دانشکده
کشتی سازی

ABF3926

آشنائی با اصول مهندسی دریائی (کشتی)

ترجمه : مهندس ارژنگ نصیری ـ مهندس اسحق علی میر

تیراژ : ۳۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ : اول

تاریخ انتشار : مهرماه ۱۳۶۷

لیتوگرافی : طلوع

چاپ و صحافی : چاپخانه سازمان چاپ و انتشارات

ناشر : کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران (امور آموزش)

بهاء : ۲۲۰۰ ریال

۲۷۹۴

پیش گفتار نویسنده

کتابی که بحضورتان تقدیم میگردد ، کتابی است درسی و مخصوص دانشجـــــــویان مهندسی و مهندسین جوانی که اولین بار به سفر دریائی میروند . کلیه ماشـــــــین‌آلات موجوددرکشتی ، بکمک واژه های ساده تشریح گردیده واصول عملکرد ، ساخت و نحوه کـار آنها توضیح داده شده‌اند . درسراسر این کتاب از تصاویر خطی بهره جسته شده و بـــرای بسیاری از تجهیزات ، نمودارها و تصاویر واقعی قطعات تدارک شده است .

درتمامی موضوعات ، رعایت دستورالعمل ها و عادات کاری صحیح وایمن تاکیـــــــد گردیده و درمواقع لزوم نیز به قوانین مربوطه پرداخته شده است . اقلام مختلف تجهیزات ایمنی واضطراری مفصلا " تشریح شده اند .

این کتاب بمنظورتوضیح ماشین آلات کشتی به مهندسینی که جدیدا " به دریا پیوسـته ویادرآینده نزدیک خواهند پیوست درنظرگرفته شده است . کتاب ، شامل ریز موادد رســی گواهینامه مهندسی رده های (۳) و (۴) و دوسال اول طرح تربیت دانشجوی مهندســـــی میباشد . مواد اضافه‌ای نیز بمنظور ارائه ریزموادد رسی معلومات دانش مهندسی و کنتـــرل گواهینامه فرماندهی درنظرگرفته شده است .

اگرچه موضوعات بسیار عمیق مطرح نشده اند لیکن اطلاعات کافی دراختیار خـواننده گذاشته شده تازمینه لازم برای پیشرفت بسوی درک متون تفصیلی رافراهم نماید .

د . ا ــ تیلور

بسم الله الرحمن الرحیم

با توجه به هدف مقدس خودکفائی در زمینه های آموزشی و نیاز مبرم به تخفیف وابستگی به کشورهای خارجی، از جمله اقدامات انجام شده در سالهای اخیر برگزاری دوره های مهندسی دریائی در میهن اسلامی بوده که بدین لحاظ تهیه متون درسی از اولویت خاصی برخوردار گردید.

کتاب حاضر علاوه بر آنکه کتابی پایه در اصول مهندسی دریائی است از طبیعتی ساده و روان برخوردار بوده و عاری از تکلفات و فرمول های پیچیده ریاضی است و علت انتخاب نیز بهمین سبب میباشد.

در ترجمه نیز سعی در حفظ امانت و سبک خاص نویسنده شده و بر این اعتقاد، در بعضی موارد حفظ سبک بر روانی متن رجحان یافته است. همچنین دقت بسیار بر آن بوده که دخل و تصرفی در جهت ساده تر نمودن متن بعمل نیاید.

رجاء واثق داریم که صاحبنظران و اساتید محترم از تذکرات سودمند و اشاره به لغزشهای احتمالی دریغ نورزیده و از پیشنهادات اصلاحی در جهت بهبود کیفیت کتاب ما را بهره مند سازند.

امید است که انتشار این کتاب بمنزله کوششی نخستین در راه اشاعه علوم مهندسی دریائی تلقی شود و آغازگر راهی باشد که میهن اسلامی ما را در این رشته نوپا بسوی خودکفائی سوق دهد.

ومنا ... التوفیق

امور آموزش و پژوهش کشتیرانی ج. ا. ا.

فهرست مطالب

فصل اول	:	کشتی ها و ماشین آلات
فصل دوم	:	موتورهای دیزلی
فصل سوم	:	توربین های بخاری وملحقات آنها
فصل چهارم	:	دیگ های (مولدهای) بخار
فصل پنجم	:	سیستمهای تغذیه (دیگ بخار)
فصل ششم	:	پمپ ها و سیستم پمپاژ
فصل هفتم	:	ماشین آلات فرعی
فصل هشتم	:	سوخت ، روغن وعملیات بهسازی آنها
فصل نهم	:	تبرید ، تهویه مطبوع و هواکشی
فصل یازدهم	:	محور و پروانه
فصل دوازدهم	:	سیستم هدایت کشتی
فصل سیزدهم	:	آتش نشانی و ایمنی
فصل چهاردهم	:	دستگاههای برقی
فصل پانزدهم	:	ابزار دقیق و کنترل
فصل شانزدهم	:	مواد مهندسی
فصل هفدهم	:	نگهبانی و کاردستگاهها
* ضمیمه	:	

فصل اول: کشتی‌ها و ماشین آلات

کشتی ها ۲۱
ماشین آلات ۲۲
موتورهای دیزلی سرعت کم ۲۳
موتورهای دیزلی سرعت متوسط با دنده تقلیل ۲۵
توربین بخاری ۲۷
طرز کار ونگهداری ۳۰

فصل دوم: موتورهای دیزلی

چرخه چهار زمانه (چهار ضربه‌ای) ۳۱
چرخه دو زمانه ۳۳
موتورهای چهار زمانه ۳۷
موتورهای دوزمانه ۴۰
مقایسه سیکل های دوزمانه و چهار زمانه ۴۱
اندازه گیری توان ۴۱
دستگاه اندازه گیری توان موتور ۴۲
پیچش سنج (تورشن متر) ۴۳
عمل تعویض گاز ۴۳
تنظیف ۴۵
آتش سوزی درمحفظه هوای مورد نیاز احتراق ۴۷

سیستم سوخت ۴۷
سوخت رسانی موتورهای دو زمانه ۴۸
تزریق سوخت ۵۰
سیستم پمپ ضربه‌ای ۵۰
سیستم ریل مشترک ۵۱
پمپ سوخت ۵۲
سوپاپ تنظیم زمان (تایمینگ) ۵۴
سوخت پاش ۵۵
روغنکاری و (لغزنده سازی) ۵۶
سیستم روغن موتور ۵۷
روغنکاری سیلندر ۵۸
خنک کنندگی ۵۹
سیستم خنک کننده آب شیرین ۵۹
سیستم خنک کننده آب دریا ۶۱
سیستم هوای استارت ۶۲
کنترل و دستگاه های ایمنی ۶۵
ناظم ها (گاورنرها) ۶۵
ناظم مکانیکی ۶۵
ناظم برقی ۶۷
شیر ایمنی سیلندر ۶۷
نشان دهنده بخار روغن محفظه میل لنگ ۶۹
شیر فشارشکن انفجار ۶۹
دستگاه گرداننده موتور ۷۱
موتورهای دیزلی سرعت کم و سرعت متوسط ۷۱

کوپلینگ ها و کلاج ها و جعبه دنده ها ۷۲
کوپلینگ ها ۷۳
کلاج ها ۷۳
جعبه دنده ها ۷۵
تغییر جهت دوران موتور ۷۵
نمونه هائی از موتورهای دیزلی دریائی ۷۸
داکسفورد Daxford ۷۸
سولزر Sulzer ۸۰
پیل استیک Pielstick ۸۳
طریقه عملکرد ۸۵
مهیا کردن موتور برای حالت آماده باش ۸۵
استارت زدن موتور ۸۶
معکوس کارکردن ۸۶

فصل سوم: توربین های بخاری و ملحقات آنها

انواع توربین ۹۰
ضربه‌ای ۹۰
واکنشی (راکسیونی) ۹۱
ترکیبی (کمپوند) ۹۲
بهره برداری مجدداز گرما ۹۴
انواع توربینهای مشهور ۹۴

نظم وترتیب توربین ها برای عقب رفتن ۹۴
ساختمان توربین ۹۵
رتور ۹۶
پره ها ۹۷
نیروی محوری ۹۸
غیرقابل نفوذ سازی ۹۹
دیافراگم ها ۱۰۰
شیپوره ها ۱۰۱
تخلیه ها ۱۰۳
یاتاقان ها ۱۰۳
سیستم روغنکاری ۱۰۴
نظم وترتیب انبساط ۱۰۵
کنترل توربین ۱۰۷
حفاظت توربین ۱۰۷
دنده ها ۱۰۸
کوپلینگ های ارتجاعی ۱۱۰
گرداننده برقی موتور ۱۱۲
عملیات قبل ازشروع ۱۱۲
گرم کردن یک توربین بخاری ۱۱۲
مانوردادن ۱۱۴
کارمعکوس زمان اضطراری ۱۱۴
سرعت کامل در دریا ۱۱۵
ورود به بندر ۱۱۵

فصل چهارم: دیگ‌های (مولدهای) بخار

انواع دیگ های بخار ۱۱۹
دیگهای بخار لوله آبی ۱۱۹
ساختمان دیواره آتشدان (محفظه احتراق) ۱۲۶
دیگهای بخار لوله دودی (آتشی) ۱۲۸
دیگ بخار کوخران Cochran ۱۲۸
دیگ بخار آجاری Spanner ۱۲۹
نظم وترتیب سایر دیگ های بخار ۱۳۰
مولد بخار به بخار ۱۳۱
دیگ بخار تبخیر دوگانه ۱۳۲
مبدلهای گرمائی گازهای اگزوز ۱۳۲
نظام مولد بخار فرعی ۱۳۲
دیگهای بخار گازهای اگزوز ۱۳۳
ملحقات دیگ بخار ۱۳۴
شیرهای اطمینان ۱۳۴
شیر اصلی بخار ۱۳۴
شیر فرعی بخار ۱۳۴
شیرکنترل با شیر بازدید آب تغذیه دیگ بخار ۱۳۵
عمق سنج ۱۳۵
اتصال فشار سنج ها ۱۳۵
شیر خروجی هوا ۱۳۵

اتصال برای نمونه برداری ۱۳۵
شیر تخلیه آب دیگ بخار ۱۳۶
شیر تخلیه کف های دیگ بخار ۱۳۶
شیر سوت ۱۳۶
ملحقات دیگ بخار (دیگ بخار لوله آبی) ۱۳۶
تنظیم کننده خودکار آب تغذیه ۱۳۶
آژیر ارتفاع کم آب دردیگ بخار ۱۳۷
شیرهای سیرکولاسیون سوپرهیتر ۱۳۷
ارتفاع سنج های آب ۱۳۷
شیرهای اطمینان ۱۴۱
احتراق ۱۴۴
هوارسانی ۱۴۴
سوخت رسانی ۱۴۵
احتراق سوخت ۱۴۷
خالص بودن آب تغذیه دیگ بخار ۱۴۹
ناخالصی های متداول ۱۵۰
بهسازی آب تغذیه دیگ بخار ۱۵۰
کاردیگ بخار ۱۵۱
آماده سازی دیگ بخار ۱۵۲
شروع بخار سازی ۱۵۲
دیگ های بخار ذغال سنگی ۱۵۳

فصل پنجم: سیستمهای تغذیه (دیگ بخار)

سیستم تغذیه باز ۱۵۸
سیستم تغذیه بسته ۱۶۰
سیستم تغذیه فرعی (کمکی) ۱۶۳
قطعات سیستم ۱۶۴
چگالنده (کندانسور) ۱۶۴
پمپ مکشی ۱۶۷
افشانک هوا ۱۶۷
مبدل های گرمائی ۱۶۹
هواگیر ۱۷۱
پمپ تغذیه ۱۷۳
گرم کننده تغذیه (آب) فشار زیاد ۱۷۵
کارتعمیر ونگهداری ۱۷۵

فصل ششم: پمپ ها و سیستم پمپاژ

پمپ ها ۱۷۷
انواع پمپ ها ۱۸۱
نوع انتقالی ۱۸۱
پمپ جریان محوری ۱۸۵
پمپ سانتریفیوژ (گریزازمرکز) ۱۸۷
روفنده Ejector ۱۹۴

سیستم لوله ها ۱۹۴
لوله ها ۱۹۵
شیرها ۱۹۶
شیرهای سماوری ۱۹۶
شیر فلکه کره‌ای ۱۹۷
شیر فلکه کشوئی ۱۹۹
شیرهای اطمینان ۲۰۰
شیرهای سریع القطع ۲۰۱
شیر مرکب ۲۰۲
سایر منصوبات (ملحقات) ۲۰۳
سیستم های تعادل کشتی و خن موتورخانه ۲۰۵
سیستم خن ۲۰۵
سیستم های تعادل ۲۰۷
سیستم آب مصرفی کشتی (آب شیرین جهت خدمه) ۲۰۷

فصل هفتم: ماشین آلات فرعی

کمپرسورهای هوا ۲۱۰
مبدل های گرمائی ۲۱۶
خنک کننده ها ۲۱۶
خنک کننده های بشکه‌ای ۲۱۶
خنک کننده های صفحه‌ای ۲۱۸
طرزکار سرد کننده ها ۲۱۸

تعمیر ونگهداری ۲۲۰
گرم کننده ها ۲۲۱
سیستم های تقطیر آب ۲۲۱
روش بجوش درآوردن ۲۲۲
روش تبخیر آنی ۲۲۳
تعمیر ونگهداری ۲۲۵
جداکننده آب و رو غن (دستگاه تصفیه ضایعات سوختی و روغنی) .. ۲۲۵
استحاله فاضلاب ۲۲۸
استحاله شیمیائی فاضلاب ۲۲۸
استحاله بیولوژیکی فاضلاب ۲۳۰
دستگاه سوزاننده ضایعات ۲۳۲

فصل هشتم: سوخت، روغن و عملیات بهسازی آنها

سوخت ها ۲۳۵
روغن های موتور ۲۳۷
بهسازی روغن ۲۴۰
سانتریفیوژ کردن ۲۴۰
عمل خالص سازی Purifying ۲۴۱
عمل جداسازی (تصفیه) Clarifying ۲۴۲
دیسک های کاسه‌ای شکل ۲۴۲
کار غیر ممتد ۲۴۳
کار ممتد ۲۴۳

تعمیر ونگهداری ۲۴۵
سانتریفیوژ کردن روغن موتور (تصفیه روغن موتور) ۲۴۵
موتورهای دیزلی ۲۴۵
توربین های بخاری ۲۴۶
صافی ها ۲۴۶

فصل نهم: تبرید، تهویه مطبوع وهواکشی

تبرید ۲۴۹
سرمازاها (مبردها) ۲۵۱
سرمازاهای اولیه ۲۵۱
سرمازاهای ثانویه ۲۵۳
اجزاء سیستم ۲۵۴
کمپرسورها ۲۵۴
چگالنده ها (کندانسورها) ۲۵۷
تبخیر کننده ها (اواپراتورها) ۲۵۷
شیرهای کنترل جریان سرمازا ۲۶۰
سایر ملحقات سیستم ۲۶۱
تبرید محموله ۲۶۲
اشکالات سیستم ۲۶۶
تهویه مطبوع ۲۶۷
هواکشی ۲۷۱

فصل دهم: ماشین آلات عرشه و وسایل بدنه

بخار ۲۷۵
سیستم های هیدرولیک ۲۷۵
عمل برقی ۲۷۶
وسائل طناب کشی (برای مهار کشتی) ۲۷۷
وسائل جابجائی لنگر (لنگر کشی و لنگر اندازی) ۲۷۸
دستگاه های جابجائی محموله ۲۸۰
تعمیر ونگهداری ۲۸۳
درب های انبار ۲۸۳
سیستم های پایداری کشتی ۲۸۶
پایداری از نوع بالهای ۲۸۶
پایدار کننده مخزنی ۲۸۹
دربهای غیر قابل نفوذ ۲۹۰
پروانه قسمت کمانی سینه ۲۹۳
وسائل ایمنی ۲۹۴
وسائل اضطراری ۲۹۴
وسائل بقا ۲۹۷
سوت (بوق) کشتی ۳۰۱

فصل یازدهم: محور و پروانه

مجموعه (بلوک) فشارمحوری ۳۰۳

یاتاقانهای محور ۳۰۵
یاتاقان محور انتهائی (محل خروج محورازبدنه کشتی) ۳۰۸
محورها ۳۰۹
پروانه ۳۰۹
نصب پروانه ۳۱۲
پروانه گام متغیر ۳۱۳
ایجاد حفره (کاویتاسیون) ۳۱۳
تعمیر و نگهداری پروانه ۳۱۵

فصل دوازدهم: سیستم هدایت کشتی

پمپ های ظرفیت متغیر ۳۱۷
کنترل تله‌موتور ۳۲۲
کنترل برقی ۳۲۴
واحدهای قدرت ۳۲۶
نوع بازوی الکتریکی ۳۲۶
نوع پره دورانی ۳۲۵
دستگاه فرمان تمام برقی ۳۲۶
سیستم دوبله دستگاه فرمان سکان ۳۳۹
آزمایش دستگاه فرمان سکان ۳۴۱

فصل سیزدهم: آتش نشانی و ایمنی

آشکار سازی ۳۴۴
آژیر ۳۴۷
کنترل آتش ۳۴۸
وسائل آتش نشانی ۳۴۸
خاموش کن های قابل حمل ۳۴۸
خاموش کن نوع سودا ـ اسید ۳۴۸
آتش خاموش کن نوع کفی ۳۵۰
کف شیمیائی ۳۵۰
کف مکانیکی ۳۵۱
خاموش کن نوع گاز کربنیکی ۳۵۱
آتش خاموش کن از نوع پودر خشک ۳۵۳
تعمیر ونگهداری و آزمایش ۳۵۴
دستگاههای خاموش کن ثابت ۳۵۵
خطوط اصلی آب آتش نشانی ۳۵۵
آب افشانی خودکار ۳۵۶
سیستمهای کف ۳۵۹
سیلاب گاز کربنیک ۳۶۰
گاز بی اثر ۳۶۲
مولد گاز بی اثر ۳۶۲
بی اثر کردن گاز دودکش ۳۶۴
سیستم هالون ۳۶۴

استراتژی اطفاء حریق ۳۶۶
محل زندگی خدمه ۳۶۷
فضای ماشین آلات (موتورخانه) ۳۶۸
فضای محمولات ۳۶۹
آموزش و آگاهی ۳۷۰
دستگاه تنفس مصنوعی ۳۷۲
عادات‌کاری‌ایمن و صحیح ۳۷۳

فصل چهاردهم: دستگاه‌های برقی

برق جریان متناوب و جریان مستقیم ۳۷۶
رده بندی ماشین ها ۳۷۷
انواع حفاظت ها (از نظر عوامل خارجی) ۳۷۷
مولدهای جریان مستقیم ۳۷۸
توزیع برق جریان مستقیم ۳۸۰
تغذیه جریان مستقیم ۳۸۳
مولدهای جریان متناوب ۳۸۵
سیستم توزیع ۳۸۹
تغذیه برق جریان متناوب ۳۹۱
موتورهای جریان مستقیم ۳۹۳
موتورهای جریان متناوب ۳۹۷
تعمیرات و نگهداری ۴۰۰

باطریها ۴۰۲
باطری اسید ـ سرب ۴۰۲
باطری قلیائی ۴۰۳
انتخاب باطری ۴۰۴
مشخصات عملکرد باطریها ۴۰۴
تعمیر و نگهداری ۴۰۵
سیستم کنترل سرعت وارد ـ لئونارد ۴۰۹
برق رسانی از طریق مولد برقی اضطراری ۴۱۰
چراغهای دریانوردی ۴۱۱
اندازه گیری مقاومت عایق ها ۴۱۲
خطرات برقی ۴۱۴

فصل پانزدهم: ابزار دقیق و کنترل

اندازه گیری فشار ۴۱۵
مانومتر ۴۱۶
بارومتر ۴۱۷
فشار سنج بوردون Bourdon ۴۱۸
دستگاه های دیگر ۴۲۰
اندازه گیری دما ۴۲۱
دماسنج شیشه‌ای (مایع درشیشه) ۴۲۱
دماسنج فلزی (مایع درفلز) ۴۲۲

دماسنج نوار دوفلزی (بی متال) ۴۲۲
زوج گرمائی (ترموکوپل) ۴۲۳
ترمیستور ۴۲۴
اندازه گیری ارتفاع (عمق) ۴۲۴
عمق سنج نوع شناور ۴۲۴
دریچه های شیشه‌ای مدرج یا بازدید ۴۲۵
درجه پنوماتیک ۴۲۵
اندازه گیری جریان مایع (فلو) ۴۲۶
اندازه گیری کمیت ۴۲۶
اندازه گیری سرعت جریان ۴۲۷
لوله ونتوری Ventury ۴۲۷
صفحه روزنه‌ای ۴۲۸
سایر متغیرها ۴۲۹
دستگاه اندازه گیری بابوبین متحرک ۴۲۹
دورسنج ها ۴۳۱
مکانیکی ۴۳۱
برقی ۴۳۱
تاب سنج (پیچش سنج) ۴۳۴
تاب سنج کرنشی ۴۳۴
پیچش سنج ترانسفورمری ۴۳۵
پیچش سنج تنش مغناطیسی ۴۳۶
اندازه گیری غلظت ۴۳۸
دستگاه تست اکسیژن ۴۳۸
کنترل روغن درآب ۴۴۱

تئوری کنترل ۴۴۲
فرستنده ها ۴۴۵
پنوماتیک ۴۴۵
برقی ۴۴۷
هیدرولیک ۴۵۰
واکنش سیستم کنترل ۴۵۰
عمل کنترل کننده ۴۵۰
عمل تناسبی (کنترل‌کننده) ۴۵۲
عمل انتگرال ۴۵۳
عمل مشتقی ۴۵۳
کنترل کننده ها ۴۵۴
واحد تنظیم ۴۵۹
شیر کنترل پنوماتیک ۴۵۹
کارعمل کننده ۴۹۱
سیستم های کنترل ۴۶۱
سطح (ارتفاع) آب دیگ بخار ۴۶۱
کنترل فشار بخار اگزوز ۴۶۴
کنترل دمای بخار ۴۶۶
کنترل احتراق دیگ بخار ۴۶۶
کنترل دمای آب سرد کننده (پوسته موتور) ۴۶۸
کنترل مرکزی ۴۷۱
فضای ماشین آلات بدون پرسنل (موتورخانه خودکار) ۴۷۲
کنترل از اتاق فرماندهی (اتاق هدایت عملیات) ۴۷۴
کنترل برق رسانی ۴۷۸

فصل شانزدهم: مواد مهندسی

خواص مواد ۴۸۱
آزمایش فلزات ۴۸۲
آزمایش کشش ۴۸۳
آزمایش ضربه (برخورد) ۴۸۵
آزمایش سختی ۴۸۶
آزمایش خزش ۴۸۶
آزمایش خستگی ۴۸۶
آزمایش خمش ۴۸۷
آزمایش غیر تخریبی ۴۸۷
تولید آهن و فولاد ۴۸۸
عملیات حرارتی (جهت بهسازی) ۴۸۹
شکل دهی (گیری) فلز ۴۹۰
فلزات و آلیاژهای رایج ۴۹۲
فولاد ۴۹۲
آلومینیوم ۴۹۴
مس ۴۹۴
روی ۴۹۴
برنج ۴۹۴
مفرغ ۴۹۴
نیکل ــ مس ۴۹۴
فلز سفید (فلز یاتاقان) ۴۹۵

غیر فلزات (عناصر غیر فلزی) ۴۹۵
پنبه نسوز ۴۹۶
پنبه ۴۹۶
پلاستیک های تقویت شده با شیشه (جی . آر . پی) ۴۹۶
لیگنام ویتا ۴۹۶
نایلون ۴۹۶
پلی تترافلور اتیلن (پی.تی.اف.ئی) ۴۹۶
پلی وینیل کلرید (پی .وی.سی) ۴۹۷
صمغ ۴۹۷
لاستیک ۴۹۷
متصل کردن فلزات ۴۹۷
زنگ زدگی ۴۹۸
حفاظت کاتودی ۵۰۰

فصل هفدهم: نگهبانی و کاردستگاه ها

واحد مهندسی ۵۰۱
سیستم نگهبانی ۵۰۲
کارنگهبانی ۵۰۳
کارموتورخانه های خودکار UMS ۵۰۸

ضمیمه

سیستم آحاد بین المللی ۵۰۹
اصطلاحات مهندسی ۵۱۲
جرم ۵۱۳
نیرو ۵۱۳
کار ۵۱۳
توان ۵۱۳
انرژی ۵۱۴
فشار ۵۱۴
حجم ۵۱۵
دما ۵۱۵
گرما ۵۱۵
اندازه گیری توان ۵۱۶
توان نشانگر (توان موجوددرسیلندر) ۵۱۶
توان محور (توان مفید) ۵۱۹
مثال ۵۲۰
بازده مکانیکی ۵۲۰
استفاده از توان ۵۲۰
برآورد (تخمین) توان ۵۲۲
برآورد (تخمین) سوخت ۵۲۳
رسم مهندسی ۵۲۶

فصل ۱

کشتی‌ها و ماشین آلات

برای کسب آشنائی مقدماتی بامبحث مهندسی دریائی ، لازم است که درابتدا یک نظر کلی به کشتی بیندازیم . وظائف مختلف یک مهندس دریائی (کشتی) همگی در ارتباط با عملکرد ایمن ، مطمئن ، کارآ و اقتصادی کشتی است . ماشین آلات اصلی رانش کشتی تاثیر مستقیم در روی جانمائی ماشین آلات گذاشته ، تعیین کننده نوع و محل استقرار سایر تجهیزات و ماشین آلات فرعی میباشد . این موارد به نوبه خود تعیین کننده نیازهای کاری و نگهداری کشتی بوده و درنتیجه سطح آگاهی مورد نیاز مهندس دریائی و وظائف وی رامعین میکند .

کشتی ها

کشتیها وسائط نقلیه بزرگ و پیچیده‌ای هستند که می بایست برای مدت طولانی در محیط دریائی بااطمینان زیاد ، بکار خود ادامه بدهند . یک کشتی محصول دو حوزه تخصص اصلی میباشد : آرشیتکت دریائی و مهندس دریائی . کار آرشیتکت دریائی در ارتباط با بدنه ، ساختمان و شکل آن ، قابل زیست بودن آن و قابلیت تحمل کشتی درمحیط پیرامون خود میباشد . مهندس دریائی مسئول سیستمهای رانش و عملیاتش کشتی است . منظورما بطور اخص تر ، آن ماشین آلاتی هستندکه برای رانش کشتی ، سیستم فرمان ، لنگراندازی و

و مهار کشتی ، تخلیه و بارگیری محموله ، تهویه مطبوع ، تولید نیرو و توزیع آن بکار میروند. ناگفته نماند که بین وظائف آرشیتکت و مهندس دریائی ، درمواردی مانند طراحی پروانه ، تقلیل صدا و ارتعاشات دراسکلت کشتی و بسیاری خدمات مهندسی دیگر تداخل چندی وجود دارد .

یک کشتی بطورمنطقی به سه قسمت معین تقسیم میگردد : انبارها یامخازن حمل کالاها ، محل زندگی خدمه و محل نصب ماشین آلات . بسته به نوع کشتی ، تقسیمات مذکور ابعاد و عملکرد خاصی را دارا خواهد بود . بطورمثال فضای حمل کالای یک نفتکش بوسیله دو تیغه طولی و چندین تیغه عرضی به مخازنی چند تقسیم بندی شده است . تعداد بسیار زیادی لوله های انتقال مواد دربالا و زیر عرشه تعبیه گردیده است . کشتی حمل کالاهای متفرقه به انبارهای مختلفی برای حمل بار مجهز گشته که عرض کامل کشتی راا شغال میکنند . این انباره ها بوسیله تیغه های عرضی ایجاد گردیده و درسرتاسر طول کشتی ادامه می یابند . ـ دستگاههای جابجائی کالا ، روی عرشه استقرار یافته اند و انباره ها دارای دهانه های بزرگی هستند که توسط درپوشهای فولادی بسته میشوند . فضای مسکونی هرکدام از انواع این کشتیها باندازه‌ای است که نیازهای زیستی خدمه رابرآورده ساخته ، پل فرماندهی (ناوبری) و مرکز مخابرات رادرخود جای میدهد . فضای مورد نیاز دستگاهها بستگی به ماشین آلات وتجهیزات کمکی دارد . مثلا " دریک کشتی مسافربری به محل اقامت مسافران فضای وسیعی تخصیص داده شده است ، زیرا دراین نوع کشتی درحقیقت این فضا بمثابه انبار کالا درکشتیهای دیگر است . بهمین دلیل فضای مورد نیاز این موتورخانه احتمالا " بزرگتر از فضای مورد نیاز موتورخانه کشتیهای باری خواهد بود ، زیرا درکشتیهای مسافربری ، دستگاههای تهویه مطبوع ،دستگاههای حفظ توازن وسایر وسائلی که در ارتباط بامسافران نصب میشوند بزرگتر و بیشتر است .

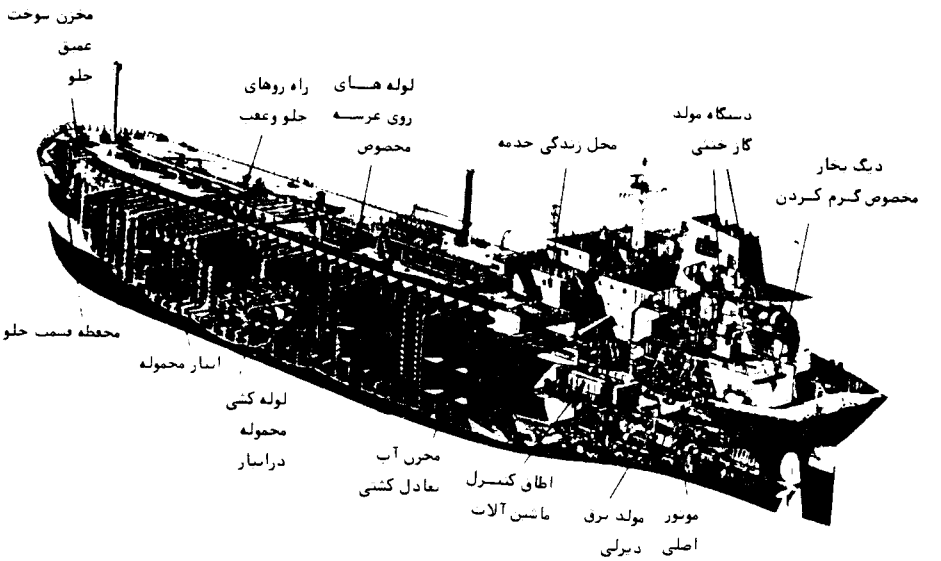
ماشین آلات

امروزه ماشین آلات کشتی درسه ترکیب اساسی نصب میشوند . مزایای هرکدام بردیگری باپیشرفت تکنولوژی و عوامل اقتصادی مانند تغییر قیمت نفت ، متغیر است . درنتیجه آنچه در

اینجا مورد نظرمیباشد ترکیب استقرار ماشین آلات از نقطه نظر مهندسی است . این سه نوع ترکیب عبارتند از : بهره گیری از موتورهای دیزلی دورکم باکوپل مستقیم ، موتورهای دیزلی دورمتوسط باجعبه دنده و بالاخره توربینهای بخاری مجهز به جعبه دنده جهت اتصال به پروانه .

موتوردیزلی سرعت کم

تصویر برش داده شده یک کشتی کامل درشکل (۱ ــ ۱) نشان داده شده است .در اینجا علاوه برفضای تخصیص داده شده به ماشین آلات (موتورخانه) ، ساختمان بدنه ، مخازن کالا ، لوله های حمل بار و ماشین آلات عرشه دیده میشود .



شکل (۱ ــ ۱) برش رسم یک نمونه کشتی

درشکل (۱ ــ ۱) فشردگی و طبیعت پیچیده نصب ماشین آلات و دو واحد مهم یعنی موتوراصلی و مولد بخار که جهت گرم کردن محموله بکارمیرود بوضوح دیده میشود .نقشه های متداول تر از استقرار ماشین آلات (موتورخانه با دونمای بالا و روبرو)درشکل (۲ ــ ۱) ــ دیده میشود . مقایسهٔ شکلهای (۱ ــ ۱) و (۲ ــ ۱) درک بهتری از جانمائی ماشین‌آلات را به کسانی میدهد که تاکنون درموتورخانه یک کشتی نبوده‌اند .

درترکیب ماشین آلات یک کشتی روغن بر بزرگ (روغن خوراکی) ازیک موتور دیــزلی شش سیلندر بعنوان محرک مستقیم استفاده شده است . پروانه گام ثابت با ۱۲۲ دوردردقیقه به حرکت درمیآید . سه مولد برق دیزلی باتعداد زیادی از انواع مختلف پمپها برای انجــام کارهای مختلف درطبقه تحتانی نصب گردیده اند .

درطبقه پائین تر کمپرسورها و مخازن هوای فشرده ، دستگاه تصفیه ضایعات ســـوختی روغنی ، دستگاههای آماده ساز سوخت و روغن و سردکننده های مختلف قرارگرفته‌اند .هــم ــ چنین دراین طبقه دستگاه آب شیرین کن (دستگاه تولید آب شیرین از آب دریا) ، دســتگاه استحاله فاضلاب (سپتیک) و چهار پمپ توربینی مخصوص بارگیری و تخلیه بچشم میخورند .

درعقب طبقهٔ بالاتر یک مولد بخار برای گرم کردن محمولهٔ کشتی و یک دیگ بخار ــ کوچک فرعی وجوددارد . کارگاهها و انبارهای لوازم یدکی ، اتاق کنترل اصلی ، واحد تصفیه آب و چگالنده پمپ مواد در باقیمانده فضای طبقه مذکور نصب شده اند .

درقسمت دودکش یک دیگ بخار اگزوز باجرقه گیر و صداگیر قرارگرفته است . دســتگاه تهیه گازهای خنثی (Inert Gas) نیز درهمین قسمت قراردارد .

موتورهای دیزلی سرعت متوسط با دنده تقلیل

دو موتور دیزلی سرعت متوسط (۵۰۰ دور دردقیقه) درجانمائی ماشین آلات یک روغن بر (خوراکی) درشکل (۳ــ ۱) دیده میشوند . جعبه دنده بوسیله یک محور تکی محرک با دور ۱۱۵دور دردقیقه به یک پروانه با گام متغیر متصل گردیده است . جعبه دنده همچنین دارای دو خروجی جهت محورهای دو مولد برق میباشد که نیروی الکتریکی مورد نیاز جهت پمپاژ محموله درساحل را و یا تمام قدرت مورد نیاز در دریا راتامین میکند .

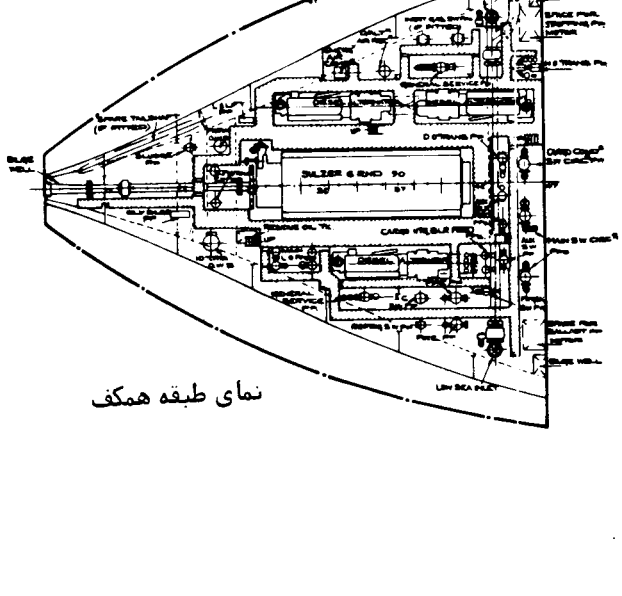
پمپهای مختلف موتوراصلی و سایر تاسیسات کشتی دراطراف موتوراصلی و در طبقهٔ تحتانی قرارگرفته اند . دریک نیم طبقه بالای این قسمت موتورهائی قراردارند که از طریق کاسه نمدهای گاز بندی شدهٔپمپهای تخلیه مواد راکه دراتاق پمپهای پائین واقع شده اند به حرکت درمیآورند .

درطبقه پائین تر مبدل های گرمائی برای پوسته های موتور ، روغن موتور و سوخت ــ پاشها (انژکتورهای سوخت) قراردارند . دستگاه تصفیه سوخت و دو مولد برق دیزلی نیز درهمین طبقه نصب هستند .

درطبقه بالائی مخازن مختلف ، انبارهای لوازم یدکی و غیره ... و یک کارگاه تعمیراتی قراردارد . درقسمت جلوی این طبقه اتاق کنترل اصلی واقع شده است که میز کنترل اصلی ، یک تابلوی سیستم نیرو و تابلوی مجتمع استارت درآن نصب هستند . یک کارگاه برق که شامل یک ترانسفورمر برق نیز میباشد دراتاق کنترل قرارگرفته است . درعقب این طبقه، یک دیگ بخار فرعی و دو دیگ بخار که از بخار تولید شده آنها جهت گرم کردن محموله استفاده میگردند،نصب اند . درهمین طبقه ، دستگاه تصفیه ضایعات روغنی و سوختی ، ــ چندین کمپرسور هوا و مخازن هوای فشرده نیز واقع شده اند .

درجداره دودکش ها ، صداگیرهائی برای موتورهای اصلی و مولدهای برق جاسازی شده است .

دید روبرو از سمت چپ



نمای طبقه همکف

شکل (۲ – ۱) نظم‌وترتیب ماشین آلات سرعت کم

توربین بخاری

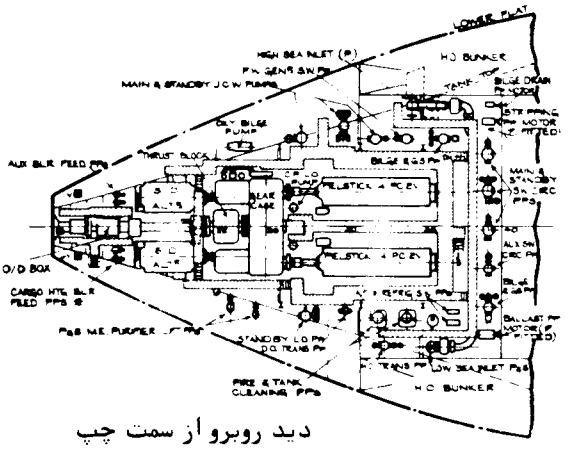
شکل (۴ ــ ۱) جانمائی ماشین آلات رادریک " کانتینربر " نشان داده که دو توربین بخاری مرکب دو قلو درآن مشخص میباشد . بدلیل قرینه بودن جانمائی ، فقط قسمتی از نمای موتورخانه نشان داده شده است . هردستگاه توربین از طریق جعبه دنده تقلیل دوگانه وپاشنه یاتاقان جداگانه ، پروانه گام ثابت خودرابه چرخش درمیآورد . چگالنده هائی زیر هریک از ــ توربینهای فشارکم نصب و طوری ترتیب داده شده اند که درزمان کارکرد با قدرت کامل ازروش گردش آب بوسیله اسکوپ SCOOP استفاده نموده و زمان مانور کشتی از روش گردش آب بوسیله پمپ محوری استفاده میکنند .

درطبقه تحتانی کشتی مذکور و دراطراف ماشین آلات اصلی ، پمپهای تاسیسات وپمپ ــ های موتوراصلی ، یک دیگ بخار کمکی و یک دستگاه استحالهٔ فاضلاب (سپتیک) قراردارند . سه مولد برق دیزلی درپشت یک پرده صداگیر نصب میباشند .

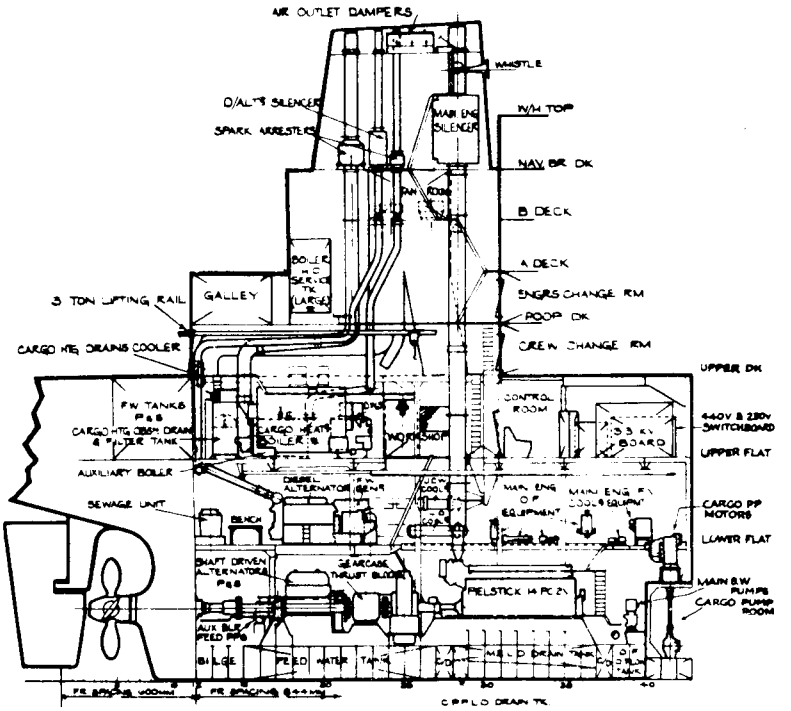
طبقه ۸/۵ متری درهرطرف خود یک مولد برق بخاری و پنکه های هوارسانی دیگ هـای بخار اصلی راجای میدهد . پمپهای آبرسانی دیگ بخار و سایر دستگاههای مربوط به تغذیـــه دیگ نیز درهمین طبقه قرارداده شده اند . دو دیگ بخار اصلی عقب همین قسمت رااشغـــال کرده و طوری قرار گرفته اند که اشتعال آنها از قسمت سقفشان انجام میپذیرد . دو دســـتگاه برای تقطیر آب درجلو و واحد آبرسانی برای مصرف خدمه درعقب قرارگرفته است .

اتاق کنترل بطرف جلوی طبقه ۱۲/۳ متری واقع شده که شامل میزهای کنترل ماشین‌آلات اصلی و کمکی میباشد . تابلوی اصلی کلیدها و تابلوهای مجتمع استارت درسمت جلوی میزهای کنترل واقع شده اند که روی آنها بطرف فضای ماشین آلات میباشد .

اگرچه کنترل اصلی دیگهای بخار از اتاق کنترل اصلی صورت میگیرد ولی درطبقه ۱۶/۲ متری نیز دستگاههای کنترل احتراق برای هریک از دیگهای بخار و تابلوهای نمایش آنها بچشم میخورد . واحد پمپاژ و گرم کننده های سوخت مورد نیاز دیگ بخار نیز دراینجا قرارگرفته اند. هواگیر بخارات و صداگیرهای مولدهای برق دیزلی درسطح بالاتری و درجداره دودکشها نصب شده اند .

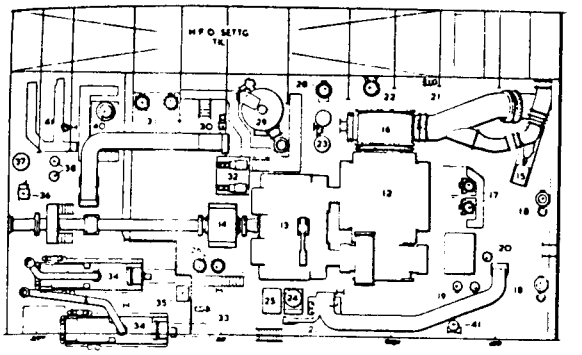


دید روبرو از سمت چپ

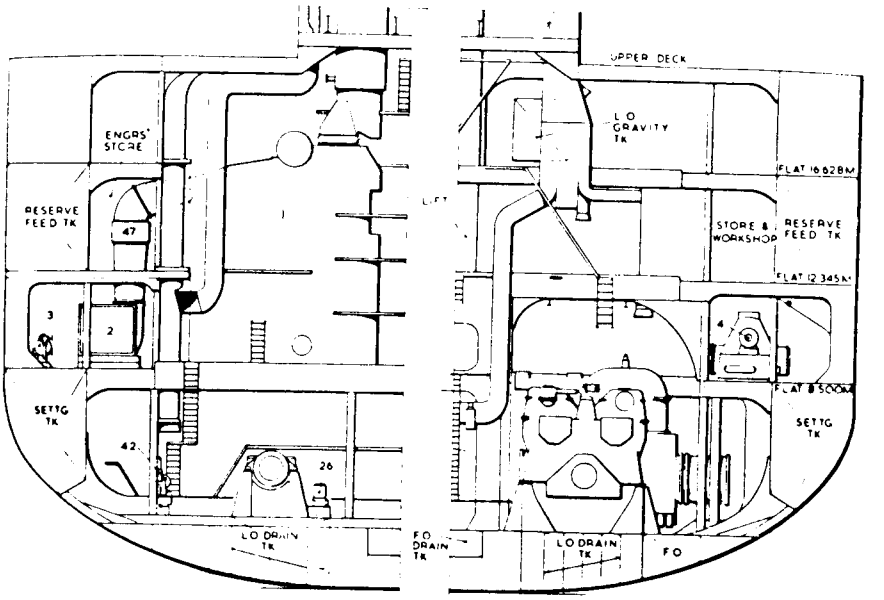


نمای طبقه همکف

شکل (۳ ــ ۱) نظم وترتیب ماشین آلات دیزلی سرعت متوسط



a



b

شکل ۴–۱ نظم‌وترتیب ماشین آلات توربین بخاری

۱ – دیگ بخار
۲ – پمپ تغذیه اصلی
۳ – پمپ تغذیه اصلی
۴ – توربو آلترناتور
۷ – مبخیر کننده (اواپراتور)
۱۱ – مخزن آب شیرین (تحت فشار)
۱۲ – توربین های اصلی
۱۳ – جعبه دنده
۱۴ – ضربه گیر (کنده فشار محوری)
۱۵ – پمپ اصلی گردشی اب دریا
۱۶ – چگالنده اصلی
۱۷ – پمپ هواگیر اصلی
۱۸ – پمپ خن / آب تعادل
۱۹ – پمپ هواگیری مخزن دریوها
۲۱ – پمپ توربو آلترناتور
۲۲ – سردکننده روغن
۲۶ – پمپ های روغن
۲۸ – پمپ آب آتش نشانی
۲۹ – دیگ‌بخار کمکی
۳۰ – گرم کننده آب تغذیه دیگ بخار فرعی
۳۱ – پمپ استعمال سوخت
۳۲ – پمپ استعمال دیزل
۳۴ – مولد برق دیزلی
۳۵ – کنترل مولد برق دیزلی
۴۱ – پمپ گردشی سوخت
۴۲ – پمپ خن روغنی
۴۳ – گرم کننده هوا / بخار

طرزکار و نگهداری

وظائف مهندس دریائی منحصر به کار درمنطقه ماشین آلات موتورخانـــــه نمیشود . شرکت های مختلف قوانین مختلفی دارند،امابهرحال کلیه ماشین آلات کشتی به اســـتثنـای دستگاههای مخابراتی توسط مهندس دریائی (مهندس کشتی) تعمیر و نگهداری میگردند . از وجود مهندس برق درکشتی های بسیار بزرگ استفاده میشود ، اما اگرمهندس برق دردسترس نباشد تعمیر و نگهداری دستگاههای برقی نیز توسط مهندس کشتی صورت میپذیرد .

نتیجتا " آموزشهای کامل عملی وتئوریک برای تربیت مهندس کشتی مورد نیازاستاوباید طبق نیازهای کاری ، مهندسی مکانیک ، برق و تهویه و تبرید نیز باشد و برخلاف مهندســین رده خشکیش ، وی می بایست در روی شناورها و درنامساعدترین محیط هاازنظر زنگ زدگی ، بعنوان یک متخصص نیز واردعمل شود . بعلاوه وی باید خودکفا بوده و باامکاناتی که در ـ دسترس اوست قادر به انجام کارهای موجوددرکشتی باشد .

کشتی مدرن امروزی ، یک مجتمع پیچیده‌ای از ماشین آلات خودکار است و امکانات لازمه جهت تامین نیازهای یک اجتماع کوچک رابرای مدت قابل توجهی درخود گرد آورده است . هدف این کتاب ساده ترکردن فهم این دستگاهها میباشد . نگرش ما از این دستگاه یابصـورت یک سیستم کامل ، مشتمل بردستگاههای کوچکتر است و یابصورت دستگاههای تکی بزرگـــتر میباشد . بخصوص درحالت اخیر تعداد انتخاب های ما قابل توجه خواهد بود . شناخت در مورد طریقه کار دستگاهها و ماشین آلات مبنای تعمیر و نگهداری موثررافراهم آورده و این دوبه نوبت درفصول آینده مورد بحث و بررسی قرارخواهند گرفت .

فصل ۲

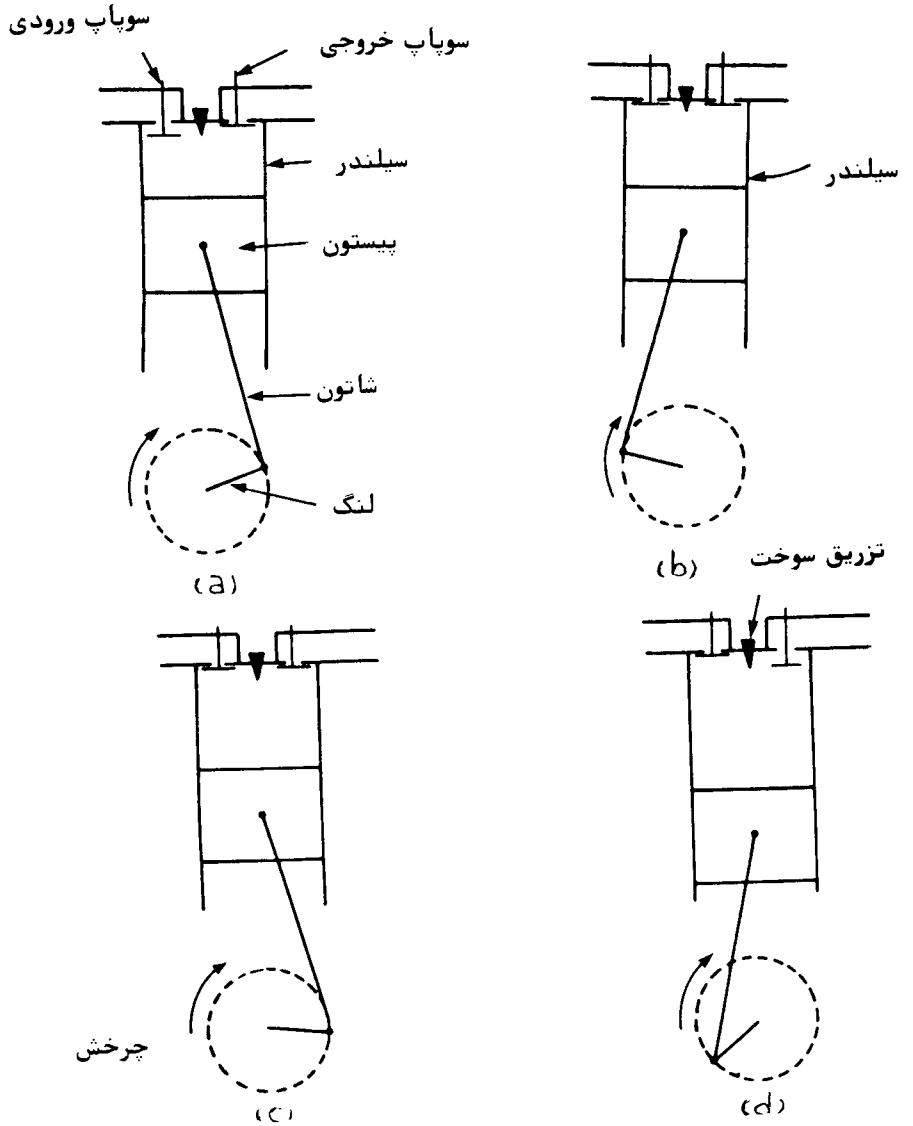
موتورهای دیزلی

موتورهای دیزلی یک نمونه از ماشینهای درون سوز است . عمل احتراق از طریق تزریق سوخت به هوای داغ و متراکم داخل محفظه احتراق انجام میپذیرد . موتور دیزل همانندتمامی ماشینهای درون سوز یک چرخه ثابت راتعقیب میکند که در دو یا چهار ضربه انجام میپذیرد. ضربه (دراینجا منظور کورس سیلندر است) عبارتست از فاصله بین دو نقطه منتهی الیه پیستون . هرضربه درنیم دور میل لنگ کامل میگردد .

چرخه چهارزمانه (چهارضربه‌ای)

چرخه چهار زمانه در چهارضربه پیستون یا دو دور میل لنگ کامل میشود . برای انجام این چرخه ، موتور نیاز به مکانیزمی دارد که سوپاپهای ورودی هوا و خروجی اگزوز رابازوبسته نماید .

پیستون رادربالاترین نقطه کورس خود درنظر بگیرید ، این نقطه به نقطه مرگ بالائی موسوم است . سوپاپ ورودی بازشده و باپائین رفتن پیستون هوای تازه واردسیلندر میشود. درپائین ترین نقطه کورس که به نقطه مرگ پائینی موسوم است سوپاپ ورودی بسته شده و



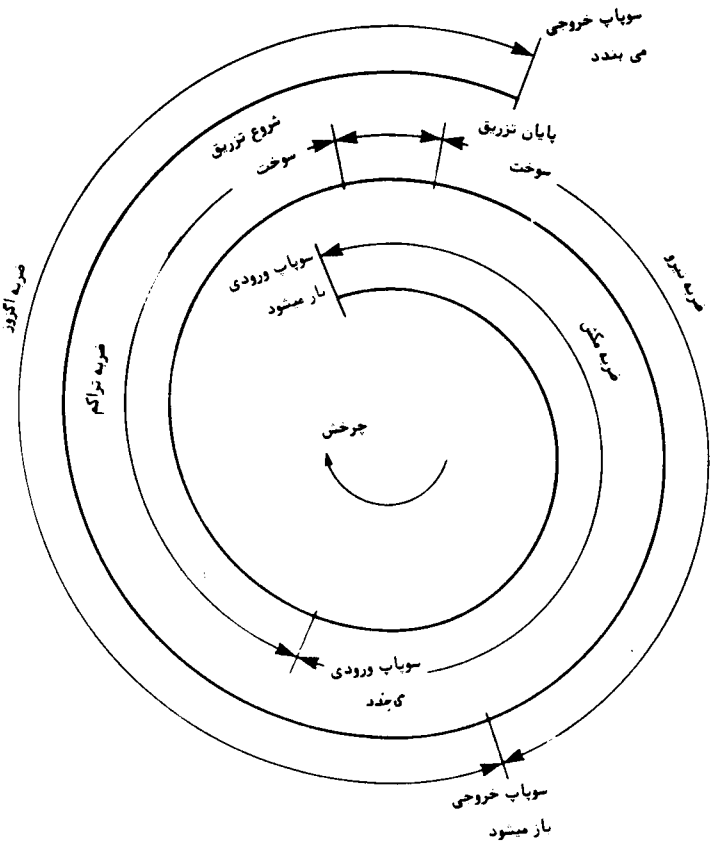
شکل (۱ – ۲) چـرخه چهارزمانه : a : ضربه مکش b : ضربه تراکم c : ضربه نیرو d : ضربه اگزوز

و همزمان با بالارفتن پیستون هوا درداخل سیلندر متراکم میشود .درنتیجه درجه حـــرارت هوای داخل سیلندر نیز افزایش می یابد . درحالیکه پیستون به نقطه مرگ بالائی می رســد ، سوخت به داخل سیلندر تزریق میشود و پس از انفجار (احتراق) فشار بسیار زیادی درگازها تولید میشود . حالا پیستون توسط نیروی تولید شده از گازها به پائین فرستاده میشود وهنگامی که به نقطه مرگ پائینی برسد ، سوپاپ خروجی گازهای اگزوز باز میشود . چرخه نهائی جهت خروج گازهای اگزوز است که همزمان بانزدیک شدن پیستون به نقطه مرگ بالائی صورت میگیرد. این چهار چرخه مشخصا" بنام های مکش ، تراکم ، کار (نیرو) و اگزوز معروف هستند ، شکل (۱ – ۲) .

این وقایع روی نمودار زمانی درشکل (۲ – ۲) نشان داده شده اند . زاویه لنگ مربوط به هرکدام از عملیات ، همراه بازمان انجام هرعمل برحسب درجه ، درشکل نشان داده شده است . درمقایسه باآنچه متداولا" باذکرتوضیحات سادهای درمورد نحوه عملکرد چرخه چهـار زمانه داده میشود ، این نمودار ، معرف صحیح تری از چرخه کار واقعی موتوراست . گرچه در طراحیهای مختلف موتوردیزلی چهارزمانه ، زوایای مختلف متغیر میباشند ، اما نمودار فـــوق نشانگر اساس کار همگی آنها است .

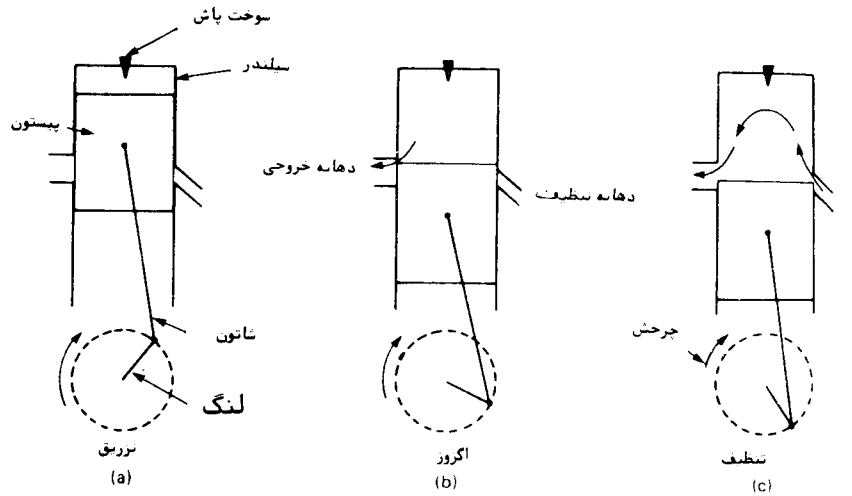
چرخه دوزمانه (موتورهای دوزمانه دیزلی)

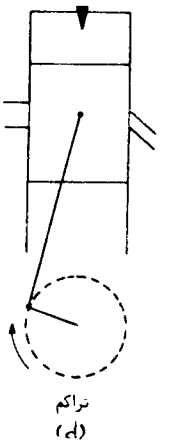
چرخه دوزمانه در دوضربه پیستون یا یک دورمیل لنگ تکمیل میشود . برای انجام ایـن چرخه ، که توالی وقایع درمدت زمان کوتاهی انجام میگردد ، موتوراحتیاج به نظم وترتیـب های خاصی دارد . نخست هوای آزاد باید بافشار بداخل کشیده شود . این هوا باید ابتـدا گازهای اگزوز راازسیلندر بیرون رانده ، سپس فضای سیلندر راباهوای تازه پرکند (شـــارژ سیلندر) .دراینجا بجای سوپاپها ، از سوراخهائی که بنام دریچه های ورودی معروفنـــد، استفاده میگردد . این دریچه ها درضمن حرکات پیستون و بوسیله جداره پیستون ، باز و – بسته میگردند .



شکل (۲ ــ ۲) نمودار تنظیم چهارزمانه

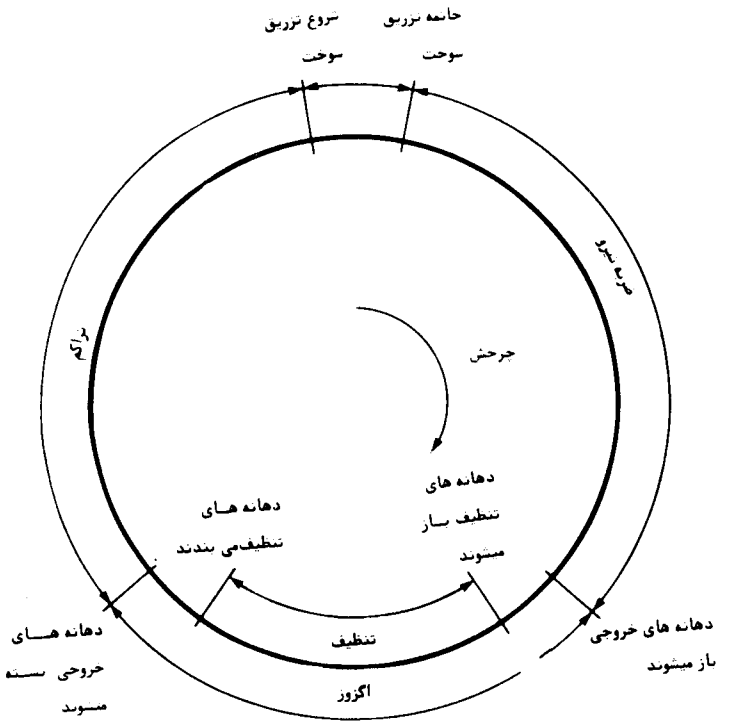
پیستون رادربالاترین نقطهٔ ضربه‌اش ، یعنی درجائی که تزریق سوخت و احتراق تازه ـ انجام پذیرفته است درنظر بگیرید ، شکل (۳ a ـ ۲) . پیستون درضربه کاری اش ودرضمن پائین رفتن ، باعث بازشدن دریچه اگزوز میشود ، شکل (۳b ـ ۲) . سپس گازهای اگزوز تخلیه گردیده و پیستون همچنان بطرف پائین به حرکت ادامه میدهد تازمانیکه باعث بـــاز شدن دریچه ورودی یادریچه تنظیف هواگردد ، شکل (۳ C ـ ۲)دراین زمان هوای فشرده وارد سیلندر شده و گازهای اگزوز باقیمانده رابه بیرون میراند . برای تکمیل شدن چرخه کار ، پیستون بسمت بالا حرکت کرده و درضمن این حرکت هوارامتراکم مینماید ، (شکل ۳ d ـ ۲).





شکل (۳ ـ ۲) چرخه دوزمانه

نمودار زمانی یک موتور دیزلی دو زمانه درشکل (۴ــ ۲) نشان داده شده است :



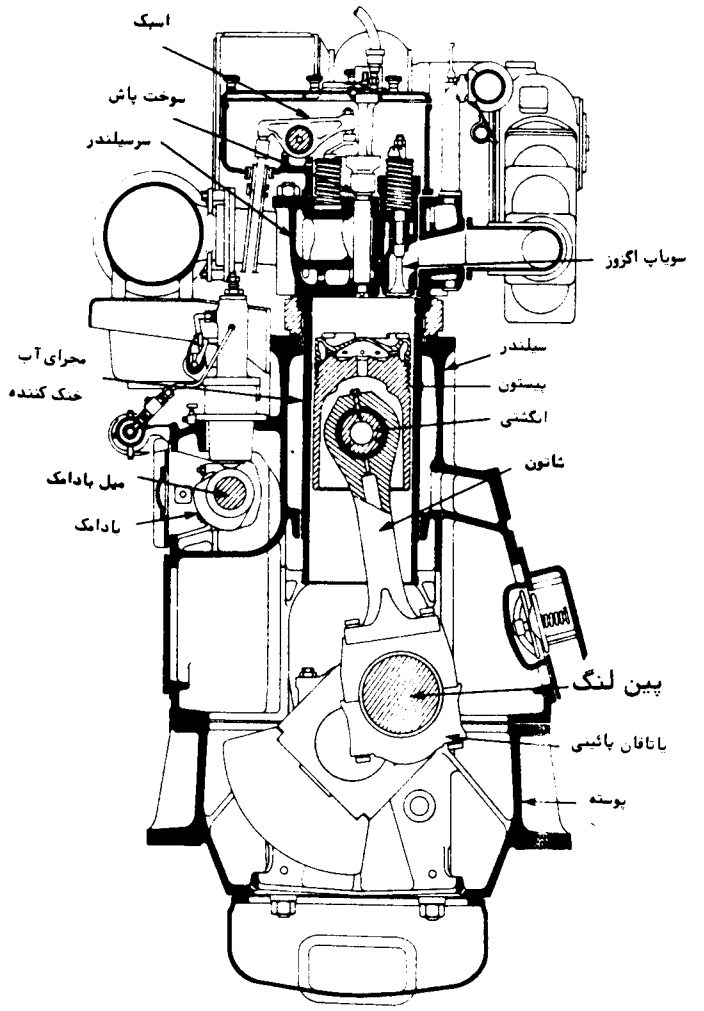
شکل (۴ــ ۲) نمودار تنظیم دوزمانه

سیکل کاری " موتورهای پیستون متقابل " حالت مخصوصی از سیکل کاری موتورهای دوزمانه است . درشروع تزریق سوخت،هردو پیستون ازهم دور میگردند ولی باانبساط گازهای موجوددرسیلندر یکی بطرف بالا دیگری بطرف پائین میروند ، شکل (a ۷ــ ۲) . پیستون بالائی هنگامیکه به پایان فاصله حرکتی خود میرسد دریچه های اگزوز راباز میکند ،شکل (b ۷ــ ۲).پیستون پائینی دقایقی بعد دریچه های تنظیف هواراباز‌کرده تاآخرین آثار گازهای اگزوز رابه خارج منتقل و سیلندر راباهوای تازه پرکند ، شکل (C ۷ــ ۲) .

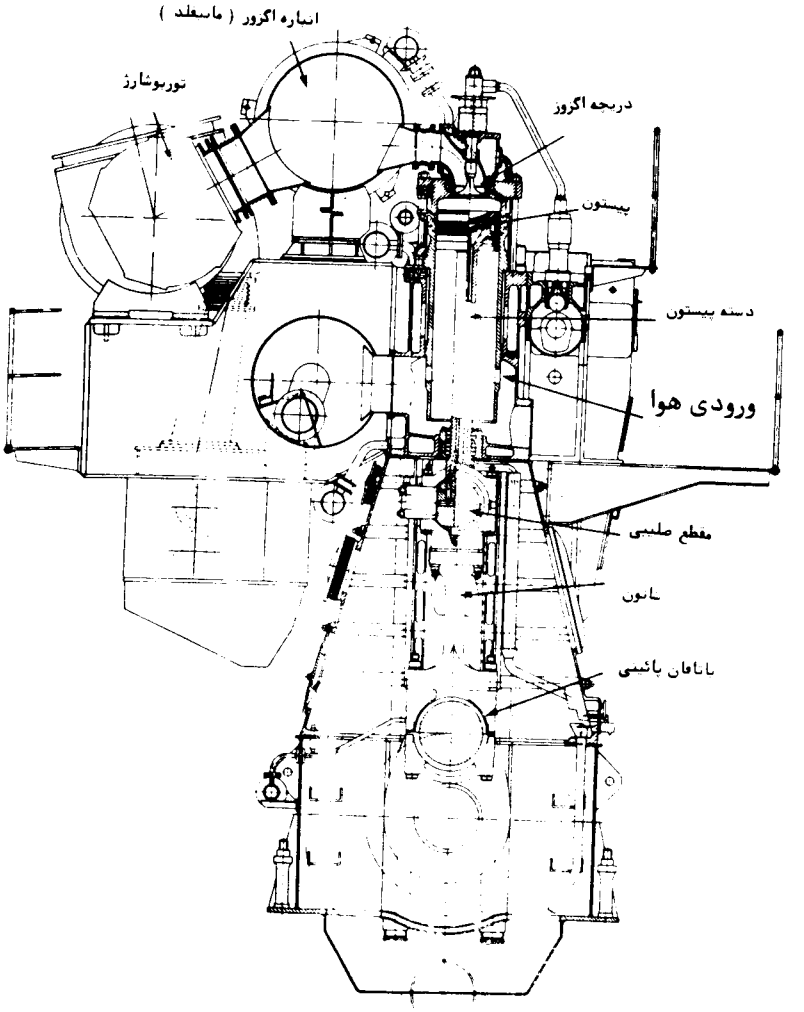
پس از اینکه هردو پیستون به دورترین حدحرکتی خود از یکدیگر رسیدند شروع به حرکت بطرف همدیگر (بطرف داخل) میکنند . این حرکت باعث بسته شدن دریچه های تنظیف هوا و اگزوز گشته و مرحله تراکم راامکان پذیر میسازند ، سپس مراحل تزریق سوخت و احتراق پی میگیرند ، اشکال (۲-۷d) . دستگاههای مختلفی که باعث کار دو پیستون بصورت‌متقابل میشوند درارتباط باموتوردیزلی داکسفورد که نمونه بارزی از اینگونه موتورهاست دربخشهای دیگری از همین فصل بحث خواهند شد .

موتورهای چهار زمانه

برش یک موتورچهارزمانه درشکل (۵-۲) دیده میشود . موتور تشکیل شده از یک پیستون که درداخل یک سیلندر سمت بالا و پائین درحرکت است و سیلندر از بالا توسط سر سیلندر پوشیده شده است . سوخت پائینی که سوخت ازطریق آن وارد سیلندر میشود درسر سیلندر جای گرفته است . سوپاپهای ورودی هوا و خروجی گازهای اگزوز نیز درسرسیلندر قرار گرفته اند وتوسطفنر درحالت بسته نگهداشته میشوند . پیستون توسط انگشتی (گژن پین) به شاتون متصل شده است . سر بزرگتر یا سرپائینی شاتون به میل لنگ وصل شده است . باچنین قطعاتی حرکات خطی (سمت پائین و بالا) پیستون تبدیل به حرکت چرخش (دورانی)میل لنگ میگردد .میل لنگ از طریق چرخ دنده ها (یازنجیر و چرخ دنده) میل بادامک را به حرکت درآورده و میل بادامک مستقیما " یاازطریق میل واسطه اسبک ها رابحرکت میاندازد . اسبکها بنوبه خودباعث بازشدن سوپاپهای هوای ورودی و گازهای خروجی میشوند . میل بادامک از نظرزمانی طوری تنظیم شده است تادرنقطه صحیحی از چرخه (سیکل) سوپاپ ها رابازکند . میل لنگ توسط محفظه میل لنگ و بدنه موتور احاطه شده است . بدنه موتور نیز - تکیه گاه سیلندرها بوده و یاتاقانهای میل لنگ رانیز درخود جای میدهد . اطراف سیلندرها و سرسیلندر مجراهائی جهت عبور جریان آب سرد تعبیه گردیده است .



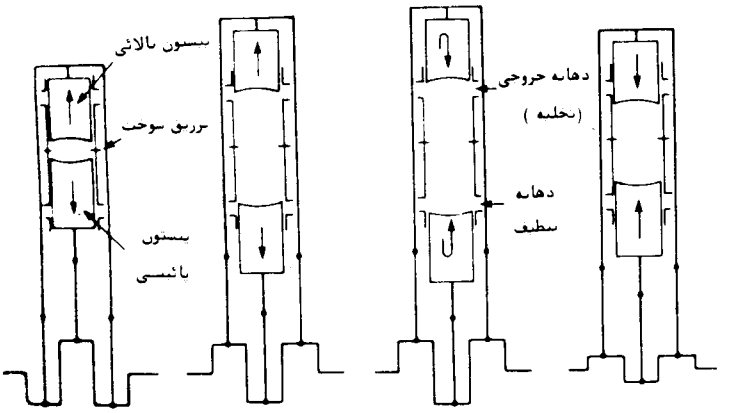
شکل (۵ ــ ۲) مقطع یک موتور دیزلی چهارزمانه



شکل (۶ ــ ۲) مقطع یک موتور دیزلی دوزمانه

موتورهای دوزمانه

برش یک موتور دو زمانه درشکل (۶ ــ ۲) دیده میشود . پیستون محکم به دسته پیستون متصل گشته که انتهای دیگر دسته پیستون به یک یاتاقان بامقطع صلیبی متصل است. سرفوقانی شاتون نیز به یاتاقان با مقطع صلیبی متصل میباشد . دریچه هائی که درآستر داخلی سیلندر برای ورود هوا تعبیه گشته اند ولی سوپاپ های خروجی گازهای اگزوز درسر سیلندر قراردارند . هوای مورد نیاز احتراق توسط توربو شارژ که محرک آن گازهای خروجی اگزوزمیباشد متراکم میشود . میل لنگ درمحدوده دسته موتور و بوسیله یاتاقان اصلی موتوراستقرار یافته است . شاسی اصلی موتور (که به چهار چوبهای 'A' معروف است) روی صفحه اصلی مونور نصب شده و راهنماهائی رادرخود جای میدهد که مقطع صلیبی درآن به بالا و پائین حرکت میکند . بالای شاسی اصلی موتور ، محفظه سیلندرها ، سرسیلندرها و شبکه هوای ورودی مورد نیاز احتراق قراردارد .



شکل (۷ ــ ۲) سیکل موتور پیستون متقابل

مقایسه سیکل های دوزمانه و چهارزمانه

اختلاف اصلی بین دو سیکل دوزمانه و چهارزمانه درمقدار نیروئی است که درهر کدام تولید میگردد . درموتورهای دوزمانه درهردور ، یک ضربه کاری (نیرو) تولیدشده که بطور تئوریک ، این دوبرابر نیروئی است که یک موتورچهارزمانه باحجم سیلندر مشابه تولید میکند. امابعلت عمل تنظیف که از بازدهی بالائی برخوردار نیست و سایرتلفات کاری ، برتری قدرت موتوردوزمانه به ۱/۸ محدود میگردد . برای یک نیروی مشخص موتوری ، موتورهای دو زمانه بطورمحسوسی سبک تر خواهند بود که نکته بسیارمهمی برای کشتی محسوب میشود . همچنین موتورهای چهارزمانه احتیاج به یک مکانیزم پیچیده‌ای جهت کار سوپاپها دارندکه موتورهای دوزمانه فاقد چنین مکانیزمی هستند . اما درعوض موتورهای چهارزمانه درسرعتهای زیاد از راندمان بالائی برخوردار هستند که این خودجبران کننده کمبود نیروی آن است . مزیت دیگر موتورهای چهارزمانه مصرف کم روغن آن میباشد .

انواع موتورها کاربرد خاص خودرادارا میباشند و برای کشتی ، موتوردیزلی دو زمانه سرعت کم رابعنوان نیروی رانش اصلی انتخاب کرده‌اند (بین ۱۲۰ ــ ۹۰ دور دردقیقه).در این سرعت کم نیاز به جعبه دنده تقلیل بین موتور و پروانه نمیباشد . موتورهای چهار زمانه (رده سرعت متوسط و بین ۷۵۰ ــ ۲۵۰ دور دردقیقه) درمولدهای برق دیزلی کاربرد دارند، ولی بعضی اوقات نیز بعنوان نیروی رانش اصلی کشتی از آنها استفاده میشود که دراینصورت از جعبه دنده تقلیل دهنده که سرعت پروانه رابه ۱۲۰ ــ ۹۰ دور دردقیقه میرساند ، استفاده میگردد .

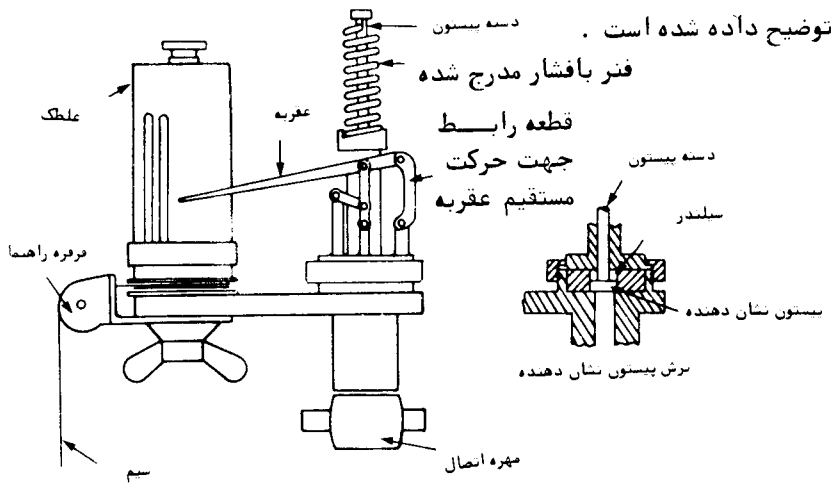
اندازه گیری توان (قدرت)

توان موتور به دوصورت اندازه گیری میشود : توان تولید شده درسیلندرها و توان موجود درمحوراصلی (توان نهائی) . توان تولیدشده در سیلندرها متعاقب احتراق در ــ

سیلندرها و توسط یک توان سنج اندازه گیری میشود . توان محوری همان توان موجود درمحور خروجی موتوراست (پس از کم کردن تلفات مختلف) که به پروانه منتقل میشود و توسط پیچش سنج Torsion Meter اندازه گیری میشود .

دستگاه اندازه گیری توان موتور

دستگاه اندازه گیری توان موتور ، شکل (۸ ــ ۲) تشکیل شده است از یک پیستون کوچک و بااندازه معلوم که درداخل سیلندری و درمقابل یک فنر مدرج حرکت میکند . یک اهرم بندی مخصوص،حرکات پیستون راپس از بزرگ کردن به غلطکی که یک تکه کاغذ یاکارت مخصوصی دور آن پیچیده شده است منتقل میکند . غلطک تحت کشش یک سیم نوسان نموده (حرکت بسمت عقب و جلو) و این سیم بایک مکانیزم رفت و برگشتی و متناسب باحرکات پیستون در سیلندر موتور حرکت میکند . عقربه نیز بنوبه خود ترسیم کننده نمودار فشار گاز سیلندر موتوردر نقاط مختلف چرخه کاری است .مساحت نمودار ترسیم شده مبین توان تولیدشده درسیلندرمربوطه است . بادردست داشتن فاکتورهائی چون ، مقیاس حرکات ، درجه فنر و بعضی دیگراز ــ اطلاعات مربوطه به موتور ، نیروی هرسیلندر محاسبه میگردد . روش محاسبه درضمیمه پایان کتاب دقیقا " توضیح داده شده است .



شکل (۸ ــ ۲) دستگاه اندازه گیری توان موتور

پیچش سنج (تورشن متر)

اگرگشتاور پیچشی یک محور مشخص باشد ، باداشتن سرعت زاویه‌ای آن میتوان توان موتور را اندازه گیری نمود که این توان از رابطه زیر بدست میآید :

گشتاور پیچشی × سرعت دورانی = توان محوری

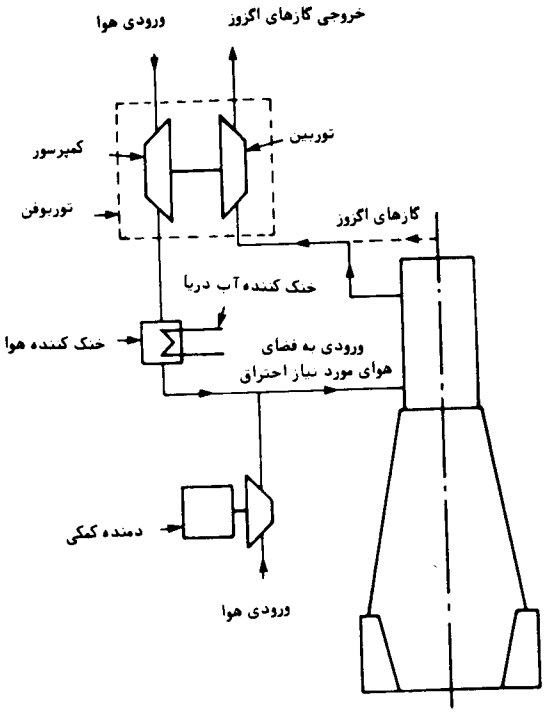
گشتاور یک محوررا میتوان بااندازه گیری تنش پارگی یا زاویه تاب (پیچشی)ربوسیله یک پیچش سنج محاسبه نمود . انواع مختلف پیچش سنج درفصل (۱۵) توضیح داده شده اند .

عمل تعویض گاز

قسمت اساسی سیکل موتورهای درون سوز،هوارسانی و تنظیف گازهای اگزوز میباشد که به این عمل " تبادل گاز " میگویند . تنظیف ، بیرون راندن گازهای اگزوز توسط هوای تازه است . " شارژ " ، پرکردن سیلندر باهوای تازه است که خود مقدمه‌ای برای مرحله تراکم میباشد .درسیستم سوپرشارژ مقدارهوای متراکم بیشتری به سیلندر میرسد . موتورهای قدیمی از نوع موتورهای " تنفس طبیعی " بودند که هوای تازه رادرفشار آتمسفر دریافت میکردند . — موتورهای مدرن بااستفاده از گازهای اگزوز ، توربوشارژهائی رابه حرکت درمی آورند که هوای تازه متراکم شده راجهت تنظیف و عمل سوپرشارژ به موتور میرساند . هردونوع موتورهای دو — زمانه و چهارزمانه میتوانند از سیستم سوپرشارژر استفاده کنند .

درموتورهای دیزلی دوزمانه معمولا " یک دمنده کمکی برقی نیز نصب گردیده است ، زیرا توربوشارژری که محرک آن گازهای اگزوز میباشد نمی تواند در دورهای کم موتور ، هوای مورد نیاز احتراق راتامین کند . ازطرفی هوای متراکم شده رامعمولا " بمنظور بالابردن چگالی،خنک میکنند . درشکل (۹ — ۲) توربوشارژر موتوردوزمانه دیزلی که از گازهای اگزوز استفاده‌میکند، دیده میشود .

دریک سر توربوشارژر یک توربین که باگازهای اگزوز دوران میکند نصب شده و درسر دیگر آن یک کمپرسور هوا قرار دارد و هردو ، در روی یک محور مشترک قرارگرفته اند . کمپرسور و توربین از همدیگر کاملا " جدا میباشند ، بطوریکه هوا یاگازهای اگزوز از یکی به دیگری سرایت نمی کند .



شکل (۹ ــ ۲) نظم وترتیب توربوشارژ گازهای اگزوز

تنظیف

تنظیف خوب،برای رساندن هوای تازه مورد نیاز احتراق اساسی است . درموتورهای چهار زمانه ، همزمانی کافی برای بازشدن سوپاپ ورودی هوا و خروجی اگزوز وجوددارد،درحالیکه این همزمانی درموتورهای دوزمانه محدود بوده و گازهای اگزوز و هوای ورودی اندکی باهم مخلوط میشوند .

روشهای مختلفی جهت تنظیف درموتورهای دوزمانه سرعت کم وجوددارد . درهرکدام از این روشها باحرکت روبه پائین پیستون ، دریچه های ورودی هوا بازشده و اجازه ورود هوای تازه رامیدهد . این عمل تازمانی ادامه می یابد که پیستون با بالا آمدن خود ، دریچه مذکور رابببندد . مسیر جریان هوای تنظیف ، به شکل دریچه موتور ، طراحی آن و نظم و ترتیب اگزوز بستگی دارد . یکی از سه سیستم ذیل معمولا" مورد استفاده قرارمیگیرند که عبارتند از جریان تقاطعی (عبوری) ، جریان حلقه‌ای و جریان یکنواخت .

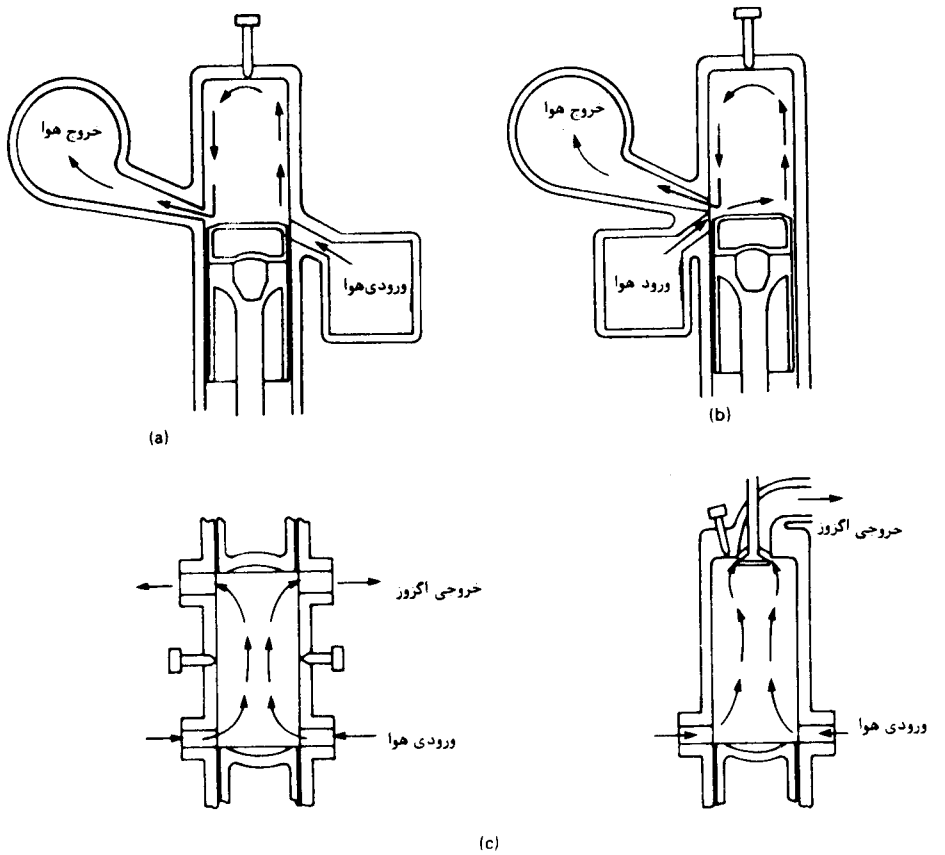
درسیستم " تنظیف تقاطعی " (عبوری) هوای ورودی،روبه بالا جریان پیداکرده و گازهای اگزوزسرراه خودرابه جلو میراند . سپس گازهای اگزوز روبه پائین حرکت‌کرده و ازدریچه های خروجی به بیرون میروند ، عمل مذکور درشکل (۲ – ۱۰a) ترسیم شده است .

درسیستم " تنظیف حلقه‌ای " ، هوای تازه از بالای تاج پیستون عبورکرده و سپس بطرف سرسیلندر بالا میرود . گازهای اگزوز درجلوی هوای آزاد ، بافشار ، روبه پائین آمده و از دریچه های اگزوز که بالاتر از دریچه اهای ورودی هوای آزاد قراردارند خارج میگردد . عمل مذکوردرشکل (۲ – ۱۰b) نشان داده شده است .

درسیستم تنظیف ، جریان یکنواخت هوای تازه وارد قسمت پائینی سیلندر گشته وازبالا ترین قسمت خارج میگردد .دهانه خروجی قسمت بالائی سیلندر ممکن است‌تعدادی دریچه ویا یک سوپاپ بزرگ باشد . عمل مذکور در شکل (۲ – ۱۰C) نشان داده شده است .

هرکدام از سیستمها مزایا و معایب خودرادارند . تنظیف تقاطعی (عبوری) احتیاج به نصب دامن SKIRT پیستون دارد ، تادرزمانیکه پیستون دربالاترین نقطه ضربه قرارگرفته

از فرار گازهای اگزوز یاهوای ورودی جلوگیری کند . درتنظیف حلقه‌ای هوای نسبتا "سرد ورودی و گازهای بسیار گرم خروجی از دریچه های مجاور هم عبورکرده و باعث بـوجود آمدن اختلاف دمای بسیار زیادی برای فلز آستر داخلی میشود . تنظیف " جریان یکنواخت " بـا صرفه ترین نوع تنظیف است ، اما یا نیاز به سیستم پیستون متقابل و یابه سوپاپ خروجـــی گازهای اگزوز درسرسیلندر دارد . به دریچه های ورودی هوای هرسه سیستم ، زاویه داده‌شده است تاهوای ورودی حالت گردابی (چرخشی) داشته و بتواند آن رادرمسیر مناسب خـــود هدایت کند .



شکل (۱۰ ــ ۲) روش های مختلف تنظیف

آتش سوزی درمحفظه هوای مورد نیاز احتراق

به دلائلی چون رینگ پیستون معیوب ، تنظیم نبودن زمان موتور ، سوخت پاش معیوب و غیره ... روغنهای سیلندر میتوانددرمحفظه تنظیف یک موتورجمع شود . سوخت محتـــرق نشده و دوده ممکن است از پیستون گذشته و وارد محفظه تنظیف گردند . تجمع چنین ترکیب آتش زائی بوجود آورنده خطر بزرگی است ، زیرا تنها یک دمش گازهای داغ محفظه سیلندر به این ترکیب موجب شعله ورشدن و درنتیجه آتش سوزی درمحفظه هوای تنظیف میشود .

درصورت چنین آتش سوزی،توان موتور تقلیل یافته واین تقلیل همراه باافزایش درجـــه حرارت اگزوز درسیلندر صدمه دیده خواهد بود . همچنین درتوربوشارژر نیز موجهای ناگهانی بوجودآمده و صداهائی ناهنجار ازآن شنیده میشود که با بازکردن شیر تخلیه محفظه هـــوای تنظیف،جرقه های آتش دیده خواهدشد . بمحض مشاهده آثار چنین آتشی ، باید سرعت مونور راکم کرده و سوخت سیلندر مورد نظر راقطع ، روغنکاری تمام سیلندرها راافزایش داده و کلیه شیرهای تخلیه محفظه هوای تنظیف رابست . آتش سوزیهای کوچک سریعا " و خود بخود خاموش خواهند شد ، اما اگر آتش خاموش نشود موتوررا باید متوقف نمود و سپس مواد اطفاء حریق را از طریق اتصالاتی که درشبکه تنظیف تعبیه گردیده است ، تزریق نمود وهمواره درنظر داشـت که تحت هیچ شرایطی محفظه مذکور نباید باز شود .

برای جلوگیری از آتش سوزی محفظه هوای تنظیف ، تنظیم زمانی موتور (تایمینگ) و تعمیر ونگهداری آن باید بطرز صحیحی انجام پذیرد . محفظه مذکور باید مرتبا " موردبازبینی قرارگرفته و درصورت نیاز ، بدقت تمیز شود . اگر دوده یاروغن درمحفظه رسوب کرده باشد ، سرچشمه آن باید شناسائی و رفع اشکال گردد . شیرهای تخلیه مرتبا " باید باز و بسته شـوند ودرصورت مشاهده نشتی روغن ، مسئله دراولین فرصت پیگیری گردد .

سیستم سوخت

سیستم سوخت یک موتوردیزلی رامیتوان دردوقسمت مورد بررسی قرارداد : سیستم —

سوخت رسانی و تزریق سوخت . سوخت رسانی ، عبارت از تهیه و رساندن سوخت مناسب جهت استفاده در سیستم تزریق میباشد .

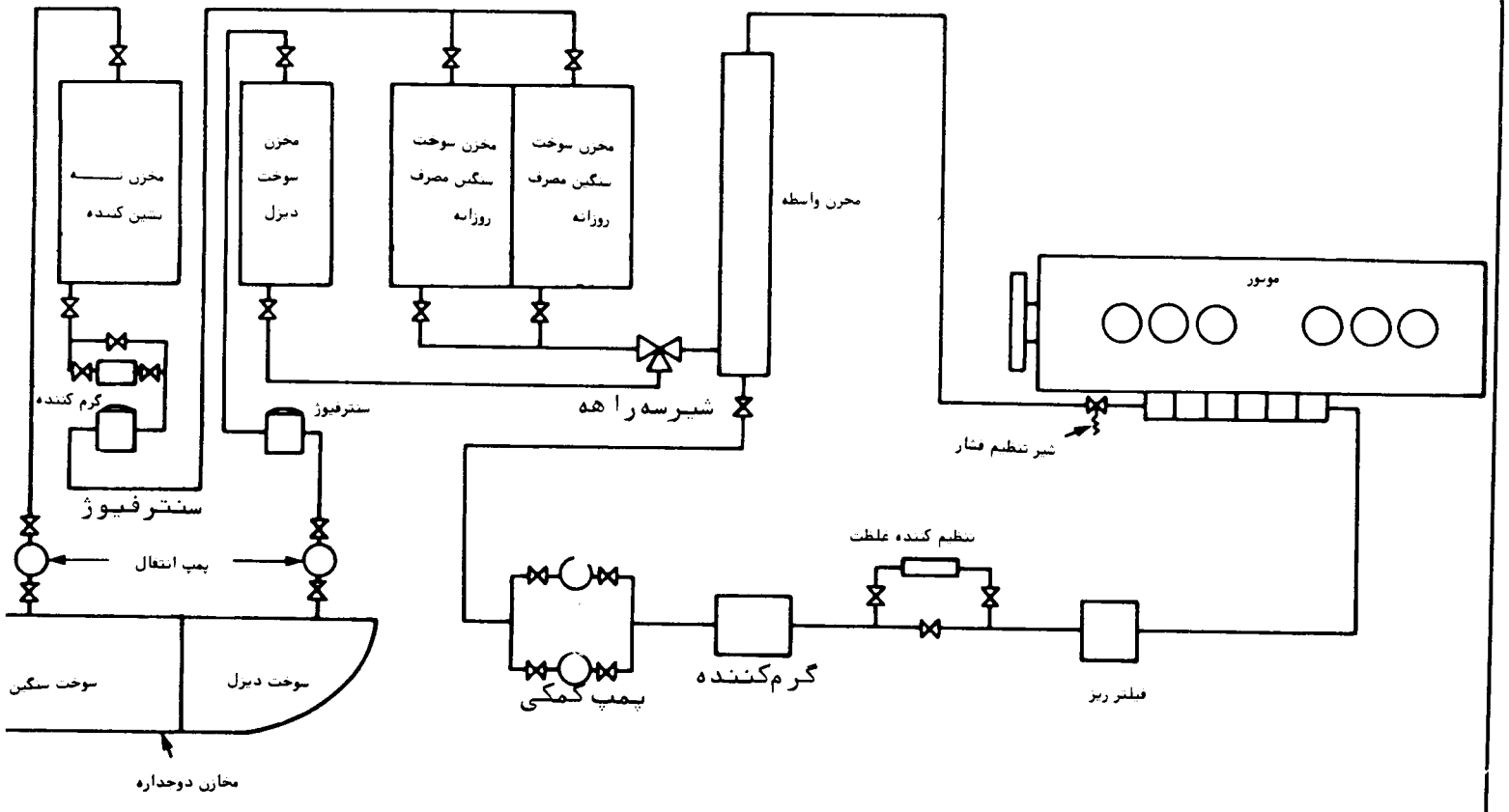
سوخت رسانی موتورهای دوزمانه

طراحی و ساخت موتورهای دیزلی دورکم دوزمانه طوریست که میتواند بصورت پیوسته با سوخت سنگین (مازوت) کارکرده و درمواقع مانوردادن از سوخت دیزل استفاده نماید .

درسیستمی که درشکل (۱۱ ــ ۲) نشان داده شده است ، سوخت درمخازن دوجداره ــ انبار گردیده و از آنجا به " مخزن ته نشین کننده " پمپاژ و سپس گرم میشود . پس از عبور از دستگاه تصفیه سوخت ، سوخت گرم و تمیز به یک مخزن روزانه فرستاده میشود . از اینجا سوخت بداخل یک گرم کننده و تنظیم کننده غلظت فرستاده میشود . " تنظیم کننده غلظت سوخت " باکنترل درجه حرارت آن ، میتواند سوخت با غلظت‌ویسکوزیته صحیح را به قسمت احتراق برساند . پس از این مرحله ، سوخت قبل از آنکه وارد سیستم تزریق گردد ، ازیک فیلتر بسیار ریز عبور میکند . شیر تنظیم فشار ، فشارسوخت رادرسیستم اصلی سوخت همیشه ثابت نگه میدارد . با بازکردن این شیر میتوان سیستم را باسوخت داغ گرم کرد . مخزن واسطه یاتوازن ، سوخت اضافی راکه از سیستم احتراق برمیگردد درخود جمع مینماید .

انواع مختلف دستگاههای ایمنی درسیستم سوخت نصب گردیده است ، از قبیل وسیله اعلام خطر درهنگام پائین آمدن بیش از حدمجاز سطح مخزن و کنترل از راه دورشیرهای سوخت رسانی درمواقع اضطراری (آتش سوزی) .

سیستم سوخت رسانی دیزلی نیز شبیه سیستم ذکرشده ، برای انتقال سوخت از مخازن دو جداره به مخزن مصرف،از یک " پمپ انتقال " استفاده میکند . سوخت دیزل سپس تصفیه شده و دریک مخزن ته نشین کننده انبارمیشود . درسرراه ورود به خط اصلی سوخت رسانی موتور ، یک شیر سه راه تعبیه گردیده است که دارای دو راه ورودی و یک خروجی میباشد . ازیکی از راه های ورودی سوخت سنگین وازدیگری سوخت دیزل وارد میشود و اگریکی از این راههای ورودی باز باشد ، دیگری بسته خواهد بود .



شکل ۱۱-۲ سیستم سوخت رسانی

سوخت دیزل عموما " احتیاج به گرم شدن نداشته ولی درصورت نیاز ، باسرعت میتوان آن راگرم نمود و درنتیجه تعویض از یک سوخت به سوخت دیگر باید تدریجا " انجام پذیرد تا درجه حرارت سوخت سیستم تثبیت گردد .

تزریق سوخت

وظیفه این سیستم ، تزریق مقدار صحیح سوخت درلحظه معین و درشرایط مناسب ، جهت عمل احتراق میباشد . درنتیجه باید روشی برای تامین سوخت تزریقی مورد نیاز و همچنین وسیله‌ای برای زمان سوخت رسانی و مکانیزمی برای بصورت پودر درآوردن سوخت موجود باشد . تزریق سوخت بوسیله میل‌بادامک ، همچنین وضعیت قرارگیری آنها روی میل بادامک میسر میگردد . میل بادامک بازای هردوران میل لنگ موتوردوزمانه ، یک دور چرخیده و درموتورهای چهارزمانه بازای هرنیم دورموتور (میل لنگ) یک مرتبه دوران میکند . درحال حاضر عُمدتا " دو سیستم متفاوت ، کاربرد رایجی پیداکرده‌اندکه در هردو آنها از ترکیب روشهای مکانیکی و هیدرولیکی استفاده میشود ، این دوسیستم عبارتنداز : سیستم " پمپ ضربه‌ای " و سیستم " ریل مشترک " .

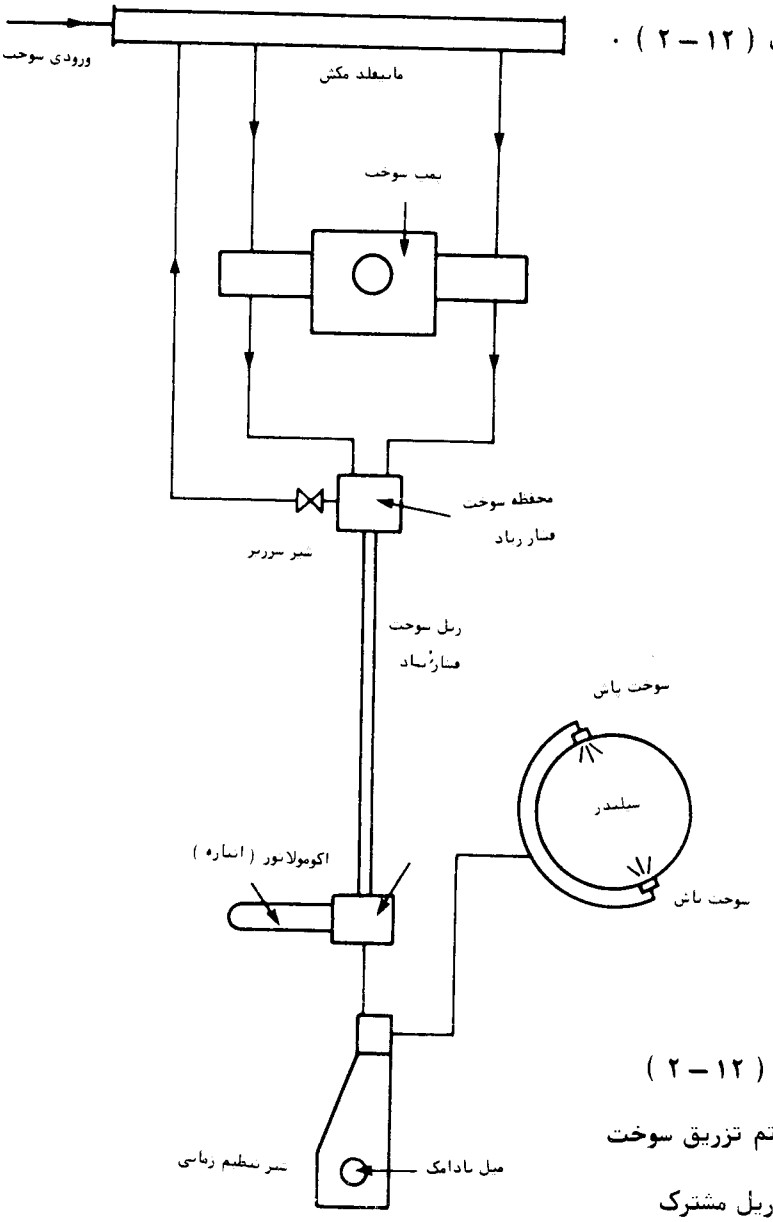
سیستم پمپ ضربه‌ای (جرک)

درسیستم ضربه‌ای برای هرسیلندر موتور ، یک پمپ تزریق جداگانه وجوددارد . پمپ تزریق معمولا " درهرسیکل موتوریک مرتبه توسط بادامکی که روی میل بادامک سوار است ، عمل میکند . سیلندر پیستونهای پلانجر پمپ انژکتور از نظر اندازه طوری ساخته شده اند که احتیاجات سوخت موتور رابخوبی برآورده میکنند . د ریچه های سیلندر و شیارهای پیستون سوخت و یاشیرهای تنظیمی ، مقدار سوخت انتقالی راتنظیم میکنند (توضیح بیشتر موکول میشود به مباحث آینده) . هرپمپ تزریق ، تامین کننده سوخت برای یک سوخت پاش یا سوخت پاشهای یک سیلندرمیباشد .

سوزن انژکتور دریک فشار از قبل تنظیم شده راه عبور سوخت رابازخواهدکرد که ایـــن تضمین کننده پودر بودن سوخت هنگام ورود به سیلندر خواهد بود .

سیستم ریل مشترک

سیستم ریل مشترک دارای یک پمپ تزریقی فشارقوی مجهز به چندین پیستون است (پمپ فارسونکا) ، شکل (۱۲ – ۲) .



شکل (۱۲ – ۲)

سیستم تزریق سوخت

ریل مشترک

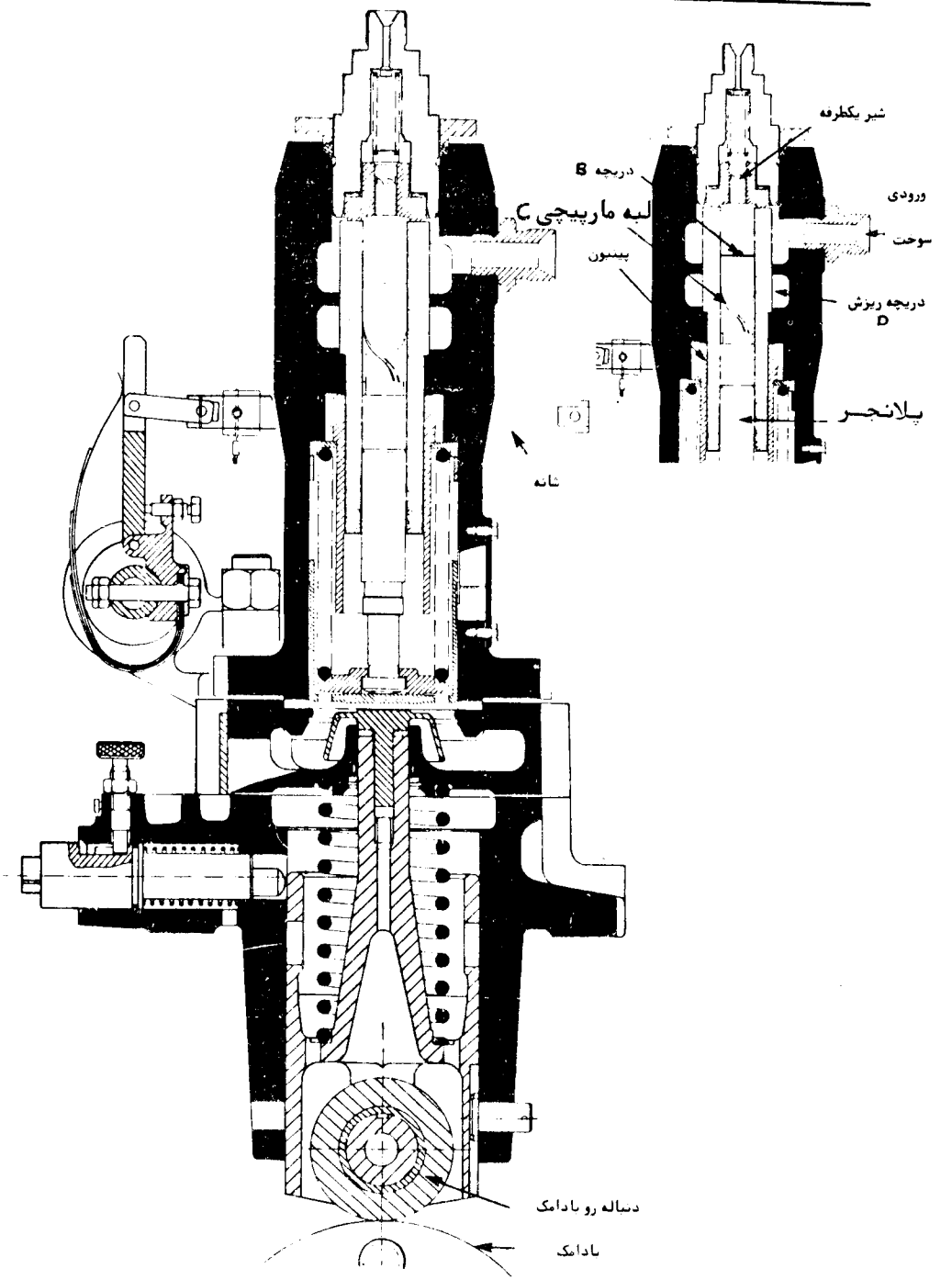
سوخت ، وارد یک محفظه یا ریل شده که تحت فشار زیاد نگهداری میشود . از این ریل (یامحفظه) مشترک،سوخت به تمام سوخت پاشها در سیلندرهای مختلف میرسد . در فاصله بین ریل و سوخت پاشها برای هرسیلندر یک شیر تنظیم زمانی وجوددارد که زمان شروع ومدت زمان تزریق سوخت رامشخص مینماید . شیرهای تنظیم فشار نیز به ریل مشترک متصل اند تافشار اضافی محفظه (یاریل) مشترک رابرطرف سازند . همچنین سیلندرهای اکومولاتور نیز جهت یکنواخت نمودن ضربان های فشار پمپ درمدار نصب شده اند . سوخت پاشها درسیستم ریل مشترک بنام شیرهای (سوپاپهای) سوخت معروف هستند .

پمپ سوخت

پمپ سوخت توسط بادامکی بکار میافتد که پیستون رابه بالا و پائین حرکت میدهد . زمان تزریق سوخت رامیتوان با بالابردن یا پائین آوردن پیستون نسبت بادامک مربوطه تغییر داد. پمپ دارای ضربه ثابتی است و مقدار سوخت تحویلی باچرخاندن پیستون که در روی آن شیار مارپیچی شکلی تعبیه گردیده است ، تنظیم میگردد .

باتوجه به شکل (۱۳ ــ ۲) ، سوخت از طریق دریچه ها یادهانه در B وارد پمپ میشود زمانیکه پیستون روبه پائین حرکت میکند ، سوخت وارد سیلندر پمپ میشود . زمانیکه پیستون غوطه ور روبه بالا میرود دریچه های واقع در B مسدود شده و درنتیجه فشار سوخت افزایش یافته و تحت فشار زیاد به شیر سوخت پاش میرسد .وقتی لبه مارپیچی درنقطه باعث بازشدن دریچه تنظیم سوخت اضافی C میشود ، فشار ازبین رفته و تحویل سوخت به سوخت پاش ــ متوقف میگردد . همچنین درسمت تحویل سوخت پمپ ، یک شیر یکطرفه بسته میشود تاازباز ــ گشت سوخت از سوخت پاشها جلوگیری بعمل آورد . باردیگر هنگام پائین رفتن پیستون ،سوخت بداخل مکیده شده و عمل تزریق سوخت تکرار میشود .

حرکت چرخشی پیستون بوسیله " شانه گازی " که مشتمل برچرخ و میله دنده است ، ــ امکان پذیرگردیده و طریقه اتصال آنها بوسیله درگیری باخار است . چنین چرخشی باعث حرکت لبه C به بالا یا پائین شده که منجر به کاهش وافزایش پمپاژ سوخت به سیلندر میشود .

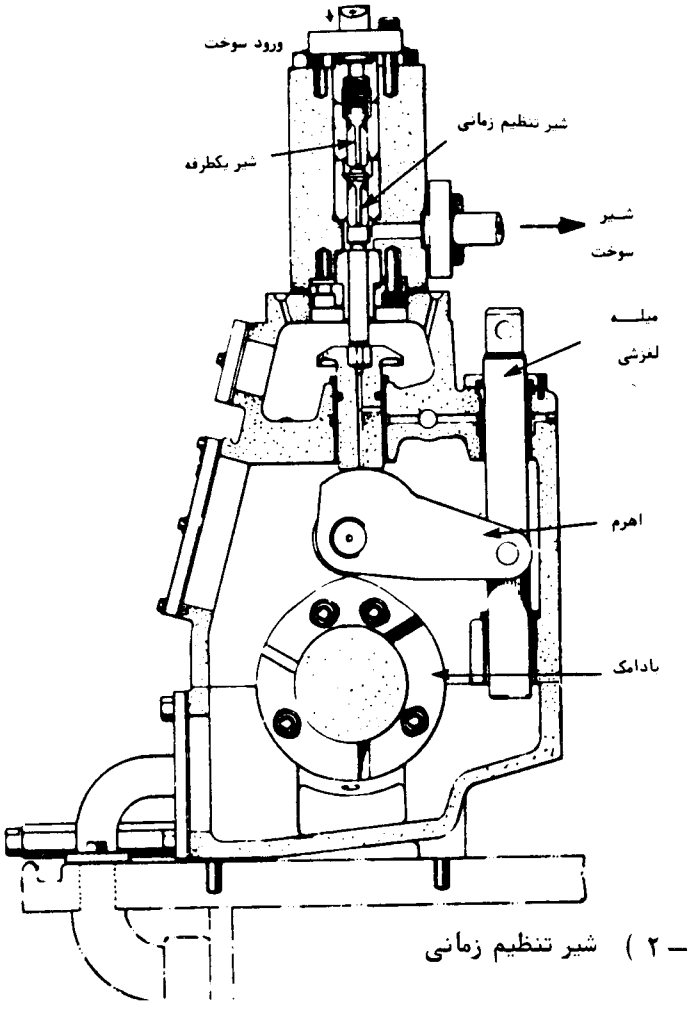


شکل (۱۳ ــ ۲) پمپ تزریق با شرح جزئیات دریچه ها و پلانجر

میله دنده به کنترل دریچه سوخت یا ناظم موتور (گاورنر) وصل میباشد . این نوع ـ پمپ باتغییرات مختصری دربسیاری از موتورهای دیزلی بکاررفته است .

سوپاپ تنظیم زمان (تایمینگ)

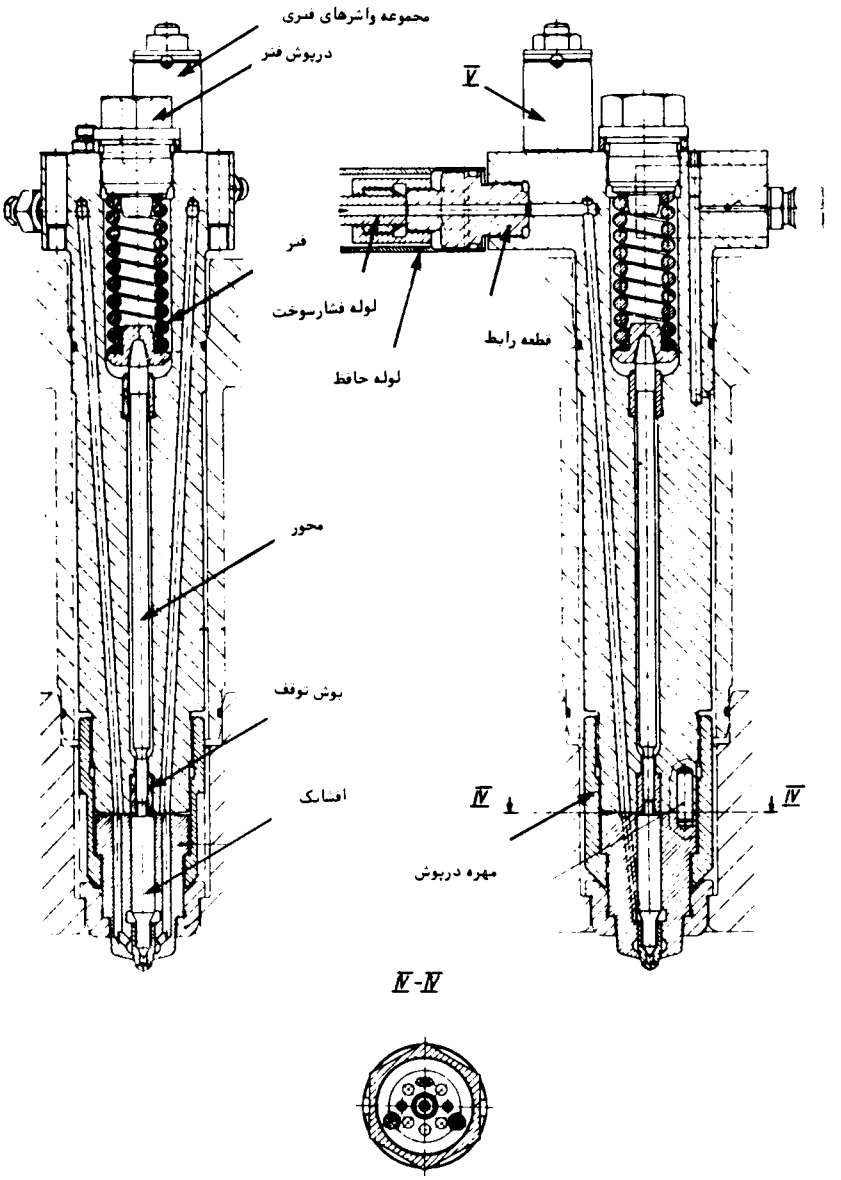
سوپاپ تنظیم زمان درسیستم ریل مشترک بوسیله اهرم و بادامک صورت میگیرد ، شکل (۱۴ ــ ۲) . وقتی سوپاپ تنظیم زمان ، توسط بادامک و اهرم بلند میشود ، سوخت بافشار زیاد به سوخت پاش میرسد . اهرم سوپاپ تنظیم زمانی به یک میله لغزشی متصل شده است که بسته به وضعیت قرارگرفتن اهرم مانور ، مقدار صحیح سوخت رابه سیلندر میرساند .



شکل (۱۴ ــ ۲) شیر تنظیم زمانی

سوخت پاش

یک نمونه متداول سوخت پاش درشکل (۱۵ ــ ۲) نشان داده شده است .



شکل (۱۵ ــ ۲) سوخت پاش

دوقسمت اساسی آن یعنی شیپوره و بدنه (نگهدارنده شیپوره) دیده میشوند . سوخت تحت فشار زیاد ، وارد سوخت پاش شده و درمجرائی که دربدنه تعبیه شده،روبه طرف پائین حرکت میکند و سپس سوخت به گذرگاه شیپوره واردشده و درمحفظه‌ای که والو سوزنی سوخت پاش رادرخودجای داده‌است پایان میپذیرد . والو سوزنی توسط یک میل رابط میانی و فنربطور محکم درنشیمنگاه خود دربدنه سوخت پاش استقرار یافته است . فشار فنر و یا بعبارت دیگر فشاری که باعث بازشدن سوخت پاش میشود رامیتوان توسط مهره‌ای که روی فنر فشار میآورد تنظیم کرد . شیپوره و بدنه سوخت پاش بعنوان یک جفت همگون (منطبق برهم) ساخته میشوند و سطوح مزبور بادقت فراوان سنگ زده میشود تادربرابرنفوذ روغن کاملا " آب بندی باشند . دوقسمت مذکورتوسط مهرهٔ شیپوره به همدیگرمتصل میگردند .

والو سوزنی زمانی بازمیشود که فشار سوخت روی سرمخروطی آن بیش از فشار فنر گردد . سوخت سپس به محفظه پائین تر جریان پیداکرده و بافشار از سوراخهای ریزی بداخل سیلندر میریزد . سوراخهای ریز ، دراندازه های معین ساخته شده و طبق ترتیب خاصی قرارمیگیرند تاسوخت رابصورت پودر یاقطرات بسیار ریز وآماده برای اشتعال درآورد . بمحض اینکه سوخت پاش یاشیر تنظیم زمانی باعث قطع سوختِ تحت فشار شود ، والو سوزنی فورا " تحت فشار فنر بسته میشود .

یک دستگاه تخلیه هوا و یاسوخت پاش دستی درمجرای سیستم سوخت نصب میباشد ، قبل از اینکه موتورشروع بکارکند یاپس از مدت زمان طولانی که از موتوراستفاده نشده کلیه سوخت پاشها میبایست از هوا تخلیه شوند . سوخت پاشهای موتورهای بزرگ دوزمانه سرعت کم ،دارای مجاری داخلی هستند که آب خنک کننده درآن گردش میکند .

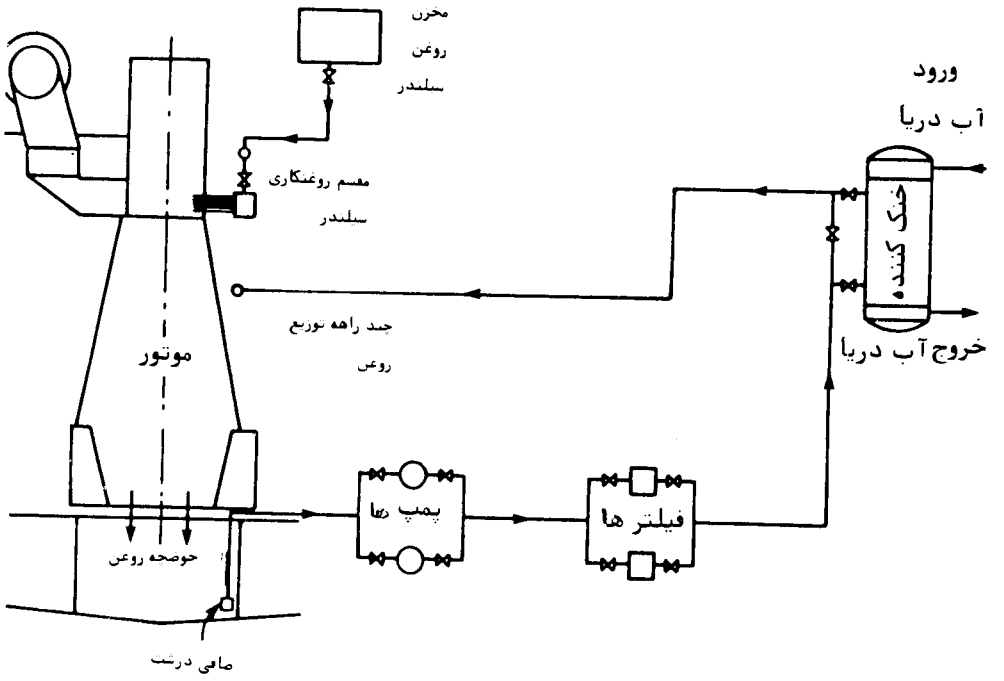
روغن کاری و (لغزنده سازی)

سیستم روغنکاری یک موتوروظیفه روغن رسانی رابه قسمتهای متحرک موتوربرعهده دارد . کار اصلی آن تشکیل دادن یک لایه (فیلم) روغن بین قطعات متحرک میباشد و درنتیجهٔ این روغنکاری،اصطکاک و سائیدگی قطعات مذکور تقلیل میبابد .

روغن همچنین بعنوان یک تمیز کننده و دربعضی موتورها بعنوان خنک کننده بکارمیرود .

سیستم روغن موتور

روغن موتوردرزیر محفظه میل لنگ و یادر داخل مخزن تخلیه (کارتر) که زیر موتور قرار دارد انبارمیشود ، شکل (۱۶ – ۲) .



شکل ۱۶–۲ سیستم روغنکا ری

روغن این مخزن از طریق یک صافی ، یکی‌از دوپمپ و سپس یکی از دوصافی باشبکه ریـز جریان میبابد . قبل از آنکه روغن وارد موتور گردد از داخل یک خنک کننده (کولر) عبورکرده

و سپس در لوله های انشعاب مختلف پخش میگردد . بعنوان مثال انشعاب لوله روغن برای یک سیلندر ممکن است روغن رابه یاتاقان اصلی برساند . مقداری ازاین روغن از طریق یک مجرای درل کاری شده درشاتون ، بسمت بالا رفته تابه یاتاقان میله انگشتی (درموتورهای سرعت متوسط چهارزمانه) یابه یاتاقان مقطع صلیبی (درموتورهای سرعت کم دوزمانه) برسد . برای حصول اطمینان ازفشارکافی روغن درشبکه درانتهای لوله های پخش یک وسیله اعلام خطر نصب گردیده است . پمپها و صافیهای باشبکه ریز ، بصورت دوتائی قراردارند که یکی از آنها درمدارکاری قرارمیگیرد و دیگری صرفا " بصورت آماده بکارمیباشد . صافیهای باشبکه ریز طوری قراردارند که همزمان باکار یکی از آنها ، دیگری رامیتوان تمیز نمود . پس از اینکه روغن، کار روغنکاری و لغزنده سازی درموتور رابه پایان رساند ، برای استفاده مجدد وارد کارتر یا مخزن تخلیه میگردد . یک عمق سنج ، مقدار روغن موجوددرمخزن تخلیه رادرمحل نشان میدهد . یک دستگاه تصفیه روغن (ازنوع سانتریفیوژ) درسیستم روغن نصب میباشد که (علاوه برتصفیه موجوددرسیستم) میتواند روغن مخزن ذخیره راتصفیه کند .

آب دریا سردکننده روغن درجریان است . فشار آب دریا کمتر از فشار روغن میباشدو در نتیجه اگر درسردکننده سوراخی بوجود بیاید ، تنها منجر به ازدست رفتن مقداری روغن میشود و نه آلوده شدن روغن توسط آب دریا .

روغنکاری سیلندر

درموتورهای بزرگ و دورکم دوزمانه ، از یک سیستم جداگانه روغن جهت آستر داخلی سیلندر استفاده میشود . روغن توسط روغنکارهای مکانیکی (هرروغنکار،سیلندر مخصوص بخود راتغذیه میکند) بین آستر داخلی سیلندر و پیستون تزریق میشود . روغن بکاررفته ، از نوع مخصوص و یکبار مصرف میباشد . این روغن علاوه بر روغنکاری ، مانع از نفوذ گازهای محفظه احتراق به پائین سیلندر نیز گردیده و چون درترکیب آن از مواد اضافی مخصوص استفاده شده باعث تمیز شدن آستر داخلی سیلندر هم میگردد .

خنک کنندگی موتور

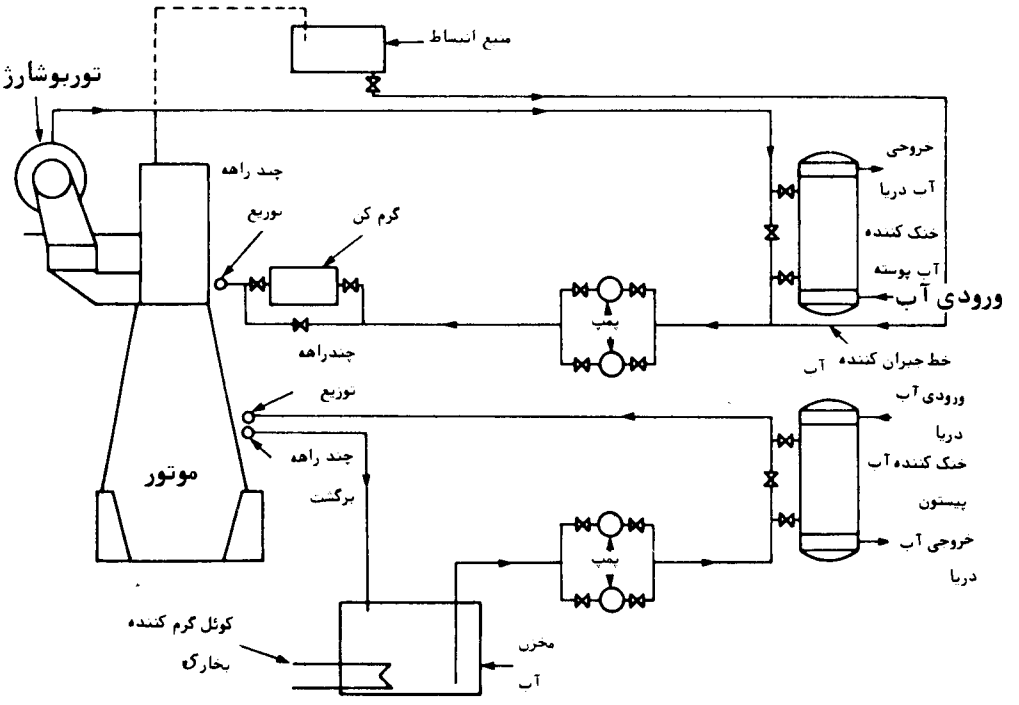
خنک‌کنندگی‌بوسیله گردش یک مایع سرد کننده درمجاری تعبیه شده درداخل موتور صورت‌میگیرد. مایع خنک کننده درنتیجه این گردش ، حرارت را از موتور گرفته و آن رابه آب سرد کننده ـ گردشی،که همان آب دریا است،منتقل میکند . خنک کنندگی ناکافی اثر تخریبی خودرا ابتدادر قطعاتی از موتور بجای میگذارد که درمجاورت مکانهائی بسیار داغ مانند (نزدیک محفظـــــه احتراق) باشند . خنک کردن این امکان رابه فلزات موتور میدهد تاخواص مکانیکی خودراحفظ کنند . سردکنندهٔ متداول ، آب شیرین است . آب دریا بعلت خاصیت خورندگی،کاربردمستقیم بعنوان خنک کننده ندارد . بعضی اوقات روغن بعنوان سردکننده پیستون بکار میرود زیـرا در صورت وجود نشتی،روغن به داخل کارتل روانه شده و مسئله‌ای بوجود نخواهد آورد . ولی‌بخاطر پائین بودن گرمای ویژه روغن ، دوبرابر مقدار روغن درمقایسه با آب باید مورد استفاده قـــرار گیرد .

سیستم خنک کننده آب شیرین

یک سیستم خنک کننده آب شیرین برای موتورهای سرعت کم دوزمانه درشکل (۱۷ ـ ۲) نشان داده شده است . این سیستم به دوقسمت مجزا تقسیم شده است . یک قسمت مخصـــوص خنک کردن پوسنه سیلندر ، سرسیلندر و توربوشارژ ، و دیگری برای خنک کردن پیستون .

آب خنک کننده پوسته سیلندر پس از ترک کردن موتورووارد سردکننده گردشی آب دریـــا گشته و سپس وارد پمپ گردشی آب پوسته میشود . آب مذکور سپس به اطراف پوسته سیلندر،سر سیلندر و توربوشارژر پمپاژ میشود .از مخزنی که درارتفاع بلندتری درسیستم قرارگرفته جهـــت انبساط‌آب و جبران آب ازدست رفته استفاده میگردد ، لوله های تخلیه هوا بین موتور و مخزن مذکور متصل گردیده اند تاهوای موجوددرسیستم خنک کنندهٔ آبی رابه خارج منتقل نماید . یک گرم کننده نیزدرمدارقراردارد تاباگرم کردن آب چرخشی پوسته ، موتورراجهت استارت آماده ـ نماید .

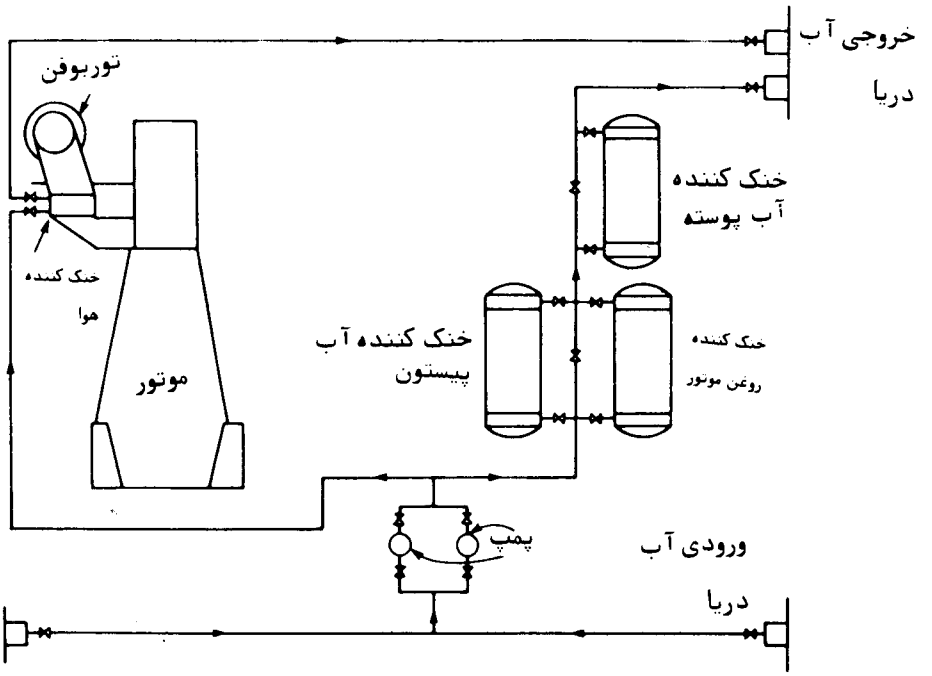
سیستم خنک کننده پیستون نیز از وسائل و دستگاههای مشابهی استفاده میکند ، بجز اینکه بجای "مخزن‌در ارتفاع " ازیک مخزن تخلیه که درسطحی پائین تر از موتور قرار دارد ، استفاده میشود و لوله های تخلیه هوا از چنین مخزنی به نقاط مرتفع درموتورخانه هدایت میشوند . علت استفاده از سیستم خنک کننده مجزا برای پیستون ، محدود کردن آلودگیهای مجاری خنک کن پیستون به سیستم خنک کن پیستون است .



شکل (۱۷ ــ ۲) سیستم خنک کننده آب شیرین

سیستم خنک کننده آب دریا

مایعات مختلف خنک کننده‌ای که درموتور گردش میکنند خودتـــوسط آب دریا (آب شور) خنک میشوند . روش متداول بگونه‌ای است که از خنک کننده‌های انفرادی که آب دریا درآن بگردش درمیآید ، برای روغن موتور ، آب پوسته موتور و سیستم خنک کننده پیســتون استفاده میکنند . کشتیهای مدرن از سیستمی بنام " سیستم مرکزی خنک کننده " بهره می ـ جـویندکه مجهز به یک خنک کننده بزرگی است که آب دریا درآن گردش میکند . دراین‌سیستم ابتدا آب شیرین ، خنک کننده و سپس به سایر خنک کننده های انفرادی رهسپار میگردد . در چنین سیستمی بخاطر اینکه دستگاههای کمتری درتماس باآب دریا میباشند مشکلات زنگ زدگی و فساد فلزات کاهش می یابد . یک سیستم خنک کننده آب دریا درشکل (۱۸ ـ ۲) نشان‌داده شده است .



شکل (۱۸ ـ ۲) سیستم خنک کننده آب دریا

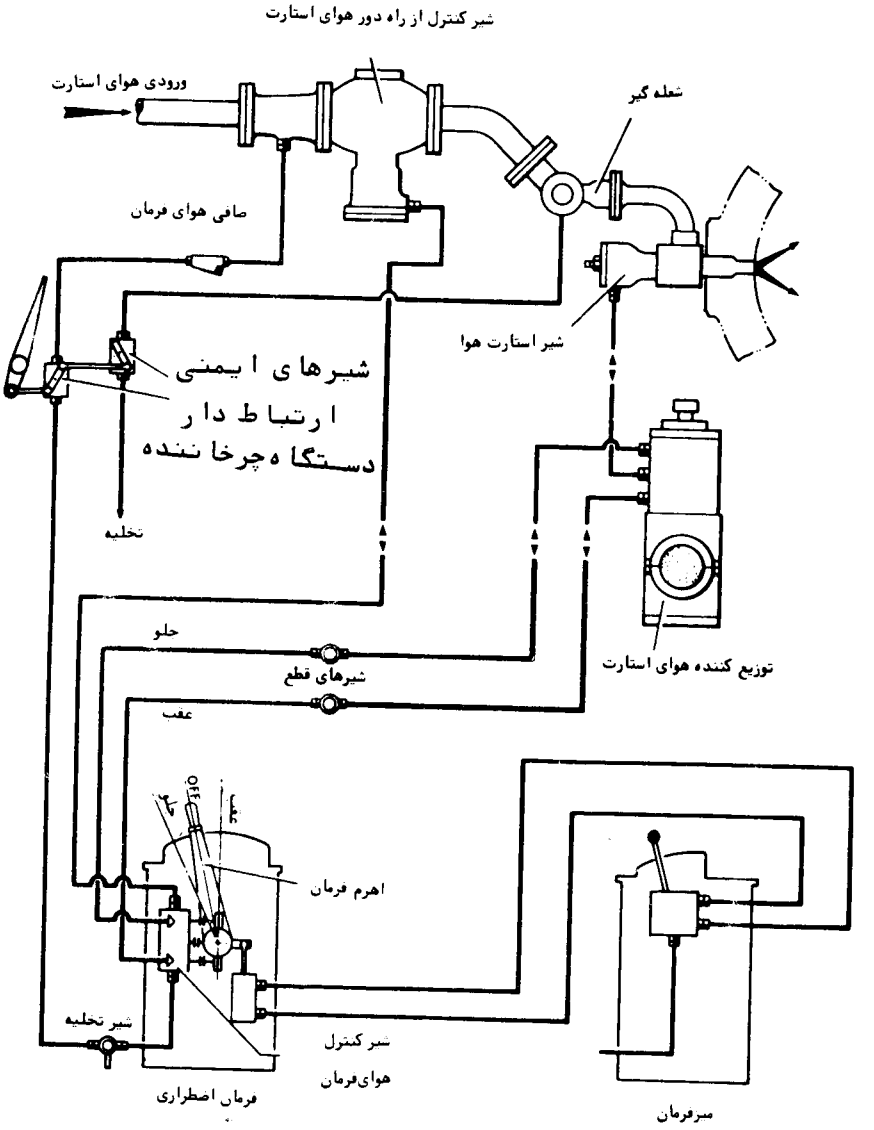
آب دریا از راه مکش یکی از دو " پمپ گردشی آب دریا " واردشده و سپس بدور خنک کننده روغن موتور ، خنک کننده آب پوسته موتور و خنک کننده آب پیستون گردش نموده و ـ بالاخره از روی کشتی به دریا خواهد ریخت . شاخه دیگری از جریان اصلی آب دریا از طریق ورودی اصلی ، برای خنک کردن هوای مورد نیاز توربوشارژر بکارمیرود (برای گرداننده مستقیم موتور دیزلی دو زمانه) .

سیستم هوای استارت

استارت موتورهای دیزلی با وارد کردن هوای فشرده به داخل سیلندرها ، تحت ترادف معین و درجهت مورد نیاز ، انجام میپذیرد . هوای متراکم درمخازن یاسیلندرهای هوا انبار شده و آماده بهره برداری میباشد . این هوای ذخیره شده امکان ۱۲ استارت رامیدهد . ـ سیستم هوای استارت معمولا " مجهز به یک مدار ایمنی بنام قفل میباشد تادرصورتیکه همه‌شرایط برای استارت زدن آماده نباشد ، از استارت جلوگیری نماید .

یک سیستم هوای استارت درشکل (۱۹ ـ ۲) نشان داده شده است . هوای متراکم توسط کمپرسورهای هوا به مخازن هوا رسانده میشود . سپس این هوا از طریق یک لوله با قطر زیاد به شیر هوای استارت سیلندر خواهد رسید . با بازکردن شیر هوای استارت سیلندر ،هوای متراکم اجازه ورود به سیلندر رامی یابد . بازشده شیر سیلندر و شیرکنترل از راه دور ، توسط یک سیستم راهنمای هوا کنترل میگردد . هوای کنترل از لوله قطور گرفته شده و به شیر مجهز به کنترل هوادادە میشود ، که این شیر توسط اهرم استارت هوای موتور بکار میافتد .

باحرکت دادن اهرم استارت ، هوای کنترل باعث بازشدن شیر کنترل از راه دور میگردد. هوای کنترل همچنین برای تعیین جهت کار موتور ، به مقسم هوا داده میشود . این دستگاه معمولا " توسط میل بادامک موتور ، گردانده شده و هوای کنترل رابه سیلندرهای کنترل شیرهای استارت هوای سیلندر میرساند .هوای کنترل سپس درترادف معینی جهت عمل مورد لزوم تغذیه میگردد . شیرهای استارت هوای سیلندر بهنگام استفاده نشدن ، توسط فنردرحالت بسته نگهداشته میشوند ولی توسط هوای کنترل ، بازشده و هوای متراکم مخازن اجازه ورود به ـــ



شکل (۱۹ ــ ۲) سیستم هوای استارت

سیلندرهای موتوررا می یابند . درمدار شیرخودکار ، چگونگی کارکرد قفل ایمنی نشان داده شده است . این مدار از بازشدن شیر خودکار درهنگام کار کردن مونورجلوگیری میکند " شیر کنترل از راه دور " مانع بازگشت مجدد هوای متراکم تر شده داخل سیلندر به سیستم میباشد

روغن لغزنده سازی کمپرسور هوا درشرایط عادی کار ، درطول جداره های لوله هـــای هوا جمع میشود . درصورتیکه یکی از شیرهای هوای استارت سیلندرها از هوابندی خارج گردد ، گازهای داغ وارد لوله های هواشده و روغن جداره ها رامشتعل خواهد ساخت . اگرهـــــوای استارت به مونور تغذیه گردد ، این بنوبه خود به آتش دامن زده و امکان دارد به یک انفجـار در لوله ها منتهی گردد .

برای جلوگیری از وقوع حادثه ، شیرهای استارت سیلندرها باید منظما " تحت تعمیـــرو نگهداری قرارگرفته و روغن لوله ها مرتبا " تخلیه گردند . همچنین بادقت درتعمیر و نگهداری کمپرسورهای هوا ، خروج روغن از آنها را باید به حداقل رساند . برای اینکه آثار این قبیـــل انفجارهارادرلوله ها کاهش داد ، شعله گیر ، شیرهای اطمینان و یادرپوشهای اطمینان (قبل از وقوع انفجار خواهند ترکید) رادرخط لوله ها نصب مینمایند . بعلاوه یک شیر جدا کننـــده یکطرفه (شیر خودکار) نیز در سیستم نصب گردیده است . قطع آب خنک کننده کمپرسور هوا میتواند به گرم شدن بیش از حد هوای خروجی کمپرسور منجر گردیده و احتمالا " بوقوع انفجـار در خطوط منتهی به مخازن هوا منتهی گردد . دراینحالت از یک وسیله اعلام خطر درجـــــه حرارت زیاد یا یک دو شاخه فیوزی که در درجه بالا ذوب میشود ، جهت جلوگیری از خطرات ـ حتمالی استفاده میگردد .

" کنترل و دستگاههای ایمنی "

ناظم ها (گاورنر)

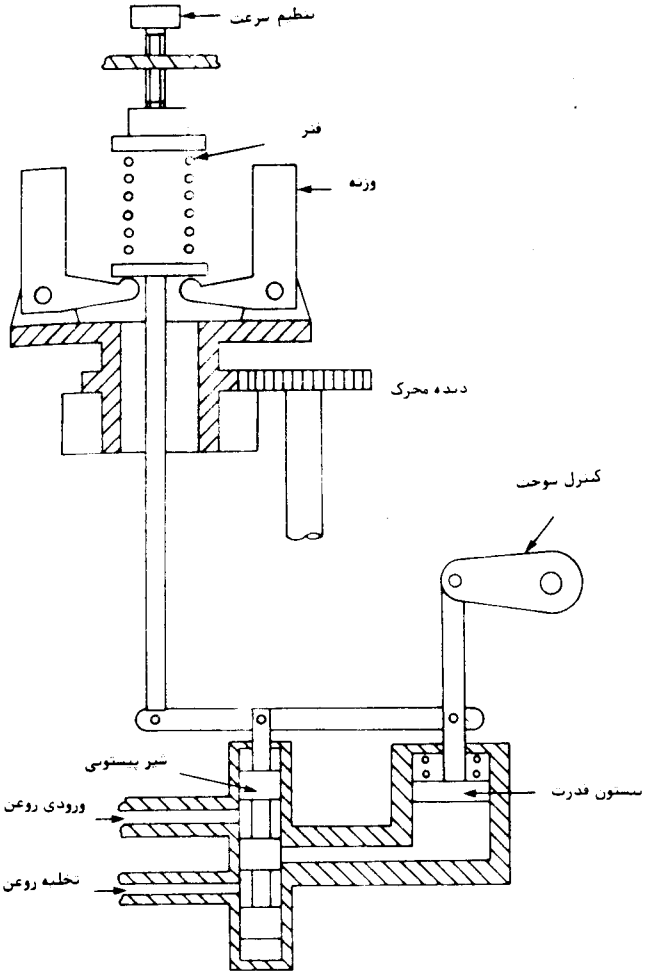
اساسی ترین دستگاه کنترل درهرموتور ناظم آن است . ناظم ، سرعت موتوررادرحد معینی ثابت نگه میدارد و این درحالی است که توان خروجی بنابر مقدار تقاضا تغییر می یابد . این عمل توسط ناظم و بطور خودکار پمپ سوخت موتور راتنظیم کرده تادرآن سرعت،مقدار توان مورد نیاز رابرآورده سازد . ناظم های موتورهای دیزلی معمولا" از دوسیستم تشکیل شده است : دستگاه حس سرعت و واحد هیدرولیک که روی پمپ سوخت عمل کرده تا توان خروجی موتوررا تغییر دهد .

ناظم مکانیکی

وزنه های گریز از مرکز برای مشخص (حس) کردن سرعت موتور بکارمیرود . دو وزنه گریز از مرکز روی صفحه‌ای سوارشده اند که درحول محوری عمودی دوران میکنند . محورعمودی مذکور خود توسط یک چرخ دنده گردانده میشود ، شکل (۲۰ – ۲) . نیروی گریز از مرکز ، وزنه هارابه بیرون رانده که این رانش خود محور عمودی رابه بالا کشیده و آنقدر فنر رافشرده میکند تا تعادل نیروها برقرارگردد . حالت تعادل یاسرعت تنظیم شده رامیتوان بوسیله درجه سرعت که در حقیقت فشار فنرراکم و زیاد میکند ، تغییر داد .

باافزایش سرعت موتور ، وزنه ها روبه بیرون حرکت کرده و محوررا بالامیکشند ، تقلیل در سرعت باعث پائین رفتن محور میشود .

یک واحد هیدرولیکی به این محور عمودی متصل شده و بمثابه یک منبع نیرو برای حرکت کنترل کننده های سوخت موتور میباشد . یک شیر پیستونی که به محورعمودی متصل شده است بسته به حرکت وزنه ها ، کار روغن رسانی رابه پیستون " قدرت " برعهده دارد .



شکل (۲۰ ـ ۲) ناظم مکانیکی

باحرکت پیستون ، کنترل های سوخت نیز جابجا میشوند . باافزایش سرعت موتور ، محور عمودی بالارفته ، شیر پیستون نیز بطرف بالا حرکت کرده و روغن پیستون قدرت تخلیه‌میگردد و درنتیجه منجر به حرکت کنترل کننده سوخت میگردد . این حرکت باعث تقلیل عمل سوخت رسانی و نتیجتا " کاهش سرعت موتور میشود .

اگرچه قطعات و ترتیب واقعی ناظم های مکانیکی موتور بسیار متفاوت اند ولی اساس کار بسیاری از آنها همان است که دربالا تشریح گردید .

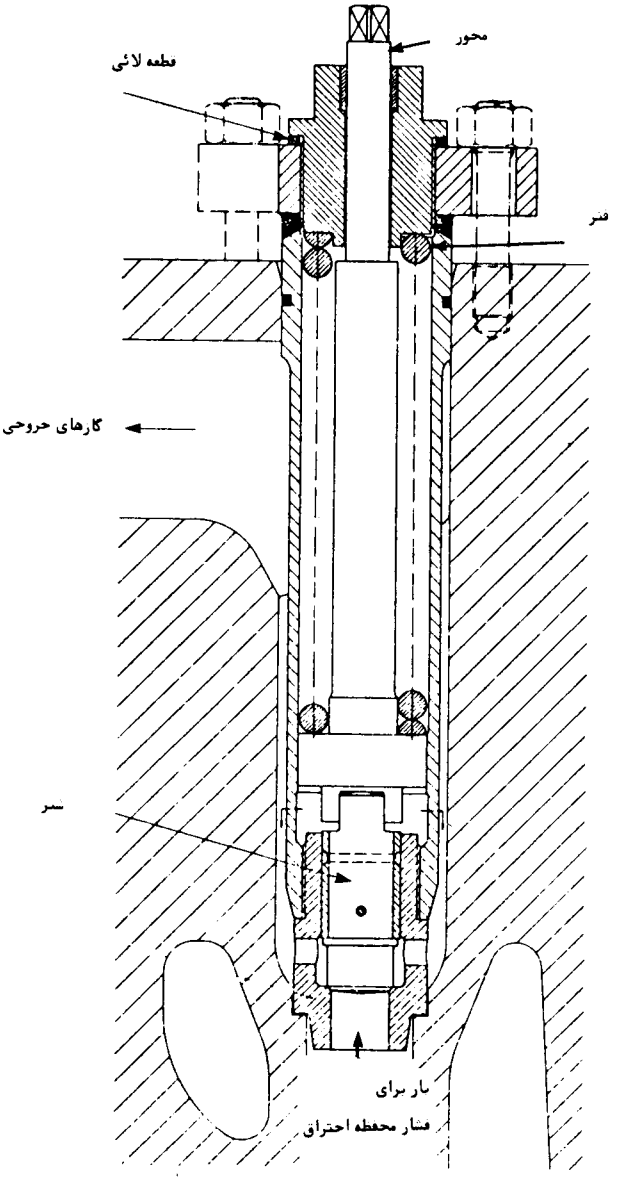
ناظم بـــرقی

درناظم برقی از ترکیب قطعات و دستگاههای برقی و مکانیکی بهره گرفته شده است . ــ دستگاه تشخیص دهنده (سنسور) سرعت ، یک آلترناتور مغناطیس دائم است که توسط موتور حرکت میکند . یک سیگنال یکسوشده وولتاژ بهمراه سیگنال تنظیم سرعت ، برای بکارانداختن واحد هیدرولیکی بکارمیرود . سپس این واحد،کنترل کننده های سوخت رادرجهت مشخص ــ برای کنترل سرعت موتور حرکت خواهد داد .

شیر ایمنی سیلندر

شیر ایمنی سیلندر طوری طراحی شده تا درصورتیکه فشار داخل سیلندر ۱۰ تا ۲۰ درصد از حدمعمولی تجاوز کند فشار اضافی رابه آتمسفر منتقل نماید . یک فنر ، شیررادرحالت بسته نگه میدارد و فشاری که باعث بازشدن آن میشود بستگی به ضخامت واشر تنظیم شیر دارد شکل (۲۱ ــ ۲). مقدار بلند شدن شیردرهنگام تخلیه فشار ، بسیار محدود است و گازهای‌خروجی نیز به یک خروجی امن هدایت میشوند . شیر و محور آن از یکدیگر جدا بوده تابه شیر ایـــن اجازه داده شودکه پس از تخلیه بتواند براحتی درنشیمنگاه خود قرارگیرد .

عمل نمودن این دستگاه نشان دهنده اشکالی درموتوراست که این اشکال باید مشخـص و تصحیح گردد . پس از آن خود شیر نیز بایددراولین فرصت مناسب مورد آزمایش قرارگیرد .



شکل (۲۱ ــ ۲) شیر ایمنی سیلندر

نشان دهنده بخار روغن محفظه میل لنگ

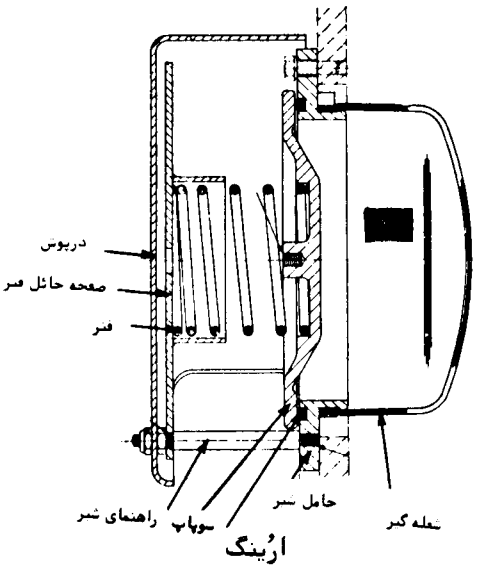
حضور بخار روغن درمحفظه میل لنگ نتیجه تبخیر روغن و براثر وجود یک نقطه داغ ـ میباشد . تجمع بخارات روغن ممکن است بشرایط انفجاری منتهی گردد . نشان دهنده بخـــار روغن از یک سلول فتو الکتریک جهت اندازه گیری افزایش های بسیار کوچک درچگالی بخـارات موجود استفاده مینماید . یک پنکه بامحرکه موتوربرقی ، بطورپیوسته نمونه هائی‌از بخارات ـ روغن محفظه میل لنگ راازطریق یک لوله نمونه گیر عبورمیدهد . درصورتیکه نمونه های گـرفته شده از محفظه میل لنگ درمقایسه باهوای تمیز یاهوای سایر قسمتهای محفظه میل لنگ افـزایش غیرعادی داشته باشد ، اندازه گیر ، مقدار این افزایش رانشان داده و اعلام خطر خواهد ـ نمود . سپس " شیر گردون نمونه گیر " متوقف شده تامحفظه مورد ظن رانشان دهد درمدل " مقایسه کننده " یک نمونه گرفته شده راباسایر نمونه ها مقایسه کرده و یکبار درهرسیکل آن را باهوای آزاد مقایسه مینماید . درمدل " سطحی " نمونه های گرفته شده از هرمحفظه میل لنگ، به نوبت بایک لوله مرجع که باهوای آزاد پرشده مقایسه میگردد ، مدل " مقایسه کننده " در موتورهای بزرگ مقطع صلیبی و مدل " سطحی " برای موتورهای پیستون خرطومی بکارمیرود .

شیر فشارشکن انفجار

شیر (درب) های فشارشکن انفجار بعنوان یک حفاظ عملی برای جلوگیری از وقوع انفجـار محفظه میل لنگ و درمحفظه میل لنگ نصب میشوند . این شیرها ، فشار اضافی محفظه میل لنگ را آزاد ساخته و از سرایت شعله های محفظه میل لنگ به بیرون جلوگیری میکند . این دربهـا میبایست از نوعی باشند که بلافاصله پس از بازشدن ، خودبخود بسته شده تااز ورود هـــوای آتمسفر به محفظه مذکور جلوگیری بعمل آید .

نظم و ترتیب و طرحهای مختلفی از این درب وجوددارد . درموتورهای بزرگ دیـــزلی سرعت کم دوزمانه ، دوشیر درمانند برای هرمحفظه نصب شده است ویادرموتورهای سرعت ـ متوسط ، ممکن است فقط یک شیر نصب شده باشد . یک طرح از شیرهای فشار شکن انفجار درشکل

(۲۲ ــ ۲) دیده میشود . یک فنر سبک،شیر رادرنشیمنگا هش بسته نگهداشته و یک رینگ آب بندی اتصال راکامل مینماید . یک چتر منحرف کننده دربیرون موتورنصب تا اشخاص رادر برابر یورش گازهای ناشی از انفجار محافظت کند . همچنین داخل موتور ، روی دهانه شیر ، یک صفحه توری مانند که به روغن آغشته شده بمنزله یک شعله گیر عمل نموده یاشعله هائی را که ممکن است از محفظه میل لنگ به بیرون سرایت نماید متوقف کند . شیر مربوطه پس از عمل نمودن ، تحت تاثیر فنر و بطورخودکار بسته میشود .



شکل (۲۲ ــ ۲) شیر فشارشکن انفجار پوسته

دستگاه گرداننده موتور

دستگاه گرداننده موتور ، یک موتور الکتریکی باقابلیت حرکت در هردوجهت است که‌یک چرخ دنده حلزونی راچرخانده و این چرخ دنده حلزونی میتواند به یک چرخ طیار دندانه دار متصل شده و موجب گردش موتوردیزلی بزرگ شود . بدین طریق یک محرک سرعت آهسته بـه دست میآید که بوسیله آن میتوان موتور رابه وضعیت دلخواه برای تعمیرات اساسی قـرار داد. همچنین قبل از استارت زدن موتور ، از دستگاه گرداننده موتورکمک گرفته تاموتور رایکی دودور بطور آزمایشی چرخاند .این آزمایش قبل از استارت ، بمنظور حصول اطمینان از حرکت آزاد موتور ، و عدم تجمع آب در سیلندرها میباشد . هنگام عملکرد دستگاه گرداننده موتور ، ــ شیرهای نمایانگر باید باز باشند .

موتورهای دیزلی سرعت کم و سرعت متوسط

موتورهای دیزلی سرعت متوسط (بین ۲۵۰ تا ۷۵۰ دور دردقیقه) و موتورهای سـرعت کم (بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ دور دردقیقه ــ این اعداد تقریبی هستند) برحسب نوع کار درکشتی مزایا و معایب مخصوص بخودرادارند .

موتوردیزلی دوزمانه دور پائین جهت نیروی محرکه اصلی کشتی بکارمیرود ، زیرا ایـن موتور رامیتوان مستقیما" (بدون استفاده از جعبه دنده) به محور اصلی و پروانه کشتی متصل ساخت . این موتورنیروی زیاد تولید کرده ، میتواند سوخت های درجه پائین رابسوزاند و ــ دارای بازده حرارتی زیادی میباشد . سیلندرهاو محفظه میل لنگ از هم جداشده اند که بـه معنای کاهش آلودگی درمحفظه های مذکور بوده و همچنین این امکان رافراهم میآورد تا بـرای هریک از دومنطقه مربوطه از روغن موتور مخصوص برای همان منطقه استفاده شود . بکارگیـری موتورهای دیزلی دوزمانه معمولا" حاکی از عدم وجود سوپاپهای ورودی هوا و خروجی گازهـای اگزوزمیباشد . و دراینحالت طبعا" کار تعمیر و نگهداری موتورها نیز کمتر شده و ساختمان ــ موتورها نیز ساده تر میگردد .

موتورهای سرعت متوسط چهارزمانه از نظر نسبت نیروی تولیدشده به وزن موتوروهمچنین نسبت نیروی تولید شده به اندازه موتور درموقعیت بهتری قرارداشته و برای تولید نیروی‌یکسان هزینه خرید اولیه‌شان کمتر است . اما نقطه ضعف آنها سرعت بیشتر آنها است وبرای اینکه بتوان از این نوع موتور برای محرک اصلی کشتی استفاده نمود نیازبه جعبه دنده و کوپلینگ های قابل انعطاف میباشد . دراین موتورها اندازه سیلندرها کوچکتر بوده و طبعا " احتیاج به تعداد بیشتری سیلندر و درنتیجه مستلزم تعمیر ونگهداری بیشتر میباشد . اما سرعت زیاد آنها مقداری از این ضعف راجبران میکند . آسترهای داخلی سیلندرها بعلت عدم وجود دهانه های ورودی و خروجی ، ازساختمان ساده تری برخوردار است . اما سیلندرها پیچیده‌تر بوده و نیاز به سیستمی جهت عمل سوپاپها میباشد . عمل هوارسانی مثبت بوده و احتیاج به شبکه تنظیف نمی باشد ، درنتیجه مسئله‌ای بنام آتش سوزی درمحفظه هوای تنظیف وجودندارد. بواسطه سرعت زیادتر موتورسوخت آن باید از کیفیت بالاتری برخورداربوده و مصرف روغن موتور دراین موتور بیش از موتورهای دوزمانه سرعت کم میباشد . ارتفاع موتورکمتر بوده زیرا طرح آن از نوع پیستون خرطومی میباشد و برای هرسیلندر ازقطعات متحرک کمتری استفاده‌شده است . البته درمجموع تعداد بیشتری قطعات ، تعمیر و نگهداری میشوند ولی بواسطه کوچکتر بودن ، باراحتی بیشتری میتوان برروی آنها کارکرد .

بمنظور پائین آوردن هرچه بیشتر اندازه و وزن ، برای یک قدرت معین ، از موتورهای خورجینی (جناغی) شکل دربعضی از طرحهای موتورهای سرعت متوسط استفاده میشود .

کوپلینگ ها ، کلاچ ها و جعبه دنده ها

درصورتیکه سرعت دوران محور یک موتور دیزلی سرعت متوسط برای منظور خاصی مناسب نباشد ، بعنوان مثال درجائیکه سرعت کم برای گرداندن یک پروانه مورد نیاز است ، یکجعبه دنده باید به سیستم اضافه شود . معمولا " بین موتور و جعبه دنده نوعی کوپلینگ قابل انعطاف قرارمیدهند تاموجب تقلیل نوسانات گردد . همچنین دراغلب موارد احتیاج به یک کلاچ است تا موتور راازجعبه دنده جداسازد .

کوپلینگ هـا

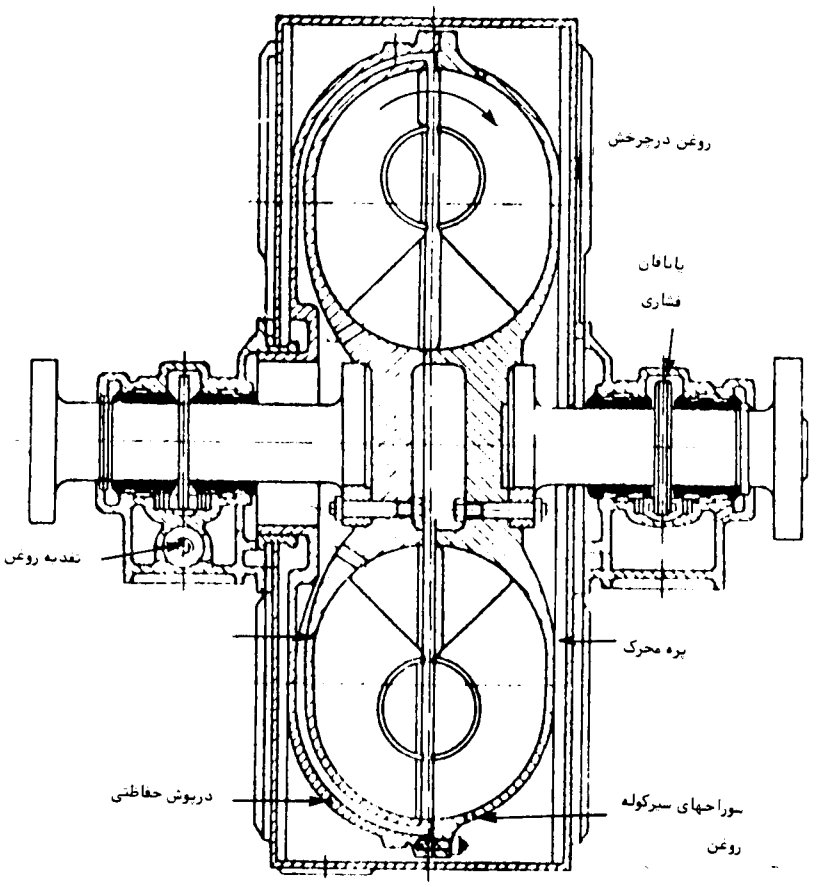
کوپلینگهای خمش پذیر یاارتجاعی ، انحرافهای جزئی بین محورها راقابل اغماض نموده و تغییرات گشتاور تولیدشده درموتور را تقلیل و یاازبین میبرند . کوپلینگها رامضافا" میتوان به عنوان کلاج یادستگاه جداکننده بکاربرد . کوپلینگهادرعمل بصورت مکانیکی ، برقی ، هیدرو – لیکی یابادی میباشند . روال طبیعی ، ترکیب کردن عمل یک کلاج و یک کوپلینگ است که البته این عمل باکوپلینگ مکانیکی به سادگی امکان پذیر نمیباشد .

کـلاج هـا

یک کلاج دستگاهی است جهت اتصال (انفصال) واحد گرداننده به (از) واحد گردنده. وقتی دو موتور به یک جعبه دنده متصل شده باشند وجود یک کلاج این امکان رامیدهد که یک یا هردو موتور درحالت کاری بوده و همچنین معکوس کردن جهت کار موتوررا میسر میسازد .

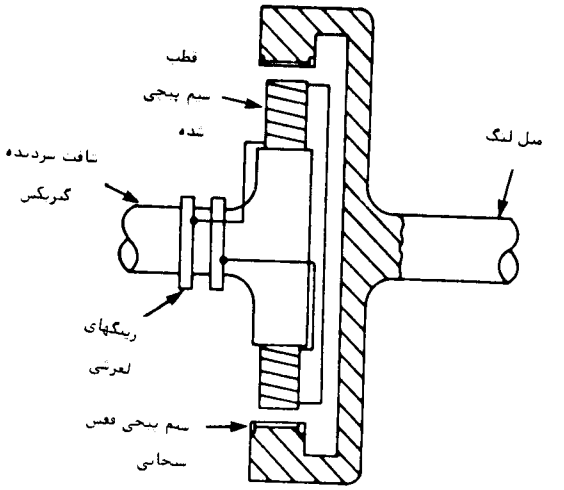
در کوپلینگ های هیدرولیکی یا سیالی این روغن است که اتصال قسمت گرداننده یا چرخ محرک رابه قسمت گردنده یا تابع میسر میسازد ، شکل (۲۳ – ۲) . درنتیجه این دوتائیدگی ایجاد نگـــشته و کلاجها به نرمی عمل میکنند . گرداننده و گردنده محفظه هائی دارند که روبه روی هم قرارگرفته و هنگام دوران با روغن پر میشوند . چرخ محرک که توسط موتور دوران میکند انرژی جنبشی تولید شده رابه روغن (مایع) منتقل نموده که روغن نیز بنوبه خود آن رابـــه گردنده منتقل مینماید . بعلت وجود بارهای محوری ، درهردوقسمت کوپلینگ ، بلبرینگ هـای کف‌گرد نصب میگردد .

کوپلینگهای الکترومغناطیسی از دوقطعه الکترومغناطیس تشکیل شده اند . یک قطعه دارای یک سری قطبهای سیم پیچی شده است که به میل دندهٔ (پیستون) جعبه دنده وصل شده‌است و توسط منبع تغذیه جریان مستقیم کشتی تحریک میشود ، شکل (۲۴ – ۲) . قطعه دیگر دارای سیم‌پیچی قفس سنجابی است که مه میل لنگ موتور متصل و تحریک آن بصورت القائی واز طـریق



شکل (۲۳ ــ ۲) کوپلینگ هیدرولیکی

فاصله هوائی بین آن دو انجام میگردد . (سیم پیچ قفس سنجابی درفصل ۱۴ توضیح داده ــ میشود) .دو الکترو مغناطیس باهم تشکیل یک مولد برق رامیدهند و چون هرود دوران میکنند نیروی تولید شده ، برقی نمیباشد ، بلکه یک نیروی مکانیکی است . درنتیجه ، کوپلینگ نیروی مکانیکی رااز موتور گرفته و آن راتبدیل به نیروی برقی نموده و سپس درمیل دندهٔ جعبه دنده ، آن راتبدیل به نیروی مکانیکی مینماید . همانند کوپلینگهای هیدرولیکی اختلاف سرعت اندکی بین موتورومیل دنده جعبه دنده وجوددارد که این اختلاف بنام " لغزش " موسوم است .



شکل (۲۴ – ۲) کوپلینگ الکترومغناطیسی

جعبه دنده ها

سیستم جعبه دنده هائی که برای تقلیل دور موتورهای سرعت متوسط و تبدیل بسرعت های مناسب برای دوران پروانه کشتی بکار میرود همیشه از نوع یک مرحله‌ای و معمولا" با دنده مار – پیچی است (فقط یک دنده تقلیل داشته که اگرمقطع دنده رادرنظر بگیریم از مارپیچ تکی استفاده شده است) . نسبت تقلیل درماشین آلات مدرن بین ۱ – ۲ و ۱ – ۴ (دوبه یک وچهار به یک میباشد) .

این نوع نظم و ترتیب میل دنده و چرخ دنده تقریبا" شبیه نظم و ترتیب درتوربین بخار است که درفصل (۳) توضیح داده شده است ، بجز مورد مارپیچ تکی بودن آنها .

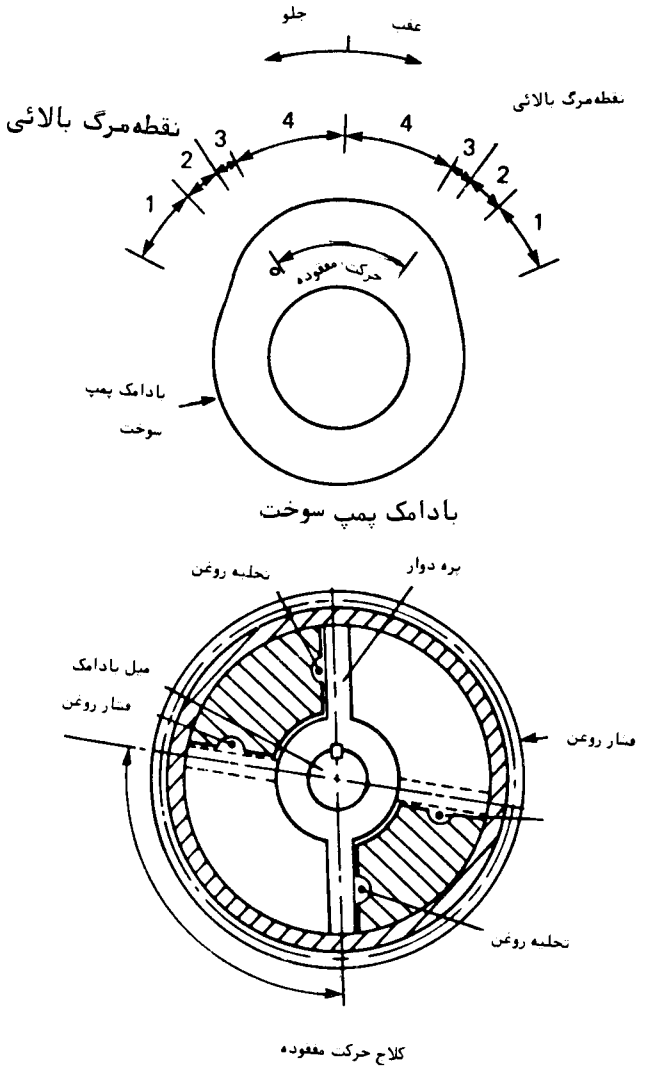
تغییر جهت دوران موتور

برای اینکه از عکس کارکردن موتورجلوگیری شود وجوددنده های معکوس کننده الزامی است.

درجائی که پروانه گام متغیر بکاررفته است، احتیاجی به معکوس کارکردن موتور نمیباشد . امااگرمعکوس کارکردن موتور الزامی باشد باید موتور برعکس استارت زده شود و ترتیب زمان تزریق سوخت نیز تعویض گردد . اگر از " سوپاپ قارچی " برای خروجی اگزوز استفاده شده باشد ، احتیاج به تنظیم (از نظر زمانی) دارند و تنظیم آنها باید تغییر داده شود . در صورتیکه از پمپهای سوخت ضربه‌ای استفاده شود ، محل بادامک های سوخت روی میل بادامک نیز باید تغییر کند . انجام این کار بدینصورت است که میل بادامک رابصورت محوری از جای خود انتقال داده و میل بادامک معکوس راجایگزین آن مینمایند . متناوبا " یک کلاج حرکت مفقوده" Lost Motion نیز میتواند مورد استفاده قرارگیرد که همراه آن از بادامک پمپ سوخت تنظیم شده برای حرکت به جلو استفاده‌میشود .

نظم وترتیب بادامک پمپ سوخت و کلاج حرکت مفقوده درشکل (۲۵ ـ ۲) نشان داده شده است . نتیجه شکل ظاهری بادامک این است که ابتدا برای مدتی پمپ عمل کرده و پس از آن برای حدود ده درجه قبل از نقطه مرگ بالائی ، تزریق سوخت انجام میشود و تاحدود پنج درجه پس از نقطه مرگ بالائی نیز این تزریق ادامه مییابد . متعاقبا " بمرحله سکون خواهیم رسید و آن هنگامی است که پلانجر (پیستون) پمپ سوخت بیحرکت میماند . بادامکی که کاملا " قابلیت عکس شدن راداشته باشد ، همانطورکه نشان داده شده است ، دراین نقطه قرینه میباشد . پریود زاویه‌ای بین نقطه های مرگ بالائی ، برای حرکت های جلو وعقب ، حرکت مفقوده خواهد بود . درکلاج حرکت مفقوده باسروموتور ، ازیک پره گردنده استفاده میشود که به میل بادامک متصل است ولی میتواند دررابطه باگرداننده میل بادامک نسبت به میل لنگ حرکت کند . پره نشان داده شده ، بوسیله روغن در وضعیت حرکت به جلو نگهداشته شده‌است. وقتیکه روغن تحت فشار از طریق دهانه تخلیه به پره برسد ، پره درفاصله زاویه‌ای حرکت مفقوده دوران کرده تاتنظیم سوخت رابرای حرکت معکوس تغییر دهد . تغییر زمانی موردنیاز جهت سیستم هوای استارت موتور ، یابوسیله این حرکت میل بادامک انجام میشود ویاتوسط یک تغذیه جهت دار هوا به مقسم هوا صورت میگیرد . به این ترتیب میل بادامک دروضعیت جدید قرارخواهد گرفت .

سوپاپ های قارچی شکل خروجی اگزوز ، دارای کلاج حرکت مفقوده مختص به خود بوده یاازیک سروموتور برای حرکت به عقب استفاده میکنند .



شکل (۲۵ ــ ۲) نظم وترتیب عمل معکوس موتور

" نمونه هائی از موتورهای دیزلی دریائی "

داکسفورد DOXFORD

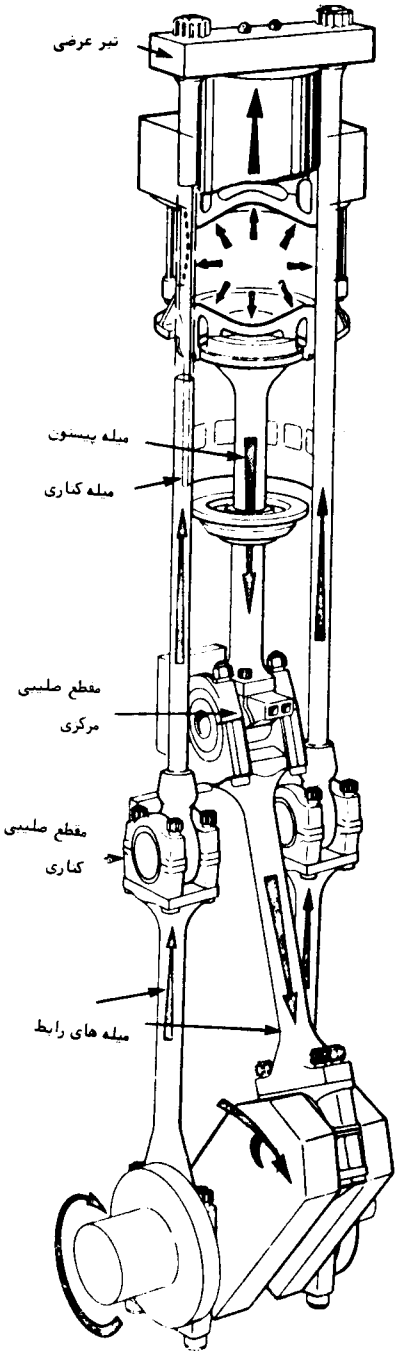
داکسفورد ، از انواع موتورهای دیزلی دوزمانه ، پیستون متقابل ، تک عملی (به ماشینی تک عمل میگویند که دریک رفت و برگشت پیستون یک بار کار انجام میدهد) میباشد .

هرسیلندر دارای دو پیستون بوده که بطرف همدیگر حرکت کرده ویااز محفظه احتراق‌مرکزی دورمیشوند . روی میل لنگ سه محل اتصال برای سه شاتون درنظرگرفته شده است که شاتون‌مرکزی توسط پیستون پائینی حرکت‌کرده و دوتای بیرونی توسط پیستون بالائی بحرکت درمیآیند . نظم و ترتیب این موتور درشکل (۲۶ ــ ۲) نشان داده شده که درآن قسمتهای مختلفِ متحرک در ارتباط با پیستون و میل لنگ دیده میشوند .

طراحی اینگونه موتورها ، توازن بسیارعالی راتضمین میکند . بعنوان مثال ، ضربه پیستون پائینی ، بزرگتر از ضربه پیستون بالائی میباشد تاتوازن قسمتهای رفت و برگشتی حفظ شود.با اتصال پیستون بالا و پائین به میل لنگ ، نیروی حاصله از احتراق مستقیما " به قسمتهای متحرک انتقال میابد . با استفاده از این حقیقت ، پایه صفحه اصلی موتور سبک ساخته شده و به پیچ ــ های اتصال بلند نیازی نخواهد بود .

ساختمان موتور ازیک صفحه اصلی تک واحدیِ جعبه‌ای شکل، و ستونهای روی آنرا پاهای جداگانه و یک ستون مرکزی‌تشکیل داده است . محفظه میانی موتورنیز بصورت یک جعبهٔ جوشکاری شده است که روی آن محفظهٔ سیلندر قرارگرفته است . آسترهای داخلی سیلندردرمحفظه میانی فرورفته که محفظه هوای تنظیف راتشکیل میدهد . میل لنگ معمولا " برای موتورهای دارای پنج سیلندر و کمتر،بصورت یکپارچه ساخته شده و برای بیشتر از این تعداد در دوتکه ساخته میشود . ساختمان واقعی بصورت ساخت کامل یانیمه ساخت خواهد بود . درطراحی ساخت کامل ، لنگها بصورت سرد ، درپین میل لنگ کارگذاشته شده که وقتی درجه حرارتشان به دمای محیط پیرامون برسد منقبض شده و بطورمحکم ، قسمتی ازمیل لنگ راتشکیل میدهند .ولی درطرحهای نیمه ــ

ساخت از ریخته گری یک تکه استفاده میشود . هوای مورد نیاز احتراق توسط یک سیستم فشار ثابت و توسط توربوشارژر که گازهای اگزوز آن رامیچرخانند تامین میگردد .



شکل (۲۶ ــ ۲) موتور داکسفورد آ ۷۶

یک سیستم جریان یکنواخت هوارسانی بکارگرفته شده که پیستون پائینی دریچه هـــای ورودی هوا را بازکرده و پیستون بالائی دریچه های خروجی اگزوز را باز میکند .یک پنکه کمکی برقی هوارسانی نیز دراین موتور نصب است تابصورت خودکار هنگام مانور کشتی یازمانیکـــه سرعت موتورکم است به تامین هوای مورد نیاز احتراق کمک کند .

سیستم روغن موتور وظیفه روغن رسانی به یاتاقانها و تامین روغن خنک کننده به پیستون زیرین‌رابعهده دارد . از لوله های تلسکوپی برای روغن رسانی به یاتاقان مقطع صلیبی مرکزی‌و پیستون پائینی استفاده میشود .

پیستون های بالائی توسط‌آب خنک میشوند که این آب نیز توسط‌لوله های تلسکوپی بـه آنها میرسد ، پوسته سیلندرها نیز توسط‌آب خنک میشود . ترتیب کار بنحوی است که از نشت آب به داخل سیلندرها یا محفظه میانی موتورجلوگیری میشود .

این موتور،سیستم ریل مشترک رابرای تزریق سوخت بکارگرفته و کنترل سرعت موتور، ــ توسط‌ناظم هیدرولیکی یا ناظم الکترونیکی صورت میپذیرد .

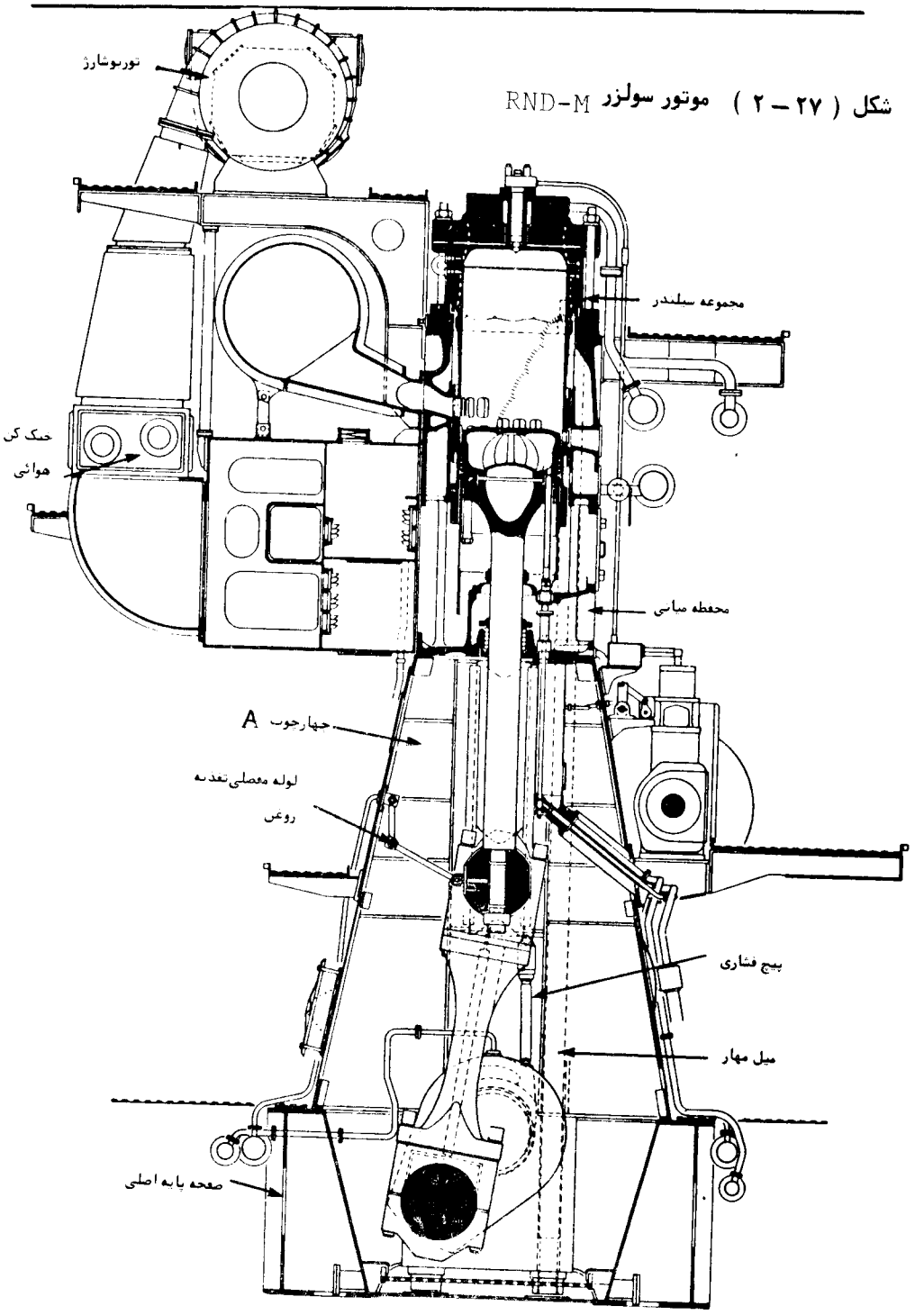
سولـــزر SULZER

سولزر RND از انواع موتورهای دیزلی دوزمانه تک‌عملی (تک عملی به ماشینی می ــ گویند که دریک رفت و برگشت پیستون یک بار کار انجام میدهد) باقابلیت کار معکوس وسرعت کم میباشد .

سیستم کاری هر سیلندر تشکیل شده از : یک پیستون ، دسته پیستون و شاتون‌کـه‌روی میل لنگ متصل شده است . نظم وترتیب مذکور درشکل (۲۷ ــ ۲) نشان داده شده است .

برای ساختن صفحه اصلی ، از طرح دوجداره استفاده شده که تیرآهن های طولی بامقطع جعبه‌ای شکل درآن بکار رفته است . چهارچوبهای 'A' روی صفحه اصلی سوارشده و بـــار محفظه میانی و بلوک سیلندرها را تحمل میکند . مجموعه کامل صفحه اصلی ، چهارچوب های اسکلت 'A' وبلوک سیلندرها توسط میلههای مهار وبصورت یک سازه مستحکم ، به همدیگـــر متصل گشته اند .

شکل (۲۷ ــ ۲) موتور سولزر RND-M



برای مقاومت دربرابر نیروی حاصل از میل لنگ و خمش عرضی موجوددرموتور درهنگام کار، پایه های یاتاقان اصلی توسط پیچهای فشاری ، محکم درجای خود نگهداشته میشوند . این ساختمان باید از چنان استحکامی برخوردار باشد تا بتواند دربرابر نیروی حاصله از احتراق که از طریق سرسیلندرها به ساختمان اصلی موتورمنتقل میشود ، مقاومت کند . میل لنگ از نوع نیمساخته بوده و بالهای میل لنگ طوری طراحی شده اند تابتوانند تا حدودی توازن ووزنهای گردان رابرقرارکنند . درپوش سیلندر یک قطعه یکپارچه است و سوخت پاش مرکزی ، سوپاپ – هوای استارت ، شیر ایمنی سیلندر و شیر نمایانگر رادرخود جای میدهد .

توربوشارژر که توسط گازهای اگزوز و دریک سیستم فشار ثابت کارمیکند ، هوای مورد نیاز احتراق راتامین مینماید . سیستم تنظیف از نوع حلقه‌ای بوده و همراه سیستم فوق از یک پنکه برقی خودکار استفاده شده تادرسرعتهای کم وهنگام مانوردادن ، کارهوارسانی به مشکلی بر – خورد نکند .

روغن موتورازطریق یک سیستم فشارمتوسط و یک سیستم فشارکم تامین میشود . سیستم فشار کم ، یاتاقانهای اصلی وسایر یاتاقانهارا روغنکاری مینماید و سیستم فشار متوسط روغن رابه یاتاقانهای مقطع صلیبی میرساند . برای روغن رسانی به یاتاقانهای مقطع صلیبی از لوله های مفصلی استفاده شده است .

پوسته سیلندرها ، سرسیلندرها و همچنین پیستون بوسیله آب شیرین خنک میشود . آب خنک کننده پیستون از طریق لوله های تلسکوپی انتقال میابد .

درتزریق سوخت از سیستم پمپهای ضربانی استفاده شده و یک ناظم هیدرولیکی از نوع وودوارد WOODWARD کنترل سرعت موتور رابعهده دارد .

موتور RL براساس ونوع M – RNDساخته شده است ، و بخاطر کورس بیشترپیستون آن ، از قدرت بیشتر و سرعت کمتری برخوردار است . ویژگیهای جدید موتور عبارتنداز : صفحه اصلی یک جداره بابلوک فشار انتگرال ، همچنین تاج پیستون و قطعات اصلی محفظه احتراق دارای سوراخهائی برای عبور آب خنک کننده هستند که گردش آب دراین سوراخها که درنزدیک نقاط داغ تعبیه شده اند صورت میگیرد .

پیل استیک PIELSTICK

پیل استیک های موتورهای تک عملی ، سرعت متوسط ، چهارزمانه و قابل کار بطورمعکوس هستند و در دونوع معمولی و خورجینی (جناغی) وجوددارند . قطعات محرکه این موتورها که از نوع پیستون خرطومی میباشند تشکیل شده است از پیستون و یک شاتون که پیستون رابه میل لنگ متصل مینماید . نظم وترتیب موتور PC-4 درشکل (۲۸ – ۲) نشان داده شده است .

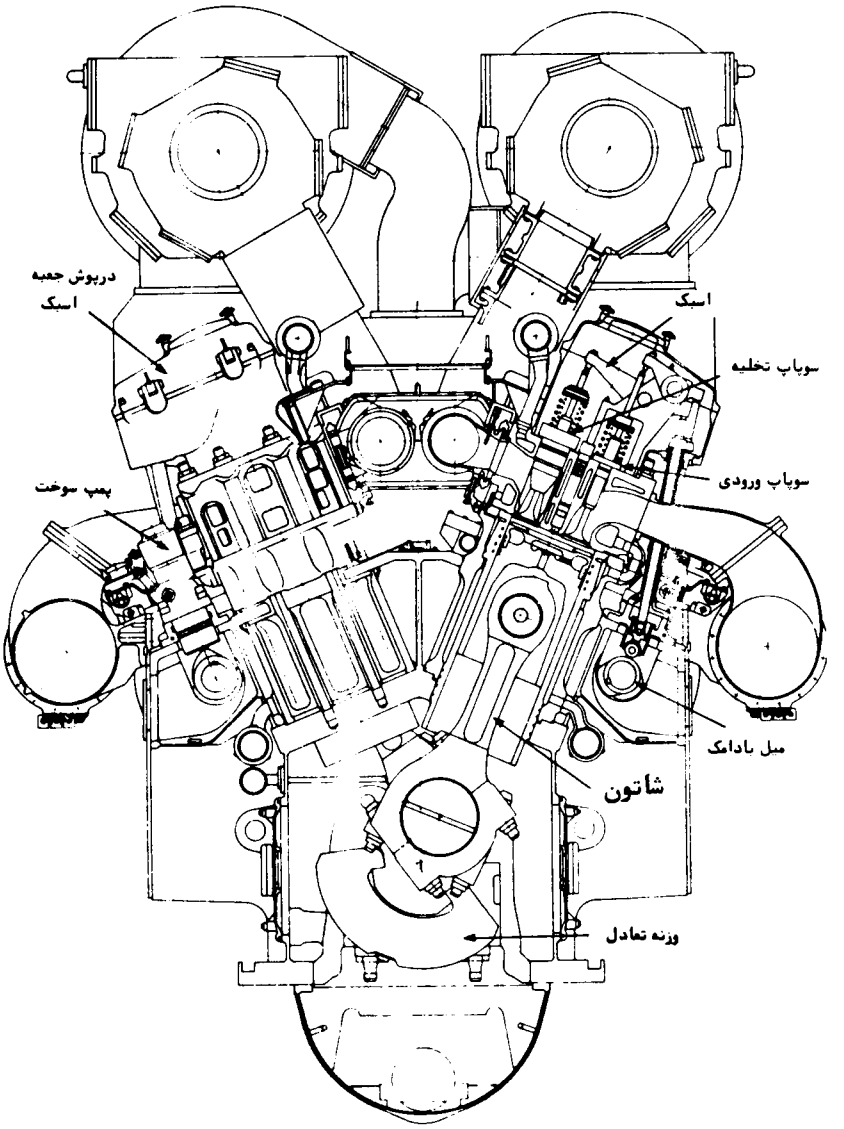
محفظه میل لنگ و چهارچوب از صفحات سنگین و ریخته گری فولاد ساخته شده اند تایک ساختمان محکم و سبک تولید نماید . به میل لنگ قطعات سنگینی آویزان شده که دراین طرح تمام تنش های موجود ، به ساختمان چهارچوبها منتقل و محدود میگردد . میل لنگ یک قطعه یکپارچه آهنگری شده است و شاتونها از نوع فولاد قالب گیری شده بامقطع هاش H میباشند. سرسیلندر یکپارچه درخود ، دو سوپاپ خروجی اگزوز ، دوسوپاپ ورودی هوا و همچنین بهمراه یک شیر هوای استارت ، یک شیر ایمنی ، شیر نمایانگر و یک سوخت پاش مرکزی راجای دادهاست.

توربو شارژر بامحرک گازهای اگزوز براساس سیستم ضربانی عمل کرده و هوای فشرده را به سیلندرهای موتورمیرساند .

روغن یاتاقانها و روغن خنک کننده پیستون از یک سیستم مشترک تامین میگردد . موتور دارای کارتر خشک است که مکش روغن درآن ازیک مخزن جداگانه صورت میپذیرد .

پوسته سیلندرها ، سر سیلندرهاو قفسهای سوپاپهای اگزوز توسط آب خنک میشوند . خنک کننده هوای مورد نیاز احتراق بنابرنیاز،از آب شیرین یااز آب دریا استفاده میکند .

تزریق سوخت از سیستم پمپهای ضربهای استفاده کرده و کنترل سرعت موتور توسط یک ناظم هیدرولیکی از نوع " وودوارد " انجام میگیرد .



شکل (۲۸ ــ ۲) موتور پیل استیک PC4

طریقه عملکرد

موتورهای دیزلی سرعت متوسط و سرعت کم تقریبا " از روش مشابهی برای استارت زدن و مانور دادن استفاده میکنند . درصورتیکه از جعبه دنده معکوس کننده یا پروانه های نوع گام متغیر استفاده شده باشد ، احتیاجی به سیستم کارکرد معکوس موتور نیست.حال یک روش کلی برای کار باموتور داده میشود که درآن به نکات اصلی به تفصیل و درترتیب صحیح پرداخته شده است . درصورت موجود بودن کتابچه راهنمای موتور (دستورالعمل موتور) که توسط سازنده تهیه میشود ، باید طبق آن کتابچه عمل گردد .

مهیا کردن موتور برای حالت آماده باش

۱ ـ قبل از آنکه یک موتور دیزلی بزرگ استارت زده شود ، میبایستی باگردش آب داغ ، پوسته و سایر قسمتهایش راگرم نمود . این عمل به قسمتهای مختلف موتور اجازه میدهد تا نسبت به همدیگر منبسط گردند .

۲ ـ مخازن مختلف سوخت رسانی ، آبرسانی ، روغن رسانی ، هوارسانی ، فیلترها (صافی ها) شیرها و راهنمای تخلیه مخازن و انباره ها بادقت بازبینی گردند .

۳ ـ پمپهای روغن موتور و پمپهای آب گردشی ، روشن شده و لوله های بازگشت پمپهای ـ مذکور و غیره . . . که قابل رویت هستند بادقت مورد بازبینی قرارگیرند .

۴ ـ کلیه دستگاههای کنترل و خبردهنده ها (اعلام خطرها) برای حصول‌اطمینان ازصحت عملکرد مورد آزمایش قرارگیرند .

۵ ـ شیرهای نمایانگر بازشده ، دستگاه گرداننده برقی موتور ، روشن شده و موتور برای چند دورکامل چرخانده شود . بدین طریق درصورتیکه آب درسیلندرها جمع شده باشد آن آب به بیرون منتقل میگردد .

۶ ـ سیستم سوخت رسانی بازدیدگردیده و سوخت گرم درآن به جریان انداخته شود .

طریقه عملکرد

موتورهای دیزلی سرعت متوسط و سرعت کم تقریبا " از روش مشابهی برای استارت زدن و مانور دادن استفاده میکنند . درصورتیکه از جعبه دنده معکوس کننده یا پروانه های نوع گام متغیر استفاده شده باشد ، احتیاجی به سیستم کارکرد معکوس موتور نیست.حال یک روش کلی برای کار باموتور داده میشود که درآن به نکات اصلی به تفصیل و درترتیب صحیح پرداخته شده است . درصورت موجود بودن کتابچه راهنمای موتور (دستورالعمل موتور) که توسط سازنده تهیه میشود ، باید طبق آن کتابچه عمل گردد .

مهیا کردن موتور برای حالت آماده باش

۱ ـ قبل از آنکه یک موتور دیزلی بزرگ استارت زده شود ، میبایستی باگردش آب داغ . پوسته و سایر قسمتهایش راگرم نمود . این عمل به قسمتهای مختلف موتور اجازه میدهد تا نسبت به همدیگر منبسط گردند .

۲ ـ مخازن مختلف سوخت رسانی ، آبرسانی ، روغن رسانی ، هوارسانی ، فیلترها (صافی ها) شیرها و راهنمای تخلیه مخازن و انباره ها بادقت بازبینی گردند .

۳ ـ پمپهای روغن موتور و پمپهای آب گردشی ، روشن شده و لوله های بازگشت پمپهای ـ مذکور و غیره . . . که قابل رویت هستند بادقت مورد بازبینی قرارگیرند .

۴ ـ کلیه دستگاههای کنترل و خبردهنده ها (اعلام خطرها) برای حصول‌اطمینان ازصحت عملکرد مورد آزمایش قرارگیرند .

۵ ـ شیرهای نمایانگر بازشده ، دستگاه گرداننده برقی موتور ، روشن شده و موتور برای چند دورکامل چرخانده شود . بدین طریق درصورتیکه آب درسیلندرها جمع شده باشد آن آب به بیرون منتقل میگردد .

۶ ـ سیستم سوخت رسانی بازدیدگردیده و سوخت گرم درآن به جریان انداخته شود .

۷ ــ درصورتیکه دمنده های کمکی هوای مورد نیاز احتراق بصورت غیرخودکار روشن شوند ، بایستی بطوردستی روشن گردند .

۸ ــ دستگاه گرداننده برقی موتور راخلاص نموده واگرامکان داشته باشد فقط برای یک دور باهوای استارت و قبل از آنکه شیرهای نمایانگر بسته شوند،چرخانده شود .

۹ ــ پس از انجام کارهای فوق ، موتور آماده بکار خواهد بود
مدت زمان انجام عملیات فوق بستگی به اندازه موتور دارد .

استارت زدن موتور

۱ ــ دسته تعیین جهت ، درجهت جلو یادرجهت عقب قرارداده شود . این دسته ممکن است جزئی از میله پاسخ تلگراف باشد . درنتیجه میل بادامک نسبت به میل لنگ بطریقی قرارمیگیرد که بادامکهای مختلف رابرای تزریق سوخت ، عمل سوپاپها وغیره بکاراندازد .

۲ ــ دسته مانور روی علامت استارت قرارگیرد که این عمل اجازه ورود هوای متراکم را در ترتیب صحیح به سیلندرها داده و موتور رادرجهت مورد نظر بچرخاند .

۳ ــ وقتی موتور به سرعت مورد نیاز جهت احتراق برسد ، سوخت اجازه ورود یافته و عمل احتراق باعث افزایش سرعت موتورمیشود و ورودهوای استارت به سیلندرقطع خواهد گردید (بصورت خودکار) .

معکوس کارکردن

وقتی موتور درسرعت مانور کار میکند :

۱ ــ اگر دمنده های کمکی غیر خودکار نصب شده باشند باید بطوردستی بکار انداخته شوند.

۲ ــ سوخت موتور قطع شود که درنتیجه سرعت موتورسریعا " تقلیل می یابد.

۳ ــ دسته تعیین جهت ، دروضعیت عقب قرارگیرد .

۴ ــ هوای فشرده وارد موتور شده تاآن را درجهت عقب بچرخاند .

۵ ــ وقتی موتور تحت نیروی هوای فشرده به جهت عقب میچرخد ، سوخت نیز تزریق میشود ،عمل احتراق شروع شده و ورودی هوای استارت بسته میشود .

اگر موتور باسرعت تمام درجهت جلو کار کند :

۱ ــ دمنده های کمکی بصورت غیر خودکار روشن شوند (اگر بصورت خودکار نباشند).

۲ ــ سوخت موتور قطع شود

۳ ــ از جریان شدید هوای متراکم ، میتوان برای کاهش سرعت موتور استفاده نمود .

۴ ــ وقتی موتورمتوقف شد ، دسته تعیین جهت ، درجهت عقب قرارگیرد.

۵ ــ هوای متراکم وارد موتورشده تاآن رادرجهت معکوس بچرخاند و ورود سوخت بمنظور شتاب دادن موتور است . پس از اینکه تزریق سوخت شروع شد،هوای فشرده از سیلندرها بصورت خودکار قطع میگردد .

فصل ۳

توربین های بخاری و ملحقات آنها

توربین بخاری هنوز هم اولین انتخاب برای محرک اصلی واحدهای بسیار بـــــزرگ میباشد . مزایای قابل ملاحظه توربین بخار عبارتنداز : عدم لرزش و نوسانات قابل ــ ملاحظه و یااصولا" عدم وجود آنها ، وزن بسیار کم ، فضای مورد نیاز بسیار کم و هزینهٔ تعمیر و نگهداری بسیار کم . همچنین همیشه میتوان یک توربین برای هرتوانی که بـــرای رانش کشتی لازم باشد تامین نمود . امادرمقایسه باموتورهای دیزلی ، توربین های بخاری مصرف سوخت ویژهٔ بالائی دارند که همین یک نکته موجب نادیده گرفته شدن بسیاری از مزایای آنها میشود ، اگرچه با بکارگیری مجدد گرمای تولید شده ، درمقیاسهای هرچـــه وسیعتر ، این اختلاف کمتر شده است .

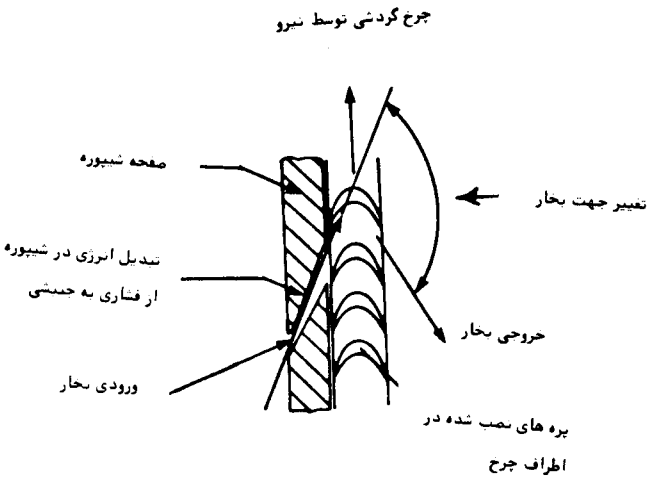
توربین بخاری دستگاهی است که از انرژی ذخیره شدهٔ دربخار ، کارمکانیکی بدست میآورد . بخار باانرژی نهفته بسیار زیاد وارد توربین شده و هنگام ترک توربین ، بیشتر انرژی خودراازدست میدهد . بخارمتراکم شده دیگ بخار ، درشیپوره‌هائی منبسط میشود تاتولید یک جت بخار باسرعت بسیار زیاد نماید . شیپوره ها انرژی گرمائی موجوددربخار رابه انرژی جنبشی تبدیل میکنند . این جت بخار بسوی پره‌هائی هدایت میشود که در ــ پیرامون یک چرخ یا دیسک قرارگرفته اند ، شکل (۱ ــ ۳) . بخارمستقیما" باعث حرکت

دادن چرخ نمیشود ، بلکه شکل پره ها باعث تغییر مسیر و درنتیجه تغییر سرعت جت بخار میگردد . حال این تغییر سرعت برای مقدارمعینی از جریان جرمی بخار ، موجب تولید نیروئی میشود که باعث دوران چرخ توربین میگردد ، مثال :

نیرو = تغییر سرعت × جریان‌جرمی بخار

(کیلوگرم متر برمجذور ثانیه) (متر بر ثانیه) (کیلوگرم بر ثانیه)

آنچه گفته شد اساس کار کلیه توربین های بخاری است ، گرچه نظم وترتیب توربین ها بایکدیگر اختلافات عمده‌ای دارند . بخار از اولین گروه پره ها به گروه دیگری از شیپوره ها هدایت شده و سپس به پره های دیگر و بهمین ترتیب درامتداد محوراصلی روتور حرکت کرده تانهایتا " از توربین خارج میگردد .



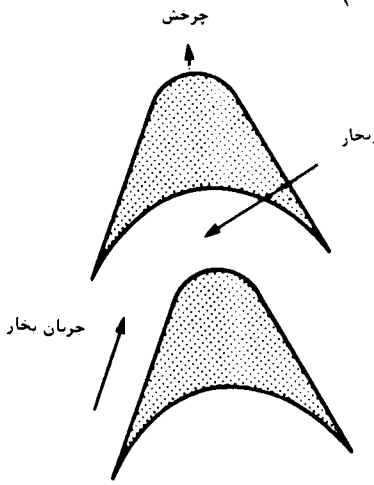
شکل (۱ ـ ۳) تبدیل انرژی دریک توربین بخار

انواع توربین

توربین ها بردوگونه اصلی هستند ، ضربه‌ای و واکنشی . نام توربینها ازنـــــوع نیروئی که از روی پره ها وبرای بحرکت درآوردن چرخ توربین وارد میشود ، اقتباس ـ گردیده است .

ضـــربه‌ای

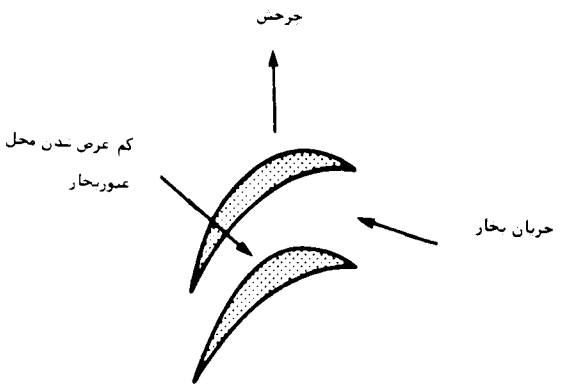
نظم و ترتیب ضربه‌ای متناوبا " از استقرار یک حلقه شیپوره و سپس یک حلقه پـــره تشکیل شده است . بخار دارای انرژی زیاد و فشار زیاد درشیپوره ها منبسط شده وتبدیـل به یک جت بخار دارای سرعت زیاد وفشارکم میگردد . این جت بخار بطرف پره های ـ ضربانی هدایت شده و پس از آن از مسیر دیگری بیرون میرود ، شکل (۲ ـ ۳) . تغییر مسیر ودرنتیجه تغییر سرعت ، یک نیروئی ضربانی تولید کرده که عملا " درمسیر چـرخش پره های توربین عمل میکند . با این روش مقدار بسیارکمی نیروی محوری نیز روی محـــور توربین ایجاد میشود ، (نیروی محوری : نیرودرجهت طولی محورکه ممکن است علاوه برتنش فشاری ، تولید کمانش نیز بنماید) .



شکل (۲ ـ ۳) پره گذاری ضربه‌ای

توربین واکنشی (راکسیونی)

نظم و ترتیب واکنشی ، متناوبا " از استقرار یک حلقه یاپره های ثابت که به پوسته متصل اند و یک ردیف پره های‌مشابه که روی روتور سوار شده اند تشکیل شده است.پره ـ های اخیر بنام پره های متحرک موسومند ، شکل (۳ ـ ۳) . پره ها بطریقی نصب وشکل داده شده اند که تشکیل یک مجرای باریک رابدهند ، و همانند یک شیپوره موجب افزایش سرعت بخار شوند . این افزایش سرعت روی پره ها یک نیروی واکنشی تولید مینماید که بعضی از مولفه هایش درجهت چرخش پره ها و همچنین درجهت محورتوربین میباشد . همچنین بخاطرتغییر درجهت حرکت بخار ، درسرعت بخار تغییر حاصل میگردد و نیز دراین نوع پره ها یک نیروی ضربه‌ای تولیدمیشود . اصطلاح صحیح تربرای چنین تشکل پره‌ای ، " ضربه‌ای ـ واکنشی " است .



۳ـ۳ پره‌گذاری واکنشی

توربین ترکیبی (کمپوند)

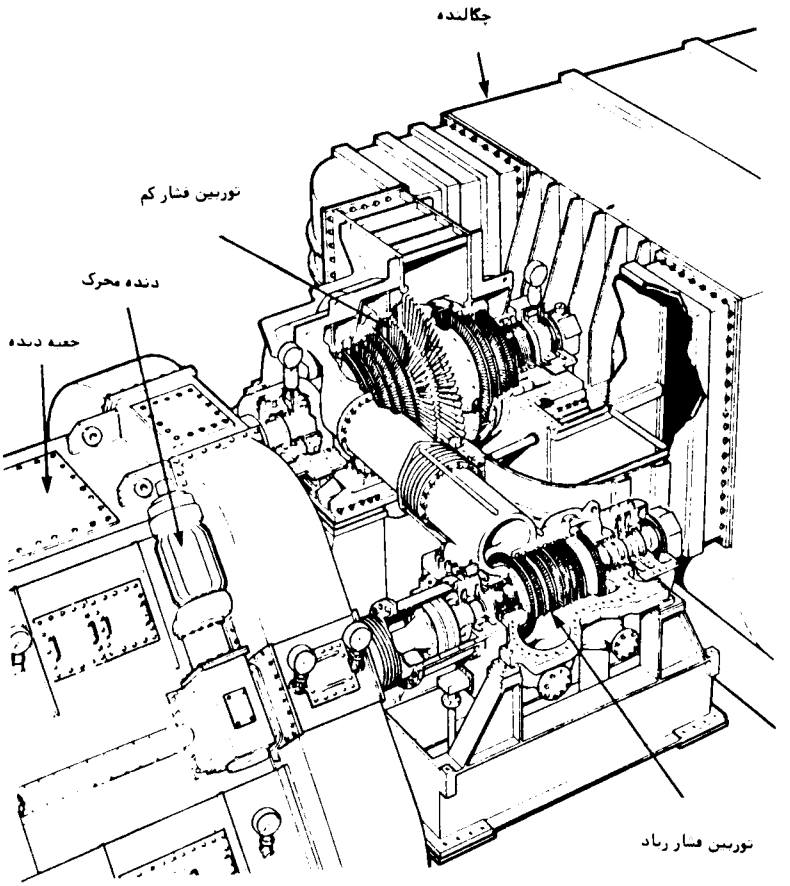
توربین ترکیبی به دویاچندمرحله تقسیم شده که درهرمرحله تغییر سرعت یاتغییر فشار بخار ایجاد میگردد .

" ترکیب فشار " دریک توربین ضربه‌ای ، استفاده از چندمرحله متعدد شیپوره و پره‌است تابتوان فشار بخارراتدریجا " تقلیل داد که این امر منجر به سرعت کمتر وقابل قبول تر جریان بخار و بازدهی بهتر توربین میگردد .

" ترکیب سرعت " یک توربین ضربه‌ای،استفاده ازیک شیپوره تکی و قراردادن ـ چندین پرهٔ متحرک دریک صفحه تکی میباشد . بین پره های متحرک ، پره های راهنما قرارگرفته که به پوسته توربین متصل اند . این تشکل باعث تولید یک توربین کوتاه وسبک وزن میشود که از بازدهی کمتری برخوردار است ولی دربعضی موارد مانند توربین عقب رو قابل قبول است .

دوحالت فوق میتوانند باهم ترکیب شده تاتشکیل " کمپوند سرعت ـ فشار " را بدهند . توربین واکنشی بعلت نظم پره هایش ، سرعت بخار رادرپره های ثابت ومتحرک تغییر داده که منجر به تقلیل تدریجی فشار بخارمیشود . درنتیجهٔ این نظم وترتیب حالت ترکیبی بوجود میآید .

اصطلاح " ترکیب متقاطع " به واحد توربین های بخاری اطلاق میگردد که از یک توربین فشارزیاد و یک توربین فشارکم تشکیل شده باشد ، شکل (۴ ـ ۳) . این حالت نظم وترتیب اخیر ، عموما " برای توربین اصلی رانش کشتی درنظرگرفته شده است . ـ انتخاب دیگر درکشتی،یک واحد تک سیلندراست که برای مجموعه توربوژنراتور بسیار متداول است ولی دربعضی موارد بعنوان رانش اصلی نیز نصب شده اند .



شکل ۴ـ۳ نظم‌وترتیب توربین مرکب

بهره برداری مجدد از گرما

بهره‌برداری مجدد از گرما وسیله‌ای برای بالابردن بازدهی گرمائی دستگاه کامل توربین است . بخار پس از انبساط درتوربین فشار زیاد ، به دیگ بخار بازگشت داده میشـــود تا دوباره به حرارت اصلی دیگ بخار داغ برسد . پس از آن مجددا " به توربین بازگردانـــده میشود تا از مراحل باقیمانده توربین فشار زیاد گذشته و سپس راهی توربین فشارکم بشود .

انواع توربین های مشهور

تعدادی از نام های مشهور باانواع معینی از توربینها عجین شده‌اند :

پارسونز : Parsons یک توربین واکنشی است که علل انبساط بخار ، در پره های‌ثابت و متحرک انجام میشود . یک مرحله دارای هردونمونه پره است . نصف تقلیل گرمای هرمرحله درهریک از انواع پره ها اتفاق می افتد که نتیجتا " ۵۰% واکنش ، درهرمرحله صورت میگیرد

کورتیس : Curtis یک توربین ضربه‌ای است بابیش از یک ردیف پره در برابر هرردیف شیپوره ، بعبارت دیگر کمپوند سرعتی است .

دی لاوال Delaval یک توربین ضربه‌ای سرعت زیاد است که فقط یک ردیف شیپـــوره و یک ردیف پره دارد .

ری تو Rateau یک توربین ضربه‌ای است باچندین مرحله ، که هرمرحله از یک ردیف شیپوره و یک ردیف پره تشکیل یافته است ، بعبارت دیگر ، کمپوند فشاری است .

نظم وترتیب توربین ها برای عقب رفتن

توربین های بخاری دریائی باید از نوعی باشند که قابلیت دوران معکوس راهم داشته باشند ، برای‌رسیدن به این هدف ، معمولا " بانصب چندین ردیف پره‌های معکـــوس بـــر

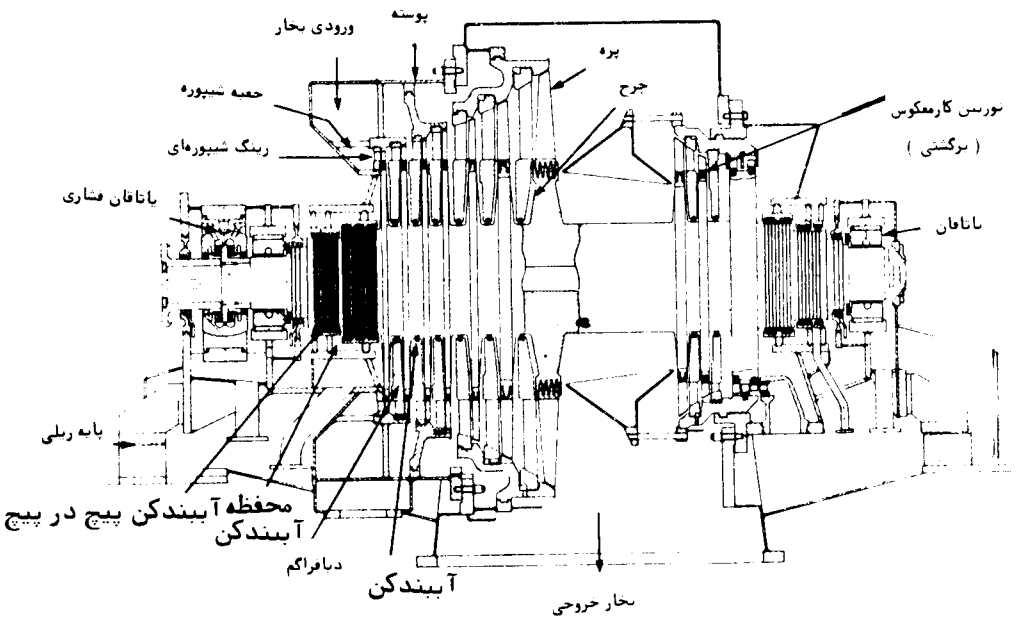
روی محورهای توربینهای فشار کم و فشارزیاد ، یک توربین برگشتی درست میکنند .هنگامی که توربینهای برگشتی رابکارمیبرند حدود ۵۰% از نیروی کامل ، تولید میشود . وقتی توربین برای حرکت بسمت جلو کارمیکند پره های برگشتی بمثابه یک کمپرسور هواعمل میکنند که موجب کوران های مخالف و تلفات اصطکاکی میگردد .

ساختمان توربین

ساختمان یک توربین ضربه‌ای درشکل (۵ ــ ۳) نشان داده شده است ، برروی روتور توربین چرخهای مختلفی نصب گردیده اندکه پره هاروی چرخها قرارگرفته اند.فشار بخاردرجریان عبوردرطول محورتقلیل می یابد ولی از نظر حجمی پیوسته درحال‌گسترش بوده که نیاز به پره های بزرگتری روی چرخ دارد . توربین برگشتی دریک سر روتور سوار شده و نسبت به توربین حرکت جلو ، خیلی کوتاهتر میباشد . روتور توربین توسط یاتاقانهائی در دوانتها نگهداری شده است . یکی از یاتاقانها از یک طوقه فشاری‌استفاده کرده تادربرابر بارهای محوری مقاومت کند .

پوسته توربین ، روتورراکاملا " دربرگرفته و مجاری ورود وخروج بخار روی این پوسته تعبیه گردیده‌اند . درنقطه ورودی،یک جعبه افشانک قرارگرفته که بوسیله شیرهای افشانک اجازه ورود مقادیر مختلف بخاررا به افشانکها داده و بدینوسیله توان تولیدشده درتوربین راکنترل میکند . اولین گروه افشانک ها دریک دایرهٔ افشانک قرارگرفته که در پوسته نصب هستند . دیافراگم ها ، صفحات دایره شکلی هستندکه به پوسته بسته شده وبین چرخهای توربین قرارگرفته اند . دیافراگم ها دارای یک سوراخ گردمرکزی میباشند که‌محور روتور از داخل آن عبورمیکند . دیافراگم ها ، افشانکهای انبساط بخاررا درخود جای داده و یک گلوئی بین روتور و دیافراگم قرارگرفته است .

ساختمان توربین واکنشی در (مقایسه باتوربین ضربه‌ای) تا اندازه‌ای متفاوت‌است، به این ترتیب که درآن دیافراگمی وجودنداشته و بجای آن پره های ثابت دربین پره های متحرک نصب شده‌اند .



شکل (۵ ــ ۳) توربین ضربه‌ای

روتـــور

روتور توربین بعنوان یک محور، عمل کرده و نیروی مکانیکی تولیدشده رااز طریـــق دنده ها به محور پروانه منتقل میکند . روتورممکن است بصورت یکپارچه همراه چرخ هـــا ساخته شده باشد یادرمورد توربینهای بزرگ از روتور و چرخهای مجزا ساخته شوند .

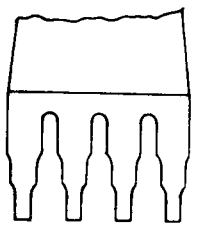
دوانتهای روتور ، درمجاورت چرخهای توربین دارای رینگهای برجسته ای است و قسمتی از سیستمی راتشکیل میدهند که برای غیرقابل نفوذ کردن بخار به سایر قسمت ها بکاررفته اند و دراواخر همین فصل مورد بحث و بررسی قرارخواهند گرفت . یاتاقانهائی دردوانتهای روتورنصب شده اند که دارای رینگهائی هستند تاازحرکت روغن درطول‌محور جلوگیری نموده و بدین ترتیب از مخلوط شدن روغن بابخار جلوگیری شود . یک سر روتور ، برای تراز طولی صحیح ، دارای طوقه فشاری کوچکی است . انتهای روتور دارای یک فلنج یا قطعه دیگری است که جهت اتصال به کوپلینگ قابل انعطاف است و نهایتا " روتوررابه پینیون جعبه دنده متصل میکند .

پره ها درشیارهائی که درطرحهای مختلف و درچرخ بریده شده اند نصب میگردند

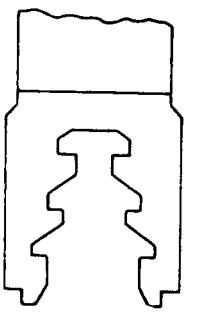
پره ها

انواع و اشکال پره های توربین قبلا " مورد بحث قرارگرفته اند . هنگام گردش‌روتور درسرعتهای زیاد ، پره ها تحت تاثیر نیروی گریز ازمرکز قابل توجهی قرارخواهند گرفت وتغییرات سرعت بخار روی پره ها باعث ایجاد نوسانات درپره ها خواهدشد .

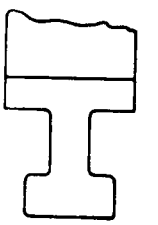
درخلال کارتوربین،انبساط و انقباض نیز بوجود خواهدآمد و درنتیجه طریقه‌ای‌برای استقرار پره هادرچرخ ضروری است . درشکل (۶ ــ ۳) انواع مختلف طرحها نشان داده شده است .



چنگکی



درخت صنوبر



شکل T شکل

شکل (۶ ــ ۳) بستن پره

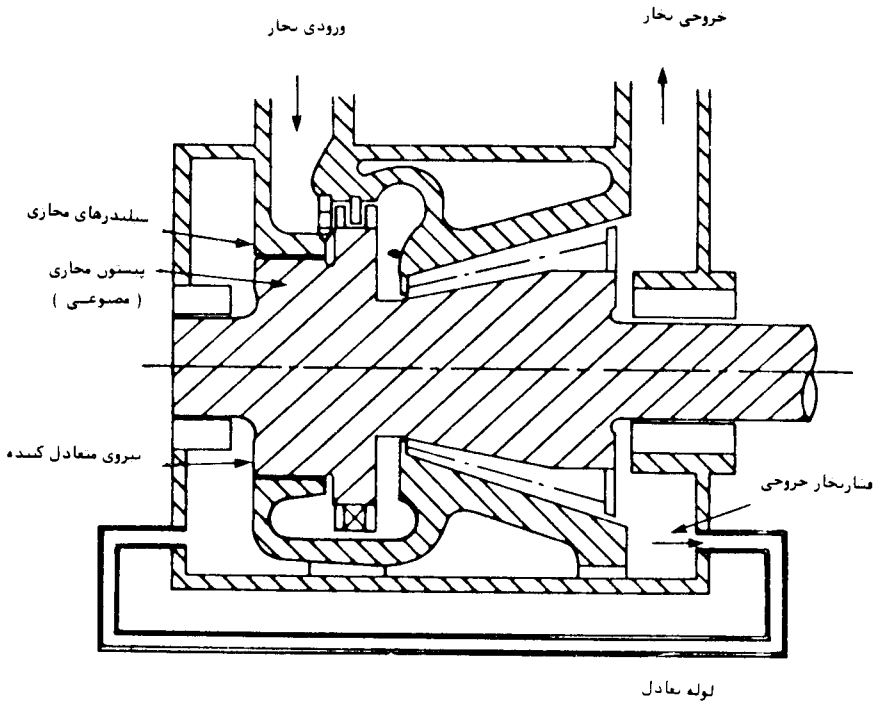
نصب پره ها بالغزاندن ریشه آنها که در روی شیاری که بدین منظور بر روی چرخ جا سازی شده صورت میگیرد . پره ها یکی پس ازدیگری بترتیب نصب شده و نهایتا " ردیف مربوطه توسط یک قطعه لائی ، درمحل خود بسته میشود . سپس یک پوشش نهائی روی زبانه ها و در روی لبه بالائی پره ها نصب میشود . روش دیگر ، عبور دادن سیم ازداخل پره ها ، و سپس زردجوش کردن محل های اتصال آنها است .

نیروی محوری

دریک توربین واکنشی مقدار قابل توجهی نیروی محوری پدید می آید . نزدیکی قطعات متحرک یک توربین سرعت بالا ، اجازه هیچگونه حرکت محوری رانمی دهد . در نتیجه نیروی محوری (یانیروی محوری انتهائی) ، میبایستی درچنین توربینی خنثی (متوازن) گردد .

یکی از طرق رسیدن به این توازن،استفاده از یک پیستون و سیلندر مصنوعی — (ساختگی) است . یک لوله ازیکی ار مراحل توربین ، کار رساندن بخاررابه پیستون ساختگی که روی رونور توربین سوارشده است ، بعهده دارد شکل (۷ ــ ۳).پوسته روتور تشکیل سیلندری رامیدهد که با استفاده از فشار بخار ، روی محور توربین یک نیروی محوری رابوجود میآورد . سطح مقطع پیستون ساختگی و فشار بخار رابنحوی انتخاب میکنند تانیروئی که با این وسیله تولید میشود،دقیقا " نیروی محوری تولید شده ازپره‌های واکنشی راخنثی نماید . نوربینی که به پره های برگشتی و جلوئی مجهز شده اند دارای ــ پیستونهای ساختگی در هردو انتهای رونور میباشد تادرهردوجهت چرخش ، توازن توربین راحفظ کند .

روش دیگر که اکثرا " در توربین های فشار پائین مورد استفاده قرارمیگیرد ، روش ــ " جریان دوگانه " است . درچنین روشی بخار از مرکز محور واردشده و برخلاف جهت یکدیگر ودرطول محورتوربین جریان پیدا خواهد کرد . باتقسیم مساوی بخار ، دو واکنش فوق برخلاف هم ، روی توازن تاثیر گذاشته و همدیگرراخنثی خواهند نمود .

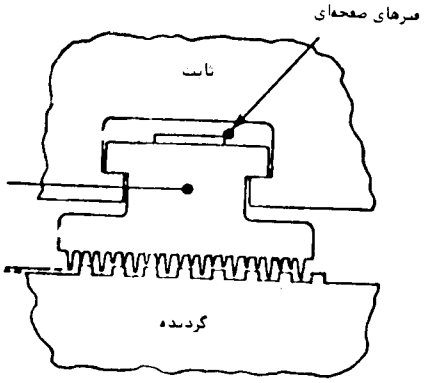


شکل (۷ ــ ۳) نظم وترتیب تعادل پیستون محاری

غیر قابل نفوذ سازی (برای مایعات و گازها)

با استفاده از مواد غیرقابل نفوذ سازی (سیل) ، از نفوذ بخار به بیرون ازانتهای فشار زیاد روتور و ورود هوا به انتهای فشارکم آن جلوگیری میشود . برای این کـــــار ترکیبی از عوامل آب بند کن و گاز بند کن بکارگرفته شده است .

آب بندکن های مکانیکی معمولا " از نوع " حلقه های مشبک " میباشند ، یکسری رینگهای برجسته روی روتور و پوسته توربین درهم ادغام شده تا گذرگاههای پرپیچ وخمی رادرست کنند ، شکل (۸ ــ ۳).هرگونه بخارکه وارد یکی از گذرگاهها شود مجبور به عبور از شبکه های‌پرپیچ وخمی خواهدشد که پس ازافت فشارهای متوالی فشارآن به صفرخواهـد



شکل (۸ ــ ۳) نفوذ ناپذیریهای مشبک

رسید . سیستم گازبندی (بخاربندی) درارتباط با " حلقه های مشبک " عمل مینمایند که دارای تعدادی محفظه نیز میباشد . سیستم فوق به یکی از دوروش زیر عمل میکند :

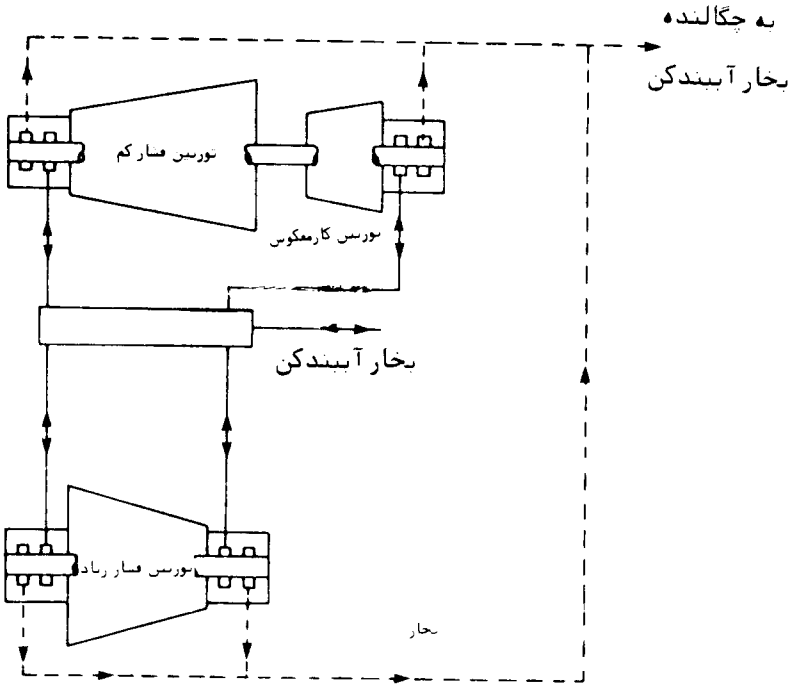
وقتی که توربین باسرعت حداکثر کارکند ، بخار ابتدا به محفظه اولی سرایت کرده که درآنجا یک فشار مثبت برقرار خواهدشد . بخارانی که درطول محور به محفظه دوم راه پیداکنند ، توسط یک پمپ هوا ، جذب چگالندهٔ بخارآب بند کن خواهد شد . هرگونه هوائی که از موتورخانه نیز چکه کند ، جذب چگالندهٔ مذکورخواهدشد ، شکل (۹ ــ ۳).

درسرعت بسیار پائین یا زمان استارت ، بخار ازیک منبع فشارکم به محفظه داخلی تامین میگردد ومحفظه خارجی همانند قبل عمل میکند .

سیستم آب بندی بخار ، انواع مولدهای بخار فشارکم راتحت پوشش قرارداده و ــ سیستم جذب بخارها رابرای تمامی آب‌بندکن ها فراهم میسازد .

دیافراگم

فقط توربین های ضربه‌ای دارای دیافراگم هستند . دیافراگم ها ، صفحات دایره شکلی هستند که از دونیم دایره تشکیل شده اند ، یک سوراخ نیم دایره‌ای مرکزی در هر



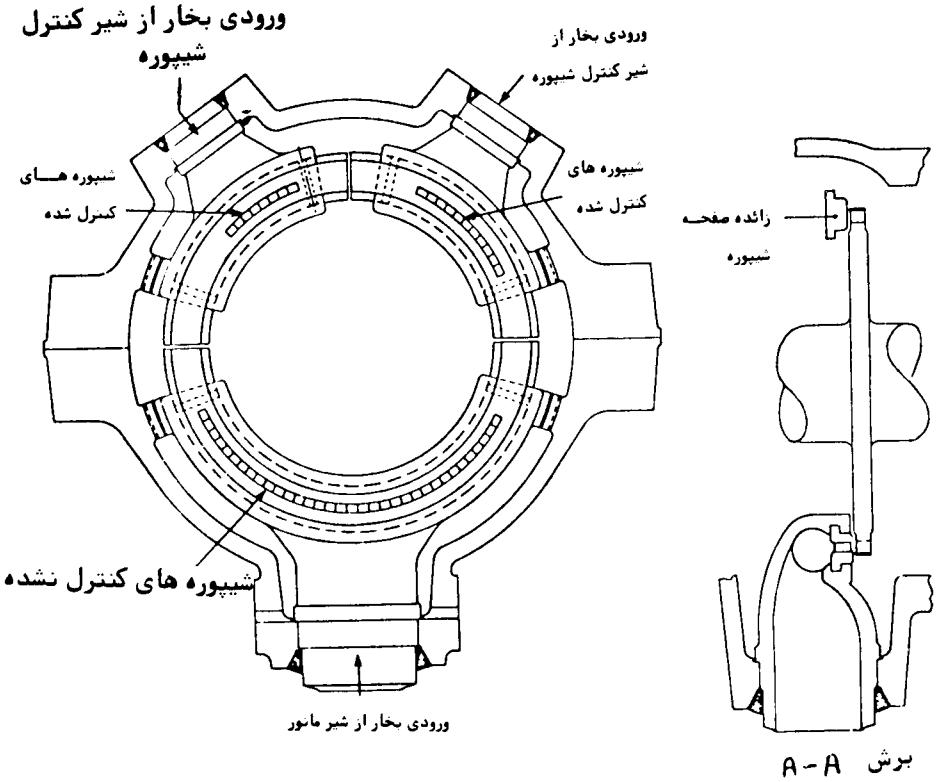
شکل (۹ ــ ۳) سیستم نفوذ ناپذیری بخار

نیمه قرارگرفته که محل عبورمحورمیباشند . دیافراگم بین چرخهای رونوردرار گرفته و به پوسته بسته شده است . شیپوره ها درداخل دیافراگم و درپیرامون آن نصب هستند . ــ سوراخ مرکزی دیافراگم دارای برآمدگی هائی است که دراطراف محور ، یک غلاف آب ــ بندی پیچ در پیچ را تشکیل میدهد .

شیپوره ها

کار شیپوره ها دریافت و تبدیل بخار انرژی زیاد و فشار بالا ، وتبدیل آن به جت بخار باسرعت زیاد و فشار تقلیل یافته وانرژی کمتر میباشد . شیپوره های ورودی بخـــار درچندین گروه تقسیم شده اند که بجز گروه اصلی ، بقیه دارای شیرهای کنترل میباشـند

شکل (۱۰ ــ ۳).بدین طریق بسته به تعداد شیرهای کنترلی که باز هستند ،نیروی تولید شده میتواند تغییر کند . توربین های واکنشی وضربه‌ای هردو دارای شیپوره هـــــای ورودی بخارهستند .



شکل (۱۰ ــ ۳) کنترل شیپوره

تخلیه (خروج آبهای تولید شده دراثر تبدیل بخار به آب)

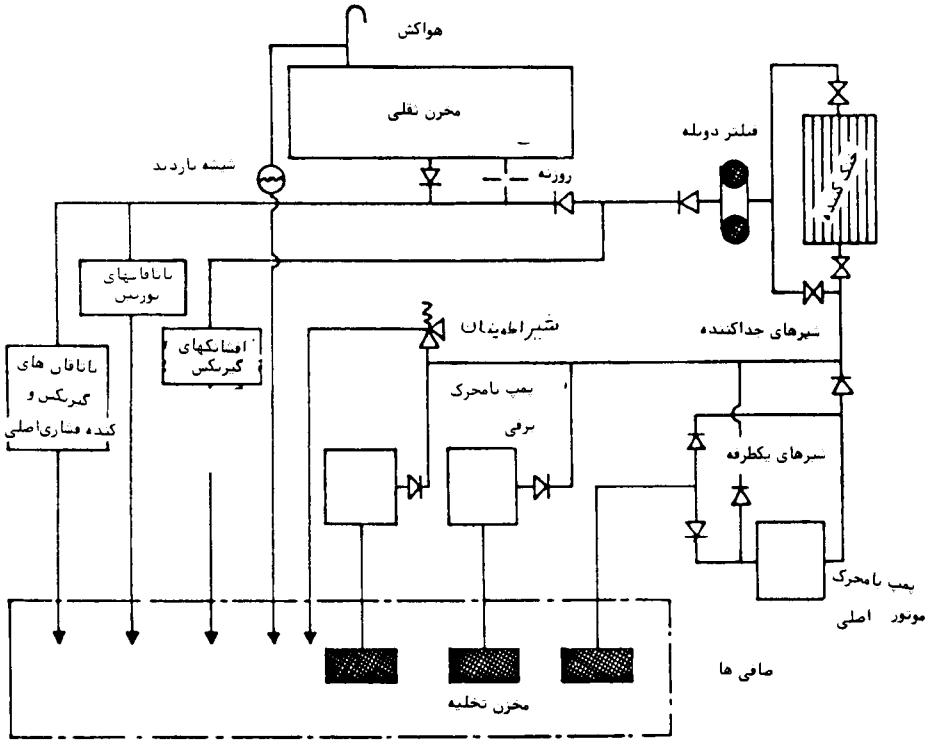
درزمان عملیات گرم کردن دستگاه یادرهنگام مانوردادن ، بخار،تبدیل به آب شده و درمحلهای مختلف درداخل توربین و لوله های آن جمع میشود ، بنابراین نیاز به یک سیستم تخلیه میباشد تا آب تولیدشدهٔ فوق رابه بیرون از توربین منتقل نموده واز ورود آنها به فضای پره ها و آثارتخریبی آن جلوگیری شود . عدم تخلیه آب همچنین ممکن است منجر به خنک شدن موضعی و یاپیچش قطعات دراثر گرمای ناهمگون توربین شود .

دستگاههای مدرن مجهز به شیرهای خودکاری هستند که زمان گرم کردن اولیه دستگاه ویاهنگام مانوردادن بازشده و هنگام کار توربین باسرعت معمول ، می بندند .

یاتاقان ها

یاتاقانهای توربین از فولاد تقویت شده ساخته شده اند ، دارای روکشی از فلز سفید بوده و درمحفظه های قابل تنظیم قرارگرفته اند تادرصورتیکه نیاز به ترازکردن پیدا کنند این کار بدون مشکل انجام پذیرد . یاتاقانهای فشاری از نوع بالشتکی قابل انحراف بوده ودرمحل خود بشکل کُرهای قرارگرفته اند . درنتیجه بالشتک ها بموازات طوقه نگهداشته شده و بار (نیرو)بصورت مساوی روی آنها قرارمیگیرد . جزئیات هردونمونه درشکل (۵ــ ۳) نشان داده شده است .

روغن لغزنده سازی از طریق یک دریچه از هردوسو ، وارد یاتاقانهای توربین میشود نقطه ورود روغن،فارسی بر شده تابه پخش روغن درسراسر یاتاقان کمک کند . راههائی برای روغن کاری یاتاقانهای توربین وجود ندارد بلکه درعوض و درمقایسه باموتوردیزلی ، فاصلهٔ بیشتری برای جریان یافتن روغن بین یاتاقان و محوردرنظرگرفته شده است . محور درخلال عمل توربین قادراست تابصورت شناور روی لبهای از روغن باقی بماند . روغن از روی یاتاقان خارج و به مخزن تخلیه باز میگردد .



شکل (۱۱ – ۳) سیستم روغنکاری

سیستم روغنکاری

روغن لغزنده سازی درتوربین بخاری دوکاررابعهده دارد : تشکیل یک فیلم روغن بین قطعات متحرک برای کاهش اصطکاک و جذب گرمای تولیدشده دریاتاقان ویا هدایت آن درطول محور .

برای روغن رسانی (روغنکاری) به توربین ، جعبه دنده (گیربکس) ، یاتاقانهای فشاری و پاشندهٔ روغن به دنده ها ، از یک سیستم مشترک استفاده میشود . توربینی که باسرعت زیاد درچرخش است،برای متوقف شدن احتیاج به زمان قابل ملاحظه‌ای دارد .اگر پمپ اصلی روغنکاری که به موتورالکتریکی مجهز است ، از کاربیفتد نیاز به یک سیستم روغن رسانی اضطراری خواهد بود . چنین روغنی از یک مخزن ثقلی تامین میگردد ، اگر چه امکان دارد دراین حالت نیاز به پمپ روغن موتوراصلی گردد .

یک سیستم روغن که از مخزن ثقلی و پمپ گردنده (توسط موتور) استفاده میکند، درشکل (۱۱ ـ ۳) نشان داده شده است ، روغن توسط پمپ از مخزن تخلیه (مخزن جمع کننده روغن) کشیده شده و پس از عبور از صافیها به خنک کننده ها فرستاده میشود. روغن پس از ترک خنک کننده ها از یکمجموعه صافی دیگری عبورکرده و سپس برای روغن کاری جعبه دنده (گیربکس) ، یاتاقانهای توربین و پاشنده های روغن ، روی دنده‌ها پخش میشود . مقداری روغن از طریق یک صفحه انشعاب به یک مخزن ثقلی رهسپار گردیده و پیوسته از آن لبریز میگردد (عبور روغن رامیتوان ازطریق یک دریچه بازدید مشاهده نمود) . پمپی که توسط موتورگردانده میشود درزمان کار عادی مقداری از روغن مورد احتیاج راتامین مینماید .

درصورت قطع برق ، پاشنده های روغن (جعبه دنده) از پمپی که توسط موتور (توربین) گردانده میشود تغذیه خواهندشد . مخزن ثقلی ، روغن رابافشارکم برای‌مدت زمانی طولانی به یاتاقانها رسانده تاتوربین بتواند بدون مشکل (باایمنی کامل) بحالت توقف برسد .

نظم وترتیب انبساط

تغییرات درجه حرارت دریک توربین بخاری بین حالت توقف و کارمعمولی قابل ملاحظه است . پیش نگری های لازم درطرح ، برای انبساط روتور پوسته باید شده باشد .

پوسته توربین معمولا " درانتهای عقب بیک پایه نگهدارنده و یابه صفحه هـــــای نگهدارنده گیربکس ثابت گردیده است . نگهدارنده های مذکور ، از حرکتهای به جلو و عقب جلوگیری بعمل میآورند امابخاطر کشوئی بودن سوراخها امکان حرکت جانبی وجود دارد. صفحه های نگهدارنده انتهائی جلو نیز سوراخهای مشابهی دارند و ممکن است روی یک پایه لغزان یاصفحه ارتجاعی Panting Plates قرارگرفته باشند . صفحه ارتجاعی ، بصفحات عمودی گفته میشود که میتوانند درزمان انبساط توربین حرکت محوری داشته باشند .

پایه جلوئی و صفحه های نگهدارنده پوسته گیربکس یا پایه عقبی برای نگهـــداری پوسته ، نسبت به یکدیگر ثابت هستند . استفاده از خارهای عمودی بزرگ و شیارهـــای مخصوص آنها ، بترتیب روی نگهدارنده و پوسته ، بجهت حصول اطمینان از حفـــــظ مرکزیت پوسته و تراز محوری میباشند .

روتور معمولا " درانتهای جلوئی توسط طوقه فشاری ثابت شده است وهرگونه حـــرکت محوری باید ازطریق انتهائی که درسمت جعبه دنده میباشد انجام گیرد . بین روتور ــ توربین و جعبه دنده (گیربکس) یک کوپلینگ ارتجاعی نصب شده است که قادر به جذب تمام حرکتهای محوری روتور بوده و قادر به تصحیح انحرافات جزئی محورها نیز میباشد . هرلولهایکه به پوسته توربین متصل شده باشد بایستی دارای خمش هائی باشعاع زیاد بوده و یابه یک قطعه اکاردونی وصل شده باشد تاامکان حرکت آزاد پوسته رابدهد .

همچنین هرگونه حرکت لوله ها براثر انبساط نبایستی روی پوسته تاثیر بگذارد.برای تضمین مورد مذکور ، از پایه های فلزی یاقابل انعطاف برای لوله ها استفاده شده است .

نکته مهمی که درموقع گرم کـردن توربین (قبل ازروشن شدن) باید درنظر داشت حصول اطمینان از انبساط آزادانه توربین است . نمایانگرهای مختلفی جهت بازدید از ــ نکته مذکوردرسیستم تعبیه گردیده است . مکانیزم های لغزنده جهت انبساط بایستی تمیز نگهداشته شده و نیز بخوبی روغنکاری گردند .

کنترل توربین

شیرهائی که اجازه ورود بخار رابه توربین های جلوئی یابرگشتی میدهند ، بنام " شیرهای مانور " معروفند . بطورکلی سه نوع شیر بنامهای شیرجلوئی ، شیر برگشتی و شیر حفاظتی وجوددارند . شیر حفاظتی ، یک شیر ایزوله کننده برای بخاربرگشتی است . این شیرها بطور هیدرولیکی و توسط یک سیستم مستقل عمل کرده وازیک مجموعه پمپهای اصلی و آماده بکار تشکیل شده است . درصورت از کارافتادن سیستم کنترل خود کار (از راه دور)،شیرهای فوق رابطوردستی نیز میتوان بکار انداخت .

باعمل کردن شیر مانور جلوئی ، بخار وارد جعبه شیپوره اصلی خواهدشد .درمواقع نیازبه افزایش نیرو،از وجود شیرهای کنترل شده از راه دور و برای باز کردن جعبه ـ شیپوره های باقیمانده (جهت ورود بخار) استفاده میگردد . یک دستگاه کنترل که نسبت به سرعت حساس است روی شیرمانور جلوئی عمل کرده تاسرعت توربین رادرمقدار مطلوب ثابت نگه دارد .

باعمل کردن شیرمانور برگشتی ، بخاروارد شیر حفاظتی میشود . این شیر دررابطه باشیر بازگشتی (عقبی) باز میشود و پس از این‌مرحله،بخاروارد توربین بازگشتی ـ میگردد .

حفاظت توربین

تمام تاسیسات توربینی مجهز بیک سیستم حفاظتی میباشد تا از وارد آمدن صدمات ناشی از اشکالات داخلی توربین ویاازدرست کارنکردن دستگاههای الحاقی جلوگیری کند. مکانیزمی درسیستم قرارداده شده تا بااستفاده از شیرمغناطیسی (سولونوئید) و شیر توقف اضطراری توربین راخاموش کند .

باعمل کردن این سیستم ، تغذیه روغن هیدرولیک به شیرمانور قطع شده ودرنتیجه ورود بخار به توربین قطع میگردد . این دستگاه قطع کننده درصورتی عمل میکند که یکی

از اشکالات اساسی زیر ، در دستگاه توربین پدید آید :

۱ ـ کم بودن فشار روغن لغزنده سازی

۲ ـ سرعت بیش از حد مجازتوربین

۳ ـ خلاء کم درچگالنده

۴ ـ توقف اضطراری

۵ ـ بالابودن سطح آب درچگالنده

۶ ـ بالابودن یا پائین بودن سطح آب در دیگ بخار

شرایط فوق قسمتی از سیستم حفاظتی کل را تشکیل میدهند وسایر شرایطی را که باید زیر نظر قرارداد عبارتنداز :

۱ ـ لرزش (نوسانات) یاخارج از مرکز بودن روتور LP (فشارکم) و HP (فشار زیاد)

۲ ـ اختلاف بیش از حد انبساط LP و HP (روتور نسبت به پوسته)

۳ ـ سائیدگی (خورده شدن) یاتاقان فشاری LP و HP

۴ ـ سائیدگی یاتاقان فشاری اصلی

۵ ـ درگیری دستگاه برقی گرداننده آرام موتور به موتور اصلی (که از استارت زدن توربین جلوگیری میکند)

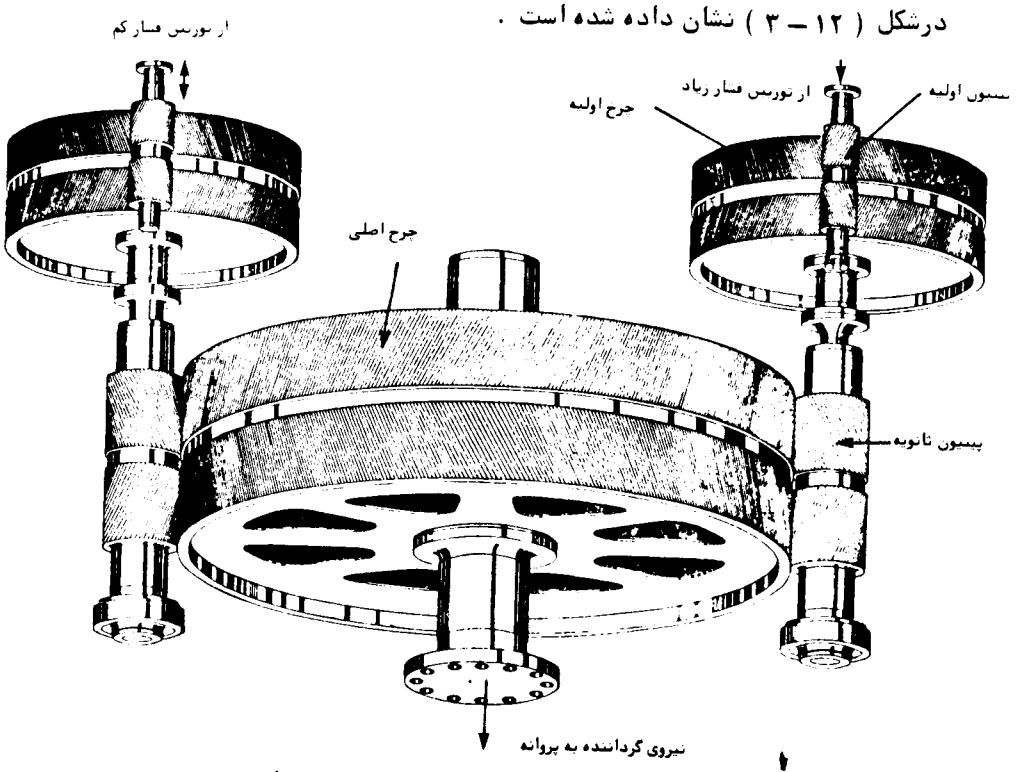
چنین سیستم حفاظتی ناظر توربین Turbovisory به دوطریق عمل میکند.اگر انحراف دستگاه ازشرایط عادی بسوی شرایط خطرناک آشکارشود ، زنگ خطر مرحله اول ـ شنیده میشود . باچنین زنگ خطری ، اولین اقدام تصحیح کننده میبایستی صورت گیـرد تاتوربین خاموش نگردد . اگراقدام تصحیح کننده سریعا " انجام نشود ، به نتیجه نرسد ، ویا یک اشکال اساسی سریعا " بوجود آید ، زنگ خطر مرحله دوم بصدا درآمده ومتعاقبا " دستگاه قطع اُصلی وارد عمل شده و توربین خاموش میشود .

دنـده هـا

توربین های بخار باسرعتی تا حدود ۶،۰۰۰ دور دردقیقه دوران میکنند . بهترین

راندمان رانش درمحدوده ۱۰۰ تا ۱۲۰ دور دردقیقه برای پروانه میباشد . درنتیجه سرعت توربین توسط سیستم دنده ها ، تقلیل یافته تا برای حرکت پروانه مناسب گردد .

از سیستم تقلیل دوگانه یا تکی نیز میتوان استفاده نمود ، گرچه سیستم تقلیل دوگانه بیشتر معمول است . باتقلیل تکی ، یک میل دنده کم دندانه توسط توربین چرخانده شده که این میل دنده، چرخ اصلی راکه مستقیما " به محور پروانه متصل است بحرکت در میآورد . باتقلیل دوگانه ، توربین یک میل دنده اولیه راچرخانده که این میل دنده به نوبه خود باعث گردش چرخ اولیه میشود . چرخ اولیه ، یک میل دنده، ثانوی راکه روی همان محورسوار است ، میچرخاند که این پینیون باعث حرکت چرخ اصلی میگردد . چرخ اصلی مستقیما " به محور پروانه متصل (کوپل) است . یک سیستم تقلیل دوگانه دنده ها درشکل (۱۲ ــ ۳) نشان داده شده است .



شکل (۱۲ ــ ۳) سیستم دنده های تقلیل دومرحله‌ای

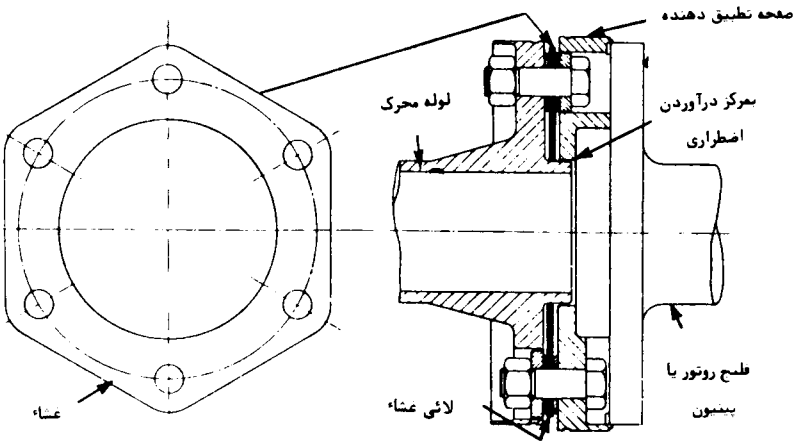
کلیه دنده های تبدیل مدرن دریائی از نوع حلزونی میباشند . دنده حلـــــزونی (مارپیچی) بدین مفهوم است که لبه های دنده ها روی محیط میل دنده یاچرخ دنده تشکیل قسمتی از یک مارپیچ رامیدهند . این بدین معنا است که درهرزمان لبهٔ چندیـن دنده درتماس بوده و درنتیجه تقسیم وانتقال بار بسیار یکنواخت تر خواهد بود .حلزون دوگانه (دو حلزونی) به قرارگرفتن دوچرخ یا پینیون روی هرمحور اطلاق میگردد ، ــ بطوریکه جهت دنده ها خلاف یکدیگر باشند . این بدان جهت است که حرکت یک دسته تکی از دنده های حلزونی ، یـک نیروی جانبی تولیذ میکند که باعث بهم خوردن تراز دنده ها میشود . دستگاه حلزونی دوگانه اثر چنین نیروهای جانبی رامتعادل میکنـــــد . سیستم دنده هائی که درشکل (۱۲ ــ ۳) نشان داده شده است، یک سیستم تقلیل‌حلزونی دوگانه میباشد .

روغنکاری دندانه های درگیر ، از سیستم روغن لغزنده سازی توربین تامین‌میگردد . پاشنده ها ، روغن رابه نقاط درگیر ازسمت بالا و پائین و درتمام طول چرخ دنده مـــی ــ افشانند .

کوپلینگ های ارتجاعی

یک کوپلینگ ارتجاعی همیشه بین روتور توربین و پینیون جعبه دنده (گیربکس) نصب است . چنین اتصالی اجازه مقداری‌ترازنادرست‌رابه روتور و پینیون میدهد ،بهمین ترتیب برای حرکت محوری روتورکه براثر انبساط پیش میآید نیز جادارد . طرحهـــــای مختلفی از کوپلینگ های ارتجاعی مورد استفاده قرارمیگیرند که دندانه ها ، صفحـــات مدورارتجاعی ، غشاها و غیره . . . اجزاء متشکله آن هستند .

نوع غشا ئی کوپلینگ ارتجاعی که درشکل (۱۳ ــ ۳) نشان داده شده است از یک تیوپ (وسیله توخالی) مناسب برای جذب گشتاورهای پیچشی ، غشا و صفحه تبدیل تشکیل شده است . تیوپ گشتاور ، بین روتور توربین و پینیون جعبه دنده (گیربکس) فرارمیگیرد . صفحات تبدیل بوسیله سوراخهای در رودار و پین به توربین فلنج های ــ



شکل (۱۳ – ۳) کوپلینگ ارتجاعی

پینیون متصل گردیده است و صفحات غشائی بین صفحات تبدیل و تیوپ گشتاور پیچشی پیچ شده اند . خاصیت ارتجاعی صفحات غشائی ، اجازه انجام حرکات محوری و جانبی رامیدهد . بین قطر خارجی تیوپ گشتاورو صفحه تبدیل ، تلرانسی وجوددارد که در صورت از کارافتادن غشاء اجازه سنتر (به مرکز درآوردن) اضطراری رامیدهد . پیچ ها درسوراخهایشان ، تاتوقف کامل محور ، اجازه حرکت پیوسته راخواهند داد .

گرداننده برقی موتور

گرداننده موتور درتوربین بخار،یک موتور برقی با قابلیت دوران معکوس میباشد که یک چرخ دنده راحرخانده و چرخ دنده با پینیون اولیه توربین فشار زیاد ، درگیر میشود . از این موتور برای چرخش توربین و چرخ دنده درزمان تعمیرات روی توربین و جهت گرم کردن توربین و قبل از مانور دادن استفاده میشود .

عملیات قبل از شروع

قبل از مانور دادن ، توربین بخاری احتیاج به زمان قابل ملاحظه‌ای برای گرم کردن دارد . کار توربین و روتور آن درسرعتهای زیاد و مانور دادن احتیاج به دقت بسیار فراوان دار د .

گرم کردن یک توربین بخاری

ابتدا باید تمام شیرهای خط تخلیه اصلی بخار و شیرهای پوسته توربین رابازنموده و اطمینان حاصل نمود که کلیه شیرهای کنترل ایستگاه مانور و شیرهای اطراف توربین بسته هستند . تمام شیرهای تخلیه خط هواگیری بخار نیز باید باز باشند . پمپ روغن کاری را روشن کرده و مطمئن شوید که روغن آزادانه به تمامی یاتاقانها و پاشنده هامیرسد.

درصورت نیاز ، هوای لوله ها رابه خارج فرستاده و ملاحظه نمائید که مخزن ثقلی حتماً " درحال سرریز شدن باشد .

اجازه چرخش محوررااز پل فرماندهی بگیرید و گرداننده برقی موتور را با توربین درگیر کرده و به کمک آن توربین ها راچندین بار درهرجهت بچرخانید .

پمپ گردش آب دریا رابرای چگالندهٔ اصلی روشن نمائید ، سپس پمپ کشش (مکش) بخارتقطیری را ، درحالیکه شیر افشانک هوای گردشی ، کاملا " بازباشد روشن نمائید . در صورت نصب بودن " شیرمانورجریان میان بر " یا " شیر گرم کننده " ، آنرابازنمائید. بابازکردن چنین شیری ، اجازه عبور مقدارکمی بخار از داخل توربین داده شده وموجب گرم شدن توربین میشود . با بالابردن مقدار خلاء چگالنده،بهاین گرم کردن کمک میشود. توربین بطورمداوم باید توسط موتور برقی چرخانده شود تادمای (درجه حرارت) ورودی توربین (فشار کم) پس از حدود یک ساعت به ۷۵ درجه سانتی گراد برسد . نظم و ترتیب بکار رفته روی توربین راجهت حرکت آزاد ناشی از انبساط مورد بازبینی قراردهید.

حال باید بخار برای آب بندی و گاز بندی راتانیمه بازکرده و خلاء راافزایش داد .

همچنین موتور برقی گرداننده توربین رابایدازدرگیری باتوربین جداکرد .

جریان شدید و مقطّع بخارراازطریق شیر اصلی وارد توربین نموده تاپروانه راحدود یک دوربچرخانـد ، این عمل در هرسه تاپنج دقیقه یکبار وبرای مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقـه تکرار شود ، سپس خلاء رامیتوان تامقدار مجاز آن (مقداری که توربین عمل میکند) — افزایش داده و فشار بخارقسمت آب بندی رانیز زیاد کرد . توربین ها اکنون برای استفاده آماده هستند .

درضمن انتظار برای اولین حرکت از پل فرماندهی و مابین حرکات ، توربین بایـد توسط جریان های شدید ومقطّع بخار ، درهرپنج دقیقه یک دور درجهت جلو چرخانـده شود و درصورت وجود هرگونه تاخیر ، خلاء و فشار بخار آب بندکن رابابد تقلیل داد .

مـانـور دادن

پس از گرم شدن ، روتور توربین نباید بیشتر از چند دقیقه ثابت و بدون حرکـت باقی بماند ، زیرا باعث شکم دادن ویاانحناء روتور و بالاخره منجر به از کارافتادن دستگاه می گـردد .

چرخش عکس توربین ، باورود بخار به توربین برگشتی صورت میپذیرد . درصورتیکه کار معکوس توربین برای مدت زمان قابل توجهی ادامه پیداکند ، بایددرجه رحرارت توربین ، سطح صداهای تولیدشده ، وضعیت یاتاقانهاوغیره . . . مرتبا " زیرنظرگرفتـه شوند .

سازندگان توربینها ممکن است مدت زمان کار ممتد معکوس رابه ۳۰ دقیقه محـدود نمایند .

کارمعکوس زمان اضطراری

درصورتیکه توربین باسرعت کامل بسمت جلو حرکت کند واحتیاج به توقف اضطراری یا معکوس شود ، درچنین حالت ، روش کاری عادی و ایمن دستگاه رابایدنادیده گـرفت.

بخار برای حرکت جلو ، بسته شده که بدین منظورممکن است ازدستگاه قطـع اضطراری استفاده شود . شیر ورودی بخارنیز برای حرکت معکوس قدری باز میشود تـا تدریجا " مقدار بخار ورودی راافزایش دهد . درنتیجه توربین رامیتوان سریعا " به حالـت توقف کامل درآورد و سپس اگر لازم باشد آن را برای حرکت بسمت عقب ، بکارانداخت .

توقف یاکارمعکوس توربین حدودا " بین ده تا پانزده دقیقه قبل از آنکه کشتی بـه چنین حالتی برسد انجام میپذیرد . استفاده از روش اضطراری ، ممکن است صدمات جدی برای توربین ، جعبه دنده (گیربکس) یا دیگ بخار ببار آورد .

سرعت کامل در دریا

دورتوربین جهت ماتوردادن ، ۸۰% سرعت کامل توربین دردریا خواهد بود . پس از دریافت دستورجهت سرعت کامل ، توربین راتدریجا " میتوان بشرایط سرعت کامل — (نیروی کامل) رساند . که این عمل بین یک تا دوساعت بطول میانجامد . برای چنین عملی میبایستی مولدهای برق بخاری رانیز بکارگرفت که این مولدها از بخارات خارج‌شده ویاگرفته شده از یکی از مراحل توربین اصلی تغذیه میشود .

سیستم انبساط باید مورد بازبینی قرارگرفته و شیرهای تخلیه (دروها) باید بسته باشند . شیرگردشی بخارات تقطیر پس از قسمت تخلیه هوا ، باید بسته و شیرهای بخار برای کارمعکوس توربین نیز کاملا " بسته باشند .

ورود به بندر

یکی دوساعت قبل از ورود به بندر ، پل فرماندهی میبایستی این موضوع رابه موتور خانه اعلام کند تا زمان کافی برای تعلیل سرعت توربین و رساندن آن به دور (سرعت) ماتور وجودداشته باشند . مولد برق بخاری رابایاید خاموش کرده و درعوض یک مولد برق دیزلی راروشن نمود تابرق کشتی رادرسرعت کم تامین کند . اکنون روشی راکه برای — رسیدن ازحالت توقف به سرعت کامل انجام شده بود ، بایددرجهت معکوس پیگیری شود .

فصل ۴

دیگهای بخار (مولدهای بخار)

انواع گوناگونی از دیگهای بخار در روی کشتی هایافت میشوند . درصورتیکه نیروی محرکه اصلی کشتی ، بخار باشد ،یک یا دو دیگ بخار بزرگ از نوع لوله آبی (یک نمونه دیگ بخار که آب از داخل لوله ها عبورکرده و حرارت دراطراف لوله ها جریان دارد) جهت تولید بخار درفشار وحرارت بسیارزیاد نصب میشود . درکشتی هائیکه محرک اصلی آن موتوردیزلی است ، یک دیگ بخار کوچکتر (معمولا" ازنوع لوله آتشی) نصب شده تا بخار رابرای خدمات فرعی (مانند گرم کردن سوخت سنگین و غیره . . .) تولید نماید حتی دربین همین دونمونه ، یعنی دیگ بخار لوله آبی و دیگ بخار لوله آتشی طرحهای مختلفی وجوددارد .

یک دیگ بخار باانتقال گرما به آب ورودی ، آن را به بخارتبدیل مینماید . انرژی آزاد شده از سوخت دیزل (مازوت) درمحفظه احتراق (آتشدان) دیگ بخار بصورت حرارت و فشار دربخار تولید شده ذخیره میگردد . کلیه دیگهای بخار دارای آتشدان ـ میباشند تاسوخت رامحترق نموده وانرژی آن راآزاد سازند . هوارسانی به آتشدان بمنظور تکمیل نمودن عمل احتراق سوخت انجام میشود (برای اشتعال و احتراق سوخت هوا ـ

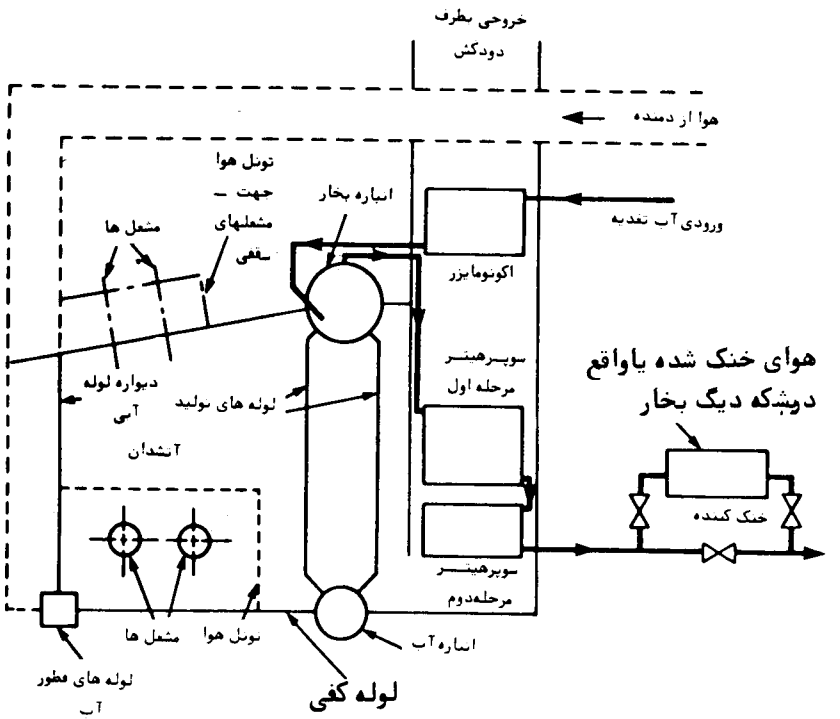
مورد نیاز است) . وجود سطح تماس وسیع بین محفظه احتراق و آب ، انتقال انرژی آزاد شده از احتراق را (بصورت گرما) به آب امکان پذیر میسازد .

دردیگ بخار یک مخزن بشکه ای شکل تعبیه شده است تاآب و بخاربتوانند در این مخزن ازهم جداشوند . همچنین انواع مختلف ملحقات و دستگاههای کنترل دردیگ بخار نصب شده است تامقدارسوخت ، هوا و آب ورودی را بابخار خروجی تطبیق دهند .نهایتا " دیگ بخار باید دارای دستگاهها و ملحقاتی باشد که ایمنی و کارکرد صحیح آن راتضمین نماید .

درجریان عملیات تولید بخار ، آب شیرین (مقطر) وارد دیگ بخار شده ،حرارت به آن رسیده و تبدیل به بخار میگردد . آب ورودی دیگ بخار ، از بشکه آب به سوی بشکه بخار گردش پیداکرده و درجریان این کار گرم میشود . مقداری از آب ورودی دیگ بخاردر لوله هائی که دراطراف آتشدان قرار گرفته اند و به لوله های کفی و دیواره های آبی معروف هستند گردش نموده و پس از گرم شدن به شبکه بخار عودت پیدا میکنند . بدین ترتیب پروسه ایجاد بخار دربشکه بخار تکمیل گردیده وازاینجا میتواند بطرف مصرف کننده ها انتقال یابد . درچنین شرایطی بخار بنام " بخاراشباع شده " یا " بخارتر " معروف است . زیرا مقدارکمی آب همراه خوددارد . همچنین این بخار ممکن است به گرم کننده دیگری بنام سوپرهیتر که درداخل دیگ بخار قرارگرفته فرستاده شود که درآنجا با بالا رفتن حرارت ، تمام آب موجوددربخار تبخیر گشته و بدین طریق " بخار خشک " بدست میآید . درجه حرارت این بخار خشک که برای مصرف کننده ها فرستاده میشود از درجه حرارت بخار موجود دربشکه بخار بیشتر است . یک سردکننده بخار بنام اتمپراتور ATTEMPERATOR نیز ممکن است درسرراه بخار خشک و بمنظور کنترل حرارت آن ، تعبین شده باشد .

از گازهای داغ ایجاد شده درآتشدان دیگ بخار ، بمنظور گرم کردن آب تغذیه و تبدیل آن به بخار ، همچنین خشک کردن (سوپرهیت) بخار حاصل از بشکه بخار ـ استفاده میشود . سپس گازها از داخل یک دستگاه صرفه جو یا اکونومایزر Economiser

عبور داده میشود تا آب تغذیه دیگ بخار قبل از اینکه وارد قسمت بخار سازی گردد ، گرم شود . گازهای اگزوز همچنین ممکن است از روی یک گرم کننده هوا که بمنظور گرم کردن هوای مورد نیاز احتراق درنظر گرفته شده است ، عبورنماید . بدین ترتیب مقدار زیادی از انرژی گرمائی گازهای داغ قبل از رفتن به آتمسفر بمصرف میرسد . این نظم و ترتیب ها درشکل (۱ ــ ۴) نشان داده شده است .



شکل (۱ ــ ۴) نظم وترتیب ساده دیگ بخار

دو طرح اساسی دیگ بخار ، بنامهای دیگ بخار لوله آبی و دیگ بخار لوله گازی (آتشی) وجوددارند . دردیگ بخار لوله آبی ، آب تغذیه از داخل لوله ها گذشته و گازهای داغ از اطراف لوله ها عبورمیکنند . ولی دردیگ بخار لوله گازی (آتشی) گازهای داغ از داخل لوله ها عبور کرده و لوله ها توسط آب احاطه شده اند .

انواع دیگ های بخار

دیگ بخار لوله آبی برای تامین فشار زیاد ، درجه حرارت بالا وتولید بخار در ظرفیت های بالا بکار میرود . این دیگها ، بطورمثال تامین کننده بخارمصرفی توربین بخاری که عامل رانش اصلی کشتی است و باتوربینهای محرک پمپهای محموله کشتی (مایعات) میباشند . دیگهای بخار لوله گازی (آتشی) رابرای منظورهای کمکی و فرعی و درکشتیهای بامحرک موتوردیزلی درنظر میگیرند که قابلیت ایجاد بخار درظرفیت های کمتر و یافشار پائین تری را دارامیباشد .

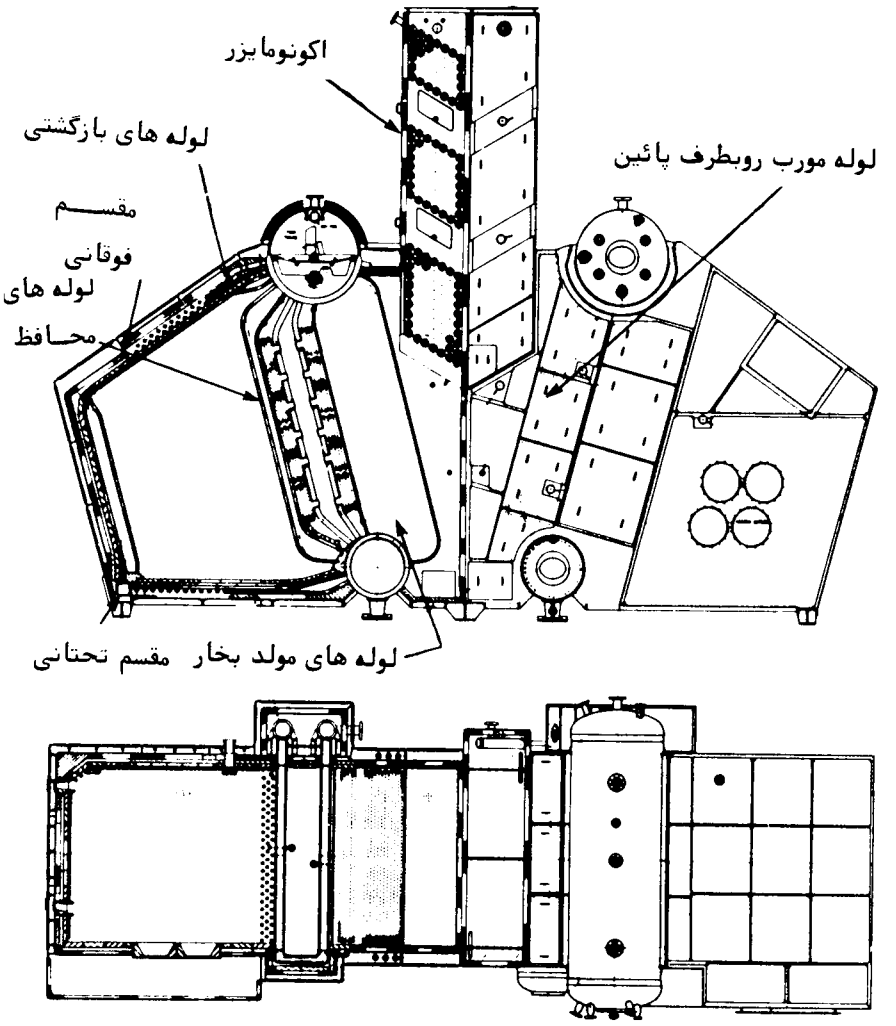
دیگ های بخار لوله آبی

ساختمان دیگهای بخار لوله آبی که درآن از لوله های باقطر کم استفاده شده است ، دارای یک بشکه کوچک بخار است که اجازه تولید بخار درفشار و حرارت زیادرامیدهد . وزن این دیگهای بخار درمقایسه بادیگهای بخارمشابه لوله گازی بمراتب کمتر بوده و عمل تولید بخار سریعتر انجام میپذیرد . نظام بکار رفته درنوع طراحی این دیگهای بخار از انعطاف پذیری خوبی برخوردار است و علاوه برآن ، بازدهی آنها زیاد و آب تغذیه آن ، دارای جریان گردشی طبیعی خوبی است . موارد فوق ، از جمله دلائلی هستند که دیگ بخار لوله آبی رادراکثر مواردجهت مولد اصلی بخار ، جانشین دیگ بخار لوله گازی نموده است .

دیگهای بخار لوله آبی ابتدائی ، از یک سیستم تک بشکه‌ای استفاده میکردند . ـ مقسم های اصلی توسط لوله های کوتاه و زانوئی به بشکه متصل میشوند و اتصال بین مقسمهای اصلی توسط لوله های مستقیم انجام میگیرد . عبورگازهای داغ آتشدان از روی لوله ها اغلب بصورت تک مسیری است .

درطرحهای جدیدتر از لوله های خم دار استفاده میشود . دیگ بخار نشان داده شده درشکل (۲ ـ ۴) دارای دو بشکه و یک آتشدان یکپارچه است که بخاطر شکل مخصوص بنوع D معروف شده است . آتشدان درکنار دوبشکه قرارگرفته و توسط دیواری از لوله ها ازهرطرف احاطه شده است . این لوله ها دیوارهٔ آبی ، یابه مقسم های اصلی فوقانی و تحتانی متصل شده اند و یابه مقسم اصلی تحتانی و بشکه بخار وصل اند . بین بشکه بخار و بشکه مقسم های اصلی فوقانی تعداد زیادی لوله باقطر کوچکتر (بنام لوله های تولید بخار) قراردارند . این لوله ها سطوح اصلی انتقال حرارت را برای تولید بخار تشکیل میدهند . لوله هائی باقطر زیاد یا " لوله های شیب دار " بزرگ ، بین بشکه آب و بشکه بخار نصب شده اند تاگردش طبیعی و خرب آب رادردیگ بخار تضمین نمایند .درنظم و ترتیب نشان داده شده ، سوپرهیتر بین بشکه ها قرارگرفته است و در برابر گازهای داغ آتشدان ، توسط چندردیف لوله های پرده‌ای (لوله ها بصورت پرده کرکره قراردارند) حفاظت شده است . از مواد کوره‌ای یا آجر کوره‌ای برای کف آتشدان دیوارهای مشعل و پشت دیوارهای آب استفاده میشود . پوسته دو جداره دیگ بخار ، مسیری برای عبور هوای مورد نیاز احتراق به کنترل کننده هوا یارجیستر Register که مشعل رااحاطه کرده ، بوجود آورده است .

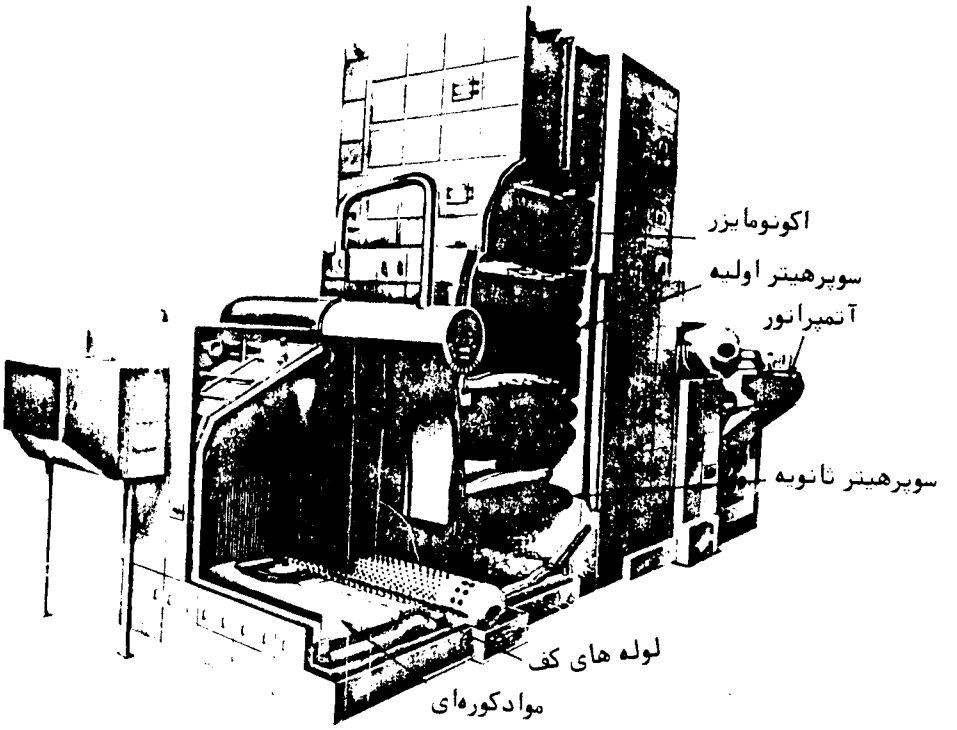
نیاز به محدوده وسیع تری برای کنترل حرارت بخارهای خشک ، منجر به استفاده از نظام دیگری دردیگهای بخار گردید . سوپرهیتر اصلی خارجی نوع "D" (ESD) دیگ بخار ، از وجود یک سوپرهیتر اولیه و یک سوپرهیتر ثانویه که بعداز گروه لوله های اصلی تولید بخار قرارگرفته بودند ، بهره میجست ، شکل (۳ ـ ۴) . یک سردکننده بخار نیز بمنظور کنترل درجه حرارت بخار ، درمسیر هوای مورد نیاز احتراق قرارمیگرفت .



شکل (۲ ــ ۴) دیگ بخار فاستر ویلر نوع D

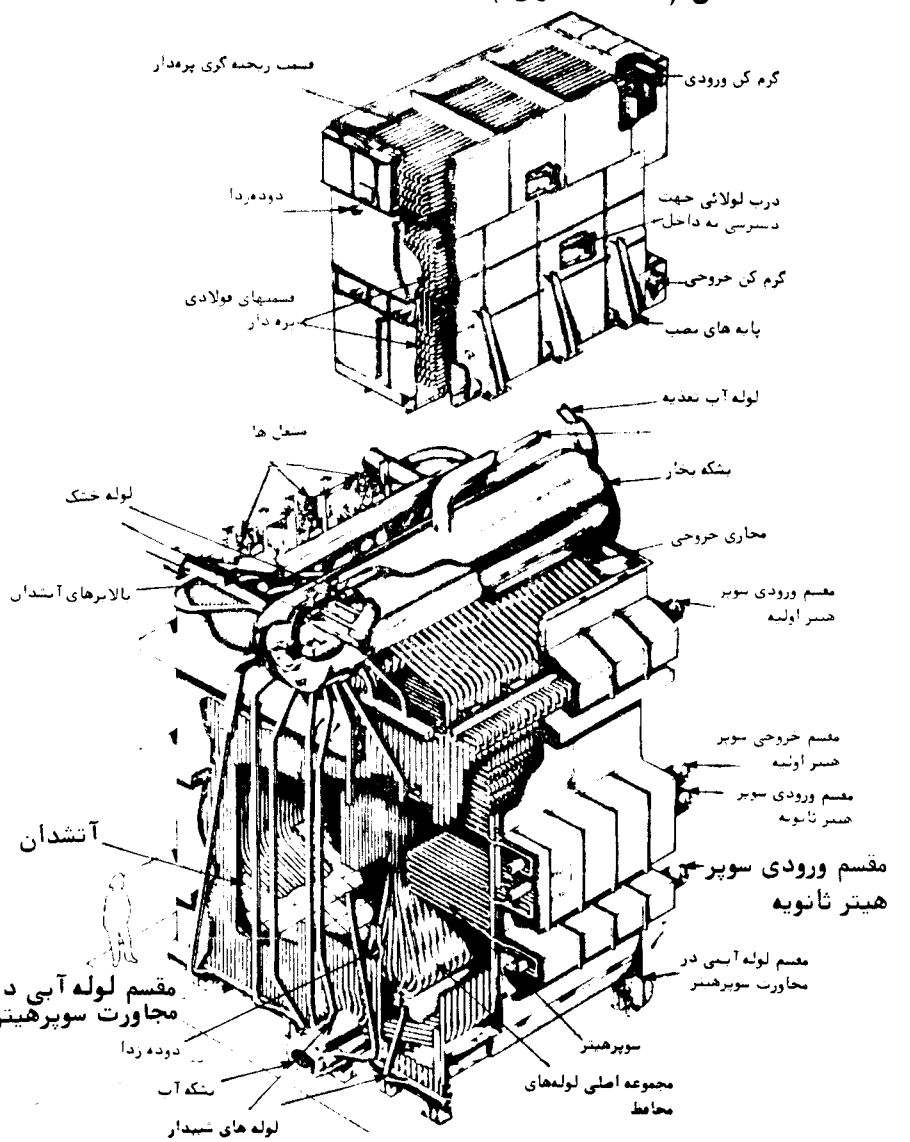
نمونه پیشرفته تر ، یعنی دیگ بخار نوع ESD II از نظر ساختمان ، شبیه ESDI بود ولی از وجود یک واحد کنترل بین سوپرهیتر اولیه و ثانویه استفاده میکرد (یک اکونومایزر اضافی) .

کرکره ها ، بسته به درجه حرارت بخار داغ مورد نیاز ، گازهای داغ رابرروی واحد کنترل یاسوپرهیتر هدایت مینمود . درحقیقت هنگامیکه بخارخشک بادرجه حرارت کم مورد نیاز بود ، این دستگاه کنترل کننده ، راه میان بری By - Pass برای گازهابوجود میآورد .



شکل (۳ ــ ۴) دیگ بخار فاستر ویلر نوع ESDI

دردیگ بخار نوعESDIII مشعل ها درسقف آتشدان قرارگرفته اند و برای شعله ها ویک مسیر طولانی راامکان پذیر ساخته و همچنین موجب انتقال گرمای بگنواخت در ـ آتشدان میگردد . دردیگ بخاری که درشکل (۴ ـ ۴) نشان داده شده از آب بعنوان ـ خنک کننده آتشدان (محفظه احتراق) استفاده میشود .



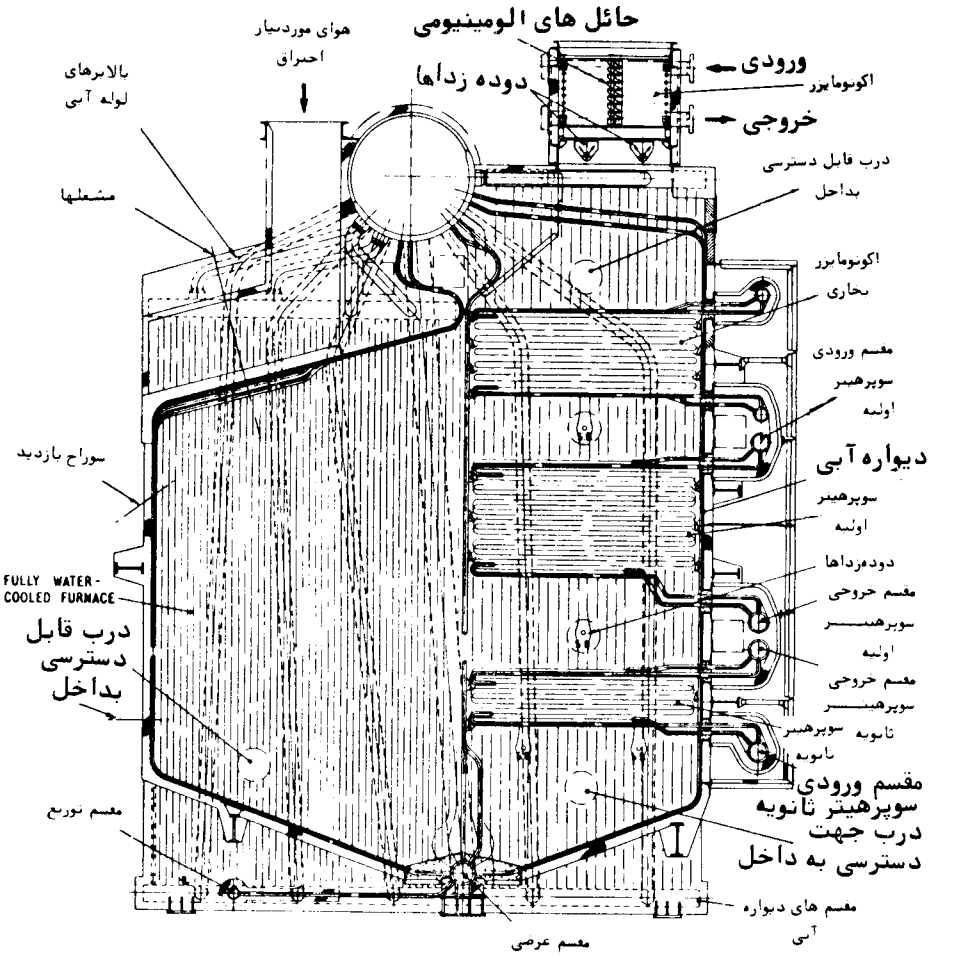
شکل ۴ـ۴ دیگ بخار فاستر ویلرنوع ESD III

ساختمان آتشدان تک دیواره‌ای بوده و لوله های پره دار بار یکی که بصورت گازبندی بیکدیگر جوش داده شده اند ، تشکیل جداره آتشدان رامیدهند . باساختمان تک دیواره‌ای، استفاده از مواد کوره‌ای در آتشدان دیگرمورد نیاز نمیباشد .

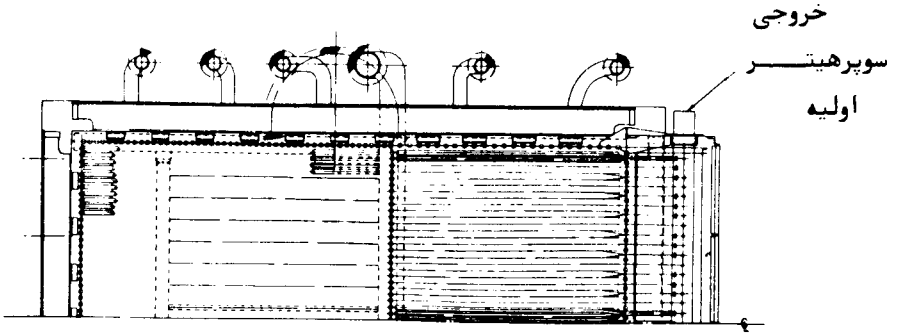
لوله های دیواره آتشدان و لوله های کف و سقفی به بشکه های آب و بخار ، جوش داده شده اند (جریان آب و بخار از داخل این لوله ها بین بشکه ها برقراراست).دیوار های عقب و جلو به انتهای مقسمهای اصلی (دیوارآبی) فوقانی و تحتانی متصل هستند. مقسمهای اصلی دیوارآبی تحتانی توسط لوله های شیب دار بزرگ خارجی (ازبشکه‌بخار) بهمدیگر متصل شده و مقسم های اصلی دیوار آبی فوقانی توسط لوله های بالابرنده بـــه بشکه بخار وصل میباشند .

گازها پس از ترک آتشدان از لوله های پرده‌ای عبورمینمایند واین لوله هاطوری‌قرار گرفته اند که گازها بتوانند براحتی از بین آنها عبورکنند . کثرت تعداد لوله هاموجب انتقال حرارت قابل توجهی برای بخار درمسیر رسیدن به سوپرهیتر ثانویه خواهد بود . گازها قبل از خروج ازدیگ بخار از روی سوپرهیتر اولیه و اکونومایزرخواهد گذشت . لولـه های خشک کننده بمنظورتهیه بخار اشباع شده خشک از دیگ بخار بکارمیرود و دربشـکـه بخار قرارگرفته است . این بخار سپس از سوپرهیتر اولیه به ثانویه انتقال می یابد .کنترل درجه حرارت بخار با استفاده از یک اتمپراتور که دربشکه بخار نصب شده و بین ســـوپر هیترهای اولیه و ثانویه عمل میکند ، انجام میپذیرد .

دیگ بخار نوع تابشی از پیشرفت های جدید این فن بشمار میرودکه درآن ، گرمای تابشی احتراق که ازطریق اشعه مادون قرمز منتشر میگردد ، جذب بخار و صرف بالا بردن حرارت آن میشود . برای اینکه این سیستم با بازدهی خوبی کار کند نیاز به مشعل سقفی و ارتفاع قابل توجهی میباشد . دیگ بخار تابشی نوع*درشکل (۵ ــ ۴) نشان داده ــ شده است . آتشدان و محفظه بیرونی هردو توسط آب خنک میشوند دراینجا دیگر نیـــازی به مجموعه متـعارف لوله های مولد نیست . گازهای داغ از طریق یک دریچه واقع در ــ پائین دیوار پرده‌ای ، آتشدان راترک کرده و به محفظه بیرونی‌میروند . محفظه بیرونـــی دارای سطوح متعارف گرم کننده بوده و شامل سوپرهیترهای اولیه و ثانویه میباشد .



نمای روبروی برشی



قسمتی از نقشه دیگ بخار از بالا

شکل (۵ ــ ۴) دیگ بخار فاستر ویلر شعاعی

کنترل درجه حرارت بخارات خشک توسط یک اتمپراتور که دربشکه بخار قرارگرفته انجام میپذیرد . گازهای داغ پس از ترک سوپرهیتر اولیه به یک اکونومایزر تولید بخار میروند . این اکونومایزر یک مبدل حرارتی است که مخلوط بخار ـ آب درآن بموازات ـ گازها تجریان پیدامیکند . نهایتا " گازهای آتشدان درمسیرشان بسوی دودکش ، از یک اکونومایزر معمولی عبورمیکنند .

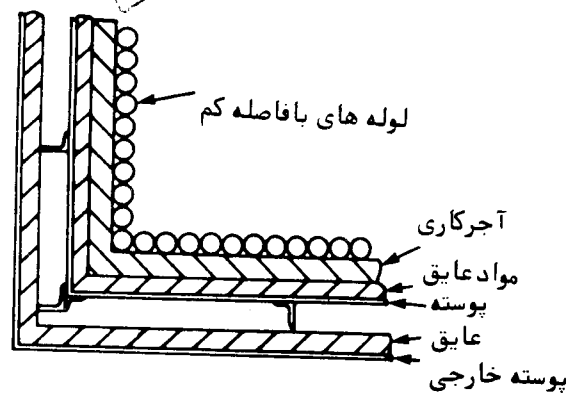
دیگهای بخار از نوع Reheat به همراه یک سیستم توربینی مشابه (گرمایش مجدد) بکار میروند . بخار پس از انبساط درتوربین فشار بالا ، جهت گرم شدن مجدد به دیگ بخار باز میگردد . دراینجا قبل از آنکه بخار به توربین فشار پائین تغذیه شود انرژی آن افزایش می یابد . دیگهای بخار فوق الذکر براساس دیگهای بخار نوع D یا نوع تابشی طراحی شده اند .

ساختمان دیواره آتشدان (محفظه احتراق)

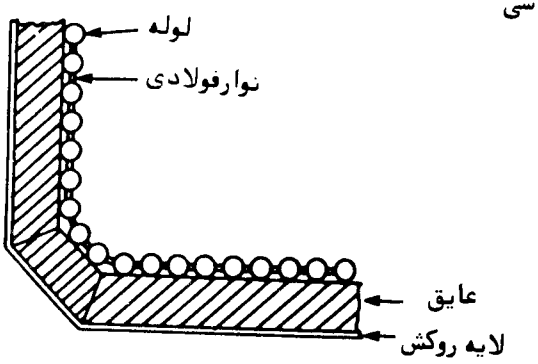
مشکلاتی که درارتباط بامواد نسوز آتشدان ، مخصوصا " دردیوارهای عمودی وجود دارد ، منجر به طراحی سیستمهائی بادیوار آبی دوبله شده است که دراین طرحها مواد نسوز درمعرض مستقیم آتش قرار نمی گیرند . این دوطرح بنام های لوله های ـ مماسی Tangent Tube و تک دیواری Monowall یا " دیوارغشائی " Membrane معروف هستند .

درسیستم لوله های‌مماسی ، لوله هائی که به فاصله های بسیارکم نسبت به هم قرارگرفته اند بوسیله موادنسوز و عایق و پوسته دیگ بخار ، تقویت شده اند ، شکل (a ۶ـ۴) . درسیستم تک دیواری یادیوارغشائی بین لوله ها یک نوار فولادی ـ جوش داده شده است تایک محفظه کاملا " گازبندی شده‌ای راتشکیل دهد (شکل b ۶ـ ۴) دراین طرح فقط سطح بیرونی میبایست بایک لایه عایق ور وکش پوشانده شود .

درساختمان تک دیواری ، مشکلات موادنسوز و اتصالهای انبساطی راحذف میکند ولی درصورت از کارافتادن لوله ، جهت تعمیرات نیاز به جوشکاری میباشد .



الف : نوع مماسی



ب : نوع تک دیواری

شکل (۶ ــ ۴) ساختمان دیواره کوره

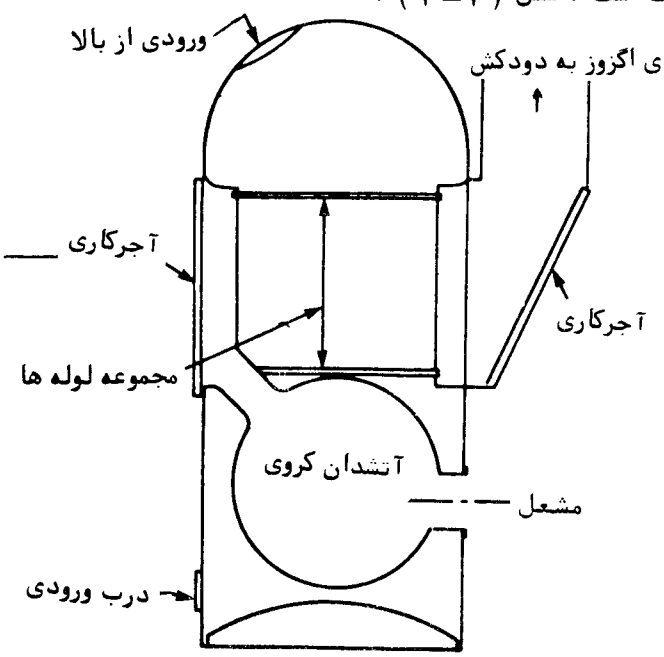
راه حل دیگراین است که دوسرلوله معیوب راتوسط قطعه چوبهائی کاملا " مسدودنمود اما مواد نسوزی راباید روی لوله معیوب قرارداد تاعایق پشت آن راحفاظت کند . در ــ ساختمان طرح لوله مماسی یک لوله از کار افتاده رامیتوان باقطعه چوبی مسدود نمود ودیگ بخار بدین ترتیب بدون هیچ اشکالی میتواند بکار خود ادامه دهد .

دیگ های بخار لوله دودی (آتشی) Fire Tube

دیگهای بخار لوله گازی معمولا " برای مواردی انتخاب میشوند که نیاز به تولیدبخار بافشارکم باشدو درکشتیهائی که بخاررابرای مصارف جانبی بکارمیبرند ، استفاده میشود. طرزکار این دستگاه بسیار ساده میباشد و آب تغذیه مصرفی آن میتواند از کیفیت متوسطی برخوردار باشد . بعضی اوقات دیگ بخار لوله گازی رابخاطر گنجایش فوق العاده آب‌آن " دیگ بخارمخزنی " مینامند . همچنین واژه های مصطلح دیگر ، دیگ بخار لوله ـ دودی و دیگ بخار Donkey میباشد .

دیگ بخار کوخران COCHRAN

دیگ بخار عمودی مدرن کوخران دارای آتشدانی کروی شکل است و بنام " شبه کروی " معروف است ، شکل (۷ ـ ۴) .



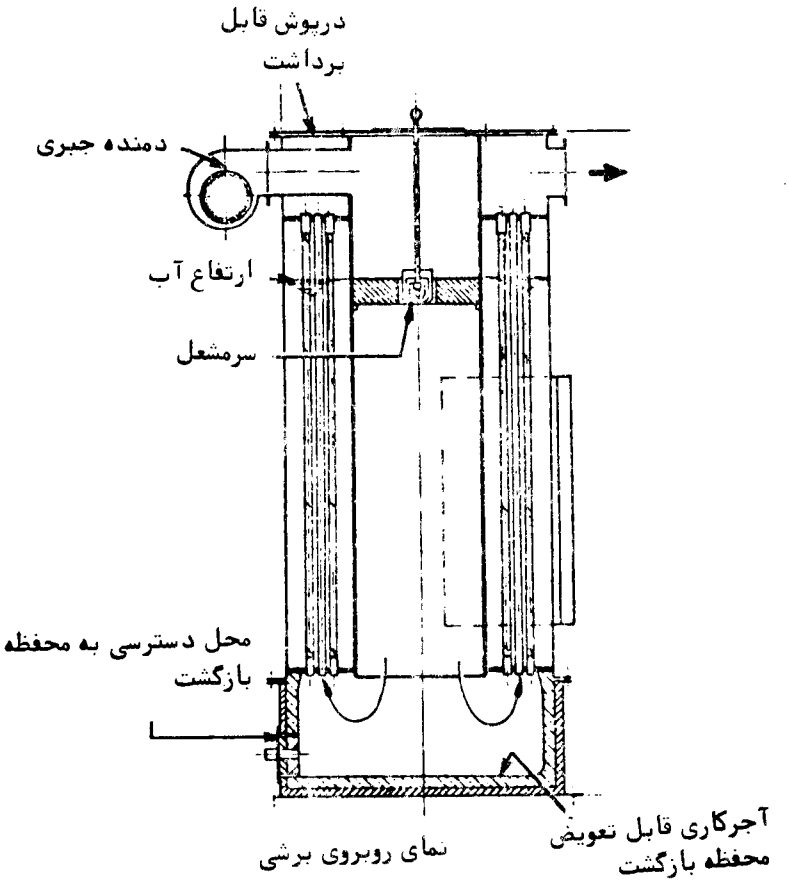
شکل (۷ ـ ۴) دیگ بخار کروی کوخران

آتشدان توسط آب احاطه شده و درنتیجه بوجود لایه‌ای از موادنسوز ، دیگرنیازی نمیباشد . گازهای داغ قبل از اینکه از د ودکش بیرون بروند یکبار از داخل ردیف لوله های افقی عبورمیکنند . استفاده از لوله هائی کم قطر که موانعی Retarders درآنها تعبیه شده باایجاد یک جریان متلاطم ، باعث انتقال گرمائی بهتری شده و لوله ها نیز تمیز تر باقی میمانند .

دیگ بخار آچاری SPANNER

دیگ بخار " عمودی آچاری لوله آتشی " ازطرح ثبت شده‌ای برای لوله هائی به نام Swirlyflo استفاده میکنند ، گفته میشود که پیچش مخصوص لوله هـــا موجب انتقال گرمائی بهتری میشود . دیگ بخار از یک پوسته بیرونی تشکیل شده کـــه آتشدان استوانه‌ای رااحاطه کرده واین آتشدان استوانه‌ای توسط لوله های دودی (گازی) عمودی به یک محفظه استوانه‌ای درقسمت بالای دیگ بخار متصل شده است ، شـــکل (۸ – ۴) .

مشعل درمرکزآتشدان واقع شده و جهت آتش آن ، روبه پائین بوده و گازهای داغ از داخل لوله هائی که درمحفظه‌ای از آب قراردارند ، عبور خواهند کرد . یک دیگ بخـار مرکب Composite تولید بخاررابه دوصورت امکان پذیرمیسازد : بااستفاده از سوخت ، زمانیکه مورد نیاز است ویابااستفاده از گازهای اگزوز موتورهنگامی که کشتی در دریا حرکت میکند . طرح این نوع دیگهای بخار براساس طرح دیگهای بخار لوله آتشـــی میباشد .



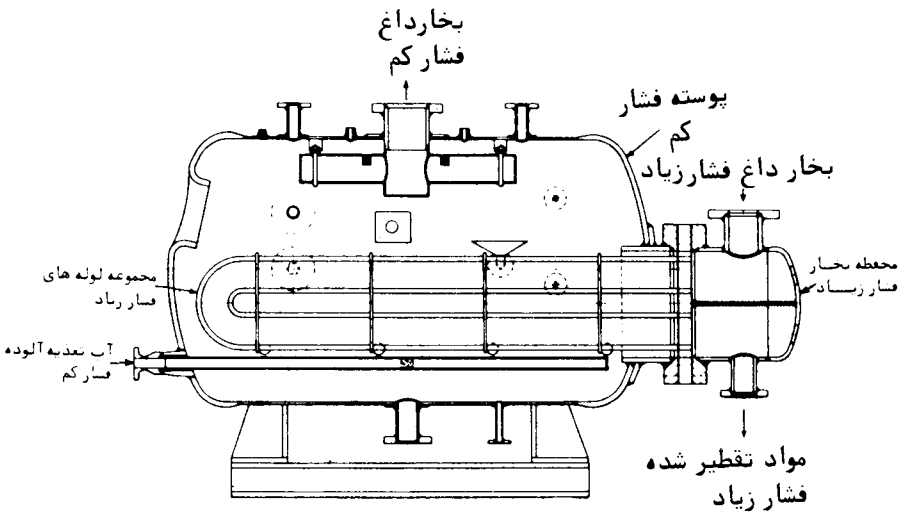
شکل (۸ – ۴) دیگ بخار آچاری

نظم وترتیب سایر دیگهای بخار

گذشته از دیگهای بخار لوله آبی و لوله گازی متداول ، دستگاههای دیگری نیزبرای تولید بخارمورد استفاده دارند که میتوان مولد بخار به بخار ، دیگ بخار"تبخیری دوبله" و نظام های متنوعی از دیگهای بخار بااستفاده از گازهای اگزوز رانام برد .

مولد بخار به بخار

مولد بخار به بخارتولید کننده بخار اشباع شده بافشارپائین ، برای خدمات جانبی و فرعی است . این نوع دیگهای بخار ، بهمراه دیگهای بخار لوله آبی ، یک مدارثانویه بخاررابوجود میآورند که بدینوسیله از آلودگی آب تغذیه مدار اولیه جلوگیری میشود . چنین نظم و ترتیبی ممکن است از نوع افقی ویاعمودی باشد ، درحالیکه کوئل هـــــای (لوله های پیچکی) حرارتی درداخل پوسته ای قرارگرفته اند که آب ورودی راگرم — میکنند . بخار حاوی فشار و حرارت زیاد از دیگ بخار اصلی به کوئل ها تغذیه میـگردد. یک مولد بخار به بخار افقی درشکل (۹ ــ ۴) نشان داده شده است .



شکل (۹ ــ ۴) مولد بخار به بخار

دیگ بخار تبخیر دوگانه

دیگ بخار تبخیر دوگانه از دوسیستم مستقل برای تولید بخار استفاده مینمایدودر نتیجه از هرگونه آلودگی بین آب تغذیه اولیه و ثانویه اجتناب میگردد . مواد اولیه در حقیقت یک دیگ بخار لوله آبی معمولی است که کار بخاررسانی به کوئل های گرم‌کننده یک مولد بخار به بخار راکه سیستم ثانویه راتشکیل میدهد ، برعهده دارد . دستگاه کامل دیگ بخار مذکور درداخل یک محفظه تحت فشار قراردارد .

مبدل های گرمائی گازهای اگزوز

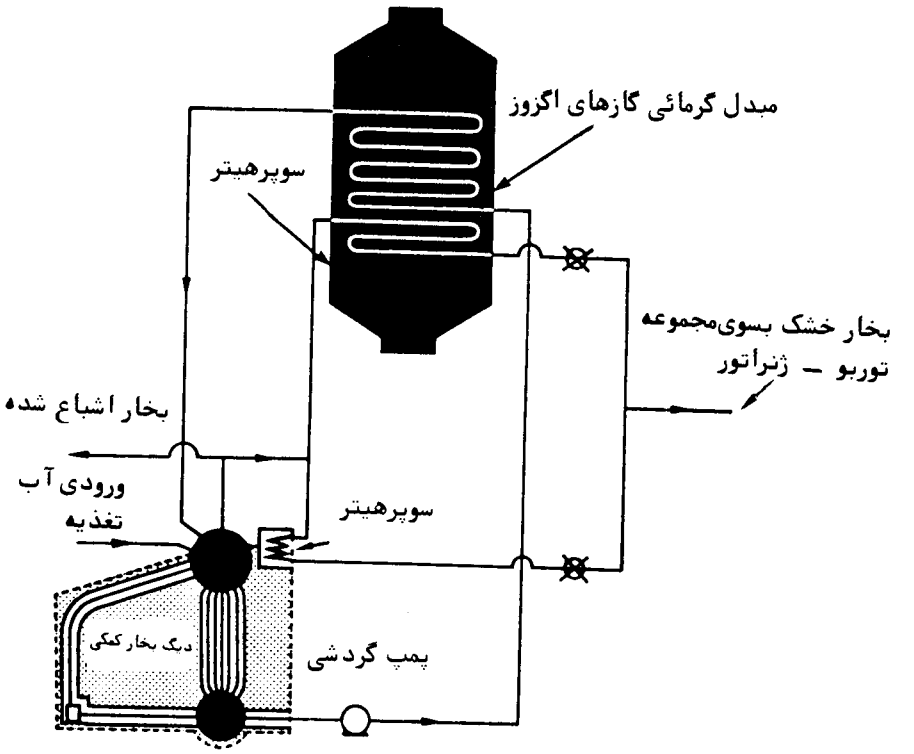
استفاده از گازهای اگزوز ، وسیله‌ای است بـرای بازیابی انرژی حرارتی (که درغیر این صورت به هدرمیرفت) ، همچنین جهت افزایش بازدهی دستگاه میباشد .

یک مبدل گرمائی گازهای اگزوز درشکل (۱۰ ــ ۴) نشان داده شده است . مبدل مذکور از چند ردیف مجموعه لوله هائی تشکیل شده که آب تغذیه (برای تولید بخـار) درداخل آنها گردش کرده و گازهای اگزوز موتوراصلی دیزلی ، از اطراف لوله هـــای مذکور بسوی آتمسفر میروند . مجموعه لوله ها ممکن است برای گرم کردن آب ، تولیـد بخار و یاتولید بخار خشک ترتیب داده شوند . بمنظور انجام عملیات تولید و جـدا سازی بخار ، نیاز به یک بشکه از دیگ بخار و معمولا" یک بشکه از دیگ بخارفرعی است .

نظام مولد بخارفرعی

دستگاههای تولید بخار فرعی (کمکی) ، درنفتکشهای مدرن دیزلی ، مجهز بـه یک مبدل گرمائی گازهای اگزوز درکف دودکش و یک یا دو دیگ بخار لوله آبی میباشنـد شکل (۱۰ ــ ۴). بخاراشباع شده یابخارخشک نیز ممکن است از دیگ بخارفرعی بدست بیاید . دیگ ربخارفرعی ، دردریابعنوان یک گیرنده بخار برای مبدل گرمائی گازهـای

اگزوز عمل مینماید و بخار درداخل آن گردش میکند . دربندر ، تولید بخار بااستفاده از احتراق سوخت دیزل و طبق معمول انجام میشود .



شکل (۱۰ ـ ۴) سیستم تولید بخار کمکی

دیگ های بخار گازهای اگزوز

دیگهای بخار کمکی درکشتیهائی با رانش اصلی دیزلی ، به غیراز نفت کشها ،

معمولا " از نوع دیگهای بخارمرکب هستند . نتیجتا " دراین کشتیها تولید بخار میتواند از طریق احتراق سوخت و یاباستفاده از گازهای اگزوز خروجی موتور دیزلی صورت گیرد . درحالت اخیر ، دیگ بخار بعنوان یک مبدل گرمائی عمل کرده و بخاررادربشکه خـــود تولید مینماید .

ملحقات دیگ بخار

دیگبخار برای کارمطمئن و ایمن ، نیازبه دستگاههای مشخصی بنام " ملحقات دیگ بخار " دارد . ملحقات سوارشده روی دیگ بخار عبارتنداز :

شیرهای اطمینان

این شیرها بصورت دوبله نصب میشوند تادیگ بخار دربرابر فشار اصلی بخـار حفاظت کنند . وقتیکه فشارشونده شیر اطمینان درحضور بازرس فنی شرکتهای بیمه تنظیم و قفل شد ، دیگر نباید تغییر کند . این شیرها طوری طراحی شده اند تا به صورت خودکار و دریک فشار تخلیه از قبل تنظیم شده بازشوند .

شیراصلی بخار

این شیر درخط اصلی خروجی بخارنصب شده و معمولا " از نوع شیرهای یکطرفه است .

شیر فرعی بخار

یک شیر کوچکتری است که درخط بخار رسانی فرعی نصب شده و معمولا " ازنوع یکطرفه است .

شیر کنترل یا شیر بازدید آب تغذیه دیگ بخار

یک جفت از این شیرها نصب هستند : یکی از این شیرها حکم شیر اصلی ودیگری بمنزله شیر فرعی یا آماده باش میباشد . این شیرها یکطرفه بوده و میبایستی نشاندهنده وضعیت باز یابسته خود نیز باشند .

عمق سنج

عمق سنج های آب یاشیشه های نمایش ارتفاع آب ، بصورت دوبله و در دو طرف — مقابل هم ، روی دیگ بخار نصب هستند . ساختمان عمق سنج های آب ، بستگی بهفشار دیگ بخار دارد .

اتصال فشار سنج ها

فشار سنج هائی درنقاط مورد لزوم و روی دیگ بخار ، مانند بشکه دیگ بخار ،سوپر هیترو غیره . . . وصل میشوند تابتوان توسط آنها فشار قسمتهای مختلف راخواند .

شیر خروجی هوا

این شیرها برروی مقسم های اصلی ، بشکه دیگ بخار و غیره . . . نصب شده اندتا درزمان پرکردن دیگ بخار (باآب) و یادرابتدای شروع بالارفتن فشار بخار ، هوای موجود درقسمتهای مربوطه رابه خارج منتقل کنند .

اتصال برای نمونه برداری

یک شیرخروجی آب و ترتیبی برای سردکردن آن جهت نمونه برداری و تجزیه و — تحلیل آب تغذیه تعبیه شده‌است . یک اتصال برای تزریق مواد شیمیائی تصحیح کننده،

برای آب دیگ‌بخار نیز ممکن است موجود باشد .

شیرتخلیه آب دیگ بخار

بااستفاده از چنین شیری میتوان قسمتی یاکلیه آب دیگ بخارراتخلیه نمود .

شیرتخلیه کف های دیگ بخار

یک ظرف بشقاب مانند که درسطح نرمال آب قراردارد به شیر تخلیه کف متصل است و بدین ترتیب تخلیه کف ها و سایر ناخالصی های مشابه ، ازسطح آب میسر میگردد .

شیر سوت

این شیر کوچک یکطرفه مستقیما " بخاررا از بشکه دیگ بخار به سوت میرساند .

ملحقات دیگ بخار (دیگ بخار لوله آبی)

بعلت کم بودن حجم آب دیگهای بخار لوله آبی ، نسبت به ظرفیت تولید بخار در آنها ، تجهیزات اضافه‌ای مورد نیاز میباشد .

تنظیم کننده خودکار آب تغذیه

درلوله ورودی آب و قبل از شیر یکطرفه اصلی آب نصب شده است . وجود این شیر موجب میگردد که آب دردیگ بخار درتمام شرایط درسطح صحیح نگهداشته شود . دیگهای بخار بانسبت تبخیر زیاد ، از یک سیستم کنترل آب تغذیه چند گانه (مرکب) استفاده میکنند (به فصل ۱۵ مراجعه شود) .

آژیر ارتفاع کم آب دردیگ بخار

دستگاهی است که بطور سمعی ، پائین بودن سطح آب دیگ بخاررا خبر میدهد .

شیرهای سیرکولاسیون سوپرهیتر

بعنوان دریچه خروجی هوا نیز عمل کرده و هدف از آن ، حصول اطمینان ازجریان پیداکردن بخار درزمانی است که دیگ بخار تازه شروع به بخارسازی نموده است.بنابر ـ این باافزایش فشار دردیگ بخار ، هوا از طریق اتصالات فوق به خارج هدایت میشود .

دوده پاک کن ها (دوده زداها)

کار این دستگاه ها توسط هوای فشرده و یابخارات و بمنظور زدودن دوده هاومحصو ـ لهای احتراق از روی سطوح لوله ها میباشد . تعدادی از آنها درجاهای مهم نصـــــب شده اند . سرفواره دوده پاک کن درمحل مربوطه جا زده میشود و پس از پایان یافتن عمل دوده زدائی سرفواره از محل مزبور برداشته میشود .

ارتفاع سنج های آب

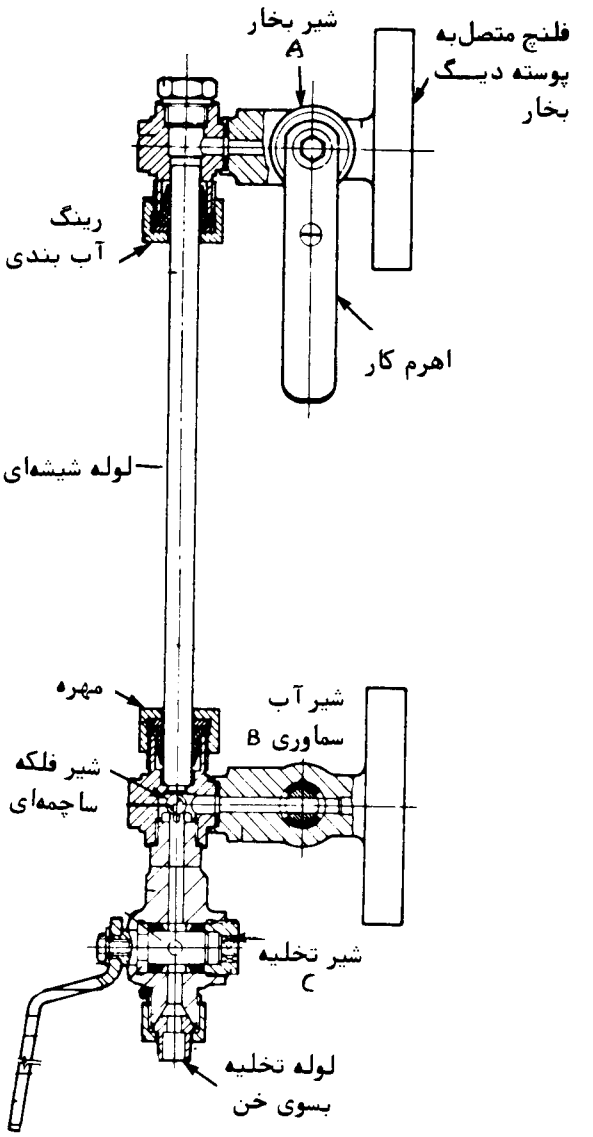
این ارتفاع سنجها ، سطح آب رادرمحدوده های کاری دیگ بخارنشان میدهند .اگر ارتفاع آب خیلی زیاد باشد آب از دیگ بخار سرریز شده و اشکال های عمده‌ای رادر ـ دستگاه هائیکه برای دریافت بخارطراحی شده اند بوجود خواهد آورد . اگرارتفاع آب بیش از اندازه پائین باشد ،سطوح انتقال حرارت ممکن است مستقیما " درمعرض حـرارت زیادی قرارگرفته و ازکار بیفتند . درنتیجه ، توجه همیشگی به سطح آب دیگ بخار امری است ضروری ، بخاطر حرکت کشتی و لزوم مشاهده صحیح سطح آب ، ارتفاع سنجهائـی در هردوانتهای دیگ بخار قرارداده شده اند .

بنا به فشـــار کاری دیگ بخار ، یکی از دونوع مختلف ارتفاع سنج آب ، دردیگ بخارنصب میشوند .

برای دیگهای بخار باحداکثر فشارکاری ۱۷ بار (کیلوگرم برسانتی مترمربع) نـوع لولهای و از جنس شیشه (باسطح مقطع گرد) بکارمیرود . لوله شیشهای توسط لوله هـــاو شیرها به بدنه دیگ بخار و همـــانطورکه در شکل (۱۱ ــ ۴) نشان داده شده است ــ متصل میگردد . واشرهای آب بندی دردوانتهای لوله قرارگرفته تا لوله راغیرقابل نفـوذ کرده و از چکه کردن آب جلوگیری کنند . معمولا" یک حفاظ دراطراف لوله قرارگرفته تـا آن رادربرابر صدمات اتفاقی حفاظت کرده و درصورت شکسته شدن لوله از وارد آمـــدن جراحات به پرسنل مجاور آن جلوگیری شود . ارتفاع سنج آب بطورمعمول مستقیما" بـــه دیگ بخار متصل میشود .

شیرهای جداکنندهای (ایزوله) درمسیرهای آب و بخار نصب شده اند ، همچنین یک شیرتخلیه نیز وجوددارد . یک شیر فلکه ساچمهای نیز درپائین لوله شیشهای نصـــب شده تادرصورت شکسته شدن آن ، بتوان جریان آب راقطع کرده و از پاشش ناگهـــانـــی آب دیگ بخار که درفشارزیادی است ، جلوگیری بعمل آید .

برای دیگهای بخار بافشار بیشتر از ۱۷ بار (کیلوگرم برسانتیمتر مربع) ارتفاع ــ سنج نوع صفحه شیشهای بکارگرفته میشود . بجای لوله شیشهای از مجموعه صفحه هـــای شیشهای که دریک محفظه فلزی قرار گرفته اند استفاده میگردد ، (شکل ۱۲ ــ ۴) . ــ مجموعه فوق ، از صفحات فلزی عقب و جلو که صفحات شیشهای و یک صفحه فلزی مرکزی مابین آنها قرارگرفته ، تشکیل شده است . رابطه هائی بین صفحات شیشه و فلز قرارداده شده اند و ورقهای از میکا روی سطح شیشه قرارگرفتهکه روی آن به طرف بخار و آب است . ورقه میکا ، یک عایق موثر است که از شکستن شیشه درحرارت بسیار زیاد جلوگیری میکند. درهنگام پیچ گذاری ، این مجموعه ، باید دقت شود تا پیچها رابطورمتعادل و متـــوازن سفت کرد . درصورتیکه این مورد رعایت نگردد ، مجموعه چکه خواهد کردواحتمالا "منجر به پاشیده شدن شیشه خواهدشد .

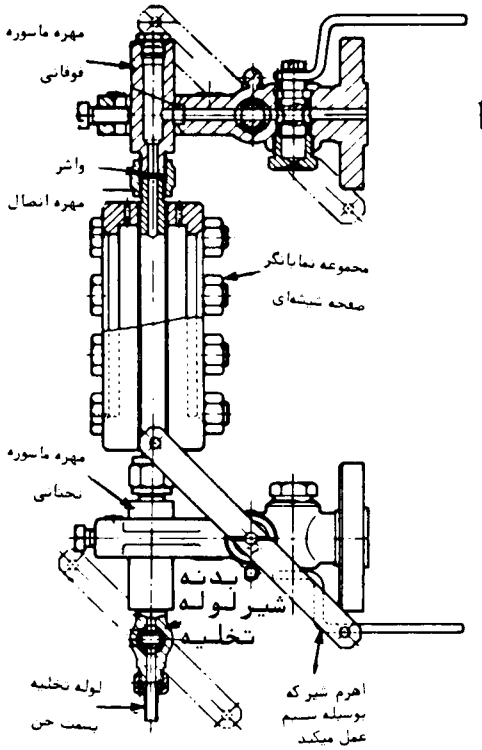


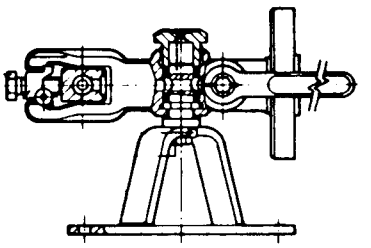
شکل (۱۱ ــ ۴) نشانگر ارتفاع آب

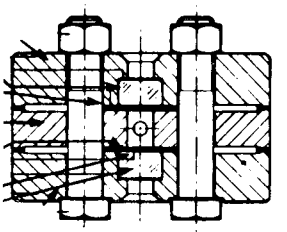
علاوه بر رویت مستقیم ارتفاع آب توسط این ارتفاع سنجها ، بررسی ارتفاع آب ازراه دور نیز توسط نمایانگری که دراتاق کنترل موتورخانه قرارگرفته ، امکان پذیر میگردد .

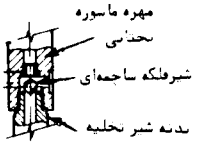
امکان دارد مجاری کوچک بخار یا آب بوسیله ناخالصی ها و رسوبات بسته شده و ـ ارتفاع آب بصورت اشتباه نشان داده شود ، برای حصول اطمینان از بازبودن مجراهـــــا از روش دمیدن (بافشار زیاد) درداخل مجراها استفاده میشود . بادرنظر گرفتن شـــکل (۱۱ ـ ۴) برای دمیدن درداخل مجراها چنین عمل میشود :

شیر آب Bرابسته و شیر تخلیه C راباز میکنند ، فشار دیگ بخارباید یک جـــت قوی بخار رادرقسمت تخلیه ایجاد کند . دراین هنگام شیر A رابسته و شیر B راباز ـ میکنند ، حالا آب بافشارزیاد باید از میان قسمت تخلیه عبورنماید . عدم وجود جریـان آب درقسمت تخلیه ، نشان دهنده گرفتگی مجرای منتهی بهشیر باز میباشد .




دیدازمیان شیر بخار


دیدازمیان مجموعه نمایانگر



جزئیات شیرفلکه ساچمه‌ای

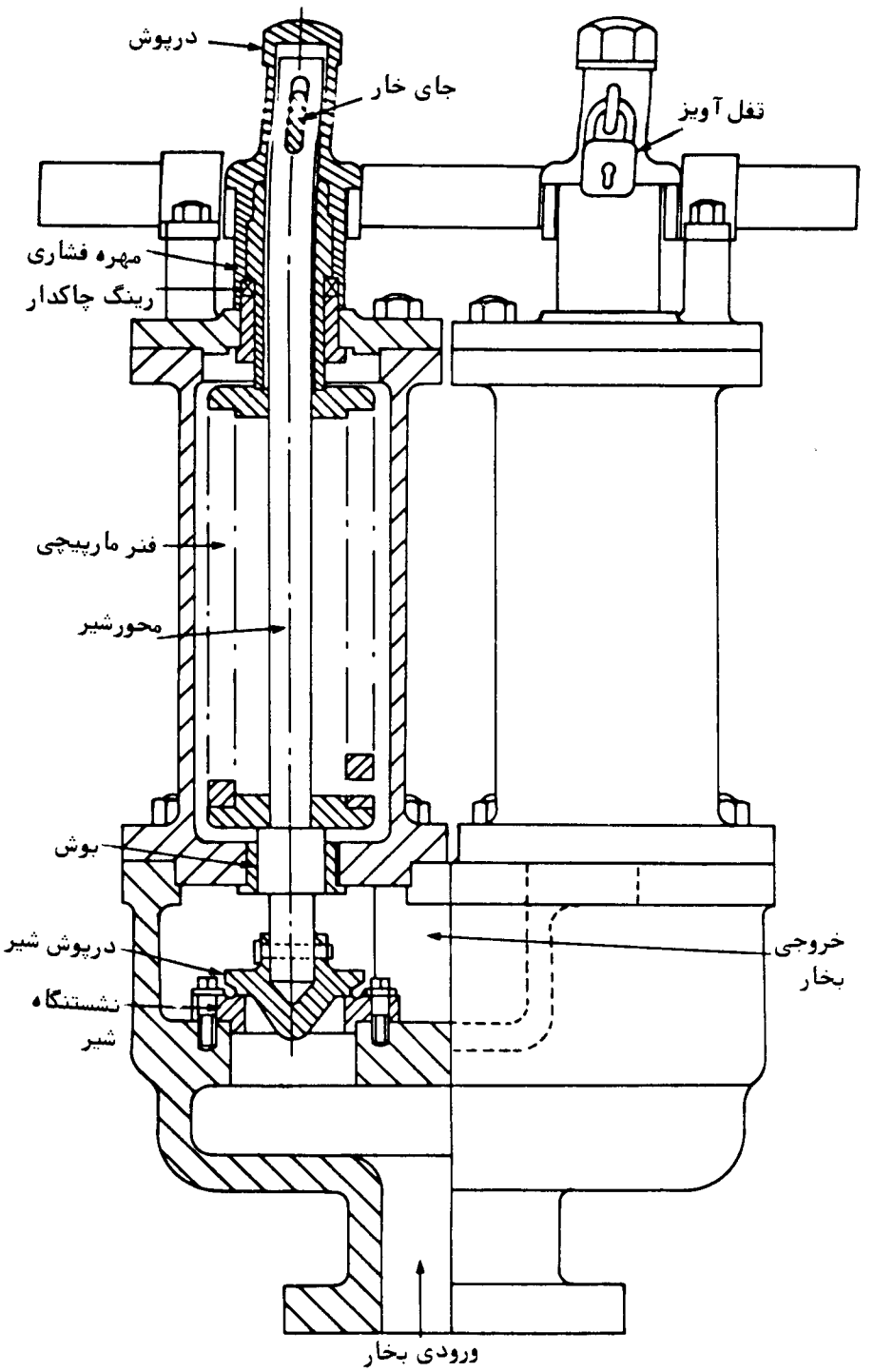
شکل (۱۲ ـ ۴) یک نمونه دیگر نمایانگر آب (آب نما) نوع صفحه ـ شیشه‌ای

شیرهای اطمینان

شیرهای اطمینان بصورت دوبله و معمولا" روی یک پایه (بلوک) مشترک نصب میشوند . هرکدام از شیرها باید بتنهائی قادر به تخلیه تمام بخارتولیدی دیگ بخار باشند و دراین مدت نیز فشار کاری دستگاه نیز نباید بیش از ۱۰% افزایش نماید .

درکشتی از شیرهای فنردار استفاده میشود که این شیرها درهر حالت و وضعیتی (شیب کشتی) ، عمل مثبت خودراحفظ مینمایند . این شیرها روی دیگ بخار و در محفظه بخار نصب شده اند . یک شیراطمینان فنردار معمولی درشکل (۱۳ ــ ۴) نشان داده شده است . شیرتوسط یک فنرمارپیچی درحالت بسته نگهداشته میشود که فشار آن توسط مهره تراکم که دربالای شیر قرارگرفته ، تنظیم میگردد .

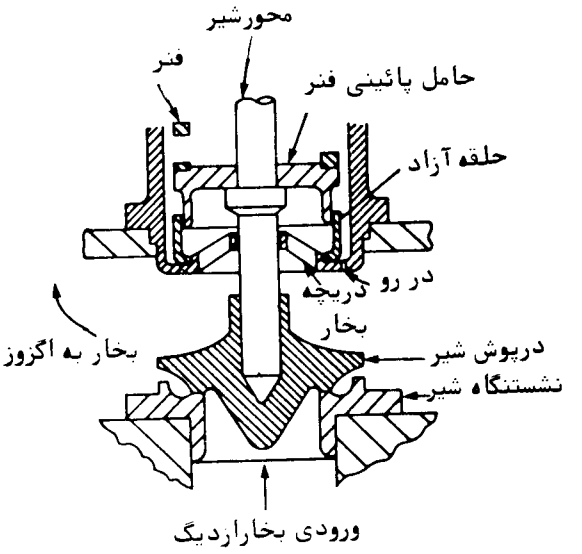
وقتیکه فشار فنر تنظیم شد ، توسط بازرس فنی بیمه ثابت و مهروموم میگردد . وقتی فشار بخار بیشترازفشار تنظیم شده شیراطمینان شود ، شیر بازشده و فنرمتراکم میگردد. وقتی فشار بخار بیشتراز فشارتنظیم شده شیر اطمینان شود ، شیر بازشده و فنر متراکم میگردد . بخارمتصاعده ازطریق یک لوله خروجی که درداخل دودکش قراردارد به فضای آزاد هدایت میشود . با بازشدن شیر تراکم فنر ، طبیعتا" فشار بیشتری مورد نیاز خواهد بود تافنر رافشرده ترکرده و درنتیجه شیر رابه مقدار بیشتری باز نماید . این مسئله با توجه به لبه‌ای که دراطراف سوپاپ شیر تعبیه گردیده که بمحض بازشدن شیر،سطح بیشتری رابرای عمل بخار درمعرض قرارمیدهد،مرتفع میگردد . درزمان های اضطراری ، برای تخلیه فشار از یک اهرم دستی استفاده میشود . بمنظوریکنواخت تر نمودن محرک و باز شدن بیشتر شیر ، از طرحهای اصلاحی مختلفی استفاده میشود .



شکل (۱۳ ــ ۴) یک شیر اطمینان معمولی فنردار دیگ بخار

طرح تکامل یافته شیر اطمینان با قابلیت بازشدن حداکثر ، نشان دهنده تغییرات اصلاحی درحول و حوش حمل کننده فنر تحتانی میباشد . این طرح درشکل (۱۴ – ۴) نشان داده شده است . حمل کننده فنر تحتانی بعنوان یک پیستون عمل میکند که بخار از سمت پائین به آن نیرو وارد میآورد . یک حلقه آزاد که دور پیستون قرارگرفته بمنزله سیلندر نگهدارنده بخار میباشد . دریچه های بخاریا دهانه های اتصال ، در صفحه – راهنما تعبیه شده اند . بخارهای خروجی ، هنگام بازشدن شیر ، به زیر پیستون فشار آورده تانیروی وارده برفنر راافزایش‌داده و موجب بازشدن زیادتر شیر شود . بمحض آزاد شدن فشار اضافی ، شیر تحت اثر نیروی فنر سریعا " خواهد بست . نشستنگاه‌های شیر معمولا " طوری طراحی شده اند تامقداری از بخار راحبس نموده تابدینوسیله شیر بانرمی بسته شود .

درطرف خروجی شیر اطمینان یک لوله تخلیه نصب شده تاهرگونه بخار متراکم رابه – خارج هدایت نموده و از تجمع آن بروی شیر که ممکن است موجب اختلال درکارشیر شود ، جلوگیری نماید .



شکل (۱۴ – ۴) یک نمونه شیر اطمینان

احتـــراق

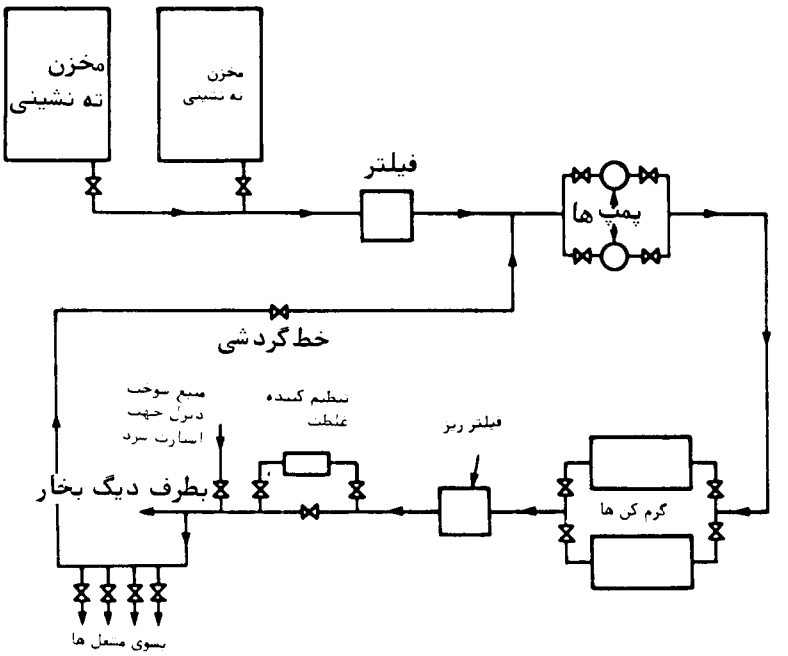
احتراق عبارتست از مشتعل شدن سوخت درهوا که باتولید انرژی گرمائی همراه است . برای احتراق کامل و موثر ، مقادیر صحیح سوخت و هوا میبایست به آتشدان تحویـــل داده شود تا درآنجا مشتعل گردد . برای احتراق کامل ، چهارده نسبت هوا و یک نسبت سوخت لازم است . هوا و سوخت باید بطورکامل مخلوط شوند و برای حصول اطمینان از اشـــتعال کامل سوخت ، درصد کمی هوای اضافی نیز به مجموعه فوق اضافه میشود . وقتیکه هـــــوای تامین شده ناکافی باشد ، تمام سوخت محترق نگشته و حاصل آن گازهای اگزوز سیاه رنـــگ خواهد بود .

هـــوارســـانی

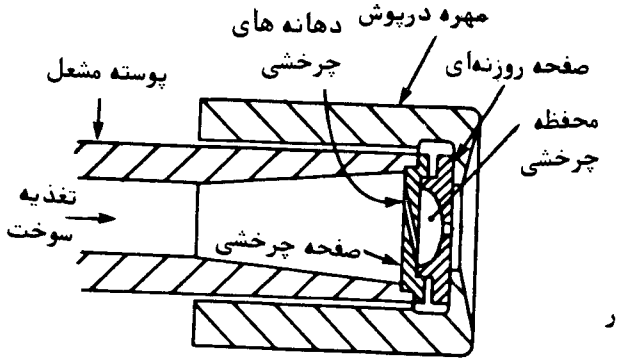
عبورهوا از داخل آتشدان دیگ بخار به کوران Draught موسوم است. دیگهای بخار دریائی دارای طرح هوارسانی جبری (تحت فشار) هستند ؛ بطورمثال ، به وسیله دمنده (فن) که هوارا بافشار به داخل آتشدان میفرستد . نظم وترتیب های مختلفی برای هوارسانی جبری امکان پذیر است . نظم و ترتیب معمولی هوارسانی جبری یک دمنـــده (فن) بزرگ است که هوارادرامتداد یک کانال به جلوی آتشدان میرساند . قسمت جـــلوی آتشدان یک مجموعه جعبه‌ای شکل سربسته‌ای بنام ثبت کننده هوا Air Register و کارش کنترل هوای مورد نیاز احتراق دردیگ بخار است . کانال هوا معمولا" از داخل اگزوز دیگ بخار عبورمینماید که دراین مسیر ، هوا مقداری حرارت بخود میگیرد . سیستم هـــوا رسانی القائی Induced Draught دارای فن مکنده‌ای درقسمت لوله اگزوز است که هوارا از درون آتشدان بطرف خود میکشد . طرح هوارسانی توازن شده - Balanced Draught - دارای فن های مکنده و دمنده توازن شده (طرحهای هوارسانی جبری و هوارسانی القائی) میباشد که منجر به برقراری فشار جو (آتمسفر) درمحفظه احتـــــراق میگردد .

سوخت رسانی

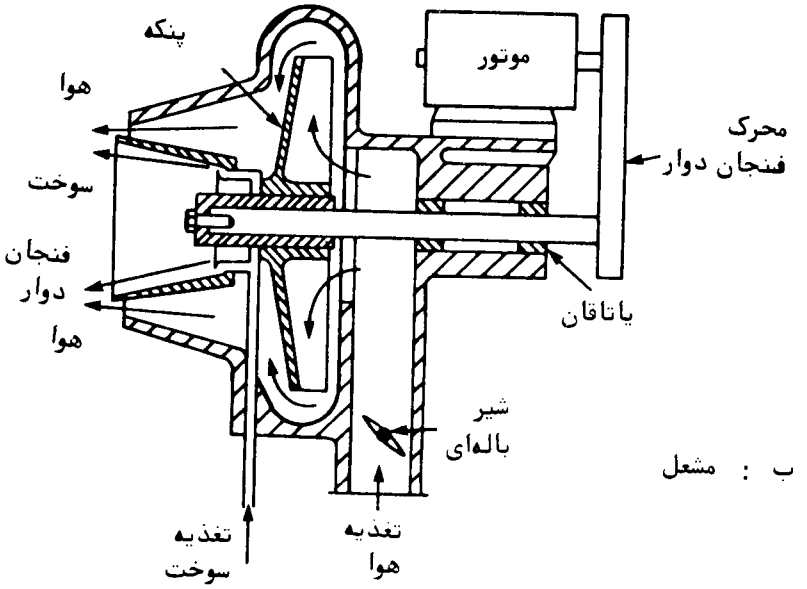
درحال حاضر دیگهای بخار دریائی سوخت سنگین و باکیفیت پائین رامیسوزانند. ــ چنین سوختی درمخازن دوجداره انبارشده و از آنجا توسط یک پمپ انتقال به مخازن تـــه نشین کننده فرستاده میشود ، شکل (۱۵ ــ ۴). دراینجا هرگونه آب همراه سوخت ته‌نشین شده و سپس از مخزن ، تخلیه میگردد .



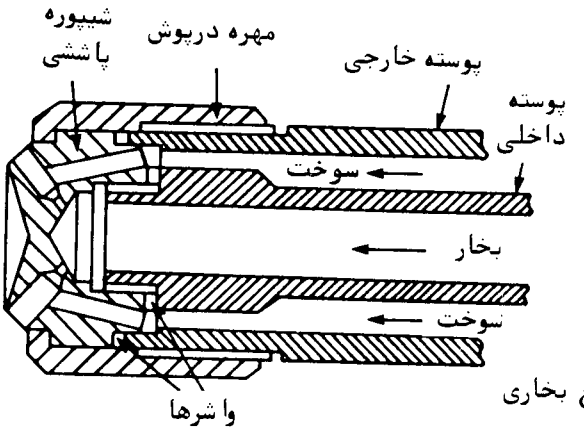
شکل (۱۵ ــ ۴) سیستم سوخت رسانی



الف : مشعل جت فشار



ب : مشعل



ج : مشعل جت جریان سریع بخاری

شکل (۱۶ ــ ۴) انواع مشعل

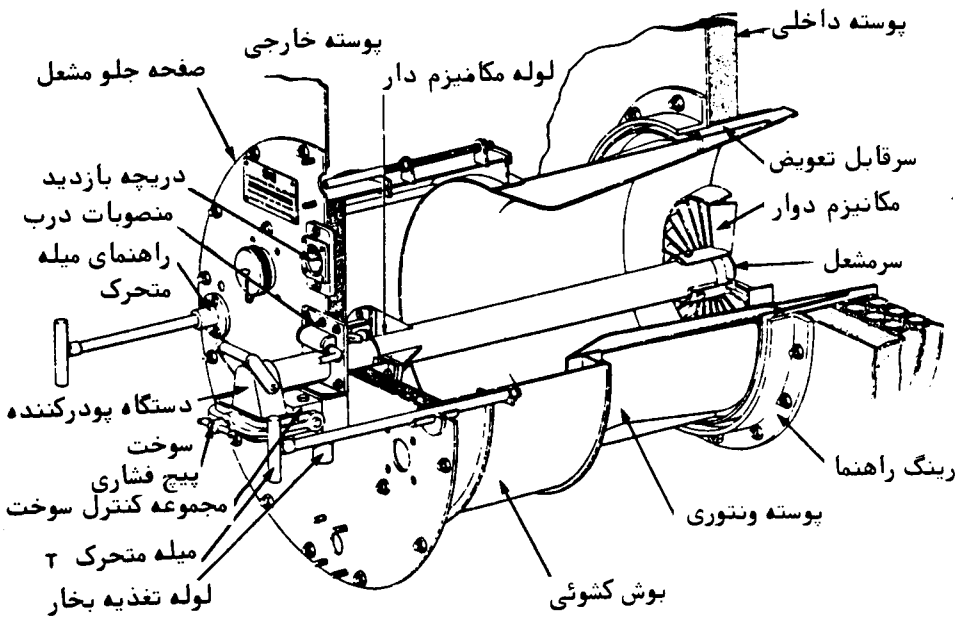
سوخت مخازن ته نشین کننده پس از عبور از یک صافی بطرف یک گرم کننده پمپاژ شده و سپس از یک صافی ریز عبورمیکند . باگرم کردن سوخت ، غلظت آن تقلیل یافته و کار پمپاژ و عبوراز صافی آسانتر انجام میگردد . گرم کردن سوخت باید بادقت کنترل – گردد ، درغیر اینصورت منجر به رگه شدن سوخت و یاشکستن ملکولهای سوخت خواهد شد. یک خط برای رساندن سوخت دیزل نیز به مشعل کشیده شده تا درابتدای اشتعال یادر – زمانیکه دیگ بخار ، مقدار کمتری بخارراتامین میکند،از آن استفاده شود . سوخت پس از عبوراز صافی ریز به مشعل میرسد که درآنجا بصورت پودر درمیآید و بعبارت دیگر بقطرات ریزی شکسته شده و سپس وارد آتشدان میگردد . جهت گرم کردن اولیه سوخت نیز یک خط سیرکولاسیون درنظر گرفته شده است .

احتراق سوخت

سوخت ، تحت فشار زیاد به مشعل میرسدکه درهنگام ترک مشعل بصورت پودرپاشیده میشود ، شکل (۱۶ – ۴) . مشعل با استفاده از یک صفحه چرخشی قطرات سوخت رابه دوران درمیآورد ، بدین ترتیب مخروط دواری از قطرات بسیار ریز سوخت از مشعل خارج شده و به آتشدان میرسد . طرحهای مختلفی برای مشعل وجوددارد ، مشعلی که شرح آن گذشت بنام " مشعل جت فشاری " معروف است ، شکل (a ۱۶ – ۴) . " مشعل فنجانی دوار " Rotating Cup Burner (شکل b ۱۶ – ۴) سوخت رابا پرتاب کردن به لبه یک فنجان مخروطی دوار ، بصورت پودر چرخشی درمیآورد . "مشعل جت جریان سریع بخاری " که درشکل (۱۶ – ۴) نشان داده شده است سوخت رابا پاشیدن به داخل یک جت بخار سرعت زیاد ، بصورت پودرچرخشی درمیآورد . بخار از – طریق یک لوله که دروسط مشعل تعبیه شده ، تامین میگردد .

ثبت کننده هوا مجموعه‌ای از تیغه ها ، پره ها و غیره . . . است که هرمشعل را احاطه کرده و داخل پوسته های دیگ بخار قرارگرفته است . ثبت کننده هوا (یاکنترل کننده هوا) تشکیل قسمت ورودی هوارامیدهد و هواازطریق جعبه هوا به آن وارد میشود . قطع هوا

بوسیله یک بوش کشوئی صورت میگیرد . هوا درداخل و به موازات مشعل جریان پیدا کرده و توسط مکانیزم دوار بصورت چرخشی درمیآید . بمنظور حصول اطمینان از اختلاط کامل هوا و سوخت ، هوای چرخشی برخلاف جهت حرکت سوخت به دوران درمیآید ، شکل (۱۷ – ۴) .



شکل (۱۷ – ۴) ثبت کننده (کنترل کننده) هوا

سوخت بمحض ورود به آتشدان باید اشتعال یابد تا زمینه رابرای احتراق کامل بـه وجود آورد .

بمحض اشتعال ، عناصر سبک سوخت بعنوان شعله اولیه عمل کرده و گرمای کافی ـ برای اشتعال عناصر سنگین تر شعله ثانویه رابوجود میآورند . جریان هوای اولیه و ثانویـه شعله اولیه و ثانویه راتغذیه مینمایند . عمل احتراق در آتشدان دیگ بخار معمولا " بـــه " شعله معلق " موسوم است ، زیر انسبت سوخت و هوای ورودی به آتشدان برابر بـــا محصولات احتراق خروجی است .

خالص بودن آب تغذیه دیگ بخار

دیگهای بخا رمدرن امروزی ، دارای حرارت و فشار زیاد و همراه باظرفیت خروجی‌بخار زیادی هستند و نیاز به آب تغذیه بسیار خالصی دارند .

خالصترین آبها هم حاوی نمکهای حل شده‌ای هستندکه درهنگام جوشیدن از محلـول بیرون می آیند ، سپس این نمکها بصورت رسوب برروی سطوح گرم کننده چسبیده و انتقـال حرارتی راتقلیل میدهند . این رسوبها همچنین باعث گرم شدن بیش از حد موضعی گشته و بالاخره باازبین رفتن لوله ها همراه خواهدبود . سایر نمکها درمحلول باقی مانده و ممکن است باتولیداسید ، باعث خوردگی فلزات دیگ بخار شوند . وجود بیش از حدنمکهای ـ قلیائی دردیگ بخار ، تواما " با تاثیرات ناشی از تنش هائی کاری دیگ بخار ، شرایطی را بنام " ترک خوردگی قلیائی " بوجود میآورد . چنین حالتی ، ترک خوردگی واقعـــی فلزات است که ممکن است به ازبین رفتن جدی آن بیانجامد .

حضور اکسیژن و گاز کربنیک محلول درآب تغذیه دیگ بخار ، میتواند باعث بوجـود آوردن زنگ زدگی قابل توجه دیگ بخار و سیستم آب تغذیه آن گردد . وقتی آب دیگ ـ بخارتوسط اجسام شناور (معلق) آلوده شده باشد ، نمک یا روغن بیش ازحد ، بـــاعث بوجود آمدن پدیده‌ای بنام جوش آوردن (کف کردن) میگردد . چنین جوش یاکفی روی

سطح آب دردیگ بخار جمع میشود . کف کردن منجر به پدیده‌ای بنام Priming میشود که درحقیقت ، وجود آب ، همراه بخارخروجی دیگ بخار است . حضور آب دربخار ورودی به توربین ، به هرمقدار که باشد ، موجب صدمات شدیدی خواهد شد .

ناخالصی های متداول

درآب مقادیر متغیری از نمکهای فلزی مختلف یافت میشود . این نمکها شامل : کلرید‌ـ ها ، سولفاتها و بی کربناتهای کلسیم ، منیزیم و مقداری گوگرد میباشند . نمکهای محلـول درآب خاصیتی بنام سختی Hardness رابوجود میآورد . عامل اصلی سختی آب ، نمکهای کلسیم و منیزیم میباشد .

بی کربناتهای کلسیم و منیزیم توسط گرما تجزیه شده وازمحلول بصورت رسـوبات کربنات بیرون میآیند . نمکهای قلیائی معروف به " سختی موقتی " میباشند . کلریدها ، سولفاتها و نیتراتها باجوش آمدن آب تجزیه نشده و موسوم به " سختی دائم " هستند . سختی کل، حاصل جمع " سختی موقت " و سختی دائم " آب است که معیاری برای سنجش نمکهای رسوب کننده درآب تغذیه دیگ بخار رابدست میدهد .

بهسازی آب تغذیه دیگ بخار

بهسازی آب تغذیه دیگ بخار باافزودن مواد شیمیائی مخصوص انجام میگیرد .رسوبات مختلف و نمکهای مولد زنگ زدگی ، رسوبات و همچنین گازهای حل شده درآب ، بامـواد شیمیائی فوق الذکر ترکیب شده و بدین ترتیب اثر سوء این ناخالصیها زائل خواهد شـد . عملیات بهسازی بصورت زیر انجام میپذیرد :

۱ ـ بابحالت تعلیق درآوردن نمکهای سخت درمحلول ، از تشکیل رسوب جلو‌ـ گیری میگردد .

۲ ـ باجلوگیری از چسبیدن نمکهای معلق و ناخالصیهابسطوح انتقال حرارت

۳ ـ باتامین حفاظت ضد کف برای آب تغذیه دیگ بخار

۴ ـ باازبین بردن گازهای محلول درآب و حفظ درجه قلیائی درحدمتعارف ، از زنگ زدگی جلوگیری میشود .

درحقیقت بهسازی ، باافزودن مواد شیمیائی مختلف به سیستم آب تغذیه انجام‌گرفته و سپس نمونه های آب دیگ بخار بوسیله دستگاه مخصوص ، مورد آزمایش قرارمیگیرد . دستگاه آزمایش که درداخل یک جعبه آزمایش قرارگرفته است ، توسط سازند مواد شیمیائی موردنظر ، به کشتیها داده شده و دستورالعمل ساده‌ای درمورد چگونگی‌انجام آزمایشات نیز بهمراه آن میباشد .

مواد شیمیائی بکاررفته درآب تغذیه دیگ بخار ، برای دیگهای بخارکمکی(فرعی) ـ عبارتنداز : هیدرواکسید کلسیم (آهک) و کربنات سدیم (سودا) . همچنین سود سوز آور (هیدرواکسید سدیم) نیز بتنهائی ممکن است مورد استفاده قرارگیرد .

برای دیگهای بخار لوله آبی فشار بالا ، انواع مختلف نمکهای فسفات ، مانند فسفات تری سدیم ، فسفات دی سدیم و متافسفات سدیم بکارمیرود . دلمه سازها نیز ممکن است ـ مورد استفاده قرارگیرند که نمکهای تشکیل دهنده رسوبات راباهم ترکیب کرده و بصورت لجن درمیآورد و بدین ترتیب از چسبیدن آنها بسطوح داخلی دیگ بخار جلوگیری میشود . آلومینات سدیم ، نشاسته و جوهر مازو ، جزء دلمه سازها میباشند .هوازدائی نهائی آب ـ تغذیه دیگ بخار ، توسط مواد شیمیائی مانند هیدروزین که با اکسیژن موجود ترکیب میگردد، انجام میشود .

کاردیگ بخار

روش انتخاب شده برای تولید بخار درانواع دیگهای بخار ، متفاوت است و همیشه دستورالعمل سازنده دیگ بخار باید دنبال گردد . بعضی از عملیات راه اندازی و تولید بخار برای همه دیگهای بخار مشترک است و بعنوان یک روش کلی بصورت زیر تعقیب میگردد .

آماده سازی دیگ بخار

دودکش رابابد بازرسی نموده و از بازبودن مسیر عبور گازهای خروجی دیگ بخار اطمینان حاصل نمود . دمپرها Dampers را باید بکار انداخته و سپس برای مقدار صحیح تنظیم کرد .کلیه هواکشها ، آژیرها و اتصالات فشارسنج ها رابابد باز نمود . شیرهای سیرکولاسیون بخارخشک ، سوپر هیتر و شیرهای تخلیه رابابد بازدید نمودتاازبرقراری جریان بخار درداخل سوپرهیتر اطمینان حاصل نمود . کلیه شیرهای تخلیه آب و شیرهای تخلیه آب اضافی رابابد برای بسته بودن بازرسی کرد ، سپس دیگ بخاررا باید تاکمی پائین تر از سطح کاری آن ، با آب گرم و هواگیری شده (بدون‌هوا) پرنمود . هرکدام از شیرهای تخلیه مقسم ، که آب از آن به بیرون بریزد رابابد بست . اکونومایزر را بایدمورد بازرسی قرارداده تااطمینان حاصل شود که پراز آب بوده و هوای آن کاملا" تخلیه شده است

نحوه کار دمنده هوارسانی جبری را باید مورد بازرسی قرارداده و درصورت وجود گرم کننده های هوا که توسط گازهای اگزوز کارمیکنند ، باید آنها رااز مدارخارج نمود . شیرهای سیستم سوخت رسانی را باید برای وضعیت صحیح مورد معاینه قرارداد .سپس سوخت بایددرحالیکه گرم میشود درلوله ها به گردش بیفتد .

شروع بخار سازی

فن جریان هوای جبری آتشدان را باید روشن نمود و اجازه داد تابمدت چند دقیقه هوا از میان آتشدان عبورنموده تابدینوسیله آتشدان از کلیه گازهای اگزوز ویابخارات سوخت احتمالی تخلیه گردد . سپس کشوئی های هوا درهرثبت کننده (کنترل کننده هوا) ، بجز مشعل جرقه زن باید بسته شوند . حال مشعل راروشن نموده و آن راطوری تنظیم میکنند که احتراق خوبی رادر شعله بوجود بیاورد . فشارسوخت و فشارهوای مورد نیاز احتراق رابایدطوری نسبت بیکدیگر تنظیم کرد که احتراق بخوبی صورت پذیرفته و همراه باشعله کامل و پایداری باشد .

بمحض جاری شدن بخار از شیرهای تخلیه مقسم اصلی سوپرهیتر ، آنهاراباید بست. وقتی فشار دیگ بخار به حدود ۲۱ بار (کیلوگرم برسانتیمتر مربع) رسید خروجی هوای دیگ بخاررا باید بست . فشار دیگ بخاررا باید تدریجا" به فشار کاری آن رساند تا از انبساط سریع فلزات جلوگیری بعمل آمده و باعث داغ شدن بیش از حد قطعات سوپر هیتر نگشته و نیز به مواد نسوز موجود صدمه‌ای وارد نیاید . سازندگان دیگهای بخارمعمولا" یک نمودار برای بالا بردن صحیح فشار بخار ، که بصورت منحنی فشار دیگ‌برحسب زمان (ساعت) از شروع عمل احتراق است ، رادراختیار کشتی میگذارند .

پس‌ازمرحله فوق ، خطوط اصلی و فرعی بخار راگرم کرده و درروها راباید بست .بعلاوه درجه های بازدید سطح آب را باید بافشار بخار تمیزکرده و صحت عمل آنهارامورد آزمایش قرارداد . وقتی فشار بخار به حدود ۳ بار (کیلوگرم برسانتیمترمربع) کمتر از مقدار فشار کاری دیگ رسید ، بوسیله مکانیزم دستی ، شیر اطمینان رابازکرده و بخارراآزاد میسازند .

وقتی فشار بخار به حد فشار کاری رسید ، استفاده از بخارراشروع کرده وشیرهای سیر ـ کولاسیون سوپرهیتر رامی بندند ، سپس کلیه مجاری خروجی ، شیرهای تخلیه و مسیرهای فرعی باید مسدود شوند . سطح (عمق) آب دردیگ بخاررا باید بادقت مورد بررسی قرار داده و سیستم تنظیم خودکار آب تغذیه رابرای صحت کار بازبینی نمود .

دیگ های بخار ذغال سنگی

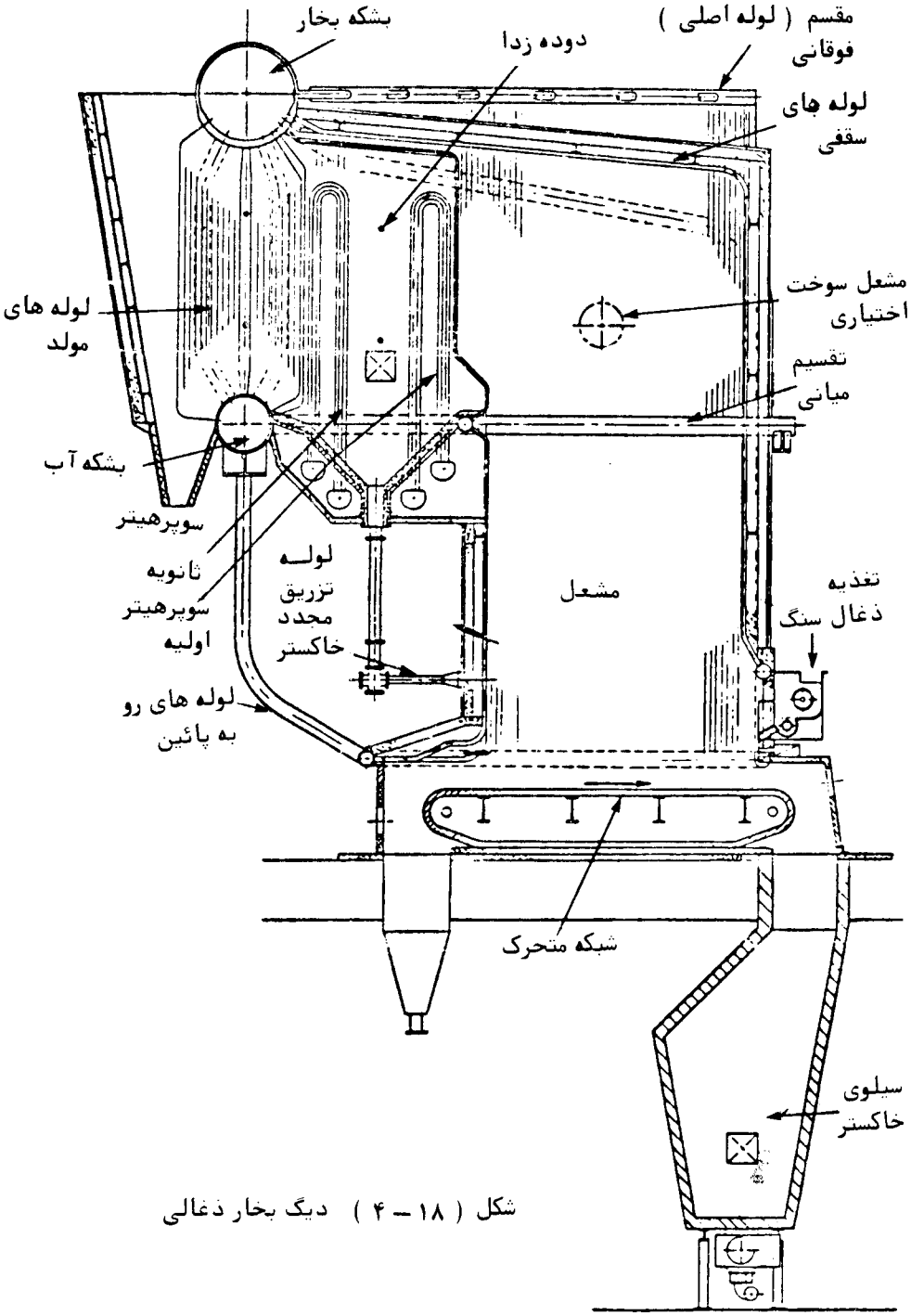
کشتی هائیکه ذغال سنگ رابعنوان سوخت بکار میبرند ، مجددا" مورد توجه قرار گرفته اند .افزایش قیمت نفت خام و افزایش درحمل و نقل ذغال سنگ برای نیروگاههای زمینی ، استفاده از ذغال سنگ رابرای تولید نیرو درکشتی عملی نموده است . برای کشتی های حمل کننده ذغال سنگ و آنهائیکه درمسیرشان ذغال سنگ موجوداست ، استفاده ازذغال سنگ از نظرهزینه قطعا" مقرون بصرفه است . البته بنظر غیرمنطقی میرسدکه باردیگر استفاده از ذغال سنگ درکشتیها بااقبال عمومی مواجه گردد .

درحال حاضر طرحهای مختلفی برای دیگهای بخار ذغال سوز ، درخشکی وجوددارد و تعدادی ازاین طرحها نیز جهت مصارف دریائی اختصاص یافته اند . دوطرح مهم دراین زمینه عبارتنداز : استفاده مستقیم از ذغال سنگ Stoker واستفاده ازپودرذغال سنگ تزریقی ، درسیستم تزریق پودر ، از یک آسیاب برای پودرکردن ذغال استفاده میگردد و سپس ذرات ریز (پودر) ذغال توسط مشعل بداخل آتشدان تزریق میشود .

درطراحی این نوع دیگهای بخار ازیک آتشدان باحجم بزرگ استفاده میشود و سطح زیادی از زمین رابخود اختصاص خواهد داد ، شکل (۱۸ ـ ۴) . بزرگی حجم آتشدان به این سبب است تاوقت کافی برای ماندن ذغال و درنتیجه احتراق کامل آن درآتشدان باشد. لوله های آب کاملا" بامواد عایق ایزوله شده است تاآنها راازاثرات سوء بقایای مذاب‌ذغال و گرفتگی و خوردگی محافظت نماید . بعلاوه ازیک سیستم هوارسانی توازن شده باحفظ یسک فشار منفی جزئی درآتشدان (کوره) استفاده میشود تاازسرایت محصولات احتراق به موتورخانه جلوگیری شود .

مشکل احتراق خودبخودی ، درزمان انبارنمودن ذغال درانبارهای کشتی رانباید فراموش کرد . این وضعیت میل به خودگرمائی و خودسوزی سریع است که امکان دارد در ذغالهای انباری شده اتفاق بیفتد . پرهیز از وجود فضاهای مرده درانبارهائیکه ذغال سنگ برای مدت درازی درآن ساکن میمانند درطراحی انبارها و سیستم جابجائی الزامی است . جابجائی ذغال از مخازن انبارشده به دیگ بخار ، توسط نوارنقاله یا سیستم نیوماتیک انجام میشود . ذغال سنگ از مخازن انبارشده به سیلوهای روزانه‌ایکه معمولا" به تعداد دیگها در نظر گرفته شده است ، منتقل میگردند .

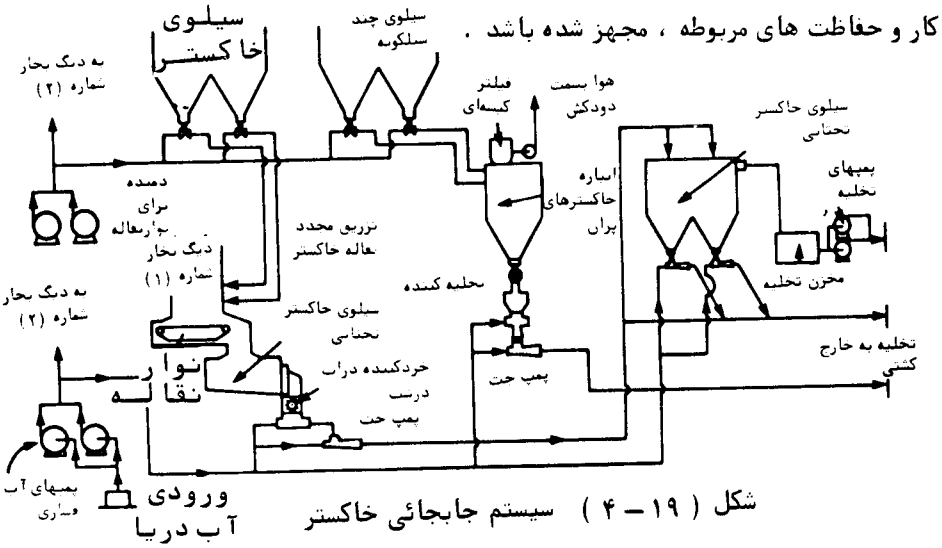
درسیستم تزریق پودرذغال سنگ ، یک آسیاب مخصوص جهت پودر کردن ذغال سنگ درنظرگرفته شده است . درسیستم مستقیم ، یک تغذیه کننده و پخش کننده ، وظیفه تخلیه ذغال درآتشدان رابعهده دارند . پخش کننده ، ذغال رابداخل آتشدان و برروی نوارمشبک فلزی پرتاب میکند . (درصورتیکه ذغال بفاصله بیشتری پرتاب شود مدت زمان بیشتری در آتشدان باقی خواهد ماند) . باایجاد تغییرات مناسب دردستگاه پخش کننده ، میتوان‌ذغال رابصورت یکنواخت به دیگ بخار خوراند .



شکل (۱۸ ــ ۴) دیگ بخار ذغالی

یک سیستم جمع آوری و جابجائی جهت خاکسترهای جمع شده درته آتشدان و ـ خاکسترهای همراه گازهای گردشی ، مورد نیاز میباشد ، شکل (۱۹ ـ ۴) . یک سیستم چند سیکلونی برای جداسازی خاکسترهای موجوددرگازهای اگزوز بکارمیرود و خاکسترها جداشده درسیلوی زیرین انبارمیشوند . دونوع خاکسترفوق الذکرابتداخردشده و سپس توسط یک پمپ فشار بالا به بیرون از کشتی (دردریا) منتقل میشوند . ذرات بزرگ موجود درخاکستر همراه گازهای اگزوز ، پس از جمع آوری ، جهت سوختن و افزایش راندمان ـ احتراق سیستم مجددا " به آتشدان هدایت میگردند .

نحوه کنترل خودکار و از راه دور دیگهای بخار ذغال سنگی ، شباهت زیادی به کنترل دیگهای بخار باسوختهای مایعی دارد . دیگهای بخار ذغال سنگی میبایست مجهز به یک سیستم تخلیه بخار باشند ، زیرا این نوع دیگها درکمتر از ۲۵% ظرفیت تولید بخار خود نمیتوانند کارکنند . درسیستم سوخت مستقیم ، نگهداری یک ضخامت ثابت ذغال برروی ـ نوارنقاله امری است الزامی . همچنین تنظیم خودکار عمل پخش کننده و سرعت حرکت نوار نقاله مشبک ، منجر به کارکرد رضایت بخش دیگبخارخواهدشد . تخلیه خاکستر میتواند توسط یکدستگاه زمانی ، تنظیم گردد . تخلیه خاکستر به بیرون از کشتی نیز ، قسمتی از ـ عملیات خودکار زمانی راتشکیل میدهد . نیازهای موتورخانه های خودکار UMS نیز درصورتی برآورده میشود که سیستم به سیلوهای روزانه مکفی ، همراه باکنترل های خود کار و حفاظت های مربوطه ، مجهز شده باشد .



شکل (۱۹ ـ ۴) سیستم جابجائی خاکستر

فصل ۵

سیستم‌های تغذیه (دیگ بخار)

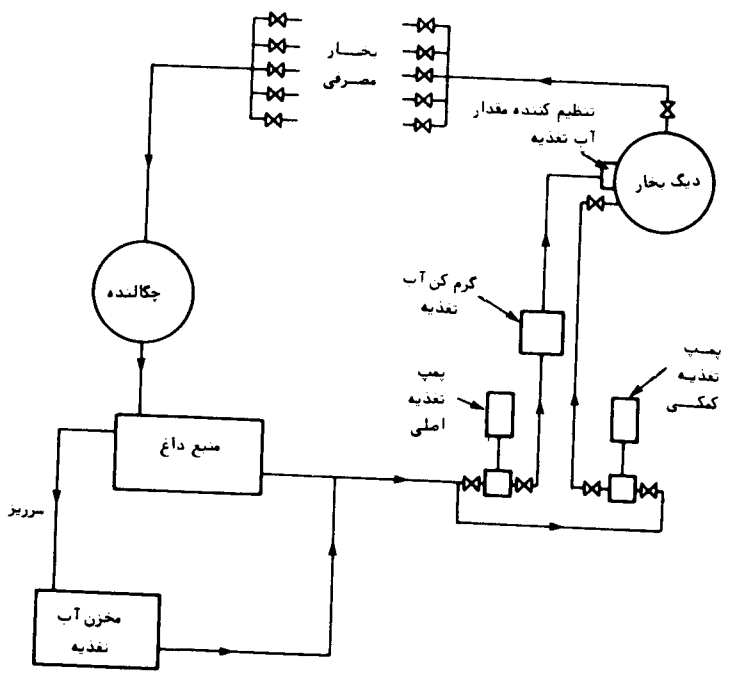
سیستم تغذیه ، کامل کنندهٔ سیکل دیگ بخار و توربین است واین امکان را بوجود میآورد که بخار خروجی ، مجددا" بعنوان آب تغذیه به دیگ بخار بازگردد . سیستم تغذیه از چهار قسمت اساسی تشکیل شده است که عبارتنداز : دیگ بخار ، توربین ، چگالنده و پمپ تغذیه . بخارتولید شده توسط دیگ بخار ، به توربین عرضه میگردد و نهایتا" بصورت بخار با انرژی کم وارد چگالنده (مبدل مایع به بخار) میگردد . چگا ـ لنده ، بخار را تبدیل به آب (مایع) نموده که این آب توسط پمپ تغذیه به داخل دیگ بخار پمپاژ میشود .

دستگاههای دیگری نیز درسیستم عملی تغذیه دیگ بخار وجوددارند مانند مخزن تخلیه (در روها) ، که کار آن جمع نمودن آبهای بدست آمده از چگالنده است ووظیفه دیگر آن بوجود آورنده یک فشار مکش جهت پمپ تغذیه میباشد . درصورت از دست رفتن مقداری آب از سیستم تغذیه ، براثر گرما ، چکه کردن و غیره . . . . . یک مخزن آب اضافی تامین کننده آب اضافی مورد نیاز سیستم تغذیه میباشد . همچنین در صورتی که آب مخزن تخلیه مورد احتیاج نباشد ، آن را درمخزن آب اضافی انبار میکنند . دریک سیستم دیگ بخار فرعی (کمکی) مانند یک کشتی موتوری ، مخزن تخلیه یامنبع داغ به

آتمسفر راه دارد . چنین سیستم تغذیه ای بنام " تغذیه باز " معروف است . در دیگهای بخارلوله آبی فشار بالا ، هیچ قسمتی از سیستم تغذیه به آتمسفر راه نداشته ودر نتیجه چنین سیستمی بنام " تغذیه بسته " موسوم است .

سیستم تغذیه باز

یک سیستم تغذیه باز برای یک دیگ بخار فرعی (کمکی) درشکل (۱ ــ ۵) نشان داده شده است .



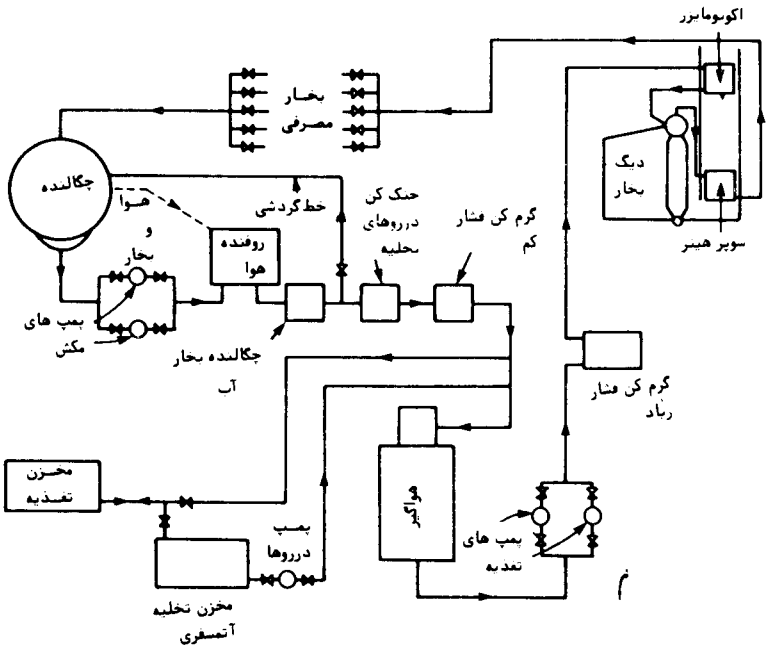
شکل (۱ ــ ۵) سیستم تغذیه مدار باز

بخار خروجی از قسمتهای مختلف ، درچگالنده تقطیر میشود . آب دریادرچگالنده گردش کرده و معمولا" درفشار آتمسفر یا درخلاء کم عمل میکند . آبهای بدست آمده از بخار ، سپس تحت نیروی ثقل ، به منبع داغ و مخزن صافی (حکم فیلتر رادارد)ورودی تخلیه میگردد . هنگامیکه چگالنده تحت مقدار کمی خلاء قراردارد از یک پمپ مکشی جهت انتقال آب بهمنبع داغ استفاده میگردد . همچنین منبع داغ ، آب آلوده تولید شده از بخار سیستمهائی چون گرم کننده سوخت ، گرم کننده مخازن سوخت و غیره . . . را دریافت مینماید . این آبهای آلوده ممکن است ازطریق سردکنندهٔ آب خروجی ، از مخزن بازدیدوارد شوند (مخزن بازدید دارای دریچهای شیشهای است و محتوی داخل آن از بیرون بخوبی نمایان میباشد و کلیه بخارهای تبدیل شده به آب از مخازن و سایر گرم کننده ها ، ابتداوارد این مخزن شده و سپس وارد منبع داغ میشوند) . درصورت نصب مخزن بازدید ، این امکان داده میشود تابرگشتی بخارهای گرم کننده مورد بررسی قرارگرفته و درصورت مشاهده آلودگی (روغن همراه آب) آنرابه خن موتورخانه هدایت نمود . صافی (فیلتر) تغذیه و منبع داغ طوری قراردارندکه تیغه های جداکنندهای بین آنها قرارگرفته و بدینوسیله درصورت اختلاط ، جداسازی اولیه سوخت و آب ورودی و خروجی راامکان پذیر سازد . آب تغذیه سپس از داخل یک صافی ذغال سنگی یاصافی پارچهای مخصوص عبورکرده تاعمل تمیز شوندگی آن تکمیل شود . درصورت لبریز شدن آب از منبع داغ ، این آب وارد مخزن آب تغذیه شده تادرموقع نیاز از آن استفاده گردد. منبع داغ ، آب ورودی پمپهای تغذیه اصلی و فرعی راتامین میکند . یک گرم کننده آب تغذیه ، درمسیر خط تغذیه اصلی قراردارد . چنین گرم کنندهای ممکن است یاازنوع گرم کننده های سطحی باشدکه دراینصورت فقط گرما ساز است و یا از نوع تماس مستقیم است که علاوه برگرم کردن آب ، عمل هواگیری رانیز انجام میدهد . خارج نمودن اکسیژن از آب تغذیه راهواگیری میگویند . وجوداکسیژن درآب ، منجر به زنگ زدگی فلزات دردیگ بخار میگردد . رگلاتور (تنظیم کننده) آب ورودی ، مقدار آب تغذیه به دیگ بخار را کنترل نموده و سطح آب دیگ بخاردرحد صحیح حفظ مینماید .

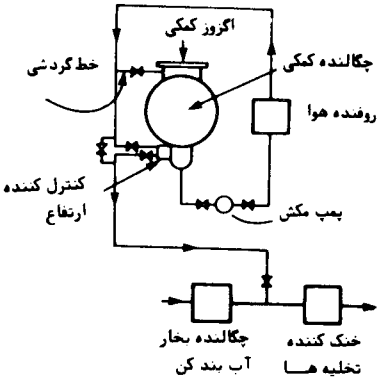
سیستمی که قبلا" شرح داده شد تنها یکی از انواع سیستمهای تغذیه باز میباشد ونوع بکاررفته درهر شرایط بستگی به نیازهای کشتی و دستگاههای آن دارد .

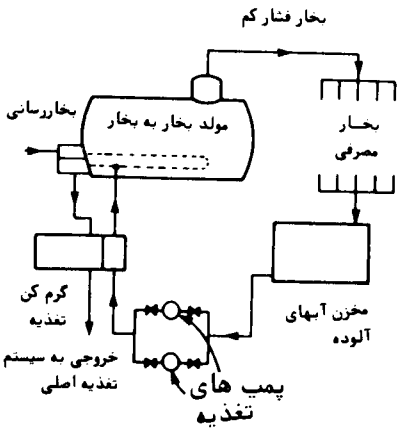
سیستم تغذیه بسته

یک سیستم تغذیه بسته برای یک دیگ بخار لوله آبی فشار بالا که تامین کننده بخـار برای توربین اصلی رانش یک کشتی است ، درشکل (۲ ــ ۵) نشان داده شده است .



شکل (۲ ــ ۵) سیستم تغذیه مدار بسته





شکل ۴-۵ سیستم تغذیه مولد بخار به بخار شکل ۳-۵ سیستم تغذیه کمکی

بخارات حاصل از توربین بخاری به چگالنده‌ای که درخلاء (مکش) زیادی قراردارد، هدایت میشود . یک چگالنده ازنوع احیائی Regenerative دراینجا مورد استفاده قرارگرفته است . بااستفاده از چنین سیستمی ، بخار ، باحداقل کاهش دما ، (حداکثر دما) تبدیل به آب میشود . بخار پس از تقطیر ، توسط یک پمپ مکشی از چگالنده خارج ـ شده و از میان یک افشانک هوا عبور داده میشود .

هنگام عبور آب از داخل افشانک هوا ، بەگرمای آب افزوده میشود . افشانک بوسیله بخار به کار میافتد و هوارا از چگالنده جدامینماید . دراین موقع آب تولید شده از بخاردر داخل یک چگالندهٔ بخار مخصوص (بخارگیر) گردش کرده و درانجام این کار گرمای‌بیشتری جذب میکند . درچنین مبدل گرمائی ، بخارموجود تبدیل به آب شده و وارد مخزن تخلیه آتمسفر میشود . سپس این آب از داخل یکگرم کنندهٔ فشار پائین عبورداده میشود که گرمای آن از بخارات توربین تامین میشود . کلیه مبدلهای گرمائی فوق بوسیله بازیابی حرارتهای اتلافی ، موجب بالارفتن بازدهی دستگاه میگردند . افزایش دمای آب ورودی ، به عمل هواگیری نیز کمک مینماید .

دستگاه هواگیر ، یک گرم کنندهٔ آب تغذیه از نوع تماس مستقیم است که آب تغذیه و بخار گرم کننده عملا " درآن مخلوط میشوند . علاوه برگرم شدن آب ، هرنوع گاز حل شده‌ای ، مخصوصا " اکسیژن ، ازآب تغذیه آزاد میشود . قسمت پائین هواگیر یک مخزن ذخیره است که آبرسانی به پمپهای اصلی تغذیه رابرعهده داشته و یکی از این پمپها آب ـ مورد نیاز دیگ بخار راتامین مینماید .

آب تغذیه وارد یک گرم کنندهٔ فشار زیاد شده و سپس وارد اکونومایزر و مخزن آبی دیگ بخارمیگردد . درسیستم ، یک مخزن تخلیه آتمسفری و یک مخزن آب تغذیه وبمنظور ذخیره سازی آب تغذیه اضافی واستفاده ازآن درموقع نیازوجوددارند . مخزن تخلیه ، بخارهای تخلیه شده از مکانهای مختلف مانند بخارآب بندکن (برای جلوگیری از نشت بخار) و بخارافشانک هوا و غیره رادرخودجمع میکند . یک خط سیرکولاسیون مجدد ، در سیستم آب تغذیه برای مواقع مانوروزمانیکه احتیاج به بخار نسبتا " کمی برای کار توربین است نصب گردیده است تااطمینان حاصل شود که جریان آب تغذیه کافی درداخل

افشانک هوا و چگالنده بخار آب بندکن وجوددارد .

سیستمی که توضیح داده شد ، صرفا " یک نمونه متداول است و بدون شک طرحهای مختلفی بـــــرای نیازهای گوناگون وجوددارد .

سیستم تغذیه فرعی (کمکی)

نظم وترتیب بکاررفته در بازیابی بخار از دستگاههای فرعی و دستگاههای خدماتـــی کشتی ، ممکن است تشکیل یک سیستم جداگانه تغذیه باز یابسته راداده ویاقسمتی ازسیستم تغذیه اصلی باشد .

مثلا " دردستگاههای فرعی عرشه که محرک آنها بخار است یک چگالنده فرعی جداگانه درحدود فشار آتمسفر عمل کرده و بخار ورودی راتبدیل به آب میکند (شکل ۳ ــ ۵).یک پمپ مکشی ، بخارتقطیر شده رابه یک افشانک هوارسانده و آب تغذیه از آنجابه سیستـــم اصلی و درنقطه‌ای بین چگالندهٔ بخار آب بندکن وسردکنندهٔ تخلیه ها بازمیگردد . یک خط سیرکولاسیون مجدد ، برای زمانیکه احتیاج به بخارکمی است درنظر گرفته شده است و یک کنترل کننده ارتفاع نیز بمنظور حفظ سطح آب چگالنده تعبیه گردیده است .

درجائیکه آلودگی آب تغذیه مسئله ساز باشد ، یک سیستم تغذیه جداگانه برای مولد بخار به بخار میتواند مورد استفاده قرارگیرد ، شکل (۴ ــ ۵) . بخار بافشارکم ، از ــ مولدبه دستگاههای مختلفی مانند گرم کننده سوخت ، تغذیه شده و بازگشتی های بخـار (تبدیل شده به آب) به منبع داغ برمیگردند . پمپهای تغذیه ، آب مورد نیاز را بـــه گرم کنندهٔ آب رسانده که بعنوان سردکننده تخلیه ها برای گرم کردن بخار دادهٔ شده به مولد بخار نیز عمل مینمایند . آب تغذیه پس از عبور از گرم کننده ، وارد مولد بخار به بخارمیشود .

واحدهای اختصاصی سیستم تغذیه نیز توسط تعدادی از سازندگان عرضه شده است.در چنین نظم وترتیبی ، قطعات مختلف دستگاه روی یک پایهٔ مشترک یا " صفحه پایه" سوار میشوند . پایه مشترک میتواند حاوی سیستم کامل ویاتنها تعدادی از قطعات باشد .

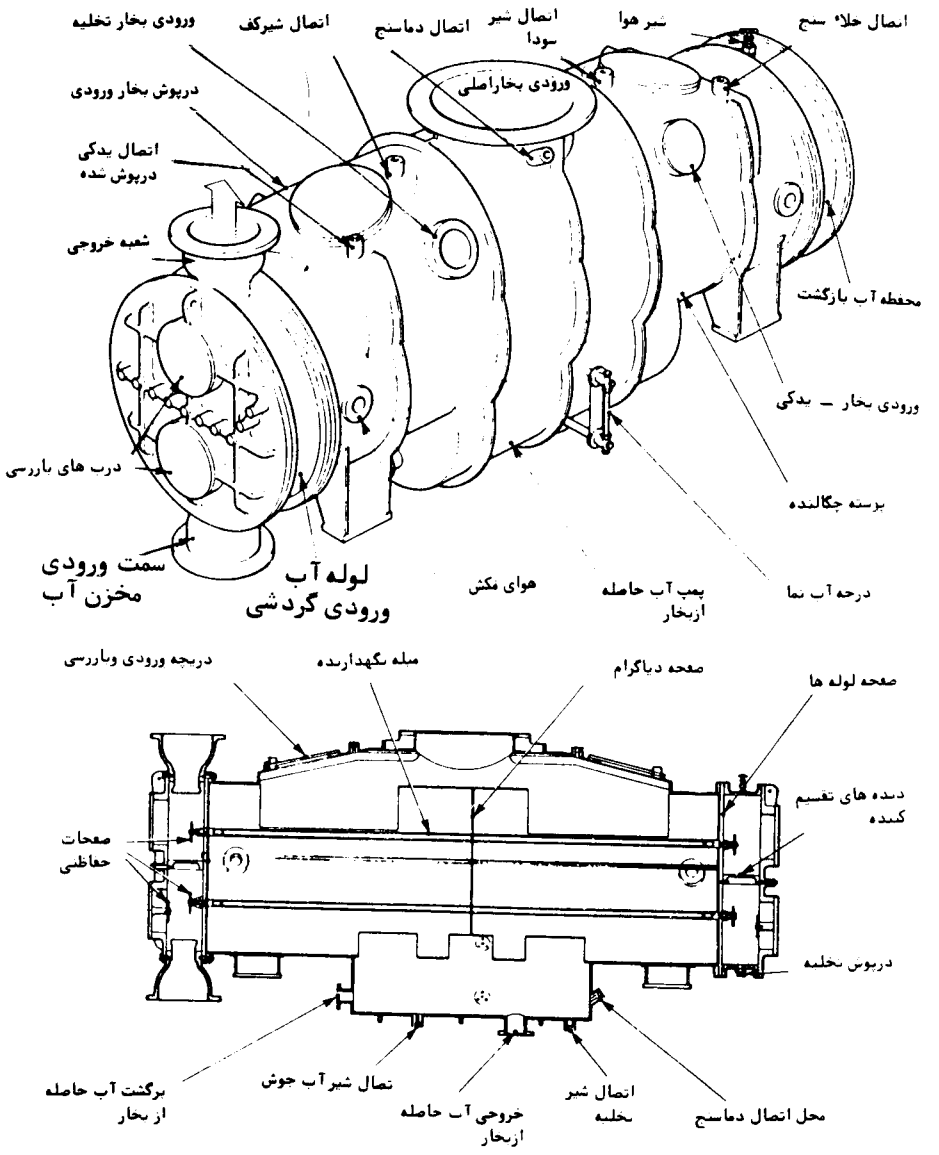
" قطعات سیستم "

چگالنده

چگالنده یک مبدل گرمائی است که گرمای نهان بخارهای خروجی توربین راگرفته تا نتیجتا " با تبدیل آن به مایع بتواند آن رادوباره به دیگ بخار پمپاژ نماید .این تبدیل بخار به آب باید باحداقل اتلافات حرارتی همراه باشد . بعبارت دیگر، دمای آب بدست آمده باید حداقل اختلاف رانسبت به دمای بخار اولیه داشته باشد . همچنین یک چگالنده طوری طراحی میگردد تابتواند گازها و بخارات (غیراز بخار آب) رااز بخار آب خارج نماید .

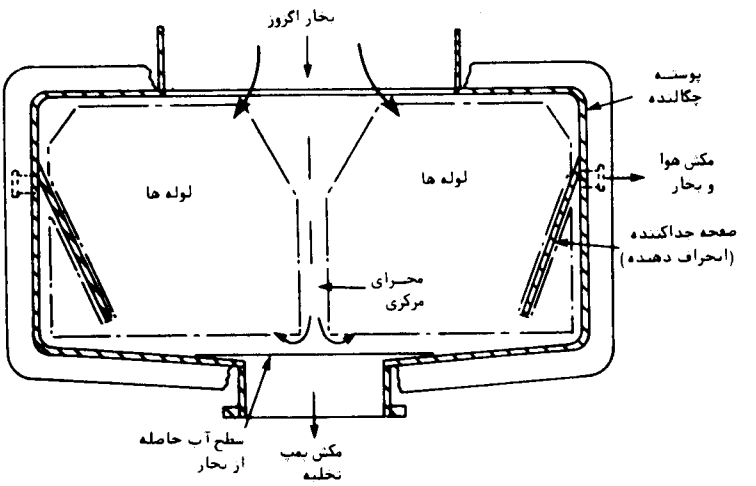
یک چگالنده فرعی (کمکی) درشکل (۵ ـ ۵) نشان داده شده است . پوسته که دارای مقطع دایره شکلی است ، دارای دو درپوش انتهائی است که جهت جریان دوگانه آب دریا ترتیب یافته است . جعبه های آب (قسمت تجمع آب) مجهز به صفحات مخصوصی است که بمرورزمان و دراثر تماس باآب خود ، اکسیده شده ولی ازسرایت زنگ زدگی به فلز چگالنده جلوگیری بعمل میآورد . بخار از قسمت وازمرکز بالاواردشده ، سپس به دوشاخه تقسیم میگردد وازدریچه های پوسته که درزیر کلاهک قراردارند عبورمینماید . آب دریا ازداخل مجموعه لوله هائی عبورمینماید که سطوح خنک کننده‌ای رابرای‌تقطیر بخار بوجود میآورد . صفحه دیافراگم مرکزی ، نگهدارنده لوله هامیباشد و تعدادی میله های نگهدارنده نیز به نوبه خود ،حکم پایه برای دیافراگم رادارند . بخارتقطیر شده دریک کارتر که درزیرمجموعه لوله ها (سری لوله ها) قراردارد ، جمع میشود . در پوسته چگالنده یک لوله بمنظور مکش و خارج نمودن گازها و بخارات متصاعده از بخار تقطیر شده نصب گردیده است .

چگالنده های اصلی تعبیه شده درماشین آلات با رانش توربین بخاری ، از نوع "تولید مجدد Regenerative" میباشند . درچنین نظم وترتیبی مقداری از بخار بدون عبوراز لوله‌ها و بحالت بخار وارد کارتر میشود . درنتیجه دمای آب حاصله از بخار در



شکل ۵-۵ چگالنده کمکی

حد دمای بخار بالارفته و بدینوسیله بازدهی چگالنده ازدیاد می یابد . یک نمونه ازطرح چگالنده " تولید مجدد " درشکل (۶ ــ ۵) نشان داده شده است . یک مجرای مرکزی باعث راه‌یافتن مقداری بخار به کارتر شده واین بخار درآنجا بحالت مایع درمی آید .در این واکنش مقداری گرما به بخارات تقطیر شدهٔ موجود انتقال می یابد . یک صفحهٔ تغییر دهندهٔ مسیردرچگالنده تعبیه شده تاگازها و بخارات رابه سوی افشانک هوا هدایت کند،در دو انتهای چگالنده ،صفحات لوله ها و درفاصله بین آنها لوله ها نصب میباشند . بین دو صفحه مدکور نیز صفحات دیگری بمنظور نگهداری و استقرار لوله ها درنظر گرفته شده است . آب دریا در دو مسیر جداگانه در لوله ها گردش میکند .



شکل (۶ــ۵) چگالنده تولید مجدد

پمپ مکشی

پمپ مکشی برای کشیدن آب از چگالنده که تحت فشارکم (خلاء) قراردارد بکار میرود . همچنین پمپ مذکور فشار مورد نیاز برای آبرسانی به هواگیر یا ورودی پمپ تغذیه رانیز تامین میکند .

همانطوریکه درفصل ششم توضیح داده شد ، پمپهای مکشی معمولا " ازنوع سانتریفیوژ دومرحله‌ای وبامحورعمودی هستند . چنین پمپهائی احتیاج به حداقل ارتفاع آب برای عمل مکش داشته و معمولا " باید دارای یک سیستم کنترل عمق (ارتفاع) آب درچگالنده باشند اولین ردیف پره ها ، آب راتقریبا " دردمای جوش و درشرایط خلاء زیاد حاکم در لوله مکش دریافت میکند ، سپس آب مذکور درفشاری که اندکی مثبت است به پره های مرحله دوم میرسد که این پره ها فشار مورد نیاز سیستم رادرقسمت خروجی تامین میکنند .

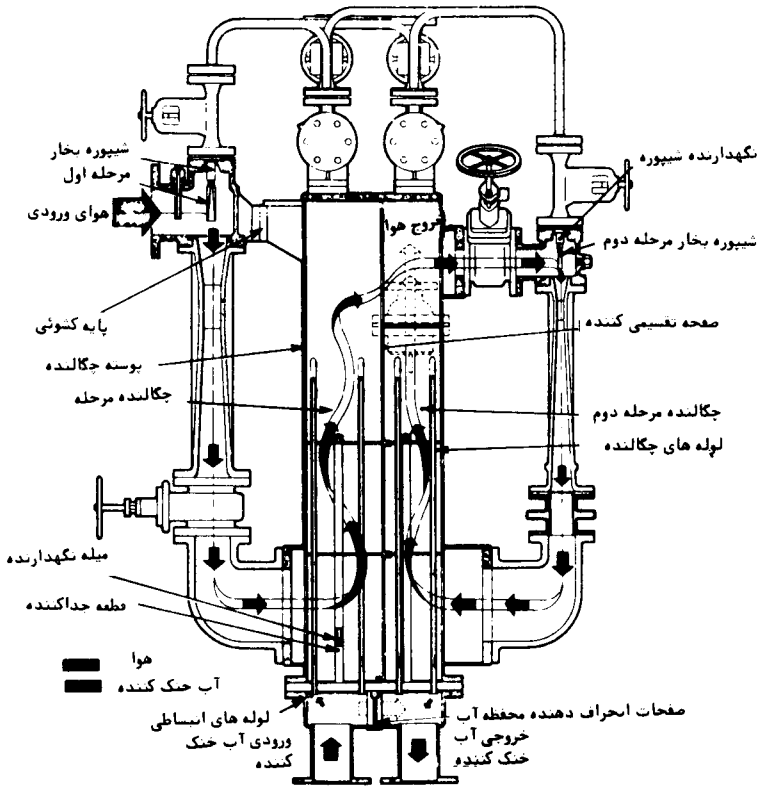
درصورتیکه بخواهیم سطح چاهک (کارتر) چگالنده متغیر بوده و یاتقریبا " خشک باشد باید از پمپ مکشی خودتنظیم استفاده نمود . زمانیکه ارتفاع مکش به مقدار بسیار کمی نزول نماید ، این تنظیم درقالب کاویتاسیون ، واردعمل میشود . کاویتاسیون عبارتست‌از تشکیل و ازبین رفتن حباب های بخار ، که منجر به سقوط نسبت دهش پمپ به صفر میگردد . همزمان باافزایش ارتفاع مکش ، کاویتاسیون بتدریج نقصان و سپس از بین رفته و پمپ مجددا " شروع به تخلیه خواهد نمود . کاویتاسیون معمولا " باصدمات به پمپ همراه است (به فصل یازده ، دررابطه باپروانه ها رجوع کنید) . ولی درشرایطی که فشار کمی در پمپ حاکم است ، صدمه‌ای بوجود نمی آورد . همچنین پروانه پمپ راطوری میتوان طراحی کردتا حبابها درفاصله دوری‌از پروانه تشکیل شوند که به چنین وضعیتی فوق کاویتاسیون Super Cavitation اطلاق میگردد .

افشانک هوا

افشانک هوا ، بخارات و هوای آزادشده ازبخارتقطیر شده درچگالنده رابه بیرون میراند چنانچه هوا از سیستم بیرون رانده نشود باعث بوجودآمدن مسائل ناشی از زنگ

زدگی دردیگ بخار میشود ، همچنین وجودهوا درچگالنده ، اثرسوئی در پسروسه تقطیر گذاشته و باعث بوجود آمدن یک پس فشار درچگالنده میشود . پس فشار موجب افزایش فشار بخار خروجی گردیده وبازده حرارتی دستگاه رانیز تقلیل میدهد .

یک افشانک هوای دوبله دومرحله‌ای درشکل (۷ ــ ۵) نشان داده شده است .



شکل ۷ــ۵ روفنده هوا

درمرحله اول یکافشانک که توسط بخار کارمیکند ، بمثابه یک پمپ عمل نموده و هوا و بخار (غیراز بخارآب) رااز چگالنده میکشد . سپس مخلوط وارد یک واحد چگالنده ـ میشود که د رآن آب تغذیه درگردش است . آب تغذیه گرم شده و اکثرگازها و بخـــار تبدیل به آب میشوند . بخارات و گازهای تبدیل شدهٔ به آب از طریق یک دررو (تخلیه) به چگالنده اصلی برمیگردند و مابقی هوا وگازها به مرحله دوم راه یافته که درآنجا عمل دوباره تکرار میشود . هرگونه هوا و گازهای باقیمانده ، ازطریق یک شیر حفظ خلاء بـه آتمسفر آزاد میگردد . آب تغذیه درداخل لوله هائی به شکل "U" درهرکدام از ـ مراحل دوگانه گردش میکند . یک جفت افشانک درهرمرحله نصب شده است ، اگرچـــه فقط یک افشانک درهرمرحله برای انجام کار رضایت بخش مورد نیاز میباشد .

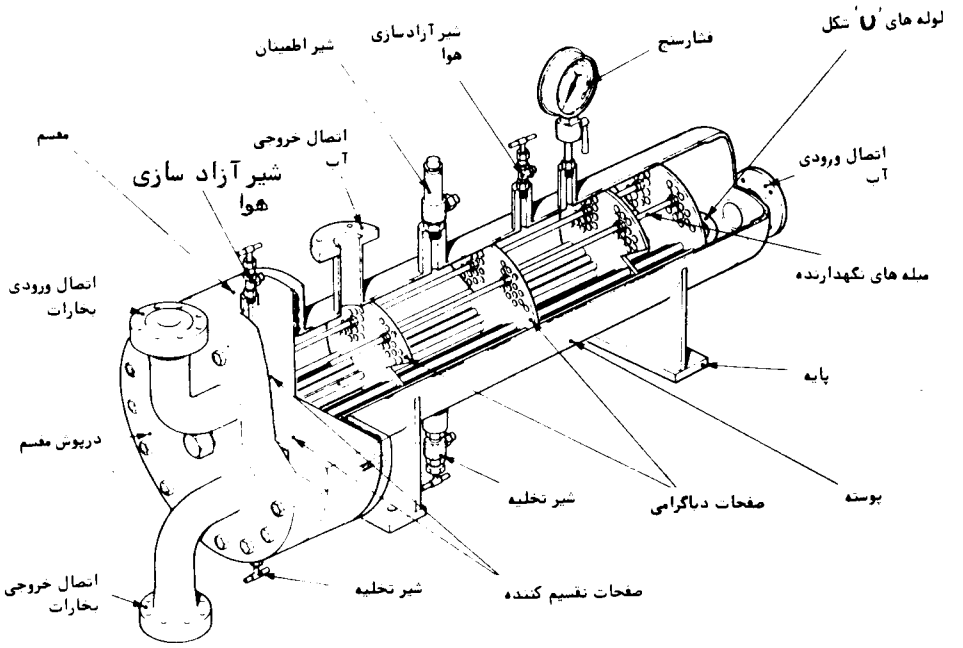
مبدلهای گرمائی

چگالنده بخار ، سردکننده تخلیه (در روها) و گرم کنندهٔ فشارکم آب تغذیه ،همگـی مبـدلهای گرمائی از نوع بشکه‌ای (پوسته‌بشکل بشکه بوده و لوله ها درداخل آن قـــرار دارند) هستند . هرکدام از دستگاهها بطریقی مخصوص بخود ، گرمای استفاده نشده را بازیافته و صرف گرم کردن آب تغذیه گردشی واحد ، مینماید .

چگالنده بخارازنوع آب بندکن ، هوا و بخارات مختلف (بخارآب و سایر بخارات) رااز سیستم بخار بندکن توربین جمع آوری میکند ، این بخارات خطوط بازگشتی توسـط آب تغذیه گردشی سردشده و تبدیل به آب میشوند . بخا رتقطیر شده از طریق یک آب ـ بند یا یکی از انواع تلهٔ بخارگیر به سیستم بازگشت و هرگونه هوای موجوددرسیستم به آتمسفرآزاد میشود . آب تغذیه از داخل لوله های "U" شکل وازداخل پوسته جریان ـ پیدا میکند .

خنک کننده (گازهای) تخلیه ، گازهای خروجی دستگاههای کمکی مختلف رادریافت کرده و آنها راتبدیل به آب میکند . سپس بخار تقطیر شده به سیستم تغذیه بازگردانیده میشود . آب تغذیه گردشی از داخل لوله های مستقیمی که در "صفحات لوله " نظـــم

یافته اند و از داخل خنک کن گازهای خروجی عبور میکند . صفحات انحراف دهندهٔ مسیر بعنوان نگهدارنده لوله ها ، همچنین جهت هدایت جریان گازهای خروجی (تخلیه اگزوز) از روی سطوح بیرونی لوله ها ، بکارمیروند ، شکل (۸ – ۵) .



شکل (۸–۵) خنک کننده بخارات مصرف شده

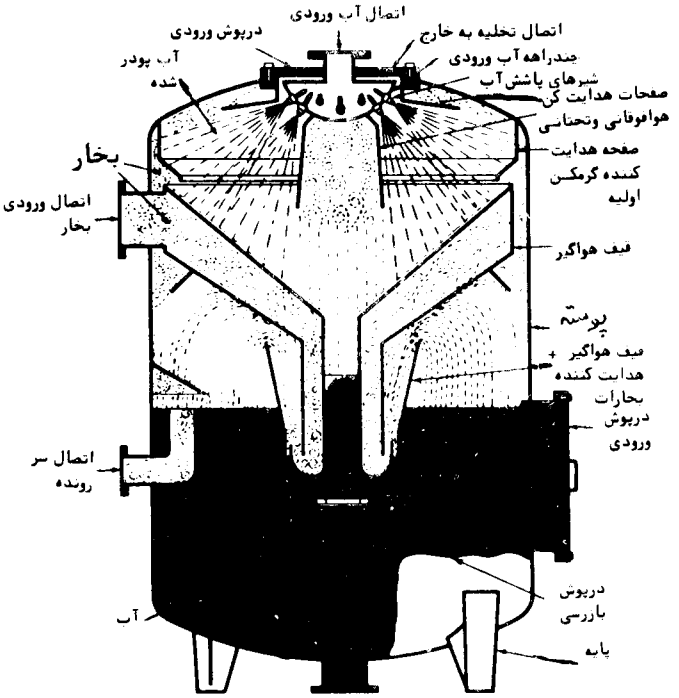
معمولا " گرم کنندهٔ آب تغذیهٔ فشار کم ، از بخارهای نشت کنندهٔ از پوسته توربین — فشار کم تغذیه میگردد . آب تغذیه گردشی بمنظور تسهیل درعمل هواگیری ، گرم میشود، بخارگیری از توربین علاوه بر بهبود یازدهی گرمائی دستگاه ، موجب تقلیل یافتن تودهٔ بخار جریان یافته و درنتیجه تقلیل ارتفاع پره های توربین درردیف های انتهائی‌میشود. برای سیستم آب تغذیه چه بصورت تک جریانی و یاچندجریانی میتوان از لوله های — مستقیم ویا "U" شکل استفاده نمود .

هواگیر

هواگیر ، عمل تخلیه هوا و بخارات (غیراز بخار آب) راکه درچگالنده شروع شده است تکمیل میکند . هواگیر بعنوان گرم کننده آب تغذیه نیز عمل مینماید ، ولی دراین حالت ، بصورت تماس مستقیم کارخواهد نمود . آب‌تغذیه تقریبا " تانقطه جوش گـــرم شده که دراینحالت کلیه گازهای حل شده درخودرا آزاد ساخته و این گازها متعاقبا " — میتوانند به آتمسفر تهویه گردند .

یک نوع هواگیر درشکل (۹ ــ ۵) نشان داده شده است .آب تغذیه ورودی ازمیان تعدادی شیرهای ریزپاش یا شیپوره‌ای میگذرد . درنتیجه ، این شیرها (شیپوره هـــا) سطح گسترده‌ای راجهت تماس بابخارگرم کننده بوجود میآورند . سپس بیشترین مقـــدار آب تغذیهٔروی سطح بالائی مخروط هواگیر میریزد که درآنجا توسط بخار ورودی به مقدار بیشتری گرم میشود ، سپس آب تغذیه وارد مجرای مرکزی شده‌واز داخل یک دریچهٔ — باریک بیرون می آید که این دریچه بمثابه یک روفنده عمل نموده و بخاررابهمراه آب — تغذیه به درون مکش میکند . آب تغذیه و بخار تقطیر شده دریک مخزن ذخیره ، جمـــع میشوند که این مخزن پایهٔ هواگیررانیز تشکیل میدهد . باورود بخار گرم کننده به هواگیر و گردش درآن ، موجب گرم شدن آب تغذیه شده و سپس بخار به نوبه خود تقطیرگشته و باآب تغذیه ترکیب میشود . گازهای آزادشده ازطریق یکاتصال خروجی به یک شـــیر چگالنده یا زائل کننده بخارهدایت میشوند .

هرگونه بخار آب موجود ، تقطیر گشته و به مخزن بازگردانده میشود .آب تغذیه ، قبل از ورود به هواگیر درشیرچگالنده گردش میکند . حرارت آب تغذیه هواگیری شده ، بسیار نزدیک به حرارت بخار درفشار یکسان است و درصورتی که فشار آن کم شود تبدیل به‌بخار خواهدشد . این عمل میتواندبه‌ولیدگازکه در حقیقت تشکیل بخار درمکش پمپ تغذیه‌است منجر گردد . برای جلوگیری ازاین مشکل ، هواگیر دریک نقطه بسیارمرتفع درموتورخانه قرارمیگیردتافشارمکش مثبتی رابرای پمپ تغذیه بوجود بیاورد . راه حل دیگر برای رفع‌این مشکل ، نصب یک پمپ مکشی یاکمکی درقسمت خروجی هواگیر است .

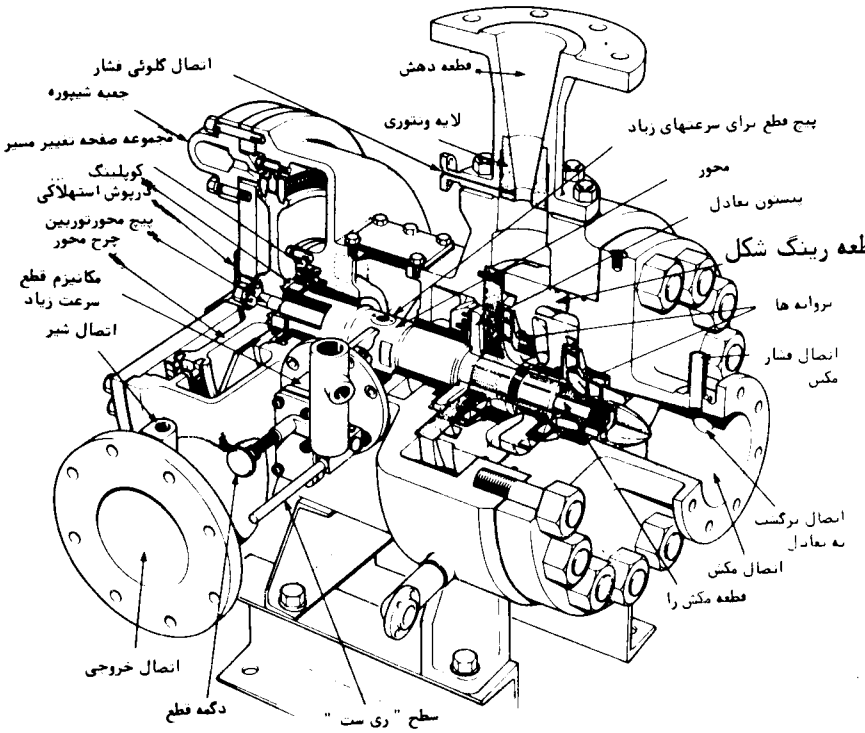


شکل (۹-۵) هواگیر

پمپ تغذیه

پمپ تغذیه ، فشار آب رابه اندازه‌ای بالا میبرد تا آب بتواند وارد دیگ بخارشود . برای دیگهای بخار فرعی (کمکی) که‌احتیاج به پمپاژ مقدار کمی آب دارند ، میتوان ازیک پمپ رفت و برگشتی بخار یا جابجائی مثبت استفاده نمود . این نوع پمپ درفصل ششم تشریح شده است . نوع دیگری از پمپ تغذیه که اغلب در تاسیسات دیگ های بخار مجتمع مورد استفاده قرارمیگیرد بنام " الکتروفیدر " (تغذیه برقی) معروف است . الکترو ـ فیدر ، یک پمپ سانتریفیوژ چند مرحله‌ای است که توسط یک موتوربرقی سرعت ثابت میچرخد تعداد مراحل پمپ ، باتوجه به مقدار آب تغذیه و فشار دهش ، تعیین میشود .

پمپهای تغذیه‌ای که توسط توربین بخار میچرخند معمولا " همراه دیگهای بخار لوله آبی فشار زیاد نصب میشوند . یک نمونه پمپ تغذیه توربینی درشکل (۱۰ ـ ۵) نشان داده شده است . پمپ سانتریفیوژ افقی دومرحله‌ای توسط یک توربین ضربه‌ای ، دوران نموده و تمام مجموعهٔ آن دریک پوسته مشترک قرارگرفته است . بخار توربین مستقیما " از ـ دیگ بخارتامین میشود و خروجی آن به یک خط پس فشار انتقال یافته و میتواند بعنوان گرم کننده آب تغذیه نیز بکاررود . لغزنده سازی و به اصطلاح روغنکاری یاتاقانهای پمپ ، توسط آبی که از طریق یک انشعاب که از مرحله اول پره ها گرفته شده و سپس از فیلتر رد میشود انجام میپذیرد . فشارخروجی تغذیه (دهش) بوسیله یک ناظم ثابت نگهداشته میشود و همچنین درصورت افزایش بیش از حدسرعت موتور ، یک حفاظت قطع برای آن درنظرگرفته شده است .



شکل ۱۰-۵ پمپ آب تغذیه توربو

گرم کننده (آب) فشار زیاد

گرم کننده تغذیه فشار زیاد ، یک مبدل گرمائی بشکه‌ای (پوسته و لوله) است که آب تغذیه راقبل از ورود به دیگ بخار گرم میکند . امکان گرمایش بیشتر آب تغذیه بدون تبدیل آن به بخار وجوددارد زیرادراینحالت فشار داخل مبدل توسط پمپ تغذیه افزایش یافته است.

آب تغذیه ورودی از داخل لوله های U شکل و بخارگرم کننده از اطراف لوله ها عبور مینمایند . صفحات دیافراگمی (انحراف مسیر) بعنوان نگهدارنده لوله ها عمل نموده و بخاررابه داخل گرم کننده هدایت میکنند . وجود تله بخار تضمین کننده تقطیر کلیه بخارموجود ، قبل از ترک گرم کننده است . بخار گرفته شده از توربین برای گرم کردن مورد استفاده قرارمیگیرد .

کار و تعمیر ونگهداری

درزمان کار ، سیستم تغذیه باید تعادل بین آب (ورودی) و بخار (خروجی) و ارتفاع معمول آب رادردیگ بخار حفظ نماید . سیستم کنترلی که دراین رابطه بکار میرود در فصل پانزدهم توضیح داده شده است .

جعبه های آب چگالنده ، درمقابل خوردگی آب دریا ، توسط فولاد نَرم زنگ زن ، حفاظت میشوند و این صفحات باید بطور ادواری تعویض شوند . همزمان بانکته فوق صفحات لوله ها نیز باید مورد بررسی قرارگرفته و اطمینان حاصل شود که درنتیجه سرعت زیاد آب گردشی ، خوردگی مکانیکی درآنها پیش نیامده باشد . وجود لوله های نشت دار باعث آلودگی آب تغذیه خواهد شد و چنانچه دراین مورد تردیدی وجودداشته باشد چگالنده بایستی آزمایش شود . روش آزمایش مذکور درفصل هفتم توضیح داده شده است .

نظم و ترتیب بکاررفته درآب بندی پمپ مکشی باید بطور ادواری مورد آزمایش قرارگرفته تاازعدم ورود هوا به سیستم اطمینان حاصل گردد .

دراکثر انواع آب بندهای پمپ ، معمولا" مقدار کمی چکه آب جایز شمرده شده است . زیرااین چکه در لغزنده سازی (به اصطلاح روغنکاری) محور و آب بندکن پمپ موثرمیباشد.

اگر شیپورهٔ روفندهٔ سائیده شده و یارسوب گرفته باشد ، روفنده بصورت رضایت‌بخش عمل نخواهد کرد . شیپوره های مذکور باید متناوبا" بررسی ، تمیز و یاتعویض گـــــردند. شیر حفظ خلاء (نگهدارنده خلاء) و پوسته روفنده نیز باید برای غیر قابل نفوذ بودن درمقابل هوا بازدید شوند .

انواع مختلف مبدلهای گرمائی باید مرتبا" در ارتباط باچکه کردن لوله ها و تمـــیز بودن سطوح تبادل حرارتی بازبینی شوند .

کار پمپ جابجائی مثبت رفت و برگشتی درفصل ششم توضیح داده شده است . جهت تسریع درتشکیل بخار ، پمپهای تغذیه توربینی درحالی روشن میشوند که شیر خروجی بسته باشد و به این ترتیب تعادل هیدرولیکی نیز برقرار شود . در روهای توربینی که پمپ را ـ میچرخاند ، درمرحله گرم شدن و قبل از رسیدن به سرعت کاری ، بایدباز باشند ولی پس از رسیدن بسرعت عادی ، این در روها بسته میشوند . دستگاه متوقف کننده توربین در ـ سرعت بیش از حد مجاز نیز برای کار صحیح باید مرتبا" مورد بازدید قرارگرفته و فاصلـه آزاد محوری نیز باید توسط یک درجه مخصوص اندازه گیری شود .

فصل ٦

پمپ ها و سیستم پمپاژ

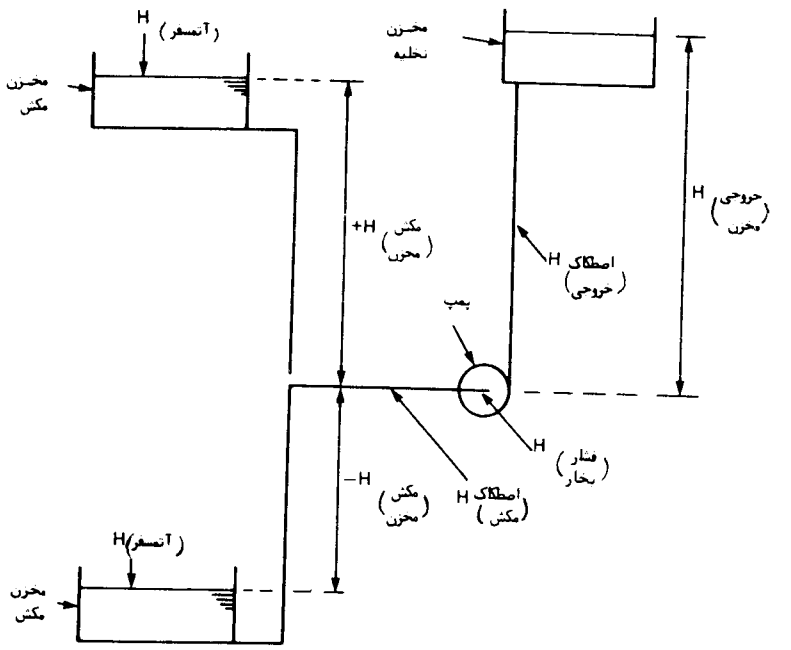
در هر برهه از زمان در موتورخانه کشتی انواع قابل ملاحظه‌ای از مایعات درحـــال حرکت هستند . طول لوله های نصب شده درکشتی (لوله کاری ها) به چندین کیلومتر میرسند . این شبکه ها اغلب مرتبط بوده و اکثر پمپها بصورت دوبله وجوددارند . یـک مهندس کشتی باید از ابتدا تا انتهای هرسیستم راشناسائی نموده ، محل استقرار وکاربرد هریک از شیرها رابداند . سیستمهای مختلفی بمنظور انجام کارهائی چون ، سرد کردن ، گرم کردن ، تمیز کردن و روغنکاری قطعات و اجزاء مختلف ماشین آلات نصب شده اند . میتوان چنین درنظر گرفت که هرسیستم از اجزائی چون پمپها ، لوله کشیها ، شیرهـا و اتصـالاتی تشکیل شده است که‌در ذیل و به نوبت مورد بررسی قرار خواهند گرفت .

پمپ هـــا

پمپ ، ماشینی است که برای انتقال مایعات از یک‌مکان به مکان دیگر و یا بارتفـاع بالاتر ، همچنین پمپ رامیتوان جهت بالابردن انرژی مایعات و بمنظور به جریان انداختن آن و یا بالابردن فشار ، بکارگرفت .

عمل پمپاژ بطرق مختلفی که بستگی به نوع پمپ بکاررفته دارد ، صورت میگیرد . نظم و ترتیب لوله کشی ، مایع مورد پمپاژ و هدف از آن ، بوجود آورنده نیازهـــــاو مشخصاتی است که میبایست توسط پمپ برآورده گردد .

سیستم پمپاژ دریک کشتی از لوله های مکش ، یک پمپ و لوله های خروجی (تـخلیه) تشکیل شده است ، شکل (۱ ــ ۶).



شکل (۱ ــ ۶) سیستم ساده پمپاژ

نظم سیستم بگونه‌ایست که باایجاد یک فشار یا ارتفاع مثبت دریک نقطه ، قادر به تخلیه مایع میگردد . پمپ ، انرژی مورد نیاز جهت ایجاد فشار مثبت و غلبه یافتن براتلافـات موجود درسیستم راتامین مینماید . اتلافات سیستم ناشی از اصطکاک داخلی لوله هـــا و اختلاف سطح بین نقاط مبداء و مقصد مایع است . جمع اتلافات سیستم (باتوجه به شکل ۱ ــ ۶) بطریق ذیل بدست می آید .

مجموع اتلافات سیستم

مکش مخزن H- خروجی مخزن H + اصطکاک خروجی H + اصطکاک مکش H=کل H

اصطکاک مکش H= تلفات ارتفاع (فشار) ناشی از اصطکاک ، درلوله های مکش

اصطکاک خروجی H= تلفات ارتفاع ناشی از اصطکاک ، درلوله های تخلیه (خروجی)

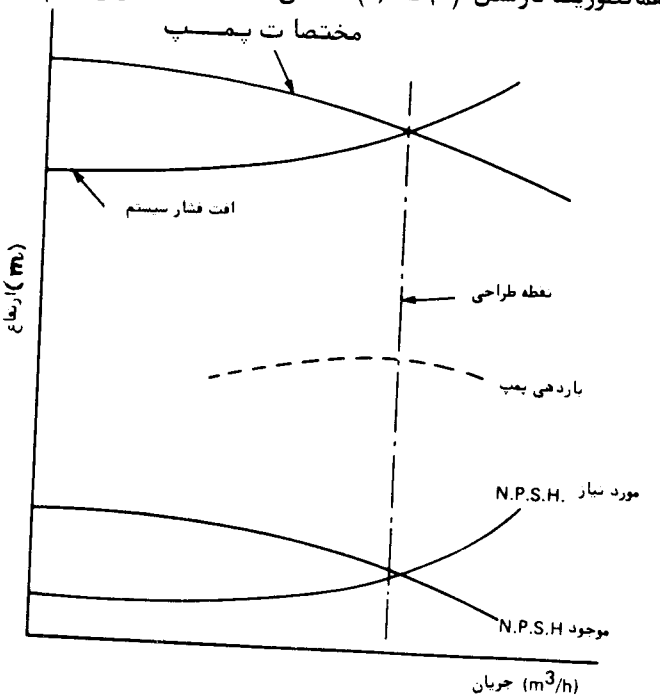
خروجی مخزن H= اختلاف ارتفاع بین سطوح مخزن تخلیه و پمپ

مکش مخزن H= ارتفاع مخزن مکش ، نسبت به پمپ

(علامت موقعی منفی است که سطح مایع داخل مخزن پائین تر از مکش پمپ باشد)

کلیه مقادیر برحسب متر هستند . نمودارمشخصات جریان ــ تلفات ارتفاع (فشار)

سیستم راهمانطوریکه درشکل (۲ ــ ۶) نشان داده شده میتوان رسم کرد :



شکل (۲ ــ ۶) مختصات کلی سیستم

نسبت جریان سیستم یا ظرفیت آن مشخص بوده و سازنده پمپ برای هردستگاه منحنی نمایش مشخصات جریان ـ ارتفاع راهمراه پمپ خواهد داد که میبایست با منحنی سیستم تطبیق داده شود . برای بدست آوردن بهترین شرایط کاری ، پمپ باید در ـ محدوده حداکثر بازدهی خود عمل کند . یک نمونه متداول مشخصات (مختصات) پمپ سانتریفیوژ درشکل (۲ ـ ۶) نشان داده شده است .

نکته مهمی که باید مورد توجه قرارگیرد ، بخصوص هنگامیکه مکش مایع پائین تر از پمپ واقع شود ، شرایط موجوددرسمت مکش سیستم میباشد . ارتفاع خالص مکش مثبت (NPSH) میبایست برای سیستم و پمپ محاسبه میگردد . ارتفاع خالص مکش مثبت عبارتست از اختلاف بین فشار مطلق ورودی پمپ و فشار بخار مایع ، که برحسب مترمایع بیان میشود . فشار بخار بستگی به درجه حرارت دارد و درنتیجه ارتفاع خالص مکش ـ مثبت بایستی برای درجه حرارت کاری مایع درزمان پمپاژ داده شود . ارتفاع خالص مکش مثبت موجوددرسیستم طبق فرمول زیر محاسبه میگردد :

NPSHموجود = H آتمسفر + H مخزن ـ H اصطکاک مکش ـ H فشار بخار

که به مجموعهٔ (H آتمسفر + H مخزن ـ H اصطکاک مکش) فشار مطلق ورودی پمپ میگویند .

H آتمسفر = فشار آتمسفر

H مکش مخزن = ارتفاع مخزن از پمپ (درصورتیکه ارتفاع مخزن پائین تراز پمپ باشد ، علامت منفی است) .

H اصطکاک مکش = تلفات اصطکاک ارتفاع درلوله های مکش .

H فشار بخار = فشار بخار مایع

مقادیر فوق معمولا " بصورت‌متر ارتفاع آب دریا اظهار میگردند . سازندگان پمپ ، مختصات مورد نیاز NPSH پمپ رادراختیار میگذارند که برحسب متر ارتفاع آب ـ دریا میباشد (شکل ۲ ـ ۶) . پمپ وسیستم بایستی برحسب NPSH هماهنگ باشند

زیراهمیشه لازمه سیستم بزرگتر از NPSH موجود است . ناکافی بودن مقـــدار NPSH موردنیاز ، موجب کاویتاسیون خواهدشد که عبارتست از تشکیل و از بیـــن رفتن حبابها درمایع ، که درعمل پمپ تاثیر سوء گذاشته و ممکن است خساراتی به پـمپ وارد آورد .

انواع پمپ

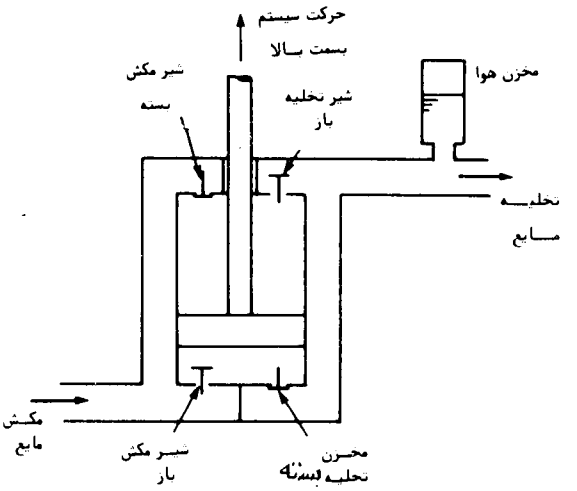
درمصارف دریائی از سه کلاس اصلی پمپ استفاده میشود : انتقال ، جریان محوری و سانتریفیوژ . جهت برآورده کردن مختصات (مشخصات) یک سیستم بخصوص، نظم و ترتیب های مختلفی برای پمپهای سانتریفیوژ و جابجائی امکان پذیر میباشد .

نوع انتقالی

عمل پمپاژ انتقالی توسط تقلیل یا افزایش درحجم یک فضای معین انجام میگیرد و باعث حرکت فیزیکی مایع (گاز) میشود . روش بکار رفته یاتوسط حرکت‌رفت و برگشـتی یک پیستون و سیلندر است ویا بوسیله یک واحد گردنده است که شامل پره ، دنده ویا مارپیچ هائی میباشد .

بمنظور ارائه اصول کاری یک پمپ جابجائی رفت و برگشتی ، نمودار خطی آن در ـ شکل (۳ ـ ۶) نشان داده شده است . پمپ دارای عمل دوگانه (دوطرفه)میباشد ، به عبارت دیگر ، مایع میتواند از هریک از دوطرف پیستون وارد و خارج گردد . باحـــرکت پیستون بطرف بالا ، عمل مکش درزیر پیستون صورت گرفته و مایع به داخل مکش میشود . همچنین ، نظام سوپاپهای پمپ بگونه‌ایست که درضربه مکش ، شیر تخلیه بحالت بســته باقی میماند . از بالای پیستون ، مایع تخلیه گردیده و شیر مکش بحالت بسته باقـــی میماند . باحرکت پیستون بطرف پائین ، اعمال مکش و تخلیه در دوسمت مخالف انجـام میپذیرد .

معمولا" یک مخزن هوا درسر راه لوله های تخلیه پمپ و بمنظور کاهش دادن تغییرات فشار درهنگام عمل تخلیه ، نصب میشود . با افزایش فشار تخلیه ، هوا درداخل مخـــزن فشرده میشود و باتقلیل فشار ، هوا منبسط میگردد . درنتیجه مقداری از انرژی تراکمی ، درهنگام حداکثر بودن آن ، درمخزن ذخیره شده و درهنگام کاهش فشار ، به سیستم بـــاز میگردد . این نوع مخازن هوا ، درپمپهای تغذیه رفت و برگشتی دیگ بخار نصب نمیشوند زیرا ممکن است باوارد کردن هوا به داخل آب تغذیهٔ هواگیری شده ، موجب اخلال درکـــار پمپ گردد .



شکل (۳۰ــ ۶) شکل نموداری پمپ جابجائی رفت و برگشتی

همیشه بین محفظه مکش و تخلیه پمپ ، یک شیر اطمینان نصب است تادرصورت بسته بودن یکی از شیرها درخط تخلیه ، پمپ را از صدمات ناشی از فشار زیاد ، حفاظت کـند .

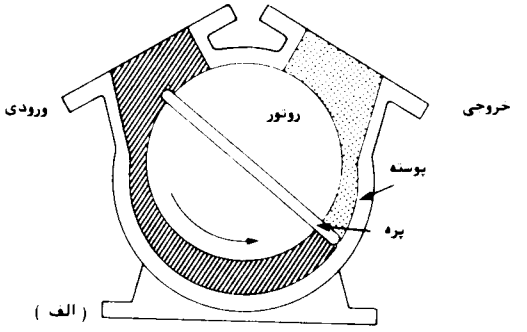
پمپهای جابجائی رفت و برگشتی علاوه برآنکه از نوع خود پرشو هستند ، ارتفـاع زیاد مکش راقبول کرده (درصورتیکه سطح مـخزن مایعی که باید پمپاژ شود از پمپ پائینتر باشد) ، فشار تخلیه مورد نیاز سیستم راایجاد کرده و میتوانند وجود مقدار زیادی گازها و بخارات راهمراه مایع ، تحمل کنند . اما نظر به ساختمان پیچیده و قطعات متعدد و متحرک بکاررفته درآنها نیاز به مراقبت و نگهداری نسبتا " زیادی دارند .

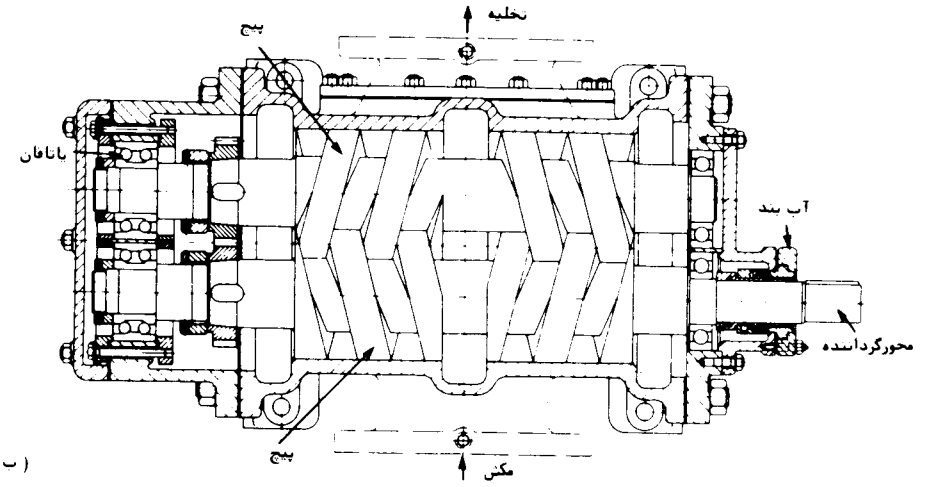
درهنگام استارت پمپ (روشن کردن) شیرهای مکش و تخلیه باید بازباشند . بسیار مهم است که درزمان استارت پمپ ، هیچکدام از شیرهای خط تخلیه بسته نباشند ، زیـرا عدم توجه بهاین نکته یامنجر به عمل کردن شیر اطمینان میشود و یابه‌وارد آمدن صدمه به پمپ خواهد انجامید . پمپ " خودپرشو " است اما درصورت امکان ، برای جلوگیـری‌از استهلاک (فرسودگی) و یاریسک گیرپاش ، بهتر است قبل از استارت ، محفظه پمپـاژ رااز مایع پرکرد .درمورد پمپ باموتورمحرک الکتریکی ، فقط لازم است کلید استارت فشار داده شود که پمپ بلافاصله شروع به یک چرخش نامنظم نموده و پس از مدت کوتاهی با مکش آب به داخل ،بکارمنظم خواهد پرداخت . یک پمپ بامحرک بخار ، قبل از آنکـه بتواند بتدریج بخار رابه داخل خود وارد نماید ، بایستی مراحل تخلیه آب و گرم کردن های اولیه رابگذراند .

اکثر قطعات (اجزاء) متحرک پمپ درهنگام تعمیرات کلی احتیاج به بررسی دقیق دارند . از پیستون پمپ ، رینگها و آستر سیلندر نیز بایددقیقا " بازدید بعمل آید . بـا کارکرد زیاد پمپ ، دردوانتهای محدوده حرکت پیستون ، لبه هائی بوجود خواهد آمد که میبایست تصحیح گردند . سوپاپهای مکش و تخلیه درصورت نیاز میبایست صیقل کاری یـا سنگ زده شوند .

دونوع پمپ دوار انتقالی در شکل (۴ ـ ۶) نشان داده شده است . نتیجه عمل‌در هردومورد ، حبس مقداری مایع (یاهوا) درفضائی است که بانزدیک شدن به دهـانه

تخلیه یاخروجی این فضا کوچکتر میشود . این نکته شایان توجه است که مایع از مـــابین تاج دنده یامارپیچها بسمت جلو رانده نمیشود ، بلکه این حرکت مابین لبه دنده هاو ـ پوسته پمپ صورت میگیرد .





شکل (۴ ـ ۶) پمپ های جابجائی گردان

الف : پمپ جابجائی گردان

ب : پمپ جابجائی پیچـی

طریقه روشن کردن این پمپها نیز شبیه روشن کردن پمپهای انتقالی رفت وبرگشتی است . دراینجا نیز بین محفظه مکش و تخلیه یک شیر اطمینان نصب شده است . مسئله خاص تعمیراتی دراین نوع پمپ ، کاسه نمد محور است که مواد بکاررفته درآن میبایست مناسب مواد مورد پمپاژ باشد . درنوع پره‌ای ــ دورانی ، مقدار استهلاک متناسب با مقدار مایع پمپاژ شده و مواد خورانده و اکسید کننده درآن خواهد بود . همزمانی ، در پمپ پیچی از اهمیت خاصی برخوردار است و درصورتیکه قطعات آن برای بازرسی باز شود ، درهنگام سوارکردن ، مارپیچها باید بطورصحیح مونتاژ گردند .

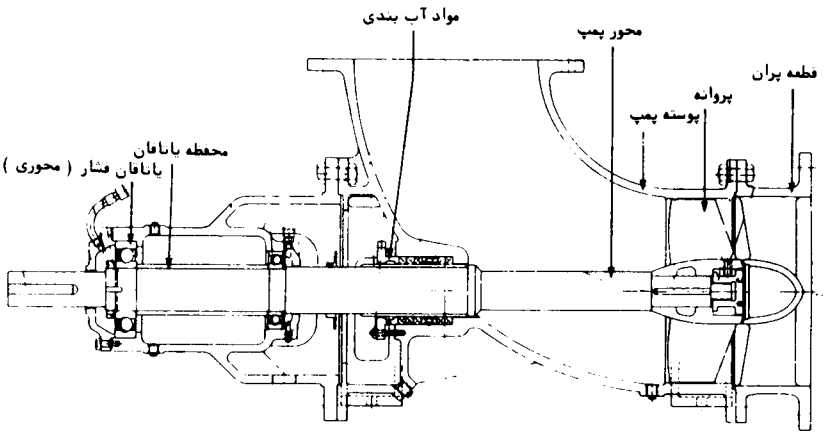
یک نوع مخصوص پمپ انتقال دورانی ، در دستگاه فرمان سکان کاربرد مخصوصی دارد که درفصل دوازدهم توضیح داده شده است .

پمپ جریان محوری

پمپ جریان محوری بااستفاده از یک پروانه پیچی ، یک شتاب محوری به مایعات میدهد . مجاری خروجی و پره های راهنما بطوری ترتیب داده شده اند تا افزایش سرعت مایع را به فشار تبدیل کنند .

یک پمپ جریان محوری معکوس شونده (قابلیت گردش درجهت معکوس) درشکل (۵ــ ۶) نشان داده شده است . بمنظور دسترسی به پروانه ، پوسته پمپ در جهت افقی یاعمودی بازشده است . یک آب بندکن مکانیکی درقسمتی که محور از پوسته بیرون می آید از چکه کردن مایع جلوگیری میکند . یک یاتاقان فشاری از نوع بالشتکی کج شونده ، نیز روی محورمحرک نصب شده‌است . محرک اصلی پمپ ، یک موتور برقی و یا یک توربین بخاری است .

پمپ جریان محوری در مواردی استفاده میشود که نیاز به حجم زیاد مایع در فشار کم باشد ، بطورمثال : درآب گردشی چگالنده بازدهی این پمپ معادل پمپ سانتریفیوژی است که آب رادرارتفاع کم پمپاژ کند ، ولی بااین مزیت که بخاطر امکان سرعتهای



شکل (۵ ــ ۶) پمپ جریان محوری

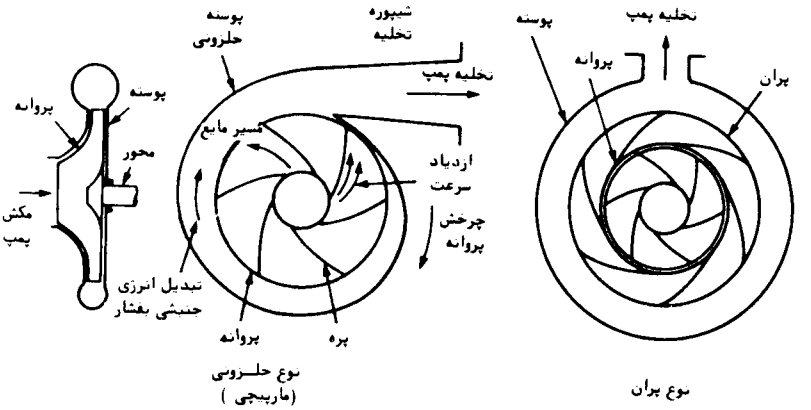
بالامیتوان از یک موتور محرک کوچکتر استفاده نمود . از پمپ جریان محوری دریک سیستم گردشی قاشقکی چگالنده میتوان بعنوان پمپ کمکی استفاده نمود ،. زیرا این پمپ درزمان کار نکردن ، مقاومت کمی دربرابر عبورجریان از خود نشان میدهد . ضمن حرکت معمولی کشتی و باچرخش قاشقک ، آب بداخل کشیده میشود و پمپ تنها زمانی مورد استفاده قرارمیگیرد که کشتی متوقف یا باسرعت آهسته حرکت کند .

سیستم اسکوپ (یا قاشقکی)

درقسمتی از بدنه کشتی دریچه‌ای بشکل بیل یاقاشقک باز است که لبه تیز آن بطرف جلو بوده وباسرعت گرفتن کشتی مقدار متناسبی آب را به داخل میکشد . این سیستم جهت تامین آب گردشی سردکننده بکارمیرود .

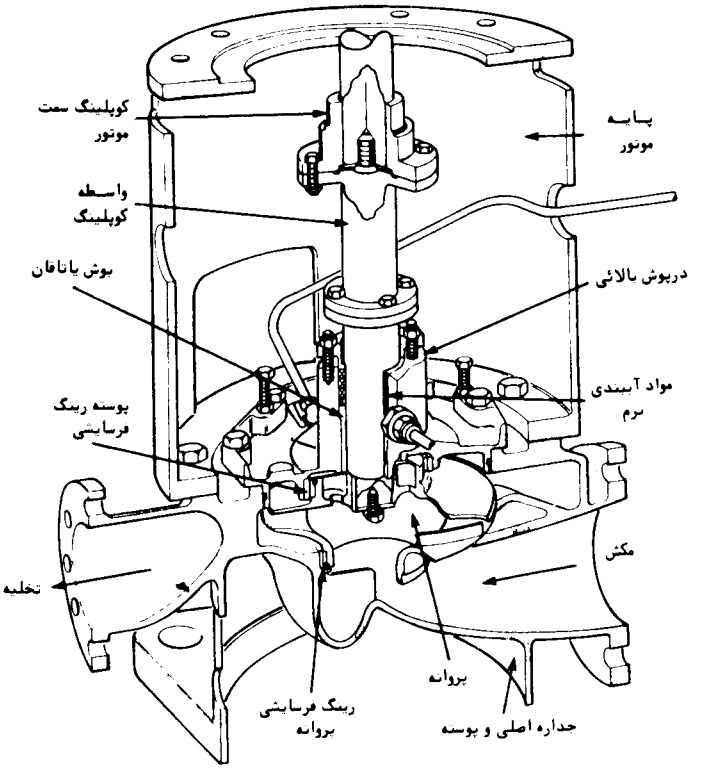
پمپ سانتریفیوژ (گریز از مرکز)

درپمپ سانتریفیوژ ، مایع وارد مرکز یاچشم پروانه شده و ازبین پره ها بصورت شعاعی به بیرون جریان پیدامیکند که باحرکت پروانه ، سرعت مایع نیز افزایش می یابد . سپس بوسیله یک پران یا حلزون ، اکثر انرژی جنبشی موجوددرمایع به فشار تبدیل میشود . نظم وترتیب فوق الذکر درشکل (۶ ــ ۶) و بصورت نمودار خطی نشان داده شده‌است .



شکل (۶ ــ ۶) عمل پمپ پروانه‌ای

یک پمپ سانتریفیوژ ، تک مکشی تک مرحله‌ای عمودی برای مصارف عمومی دریائـی ، درشکل (۷ ــ ۶) نشان داده شده است . قاب اصلی و پوسته بهمراه پایه نگهدارنده موتور مجموعه کامل پمپ رادرخود جای میدهند .



شکل ۷-۶ پمپ پروانه‌ای تک مکشی

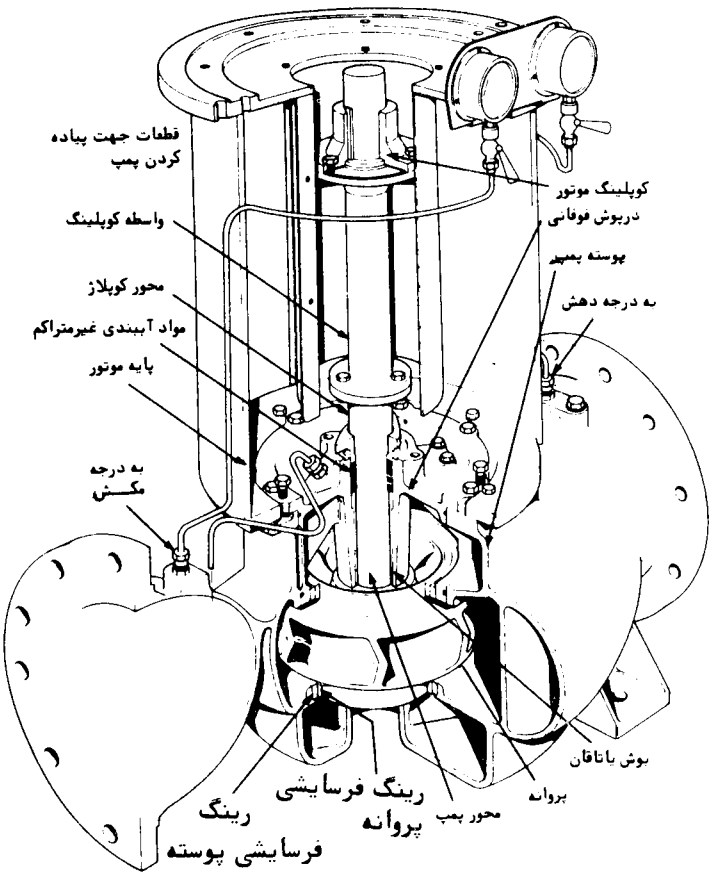
اجزاء پمپ عبارتنداز : سرپوش (پوسته) ، محور پمپ ، چرخ پروانه ، یک یاتاقان غلافی و مجموعه آب بندی که دراطراف محورقرارگرفته است .

نظم و ترتیب بکاررفته جهت آب بندی پمپ یاتوسط یک بوش لایه دار است و یااز نـــوع مکانیکی میباشد . سیستم روغنکاری یاتاقان پمپ برحسب ونوع آب بندی بکاررفته تغییـر میکند . رینگهای فرسایشی قابل تعویض ، درپروانه و پوسته نصب شده اند . درپایـــه نگهدارنده موتور دو روزنه بزرگ جهت دسترسی به اجزاء داخلی پمپ ، تعبیه گردیـــده است و یک قطعه واسطه نیز بین موتور و محور پمپ بمنظور بیرون آوردن این اجزاء نصب گردیده و به این ترتیب دیگر نیازی به باز کردن موتورنخواهد بود .

انواع دیگری از پمپهای سانتریفیوژ برای وظایف مخصوص ، یا برای برآورده کـــردن نیازهای ویژه سیستم بکارمیروند . یک پمپ سانتریفیوژ دو مکشی تک مرحله‌ای عمودی در شکل (۸ ــ ۶) نشان داده شده است . مایع ورودی از بالا و پائین وارد پروانه دومکشـی شده و پس از عبور از داخل پوسته حلزونی ، بخارج تخلیه میگردد . یک پمپ دو مکشی ، نیاز به مشخصات (مختصات) لازمه کمتری برای ارتفاع خالص مکش مـثبت دارد که در ــ شرایط بد مکش این نکته یک مزیت برای پمپ محسوب میشود .قابل ذکر است که پروانه‌های مختلفی را (از نظر اندازه) میتوان برروی پمپ نصب نمـود .بدین ترتیب بایک پوسـته پمپ میتوان مشخصات فشار خروجی مختلفی رادارابود .

یک پمپ سانتریفیوژ تک مکشی عمودی چندمرحله‌ای که برای تخلیه محموله کشتی از مخازن باعمق زیادبهره جسته ، درشکل (۹ ــ ۶) نشان داده شده است .چنین پمپی در حقیقت مجموعه چندین پمپ سانتریفیوژ است که بطور سری (پشت سرهم) قرارگرفته‌اند . تخلیه پمپ اول مکش پمپ دو م و تخلیه پمپ دو م مکش پمپ سو م و ..... محسوب میگردد و بدین ترتیب پمپ قادراست تا فشار تخلیه نهائی رابه حد مورد نیـــاز افزایش دهد . گرداننده پمپ بیرون مخزن قرارگرفته و میتواند از نوع برقی ، هیدرولیک یاهرگونه گرداننده مناسب دیگر باشد .

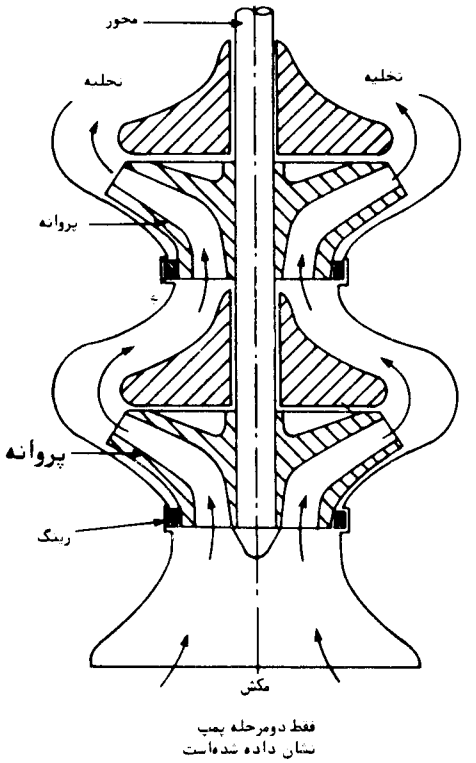
درپمپهای سانتریفیوژ فشار زیاد ، یک پران نصب شده است . پران ، رینگی اسـت که دراطراف پروانه به پوسته متصل شده است و درسطح خودمجراهائی راتشکیل داده است، مجاری درجهت جریان مایع عریضتر شده و عملشان تبدیل انرژی جنبشی مایع به انرژی ــ فشاری میباشد .



شکل (۸ ــ ۶) پمپ پروانه‌ای دو مکشی

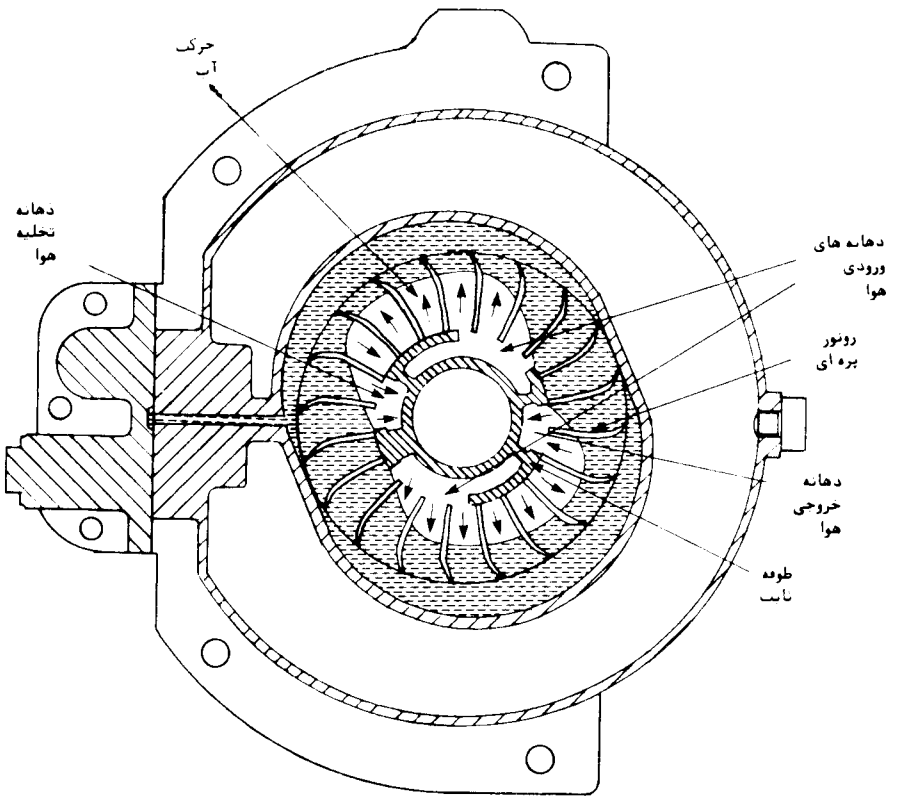
ایجاد توازن هیدرولیکی درپمپها نیز معمول است . مقداری از مایع تخلیه شدهٔ فشار زیاد ، برروی یک استوانه با پیستون هدایت میگردد تافشارمایع تخلیه شده روی پروانه را ، متوازن نموده و درنتیجه آن رادرهنگام کار دریک موقعیت متعادل نگهدارد .

درحالیکه پمپهای پروانه‌ای برای اکثر کارهای دریائی مناسب هستند " خودپرشو " نبوده و احتیاج به دستگاهی دارند تا هوارا از لوله های مکش تخلیه کرده وآن رابامایع پر کنند . اگرسطح مایع مورد پمپاژ از سطح پمپ بالاتر باشد ، همزمان باپرشدن لوله هااز آب که تحت نیروی جاذبه انجام میگردد ، هوا بافشارازیک شیر هوا که درنزدیکی مکش پمپ باز گردیده ، به بیرون منتقل میگردد . اگرپمپ از سطح آب دریا پائین تر باشد و ورود آب درپایه سیستم اشکالی نداشته باشد ، با بازکردن شیر تزریق آب دریا و شیر تخلیه هوا ، عمل هوازدائی و پرشدن پمپ انجام میگردد . بجای سیستم بالا میتوان از یک واحد پمپاژ هوا ،استفاده نمودکه با روی پمپها بصورت انفرادی عمل میکند ویا تشکیل یک سیستم مرکزی تخلیه هوا (و پرکردن آن بامایع) راکه به چندین پمپ متصل است ، میدهد .



شکل (۹-۶) پمپ پروانه‌ای چندمرحله‌ای

پمپ تخلیه هوا (پمپ هواگیر) که بنام آماده ساز رینگ آب یاهوا نیز مرسوم است میتواند یابصورت انفرادی روی پمپها نصب و توسط آنها بچرخد و یابصورت واحدی‌مستقل و بامحرک موتوری باشد که دراینصورت چندین پمپ راتحت پوشش خود خواهد داشت . پمپ هواگیری از یک پوسته بیضی شکل تشکیل شده که در داخل آن یک گرداننده پره دار میچرخد .گردنده ممکن است از توپی میانی جدابوده و تشکیل دریچه های ورودی و ـ خروجی راطبق شکل (۱۰ ـ ۶) بدهد .



شکل (۱۰ ـ ۶) پمپ تخلیه هوا (هواگیر)
حلقه آبی

درطرح دیگر ، گردنده ، گردنده میانی و توپی ، بصورت پکپارچه بوده‌ودریچه ها روی پوسته قراردارند . بافشار ایجاد شده توسط دوران پره های گردنده ، آب بصورت بیضوی و به شکل پوسته درمیآید . رینگ آب بیضوی شکل با پیشرفت و عقب نشینی خود از توپی مرکزی ، باعث انجام عمل پمپاژ میشود . مجموعه لوله های مکش به دریچه های ورودی هوا متصل شده و بامکش هوا از این لوله ها ، آب (عاری از هوا) درآنهاجریان پیداکرده و به این ترتیب آماده سازی پمپ انجام میگیرد . هوائی که از سیستم گرفته میشود به آتمسفر تخلیه میگردد . یک انباره آب نیز بمنظور تامین کاستی های رینگ آب درمواقع لزوم درنظر گرفته شده است .

درهنگام روشن کردن یک پمپ سانتریفیوژ ، شیر مکش باید باز بوده و شیر تخلیه بسته باشد ، سپس موتور راروشن کرده و واحد آماده سازی (دستگاه تخلیه هوا) ، لوله مکش رااز هوا تخلیه خواهد نمود . باخالی شدن پمپ از هوا ، شیرتخلیه رابتدریج باز کرده و مقدار مایع خروجی از پمپ رامیتوان با باز و بستن شیر تخلیه تنظیم کرد .در ـ هنگام توقف پمپ ، ابتدا شیرتخلیه (خروجی) رابسته و سپس موتوررا بایدخاموش نمود.

درتعمیر ونگهداری منظم دستگاه (پمپ و موتور) ، احتیاج به بذل توجه در روغن کاری یاتاقانهای محور میباشد . همچنین از آب بند بودن کاسه نمد محورنیز میبایست اطمینان حاصل گردد . عملکرد ناصحیح و یاکمبود بازدهی ، منجر به تعمیرات جزئی یا کلی خواهد شد . اشکالات متداول مانند عدم وجود تخلیه (خروجی) ، ممکن است ناشی از بسته بودن (ماندن) شیرهای سیستم ، مسدود بودن صافی های لوله مکش و یا اشکالات دیگر دردستگاه تخلیه و هوا باشد . نشت هوا درلوله های مکش ، پروانه تحت فشار (براثر آشغال و سایرمواد) یاسفت بودن بیش از حد حلقه آب بند محور ، همگی به کاهش بازدهی پمپ ختم میشوند .

درهنگام پیاده کردن قطعات داخلی پمپ ، کلیه لوله های آبرسانی سردکننده یا لوله های مربوط به تخلیه هوای پمپ را باید بازدید نمود .پمپهای مدرن دارای یک میله واسطه هستند که با بازکردن آن و بدون نیاز به بازکردن موتورمیتوان به قطعات پمپ ـ

دسترسی پیدانمود . بدین ترتیب میتوان پروانه و محور رابه آسانی جدا و برای بررسی و آزمایش بیرون آورد . بوش یاتاقان محور ، همچنین پوسته و رینگهای فرسایشی پروانه را بایداز نظر فرسودگی مورد دقت قرارداد .

روفـــنده Ejector

روفنده نوعی پمپ است که فاقد اجزاء متحرک میباشد . نظم وترتیب یک روفنده در شکل (۷ ــ ۵) نشان داده شده است .یک مایع یا گاز تحت فشار زیاد ، مانند بخـــار تخلیه شده از یک شیپوره که بصورت یک جت دارای سرعت زیاد است ، واردشده و گازهـا یامایعاتی راکه شیپوره رااحاطه کرده‌اند باخود به بیرون میفرستد . مخلوط فوق واردیـــک لوله همگرا ــ واگرا شده و قسمتی از انرژی جنبشی آن تبدیل به انرژی فشار میگیردد . روفنده ها میتوانند بصورت واحدهای یک یاچند مرحله‌ای بوده و دارای کاربردهـــــای مخصوصی باشند . بعنوان مثال ، عمل یک روفنده دریک سیستم بسته تغذیه (به فصـــل پنجم رجوع کنید) .

سیستم لوله ها

درفضای ماشین آلات یک کشتی ، صدها متر لوله و اتصالات وجوددارد . شبکه های مختلف ، انتقال مایعات گوناگونی رادرفشارها و دماهای متفاوت ، بعهده دارند . تحـت تاثیر نیازهای عملی وایمنی ، همچنین قوانین و مقررات وضع شده ، اتصالات ساده جای خودرابه مجموعه تقریبا " پیچیده‌ای داده اند . صافی ها ، قطعات انشعابی و غیره ــ . . . . مثالهائی از ملحقاتی هستند که دریک سیستم لوله کشی یافت میشوند .

لوله هـا

لوله کشی موتورخانه کشتی ، تشکیل شده است از انواع لوله های مستقیم ، زانوئـی، فلنج های اتصالی ، بهمراه واشرها و رابط های مربوطه . درمورد لوله های کم قطر میتوان از کوپلینگ های فشار استفاده نمود . جنس لوله ها ، بادرنظر گرفتن مایعاتی که از آنها عبورمیکند وسایر شرایط کاری سیستم ، انتخاب میگردد .نمونه هائی از فلزات انتخـــاب شده در جدول شماره یک نشان داده شده اند :

جدول (۱) فلزات لوله ها

سیستم	فلزات
بخار مازاد	فولاد کربن دار برطبق استاندارد انگلیسی BS ۳۶۰۱
سیرکولاسیون آب دریا	آلیاژ برنج ، آلومینیوم
شستشوی عرشه و آتش نشانی اصلی	فولادکربن دار گالوانیزه برطبق استاندارد انگلیسی BS ۳۶۰۱
خن وتعادل Bilge& Ball	'' '' '' ''
هوای کنترل	مس
هوای استارت	فولاد کربن دار برطبق استاندارد انگلیسی BS ۳۶۰۲

اگر لوله های گالوانیزه مورد نیاز باشد ، لوله کامل بانضمام تمام اتصالات جوشکاری شده بایستی درمحلول گالوانیزه داغ فرو برده شود . وزن لوله ها توسط آویزه ها یاگیره های مخصوص لوله ، بطریقی نگهداشته میشود که نوسانات لوله ها به‌حداقل ممکنه محدود شود .

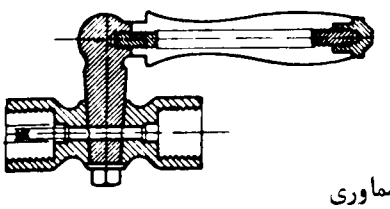
لوله های بخار یا لوله هائی از سیستم ، که دارای نوسانات شدید حرارتی هستندباید توسط آویزه های فنری که آزادی حرکت محدودی راامکان پذیر میسازند ، نگهداشته شوند ، بجای آویزه های فنری میتوان از حلقه های انبساطی لوله‌ای یامفصل های انبساطی استفاده نمود .

شیرها

شیرها به منظور تنظیم یاقطع جریان مایعات درسیستم لوله کشی نصب میگردند . ـ انواع مختلفی ازشیرها باکاربردهای مخصوص و مزایای خاص خود ، موجود میباشند .

شیرهای سماوری

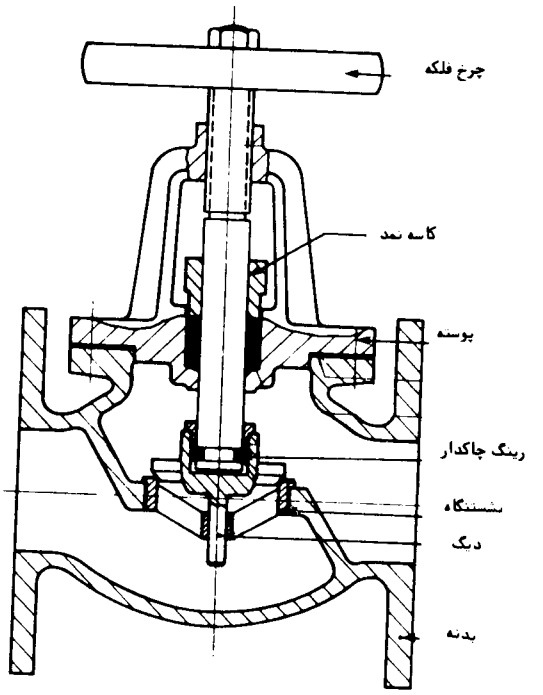
شیرهای سماوری درلوله های کم قطر بکارمیروند و اتصال آنها به لوله های مجاوربا استفاده از کوپلینگ تراکمی میباشد . شیرسماوری بوسیله یک توپی داخلی و یک اهرم ـ خارجی ، یک مجرای داخلی رابسته ویاعبور جریان مایع رادرآن محدود میکند . یک مثال از شیرسماوری مستقیم درشکل (۱۱ ـ ۶) نشان داده میشود .



شکل (۱۱ ـ ۶) شیر سماوری

شیرفلکه کره‌ای Globe V/V

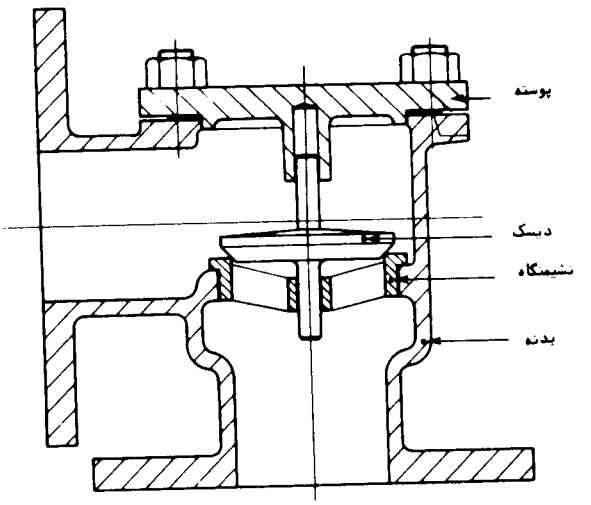
شیر فلکه کره‌ای ، دارای بدنه تقریبا " کره‌ای شکلی است که نشستگاه و صفحه شیر رادر بر میگیرد . شکل (۱۲ ــ ۶) .



شکل (۱۲ ــ ۶) شیر فلکه پیچی

فلنج های واقع دردو طرف شیر برای اتصال شیر به لوله های مجاور بوده ومجراهـای داخلی ، جریان مایع راازطریق نشستنگاه شیر میسر میسازند . طرح شیر بگونه‌ایست که ــ جریان مایع همیشه از زیر نشستنگاه شیر وارد شده تامحفظه بالائی درزمان بسته بوده شیر

تحت فشار نباشد . نظم وترتیب شیر پیچی (باحرکت پیچ ، شیر باز وبسته میشود) به طریقی است که محور به صفحه شیر وصل شده است . یک بوش آب بندی با لایه هـــای مخصوص خود ، محور رادرجائی که از کلاهک شیر جدا میشود احاطه کرده است . قسمت بالائی محور شیر ، رزوه شده و از داخل یک قطعه پل دار که دارای رزوه مشابهـــی است عبورمیکند . یک چرخ دستی ، عامل به چرخش درآمدن محور میباشد که این حرکت ـ چرخشی موجب بالارفتن و پائین آمدن صفحه شیر میگردد . صفحه نشستنگاه شیر در ـ موقع نشستن بریکدیگر ، بصورت یک مجموعه کاملا " آب بندی عمل میکنند و سطوح قـرار آنها صاف و یامعمولا " محدب ـ مقعر میباشد .



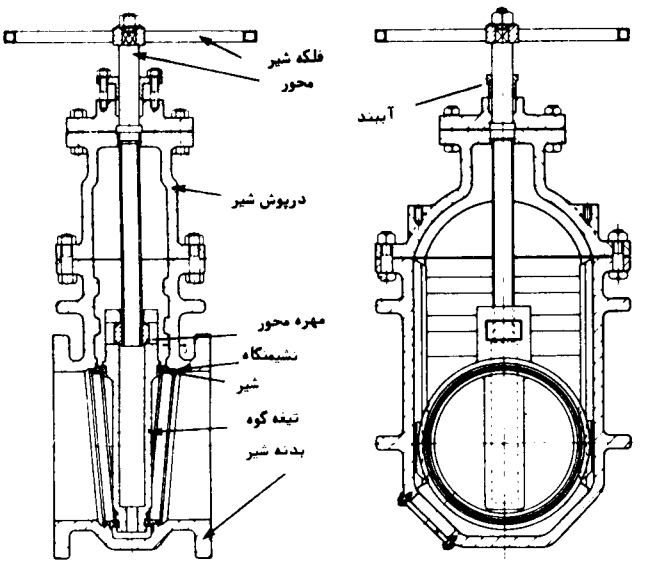
شکل (۱۳ ـ ۶) شیر یکطرفه

فلزات بکاررفته در هردو ، اکثرا" دارای روکشی از فلز بسیار سخت است . شیرفلکه‌های کره‌ای نود (۹۰) درجه نیز موجود میباشند که درآن فلنج های ورودی و خروجی با زاویه‌ای ۹۰ درجه نسبت بیکدیگر قرارگرفته اند .

شیرهای یکطرفه یا بدون برگشت درشبکه های مختلف ، بمنظورممانعت از عبور جریان معکوس نصب میگردند . اگر صفحه شیر به محور متصل نباشد ، یک شیر یکطرفه با پیچ پائین‌رونده‌خواهیم داشت SDNR . صفحه شیر دراین حالت بایستی دارای راهنما یا بال هائی باشد تادرموقع بسته شدن از استقرار صحیح آن اطمینان حاصل گردد. شیرهای یکطرفه ، بعضی اوقات بدون محورساخته میشوندکه دراینصورت‌فشارمایع عامل بکارافتادن شیر میگردد و نتیجتا" آنها رانمیتوان بادست بست ، شکل (۱۳ – ۶).— بدین منظور میتوان از یک سوپاپ که آزادانه از جای خود بلند میشود و یااز یک صفحه لولا شده استفاده نمود .

شیر فلکه کشوئی

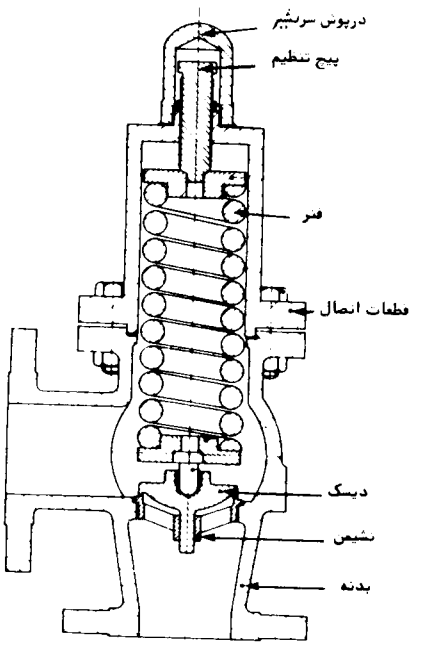
شیر فلکه کشوئی بایستی کاملا" بسته یا باز باشد و برای کنترل جریان مایع مناسب نیست . هنگامیکه شیر باز است یک مجرای داخلی کاملا" باز ، جهت عبور مایع تشکیل میدهد،زیرا سوپاپ یا دریچه کاملا" بلند شده است ، شکل (۱۴ – ۶) . انتهای پائینی محور رزوه شده است و باچرخاندن آن ، دریچه بالا و یا پائین میرود . مقطع دریچه و نشستنگاه ممکن است بصورت دو صفحه موازی یا گوه‌ای شکل باشد . شیرهای بزرگتر دارای نشستنگاه رینگی شکل و صفحه دریچه ای قابل تعویض میباشند .



شکل (۱۴ – ۶) شیر کشوئی

شیرهای اطمینان

بااستفاده از شیرهای‌اطمینان از بوجود آمدن اضافه فشار درسیستم لوله کشی احتراز میگردد . صفحه شیر توسط فشار یک فنر برروی محور شیر ، درحالت بسته باقی میماند ،شکل (۱۵ – ۶) . باتنظیم فشار فنر میتوان شیررادرفشار دلخواه و از پیش تعیین شده‌ای باز نمود . شیرهای اطمینان دیگ بخار یک نوع خاص از شیرهای اطمینان هستند که شرحشان در فصل چهارم گذشت .



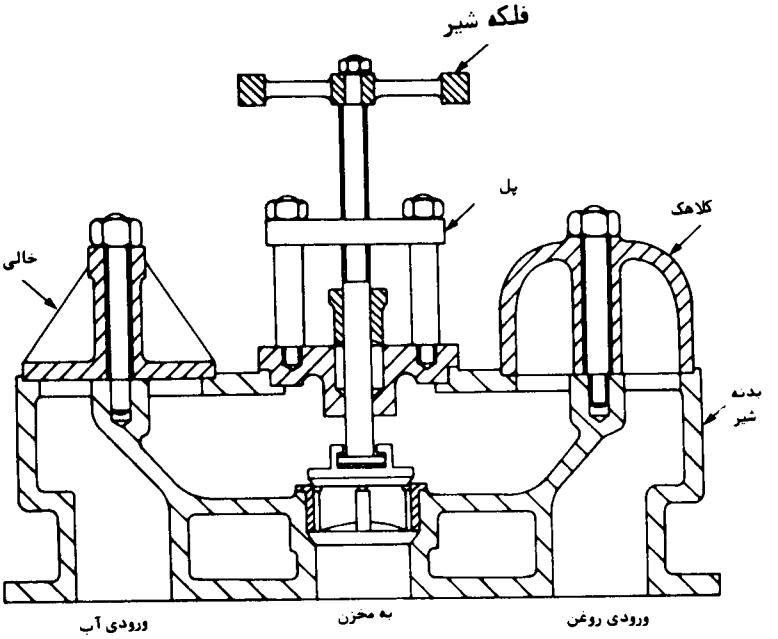
شکل (۱۵ ــ ۶) شیر اطمینان

شیرهای سریع القطع

شیرهای لوله‌مکش مخزن سوخت طوری ترتیب یافته اند که باکنترل از راه دور و بـــا استفاده از شیرهای سریع القطع بسته شوند . با فرو افتادن پل ، جمع نیروهای ثقلـــی و تراکم فنر ، باعث بسته شدن سریع شیر میشود . ازیک قطعه سیم که یااز نیروی دست ــ استفاده میکند و یاازیک سیلندر هیدرولیکی ، میتوان جهت انداختن پل استفاده نمود .

شیرمرکب

شیر مرکب (مجموعه ــ شیر) عبارتست از مجموعه‌ای از شیرها که همگی دریک ــ واحد بزرگ یا یک پوسته ساخته شده اند . نظم وترتیب های مختلفی از اتصالات مکش و دهش (تخلیه ها) با چنین مجموعه‌ای امکان پذیر است . یکی از کاربردهای مخصوص این مجموعه ، شیر مرکب تبدیل است ، شکل (۱۶ ــ ۶) .



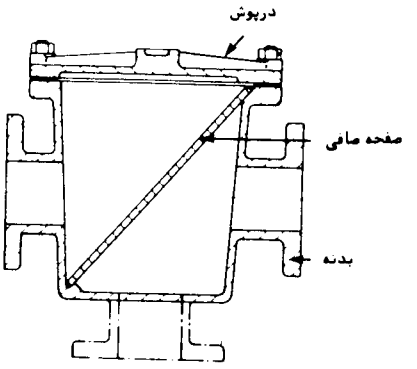
شکل (۱۶ ــ ۶) شیر مرکب

طراحی شیر بترتیبی است که مکش یک مخزن را یابه ورودی سیستم تعادل کشـــــتی

وصل میکند ویابه سیستم اصلی انتقال سوخت ، ولی اتصال هردو دریک زمان امکان پذیر نمیباشد . ضرورت وجودی این شیر درشرایطی است که مخازن رابتوان برای هریک از منظورهای آب تعادل و سوخت بکار برد .

سایر منصوبات (ملحقات)

لجن گیرها درلوله های مکش خن موتورخانه نصب شده اند . لجن گیر یک صافی درشت بایک لوله مستقیم است که جهت آن بطرف خن میباشد ، شکل (۱۷ – ۶). به منظور تمیز کردن صفحه مشبک داخلی درموقع لزوم تنها کافی است که سرجعبه لجن گیر رابرداشت و نیازی به بازکردن هیچ لوله یا اتصلاتی نیست .



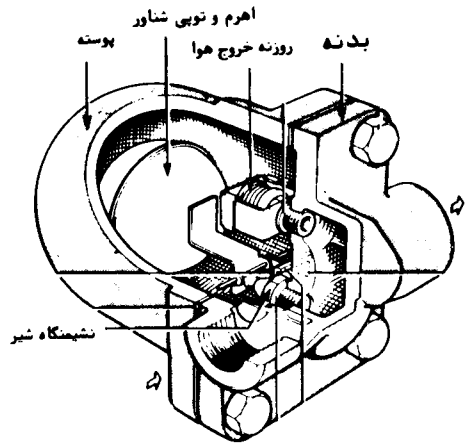
شکل (۱۷ – ۶) لجن گیر

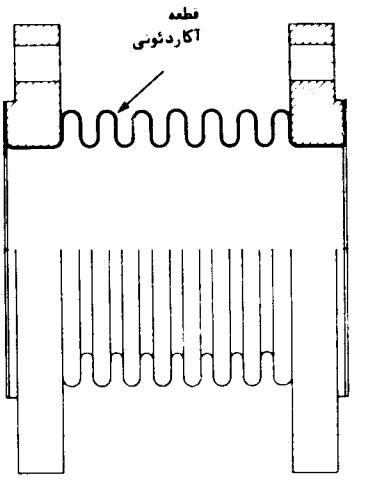
انتهای لوله های مکش مخازن بایستی دارای سرپاپای گشادی باشند . سرگشاد یا پا ، دارای یک سطح مقطع ورودی حدود یک برابر و نیم سطح مقطع لوله میباشد . همچنین فضای آزاد اطراف پای لوله (فاصله آن ازصفحات ته و دیواره مخزن) میبایست حدودا " یک برابر و نیم سطح مقطع لوله باشد .

یک بخار گیر (تله بخاری) همانطورکه از نامش پیداست فقط اجازه عبور به بخارات تقطیر شده رامیدهد .

بخارگیر بصورت خودکار عمل کرده و درلوله های تخلیه بخارنصب میشود . درطرح های مختلف بخارگیر ، از شناورهای مکانیکی استفاده میشود .زمانیکه شناوردربخارهای تقطیر شده بحالت شناور درآید ، اجازه تخلیه آنها رامیدهد ، شکل (۱۸ ــ ۶) .در طرحهای دیگر انواع مختلف ترموستاتها جهت بازکردن شیر ها و بمنظور تخلیه بخارهای تقطیر شده بکارمیروند .

یک واسطه قابل انبساط درخط لوله هائیکه تحت تغییرات شدید حرارتی قراردارند ، نصب میشود . یک نمونه از این قطعات بصورت یک لوله موج دار (آکاردئونی) است ــ که علاوه برداشتن قابلیت انبساط درجهت های مختلف،عامل جذب ارتعاشات خط لولــه نیز میباشد ، شکل (۱۹ ــ ۶) . قطعات نصب شده ، باید براساس تغییرات دمـــائی سیستم ، انتخاب شده و بگونه‌ای نصب گردند تااجازه انبساط ها و انقباضات سیستم را بدهند .





شکل (۱۹ ــ ۶) واسطه قابل انبساط (ضربه گیر) شکل (۱۸ ــ ۶) بخارگیر

در روهائی (تخلیه ها) درسیستم تعبیه شده اند و معمولا" دارای شیرهای سماوری کوچکی هستند تاآنها راباز وبسته کنند . بعضی از لوله ها و مشخصا" لوله های سیستم بخار ، میبایست بطور منظم تخلیه شوند . اگر بخار وارد لوله‌ای شودکه سطح تماس زیادی با آب موجود درلوله داشته باشد ، بخاروارده تقطیر گشته و خلاء نسبی در لوله بوجودمیآید . سپس آبهای موجود ، در طول لوله جریان پیدا میکنند تازمانیکه به یک خم یاشیربسته در لوله برخورد کنند . ضربهٔ آب درحال حرکت درلوله ها ، مولد نیروهای بزرگی است که به ضربه قوچ موسوم است و عاملی مخرب برای لوله ها ، اتصالات و منصوبات دیگر محسوب میگردد .

سیستم های تعادل کشتی و خن موتورخانه

هریک از سیستم های تعادل و خن موتورخانه ، کاربردهای خاص خودرادارند ، ولی بلحاظ مختلفه بیکدیگر متصل میباشند .

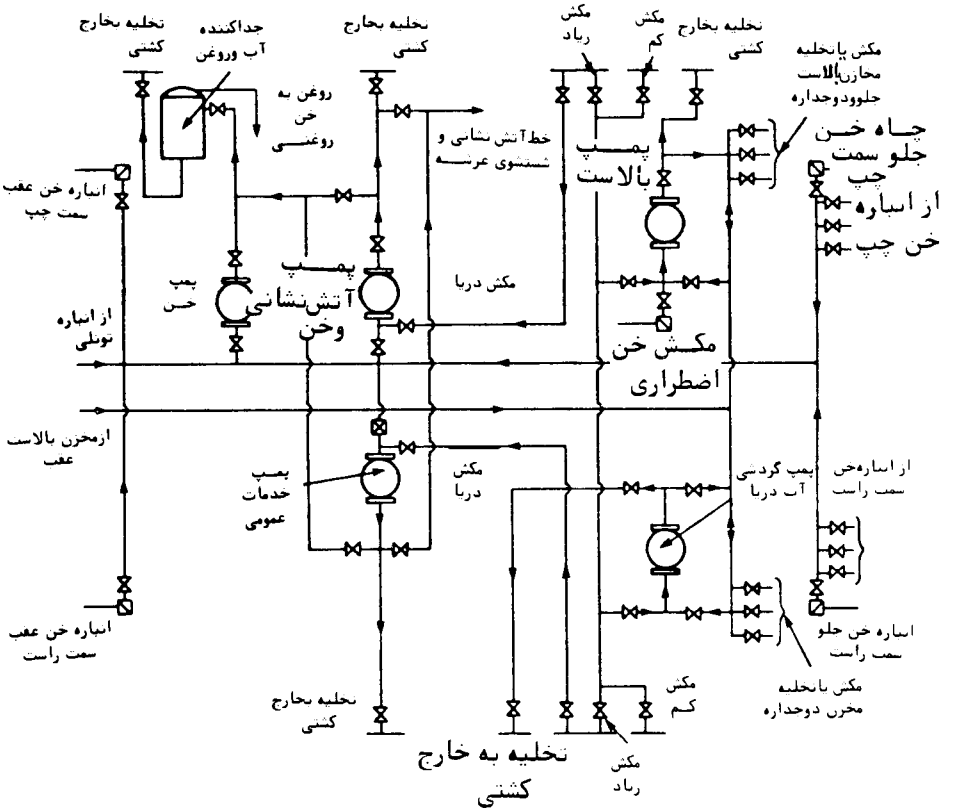
سیستم خن

خط اصلی خن ، وظیفه تخلیه مایعات از تمام مخازن آب بندی شده ، بجز مخازن بالاست ، آب و سوخت راداشته و این مایعات رابه خارج از کشتی هدایت مینماید . تعداد پمپها و ظرفیت آنها بستگی به اندازه و نوع شناور مربوطه دارد . کلیه مکشهای خن باید مجهز به صافی مناسب باشند که درمورد موتورخانه این صافی عبارتست از یک جعبه لجن گیر که بمنظور سهولت دسترسی به آن ، درطبقه تحتانی موتورخانه نصب میشود . یک لوله عمودی ، این لجن گیر رابه چاهک تجمع خن مرتبط میسازد .

مکش اضطراری خن یاشیر تزریق خن ، بمنظور جلوگیری از پرشدن کشتی از آب نصب میگردد . مکش مذکور یک مکش مستقیم از خن موتورخانه کشتی است که به بزرگترین پمپ (بابیشترین ظرفیت) یا پمپها متصل میباشد . نصب پمپ اضطراری خن ، طبق‌مقررات ،

برروی کشتیهای مسافربری الزامی است ، امادرکشتیهای حمل بار نیز بعنوان یک پمپ اضافی میتواند نصب شود . چنین پمپی باید یک واحد کاملا" مستقل بوده و حتی در صورت فرو رفتن در آب قادر به ادامه پمپاژ باشد . معمولا" بدین منظور ازیک پمپ سانتریفیوژ مجهز به دستگاه تخلیه هوا (جهت هواگیری) استفاده میگردد . محرک آن یک موتور برقی است که زیر یک سرپوش هواقرارگرفته است . نیروی لازم موتورفوق ازمولد برق اضطراری تامین میشود .

یک سیستم متداول درشکل (۲۰ ــ ۶) نشان داده شده است . پمپها و خطوط لوله مختلف ، تاحدودی بهمدیگر متصل شده اند تابتوان هرکدام از پمپها رادرصورت لزوم ، بعنوان جایگزین دیگری استفاده نمود



شکل ۲۰/ ۶ سیستم های خن و تعادل

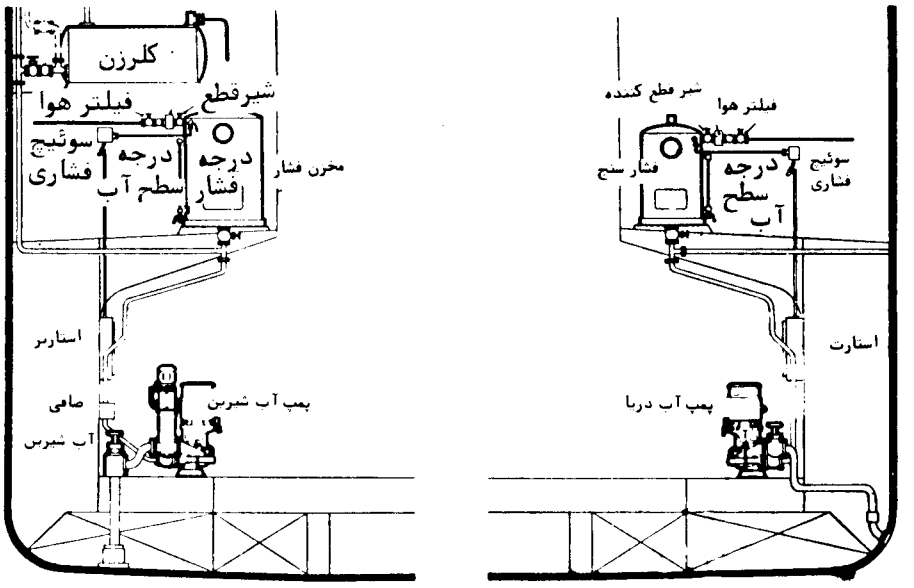
سیستم های تعادل BALLAST

نصب سیستم تعادل به این خاطر است که بتوان آب راازیکی ازمخازن ویاازدریا کشیده و درصورت لزوم آن رابه هرمخزن دیگر یا به دریا تخلیه نمود و این کار بمنظور تنظیم آبخور کشتی درسینه یا پاشنه میباشد . ورودی و خروجی های جداگانه یا ترکیبی،میتواند بدین منظور تعبیه شده باشد . درجائی که بتوان یک مخزن یا فضای حمل محموله را ـ برای تعادل یا محموله خشک استفاده نمود ، وجود اتصال خن یاتعادل ضروری میگردد . درنتیجه سیستم باید طوری ترتیب داده شود که فقط خطوط معینی درسیستم کاری قرار گرفته و سایر خطوط یامسدود و یابلااستفاده بمانند . درجائی که مخازن مختص سوخت و یاتعادل باشند بوجود یک شیر مرکب نیاز خواهد بود تااطمینان حاصل شود که فقط خط اصلی تعادل یا خط اصلی انتقال سوخت به مخزن متصل شده است .

سیستم آب مصرفی کشتی (آب شیرین جهت خدمه)

سیستم آب مصرفی معمولا " از یک سیستم آب شیرین جهت شرب و شستشو و یک ـ سیستم آب شور برای شبکه توالت ها ، تشکیل شده است ، شکل (۲۱ ـ ۶) . هر دو سیستم از نظم و ترتیب مشابهی بهره میجویند که مشتمل بریک پمپ اتومات ، بمنظور آبرسانی به مخزنی است که بوسیله هوای متراکم تحت فشار قرارگرفته است . هوای فشرده ، بمنظور تامین فشار مورد نیاز آب و رساندن آن به محل مورد مصرف (اتاق هاو غیره ...) میباشد . هنگامیکه ارتفاع آب مخزن تاسطح معینی تنزل یابد یک کلید فشاری ، پمپ رابصورت خودکار روشن میکند .

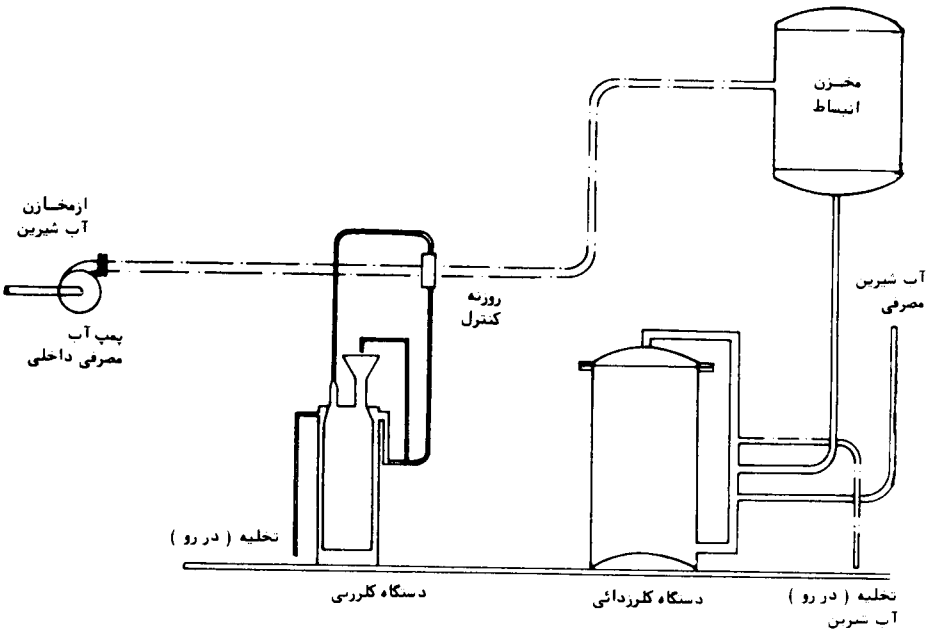
سیستم آب شیرین دارای گرم کننده‌ای است که معمولا " با بخار تغذیه گردیده و آب مصرفی مورد نیاز راگرم میکند . خلوص آب شیرین مصرفی برای مصارف شرب و آشپز ـ خانه میبایست با استانداردهای موجود تطبیق داشته باشد . آب تهیه شده از بیشتر دستگاههای تقطیر با استانداردهای رایج هماهنگ نبوده و عملیات میکروب زدائی و ـ



شکل (۲۱ ــ ۶) سیستم آب مصرفی داخلی

و تصحیح PH (باید خنثی یا قدری قلیائی باشد) میبایست روی آن انجام گیرد .

یک دستگاه تصفیه و بهینه سازی آب ، دریک کشتی حمل کالاهای متفرقه درشکل ــ (۲۲ ــ ۶) نشان داده شده است . آب مذکور بوسیله قرصهای کلر (هیدروکلریت) و به مقدار بیش از اندازه استرلیزه میگردد . سپس این آب دریک بستر کربن فعال ،بمنظور جذب کلرهای اضافی ، کلرزدائی میشود . هرگونه رنگ ، مزه و بوئی که درآب دریا ــ موجودباشد ، توسط کربن‌زائل میشود . کلر مازاد اولیه ، بمنظور حصول اطمینان کامل از استرلیزه شدن به آب اضافه میشود .



شکل (۲۲ ــ ۶) بهسازی آب مصرفی داخلی

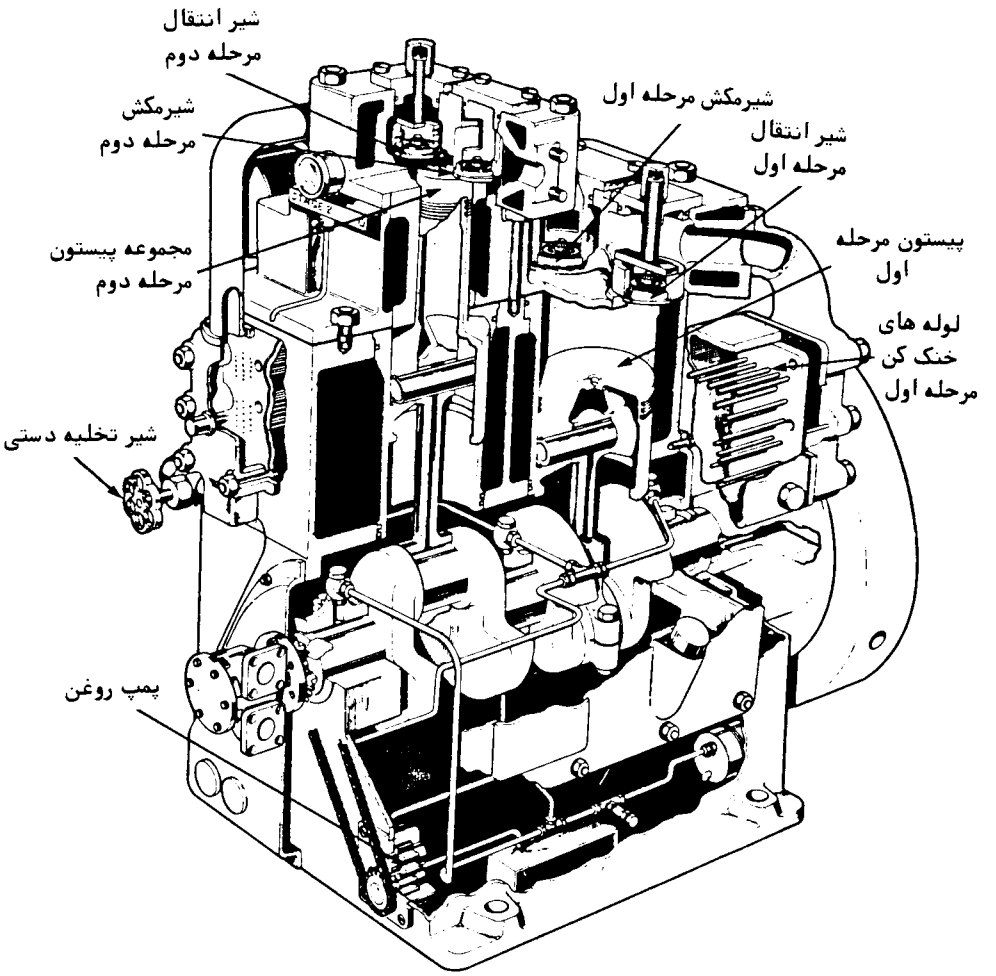
فصل ۷

ماشین آلات فرعی

معمولا" به ماشین آلات غیرواحد رانش اصلی کشتی ، ماشین آلات فرعی میگویند ، اگرچه بدون بعضی از این ماشین آلات فرعی ، واحد رانش اصلی نمیتواند برای مدت طولانی به کار خود ادامه دهد . ماشین آلات فرعی که دراینجا مطرح خواهندشدعبارت اند از : کمپرسورهای هوا ، مبدل های گرمائی ، دستگاه تقطیر ، دستگاه جداکننده آب و روغن ، دستگاههای استحالهٔ فاضلاب و دستگاه سوزاننده ضایعات .

کمپرسورهای هوا

هوای فشرده کاربردهای فراوانی در روی کشتی دارد . از هوای مورد نیاز استارت موتورهای دیزلی گرفته ، تا تمیز کردن ماشین آلات درزمان تعمیر و نگهداری ، جزء — کاربردهای هوای فشرده میباشد . فشارهای ۲۵ کیلوگرم برسانتیمترمربع (بار) وبیشتر توسط ماشینهای چند مرحله‌ای تولید میشود . دراین ماشین ، هوا ابتدائا" و در مرحلهٔ اول متراکم میگردد . درمرحلهٔ دوم پس از سردشدن ، به فشار بالاتر رسانده شده‌وپروسه کاری بهمین ترتیب ادامه می یابد . احتمالا" کمپرسور دارای لنگ دومرحله‌ای ، متداول ترین نوع میباشد و یک نمونه از آن درشکل (۱ — ۷) نشان داده شده است .

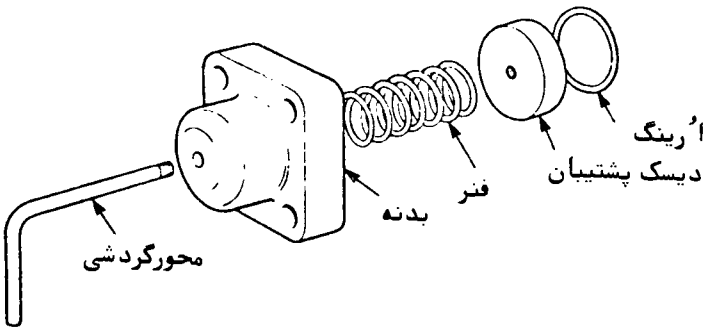


شکل (۷/۱) کمپرسور هوای دومرحله‌ای

درضربهٔ مکش ، هواازطریق مجموعه فیلتر و صداگیربداخل سوپاپ مکش مرحله اول کشیده میشود . درضربه سربالائی پیستون،سوپاپ مکش بسته شده وهوامتراکم میشود .پس از تراکم هوا درمرحله اول ، هواازطریق سوپاپ خروجی خنک کننده مرحله اول انتقال می یابد . مکش و تراکم مرحله دوم نیز بهمین ترتیب درسیلندر کوچکتر مرحله دوم ـ انجام میپذیرد و هوابه فشارهای بالاتری میرسد . هوا ، پس از گذشتن از سوپاپ خروجی مرحله دوم دوباره خنک و به سیستم ذخیره تحویل میگردد .کمپرسور ، دارای محفظه‌میل لنگ محکمی است که پایه‌ای برای یاتاقانهای سه گانه لنگ‌محسوب میشود . محفظه و ـ مجموعه سیلندرها درقسمت فوقانی کمپرسور قرارگرفته و درداخل هرسیلندر ، یک آستر داخلی قابل تعویض نصب گردیده است . قسمتهای متحرک ماشین عبارتنداز : پیستونها دسته پیستونها و میل لنگ یکپارچه با دومیلهٔ لنگ .

سرسیلندر مرحلهٔ اول ، روی مجموعه سیلندرها سوارشده و سرسیلندر مرحله دوم روی سرسیلندر مرحله اول قرارگرفته است و هرکدام از سرسیلندرها دارای سوپاپ های مکش و تخلیه مخصوص بخود میباشند . یک پمپ دنده‌ای بامحرک زنجیری ، علاوه بر تامین روغن مورد نیاز یاتاقانهای اصلی ، از طریق مجراهای دریل شده درمیل لنگ ، روغنکاری هردو یاتاقان دسته پیستون رانیز بعهده دارد .آب خنک کننده‌از طریق یک پمپ مستقل یاازطریق سیستم موجود برای سایرماشین آلات موتورخانه تامین میگردد . آب از محفظه سیلندرها که شامل خنک کننده های هردومرحله است عبورنموده و سپس وارد سرسیلندر ـ های مرحله اول و دوم میشود . یک شیر اطمینان آب پوسته (شکل ۲ ـ ۷) ، ازبالارفتن فشار آب در سرد کننده که ممکن است منجر به ترکیدن لوله های سرد کننده و فرار هوای متراکم گردد ، جلوگیری میکند . شیرهای اطمینان نیز در لوله های خروجی هوای ـ مرحله اول و دوم‌نصب شده‌اند که با ۱۰% اضافه فشار عمل مینماید (فشار اضافی را از سیستم تخلیه میکنند) . یک فیوز ذوب شونده پس از سرد کنندهٔ مرحلهٔ دوم نصب شده تادمای هوای خروجی رامحدود نموده و بدین ترتیب لوله ها و مخازن هوارادر برابر حرارت زیاد حفاظت کند .

چند شیر تخلیه نیز روی کمپرسور نصب شده است تا با بازشدن آنها ماشین از هوا تخلیه گردیده و از تولید هوای متراکم جلوگیری بعمل آید . هنگام استارت ، کمپرسور هوا بایستی از هواتخلیه شده باشد .



شکل (۷/۲) شیر اطمینان آب پوسته

این عمل علاوه برکاهش دادن گشتاور استارت دستگاه ، موجب بیرون راندن هرگونه رطوبت جمع شده درسیستم نیز میگردد . حضور رطوبت (قطرات آب) درسیستم ،روی روغنکاری موتور تاثیر سوء گذاشته و موجب تشکیل مخلوطی از ذرات ریز آب و روغن در روی سطح داخلی لوله ها میشود که ممکن است باعث آتش سوزی یا انفجار گردد .

با استارت موتور کمپرسور ، افزایش سرعت آن ، بالارفتن صحیح فشار روغن رانیز باید تحت نظارت مستقیم قرارداد . شیرهای تخلیه مرحله اول و سپس مرحله دوم را بسته و سپس ماشین شروع به کارکردن خواهد کرد . برای ثابت نشان دادن فشار ، شیرهای درجه فشار راباید تنظیم نمود . درصورت وجود شیرهای تخلیه دستی (غیراتوماتیک) آنهارا باید کمی بازنمود تارطوبت موجود درسردکننده تخلیه گردد . آب سرد کنندهٔ ورودی را باید چک نموده و همچنین پس از گذشت مدتی از کارکرد دستگاه از درجه حرارت آن نیز باید بازدید بعمل آید .

بمنظور متوقف کردن کمپرسور ، ابتدائا " شیرهای تخلیه مرحله اول و دوم خنک کننده راباید باز کرده واین اجازه راداد تادستگاه بمدت ۲ الی ۳ دقیقه بدون بار کارکند

(بدون انجام عمل تراکم) . این کارکرد چند دقیقه‌ای بدون بار ، موجب میگردد تا دستگاه عاری از هرگونه رطوبت گردد . پس از آن میتوان کمپرسوررامتوقف کرد ولی شیر های تخلیه رانباید از حالت بار خارج نمود . اگر قراراست دستگاه برای مدت طولانی بلا ـ استفاده باشد آب سردکننده رابايد از دستگاه جدا نمود .

عملکرد خودکار کمپرسورها بسیارمتداول است و تنها نیاز به نصب چند دستگاه اضافی میباشد . یک وسیله تخلیه خودکار باید روی دستگاه نصب شده باشد تاازاستارت بدون بار کمپرسور اطمینان حاصل شود و بمحض رسیدن بسرعت کاری ، شروع به تولید هوای متراکم نماید .

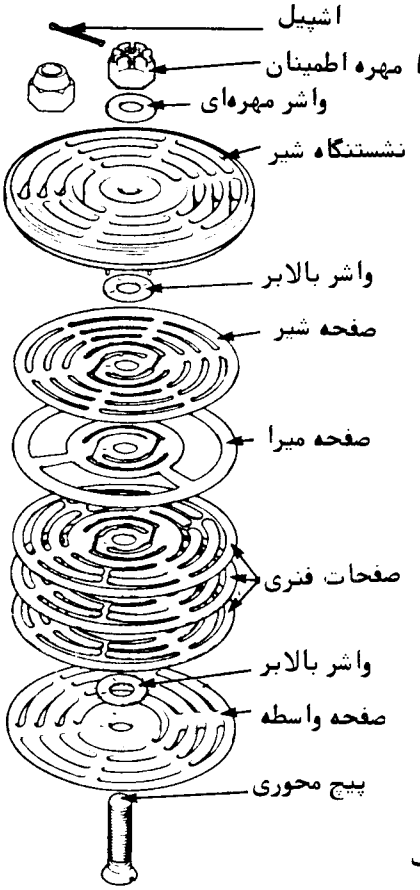
روشهای مختلفی جهت تخلیه خودکار میتواند مورد استفاده قرارگیرد اما درطرح ـ های دریائی یا از مکانیزمی استفاده میشود که درآن ، صفحات سوپاپ مکش رادرنشستگاه هایشان نگه میدارد و یایک گذرفرعی راجهت‌تخلیه هوای‌مکش بکارمیبرد . شیرهای تخلیه خودکار رابمنظورخارج نمودن رطوبت (قطرات آب) ازسردکننده های کمپرسور نصب ـ مینمایند . یک شیر یکطرفه نیز معمولا " درنزدیکترین محل به سوپاپ تخلیه کمپرسور نصب میشود تااز بازگشت هوا جلوگیری بعمل آورد .نصب این قطعه درجائیکه تخلیه خودکار ـ نصب شده باشد ضروری است .

سیستم هوای فشرده برای استارت موتوردیزلی درفصل دوم مورد بحث قرارگرفته است . سیستم هوا بمنظور کنترل بااستفاده از ابزارآلات ، از نظرمحتوی رطوبت و روغن باید تابع ضوابط خاصی باشد . ازیک کمپرسور مخصوص بدون روغن میتوان جهت تهیه هوای کنترل استفاده نموده و یاهوای تهیه شده از یک کمپرسور معمولی رامورد عملیات پاکسازی قرارداد . دراینگونه عملیات پاکسازی ، هوارا از فیلتر عبورداده و خشک میکنند تا آن رااز وجود روغن ، قطرات آب و ناخالصی های آتمسفر پاک نمایند .

تعمیر ونگهداری شامل بازدیدها و تعمیرات کلی یک ماشین رفت و برگشتی معمولی میگردد:مانند،بازدیداز مقدار روغن محفظه میل لنگ ، سیستم آب خنک کننده ، درجه حرارتها و فشارهای کاری و غیره .....

دربرنامه تعمیر و نگهداری کمپرسورهوا ، کار روی سوپاپهای مکش و تخلیه هر مرحله‌بیشتر- ین وقت رابخود اختصاص میدهد . این سوپاپها خودکار بوده و برای‌انجام کار ، احتیاج به مقدار کمی اختلاف فشار دارند .

بدلیل تعدّد باز وبسته شدن سوپاپهای مذکور ، ممکن است نیاز به روکش دادن — نشستنگاه سوپاپها شود . گرم شدن بیش از حد ، استفاده از روغن نامناسب برای لغزنده- سازی و روغنکاری یاوجـود ناخالصی ها ، ممکن است منجر به چسبندگی یاخوردگی سطوح گردد . درشکل (۳ــ ۷) صفحات واسطه مختلف ، صفحات فنری ، صفحات و نشستنگاه سوپاپها که اجزاء متشکله سوپاپ مکش یا سوپاپ تخلیه هستند ، نشان داده شده اند .



شکل (۷/۳) شیر اتوماتیک

سوپاپها باید باز شده و تمام قطعات رابا دقت تمیز کرده و مورد آزمایش قرار داد . هرقطعه فرسوده باید تعویض گردد و قبل از مونتاژ مجدد ، صفحه و نشستنگاه سوپاپ بطور مجزا و روی یک سطح صاف صیقل داده شوند تا از آب بندی آنها اطمینان حاصل شود .

مبدل های گرمائی

بطورکلی مبدلهای‌گرمائی در کشتی ، خنک کننده هائی هستند که درآنها یک مایع ـ داغ توسط‌آب دریا خنک میشود . درمواردی نیز نیاز به‌گرم کردن یک مایع میباشد ؛ بطـور مثال،در گرم کننده های سوخت و گرم کننده های آب دریا ، برای تمیز کردن مخازن وغیره.

اگرچه چگالنده اصلی درکشتی بخاری و دستگاه تقطیر آب ، مبدل های گرمائی هستند، ولی بطورجداگانه مورد بررسی قرارگرفته اند ، (به فصل پنجم رجوع شود) .

باجریان یافتن دو مایع مختلف در دوسمت سطوح مختلف لوله ها ، تبادل گرمایشی انجام میگیرد . گرما از طریق سطوح هادی از مایع داغ به مایع سرد انتقال می یابدو حرارت دیواره های هادی ، متوسط حرارت دو مایع میباشد . درمبدل های‌گرمائی دریائی غالبـا " دو مایع در خلاف جهت یکدیگر جریان می یابند که به حرکت مخالف یا متقابل موسوم ـ است . درچنین نظم وترتیبی یک اختلاف درجه حرارت تقریبا " ثابت بین دو مایع برقرار شده و درنتیجه حداکثر انتقال حرارت درسطوح موجود صورت خواهد گرفت .

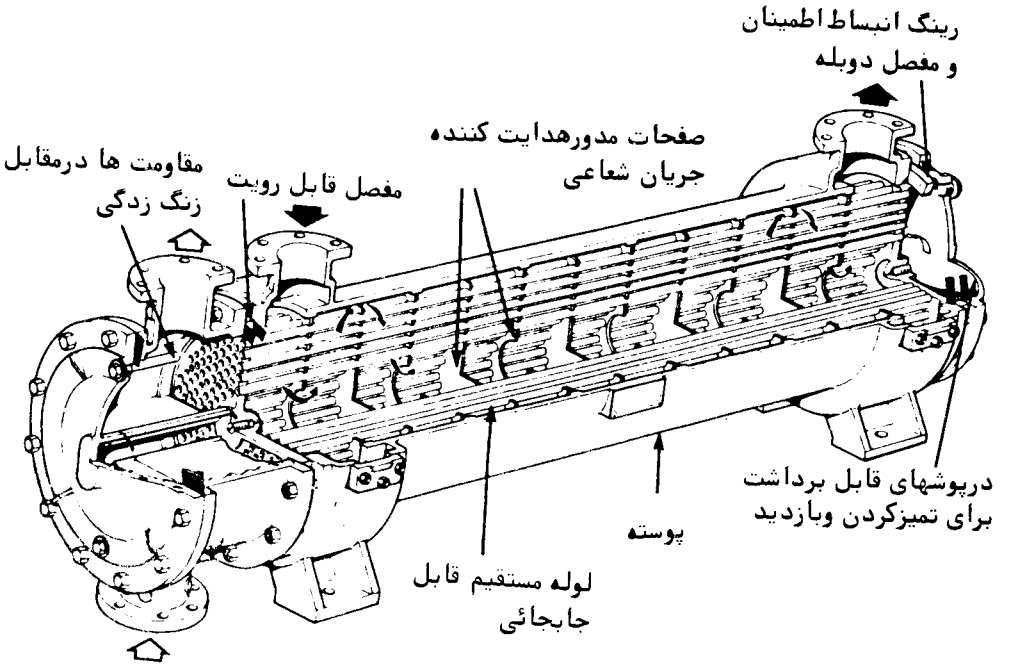
خنک کننده ها

خنک کننده های دریائی به دو گروه : بشکه‌ای و صفحه‌ای تقسیم میشوند که ذیـلا " هردونوع رامورد بررسی قرارمیدهیم .

خنک کننده های بشکه‌ای

درطرح سردکننده بشکه‌ای ، یک دسته یا مجموعه‌ای از لوله هادرداخل یک پوسته قرار

میگیرند ، شکل (۴ ــ ۷) . صفحات انتهائی در دوسرپوسته بطورآب بندی قرار دارند . پیش بینی های لازمه دریکی از آنها جهت انبساط خنک کننده بعمل آمده است . لوله ها بطور آببندی درصفحات انتهائی استقرار یافته و مجرائی راجهت عبور مایع سرد کننده ــ بوجود میآورند . جعبه های آب ، صفحات لوله ها رادربرگرفته و پوسته رامی بندند . ــ جعبه های آب برای عبور یک مرحله‌ای یا دومرحله‌ای (شکل ۴ ــ ۷) آب خنک کننده طراحی میگردند . دسته لوله ها مجهز به صفحاتی میباشند تامایعی راکه قراراست سردشود درجهت های بالا و پائین و درطول خنک کننده هدایت نماید . طرق اتصال لوله هـــا به صفحات انتهائی متفاوت است .



شکل (۷/۴) مبدل حرارتی بشکه‌ای

درطرف ثابت ، واشرهای آب بندی بین هردوطرف لوله ها ، بشکه و درپوش هـــای انتهائی نصب شده اند . طرف دیگر ، صفحه برای حرکت انبساطی ، آزادی عمل داشته و این درحالی است که مواد آب بندی اطراف رُینگ انبساط را احاطه کرده است .

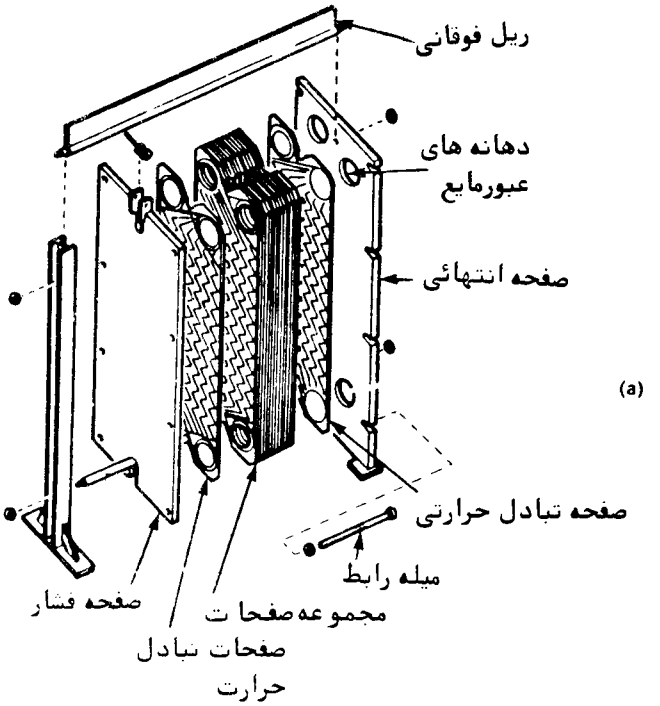
درصورت چکه کردن مایعات‌از مواد آببندی ، مایعات از خنک کن به بیرون ســرایت نموده و قابل رویت خواهند بود و درنتیجه امکان اختلاط و آلودگی پیش نخواهد آمد .

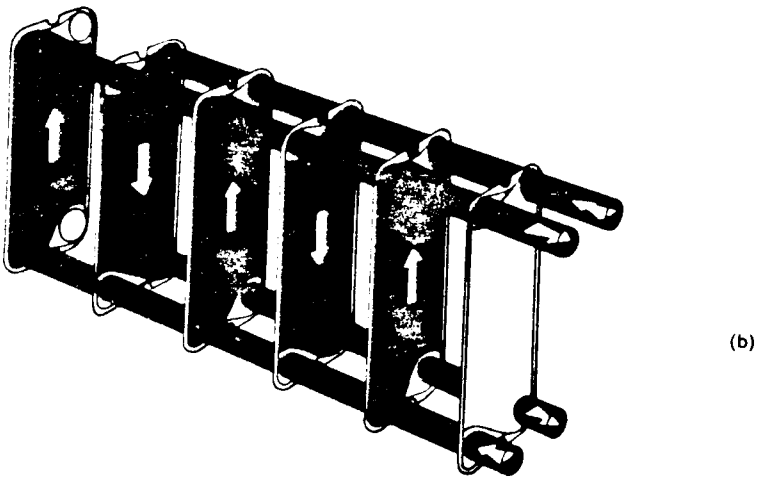
خنک کننده های صفحه ای

مبدل های گرمائی صفحه‌ای از یکسری صفحات پرسی تشکیل شده اند که بوسیله مواد آب بندی احاطه گردیده و توسط یک قاب دریک مجموعه نگهداشته میشوند ، شکـــــل (a ۵ـ۷) انشعابات ورودی و خروجی برای هرمایع به یک صفحه انتهائی وصـــل شده است . آب بندها ، بین صفحّات بشکلی قرارگرفته اند تا مجراهائیکه برای آب خنک کننده و آب داغ بوجود بیاورند ، شکل (b ۵ـ۷) . صفحات دارای طرحهای مختلف یاچین خوردگی هائی است تاانتقال گرماراتسهیل نموده ، همچنین پایه نگهدارنده‌ای ـ برای سطوح مسطح بزرگ تشکیل دهد . درهریک از نقاط انشعاب یک آب بند دوبله بایک سوراخ تخلیه بمنظور آشکار شدن نشتی و جلوگیری از اختلاط یا آلودگی تعبیه گردیـــده است .

طـرز کار سرد کننده هـا

کنترل درجه حرارت سردکننده ها معمولا" با تنظیم شیر خروجی مایع سردکننده ـ انجام میشود . با باز نگهداشتن شیر ورودی ، وجود یک فشار ثابت درسردکننده تضمیـن میگردد . رعایت این نکته در رابطه باسرد کننده آب دریا حائز اهمیت است زیرا تقلیـل فشار باعث ورود هوابه مایع شده و به تجمع هوا درفضای داخلی سردکننده منجر میگردد .





شکل (۷/۵) مبدل حرارتی صفحه‌ای (الف) ساختمان (ب) طرزکار

برجای ماندن هوا در سردکننده تاثیر سوئی در راندمان دستگاه خواهد داشت . هوا- کش هائی در بالاترین نقاط سرد کننده قرار گرفته اند که میبایست در ابتدای پرکردن سرد کننده از مایع ، بازشده و پس از آن نیز هرچند وقت یکبار مجددا " باز گردند . بانصب عمودی سرد کننده تک مرحله‌ای ، تخلیه هوا بطورخودکار انجام خواهد گرفت .

با قراردادن رو به پائینِ انشعاب ورودی آب سرد کننده و رو به بالای شاخه خروجی، موجب تخلیه خودکار هوا درخنک کننده هائیکه بصورت افقی نصب شده اند میگردد . در- پوش های تخلیه نیز در پائین ترین نقطه سرد کننده نصب شده است .

تعمیر و نگهداری

لازمه عمل رضایت بخش سردکننده ، تمیز بودن صفحات انتقال حرارت میباشد .در صورتیکه عامل سرد کننده ، آب دریا باشد . مشکل اصلی رشد فضولات دریائی بر روی - صفحات خواهد بود . این فضولات بصورت گیاهان و حیوانات دریائی در روی صفحاتی که با آب دریا درتماس اند ، رشد خواهند کرد .

در مورد سرد کننده های بشکه‌ای ، بمنظور دسترسی پیداکردن به لوله ها و تمیز - کردن آنها نیاز به بازکردن درپوشهای انتهائی است . معمولا " توسط سازندگانِ سردکننده ها ، ابزارهای مخصوصی برای تمیز کردن لوله ها دراختیار گذاشته میشود . بدین ترتیب پوسته های انتهائی را نیز میتوان تمیز کرد .

نشت کردن لوله ها میتوانددرنتیجه زنگ زدگی باشد ،برای بازدید و تشخیص نشتی، آب سرد کننده رابسته و مایع سرد شونده رادر پوسته به گردش در آورده و پوسته های انتهائی را نیز در میآورند . نفوذ مایعات به داخل لوله ها مبین نشتی است . همچنین با وارد کردن رنگ فلوئورسنت درمایع طرف پوسته ، میتوان به وجود نشتی پی برد زیرا نفوذ هرگونه مایع در لوله ها رامیتوان با نور ماوراء بنفش آزمایش کرده و رنگ سبز روشن ، حاکی از نشتی خواهد بود .

انتهای لوله هائی راکه چک میکند میتوان موقتا " مسدود کرده و یا چنین لوله هائی را ـ بیرون آورده و با لوله های نو جایگزین نمود .

وجود نشتی درسردکننده های صفحه‌ای ، مسئله حادتری رابوجود میآورد . بـرای پیدا کردن نقطه نشت ، صفحات را بایستی با چشم مورد بازرسی قرارداد . اتصالات بین صفحات در خلال کار و یادرزمان جمع کردن دستگاه،پس از تعمیرات ، میتوانند مسئله‌ساز باشند .

اگر قرار باشد که سرد کننده ها برای مدت زمان طولانی مانند زمان بازرسی فنی و ـ تـعمیرات کلی بلااستفاده بمانند ، آنها رابایستی از آب دریا تخلیه نموده و سپس با آب شیرین شستشو داده و یا تنها یک بار آب شیرین راازآنها عبور داد و آنگاه آنهارا خشک نموده تابرای زمان کاری آماده باشد .

گـرم کننده هـا

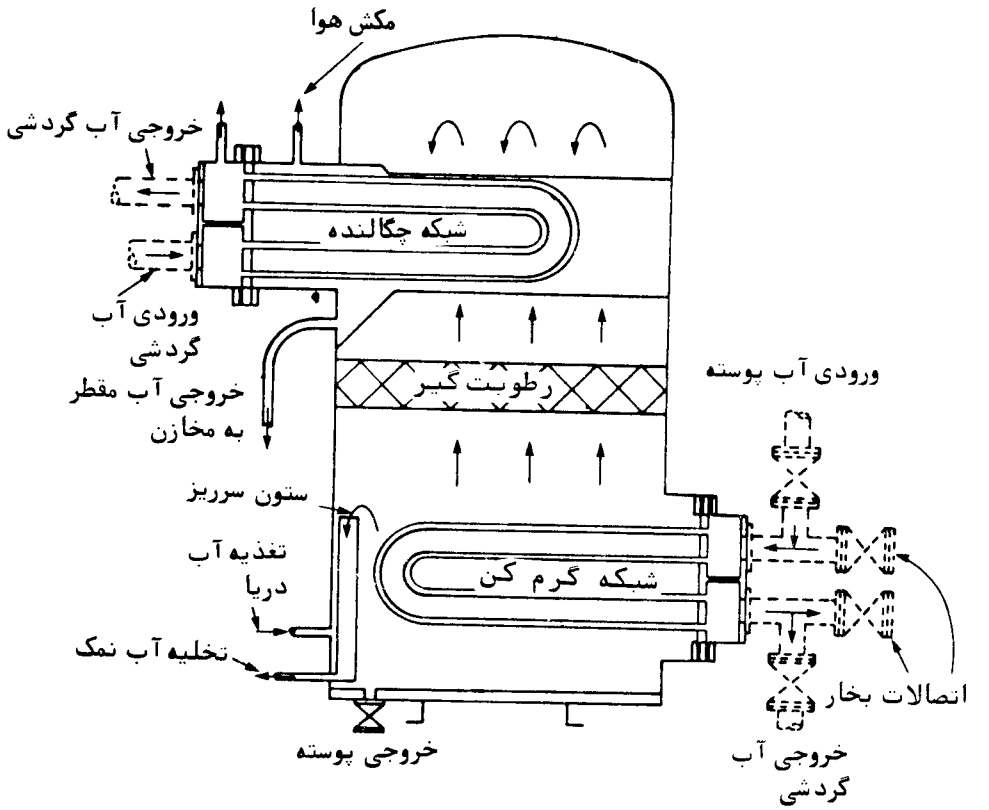
گرم کننده ها ، مانند گرم کننده هائیکه برای سوخت سنگین بکارمیرود ، از نوع بشکه ای بوده و ساختمان آنها همانند سردکننده ها میباشد . عامل گرم کننده دراکثر موارد ـ بخار تقطیر شده است .

سیستم های تقطیر آب

تقطیر عبارتست از تولید آب خالص از آب دریا که بوسیله تبخیر آب و تبدیل مجدد بخار به آب حاصل میگردد . آب خالص ، با تبخیر آب دریا بوسیله بجوش آوردن یابوسیله تبخیر آنی تهیه میشود . درجریان این تبخیر ، حدود ۳۲۰۰۰ قسمت مواد ناخالص حـل شده در آب دریا ، به یک یا دو قسمت ناخالصی تقلیل مییابد . دستگاهی که مورد استفاده قرار میگیرد " دستگاه تقطیر " نامیده میشود ، اگر چه به آن " آب مقطر ساز " نیـز اطلاق میگردد .

روش بجوش آوردن

با استفاده از انرژی موجود در لوله های گرم کننده و با تقلیل فشار درمحفظه تبخیر کننده ، آب دریا رامیتوان درحدود ۶۰ درجه سانتیگراد بجوش آورد .برای تهیه آب دریای مورد استفاده دردستگاه تقطیر ، ابتدا آب دریا رادر چگالنده بگردش در آورده و سپس قسمتی از خروجی آن را بعنوان تغذیه دستگاه تقطیر ، وارد محفظه تقطیر مینمایند شکل (۶ – ۷) .



شکل (۷/۶) تبخیر کننده ازنوع حرارت زیاد

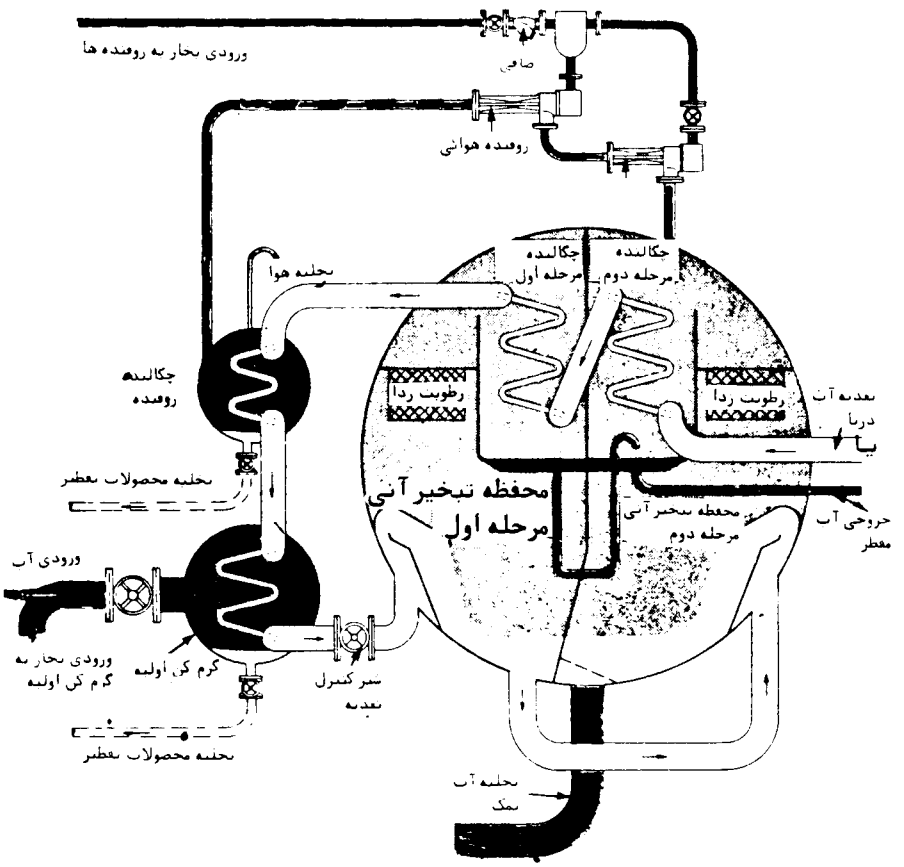
آب داغ پوسته موتور دیزلی (آبی که بعنوان سرد کننده پوسته موتور دیزلی بکارمیرود ،پس از جذب گرمای موتور ، دارای انرژی گرمائی میشود) و یابخار ، از شبکه گرم کن عبـــــور نموده و بعلت کاهش فشار در محفظه دستگاه تقطیر ، آب دریا بجوش میآید .بخار تولیـــد شده بسمت بالارفته و درمسیر خود از یک جداکننده که از آب و بخار عبورمیکند و درآنجـا قطرات آب خودراازدست میدهد . درقسمت تبدیل بخار به آب ، بخارتبدیل به آب‌خالص میشود که این آب بوسیله پمپ تقطیر به بیرون مکیده میشود . آب شور وارده به دســتگاه ، توسط یک کنترل کننده جریان ، تنظیم و کنترل شده و تقریبا " نصف آب تغذیه تبخیـــر ـ میگردد . باقیمانده آب مذکور بطورمدام از روی یک صفحه مشبک عبورکرده و باخـــود،آب نمکهای اضافی را به بیرون هدایت مینماید . یک روفنده مشترک آب نمک و هوا ، باعـــث بیرون کشیده شدن آب نمک و هوا از دستگاه تقطیر میگردد .

روش تبخیر آنی

هرگاه‌مایعی بامقدار قابل ملاحظه انرژی گرمائی و تحت فشار معین وارد محفظه‌ای گردد که در فشار کمتری قراردارد ، تبخیر آنی مایع بوقوع می پیوندد . مایع بدون آنکه ازمرحـله جوشیدن عبورنماید ، بلافاصله تبدیل به بخار میشود . باتوجه به مقدار گرمای موجود در ـ مایع ، فشار آب و فشارمحفظه ، طراحی سیستم بطریقی است که‌نسبت تبخیر مطلوبی‌رابوجود آورد . تبخیر دربیش ازیک مرحله میتواند صورت گیرد ، بدین ترتیب که مایع راازمحفظه‌های متوالی که بترتیب از فشار آنها کاسته میگردد ، عبورمیدهند .

یک دستگاه تبخیر آنی دو مرحله‌ای درشکل (۷ ـ ۷) نشان داده شده است . پمپ ـ تغذیه ، آب دریا رااز داخل چگالنده بخارها و یک دستگاه پیش گرمائی گردش میدهد . سپس آب دریای گرم شده وارد محفظه تبخیر آنی مرحله اول میشود که درآنجا مقداری از این آب ـ فورا " تبخیر میگردد . همزمان با بالارفتن بخار ، یک جداکننده بخار و آب ، قطرات آب ـ موجود در بخار راجدانموده و بخارخالص درچگالنده مرحله اول تبدیل به آب میشود .

آب دریای گرم شده ، وارد محفظه تبخیر آنی مرحله دوم که درفشار کمتری است میشود و مقدار بیشتری از آن فورا " تبدیل به بخار میشود . این بخار نیز ازجداکننده‌بخار و آب،عبورکرده و پس از تقطیر ، بهمراه آب تولید شده درمرحله اول ، توسط پمپ تقطیر به بیرون پمپاژ میشود .



شکل (۷/۷) تبخیر کننده آنی دو مرحله‌ای

روفنده هوائی دومرحله‌ای بمنظورحفظ خلاء صحیح درمحفظه تبخیر آنی و خارج نمودن گازهای محلول آزاد شده بابخار استفاده شده است .

آب دریای تغلیظ شده (آب نمک) باقیمانده ، درمحفظه مرحله دوم ، توسط پمپ نمک به بیرون پمپاژ میشود . دستگاه پیش گرمایشی ، بخاررابرای گرم کردن آب دریابکار میبرد و قسمت اعظم گرمای نهان (درونی) بخارهای آنی به آب دریا ، که از داخل چگالنده عبورمیکند ، منتقل میگردد . یک روفنده هوا نیز ضمن حفظ فشار تقلیل یافتهٔ محفظه تقطیر ، گازهای آزاد شده از آب دریا را نیز از محفظه خارج مینماید .

تعمیر و نگهداری

درزمان کار دستگاه تقطیر ، رسوب ، روی سطوح گرمایشی تشکیل خواهدشد . مقدار تشکل رسوب بستگی به درجه حرارت کاری دستگاه ، مقدار جریان آب و چگالی آب نمک دارد .

باتجمع رسوبات ، گرمای بیشتری برای تولید مقدار معین آب خالص مورد نیازخواهد بود و یا چنانچه مقدار گرما ثابت باشد مقدار آب کمتری تولید خواهدشد .

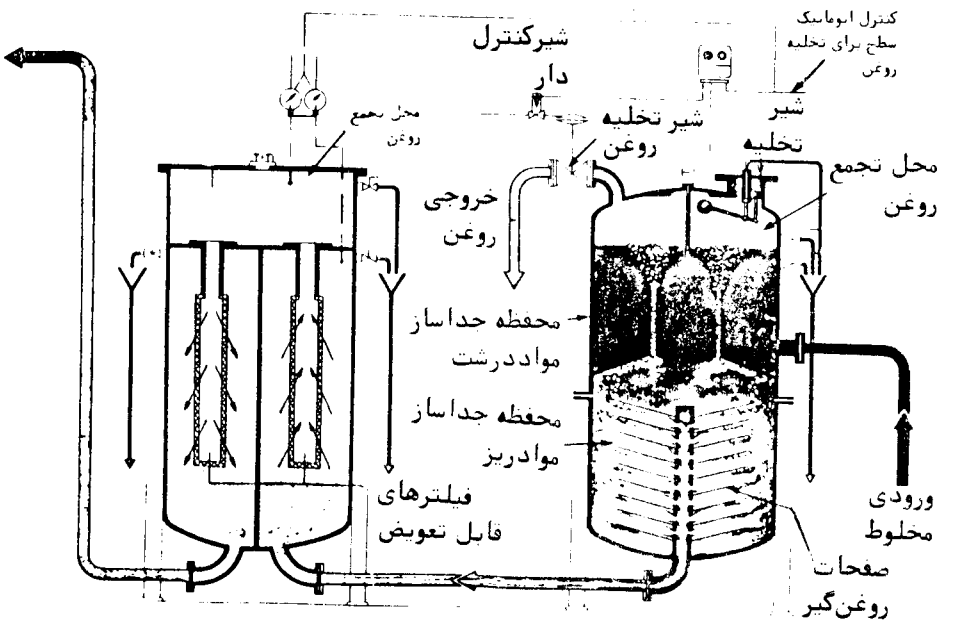
در روش سرمایشی ، جداره های لوله ها رابسرعت و متناوبا " گرم و سپس سرد میکنند و بااین روش در سیستمهائیکه از مکانیزم جوش آوردن آب استفاده میشود ، میتوان مقدار رسوبات راکاهش داد . با تمام این پیشگیریها ، نهایتا " دستگاه رامیبایست متوقف نموده و رسوبات را باعوامل شیمیائی و یابطور دستی از سیستم جدا نمود .

جداکننده آب و روغن (دستگاه تصفیه ضایعات سوختی و روغنی)

دستگاه تصفیه مایعات سوختی و روغنی برای جلوگیری از ارسال مایعات آلوده به مواد روغنی به بیرون از کشتی ، درهنگام پمپاژ خن موتورخانه ، مخازن سوخت و روغن وغیره . . میباشد . مقررات بین المللی در رابطه با جلوگیری از آلودگی محیط دریاها ، بتدریج از ـ شدت عمل بیشتری برخوردار گردیده و پیوسته حدمجاز مواد روغنی موجوددرآب راکاهش داده است .درآینده نزدیک ، آب قابل تخلیه از کشتی ، به آبی اطلاق خواهد گردید که

فقط ۱۵ قسمت روغن دریک میلیون قسمت آب داشته باشد . دستگاه جداکننده آب و روغن با استفاده از مکانیزم شغلی ، فقط میتواند مخلوط آب و روغن را تاحد ۱۰۰ قسمت روغن درمیلیون تصفیه کند و درنتیجه بایستی در ارتباط بایکنوع صافی بکار گرفته شود . باتوجه به اندازه یک کشتی ، قانون تخلیه ۱۵ یا ۱۰۰ قسمت روغن درمیلیون حاکم خواهد بوددر صورتیکه درجه خلوص ۱۰۰ قسمت روغن درمیلیون مجاز باشد ، میتوان از این دستگاه جداکننده بتنهائی استفاده نمود .

یک مجموعه کامل جداکننده آب و روغن و صافی (فیلتر) برای تامین ۱۵ قسمت در میلیون ، درشکل (۸ ــ ۷) نشان داده شده است . کل واحد ابتدائا " با آب شیرین (آب خالص) پرشده و سپس مخلوط آب و روغن از طریق یک لوله ورودی به محفظه جدا کننده بادقت عمل کم وارد میشود .



شکل (۷/۸) دستگاه جداکننده (تصفیه) آب و روغن

دراینجا به دلیل چگالی کمتر ،مقداری از روغن ، از آب جداشده و بسوی منطقه ـ تجمع روغن بالا میرود . باقیمانده مخلوط آب و روغن ، روبه پائین و بطرف قسمت جـــدا کننده‌ایکه از دقت عمل بیشتری برخوردار است ، حرکت نموده و ازمیان صفحات روغن گیـر به آهستگی عبورمیکند . همزمان باحرکت مخلوط ، در زیر این صفحات مقدار بیشتری روغن از مخلوط جداشده و روبه بیرون حرکت مینماید تا زمانیکه بتواند روبه بالا و بطرف منطقـه تجمع روغن راه یابد . تقریبا " آب بدون روغن وارد لوله مرکزی شده و از واحد جداکننده به بیرون هدایت خواهد شد . درجه خلوص آب دراین مرحله حدود ۱۰۰ قسمت روغن در میلیون یاکمتر میباشد . یک شیر کنترل خودکار این امکان رابه روغن جداشده میدهد تاوارد یک مخزن ذخیره گردد . هوا از واحدمذکور توسط یک شیر هواکش خارج میشود . بسته بنوع روغن بکار رفته ، کوئل های گرم شده بخاری یا الکتریکی درقسمت بالا و بعضی اوقات در ـ قسمت پائین دستگاه نصب میشوند .

اگرخلوص بیشتری مورد نیاز باشد ، آب تقریبا " بدون روغن ، وارد یک واحد صـافی (فیلتر) دومرحله‌ای شده و روغن بدست آمده وارد یک منطقه تجمع روغن میگردد . مرحله اول ، علاوه برجداکردن ناخالصی های فیزیکی موجود ، به ارتقاء درجه خلوص محلول نیـز کمک مینماید . مرحله دوم ، صافی بسیار حساس تری است و روغن زدائی نهائی راانجـــام میدهد . واژه " دلمه شدن " عبارتست از شکست کشش سطحی موجود بین قطرات روغـن درمخلوط آب و روغن ، که منجر به الحاق قطرات روغن و تجمع آنها درقطعات بزرگ میشود. روغن ازمحفظه تجمع و بطریق دستی (با بازکردن یک شیر دستی) بنابه‌نیاز و معمولا " یک بار درهفته تخلیه میگردد . غشاهای فیلتر نیاز به تعویض ادواری دارند و عمرمفید آنهـــا بستگی به شرایط کاری دستگاه دارد .

طبق جدیدترین مقررات وضع شده ، درصورتیکه درجه خلوص آب موردنیاز ۱۰۰ ـ قسمت روغن درمیلیون باشد ، یک واحد کنترل کننده باید مقادیر را بطور پیوسته ضبطنماید. چنانچه درجه خلوص ۱۵ قسمت درمیلیون مورد نیاز باشد ، بایستی از یک زنگ (آژیـر) استفاده شود تادرصورتیکه روغن خروجی از ۱۵ قسمت بیشتر شد ، زنگ به صدادرآمده و ـ مسئول موتورخانه درجریان قرارگیرد .

استحاله فاضلاب

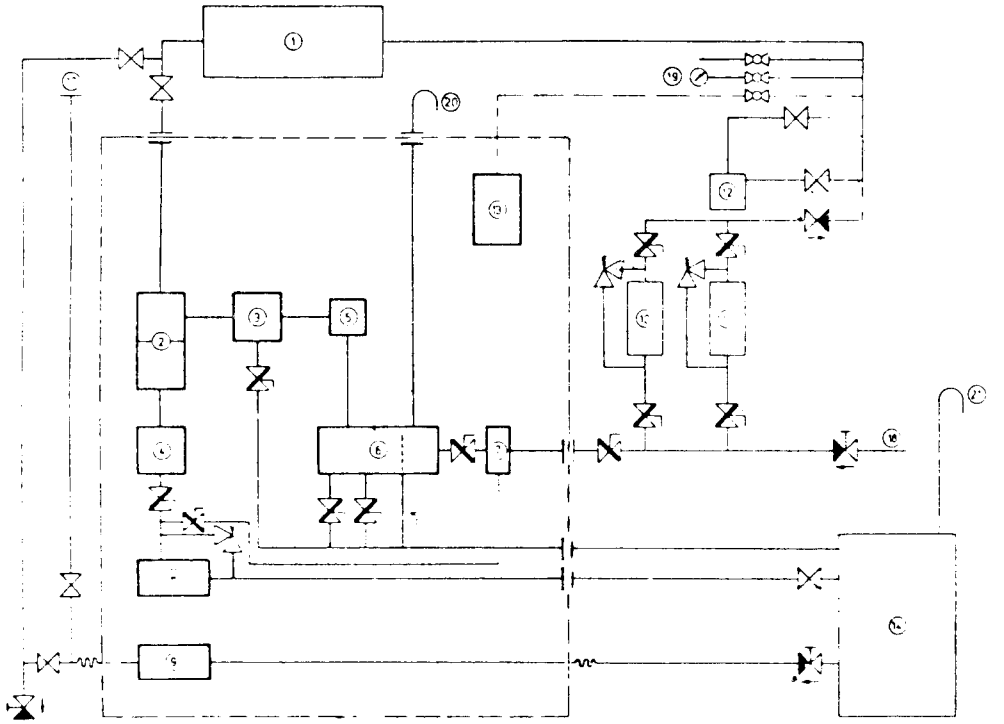
تخلیه فاضلابی که عملیات استحاله روی آن انجام نگردیده باشددرآبهای کنترل شده یا ساحلی طبق قانون ممنوع میباشد . قوانین و مقررات بین المللی حاکی برعدم تخلیه فاضلاب درفاصله معینی از خشکی است . درنتیجه بمنظور تطبیق بابعضی استانداردهاکلیه کشتی های جدید بایستی مجهز به دستگاه استحاله فاضلاب باشند .

فاضلاب قبل از استحاله ، بشکل مواد معلق بد منظره‌ای است . فاضلاب ، برای شکسته شدن طبیعی باید اکسیژن جذب کند . درصورت وجود بیش از حد فاضلاب ، محتوی اکسیژن آب به میزانی تقلیل خواهد یافت که منجر به مرگ ماهیها و گیاهان خواهد شد .بوی تند و زننده فاضلاب نتیجه باکتریهائی است که گاز سولفورهیدروژن تولید میکنند . یک باکتری مخصوص بنام " ئی ـ کالیفورم " ، در روده‌ٔ انسان زیست میکند که در فاضلاب نیز یافت میشود . شمارش ئی ـ کالی یک نمونهٔ آب ، معیاری برمقدار فاضلاب موجود در آب است .

دو طرح کلی دردستگاههای تصفیه فاضلاب وجوددارد که از روشهای شیمیائی بابیو ـ لوژیکی استفاده میکنند . روش شیمیائی اساسا " برمبنای یک مخزن ذخیره است که مواد جامد رابطور موقت در خود جمع کرده تا درمکانهای مجاز و یادرتاسیسات فاضلاب بندری تخلیه‌نماید . در روش بیولوژیکی ، فاضلاب رابه کیفیتی استحاله مینمایند تا برای تخلیه در دریا مناسب باشد .

استحاله شیمیائی فاضلاب

این سیستم ، فاضلاب جمع شده راتقلیل داده و پس از عملیات استحاله،آن را ذخیره نموده تادرمحدوده‌ای که منعی وجود ندارد از کشتی تخلیه شود (امکانا " دردریاهای آزاد). درصورت وجود امکانات بندری ، فاضلاب نگهداری شده را میتوان به آن شبکه متصل نمود .



۱ ـ توالت ها
۲ ـ دیوارهای تقسیم
۳ ـ مخازن مایع جداشده
۴ ـ مخازن جامدات جداشده
۵ ـ سینی قرص
۶ ـ مخزن استحاله
۷ ـ فیلتر خودتمیز کن
۸ ـ پمپ سایشی
۹ ـ پمپ مواد جامد
۱۰ ـ پمپ بهداشتی
۱۱ ـ پمپ بهداشتی
۱۲ ـ اکومولاتور
۱۳ ـ تابلو کنترل
۱۴ ـ مخزن مواد جامد
۱۵ ـ سرریز
۱۶ ـ تخلیه به خارج کشتی
۱۷ ـ تخلیه از عرشه به تاسیسات ساحلی
۱۸ ـ تغذیه آب شستشوی خارجی
۱۹ ـ فشار سنج
۲۰ ـ تخلیه هوای مخزن استحاله
۲۱ ـ تخلیه هوای مخزن جامدات

شیر کشوئی
شیر پروانه‌ای
شیر یکطرفه
شیر فلکه پیچی یکطرفه
شیر تقلیل فشار

شکل (۷/۹) سیستم استحاله شیمیائی فاضلاب

درنتیجه ، چنین سیستمی بایستی در محدوده‌ای که کشتی نمیتواند فاضلاب راتخلیه کند ، آن راجمع و انبار کند . درصورت اجازه مقررات ، باتخلیه آب دستشوئی ها ، چاهها و دوش ها مستقیما " به بیرون از کشتی ، میتوان محتوی فاضلاب راتقلیل داد . آب دست ـ شوئی‌هاپس از آنکه تحت عملیات شیمیائی قرارگرفتند بعنوان آب سیفون توالت،دوباره مصرف میشود .مایع مذکور بایستی با کیفیتی تحت عملیات شیمیائی قرارگیرد که بو و رنگ قابل قبولی داشته باشد .

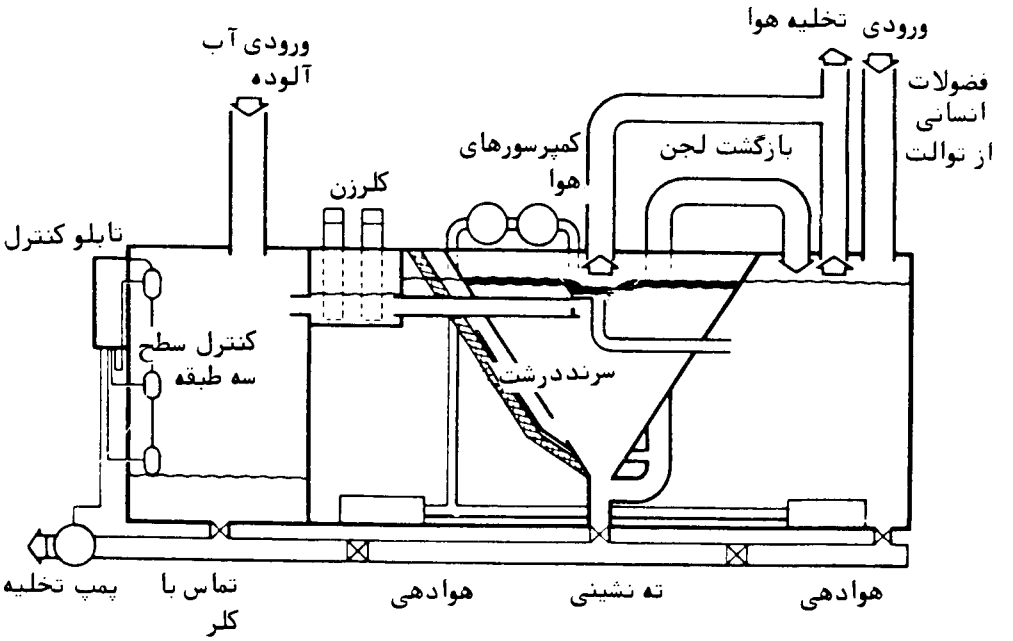
دیاگرام خطی یک دستگاه استحاله فاضلاب در شکل (۹ ـ ۷) نشان داده شده است. مواد شیمیائی مختلف بمنظور زائل کردن رنگ و بو ، درنقاط معینی به دستگاه اضافه‌میگردند. از همین تکنیک برای شکستن قطعات جامد و میکرب زدائی استفاده میشود . ازیک خرد کن بمنظور تجربه فیزیکی و تسهیل درتجزیه شیمیائی استفاده میشود . مواد جامد در مخزن ته نشین و انبارمیگردد تا بالاخره به مخزن نهائی تخلیه شوند .مایعات نیز برای سیفونهای توالت دوباره به گردش درخواهند آمد .

آزمایشهای روزانه‌ای بمنظور تعیین مقادیر مواد شیمیائی تزریق شده میبایست انجام گردد . این عمل برای جلوگیری از انتشار بوهای زننده مواد شیمیائی ، همچنین برای جلوگیری از رنگ زدگی های ناشی از درجه بالای قلیائی صورت میپذیرد .

استحاله بیولوژیکی فاضلاب

سیستم بیولوژیکی با استفاده از باکتری ها فاضلاب راکاملا " تجزیه مینمایند بطوریکه تخلیه آن در آبها اشکالی بوجود نیاورد . عمل ممتد هوا رسانی ، محیطی را ایجاد میکند ، که باکتریهای طالب اکسیژن در آن تکثیر شده و شروع به هضم فاضلاب مینمایند و درجریان این عمل ، آن راتبدیل به لجن میکنند . باکتریهای طالب اکسیژن بنام "هوازیان" معروف هستند .

دستگاه استحاله دارای مخزنی باسه قسمت مجزای آب بندی شده است که عبارتند از: قسمت هوارسانی ، قسمت ته نشینی و قسمت تماس باکلر ، شکل (۱۰ – ۷)



شکل (۷/۱۰) سیستم استحاله فاضلاب بیولوژیکی

فاضلاب که خوراک باکتریهای هوازی و موجودات ریز آلی است ، وارد قسمت هوارسانی میشود که با پمپاژ هوای آتمسفر بداخل این محفظه به زندگی و تکثیر این موجودات کمک شایانی میگردد .فاضلاب سپس وارد قسمت ته نشینی میشود و لجن های فعال به ته مخزن

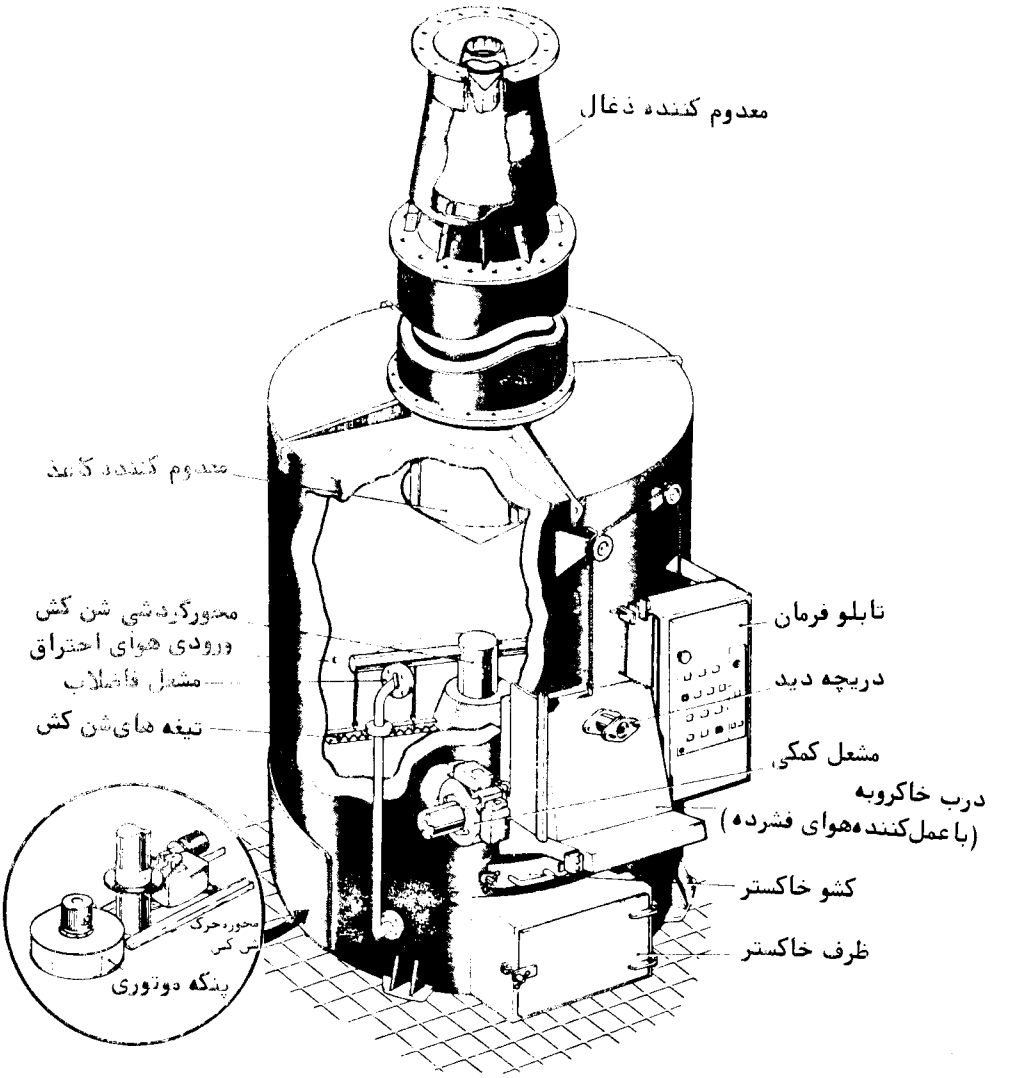
ته نشین میشوند . مایع ، وارد قسمت کلرزنی شده و پس از اینکه تمام باکتریهای باقیمانده دراین واحد کشته شدند از آنجا تخلیه میشود . کلربصورت قرص در قسمت کلرزنی قـــرار میگیرد و پس از اتمام آنها ، میبایست باقرصهای جدید جایگزین گردند . لجن های فـعال درمخزن ته نشینی مرتبا " گردش کرده و افزایش میبابند و درنتیجه هردوياسه ماه یکبارباید قسمتی از آن راتخلیه نمود . لجن های حاصله رافقط درخارج از محدوده کنترل شده بایستی تخلیه نمود .

دستگاه سوزاننده ضایعات

قوانین بازدارنده ، دررابطه با آلودگی محیط دریاها ، تخلیه آبهای تصفیه نشده ، فاضلاب و ضایعات روغنی و لجن رامحدود و دربعضی موارد کاملا " ممنوع اعلام نموده است . بمنظور تبعیت از وضعیت ممنوعیت تخلیه میبایست از دستگاه سوزاننده ضایعات سوختی ، ــ روغنی و غیره . . . استفاده نمود . وقتیکه این روش در رابطه باسیستم فاضلاب ، همچنیـن بادستگاه سوزاننده لجن های روغنی بکارگرفته شود ، دستگاه تشکیل یک مجموعه کامل دفـع ضایعات را خواهد داد .

یکی از انواع دستگاههای سوزاننده ضایعات درشکل (۱۱ ــ ۷) نشان داده شده است. محفظه احتراق یک سیلندر (استوانه) عمودی است که مواد نسوزآستر داخلی آن راتشـکیل میدهند . یک مشعل‌مازوت سوز بمنظور اشتعال ضایعات و لجن های روغنی نصب گردیده و ــ مشعل مجهز به یک ترموستات برای به حداقل رساندن مصرف سوخت میباشد .یک مشعل لجن سوز نیز برای انهدام لجن های فاضلاب ، آب و روغن نصب میشود که به همراه مشعل فرعـی کارمیکند . هوای‌احتراق که توسط یک دمنده هوای جبری تامین میشود ، از دریچه های مماسی پایه ، بصورت"گردابی"بسمت بالا به جریان میافتد . یک بازوی گردنده ، ضمن تسریع درعمل احتراق ، موجب میگردد تا خاکسترها و سایر مواد نسوز باقی مانده درمحفظه احتراق ، وارد ــ یک مخزن خاکستر شود . درب ورودی ضایعات به سیستمی مجهز است که با بازشدن آن‌دمنده و مشعل نیز متوقف میگردند .

مواد جامد که معمولا" درکیسه هائی قراردارند ، دریک سیکل خودکارمیسوزند . — مایعات ضایعاتی نیز درمخزنی انبار شده و پس از گرم شدن بسوی محفظه سوخت لجن ، پمپاژ میشوندکه درآنجا دریک سیکل خودکارخواهند سوخت . پس از انجام عملیـــات، جعبه خاکسترها رامیتوان از کشتی تخلیه کرد .



شکل (۷/۱۱) دستگاه سوزاننده ضایعات

فصل ۸

سوخت، روغن و عملیات بهسازی آنها

درحال حاضر نفت خام متداولترین سوخت برای مصارف دریائی است . اگرچه مراحل ساخت سوختهای مصنوعی درحال تکمیل شدن است ، اما احتمالا" این نوع سوخت برای رانش کشتی بسیار گران خواهد بود . مصرف سوخت جامد مانند ذغال سنگ دربعضی از سفرهای تجاری خاص ، با اندک اقبال مجددی مواجه‌گردیده است ، ولیکن بنظرمیرسد که انواع تولیدات پالایش شده نفت خام همچنان بعنوان مهمترین سوخت دریائی باقی خواهند ماند .

عمل پالایش نفت خام عبارتست از جداسازی اجزاء مختلف آن بوسیله گرم کردن و ـ تقطیر و کاربرد سوختهای گروه پارافینی درتوربین گازی ، سوختهای گازوئیلی درموتورهای دیزلی سرعت زیاد و متوسط ، سوختهای سنگین درموتورهای سرعت کم و دربعضی موتورهای سرعت متوسط . پارافین و گازوئیل بنام عناصر تقطیر معروفند که میتوانند آزادانه جریان پیدا کرده براحتی انبارشده و بدون عملیات بهسازی اضافی ، بکاربرده شوند . اما سوختهای سنگین ، دردرجه حرارتها عادی دارای غلظت زیاد بوده و دراصطلاح ضخیم هستند و لذا قبل از استفاده ، احتیاج به گرم شدن دارند . بسته به نوع کاربرد ، عملیات بهسازی‌اضافی بمنظور جداسازی مواد شیمیائی مضر و یا سولفورها روی تمام یاقسمتی از محصولات پالایش

شده انجام میگیرد . درانتها ، اختلاط و امتزاج انواع مختلف سوخت بمنظور تولیدانواع سوختهای تجاری و برای مصارف مختلف انجام میگردد .

سوخت ها

سوختها دارای خواص مختلفی هستند که کاربرد آنها راتعیین نموده واین خواص در مشخصات ارائه شده سوخت‌منعکس میگردد . چگالی یا چگالی نسبی طبق تعریف عبارتست از نسبت وزن ، حجم معینی از سوخت ، به وزن هم حجم آب،که دریک دمای ثابت اندازه گیری شود . غلظت یا ویسکوزیته مقاومتی رادرمقابل حرکت بوجود میآورد . درنتیجه برای به جریان افتادن سوخت غلیظ ، نیاز به گرمایش میباشد . اندازه گیری غلظت بادستگاه ـ های ردوود Red wood ، سی بولت Saybolt یا انگلر Engler بوسیله اندازه گیری زمان عبور یک حجم معین سوخت انجام میشود .

کیفیت اشتعال یک سوخت بوسیله تاخیر زمان بین تزریق و احتراق سوخت تعیین ـ میشود که برای یک احتراق کنترل شده صحیح ، این زمان باید کوتاه باشد . کیفیت اشتعال بصورت " عدد سی تان " Cetane ، " اندیس دیزل " و " اندیس محاسبه شدهٔ سی تان " بیان میشود ، هرچه مقدار آن بیشتر باشد ، سوخت از کیفیت اشتعال بیشتری برخوردار است .

نقطه اشتعال عددی است که مبین حداکثر دمای مجاز (ایمن) سوختهای انبارشده است . به کمک آزمایش ، درجه حرارتی راکه درآن بخارات متصاعده از سوخت رابتوان با اعمال شعله محترق نمود ، بدست میآید . دو عدد امکان پذیر است : اول : " نقطه اشتعال باز " برای گرم کردن درهوای باز و دیگر " نقطه اشتعال بسته " برای مواردیکه سوخت رادرحالیکه درپوشی روی آن است حرارت میدهند .

خواص سوخت دردرجه حرارتهای پائین برحسب نقطه ریزش و"نقطه ابری" بیان میشود . نقطهٔ ریزش کمی بالاتراز درجه حرارتی است که سوخت تحت وزن خود روان میشود . این پائین ترین درجه حرارتی است که درآن میتوان سوخت رابراحتی جابجا کرد .

درنقطهٔ ابری ، رگه های انجماد درسوخت پدیدار میگردد . درزیر نقطهٔ ابری ، انسداد لوله ها و فیلترها ممکن است اتفاق بیافتد .

خاصیت تشکیل بقایای کربنی سوخت (دوده) معمولا" به روش کنـــــــرادسون Conradson اندازه گیری میشود . احتراق کنترل شده یک نمونه سوخت ، مقدار کـــربن موجود و سایر بقایارامشخص مینماید . محتوای سولفور سوخت بسیار مهم است ، زیرا ــ سولفور عامل فرسودگی موتورشناخته شده است . حداکثر مقدار مجاز سولفورکه برحسب در صد وزنی اظهار میگردد معمولا" درمشخصات سوخت آورده میشود .

ارزش حرارتی سوخت ، مقدار انرژی گرمائی است که درزمان احتراق سوخت آزاد ــ میشود . دراین رابطه دو واحد بکار میرودکه کمیت متداولتر این دو " ارزش حـــرارتـی بالاتر " است که انرژی گرمائی حاصله از احتراق میباشد . " ارزش حرارتی پائین تـــر " نشانگر مقدار انرژی گرمائی دردسترس است . این مقدار شامل انرژی گرمائی انتقال یـافته به بخار در زمان احتراق نمیباشد ، بلکه انرژی به هدررفته در اگزوز است . اندازه گیـری مربوطه توسط " آزمایش بطری گرماسنج " انجام میگردد و روش بکاررفته ، احتراق یـــک نمونه کوچک سوخت در شرایط کنترل شده میباشد .

خواص مختلف سوخت ، اثرات متفاوتی روی کار آیی موتور ، ذخیره سازی آن وملزومات سیستم دارد . اختلاط سوختها و مواد افزونی نیز روی کارکرد موتور و سیستم تاثیر خواهـد گذاشت .

غلظت روی پمپهای تزریقی سوخت از نوع ضربه‌ای و کارسوخت پاش تاثیر میگذارد ،زیرا محیط کاری ، سوخت مایع میباشد . مکانیزم پمپ توسط سوخت روغنکاری میشود که در صورت پائین بودن غلظت منجر به فرسودگی پمپ میشود .

هنگامیکه پائین ترین درجه حرارت کاری سیستم مد نظر باشد ، پارامترهای نقطه ابـری و نقطهٔ ریزش از اهمیت برخوردار میگردند . حضور رگه های انجماد (دراثر نقطه ابـــری) درفیلتر و خطوط سوخت ، موجب انسداد آنها گشته و ممکن است باعث محدود شدن جریـان سوخت به موتور گردد .

عدد سی تان یا اندیس دیزل ، تعیین کننده تنظیم زمانی تزریق است ، همچنین روی صداهای ناشی از احتراق و تولید دوده سیاه رنگ تاثیر خواهد گذاشت . بمنظور رساندن سوخت با غلظت صحیح به سوخت پاشها یا مشعل ، حرارت درسیستم سوخت باید بتدریج افزایش یابد . تمیزی سیستم نیز بسیار مهم است زیرا باعث تقلیل فرسودگی در بسیاری از قسمتهای حساس درتجهیزات تزریق سوخت که با تلرانس بالائی ماشین کاری شده اند میگردد . توجه مستمربه صافیها و تمیز بودن سیستم درکل ، ضروری میباشد. مواد افزونی نیز بمنظورهای مختلف به سوخت اضافه میگردد ؛ بطورمثال ، جهت از بین بردن رنگ از روی سطوح فلزی ، کاهش فرسودگی و جلوگیری از زنگ زدگی .

روغن های موتور

روغن ها یکی از محصولات پالایش شده نفت خام هستند . خواص مختلف و موردنیاز در روغنها ، درنتیجه ترکیب کردن آنها بایکدیگر و اضافه کردن مواد افزونی تامین میگردد. خواص فیزیکی و شیمیائی روغن بوسیله افزودنی ها تغییر می یابد که عبارتنداز : باز – دارنده اکسیداسیون ، تقلیل دهنده فرسودگی ، متفرق کننده و پاک کننده . خواص مهم لغزنده سازی آنها ، ذیلا " مورد بررسی قرارمیگیرند :

موضوع غلظت

دررابطه باسوخت قبلا " توضیح داده شد ، اما یکی از مهمترین خواص روغن موتور نیز غلظت میباشد . اندیس غلظت از پارامترهای دیگری است که بکار برده میشود وعبارتست از: نسبت تغییرات غلظت دررابطه باحرارت

مقدار اسید موجوددرروغن

مقدار اسید موجوددرروغن نیز باید تحت نظارت قرارگیرد تاازصدمه دیدن ماشین آلات جلوگیری بعمل آید . برای واحد اندازه گیری عدد خنثی رابکارمیبرند .

مقاومت در برابر اکسیداسیون روغن نیز توسط عدد خنثی اندازه گیری میشود ، درصورتیکه روغن، بیش از حد اکسیده شود باید از مصرف چنین روغنی صرفنظر کرد .

میل به تشکیل دوده (کربن)

روغن نیز بایستی شناخته شده باشد ، مخصوصا " برای روغنهائی که درمعرض گرما هستند . آزمایش باقیمانده دوده (کربن) معمولا " بمنظورتعیین درصد آن انجام میشود.

جذب و دفع آب در مورد روغنها

جذب و دفع آب درمورد روغنها ، به قابلیت اختلاط روغن با آب گفته میشود که سپس در یکدستگاه گریزازمرکز ، آب رامیتوان آزاد کرد . این خاصیت به میل روغن به تشکیل لجن نیز مربوط میشود .

بازدارندگی از زنگ زدگی

بقابلیت روغن درحفاظت سطوحی که بامخلوط روغن و آب درتماسند گفته میشود ، این ویژگی درجائی حائز اهمیت است که خطر آلودگی روغن توسط نشت آب شیرین یا آب نمک وجود داشته باشد .

روغنهای مدرن باید قادر بانجام وظائف متعددی باشند . این خواص باترکیب واضافه نمودن مواد افزودنی میسر میگردد . روغن بایستی از تماس فلز بافلز جلوگیری بعمل آورده و اصطکاک و فرسودگی رادرقطعات متحرک کاهش دهد . روغن باید پایدار بوده و چون درمعرض حرارتهای زیاد قرارمیگیرد ، بطورمثال زمانیکه بعنوان سردکننده استفاده میشود ، نباید ملکولهایش شکسته شده و کربن (دوده) آزاد نماید . هرگونه آلودگی مانند محصولات اسیدی احتراق ، باید توسط مواد افزودنی قلیائی خنثی گردد ، هرگونه تجمع دوده روی سطوح باید با افزودن مواد پاک کننده شسته شده و توسط مواد پخش کننده بحالت تعلیق درآید . روغن باید قادر به جذب آب و سپس دفع آن درخلال اعمال تصفیه باشد ، ولی درعین حال قطعات

فلزی را نیز در برابر زنگ زدگی حفاظت کند .

برای انواع مختلف موتورها وسایر دستگاهها ، روغنهای مختلفی تجویز میشود تا نیازهای موردی آنها برآورده گردد .

روغن موتور برای موتورهای پیستون خرطومی باید علاوه بر روغنکاری سیلندر ، محفظه میل لنگ راهم روغنکاری کند . درنتیجه مقداری از محصولات احتراق وارد روغن شده و باعث افزایش درجه اسیدی روغن و جذب دوده خواهد شد . روغن علاوه بروظیفه لغزنده سازی باید قادر به خنثی کردن اسیدها و جذب دوده ها باشد .

روغن توربین ، علاوه بر لغزنده سازی قطعات متحرک باید قادر به انتقال مقدار قابل ملاحظه‌ای گرما از یاتاقانها نیز باشد . بدین لحاظ نیازبه روغن پایداری است که در حرارت زیاد ملکولهای آن شکسته نشده و یاتشکیل دوده ندهد . درصورتیکه روغن برای جعبه دنده (گیربکس) مورد نیاز باشد احتیاج به بعضی مواد افزودنی ، جهت تحمل فشارهای زیاد میباشد تابه نگهداری فیلم روغن کمک نماید . تماس روغن با آب بصورت بخار، غیرقابل اجتناب است و درنتیجه دارابودن خاصیت جذب و دفع آب از ضروریات است .

موتورهای سرعت کم دیزلی دارای سیستمهای روغنکاری جداگانه‌ای برای سیلندر و محفظه میل لنگ میباشند . روغن سیلندر باید محصولات اسیدی احتراق راخنثی کرده و هم چنین دارای خواص پاک کنندگی خوبی باشد تابتواند سطوح فلزات راتمیز نگه دارد . روغن مخصوص محفظه میل لنگ (کارتر) ، یکی از انواع روغنهای پاک کننده چند منظوره ، یا باز دارندهٔ زنگ زدگی و اکسیداسیون میباشد . دراینمورد دارابودن ویژگیهای قوی " جذب و دفع آب " و " ضد زنگ " مورد نیاز است . روغن کارتر ، ازنوع بازدارنده ، علاوه بر دو ویژگی مذکور ، دارای خاصیت مقاومت دربرابر اکسیداسیون نیز میباشد .روغن باخاصیت‌پاک کننده یاروغن چند منظوره ، جهت خنک کردن پیستون و یادرجائیکه امکان آلودگی روغن توسط محصول احتراق وجودداشته باشد ، بسیارمناسب است .

بهسازی روغن

روغن و سوخت ، هردو قبل از آنکه وارد موتور شوند احتیاج به عملیات بهسازی ـ دارند . این عملیات شامل انبارساختن ، گرم کردن بمنظورجداسازی آب موجوددر آنها، عبورآنها از فیلترهای درشت و ریز جهت جداسازی ذرات جامد و بالاخره عبورآنها از ـ دستگاه گریزازمرکز (سانتریفیوژ) میباشد .

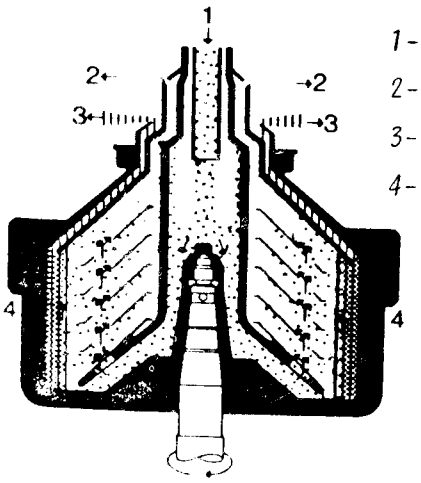
دستگاه تصفیه از نوع گریزازمرکز برای جداسازی دومایع مختلف ، مانند آب و روغن و یاجداسازی یک مایع و جامدات همراه آن ، بکارمیرود . دستگاه سانتریفیوژ ، علاوه بـر تسریع درعمل جداسازی ، بعنوان یک پروسه پیوسته نیز میتواند بکار گرفته شود . اگر عمل سانتریفیوژ برای جداسازی دومایع بکار رود ، دستگاه مزبوربنام " خالص کننده " شناخته میشود و چنانچه دستگاه مذکور برای جداسازی ناخالصیها و مقادیر کم آب از روغن بکار ـ رود ، بنام " تصفیه کننده " موسوم میگردد .

جداسازی ناخالصی ها و آب از سوخت ، امری ضروری برای یک احتراق خوب بحساب میآید . همچنین جداسازی ناخالصی های مضر از روغن موتور ، اقدامی درجهت تقلیـــل فرسایش و جلوگیری از خرابیهای احتمالی درموتوراست ؛ بنابراین،تصفیه کلیه روغنها و ـ سوختها بغیراز روغنهای بسیارخـــالص و تمیز ، یک ضرورت اجتناب ناپذیر است .

سانتریفیوژ کردن

دستگاه گریزازمرکز ، از یک موتوربرقی که موجب چرخش یک محورعمودی است و در ـ بالای آن یک مجموعهٔ کاسه‌ای شکل قرارگرفته است ، تشکیل میشود . یک قاب بیرونی‌مجموعه کاسه‌ای شکل رادربرگرفته و حاوی اتصالات مختلف تغذیه و تخلیه (خروجی) میباشد .کاسه میتواند بایک مجموعه یکپارچه باشد که دراینصورت لجنهای جداشده رادرخودنگهداشته وبه صورت منقطع عمل میکند ویاطرح آن بطریقی است که قسمت فوقانی و تحتانی آن قابـــــل انطباق بوده و دستگاه گریزازمرکز میتواندبصورت پیوسته ودرحین کارلجنهاراتخلیه کند .

روغن کثیف وارد قسمت مرکزی کاسه شده و پس از بالارفتن از میان یک مجموعه ـ دیسک ، از قسمت بالای دستگاه خارج میشود ، شکل (۱ ـ ۸) .



1- تغذیه
2- تصفیه شده
3- آب جدا شده
4- لجن

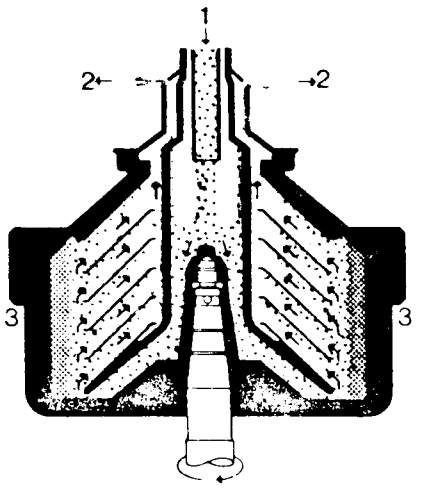
شکل (۸/۱) نظم وترتیب کاسه خالص کننده

عمل خالص سازی PURIFYING

جداسازی دومایع مانند روغن و آب بوسیله دستگاه گریز از مرکز ، منجر به تشکیل یک جداره مشترک استوانه‌ای بین دو مایع میگردد . محل قرارگیری این جداره‌مشترک ، جهت کارکرد صحیح دستگاه گریز ازمرکز از اهمیت خاصی برخوردار است . تنظیم یاعمل استقرار جداره مشترک بااستفاده از " رینگهای (حلقه‌های) سد کننده " یا " دیسکهای ثقلی " که دردهانه تخلیه دستگاه گریزازمرکز قرارمیگیرند انجام میشود . رینگهای مختلف القطری جهت غلظت های مختلف روغن ، برای هردستگاه وجوددارد . بعنوان یک قاعده کلی ، بزرگترین حلقه‌ایکه باعث شکسته شدن آب بندی دستگاه نشود را باید بکارگرفت .

عمل جداسازی (تصفیه) CLARIFYING

عمل تمیز نمودن روغن که عاری ویاتنها حاوی مقدارکمی آب است ، درکاسه یـــک ـ دستگاه جداکننده (تصفیه) انجام میگیرد و ناخالصیها و آب در پیرامون کاسه جمع خواهند شد . دستگاه جداکننده فقط یک خروجی دارد ، شکل (۲ ــ ۸). بدلیل عدم تشکیل‌جداره مشترک ، دیگرنیازی به دیسک ثقلی نیست . درنتیجه کاسه باقرارگرفتن تحت حداکثرنیروی گریزازمرکز ، بیشترین بازدهی جداسازی راهواهد داشت .



۱ ــ تغذیه
۲ ــ تصفیه شده
۳ ــ آب جداشده

شکل (۸/۲) نظم وترتیب کاسه جداکننده (تصفیه)

دیسک های کاسه‌ای شکل

هرکدام از کاسه های دستگاه خالص سازی و دستگاه تصفیه ، بارویهم قرارگرفتن‌تعدادی دیسکهای مخروطی تشکیل شده است . تعداد این دیسکها ممکن است تا ۱۵۰ عدد برســد و بوسیله یک فضای کم از همدیگر جدامیشوند . جداسازی ناخالصی ها و آب از روغن ازمیـــان

همین دیسک ها انجام میشود . یک سری سوراخهای هم‌تراز در نزدیکی لبه بیرونی کاسه ، اجازه ورود روغن رابه دستگاه میدهند . عمل نیروی گریز از مرکز باعث میشود تاترکیبات سبک تر (روغن تمیز) بطرف مرکز جریان پیداکرده و آب و سایر ناخالصی ها بطرف‌بیرون حرکت نمایند . آب و ناخالصی ها یک ترکیب لجن گونه‌ای راتشکیل میدهند که درامتداد زیرین دیسکها و بطرف محیط خارجی کاسه حرکت میکنند .

کار غیـر ممتد

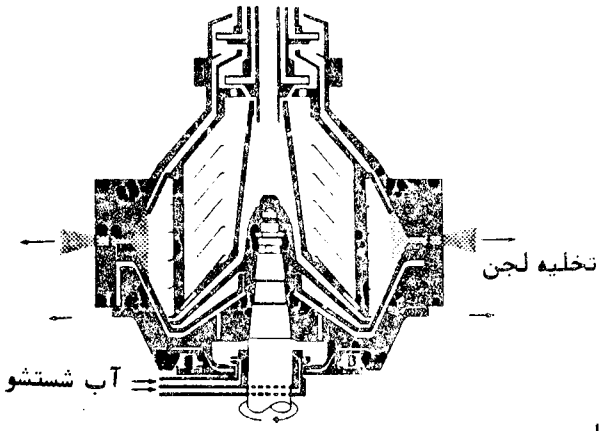
انواعی از دستگاههای گریزازمرکز برای کارکوتاه مدت طراحی میشوندکه پس از مدتـــی باید برای تمیزکردن خاموش گردند . پس از تمیزکردن وخارج نمودن لجن ها از داخـــــل کاسه ، دستگاه مجددا" مورد استفاده قرارمیگیرد . دوطرح مختلف برای این منظور بکارگرفته میشود که عبارتنداز : یک کاسهٔ طویل کم عرض ، و دیگری یک کاسه کوتاه عریض .

دستگاه مجهز به کاسه کم عرض ، باید پس از کارکرد کوتاهتری تمیز شود وبرای تمیـــز کردن کاسه نیز احتیاج به بازکردن کامل دستگاه میباشد . ولی تمیز کردن این دستگاه بـــه واسطه عدم وجود مجموعه دیسکها ، بمراتب آسانتر است . دستگاه کاسه عریض رامیتـــوان بدون بازکردن و درمحل خود تمیز نمود ، گرچه بخاطر وجوددیسکهای مخروطی شکل ، تمیز کردن آن با دشواری بیشتری انجام میگردد .

کـارممتـد

طراحی دستگاههای گریزازمرکز مدرن باکاسه عریض ، امکانات کارممتد و طولانی رابـر آورده مینماید . بدین منظور از یک مکانیزم تزریقی که عمل تخلیه رادرفواصل زمان بنـــدی شده منظم انجام میدهد ، استفاده میشود . با ادامه (جداسازی) دستگاه ، لجن هادر ـ پیرامون کاسه جمع میشود . پروسه زمان بندی عمل تزریق بترتیبی است که قبل از آنکه تجمع رسوبات روی کار دستگاه تاثیر سوء بگذارند .آنها رابه بیرون تخلیه مینماید . برای شـــروع

عمل تزریق ابتدا تغذیه روغن را به دستگاه قطع کرده و روغن باقیمانده درکاسه را با فشار آب تخلیه میکنند . سپس آب به یکدستگاه هیدرولیک واقع درته کاسه ، تغذیه شده تا موجب باز شدن تعدادی شیرهای فنردار گردد . این آب ورودی موجب حرکت روبه پائین کف کشوئی و درنتیجه بازشدن دهانه های خروجی آن ، که درمحیط کاسه واقع شده اند ، میشود . ــ لجن ها توسط نیروی گریز از مرکز از این دریچه ها خارج میشوند (شکل ۳ ــ ۸) . سپس بمنظور بالابردن مجدد کف کاسه و بسته شدن دهانه های خروجی ، از فشار آب استفاده میگردد . با تغذیه آب به کاسه ، " آب بندی مایعی دستگاه " که برای عمل جداسازی مورد نیاز است تشکیل شده ، سپس تغذیه روغن بازشده و عمل جداسازی ادامه مییابد .



شکل (۸/۳) تخلیه لجن

سیکل کامل تزریق بیش از چند ثانیه بطول نمی انجامد و عمل گریز ازمرکز برای جدا سازی ناخالصی ها بدون وقفه ادامه خواهد یافت . کاسه های مختلفی برای تخلیه انواع لجنها طراحی شده اند،مانند تخلیه کامل ، تخلیه نیمه کامل کنترل شده ، و غیره . . . . . باتخلیه نیمه کامل کنترل شده ، تغذیه روغن قطع نمیگردد ولی تمام لجن ها،تخلیه شده و بدین ترتیب درعمل جداسازی وقفه‌ای بوجود نمی آید . علیرغم روش اتخاذ گردیده‌در ــ سیستم‌گریز از مرکز، تجهیزات آنرامیتوان بطریقی انتخاب نمودکه عمل تخلیه بوسیله‌دستی ویابوسیله یک تایمر (تنظیم کننده زمانی) خودکار انجام شود .

تعمیر ونگهداری

صرفنظر از استفاده ویاعدم استفاده از روش تزریقی ، کاسه و مجموعه دیسکها احتیاج به تمیز کردن دارند . باید توجه نمودکه باز کردن کاسه و جداکردن قطعات آن نیاز بابزار مخصوص داشته و نیز توجه داشت که بعضی از پیچها چپ گرد هستند . دستگاه گریزازمرکز یک وسیله کاملا " توازن شده‌ای است که باسرعت بسیار زیاد چرخش میکند . بنابراین کلیه قطعات آن را باید بادقت بسیار جابجا کرد .

سانتریفیوژ کردن روغن موتور (تصفیه روغن موتور)

موتورهای دیزلی

روغن درمسیر عبورخود از داخل موتوردیزلی توسط ذرات حاصل از فرسایش قطعات محصولات احتراق و آب آلوده خواهدشد . زمانی که از دستگاه گریز از مرکز بعنوان خالص کننده استفاده شود ، بطورپیوسته این ناخالصیها رااز روغن جدا میکند .

عبور حجم متناسبی ازروغن از دستگاه تصفیه ، بمعنای گرانقیمت و پرهزینه بودن دستگاه میباشد . بنابراین از یک سیستم انشعابی استفاده میشود که درآن از پائین ترین قسمتهای حوضچه روغن و بدوراز دهانه مکش پمپ ، روغن به بالا کشیده شده و روغن تمیز رادرنزدیکی لولهٔ مکش تحویل میدهد . از آنجائیکه این سیستم میانبر است ، هدف آن بدست آوردن کمترین درجه ناخالصی درکل سیستم میباشد واین بدین معناست که دستگاه درپائین تر ازظرفیت حداکثر خودکار خواهد کرد .

درخلال عمل سانتریفیوژ ، از آب میتوان برای شستشوی روغن استفاده نمود ولی به شرطی که ، سازنده یاعرضه کننده روغن چنین مجوزی را داده باشد . ولی بعضی روغنها دارای پاره‌ای مواد افزودنی محلول درآب هستند که درصورت شستشو ، این مواد از دست خواهند رفت.

مزایای شستشوی با آب عبارتنداز : حل کردن و خارج کردن اسیدها از روغن ، تمیزکردن ناخالصی های جامد و درنتیجه سهولت درامر جداسازی آنها و تجدید پیوسته آب بندی ـ کاسه ، آب شستشو نیز به درجه حرارتی بالاتر از درجه حرارت روغن ، گرم میشود .

روغنهای پاک کننده ، برای تمیز کردن و روغنکاری بکارمیروند و مخصوصا " درموتور های دیزلی خرطومی و موتورهای سرعت کم کاربردویژه‌ای دارند . موادافزودنی روغن های پاک کننده معمولا " محلول بوده و درنتیجه نباید توسط آب شسته شوند .

توربین های بخاری

روغن لغزنده سازی درتوربین بخار ، توسط ناخالصی های موجوددرسیستم واز بخار تقطیر یافته ، آلوده میشود و لذا از روش جداسازی انشعابی برای تمیزکردن روغن استفاده میشود . روغن کثیف از ته حوضچه روغن (کارتر) مکش شده و روغن تمیز به نزدیکی مکش پمپ ، بازگردانده میشود . گرم کردن روغن قبل از عمل سانتریفیوژ ، عمل جداسازی را ـ تسهیل مینماید . شستن روغن با آب درصورتیکه سازنده و یا عرضه کننده روغن اجازه دهد میتواند انجام گیرد .

صافی ها

جداسازی مکانیکی موادجامد از سیستم روغن (روغن و سوخت) بااستفاده ازصافی انجام میگیرد . صافیهای درشت بمنظورجداسازی ذرات بزرگ آلوده کننده بکارمیرود . هردو نوع صافی ، واحدهای " تصفیه کننده جریان کل " میباشند و درهرنوع معمولا " بصورت دوبله نصب میگردند که یکی از آنها بعنوان صافی آماده بکار است .

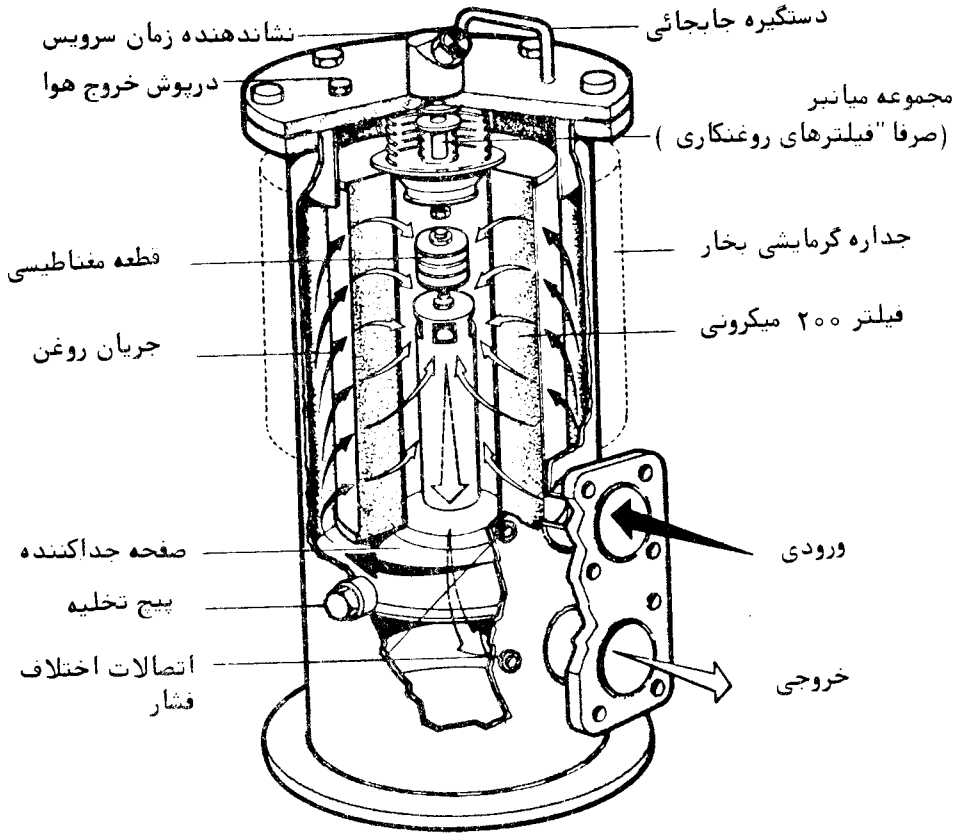
صافیهای درشت معمولا " از یک توری ، یک مجموعه صفحات فلزی بافواصل کم نسبت بیکدیگر یا کلافهای سیمی که عملا " از عبورکلیه‌ذرات بجز ریزترین آنها ممانعت بعمل‌میآورد، تشکیل شده است . صافی درشت معمولا " در طرف مکش پمپ نصب شده و باید بطور منظم

یا زمانیکه اختلاف فشار در دوطرف ورودی و خروجی آن غیر قابل قبول شد ، تمیز شود . ــ وقتی شرایط مکش بحرانی باشد ، صافی درشت درسمت تخلیه (خروجی) پمپ نصب میشود . هنگامیکه کار تمیز کردن یک صافی درجریان است ، صافی دیگررا بااستفاده از شیر های تبدیل یا اهرم ، وارد مدار نموده و گردش روغن ادامه پیداخواهدکرد . ذرات نا ــ خالصی ، روی سطح خارجی توری یاسبد آن جمع شده و بوسیله برس مخصوص یاهوای‌فشرده تمیز میشوند . بمحض خارج کردن یک صافی از سیستم بایستی آن راتمیز کرده و سپس قطعات مربوطه راجمع نمود تابرای استفاده مجدد آماده باشد .

صافی مغناطیسی اغلب در سیستم روغنکاری بکار میرود که درآن یک مغناطیس دائمی مامور جمع آوری کلیه ذرات فلزی گردشی درسیستم میباشد . مغناطیس بوسیله یک قفسه یا سبد احاطه شده تاکار تمیز کردن راآسانتر نماید .

فیلترهای حساس (بسیار ریز) نیز بصورت دوبله نصب شده وبرای گرفتن ناخالصی های بسیار ریز روغن و قبل از آنکه وارد قسمتهای حساس و ماشینکاری شده دستگاه شود ، بکار میرود . این قسمتهای حساس از قبیل سیستم تزریق سوخت ویا یاتاقانهای ماشین های چرخشی (دوار) میباشند . فیلترهای دقیق (ریز) ، واحدهای جریان کل میباشند که تمام روغن تغذیه موتورراتمیز میکنند . لایه های صافی ممکن است از جنس پشم طبیعی یا مصنوعی ، نمد ویاکاغذ باشند . یک نوع فیلترریز نمدی درشکل (۴ ــ ۸) نشان داده شده است . یک صفحه تقسیم فولادی ، ظرف فشار فولادی رابه یک محفظه بالا و یک محفظه پائین تقسیم میکند . روغن کثیف وارد محفظه فوقانی شده و پس از عبوراز لابلای هسته فیلتر ، تصفیه گشته و ازطریق لولهٔ مرکزی و بطرف محفظه زیرین سرازیر میگردد واز آنجا از واحد تصفیه بیرون میرود . یک فیلتر مغناطیسی همانطورکه نشان داده شده است میتوانددرداخل لوله مرکزی قرارگیرد . یک گذرفرعی فنری درشکل نشان داده شده که فقط روغنکاری فیلتر رابعهده داشته و بمنظور حصول اطمینان ازجریان یافتن روغن درصورت انسداد فیلتر بکار میرود . غشای اصلی تصفیه که دراین طرح نشان داده شده است از نوع یکبارمصرف است ، گر چه طرحهائی نیز وجوددارندکه درموقع نیاز میتوان باایجاد یک فشار معکوس و به کمک هوای -

فشرده ، عنصر فیلتری را تمیز نمود . واحد فیلتر نشان داده شده ، یکی از فیلترهـــای دوبله است که میتواند متناوبا " مورد استفاده قرارگیرد .



شکل (۸/۴) فیلتر ریز (حساس)

فصل ۹

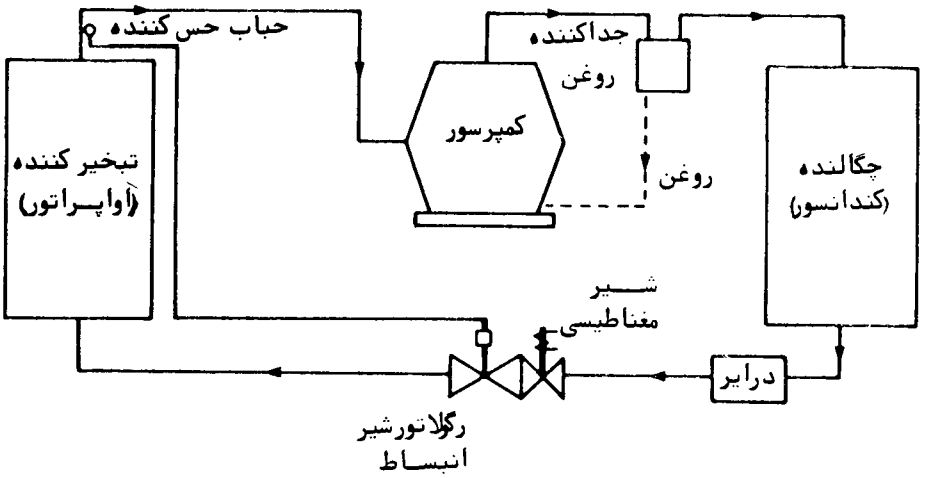
تبرید، تهویه مطبوع و هواکشی

تبرید پروسه‌ای است که درآن درجه حرارت یک فضا یا محتوی آن ، به درجه حرارتی پائین تر از محیط پیرامونش تقلیل می یابد . تهویه مطبوع کنترل درجه حرارت و رطوبت دریک فضا است که همراه باآن گردش ، تصفیه و تازه شدن هوا صورت میگیرد . هواکشی ، عبارتست از : گردش و تازه شدن هوا دریک فضا ، بدون آنکه الزاماً " تغییری در درجه حرارت آن انجام پذیرد . بجز پروسه های ویژه‌ای چون انجماد ماهی ، از هوا بعنوان — واسطه انتقال حرارت استفاده میشود . در نتیجه پنکه ها و کانالهای هوا ، برای تبرید ، تهویه مطبوع و هواکشی بکارمیروند . بنابراین سه پروسه مذکور بهمدیگر مرتبط بوده وهمگی آنها درجهت ایجاد هوای مناسب برای انسان ، ماشین آلات و محموله‌ٔ کشتی میباشند .

تبرید

بمنظور تبرید فضاهای محموله و انبارها ، از مجموعه قطعات و لوازمی جهت انتقال گرمای فضای مورد نظر ، استفاده میشود . گرمای فوق به یک جسم سردتری انتقال می یابد روش تبرید هوا بمنظور تهویه مطبوع نیز از پروسه مشابهی بهره میگیرد .

انتقال گرما دریک سیکل ساده انجام میپذیرد . ابتدا تبخیر کننده ، درجه‌حرارت کمتر مایع سرمازا (مبرد) ، بدنه فضائی راکه باید سرد شود خنک میکند و سپس در ـ چگالنده ، مبرد توسط هوا یا آب خنک میشود . سیستم متداول برای دستگاههای تبرید دریائی ، سیکل‌تراکم بخار است که شمای ساده آن در شکل (۱ ـ ۹) نشان داده شده .



شکل (۱ ـ ۹) سیکل تراکم بخار

کمپرسور ، فشار گاز سرمازا را افزایش داده و درنتیجهٔ آن ، گاز داغ میشود . این‌گاز داغ که دارای فشار زیادی است وارد یک چگالنده میگردد . باتوجه به کاربردهای مختلف، گاز سرمازا باهوا یا آب خنک میشود و چون فشار آن هنوز زیاد است ، تبدیل به مایع خواهدشد.سپس مایع سرمازا دریک شبکه لوله‌ای جریان می یابد تازمانیکه درسرراه خود بیک شیر کنترل درواحد تبخیر کننده که عمل تبرید از آن انجام میشود ، میرسد .

این شیر کنترل‌جریان مایع سرمازا رابه داخل قسمت تبخیرکننده که در فشار کمتری قرار دارد ، تنظیم میکند . هوای محفظه سرمازا یا سیستم تهویه مطبوع از روی تبخیر کننده عبور نموده و دراین زمان مایع سرمازا تبخیر شده و همزمان با آن ، هوارانیز سرد میکند . طراحی سیستم و قسمت تبخیر کننده باید بنحوی باشد که تمام مایع سرمازا تبخیر گشته و با فشار کمتر ولی حرارت بیشتر (سوپر هیت) به کمپرسور جهت تراکم مجدد روانه گردد .

درنتیجه دیده میشود که گرمای منتقل شده از هوا به قسمت تبخیر کننده ، درسیستم پمپاژ شده تازمانیکه وارد چگالنده شود که درآنجا این‌گرما به هوای محیط یا آب انتقال می یابد .

باید توجه نمود ، درتاسیسات کوچک مانند اطاقهای سردخانه آذوقه کشتی ، از چگالنده هائیکه باهوا خنک میشوند ، استفاده میگردد و لذا بمنظور دفع گرمای تولید شده توسط چگالنده نیاز به هواکشهای‌مناسب میباشد . همچنین برای چگالنده‌ایکه باآب خنک میشود ، میتوان از آب شیرین یا آب دریا استفاده نمود . برای سیستمی که دارای مبدل گرمائی مرکزی آب شیرین به آب دریا برای (کلیه) مصارف موتورخانه است،استفاده از آب شیرین امری متداول است . دراینصورت بدلیل زیاد بودن درجه حرارت آب خنک کن چگالنده ، درجه حرارت مایع تحویلی چگالنده ، بیشترازحرارتی است که درسیستم سردکننده آب دریا وجوددارد .

سرمازاها (مبردها)

بطورکلی سرمازاها به دو گروه فرعی سرمازاهای اولیه و ثانویه تقسیم میشوند :

سرمازاهای اولیه

این سرمازائی است که درسیستم کمپرسور ، چگالنده و تبخیرکننده بکارگرفته شده و میبایست حائزشرایط معینی باشد . بطورمثال ، مایع سرمازا در درجه حرارت کم و فشاری معقول ، بجوش آمده یاتبخیر میشود و دردرجه حرارتی نزدیک به حرارت عادی آب دریا

و درفشاری معقول ، تقطیر خواهد شد . سرمازا حتی الامکان باید فاقد خـــواص سمی ، انفجاری ، شعله وری ، و خورندگی باشد . بعضی از مبردها دارای یک درجه حـــرارت بحرانی میباشند که در بالای این درجه حرارت ، گاز مربوطه تقطیر نخواهد شد . ایـــن نکته یکی از معایب گاز کربنیک است که سالهای متمادی در کشتی هااستفادهمیشد . در مناطقی که درجه حرارت آب دریای آنجا بسیار زیاد بود ، کشتیها بدون بهره گیری ازیک سیستم خنک کنندهٔ اضافی ، مشکل بسیار درمایع نمودن گازکربنیک داشتند . یکی دیگر از معایب گاز کربنیک ، فشار زیاد کاری آن است که منجر به نصب ماشین آلات بزرگ و ـ سنگین میشد .

درفاصلهٔ بین استفاده از گاز کربنیک و سرمازاهای فعلی ، از کلراید متیل و آمونیاک استفاده میشد . بعلت دارابودن خاصیت انفجاری ، کاربرد کلراید متیل در کشتی هـــا ممنوع شده است . اگرچه از آمونیاک هنوز هم استفاده میشود ، ولی احتیاج به سـیســتم هواکشی مخصوص دارد .

سرمازاهای مدرن ، دارای ترکیبات هیدروکربن فلورینه بافرمولهای مختلف هستند تنها استثناء به قاعده فوق ، سرمازای ۵۰۲ (یک نمونه گاز فریون) است ، که یک مخلوط (بانقطه جوش ثابت) از مبرد ۲۲ و مبرد ۱۱۵ میباشد . این مبردها معمولا" بـــه فریونها موسوم هستند و عدد همراه ، مربوط به فرمول مخصوص آنها میشود .

مبرد ۱۱ (فریون ۱۱) ، یک سرمازا بافشار بسیار کم است که برای بوجودآوردن اثرات سرمازائی معین ، احتیاج به گردش زیاد دارد . این سرمازا بدلیل مصرف نیـروی بسیار کم از کاربرد ویژهای درواحدهای تهویه مطبوع برخوردار است .

سرمازای ۱۲ ، یکی از اولین مبردهای هیدروکربنی فلورینه بود که با شماره هـــای شناخته شده ، همیشه بقیمت ارزان و براحتی در دسترس بوده است . نقطه ضعف این ـ سرمازا ، درکمتر بودن فشار تبخیر آن از فشار آتمسفر است و درصورت بوجود آمدن هرگونه نشتی درسیستم ، هوا و رطوبت بداخل مکیده خواهد شد .

درحال حاضر سرمازای ۲۲ شاید متداول ترین مبرد باشد . بااین مبرد ، قبل ازآنکه فشارواحد تبخیر کننده بزیر شرایط آتمسفر برسد . طیف بسیار گستردهای از عملیات با حرارت تم ، امکان پذیر میشود . مزیت دیگر آن درصرفه جوئی از فضا میباشد ، زیراکورس کمپرسور با این مبرد درمقایسه با مبرد ۱۲ فقط ۶۰٪ است .

مزیت سرمازای ۵۰۱ در رابطه بافضای مورد نیاز کمپرسور ، شبیه سرمازای ۲۲ است. درجه حرارتهای خروجی گاز از کمپرسور ، دراینحالت ، بسیار تقلیل یافته و درنتیجه امکان شکست (ملکولهای) روغن موتور و تنشهای وارده به شیرهای تحویل ، کاهش میبابد.

کلیه سرمازاهای مذکور دارای خاصیت ضد زنگ بوده و میتوانندد رکمپرسورهای کاملا " مسدود و نیمه مسدود مورد استفاده قرارگیرند . لکن سرمازای ۵۰۲ تاثیر سوء کمتری روی شارلاکها والاستومرهای بکاررفته در کمپرسورها و موتورها دارد . درحال حاضر سرمازای ـ ۵۰۲ هنوز گازی گرانقیمت است و درهمه کشورها ، همیشه برای فروش موجود نمیباشد .

سرمازاهای ثانویه

درسیستم های تهویه مطبوع بزرگ و سردکننده محموله ، ممکن است از سیستم سرما زای ثانویه استفاده نشود ، دراینصورت سرمازای ثانویه درحول تبخیر کننده سرمازای ـ اولیه گردش نموده و سپس بفضای سردشونده هدایت میشود . سرمازاهای ثانویه دردستگاه- ههای بزرگ و پیچیده بکارمیروند و نتیجتا " از گردش مقادیر زیادی سرمازای اولیه گران قیمت جلوگیری میشود . سرمازاهای اولیه بسیار نافذ بوده و درنتیجه میتوانند از منافذ بسیار تنگ فرارنمایند و لذا ضروریست که نقاطی راکه امکان نشتی از آنها وجوددارد به حداقل ممکنه محدود نمود .

دردستگاههای تهویهمطبوع ، سرمازای ثانویه معمولا " آب شیرین است و میتواند حاوی محلول ضد یخ نیز باشد . متداولترین سرمازای ثانویه دردستگاههای بزرگ تبرید محموله ، محلول کلراید کلیسم است که بمنظور جلوگیری از زنگ زدگی به آن مواد افزودنی اضافه میشود .

اجزاء سیستم (دستگاههای سیستم)

کمپرسورها

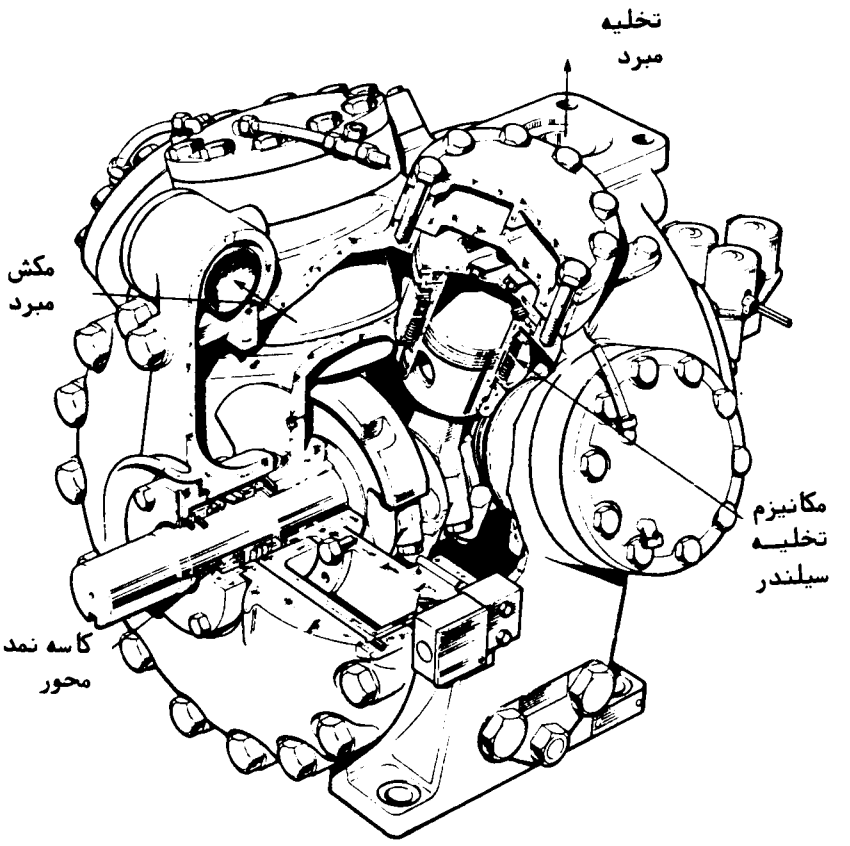
سه نوع کمپرسور در دریامورد استفاده دارند :

- سانتریفیوژ (گریزاز مرکز)
- رفت و برگشتی
- پیچی

کمپرسورهای سانتریفیوژ باسرمازاهای ۱۱ یا ۱۲ استفاده میشوند و کاربرد آنهامنحصر به دستگاههای تهویه مطبوع بزرگ است . ظاهر این کمپرسورها شبیه پمپهای سانتریفیوژ افقی بوده و ممکن است از نوع یک مرحله‌ای یاچند مرحله‌ای باشند .

کمپرسورهای رفت و برگشتی ، تمامی طیف نیازهای تبرید دریائی را ، از تهویه مطبوع تا تاسیسات انجماد محموله کشتی تحت پوشش خود قرارمیدهند . دراین کمپرسورها اصل حداکثر استفاده از فضا معمولا" رعایت گردیده و ممکن است یکی از طراحهای خطی ، خورجینی V یا دبلیو W باشند . شکل (۲ ــ ۹) یک کمپرسور چهار سیلندر طرح دبلیو W رانشان داده است . تشکیلات ساختمانی درشکل دیده میشود واساس کاری دستگاه ، بلحاظ های مختلف شبیه یک کمپرسور هوا میباشد . برای کاربردهای درجه حرارت پائین ، نظام کمپرسور ممکن است بصورت دومرحله‌ای باشد وساخت بعضی از این کمپرسورها بترتیبی است که بنا برنیازهای محموله ، میتوانند از تک مرحله‌ای به دومرحله‌ای تبدیل شوند . از آنجائیکه محفظهٔ میل لنگ تحت فشار مبرد قراردارد ، لذا جهت ممانعت از خروج مبرد از کمپرسور و یاورود هوا به آن ، آب (گاز) بند بودن محور ضرورت پیدا میکند . این مسئله درکمپرسورهای کاملا" بسته یانیمه بسته بدلیل قرارگرفتن موتوروکمپرسور درداخل یک پوسته ، منتفی میگردد .

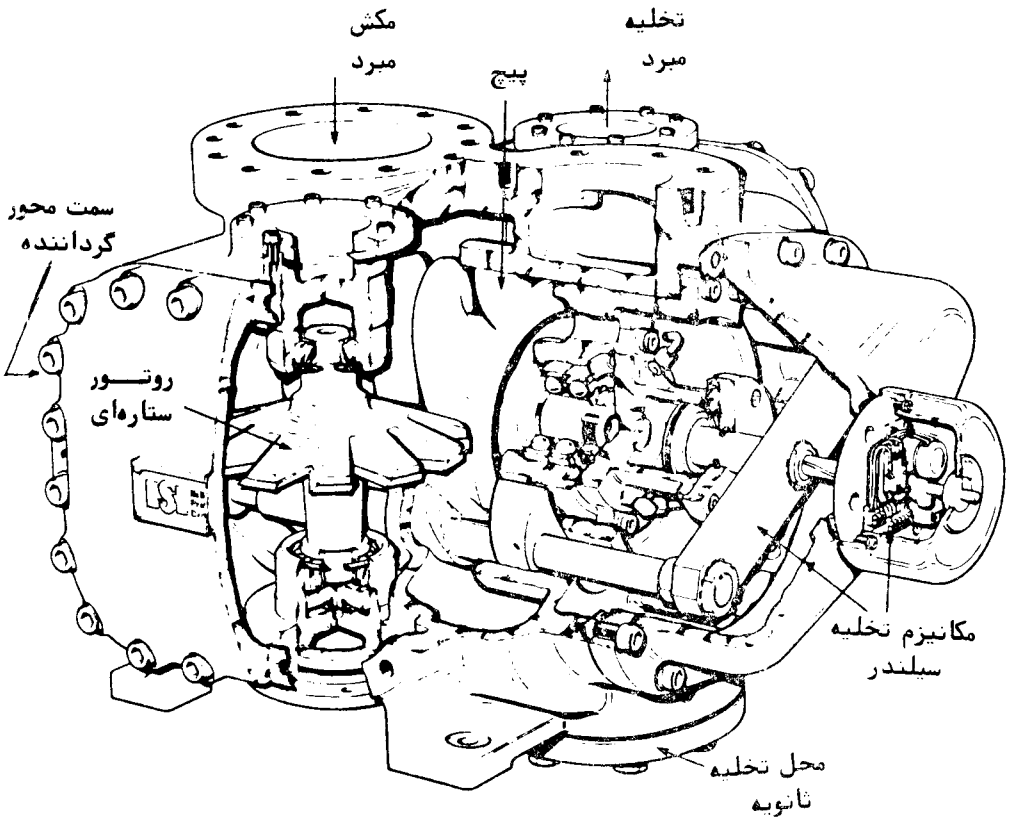
درتاسیسات بزرگ تبرید ، به دو دلیل کمپرسورهای پیچی جانشین کمپرسورهای رفت و برگشتی شده اند :اولا" از تعداد ماشینها کاسته شده واحداکثر استفاده از فضا میگردد و ــ



شکل (۲ ــ ۹) کمپرسور رفت و برگشتی

ثانیا " ، کاهش قطعات متحرک منجر به بالارفتن ضریب اطمینان کاری دستگاه و کاهش نیاز های تعمیرات و نگهداری آن شده است . دونوع کمپرسور پیچی وجوددارد . دریکی از این طرحها از دو روتور که پهلو به پهلوی یکدیگر قرارگرفته اند ، استفاده شده است ولی طـرح

جدیدتر فقط شامل یک روتور است که دوچرخ ستاره‌ای درطرفین آن وجوددارد . چرخهای ستاره‌ای ، گاز رادردوجهت مخالف متراکم نموده و بدین ترتیب فشار محوری دراین نوع روتور متعادل میشود . این کمپرسور درشکل (۳ ــ ۹) نشان داده شده است . اساس کار هردونوع کمپرسور شبیه به پمپ جابجائی مثبت از نوع پیچی است (به فصل ششم مراجعه شود) .



شکل (۲ ــ ۹) کمپرسور تک پیچی

بمنظور حفظ آب بندی روتورها ، بهکمپرسور ، روغن تزریق میشود وبرایجلو ـ گیری از ورود این روغن به سیستم ، از یک جداکننده روغن که از جداکننده معمولیروغن کمپرسورهای رفت و برگشتی بزرگتر و پیچیده تر است ، استفاده میشود . همچنین بدلیل انتقال مقداری از گرمای حاصله از تراکم به روغن ، نیاز به خنک کننده روغن بزرگتری است که یاتوسط آب یا بوسیله سرمازا خنک میگردد .

از آنجائیکه کمپرسورهای مجهز بهموتورجریان متناوب معمولا " تک سرعتی هستند لذااحتیاج به نوعی مکانیزم تخلیه سیلندر ، بمنظور تقلیل ظرفیت کمپرسور میباشد .مکا ـ نیزم دستگاه تخلیه سیلندر معمولا " شامل وسیلهای برای باز نگهداشتن سوپاپ مکش است .

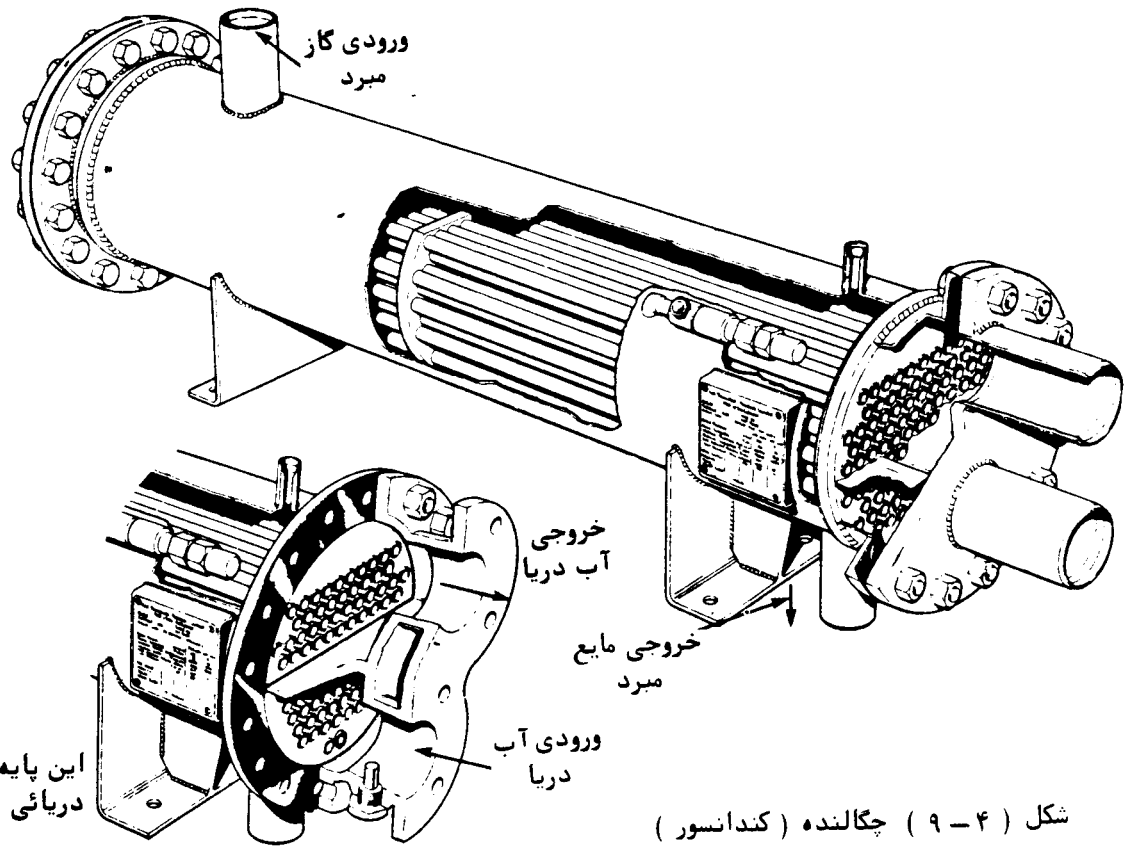
چگالنده ها (کندانسورها)

چگالنده ، همانطورکه قبلا " هم ذکر شد معمولا " دارای خنک کن آبی بوده و از نوع بشکهای هستند . یک نمونه متداول و مدرن چگالنده درشکل (۴ ـ ۹) نشان داده شدهو مشاهده میگردد که سرمازا از اطراف لوله ها عبورکرده و آب سرد شونده درداخل لوله ها جریان دارد . چگالنده هائی که باآب دریاخنک میشوند معمولا " دارای طرح دوگذرازلوله میباشند . تعمیر ونگهداری قسمت آب دریاکه برای خنک کننده ها درفصل هفتم ذکر شد ، درمورد این چگالنده ها نیز صادق میباشد .

درصورتیکه فاصله بین صفحه لوله ها درچگالنده ها ، ۳ متر ویابیشتر باشد ،داشتن خروجی دوگانه برایمایع مبرد ، امری کاملا " طبیعی است زیراهنگامیکه کشتی دردریای متلاطم حرکت میکند مایع مبرد باید بتواند براحتی تخلیه گردد .

تبخیرکننده ها (اواپراتورها)

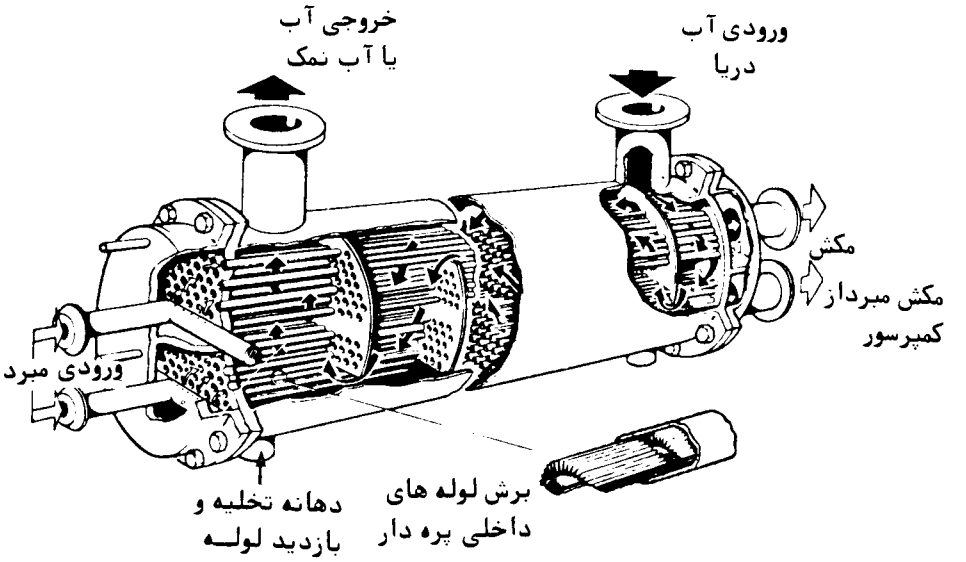
تبخیرکننده ها به دو گروه تقسیم میشوند : نوع سرمازا به هوا و نوع سرمازابه سرمازای ثانویه ،



شکل (۴ ــ ۹) چگالنده (کندانسور)

ساده ترین نوع سرمازا به هوا ، بشکل مجموعه‌ای از ردیفهای لوله هائی است که به سطوح (زائده های) حرارتی یا پره هائی مجهز شده اند . دراین تبخیر کننده ها ، در حالیکه مبرد درداخل لوله ها درحال انبساط است ، هوا از روی زائده های حرارتی و به وسیله پنکه درگردش است . از چنین واحدی یادرسردخانه های خصوصی (کوچک) — استفاده میشود که دراینحالت پنکه و کوئل ، یک واحد راتشکیل میدهد و یادرمجموعه‌های بزرگتر ، مانند سیستم انبساط مستقیم برای محموله یاسیستمهای تهویه مطبوع بکارمیـــرود که پنکه ها واحد مجزائی رابوجود می آورند .

طرح مفصّلتری برای خنک کننده سرمازای ثانویه بکارمیرودکه بشکل یک مخزن (بشکه) و مجموعه لوله هائی در داخل آن میباشد (به سردکننده های‌بشکه‌ای ، پوسته و لوله ای نیز اطلاق میشود) .این طرح که در شکل (۵ — ۹) نشان داده شده ازیک سیستم — انبساط مستقیم استفاده میکند .در اینحالت ، سرمازا از داخل لوله ها گذشته و ســـرمای ثانویه از روی مجموعه لوله ها عبور مینماید .



شکل (۵ — ۹) تبخیر کننده (اواپراتور)

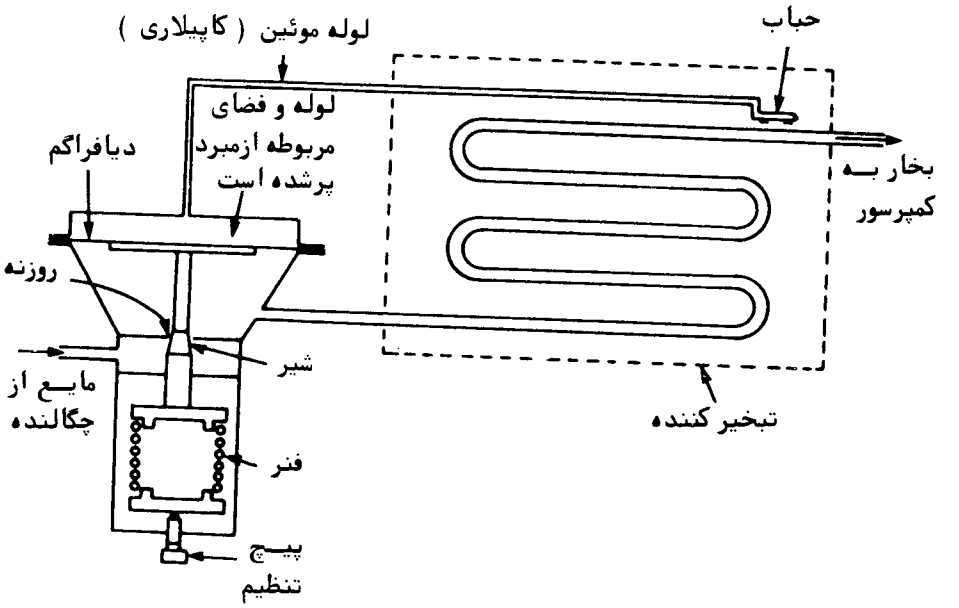
بمنظور توزیع همگن درتمام لوله ها ، سرمازا به داخل لوله ها پاشیده میشود .ـ روغنهای موجود پاشیده نشده نیز به بیرون تخلیه میشود . دراین نوع تبخیر کننده ، برای بالابردن بازدهی تبادل حرارتی از دونکته بهره جسته اند : درقسمت سرمـــازا یک لوله مرکزی نصب گردیده که بدورآن پره های حلزونی (مطابق شکل) ویا پره هائی بشکل ستاره آلومینیومی یا پیچش حلزونی پیچیده شده است . همچنین صفحه هـــای انحراف دهندهای درمسیر آب شور (آب نمک) نصب گردیده تا آب نمک رادرامتداد مجموعه لوله ها هدایت نماید .

شیرهای کنترل جریان سرمازا

نصب یک شیرمغناطیسی در لوله های عبورمایع ، قبل از شیر انبساط یا رگلاتورامری متداول است . شیر فوق که توسط ترموستات کنترل میشود باز وبسته شدن فضا یامســـیر سرمازای ثانویه راعملی میسازد . این شیر مغناطیسی ممکن است برای بستن مدارهـــای مختلف دریک سردکننده که تحت شرایط کم باری (کمتر از بارنرمال) کارمیکند نیزبکار رود .

شیر انبساط یارگلاتور قطعه پیچیده تری است که جریان سرمازا راازقسمت فشار زیاد به قسمت فشارکم سیستم تنظیم میکند . همانطورکه درشکل (۶ ـ ۹) نشان داده شـده است ، این شیر ممکن است از نوع ترموستاتی باشد . حباب ، درجهحرارت سرمازارا در قسمت خروجی تبخیر کننده تشخیص داده و برحسب این تشخیص شیر رابازکرده یامـــی بندد . طراحی این شیر بحرانی است و درارتباط با اختلاف فشار بین قسمت انبساط و قسمت تحویل (خروجی) میباشد .درنتیجه بسیار ضروری است که فشار تحویل (خروجی) بسیارنزدیک به حداکثر فشار طراحی و ثابت نگهداشته شود . بنابراین چنانچه کشتی به آبهای سرد وارد شود ، بگردش درآوردن مجدد آب خنک کننده بمنظورثابت نگهداشتن فشار صحیح خروجی از چگالنده ، ضرورت پیدامینماید . درغیراینصورت ، شیر قـــادر به نشان دادن عکس العمل درزمان مناسب نشده و امکان دارد که مایع سرمازا به مکـــش

کمپرسور باز گردد :



شکل (۶ ــ ۹) رگلاتور یا شیر انبساط ترموستاتیک

سایر ملحقات سیستم

وجود جداکننده های روغن خروجی ، برای کمپرسورهای پیچی ضروری است . اما برای سایر سیستمها ، نصب یا عدم نصب آنها بستگی به معیارهای درنظر گرفته شده در طراحی آنها و همچنین طول لوله دارد .

هنگامیکه از گاز فریون استفاده شود وجودخشک کننده‌های سرمازا (درایر) ، بمنظور جذب آب از سیستم الزامی است ، وگرنه آب درشیر انبساط منجمد خواهد شد .

نصب انباره مایع به دودلیل انجام میگیرد : اولا" ، برای بوجود آوردن یک مخزن

(انباره) کافی برای مبرد موجود درسیستم و نیز جهت تامین کلیه نیازهای کاری‌سیستم (این انباره بنام مخزن پشتیبانی نیز معروف است) و ثانیا " ، برای ذخیره ساختن مایع سرمازا ، در صورتیکه احتیاج به پمپاژ آن بخارج باشد ؛ برای مثال ، ذخیره کردن مبرد بهنگام تعمیرات درسیستمهای کوچک این پمپاژ بخارج رامینوان درچگالنده انجام داد .

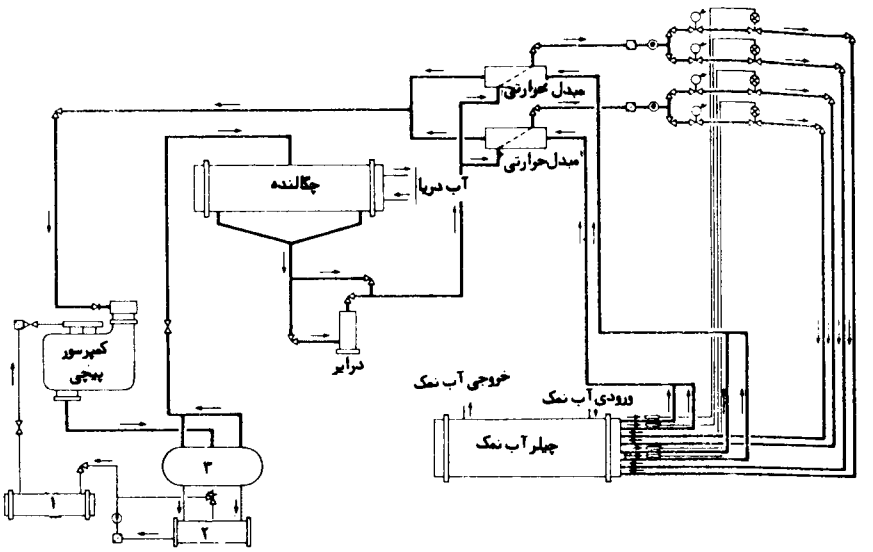
تبرید محموله

کشتی های یخچالی معمولا " احتیاج به سیستمی دارند تافضاهای مختلف رابه درجه حرارتهای مختلف تنزل دهد . نظم وترتیب مورد استفاده رامینوان به سه قسمت تقسیم کرد :

- دستگاه تبرید اولیه مرکزی
- سیستم گردشی آب نمک
- سیستم گردشی هوا بمنظور سردکردن محموله های انبار

یک دستگاه تبرید مرکزی درشکل (۷ ــ ۹) نشان داده شده است .جریان سرمازااز داخل سردکننده (چیلر) به چهارمدار تقسیم میشود که هرمدار یک شیر انبساط جداگانه است . وجود چهار مداربمنظور کنترل سطوح تبخیر کننده بوده و بستگی به مقدار بار چگالنده درآن زمان دارد و بدین ترتیب قابلیت انعطاف بیشتری برای سیستم بوجود میآید . یک مشخصه کمپرسور پیچی ، جداکننده بزرگ روغن آنست که مدار بازگشت روغن آن ، درشکل نشان داده شده است .

هریک از مدارهای سرمازای اولیه دارای یک تبخیر کننده جداگانه درداخل سردکننده (چیلر) آب نمک است و درشکل (۷ ــ ۹) نشان داده شده است . بدین ترتیب سیستم های کاملا " مستقلی راتشکیل میدهند . احتمالا " دریک کشتی یخچالی یا کانتینر بر ، سه سیستم از نوع مذکور موجود خواهد بود . بدلیل استقلال کامل آنها ، هریک از سیستم ها رامیتوان بطریقی تنظیم نمود تاخروجی آب نمک را دردرجه حرارتهای مختلف کنترل نمود، درجه حرارت هریک از آب نمکها توسط یک رنگ مشخص شده و هریک دارای پمپ گردشی



۱- خنک کننده روغن ۲- مخزن روغن ۳- جدا کننده روغن

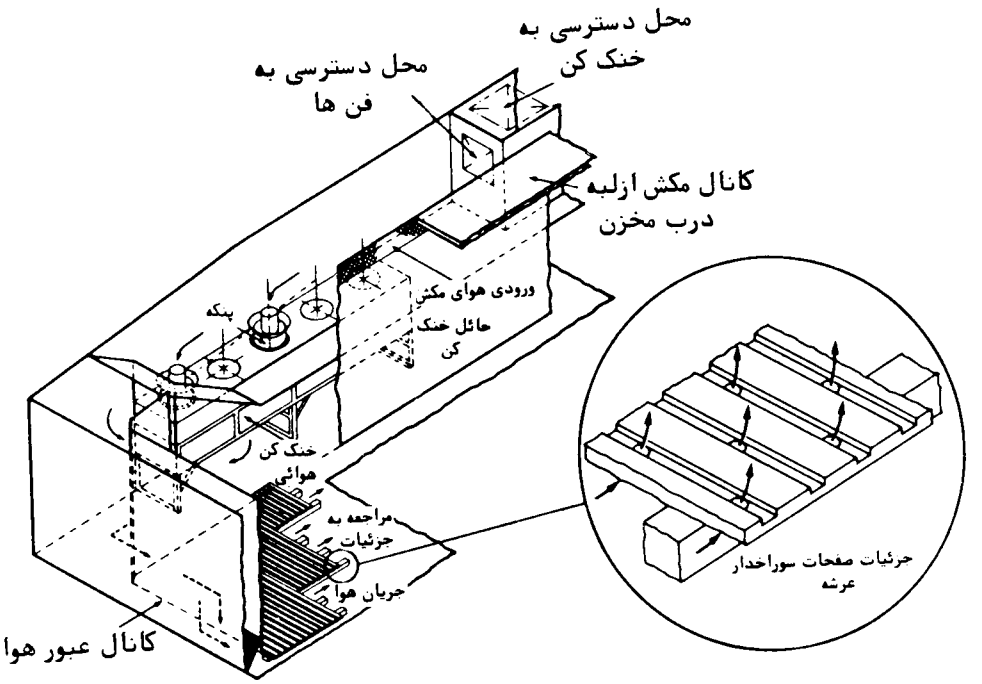
شکل (۷ ــ ۹) تاسیسات تبرید مرکزی

مستقل بخود خواهد بود . آب نمک سرد ، به سردکننده هوائی فضای محموله تغذیه‌شده و جریان این آب نمک بوسیله درجه حرارت خروجی هوای سرد کننده کنترل میشود .

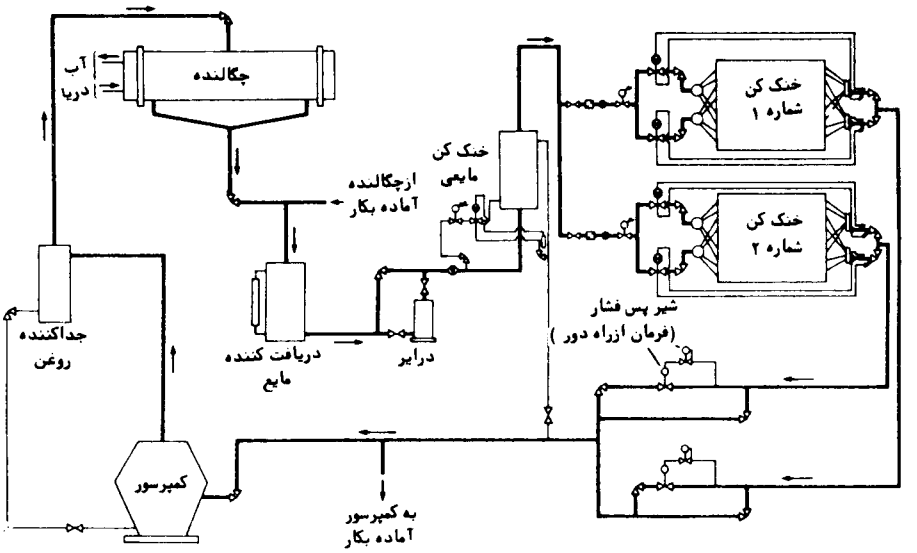
سردکننده درفضای محموله بطریقی قرارگرفته است که هوا از روی آن عبورنموده سپس از میان محموله گذشته و نهایتا " جهت تکمیل سیکل خود ، به سردکننده باز میگردد . ــ ترتیب پنکه ها و کانالها بنحوی است که هوارا به سردکننده و زیرمحموله هدایت میکند،شکل (۸ ــ ۹) . محموله بطریقی منظم روی صفحاتی یا سوراخهای متعدد قرارگرفته است و بدین ترتیب جریان هوای سرد روبه بالا از میان این سوراخها ، کل مجموعه رادربرخواهد گرفت .

برای فضاهای کوچک محمولات یخچالی یا انبارهای آذوقه کشتی ، یک سیستم مبــرد اولیه با استفاده از انبساط مستقیم امکان پذیر است ، شکل (۹ ــ ۹).نظم وترتیب مداربه

طریق دوبله برای هر سردکننده (تبخیر کننده) ،انعطاف و ضریب اطمینان خوبی رابرای سیستم بوجود میآورد ، بخصوص درزمانیکه یکی از سیستمها از کاربیفتد . شیر پشتیبانی فشار یک حداقل فشار یا حرارت ثابت رادرتبخیر کننده تامین مینماید و درنتیجه چنانچه درجه حرارت فضای محموله بالا باشد ، از سردشدن ناقص آن جلوگیری بعمل میآورد . اگر دمای فضای محموله پائین باشد درهمان زمان شیر پشتیبانی فشار،میان برشده و درمدار ـ کاری نخواهد بود .



شکل (۸ ـ ۹) ترتیبات فضای حمل محموله



شکل (۹ ــ ۹) سیستم انبساط مستقیم

چنانچه بین ماشین آلات و سردکننده یک فشار استاتیک غیرمعمولی (بالا) حاکم باشد ، به منظور غلبه برآن ، به سردکننده مایع که درشکل نشان داده شده ، نیاز خواهد بود . در ــ چنین ظرفی مایع به درجه حرارتهای بسیار پائین رسانده میشود تا از تبخیر آنی آن قبل از رسیدن به شیر انبساط ترموستاتی جلوگیری شود .

کانتینرهائیکه احتیاج به تبرید دارند ، مشکلات ویژه‌ای بوجود میآورند . اگرفقط تعداد کمی کانتینر درکشتی حمل شود و یاکشتی فاقد تجهیزات لازمه جهت حمل کانتینرهای یخچالی باشد ، از سیستم یخچالی گیره‌ای Clip - on یا یکپارچه Integral استفاده میشود. واحد یکپارچه یا گیره‌ای ممکن است توسط آب یاهوا خنک شود . درخصوص واحدهائی کــــه توسط هواخنک میشوند ، چنانچه آنها درزیر عرشه هاقرارگیرند ، تهویه هوابه مقدار مکفی ــ ضروری است و درمورد واحدهائیکه توسط آب خنک شده ودرشرایط مشابهی قرارد ارند تجهیزات

سردکننده آبی میبایست باهرواحد ادغام گردد . همچنین تسهیلات تغذیه برقی نیزبرای هریک از انواع باید تامین شود .

کشتیهای که برای تجارت کانتینرهای یخچالی طراحی شده اند دارای شبکه هـــای کانال های از پیش ساخته شده‌ای هستند . این کانالها به دو طریق ساخته میشوند : یک سیستم کانال انگشتی افقی ، که دراین سیستم میتوان حداکثر ۴۸ کانتینر راازیک ســـرد کننده که درجناحهای کشتی قرارگرفته تغذیه نمود و یابطریق دیگر ، یک سیستم کانـــال عمودی که هرردیف (عمودی) کانتینردارای یک سردکننده و یک کانال مخصوص بخـــود میباشد . چنین سیستمی برای کانتینرهای استاندارد بکارگرفته میشود که دارای دو سوراخ دریچه مانند ، در دیواره روبروی‌دربهای بارگیری هستند . هوا ازدریچهٔ زیرین واردشده و پس از عبورازداخل یک پخش کننده ، ازصفحات مشبک و سوراخ دار کف به داخل محموله راه یافته و سپس از طریق قسمت دیگرجمع کننده که دربالا قراردارد به دریچه فوقانـــی هدایت میشود . اتصال بین کانال و کانتینرها بوسیله کوپلینگ هائی است که توسط سیستم نیوماتیک (هوا) کنترل میشوند .

اشکالات سیستم

درهنگام کار سیستم ، تعدادی مشکلات خاص میتواند پیش بیاید که درکارآئی و باز ـ دهی دستگاه تحت تاثیر سوء خواهد گذاشت .

وجودمبرد بیش از حد ، حکم فشار زیاددرچگالنده راخواهد داشت . سرمازا بـایستی به چگالنده پمپ شده و مقدار اضافی آن از خارج خارج گردد .

وجود هوادرسیستم نیز ، فشارزیاددرچگالنده رانشان خواهدداد . بابسته بودن خروجی مایع چگالنده ، سرمازا باید بداخل پمپاژ شده وسرد گردد . با بازکردن شیر پاکسازی ،هوائی که بالای سرمازا جمع شده است را میتوان به آتمسفرآزاد کرد

درصورتیکه مقدارسرمازا کمتراز حد معمول باشد ، خودرا بصورت فشارکم درکمپرســـور

نشان خواهد داد واگر بداخل کمپرسور نگاه کرده شود ، از دریچه شیشه‌ای خط مایع ، — حبابهای فراوانی رویت خواهد شد . سپس سیستم رابرای چکه کردن بایستی موردآزمایش نشت قرارداد تا اشکال پیدا وبرطرف گردد . لامپ آشکارساز نشت ، برای سرمازای فریون ممکن است از نوع محلول متیله باشد ، امانوع گاز کالر (بوتان ، پروپان) آن متداولتر است . فریون بطرف شعله کشیده شده و درنتیجه رنگ شعله تغییر میابد وبسته به‌تمرکز گاز ، رنگ شعله بین سبز وآبی خواهد بود .

هنگام شارژ سیستم با گاز بیشتر ، شیر اصلی مایع باید بسته باشد وگاز قبل ازشیر تنظیم وارد سیستم شود تاسیستم بطور صحیح شارژ گردد (این‌امکان وجوددارد که شارژ دستگاه از قسمت خروجی شیر تنظیم انجام گیرد که سریعتر نیز هست ، اما چنین عملی احتیاج به تجربه زیاد دارد ، زیراامکان نفوذ مایع بهمراه گاز و وارد آمدن صدمه به کمپرسور وجوددارد) .

رطوبت موجوددرسیستم ممکن است تبدیل به یخ شده و شیر تنظیم رامسدود کند که نتیجتا " با تقلیل فشار درقسمت تبخیر کننده وافزایش فشار درقسمت چگالنده همراه — خواهد بود . دراینصورت خشک کننده (درایر) باید مورد بازرسی قرارگرفته و درصورت نیاز ، مواد شیمیائی خشک کننده راتعویض نمود . چنانچه شیر تنظیم بطرز صحیح کارکند ، برفک درقسمت خروجی آن مشاهده خواهدشد ولی در قسمت ورودی هیچگونه برفک نباید دیده شود .

تهویه مطبوع

کشتیها درسراسر جهان مسافرت کرده و درنتیجه تحت تاثیر شرایط جوی گوناگونی قرار میگیرند .برای خدمه کشتی بایستی شرایطی‌مهیا شود که‌علیرغم اثرات جوی بتوانند بکارخود ادامه بدهند . کنترل درجه حرارت بتنهائی ، موجد شرایط قابل قبول برای بدن انسان نمیباشد . درحقیقت رطوبت نسبی در رابطه با درجه حرارت ، شاخص صحیح تری برای — محیط مناسب زیست انسان میباشد . رطوبت نسبی که بصورت درصد بیان میشودعبارتست از:

نسبت فشار بخار آب درهوای مورد آزمایش به فشار بخار اشباع شده هوادرهمان درجه حرارت . این واقعیت که درهنگام سردشدن هوا ، آب کمتری جذب میشود وهنگام گرم ـ شدن ، آب بیشتری میتواند جذب شود ، نکته اصلی درطراحی سیستم تهویه مطبوع است. عوامل دیگرشامل ، نزدیکی منبع گرمائی ، درمعرض نورخورشید قرارگرفتن ، منابع سرما و عایق سازی دیواره فضاها میباشد .

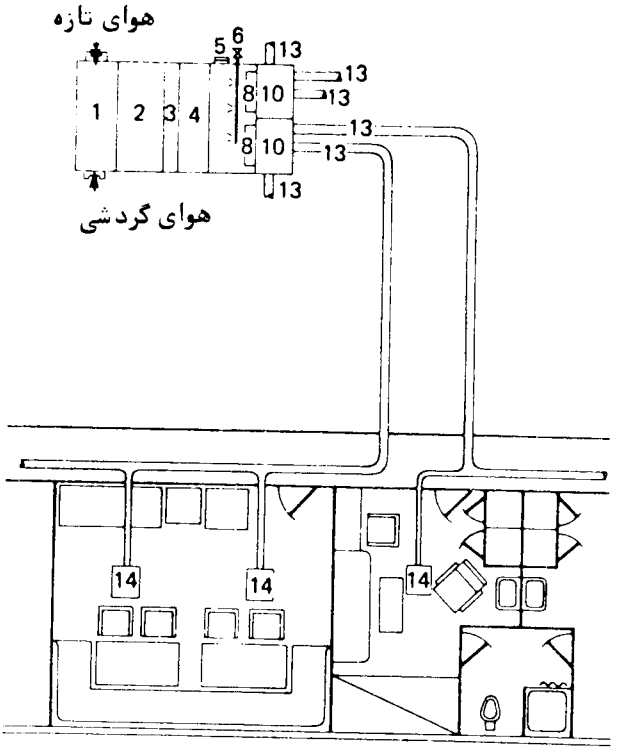
هدف از سیستم تهویه مطبوع بوجود آوردن یک محیط کاری راحت برای خدمه و ـ علیرغم شرایط محیط خارج است . بهسازی رضایت بخش هوا شامل یک سیستم نسبتا " بسته میباشد که هوای گردشی دوباره به سیستم باز گردد . اما مقداری هوا توسط انسان و ماشین آلات مصرف میشود که درنتیجه احتیاج به تجدید هوای ازدست رفته میباشد .تجدید هوای اتاقهای عمومی و محل زندگی خدمه ، باکمتراز درصد کامل انجام میپذیرد ، زیرا هزینه تجدید هوای "صددرصد" تهویه،بسیار بالا خواهد بود . بطورمثال ، آشپزخانه ها و فضای دستشوئی ها بایستی صددرصد تجدیدهوا داشته باشند ولی مقادیر هوا وهزینه‌های وابسته بسیار پائین تر خواهد بود . سیستم رامیتوان برای ۱۰۰% تجدید هوا ، طراحی نمود ولی الزامی دراجرای آن نخواهد بود .صداها وارتعاشات ناشی از کاردستگاهها که نوع دیگری از شرایط نامناسب زیستی است بایدبه‌یک مقدار حداقل محدود گردد . بطورکلی سه نوع سیستم تهویه مطبوع دریائی وجوددارد :

ـ تک کانالی

ـ کانال دوبله‌یا دوقلو

ـ تک کانالی باگرمایش مجدد

سیستم تک کانالی بطورگسترده درکشتیهای حمل محمولات عمومی (کالاهای‌متفرقه) بکار میرود ، شکل (۱۰ ـ ۹) . چندین واحد مرکزی ازطریق یک لوله یاکانال ، هوای مطبوع (تهویه شده) رابه تعدادی کابین یا فضا توزیع مینمایند . درمناطق گرم ، مخلوطی از هوای تازه و هوای گردشی ، درجریان عبوراز روی واحد تبرید، سرد و رطوبت زدائی (مقداری رطوبت از هواگرفته میشود) میشوند . درمناطق سرد ، مخلوط هوا ، توسط بخارآب، آب داغ یامقاومتهای گرمائی برقی ، گرم شده و رطوبت آن افزایش میبابد .



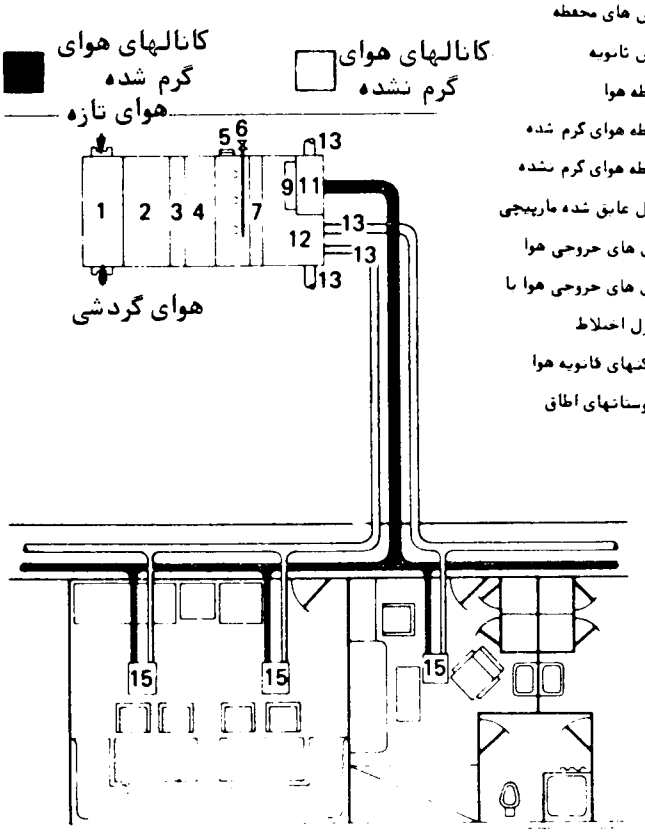
۱ ـ محفظه اختلاط
۲ ـ پنکه (دمنده)
۳ ـ فیلتر
۴ ـ خنک کن
۵ ـ شیر اطمینان
۶ ـ مرطوب کننده
۷ ـ گرمکن اولیه
۸ ـ گرمکن های محفظه
۹ ـ گرمکن ثانویه
۱۰ ـ محفظه هوا
۱۱ ـ محفظه هوای گرم شده
۱۲ ـ محفظه هوای گرم نشده
۱۳ ـ کانال عایق شده مارپیچی
۱۴ ـ محل های خروجی هوا
۱۵ ـ محل های خروجی هوا با کنترل احتلاط
۱۶ ـ گرمکنهای فانویه هوا
۱۷ ـ ترموستاتهای اطاق

شکل (۱۰ ـ ۹) سیستم تک کاناله

درجه حرارت و رطوبت هوا بصورت خودکار ، درواحدمرکزی کنترل میشود . درفضای تهویه عمل کنترل بوسیله تغییرات حجم هوای درجریان انجام گردد .

سیستم کانال دوگانه (دوقلو) قابلیت انعطاف بیشتری راداشته وعمدتا " درکشتیهای مسافربری مورد استفاده قرارمیگیرد ، شکل (۱۱ ـ ۹) . دراین سیستم یک واحد مرکزی ، هوای سرد وعاری از رطـــوبت راازطریق یک کانال تامین مینماید . کانال دیگری باهـــوای سردیکه مجددا " گرم شده است تغذیه میگردد . تهویه مطبوع هرمحیط توسط یک کانال ـ معین انجام میشود ولی درصورت نیاز ، درترمینال خروجی،این هواهارامیتوان مخلوط نمود.

۱ ـ محفظه اختلاط
۲ ـ پمپ (دمنده)
۳ ـ فیلتر
۴ ـ خنک کن
۵ ـ شیر اطمینان
۶ ـ مرطوب کننده
۷ ـ کرمکن اولیه
۸ ـ کرمکن های محفظه
۹ ـ کرمکن ثانویه
۱۰ ـ محفظه هوا
۱۱ ـ محفظه هوای گرم شده
۱۲ ـ محفظه هوای گرم نشده
۱۳ ـ کانال عایق شده مارپیچی
۱۴ ـ محل های خروجی هوا
۱۵ ـ محل های خروجی هوا با کنترل اختلاط
۱۶ ـ کرمکنهای ثانویه هوا
۱۷ ـ ترموستاتهای اطاق



شکل (۱۱ ـ ۹) سیستم کانال دوبله

درمناطق سرد ، یک واحد پیش گرمایشی ، هردو تغذیه هوارسانی راگرم کرده که بدینوسیله هوای گرم و داغ به هرفضا تامین میگردد .

کانال تکی باسیستم گرمایش مجدد ، برای‌کشتیهائی بکارمیرود که اصولا" درمناطق سردسیر تردد میکنند . واحدمرکزی ، برحسب اقتضاء شرایط محیط ، هواراسرد وغیر مرطوب ویاگرم و مرطوب مینماید . علاوه برآن ، درصورت لزوم و برحسب تنظیم ترموستات اطاق ، یک واحد گرمایشی موضعی میتواند قبل از ورود هوابه اطاق ، هواراگرمترکند .

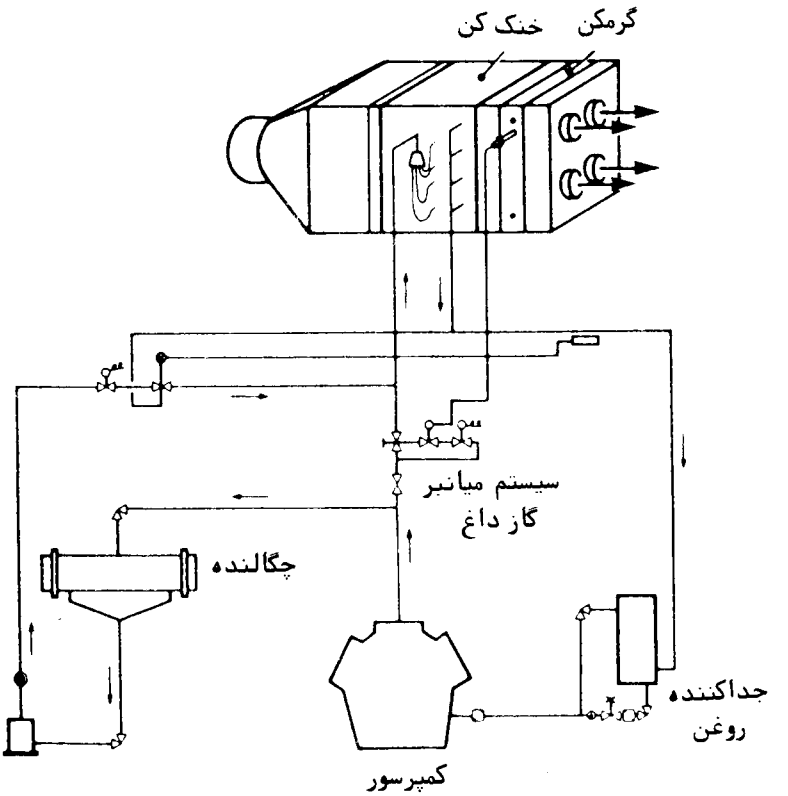
سیستم تبریدی که درواحد مرکزی بکارمیرود درشکل (۱۲ ــ ۹) نشان داده شده است . سیستم انبساط مستقیم نشان داده شده ، دارای یک کمپرسور رفت و برگشتی ، یک چگالنده با خنک کن آب دریا و یک شیر تنظیم باکنترل ازطریق ترموستات ، میباشد . هوائی که باید سرد شود،از روی یک تبخیر کننده یاسردکننده عبورمیکند . چنانچه تقاضای سیستم به عرضه هوای سردتقلیل یابد ، از تاثیر (عرضه) سرمایشی سیستم نیز متناوبا" میبایست کاسته شود که این امر توسط سیستم میانبر گاز داغ امکان پذیر میشود .

تعمیر ونگهداری سیستم فوق شامل بازدیدهای معمولی از ماشین آلات درحال کار و تمیز کردن فیلترها میباشد . فیلترهای هوای واحد مرکزی معمولا" از نوع قابل شستشوبوده و یاممکن است از نوع یکبار مصرف باشند . فیلترها را باید براساس مقتضیات کاری‌وموقعیت مکانی کشتی مورد بازبینی های لازمه قرارداد .

هـواکشـی

هواکشی عبارتست از تامین هوای تازه ولی بدون بهسازی به یک فضا . هواکشی طبیعی زمانی اتفاق میافتد که تغییرات درجه حرارت یا چگالی هوا باعث گردش هوادریک فضاگردد. هواکشی مکانیکی یاهواکشی جبری،برای جابجائی مثبت مقادیر متنابه هوا ، از وجود پنکه (دمنده و یامکنده) بهره می جوید .

اگرچه هواکشی طبیعی برای کارگاهها و انبارهای کوچک بکارمیرود ، اما این روش برای محیط های کاری که درآنها ماشین آلات نصب گردیده ویاافراد اشتغال دارندعملی نمیباشد.

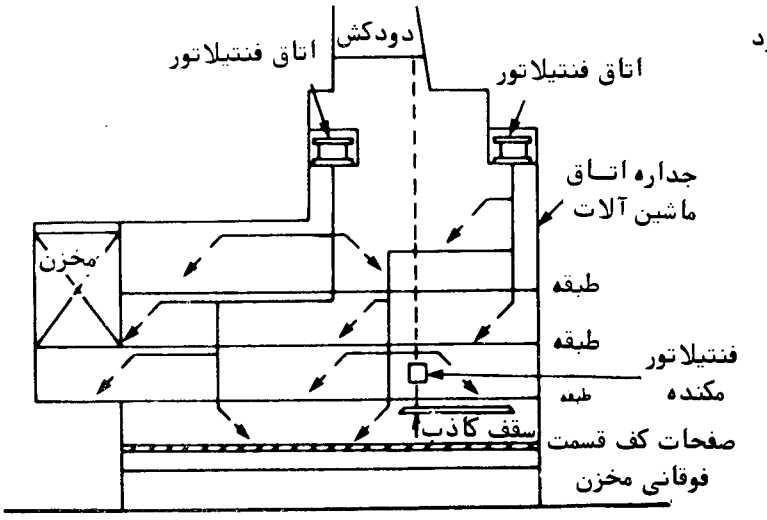


شکل (۱۲ ــ ۹) سیستم تبرید انبساط مستقیم برای یک خنک کن هوائی

هواکشی جبری (بانیروی موتور) درفضاهای محموله بکارمیرود و درآن ، حرکت هوا موجب از بین رفتن رطوبت یا احتراز از تقطیر (تبدیل بخار به آب) ، همچنین بیرون راندن بوها و گازها از فضای مورد نظر میگردد .

فضای ماشین آلات ، از دیگر مکانهائی است که احتیاج به هواکشی دارد . بدلیل ابعاد بزرگ آن و این حقیقت که حجم زیادی از هوا بمصرف میرسد ، بهره گیری از یک دستگاه بهسازی ، هزینه های گزافی را ببارخواهد آورد . درنتیجه ، هواکشی به مقدار کافی ، بمنظور تامین هوای مصرفی ماشین آلات و همچنین پدید آوردن اثرات خنک کنندگی انجام میشود . نظم وترتیب معمولی پخش هوا درشکل (۱۳ ــ ۹) نشان داده شده است .

چندین پنکه جریان محوری (اکسیال) ، هوا راازطریق کانالهائی به طبقات مختلف کاری میرسانند . هوای گرم از مرکز محوطه بطرف بالا حرکت نموده وازطریق دهانه ها یا کرکره هائیکه معمولا" در دودکش تعبیه گردیده به بیرون راه مییابد . اتاق کنترل موتور ــ خانه بعنوان یک فضا ، بطریق اولی میتواند بایک واحد جداگانه ، به تهویه مطبوع تجهیز شود . دراینجا هواازطریق کانالهائی از بیرون مکش شده و بازگشت (اگزوز) آن نیز به آتمسفر خواهد بود



شکل (۱۳ ــ ۹) نمودار تهویه فضای ماشین آلات