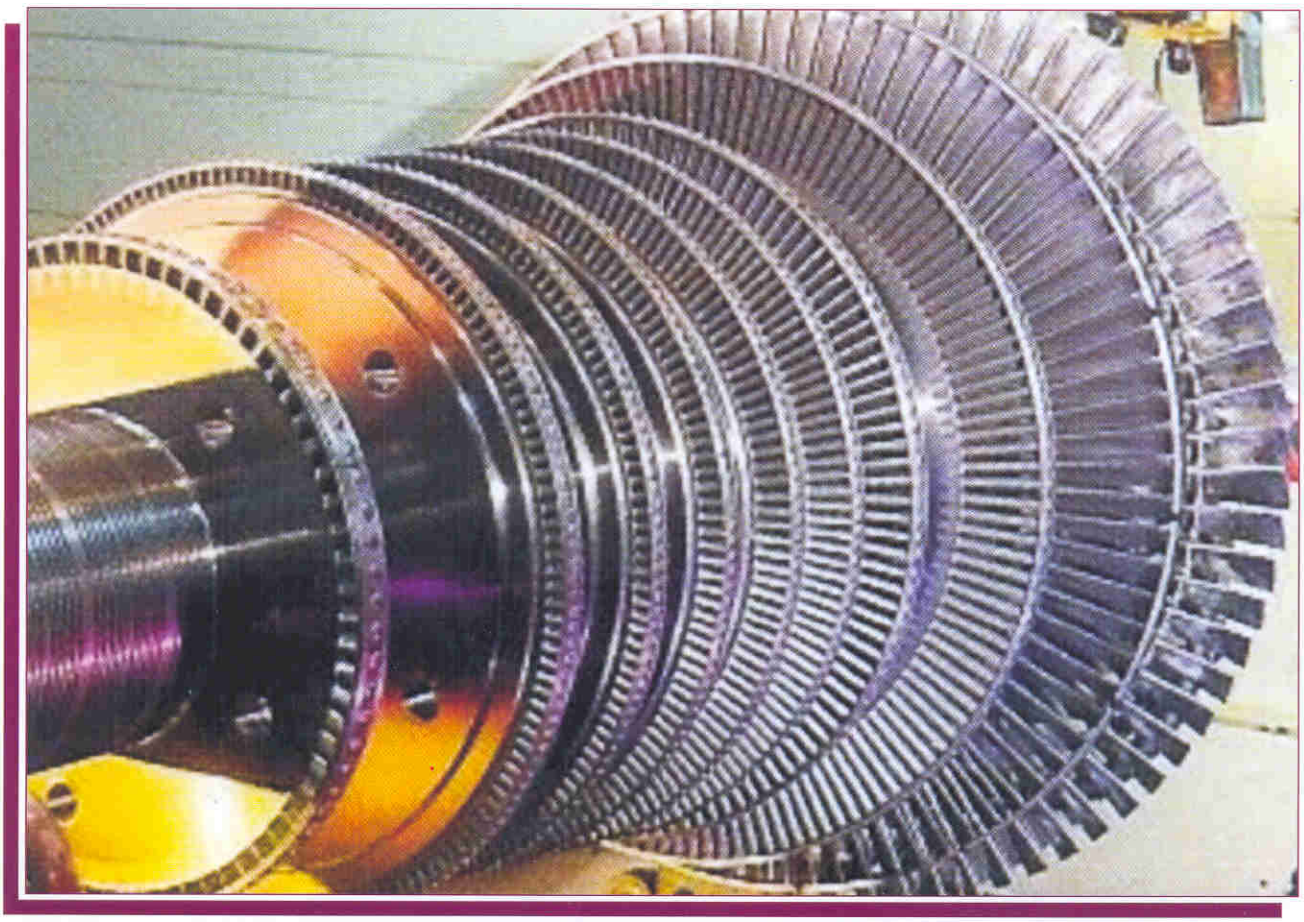


شکل ۷ـ یک ردیف از پره های توربین (خاکستری) و یک ردیف **guide-vane** (بنفش)

مزایای توربین بخار

اگر این نوع توربین‌ها را با موتورهای رفت و برگشتی (reciprocating engines) مقایسه نمائیم مشخص می‌شود که این نوع توربین‌ها فضای کمتری اشغال می‌کنند و فوندانسیون سبکتری داشته و به رسیدگی کمتری نیز احتیاج دارند. مصرف روغن جهت عملیات روانسازی در انها کمتر بوده و اجزا داخلی آنها احتیاج به روانسازی ندارند و بخار خروجی از آنها عاری از هرگونه روغنی است. ظرفیت بار زیاد، قابلیت اطمینان بالا و هزینه نگهداری پایین از دیگر مزایای این نوع توربین ها می‌باشد.

از لحاظ راندمان نیز، راندمان آنها در توانها و قدرت‌های پایین مثل موتورهای بخار است اما در قدرت‌ها و ظرفیت‌های بالاتر، خیلی بهتر است و قیمت آنها خیلی پایین‌تر از موتورهای رفت و برگشتی بوده و می‌توان از آنها برای تولید قدرت‌های بالا استفاده کرد که این مورد به وسیله موتورهای رفت و برگشتی قابل دستیابی نیست. البته توربین‌های گازی نیز دارای مزایای توربین‌های بخار می‌باشند با این تفاوت که برای تولید قدرت‌های بالاتر از ۲۲۵MW عموماً دیگر از توربین‌های گازی نمی‌توان استفاده کرد.

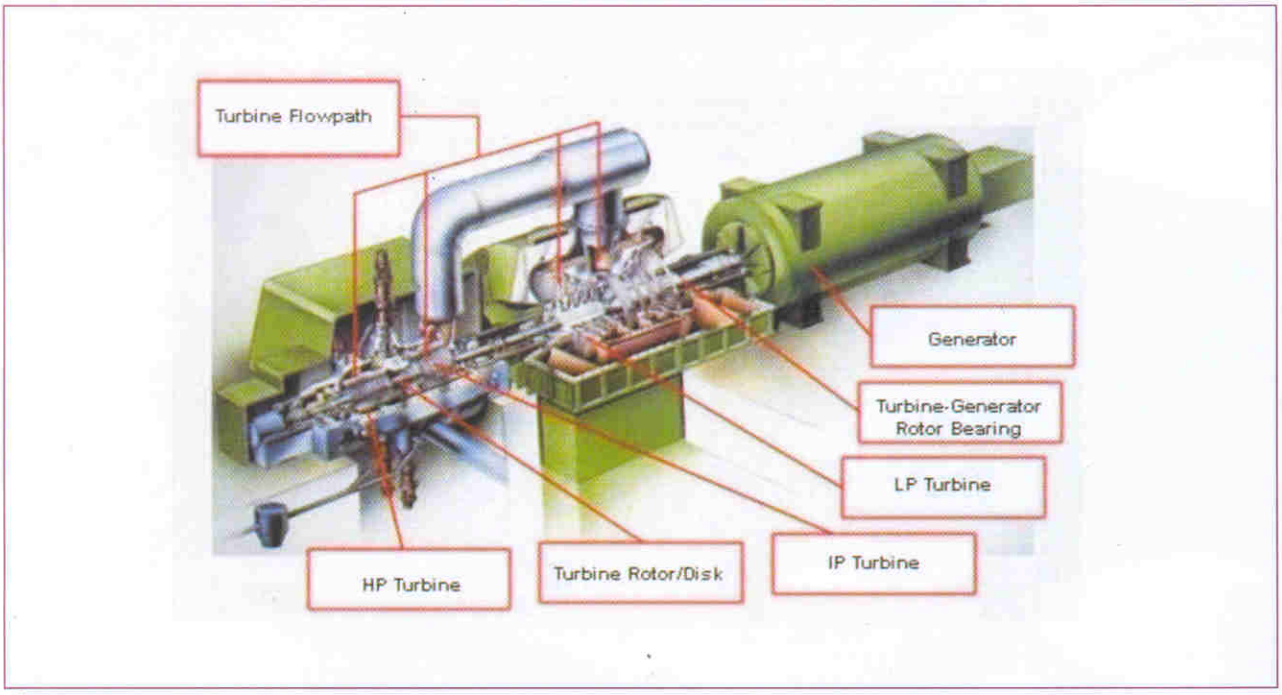


شکل ۸

اجزای اصلی

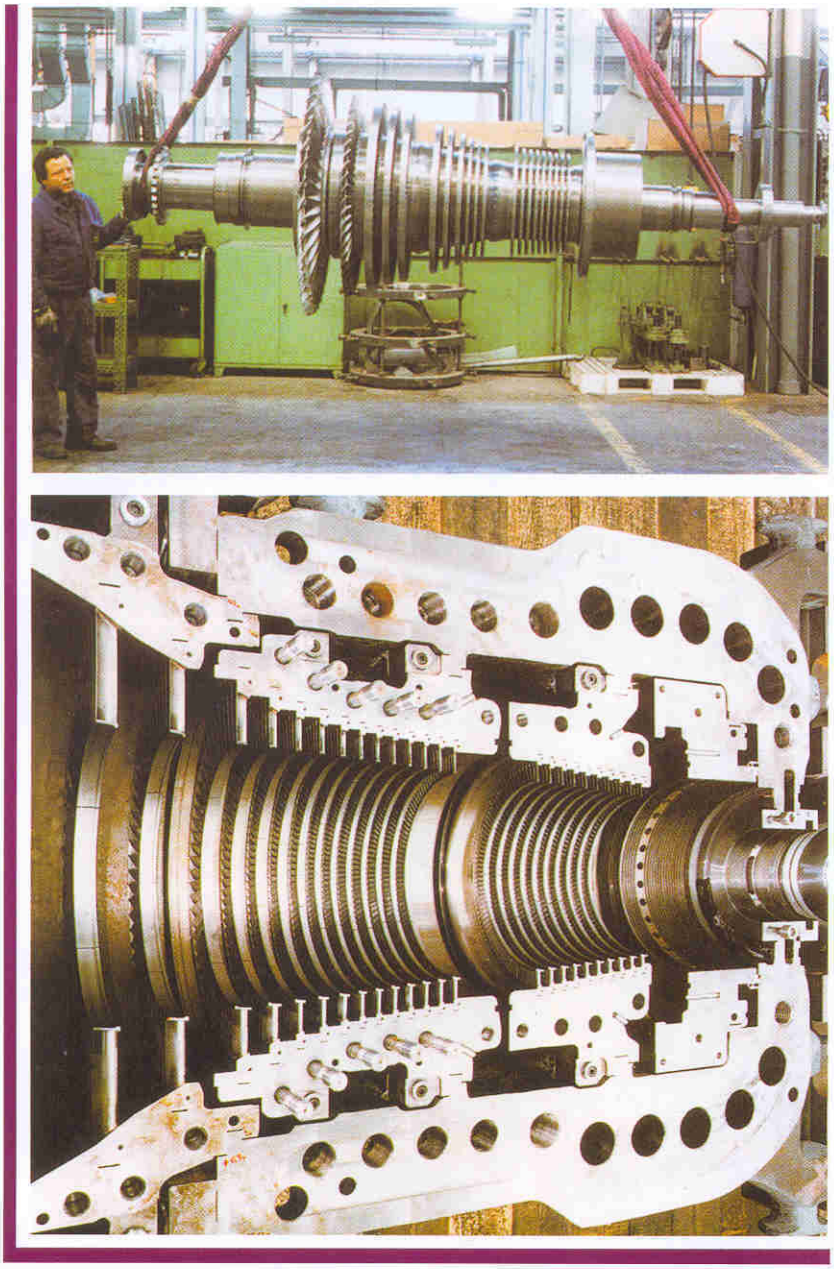
یک توربین بخار از اجزا متعددی تشکیل شده است که تمام این اجزا را می‌توان بطور کلی در چند مجموعه تقسیم کرد. یک توربین بخار شامل محفظه توربین است که یک سری پره‌های ثابت که در حقیقت پره های استاتور (NOZZLE) نامیده می شوند، روی آن نصب می‌گردند. در درون این محفظه یک روتور در جهت جریان گسترده شده که روی آن نیز یک سری پره های متحرک نصب شده اند که به همراه محفظه و پره های آن و برای بالا بردن میزان توان تولیدی، سه قسمت مجزا در درون توربین ایجاد می‌نمایند:

۱ ناحیه توربین فشار بالا
(Turbine high pressure portion)
۲ ناحیه توربین فشار متوسط
(Turbine intermediate pressure portion)
۳ ناحیه توربین فشار پایین
(Turbine low pressure portion)



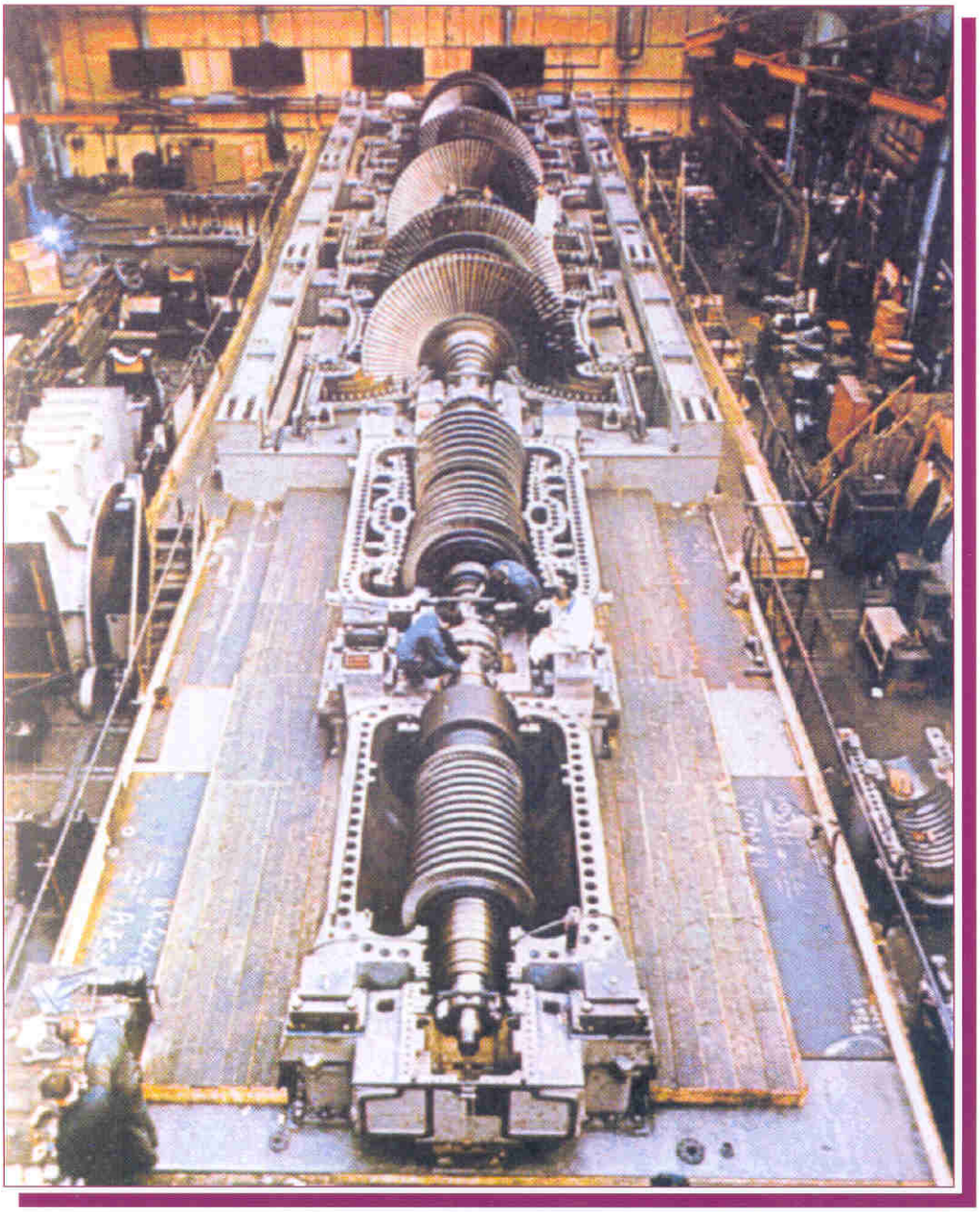
شکل ۹ـ یک توربین‌بخاربزرگ با سه‌ناحیه: فشار بالا، فشارمتوسط، فشار پائین

خود محفظه نیز به دو یا چند قسمت تقسیم می شود که هر کدام از این قسمت‌ها خود به دو نیمه‌که عبارتند از نیمه فوقانی (Turbine casing upper half) و نیمه تحتانی (half Turbine casing lower) تقسیم می‌شوند که بوسیله یک سری پیچ‌ها به یکدیگر متصل می‌گردند. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰

اگر تمام قسمت‌های مذکور در توربین بخار یعنی ناحیه توربین فشار بالا ، ناحیه فشار متوسط و ناحیه توربین فشار پایین در کنار هم و به دنبال هم قرار بگیرند ابعاد توربین بسیار بزرگ شده و حتی از ۳۰ متر هم بزرگتر می‌گردد که مناسب نیست (شکل ۱۱) . ساختار کلی یک توربین بخار به خوبی در این شکل دیده می‌شود. بخش HP در پایین شکل و بخش LP از سمت HP به طرف بالا کشیده شده است.



شکل ۱۱ـ اندازه این توربین بخار را بایکی از مهندسان مقایسه نماید

به همین دلیل دو قسمت و یا بیشتر از قسمت‌های مدور را در یک محفظه قرار می‌دهند تا طول توربین را کوتاهتر نمایند. بنابراین بسته به نوع توربین‌هایی که در یک محفظه قرار می‌گیرند، بصورت

High - low pressure integrated type turbine
High-intermediate pressure Integrated type turbine
High-intermediate-low pressure integrated type turbine

نامگذاری می‌گردند. در هر کدام از مدل های مذکور ، روتور وظیفه انتقال بخار را ، که دارای درجه حرارت و فشار بالا و متفاوتی است برعهده دارد که وظیفه مشکلی است زیرا قسمت‌های مختلف روتور تحت تنش‌های متفاوتی می باشند و این کار ساخت آن را با مشکل مواجه می‌نماید. به همین دلیل در سال‌های اخیر روتورهای جدید را بر مبنای نوع توربین بصورت

High - low integrated type turbine rotor
High - intermediate integrated type turbine rotor

ساخته‌اند که قسمت‌های مختلف آنها بسته به اینکه چه مقدار و چه نوع تنشی را تحمل می‌کند و تحت چه درجه حرارتی کار می‌کند با خواص مختلف ساخته می‌شوند. توربین شکل ۱۲ از نوع توربین‌هایی است که هر سه قسمت توربین یعنی، توربین فشار بالا ، فشار متوسط و فشار پایین در یک محفظه قرار گرفته اند و اصطلاحاً High-intermediate-low pressure integrated type turbine نامیده می‌شود.

شکل ۱۲

بررسی مواد مورد استفاده در توربین

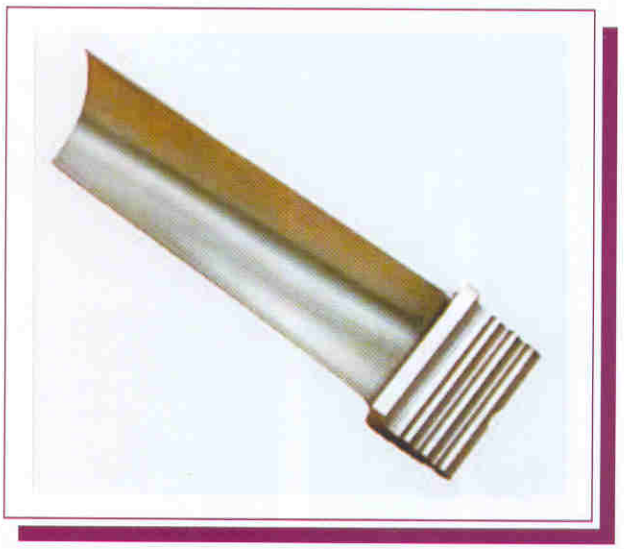
مواد مورد استفاده در پره:

پره ها در اثر پدیده رزونانس می‌توانند دچار خستگی و یا ترک گردند. رزونانس به صورت‌های زیر ایجاد می‌شود:

۱ تغییرات شدت و میزان بخار
۲ شوک
۳ لرزش و پیچش روتور

که بحث را در رابطه با علت ایجاد این نیروها و صدمه هایی که این نیروها ایجاد می‌نمایند در همین جا خاتمه داده و علاقمندان را به کتاب‌های توربین بخار ارجاع می دهیم. در ساخت پره‌ها از آلیاژ متفاوتی استفاده می‌شود که معمولی‌ترین آنها فولادهای زنگ نزن است که درصد عناصر آلیاژی در آنها در رنج زیر قرار دارد :

Cr: از ۱۲ تا ۱۴،
C: از ۰/۱ تا ۰/۱۲
Mn: حداکثر ۰/۰۸ درصد
P: حداکثر ۰/۰۳ درصد
S: حداکثر ۰/۰۵ درصد
Si: حداکثر ۰/۲۵ درصد



شکل ۱۳

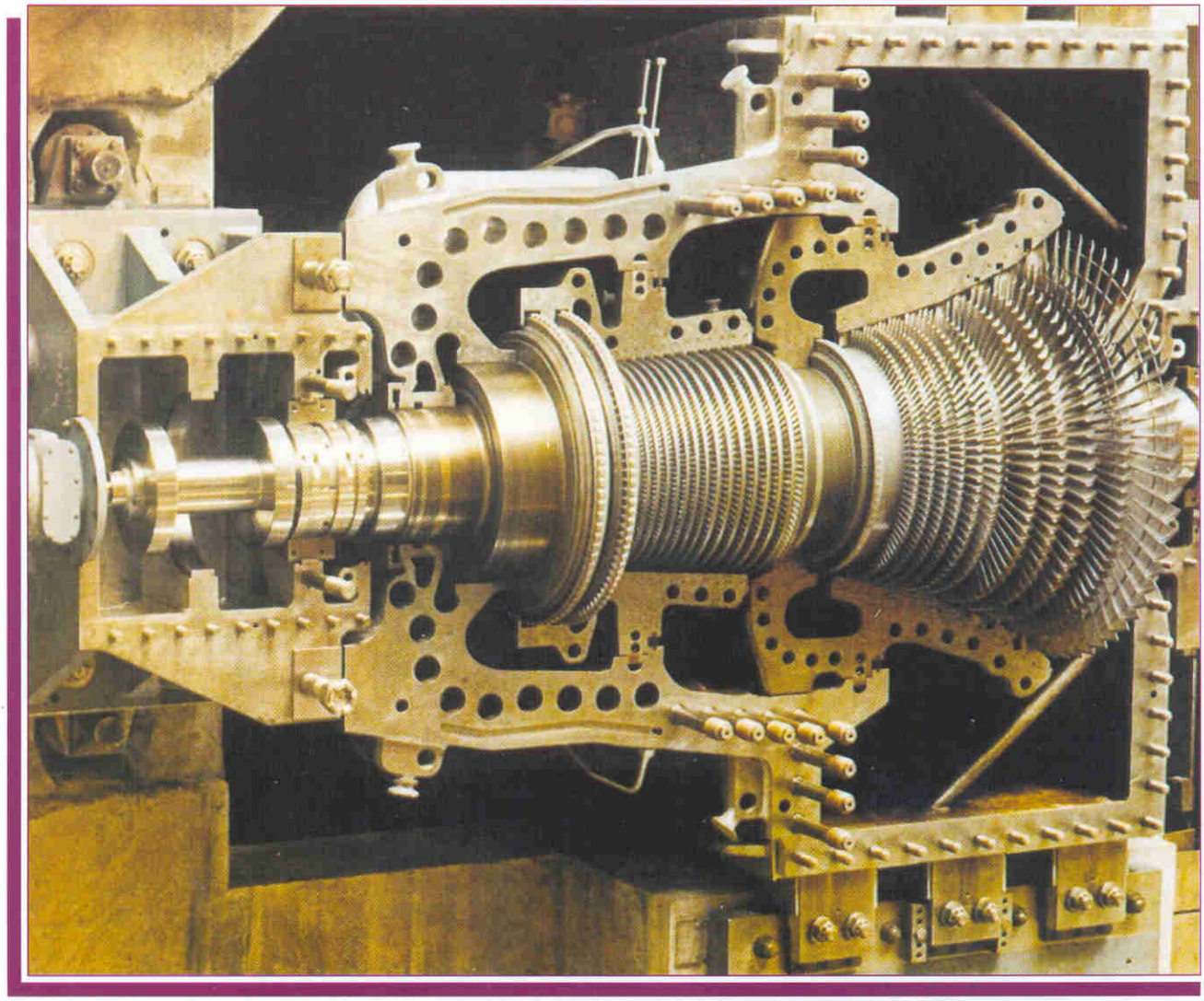
که مواد فوق باید دارای خواص مکانیکی درحدود زیر وضعیت عملیات حرارتی شده و در شرایط دمایی اتاق باشد:

استحکام کششی: ۱۰۰,۰۰۰ b/in^2 (۶۹۰Mpa)
تنش تسلیم: ۸۰,۰۰۰ b/in^2 (۵۵۰Mpa)
درصد ازدیاد طول: ۲۱ درصد
درصد کاهش سطح: ۶۰ درصد

برای پره‌هایی که در دماهای بالاتر کار می‌کنند: بویژه ماشین‌های بزرگ ، برای دستیابی به خواص تحمل خوب در دماهای بالا و مقاومت در مقابل خوردگی و اسید شدن از آلیاژهای فولادهای کرم دارد استفاده می‌شود.

مواد مورد استفاده در روتور

از آنجا که توربین بخار در سرعت‌های بالا کار می‌کند، موادی که در روتور استفاده می‌شود باید از تراکم و استحکام بالایی برخوردار باشند. بطور کلی مواد باید از سختی بالایی در دماهای کاری توربین برخوردار باشند که این خاصیت مواد را می‌توان با آزمایشات متفاوت در دماهای متفاوت بدست آورد. در ماشین‌های بزرگ روتور به روش فورجینگ و از فولادهایی که در کوره‌های الکتریکی و تحت خلا حاصل می‌شوند، ساخته می‌شود و علت آن این است که از وجود خلل و فرجها و نقص‌های دیگر در فولادها جلوگیری شود. در آلیاژهایی که در روتور استفاده می‌شود، معمولاً مقداری Mo ,V, Cr , Ni نیز برای حصول خواص مذکور وجود دارد.



شکل ۱۴

مواد مورد استفاده در محفظه و پیچ‌ها

محفظه‌های تحت فشار و درجه حرارت بالا را در این توربین‌ها معمولاً به روش ریخته‌گری دقیق می سازند، زیرا شکل آنها پیچیده بوده و ساخت آنها به روش‌های دیگر بسیار مشکل می‌باشد. ترکیب آلیاژهای مورد استفاده در ساخت محفظه ها طوری است که دارای خواص از قبیل قابلیت جوشکاری شدن و قابلیت ریخته گری شدن خوب را داشته باشند. قسمت‌هایی از محفظه را که تحت فشار و درجه حرارت پایین باشد، معمولاً از ورقه‌های فولادی و به روش جوشکاری می‌سازند. پیچ‌ها و مهره‌ها نیز معمولاً از جنس‌های فورج و یا نورد شده مقاوم در برابر درجه حرارت ساخته می‌شوند.

شکل ۱۵

AN INTRODUCTION TO STEAM TURBINS

Introduction	5
Stage Design	8
Advantages	9
Basic Components	10
Blade Materials	14
Rotor Materials	15
Casing	16

INTRODUCTION

The purpose of a steam turbine is to convert heat energy contained in high pressure and high temperature steam into mechanical energy. The source of the high pressure / temperature steam is a boiler, usually in a power station. Fossil fuel (i.e. coal or oil) or nuclear energy is consumed to provide the heat energy in the boiler. The first turbine of which there is any record was made by Hero of Alexandria, 2,000 years ago.

It may be interesting to mention that the work was initially commenced because calculation showed that, from the known data, a successful steam turbine ought to be capable of construction.

It is obvious that some power can be obtained from a jet of steam either by the reaction of the jet itself, like a rocket or by its impact on some kind of paddle wheel. About the year 1837 several reaction steam wheels were made by Avery at Syracuse, New York, and by Wilson at

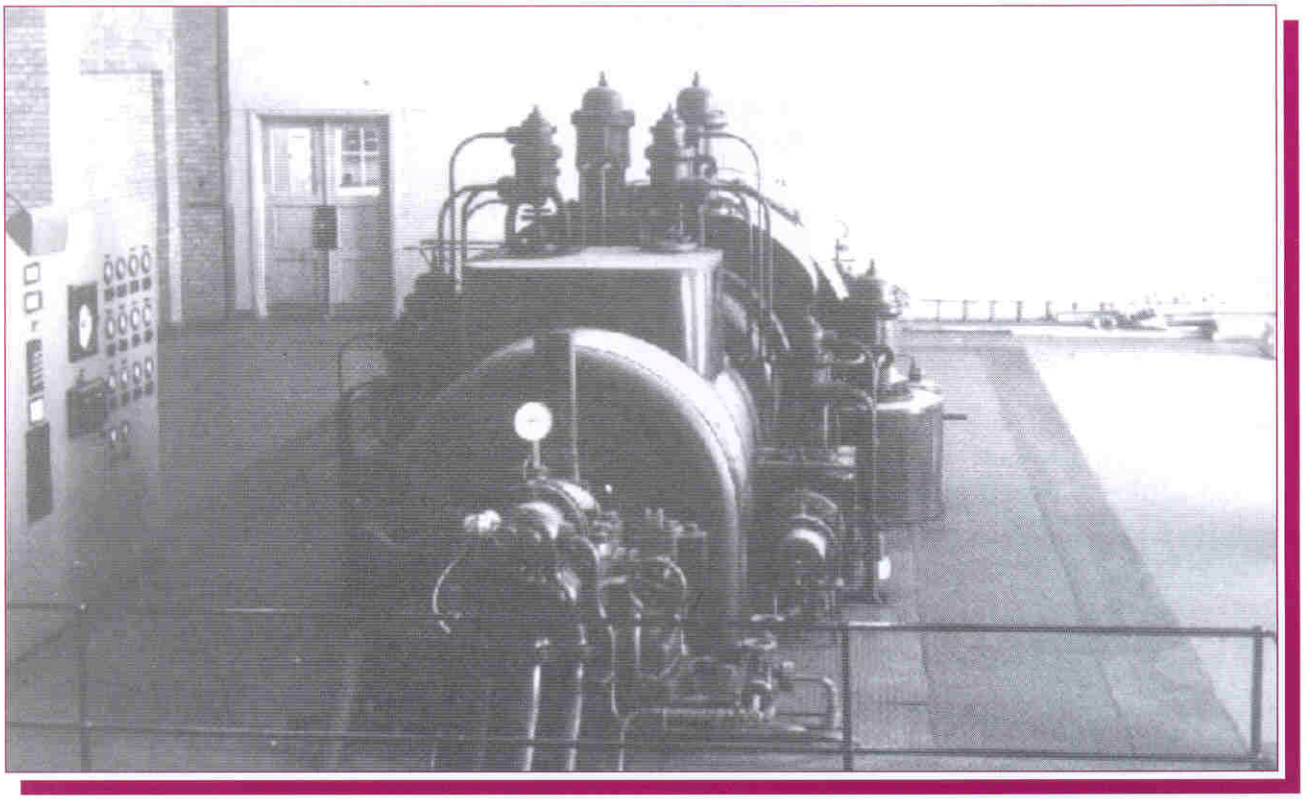


Fig.1 - An old condensing steam turbine with synchronous generator at a power plant

Greenock, for driving circular saws and cotton gins. Fig. 2 shows the rotor of Avery's machine: steam is introduced into it through a hollow shaft, and, by the reaction of the jets at the extremities, causes rotation. The rotor was 1.52 m across, and the speed 270 meter per second.

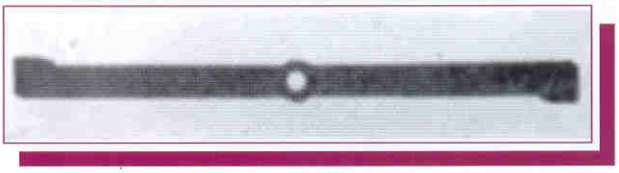


Fig.2- Rotor of Avery'sTurbine

In the year 1888 Dr de Laval of Stockholm undertook the problem with a considerable measure of success (Fig. 3).

He caused the steam to issue from a trumpet-shaped jet, so that ***The energy of expansion might be utilized in giving velocity to the steam.***

Recent experiments have shown that in such jets, about 80 per cent of the whole available energy in the steam is converted into kinetic energy of velocity in a straight line, the velocity attained into a vacuum being about 1220 meter per second.

Dr de Laval caused the steam to impinge on a paddle wheel made of the strongest steel, which revolved at the highest speed consistent with safety, or about half the velocities of the modern rifle bullet, for the centrifugal forces are enormous.

Unfortunately, materials are not strong enough for the purpose, and the permissible speed of the wheel can only reach about two-thirds of that necessary for good economy.

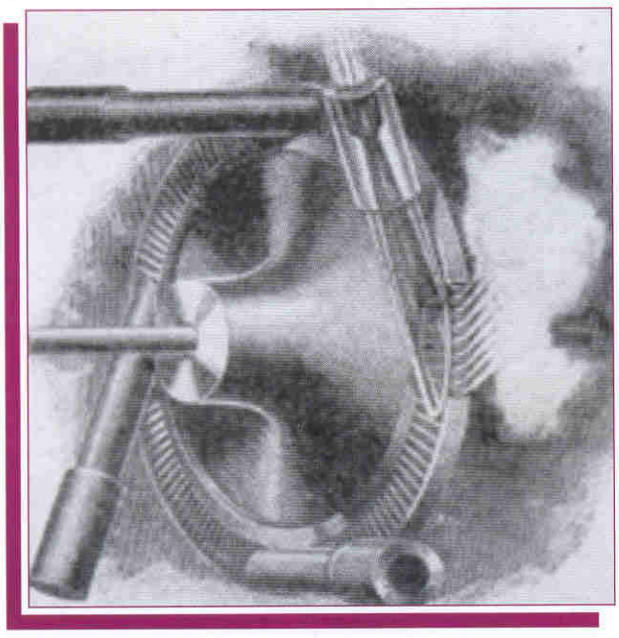


Fig.3- Dr. De Lavel Turbine

The practical development of steam turbine was commenced chiefly on the basis of the data of physicists, and as giving some idea of the work involved in the investigation of the problem of marine propulsion by turbines.

Maybe about 24,000 £ was spent before an order was received. Had the system been a failure or unsatisfactory, nearly the whole of this sum would have been lost. further, in order to prove the advantage of mechanical gearing of turbines in mercantile and war vessels about 20,000 £ has been recently expended, and considerable financial risks have been undertaken in relation to the first contracts.

Steam turbines are used for driving various machinery namely generators, pumps, compressors and ship propellers. So many other industrial applications can be pictured for steam turbines which are far beyond the context of this pamphlet.

The broad range of applicable speeds makes them suitable for many industrial implementations. The magnitude of the power provided by a steam turbine usually ranges from low powers up to relatively higher ones, such as 1300MW.

After being expanded and resultant energy produced the steam enters a condenser and alters into saturated liquid form. then re-enters into the working cycle.

Steam Turbines are categorized in different ways:

1 Steam condition when entering and leaving the machine.
2 Chamber and shaft placement:
a. Single chamber
b. Turbines with 2 or more chambers and shafts in which shafts are coupled to each other.
3 Number of stages; each stage comprises of a row of fixed blades (stator) and a row of moving blades (rotor)
4 Designing type of the stage (Impulse / Reaction)
5 Startup procedure (either it is started by a generator or mechanically or after the ship began moving forward)
6 Steam production method (either it is supplied via boilers using fossil fuels or a reactor using soft water)

It's common that a specific steam turbine can be put into more than just one category; e.g. a turbine may be single casing, condensing regenerative extraction fossil unit or three-casing, four-flow steam-reheat nuclear unit tandem compound.

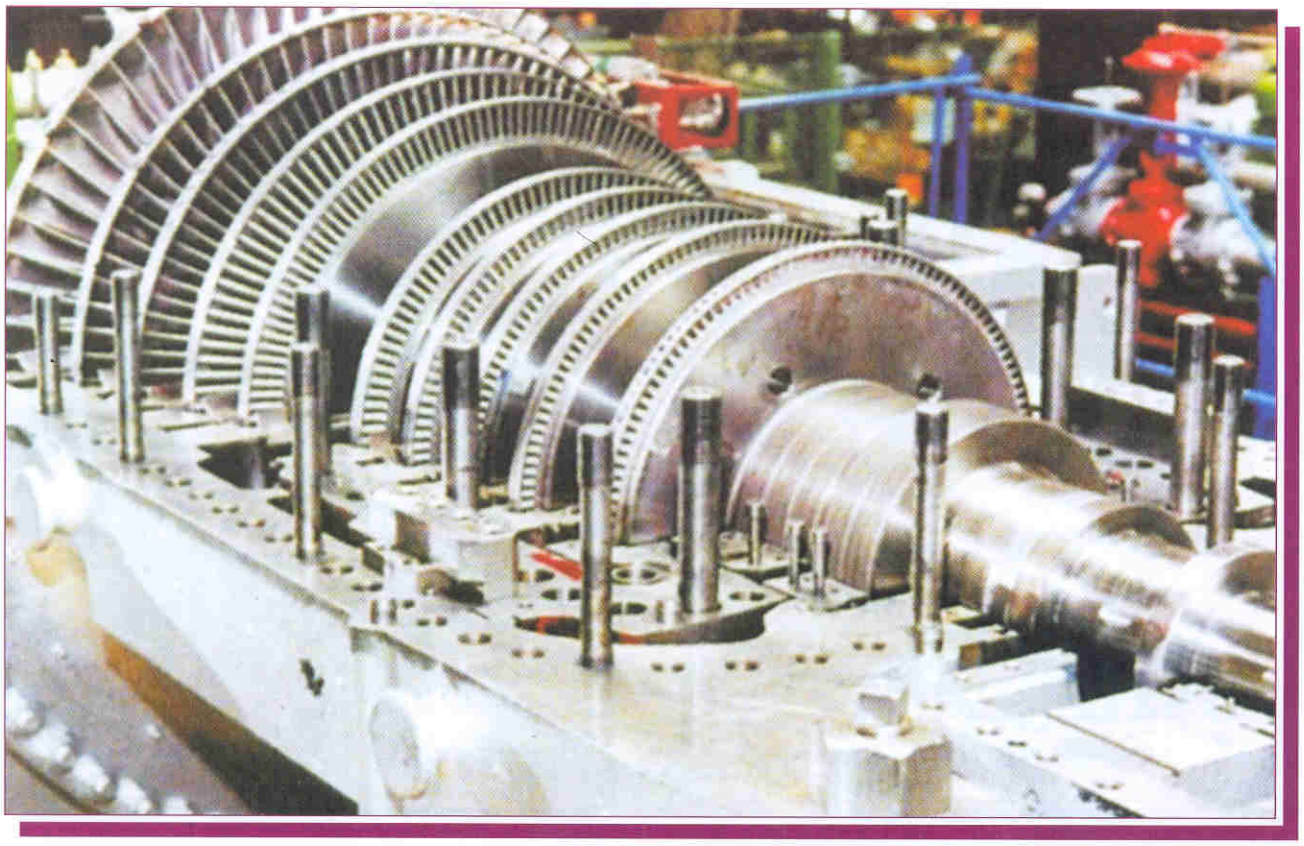


Fig.4

STAGE DESIGN

As mentioned before each stage of turbine comprises a series of fixed blades (Nozzles) and anther series of moving blades which are located on rotor disks in immediate vicinity of stator s commonly referred to as buckets. The blade aerodynamic falls in one of the following two types:

1- Impulse type stage

In impulse type the overall pressure drop occurs in the nozzles and the vapor pressure remains constant when passing through moving blades. A simple impulse turbine can be diagrammatically represented below. The uppermost portion of the diagram shows a longitudinal section through the upper half of the turbine, the middle portion shows the actual shape of the nozzle and balding, and the bottom portion shows the variation of absolute velocity and absolute pressure during the flow of steam through passage of nozzles and blades. Example: de-Laval turbine. Fig.5 depicts the pressure variation in this type of turbine.

2- Reaction type stage

In this type, the drop in pressure takes place in fixed nozzles as well as moving blades. The pressure drop suffered by steam while passing through the moving blades causes a further generation of kinetic energy within these blades, giving rise to reaction and adds to the propelling force, which is applied through the rotor to the turbine shaft.

Fig.6 shows a schematic view of a reaction type turbine. Generally speaking, the steam can reach higher velocities when it passes through both blades, so the reaction type turbines offer much higher vapor velocities.

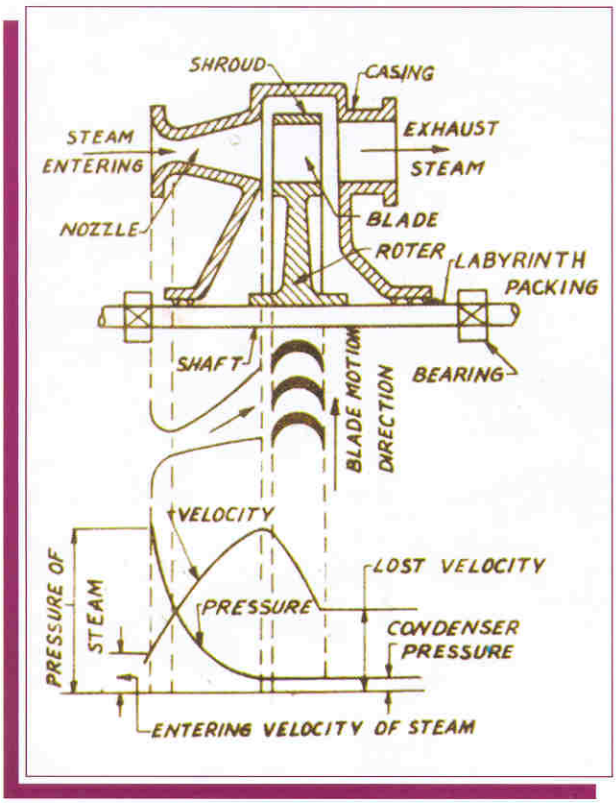


Fig.5- A simple impulse turbine

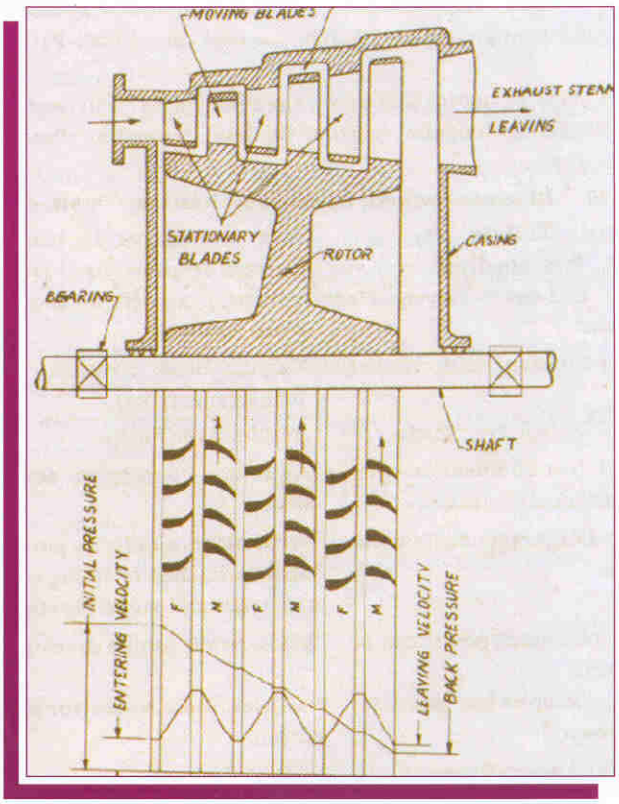


Fig.6- A reaction type Turbine

Guide vanes are required to straighten the steam path, so that it impinges on the proceeding turbine blade correctly. The steam path through one row of turbine blades (grey in the figure) and one row of guide vanes (purple in color) is shown in the fig.7.

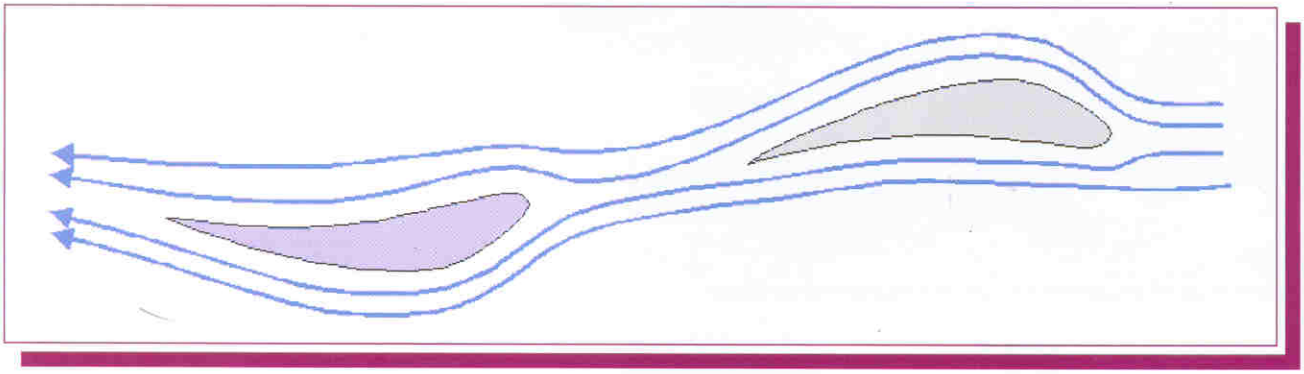


Fig.7 One row of turbine blades (grey in the figure) and one row of guide vanes (purple in color)

ADVANTAGES

When compared with reciprocating engines the steam turbine occupies less space, it has lighter structure and it needs less maintenance. The amount of oil being used for lubricating purposes is quite small and yet the internal parts need no lubrication at all. Oil contamination has been ever traced in output steam. Moreover high load capacity along with a high degree of reliability and also the least maintenance costs are among the most marked advantages.

Respecting efficiency they resemble steam engines when low power is supposed to be achieved; but when talking higher power magnitudes, the steam turbines are much efficient. Yet they cost much very lower comparatively. Thus can be applied in producing high power magnitudes.

Gas turbines also can be of comparable advantages but they can't be employed for the power magnitudes exceeding 225 MW.

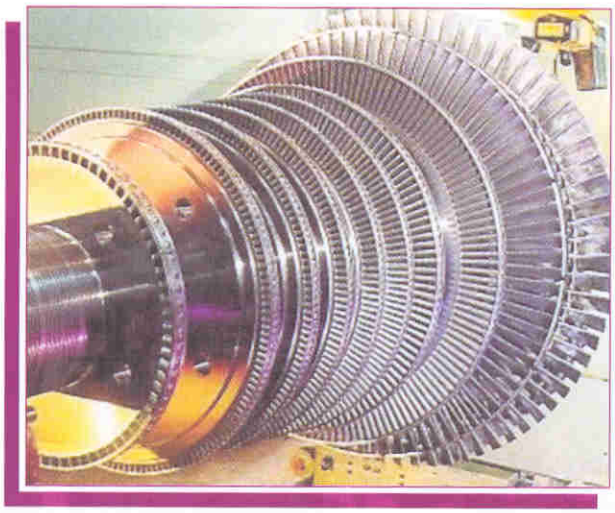


Fig.8

Respecting efficiency they resemble steam engines when low power is supposed to be achieved; but when talking higher power magnitudes, the steam turbines are much efficient. Yet they cost much very lower comparatively. Thus can be applied in producing high power magnitudes.

Gas turbines also can be of comparable advantages but they can't be employed for the power magnitudes exceeding 225 MW.

BASIC COMPONENTS

A gas turbine is composed of various parts. It's equipped with a casing on which there is a row of fixed blades (nozzles) Inside the casing a rotor lies which is covered by rows of moving blades putting together all these parts, they provide 3 distinct portions in a turbine:

1. turbine high pressure portion
2. turbine intermediate pressure portion
3. turbine low pressure portion

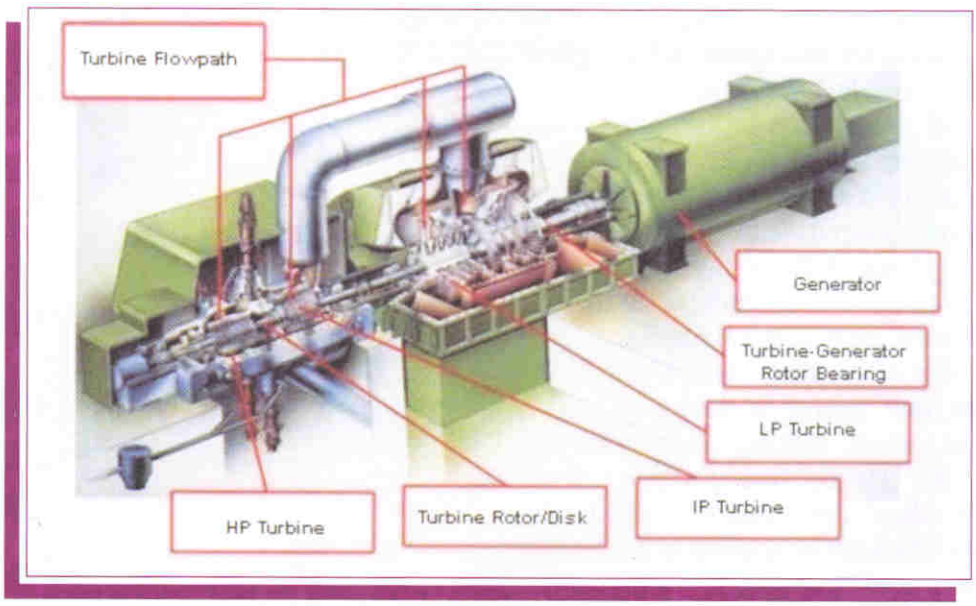


Fig.9-Large Steam Turbine with High-Pressure, Intermediate-Pressure and (double flow) Low-Pressure Yurbine

The casing itself is divided into 2 or more, each portion has two halves usually known as turbine casing upper half and lower half. (Fig.10)

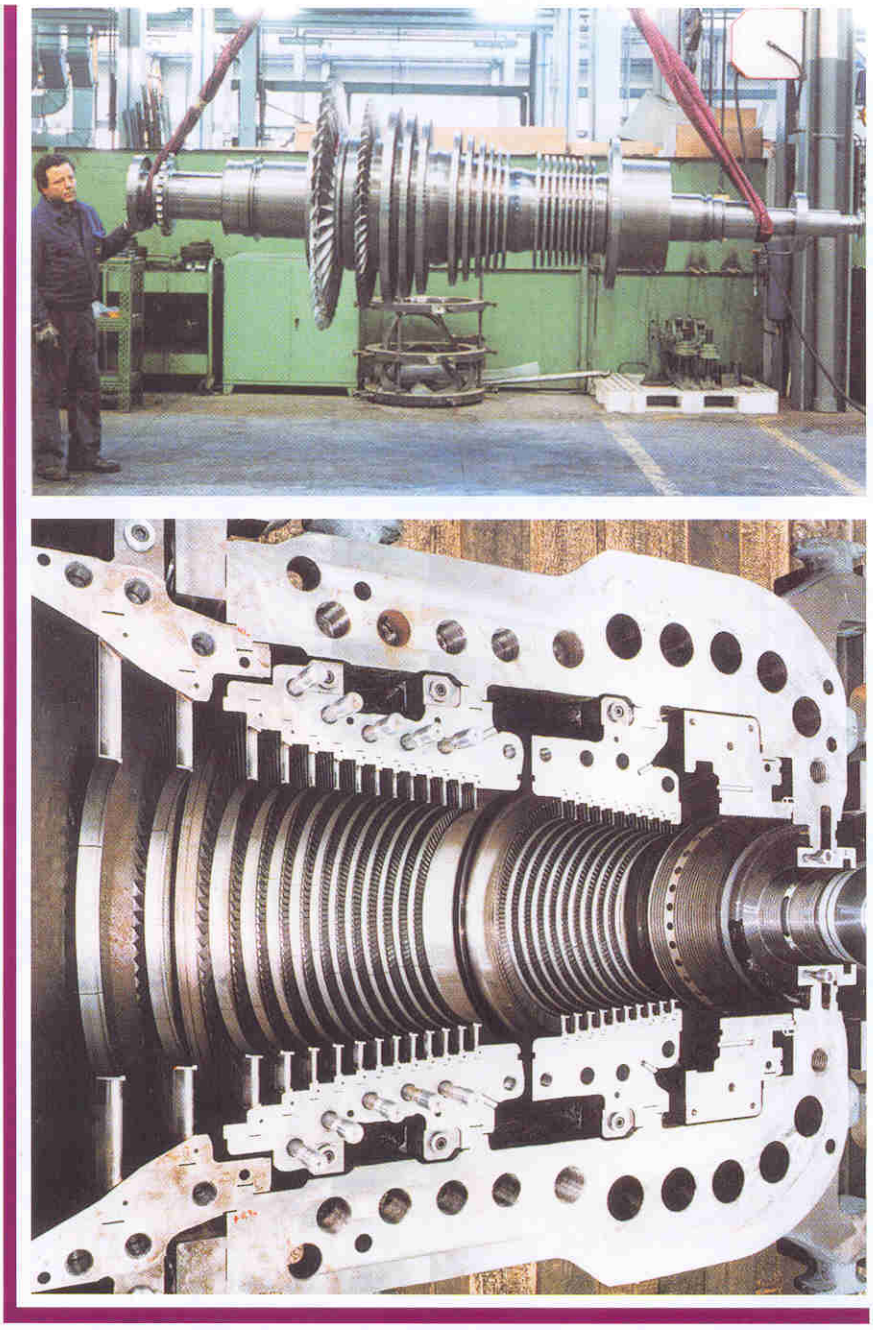


Fig.10

In practice if all portions were lined successively, the overall turbine length would be exceeded 30 meters (fig.11). The overall construction of a typical steam turbine is well shown in the figure below. The HP section of the steam turbine is the extreme bottom, while the LP sections extend from the HP section upwards.

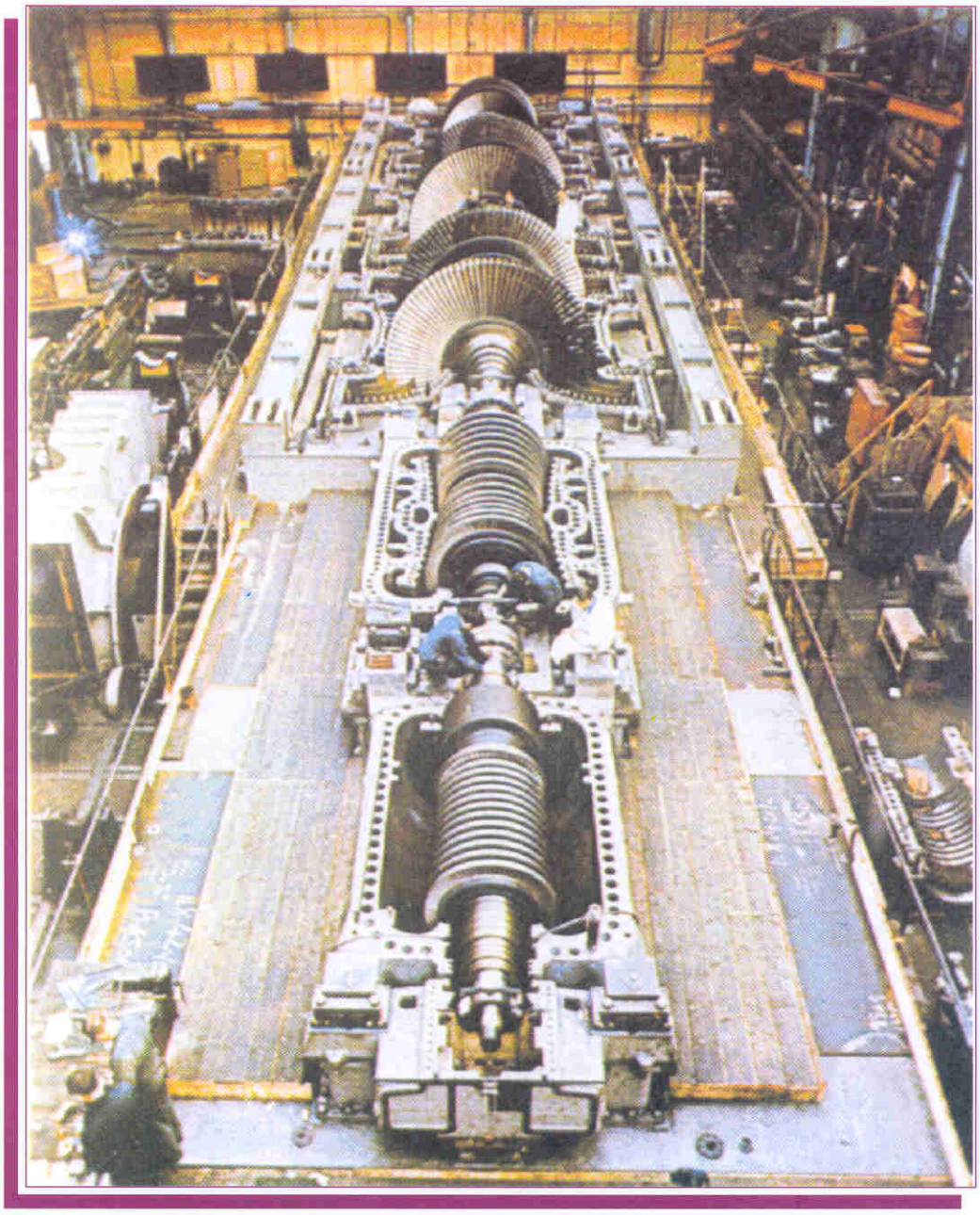


Fig.11-Notice the scale of steam tyrbine-compare to one of the working engineers

In order to avoid this, two or more parts are put into a single casing. Such a design culminates in various possible states namely high-low pressure integrated type turbine or high-intermediate pressure integrated turbine or high-intermediate-low pressure integrated turbine.
In each case, rotor is in severe condition, it sustains high pressure, high temperature steam and loads it through. Different stresses are applied to different sections of the rotor.

And this induces manufacturing process to become a big trouble. Thus to eschew the undesirable effects of steam on rotor, it has to be designed in a way to be fully compatible with the turbine operational conditions. Recently rotors of very special design have been introduced. High-Low integrated type turbine rotor and high-intermediate integrated type turbine rotor are among the most widely known.

Fig.12

BLADE MATERIALS

The unfavorable resonance phenomenon can cause severe fatigue in blades. It occurs as the effect of steam pressure fluctuations, shock formation and also rotor vibrations. The interested reader is recommended to consult other readily available references for detailed information.
Different alloys used in blade manufacturing; stainless steel is the most commonly used alloy of which detailed composition ranges are:

Cr: 12%-14%
Co: 0.1%-0.12%
Mn: up to 0.08%
P: up to 0.03%
S: up to 0.05%
Si: up to 0.25%

The alloy should have the following heat treated mechanical properties.
Tensile strength 10000 lb/in^2 (690 MPa)
Yield strength 80000 lb/in^2 (550 Mpa)
Elongation 21%
Reduction of area 60%

With the small quantities of chromium being introduced into steel a high resistance to heat, corrosion and oxidation can be achieved.

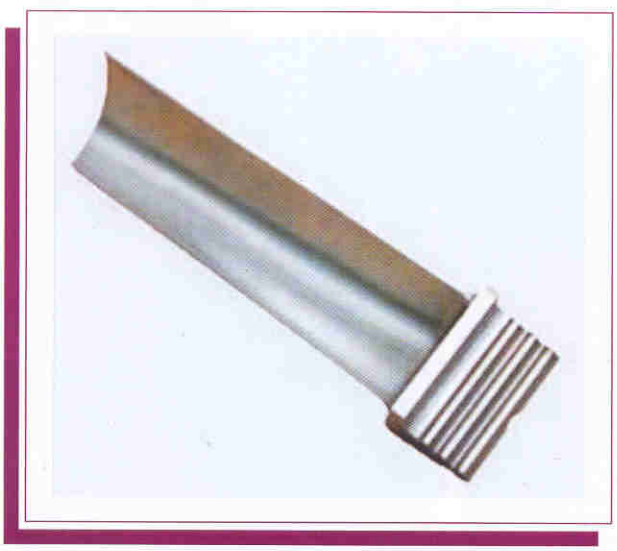


Fig.13- Turbine Blade

ROTOR MATERIALS

Materials used for steam turbine rotor have enough strength and density, so as to endure on high RPM rates which they work. Generally the materials should reserve its hardness in working temperatures. This property can be achieved via mechanical testing in numerous temperatures.
The steel which is used in rotors is manufactured in electric furnaces under vacuum conditions. Such a method ensures all the voids inside, to be removed effectively so the resulting product will be of extremely low porosity. Then it bears forging and metal working operations to make rotors of different sizes and designs. The alloy itself may contain Ni, Cr, V and Mo elements to satisfy the desired properties.

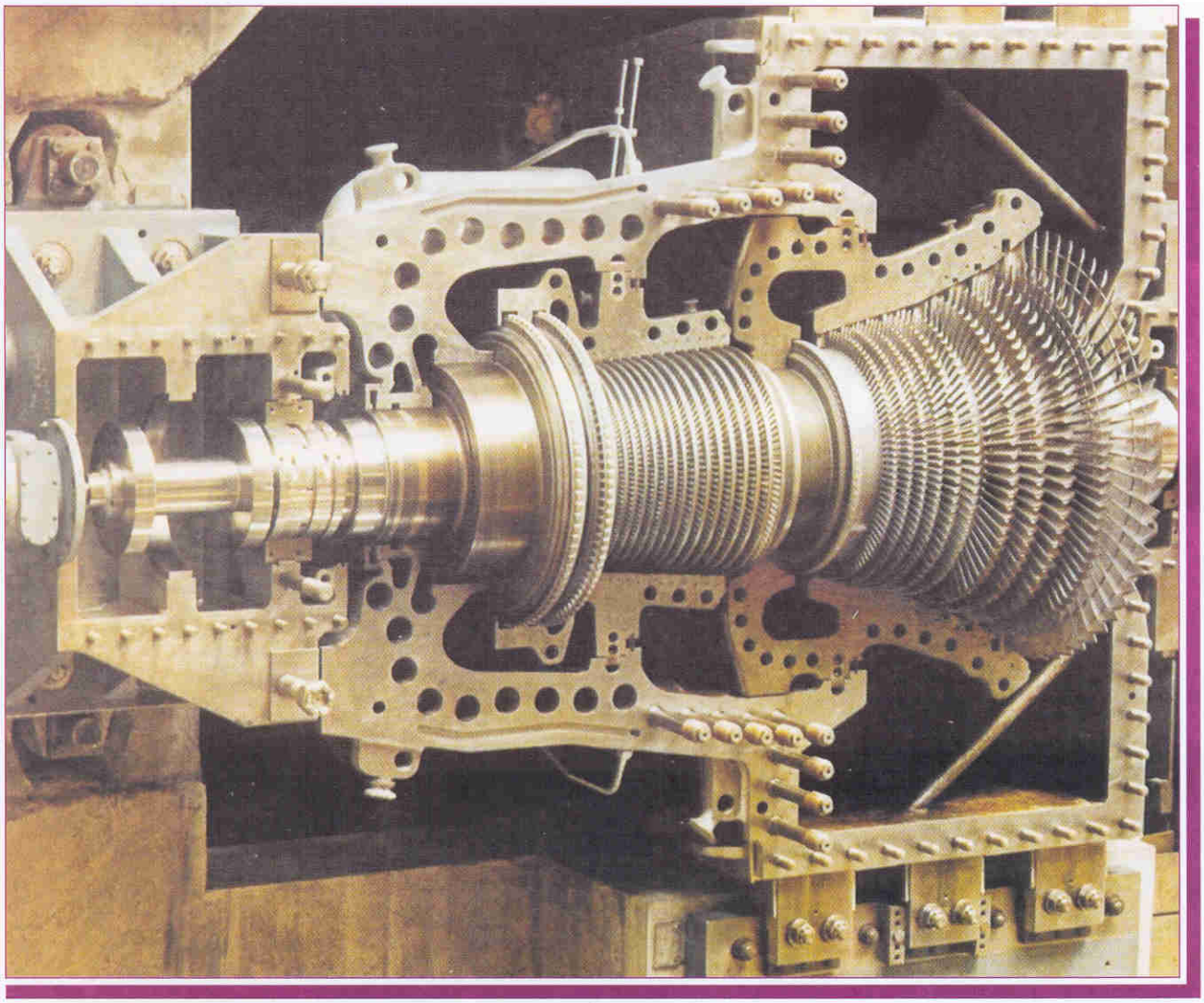


Fig.14

CASING

Casings are usually made by casting methods. It's mainly because of their geometrical complexities which make other methods impossible to be used.
The alloy also shows good welding properties and can be properly cast. The parts of casing which work under relatively lower operational temperatures and pressures are made of welded steel plates. A forged metal of high heat receptivity is used as a material of construction for nuts and bolts.

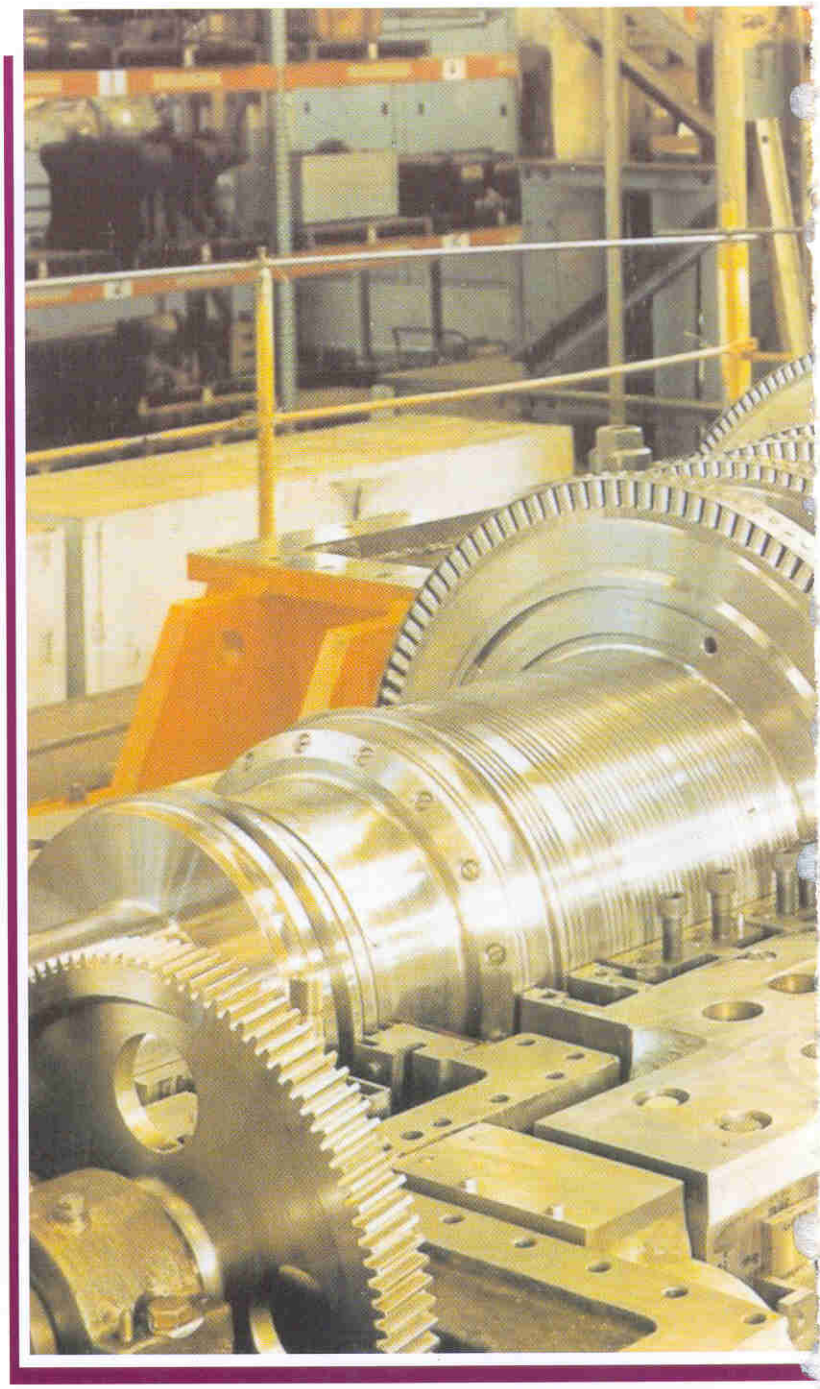


Fig.15