



دانشگاه
کشی سازی



ABF3926

آشنائی با اصول مهندسی دریائی (کشتی)

ترجمه	:	مهندس ارژنگ نصیری — مهندس اسحق علی میر
تیراژ	:	۳۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ	:	اول
تاریخ انتشار	:	مهرماه ۱۳۶۷
لینوگرافی	:	طلوع
چاپ و صحافی	:	چاپخانه سازمان چاپ و انتشارات
ناشر	:	کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران (امور آموزش)
بها	:	۲۲۰۰ ریال

۲۷۶۴

کتابی که حضورتان تقدیم می‌گردد ، کتابی است درسی و مخصوص دانشجویان مهندسی و مهندسین جوانی که اولین بار به سفر دریائی می‌روند . کلیه ماشین‌آلات موجود در کشتی ، بکمک واژه‌های ساده تشریح گردیده و اصول عملکرد ، ساخت و نحوه کار آنها توضیح داده شده‌اند . در سراسر این کتاب از تصاویر خطی بهره جسته شده و برای بسیاری از تجهیزات ، نمودارها و تصاویر واقعی قطعات تدارک شده است .

در تمامی موضوعات ، رعایت دستورالعمل‌ها و عادات کاری صحیح و ایمن تأکید گردیده و در مواقع لزوم نیز به قوانین مربوطه پرداخته شده است . اقلام مختلف تجهیزات ایمنی و اضطراری مفصلاً تشریح شده‌اند .

این کتاب بمنظور توضیح ماشین‌آلات کشتی به مهندسینی که جدیداً " به دریا پیوسته و یادآور آینده نزدیک خواهند پیوست در نظر گرفته شده است . کتاب ، شامل ریز مواد درسی گواهینامه مهندسی رده‌های (۳) و (۴) و دو سال اول طرح تربیت دانشجوی مهندسی می‌باشد . مواد اضافی نیز بمنظور ارائه ریز مواد درسی معلومات دانش مهندسی و کنترل گواهینامه فرماندهی در نظر گرفته شده است .

اگرچه موضوعات بسیار عمیق مطرح نشده‌اند لیکن اطلاعات کافی در اختیار خواننده گذاشته شده تا زمینه لازم برای پیشرفت بسوی درک متون تفصیلی را فراهم نماید .

بسم الله الرحمن الرحيم

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 به همین سبب می باشد.

در ترجمه نیز سعی در حفظ امانت و سبک خاص نویسنده شده و برای 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 و اشق داریم که صاحب نظران 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 را در این رشته نوپا بسوی خودکفائی سوق دهد.

و من ... التوفیق

امور آموزش و پژوهش کشتیرانی ج. ۱. ۱.

فهرست مطالب

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

فصل اول: کشتی ها و ماشین آلات

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

فصل دوم: موتورهای دیزلی

۳۱	چرخه چهار زمانه (چهار ضربه ای)
۳۳	چرخه دو زمانه
۳۷	موتورهای چهار زمانه
۴۰	موتورهای دو زمانه
۴۱	مقایسه سیکل های دو زمانه و چهار زمانه
۴۱	اندازه گیری توان
۴۲	دستگاه اندازه گیری توان موتور
۴۳	پیش سنج (تورشن متر)
۴۳	عمل تعویض گاز
۴۵	تنظیم
۴۷	آتش سوزی در محفظه هوای مورد نیاز احتراق

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

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

فصل سوم: توربین های بخاری و ملحقات آنها

۹۰	.....	انواع توربین
۹۰	.....	ضربه ای
۹۱	.....	واکنشی (راکسیونی)
۹۲	.....	ترکیبی (کمپوند)
۹۴	.....	بهره برداری مجدد از گرما
۹۴	.....	انواع توربینهای مشهور

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

فصل چهارم: دیگ‌های (مولدهای) بخار

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

۱۳۵	 اتصال برای نمونه برداری
۱۳۶	 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
۱۳۷	 آژیر ارتفاع کم آب در دیگ بخار
۱۳۷	 شیرهای سیرکولاسیون سوپرهیتر
۱۳۷	 ارتفاع سنج های آب
۱۴۱	 شیرهای اطمینان
۱۴۴	 احتراق
۱۴۴	 هوارسانی
۱۴۵	 سوخت رسانی
۱۴۷	 احتراق سوخت
۱۴۹	 خالص بودن آب تغذیه دیگ بخار
۱۵۰	 ناخالصی های متداول
۱۵۰	 بهسازی آب تغذیه دیگ بخار
۱۵۱	 کار دیگ بخار
۱۵۲	 آماده سازی دیگ بخار
۱۵۲	 شروع بخار سازی
۱۵۳	 دیگ های بخار ذغال سنگی

فصل پنجم: سیستمهای تغذیه (دیگ بخار)

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

فصل ششم: پمپ ها و سیستم پمپاژ

۱۷۷	.....	پمپ ها
۱۸۱	.....	انواع پمپ ها
۱۸۱	.....	نوع انتقالی
۱۸۵	.....	پمپ جریان محوری
۱۸۷	.....	پمپ سانتریفیوژ (گریزاز مرکز)
۱۹۴	.....	رونده Ejector

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

فصل هفتم: ماشین آلات فرعی

۲۱۰	کمپرسورهای هوا
۲۱۶	مبدل های گرمائی
۲۱۶	خنک کننده ها
۲۱۶	خنک کننده های بشکه ای
۲۱۸	خنک کننده های صفحهای
۲۱۸	طرز کار سرد کننده ها

۲۲۰	.....	تعمیر و نگهداری
۲۲۱	.....	گرم کننده ها
۲۲۱	.....	سیستم های تقطیر آب
۲۲۲	.....	روش بجوش درآوردن
۲۲۳	.....	روش تبخیر آبی
۲۲۵	✓	ا ^۱ تعمیر و نگهداری
۲۲۵	.....	جداکننده آب و روغن (دستگاه تصفیه ضایعات سوختی و روغنی) ..
۲۲۸	.....	استحاله فاضلاب
۲۲۸	.....	استحاله شیمیائی فاضلاب
۲۳۰	.....	استحاله بیولوژیکی فاضلاب
۲۳۲	.....	دستگاه سوزاننده ضایعات

فصل هشتم: سوخت، روغن و عملیات بهسازی آنها

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

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

فصل نهم: تبرید، تهویه مطبوع و هواکشی

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

فصل دهم: ماشین آلات عرشه و وسایل بدنه

۲۷۵	✓	بخار	۴۷
۲۷۵		سیستم های هیدرولیک	
۲۷۶		عمل برقی	
۲۷۷		وسائل طناب کشی (برای مهار کشتی)	
۲۷۸		وسائل جابجائی لنگر (لنگر کشی و لنگر اندازی)	
۲۸۰		دستگاه های جابجائی محموله	
۲۸۳		تعمیر و نگهداری	
۲۸۳		درب های انبار	
۲۸۶		سیستم های پایداری کشتی	
۲۸۶		پایداری از نوع باله ای	
۲۸۹		پایدار کننده مخزنی	
۲۹۰		دریهای غیر قابل نفوذ	
۲۹۳		پروانه قسمت کمائی سینه	
۲۹۴		وسائل ایمنی	
۲۹۴		وسائل اضطراری	
۲۹۷		وسائل بقا	
۳۰۱	✓	سوت (بوق) کشتی	۴۶

فصل یازدهم: محور و پروانه

۳۰۳	✓	مجموعه (بلوک) فشار محوری	۴۱
-----	---	----------------------------	----

۳۰۵	 باتا قنهای محور
۳۰۸	 باتا قن محور انتهائی (محل خروج معورازبدنه کشتی)
۳۰۹	 محورها
۳۰۹	 پروانه
۳۱۲	 نصب پروانه
۳۱۳	 پروانه گام متغیر
۳۱۳	 ایجاد حفره (کاویتاسیون)
۳۱۵	✓ تعمیر و نگهداری پروانه

فصل دوازدهم: سیستم هدایت کشتی

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

فصل سیزدهم: آتش نشانی و ایمنی

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

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

فصل چهاردهم: دستگاه‌های برقی

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

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

فصل پانزدهم: ابزار دقیق و کنترل

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

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

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

فصل شانزدهم: مواد مهندسی

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

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

فصل هفدهم: نگهداری و نگهداری دستگاه ها

۵۰۱	✓	.....	واحد مهندسی	
۵۰۲		.....	سیستم نگهداری	
۵۰۳		.....	کارنگهبانی	
۵۰۸	✓	.....	کارموتورخانه های خودکار UMS	✗

ضمیمه

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

فصل ۱

کشتی‌ها و ماشین‌آلات

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 . ماشین‌آلات اصلی رانش کشتی تاثیر مستقیم در روی جانمائی ماشین‌آلات گذاشته ، تعیین کننده نوع و محل استقرار سایر تجهیزات و ماشین‌آلات 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 .

کشتی‌ها

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 درارتباط 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 . منظورها بطور اخص تر ، آن ماشین‌آلاتی هستند که 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 ، درموردی مانند طراحی پروانه ، تقلیل صدا و ارتعاشات در اسکلت کشتی و بسیاری خدمات مهندسی دیگر تداخل چندی وجود دارد .

یک کشتی بطور منطقی به سه قسمت معین تقسیم میگردد : انبارها یا مخازن حمل کالاهای ، محل زندگی خدمه و محل نصب ماشین آلات . بسته به نوع کشتی ، تقسیمات مذکور ابعاد و عملکرد خاصی را دارا خواهد بود . بطور مثال فضای حمل کالای یک نفتکش بوسیله دو تیغه طولی و چندین تیغه عرضی به مخازنی چند تقسیم بندی شده است . تعداد بسیاری زیادی لوله های انتقال مواد در بالا و زیر عرشه تعبیه گردیده است . کشتی حمل کالاهای متفرقه به انبارهای مختلفی برای حمل بار مجهز گشته که عرض کامل کشتی را اشغال میکنند . این انبارها بوسیله تیغه های عرضی ایجاد گردیده و در سرتاسر طول کشتی ادامه می یابند . - دستگاههای جابجائی کالا ، روی عرشه استقرار یافته اند و انبارها را دارای دهانه های بزرگی هستند که توسط درپوشهای فولادی بسته میشوند . فضای مسکونی هر کدام از انواع این کشتیها باندازه ای است که نیازهای زیستی خدمه را برآورده ساخته ، پل فرماندهی (ناوبری) و مرکز مخابرات را در خود جای میدهد . فضای مورد نیاز دستگاهها بستگی به ماشین آلات و تجهیزات کمکی دارد . مثلاً " دریک کشتی مسافربری به محل اقامت مسافران فضای وسیعی تخصیص داده شده است ، زیرا در این نوع کشتی در حقیقت این فضا بمثابة انبار کالا در کشتیهای دیگر است . بهمین دلیل فضای مورد نیاز این موتورخانه احتمالاً " بزرگتر از فضای مورد نیاز موتورخانه کشتیهای باری خواهد بود ، زیرا در کشتیهای مسافربری ، دستگاههای تهویه مطبوع ، دستگاههای حفظ توازن و سایر وسائلی که در ارتباط با مسافران نصب میشوند بزرگتر و بیشتر است .

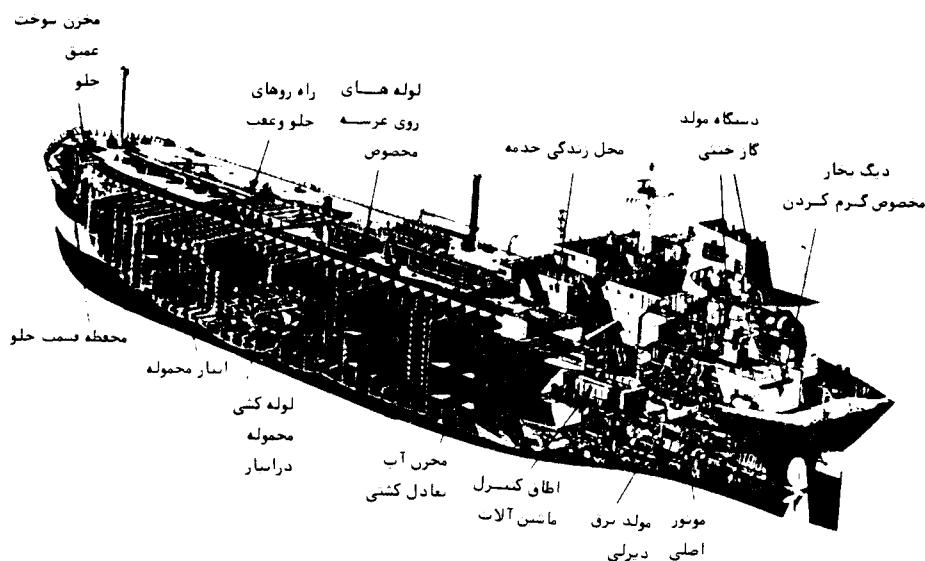
ماشین آلات

امروزه ماشین آلات کشتی در سه ترکیب اساسی نصب میشوند . مزایای هر کدام بردیگری بایشرفت تکنولوژی و عوامل اقتصادی مانند تغییر قیمت نفت ، متغیر است . در نتیجه آنچه در

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

موتور دیزلی سرعت کم

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



شکل (۱ - ۱) برش رسم یک نمونه کشتی

در شکل (۱ - ۱) فشردگی و طبیعت پیچیده نصب ماشین آلات و دو واحد مهم یعنی موتور اصلی و مولد بخار که جهت گرم کردن محموله بکار میرود بوضوح دیده میشود . نقشه های متداول تر از استقرار ماشین آلات (موتورخانه با دونهای بالا و روبرو) در شکل (۱ - ۲) - دیده میشود . مقایسه شکلهای (۱ - ۱) و (۱ - ۲) درک بهتری از جانمایی ماشین آلات را به کسانی میدهد که تاکنون در موتورخانه یک کشتی نبوده اند .

در ترکیب ماشین آلات یک کشتی روغن بر بزرگ (روغن خوراکي) از یک موتور دیزلی شش سیلندر بعنوان محرک مستقیم استفاده شده است . پروانه گام ثابت با ۱۲۲ دور در دقیقه به حرکت درمی آید . سه مولد برق دیزلی با تعداد زیادی از انواع مختلف پمپها برای انجام کارهای مختلف در طبقه تحتانی نصب گردیده اند .

در طبقه پائین تر کمپرسورها و مخازن هوای فشرده ، دستگاه تصفیه ضایعات سوختی روغنی ، دستگاههای آماده ساز سوخت و روغن و سردکننده های مختلف قرار گرفته اند . هم - چنین در این طبقه دستگاه آب شیرین کن (دستگاه تولید آب شیرین از آب دریا) ، دستگاه استحاله فاضلاب (سپتیک) و چهار پمپ توربینی مخصوص بارگیری و تخلیه بچشم میخورند . در عقب طبقه بالانتر یک مولد بخار برای گرم کردن محموله کشتی و یک دیگ بخار - کوچک فرعی وجود دارد . کارگاهها و انبارهای لوازم یدکی ، اتاق کنترل اصلی ، واحد تصفیه آب و چگالنده پمپ مواد در باقیمانده فضای طبقه مذکور نصب شده اند .

در قسمت دودکش یک دیگ بخار اگرزوز با جرقه گیر و صداگیر قرار گرفته است . دستگاه تهیه گازهای خنثی (Inert Gas) نیز در همین قسمت قرار دارد .

موتورهای دیزلی سرعت متوسط با دنده تقلیل

دو موتور دیزلی سرعت متوسط (۵۰۰ دور در دقیقه) درجانهائی ماشین آلات یک روغن بر (خوراکی) در شکل (۳ - ۱) دیده میشوند . جعبه دنده بوسیله یک محور تکی محرک با دور ۱۱۵ دور در دقیقه 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 در ساحل را و یا تمام قدرت مورد نیاز در دریا را تأمین میکند .

پمپهای مختلف موتور اصلی و سایر تاسیسات کشتی در اطراف موتور اصلی و در طبقهء تحتانی قرار گرفته اند . در یک نیم طبقه بالای این قسمت موتورهای قرار دارند که از طریق کاسه نمدهای گاز بندی شده پمپهای تخلیه مواد را که در اتاق پمپهای پائین واقع شده اند به حرکت در میآورند .

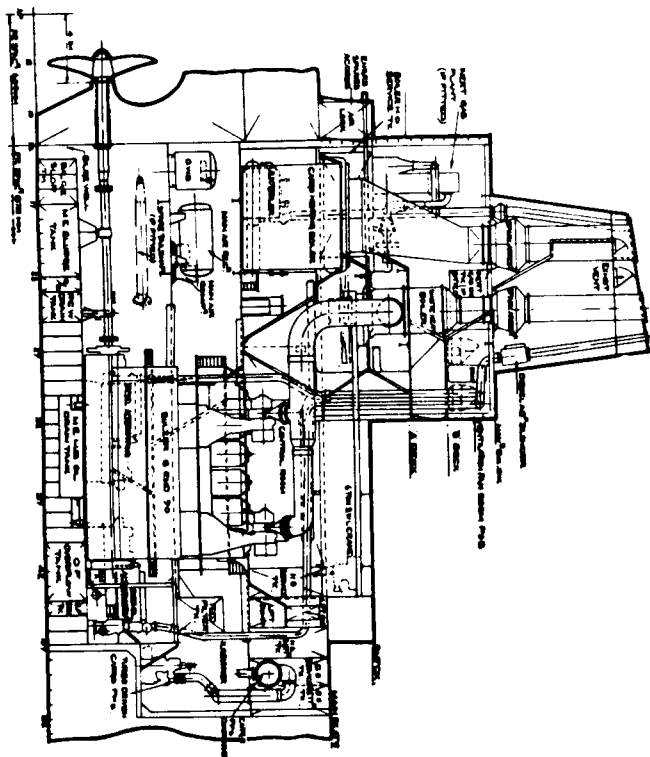
در طبقه پائین تر مبدل های گرمائی برای پوسته های موتور ، روغن موتور و سوخت - پاشها (انژکتورهای سوخت) قرار دارند . دستگاه تصفیه سوخت و دو مولد برق دیزلی نیز در همین طبقه نصب هستند .

در طبقه بالائی مخازن مختلف ، انبارهای لوازم یدکی و غیره ... و یک کارگاه تعمیراتی قرار دارد . در قسمت جلوی این طبقه اتاق کنترل اصلی واقع شده است که میز کنترل اصلی ، یک تابلوی سیستم نیرو و تابلوی مجتمع استارت در آن نصب هستند . یک کارگاه برق که شامل یک ترانسفورمر برق نیز میباشد در اتاق کنترل قرار گرفته است . در عقب این طبقه ، یک دیگ بخار فرعی و دو دیگ بخار که از بخار تولید شده آنها جهت گرم کردن محموله استفاده میگردند، نصب اند . در همین طبقه ، دستگاه تصفیه ضایعات روغنی و سوختی ، - چندین کمپرسور هوا و مخازن هوای فشرده نیز واقع شده اند .

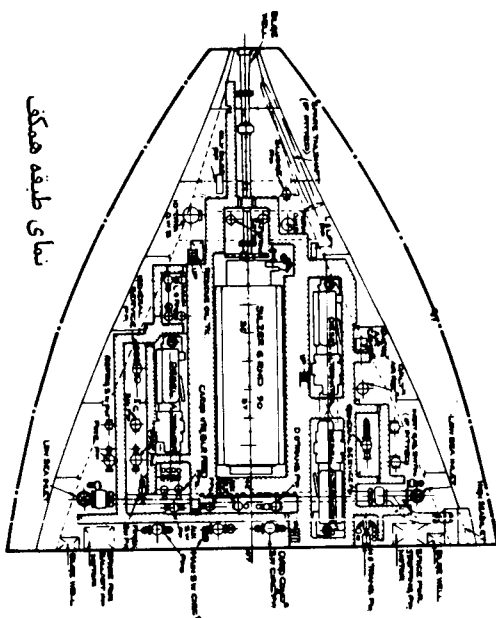
در جداره دودکش ها ، صداگیرهای برای موتورهای اصلی و مولدهای برق جاسازی

شده است .

دید روبرو از سمت چپ



نمای طبقه همکف



شکل (۱ - ۲) نظم و ترتیب ماشین آلات سرعت کم

توربین بخاری

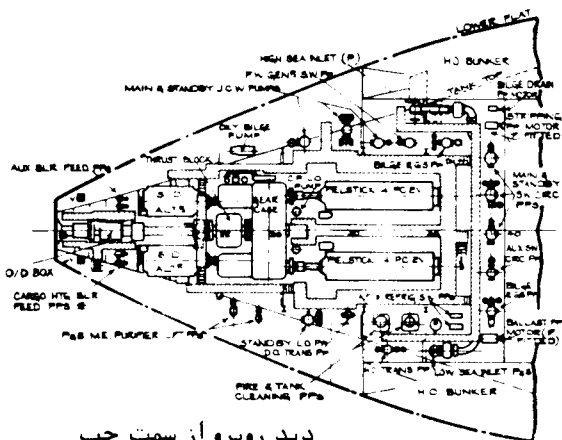
شکل (۴ - ۱) جانمایی ماشین آلات رادریک " کانتینربر " نشان داده که دو توربین بخاری مرکب دو قلو در آن مشخص می باشد . بدلیل قرینه بودن جانمایی ، فقط قسمتی از نمای موتورخانه نشان داده شده است . هردستگاه توربین از طریق جعبه دنده تقلیل دوگانه و پاشنه یا تاقان جداگانه ، پروانه گام ثابت خودرابه چرخش درمی آورد . چگالنده هائی زیر هریک از - توربینهای فشارکم نصب و طوری ترتیب داده شده اند که درزمان کارکرد با قدرت کامل از روش گردش آب بوسیله اسکوپ SCOOP استفاده نموده و زمان مانور کشتی از روش گردش آب بوسیله پمپ محوری استفاده میکنند .

در طبقه تحتانی کشتی مذکور و در اطراف ماشین آلات اصلی ، پمپهای تاسیسات و پمپ - های موتور اصلی ، یک دیگ بخار کمکی و یک دستگاه استحالء فاضلاب (سپتیک) قرار دارند . سه مولد برق دیزلی در پشت یک پرده صداگیر نصب میباشند .

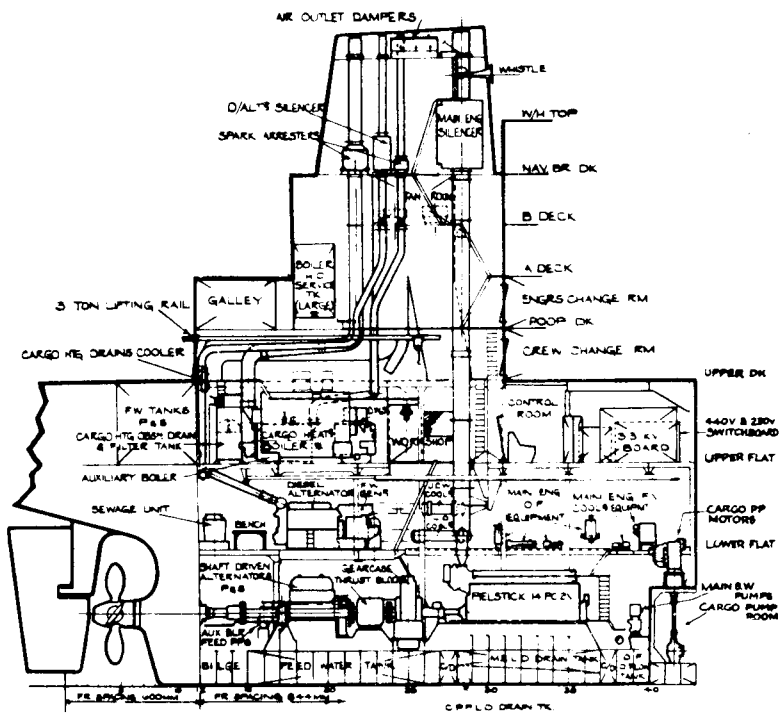
طبقه ۸/۵ متری در هر طرف خود یک مولد برق بخاری و پنکه های هوارسانی دیگ های بخار اصلی را جای میدهد . پمپهای آبرسانی دیگ بخار و سایر دستگاههای مربوط به تغذیه دیگ نیز در همین طبقه قرار داده شده اند . دو دیگ بخار اصلی عقب همین قسمت را اشغال کرده و طوری قرار گرفته اند که اشتعال آنها از قسمت سقفشان انجام میپذیرد . دو دستگاه برای تقطیر آب در جلو و واحد آبرسانی برای مصرف خدمه در عقب قرار گرفته است .

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

اگرچه کنترل اصلی دیگهای بخار از اتاق کنترل اصلی صورت میگیرد ولی در طبقه 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 در اینجا قرار گرفته اند . هواگیر بخارات و صداگیرهای مولدهای برق دیزلی در سطح بالاتری و در جداره دودکشها نصب شده اند .

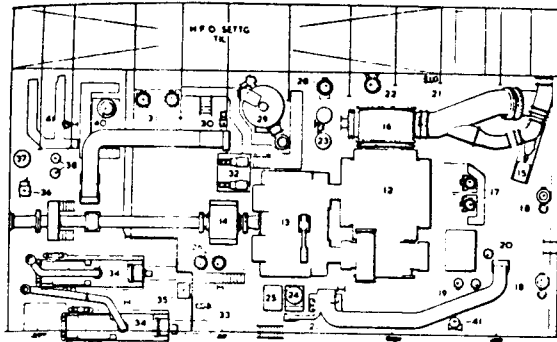


دید روبرو از سمت چپ

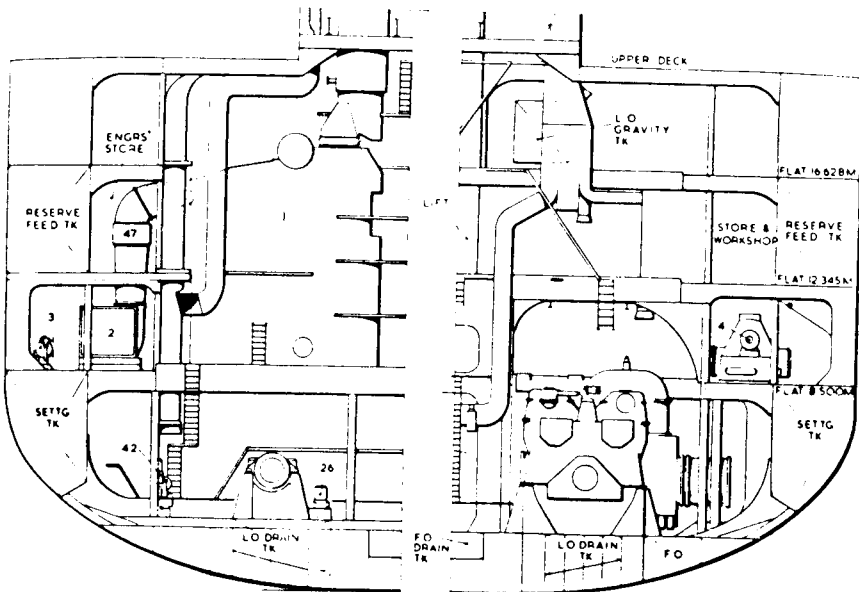


نمای طبقه همکف

شکل (۳ - ۱) نظم و ترتیب ماشین آلات دیزلی سرعت متوسط



a



b

شکل ۱-۴ نظم و ترتیب ماشین آلات توربین بخار

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| ۱ - دیک بخار | ۱۵ - پمپ اصلی گردشی اب دریا | ۲۹ - دیک بخار کنکی |
| ۲ - پمپ جبری | ۱۶ - چکالنده اصلی | ۳۰ - گرم کننده آب معدیه دیک بخار فرعی |
| ۳ - پمپ تعدیه اصلی | ۱۷ - پمپ هواگیر اصلی | ۳۱ - پمپ انتقال سوخت |
| ۴ - پمپ سوپرو آلترایاتور | ۱۸ - پمپ حر / آب متادل | ۳۲ - پمپ انتقال دیوئل |
| ۷ - سنجیر کننده (اواپراتور) | ۱۹ - پمپ هواگیری بخارین دروفا | ۳۳ - مولد برقی دیوئل |
| ۱۱ - مخزن آب شیرین (تحت فشار) | ۲۰ - پمپ سوپرو آلترایاتور | ۳۴ - کنترل مولد برقی دیوئل |
| ۱۲ - توربین های اصلی | ۲۱ - سردکننده روغن | ۴۱ - پمپ گردشی سربید |
| ۱۳ - جمیع دنده | ۲۲ - پمپ های روغن | ۴۲ - پمپ حر روغنی |
| ۱۴ - سرب گیر (کنده فشار محوری) | ۲۳ - پمپ آب آتش نشانی | ۴۳ - گرم کننده هوا / بخار |

طرزکار و نگهداری

وظائف مهندس دریائی منحصر به کار در منطقه ماشین آلات موتورخانه ————— نمیشود . شرکت های مختلف قوانین مختلفی دارند، اما بهر حال کلیه ماشین آلات کشتی به استثنای دستگاههای مخابراتی توسط مهندس دریائی (مهندس کشتی) تعمیر و نگهداری میگردند . از وجود مهندس برق در کشتی های بسیار بزرگ استفاده میشود ، اما اگر مهندس برق در دسترس نباشد تعمیر و نگهداری دستگاههای برقی نیز توسط مهندس کشتی صورت میپذیرد .

نتیجتاً "آموزشهای کامل عملی و تئوریک برای تربیت مهندس کشتی مورد نیاز است و باید طبق نیازهای کاری ، مهندس مکانیک ، برق و تهویه و تبرید نیز باشد و برخلاف مهندسین رده خشکیش ، وی می بایست در روی شناورها و در نامساعدترین محیط ها از نظر زنگ زدگی ، بعنوان یک متخصص نیز وارد عمل شود . بعلاوه وی باید خود کفا بوده و با امکاناتی که در دسترس اوست قادر به انجام کارهای موجود در کشتی باشد .

کشتی مدرن امروزی ، یک مجتمع پیچیده ای از ماشین آلات خودکار است و امکانات لازمه جهت تامین نیازهای یک اجتماع کوچک را برای مدت قابل توجهی در خود گرد آورده است . هدف این کتاب ساده تر کردن فهم این دستگاهها میباشد . نگرش ما از این دستگاه یا بصورت یک سیستم کامل ، مشتمل بر دستگاههای کوچکتر است و یا بصورت دستگاههای تکی بزرگتر میباشد . بخصوص در حالت اخیر تعداد انتخاب های ما قابل توجه خواهد بود . شناخت در مورد طریقه کار دستگاهها و ماشین آلات مبنای تعمیر و نگهداری موثر را فراهم آورده و این دوبه نوبت در فصول آینده مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت .

فصل ۲

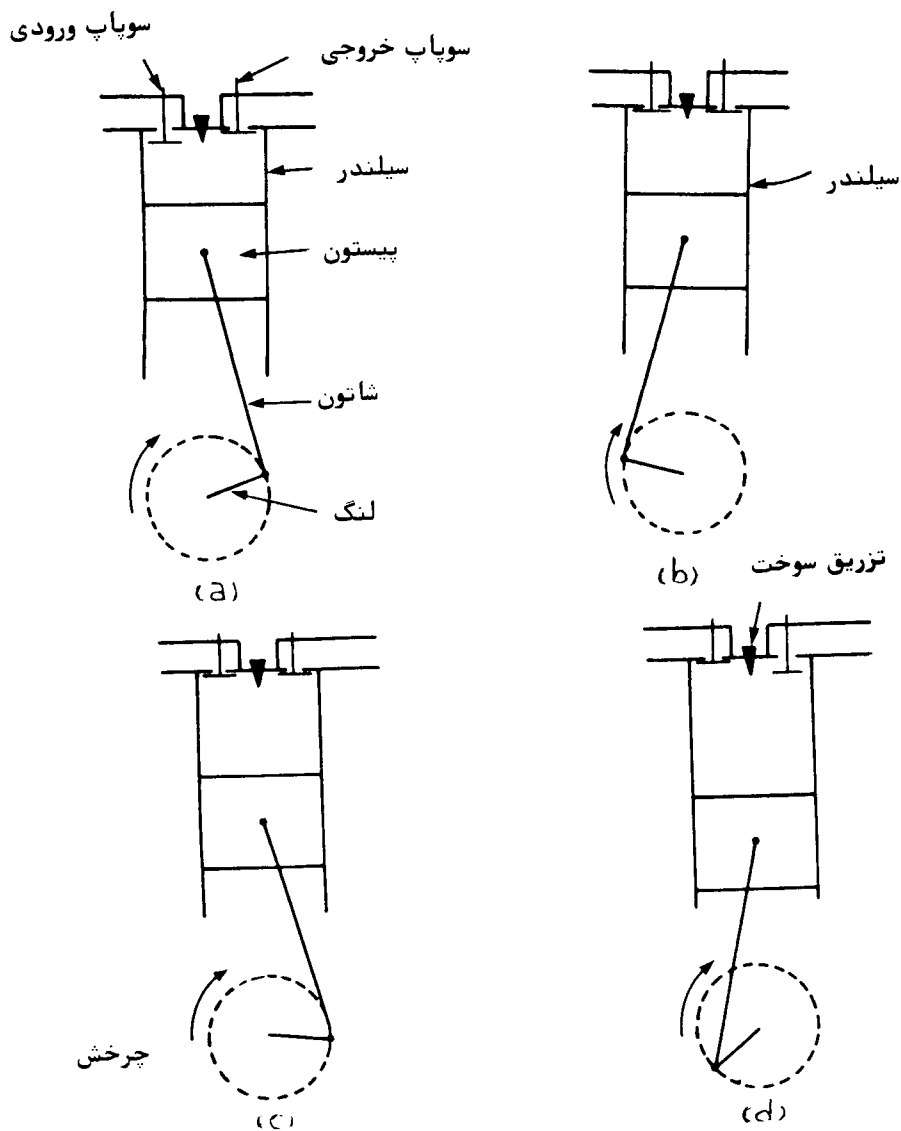
موتورهای دیزلی

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 همانند تمامی ماشینهای درون سوز یک چرخه ثابت رانعقب میکند که در دو یا چهار ضربه انجام میپذیرد . ضربه (در اینجا منظور کورس سیلندر است) عبارتست از فاصله بین دو نقطه منتهی الیه پیستون . هر ضربه در نیم دور میل لنگ کامل میگردد .

چرخه چهارزمانه (چهارضربه ای)

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 را باز و بسته نماید .

پیستون را در بالاترین نقطه کورس خود در نظر بگیرید ، این نقطه به نقطه مرگ بالائی— موسوم است . سوپاپ ورودی باز شده و با پائین رفتن پیستون هوای تازه وارد سیلندر میشود . در پائین ترین نقطه کورس که به نقطه مرگ پائینی موسوم است سوپاپ ورودی بسته شده و



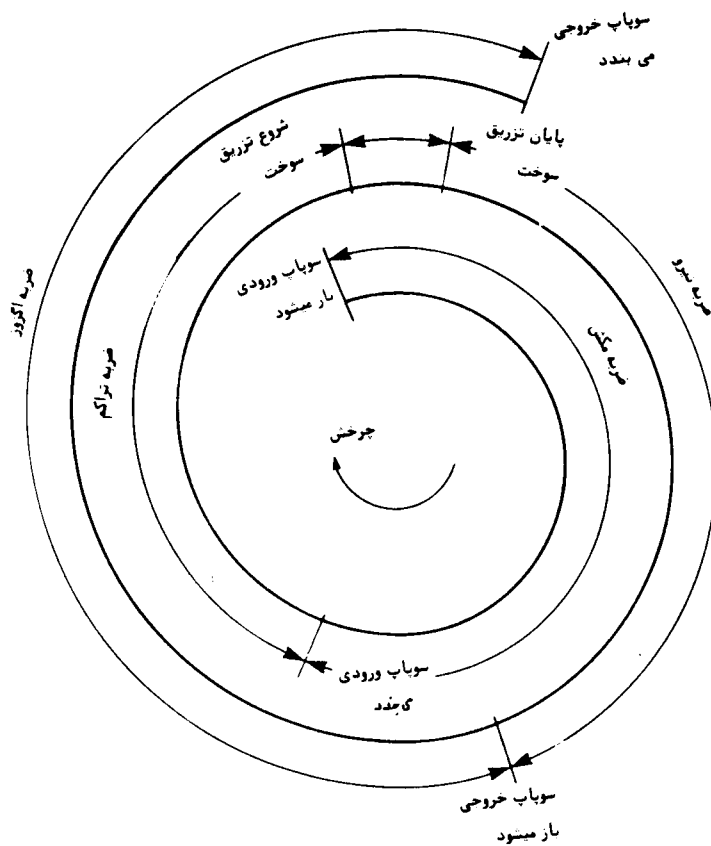
شکل (۱-۲) چرخه چهارزمانه :
 a : ضربه تراکم b : ضربه مکش
 c : ضربه نیرو d : ضربه اکروز

و همزمان با بالا رفتن پیستون هوا در داخل سیلندر متراکم میشود . در نتیجه درجه حرارت هوای داخل سیلندر نیز افزایش می یابد . در حالیکه پیستون به نقطه مرگ بالائی می رسد ، سوخت به داخل سیلندر تزریق میشود و پس از انفجار (احتراق) فشار بسیار زیادی در گازها تولید میشود . حالا پیستون توسط نیروی تولید شده از گازها به پائین فرستاده میشود و هنگامی که به نقطه مرگ پائینی برسد ، سوپاپ خروجی گازهای اگزوز باز میشود . چرخه نهائی جهت خروج گازهای اگزوز است که همزمان با نزدیک شدن پیستون به نقطه مرگ بالائی صورت میگیرد . این چهار چرخه مشخصاً " بنام های مکش ، تراکم ، کار (نیرو) و اگزوز معروف هستند ، شکل (۱-۲) .

این وقایع روی نمودار زمانی در شکل (۲-۲) نشان داده شده اند . زاویه لنگ مربوط به هر کدام از عملیات ، همراه با زمان انجام هر عمل بر حسب درجه ، در شکل نشان داده شده است . در مقایسه با آنچه متداولاً " با ذکر توضیحات ساده ای در مورد نحوه عملکرد چرخه چهار زمانه داده میشود ، این نمودار ، معرف صحیح تری از چرخه کار واقعی موتور است . گرچه در طراحیهای مختلف موتور دیزلی چهار زمانه ، زوایای مختلف متغیر میباشند ، اما نمودار فوق نشانگر اساس کار همگی آنها است .

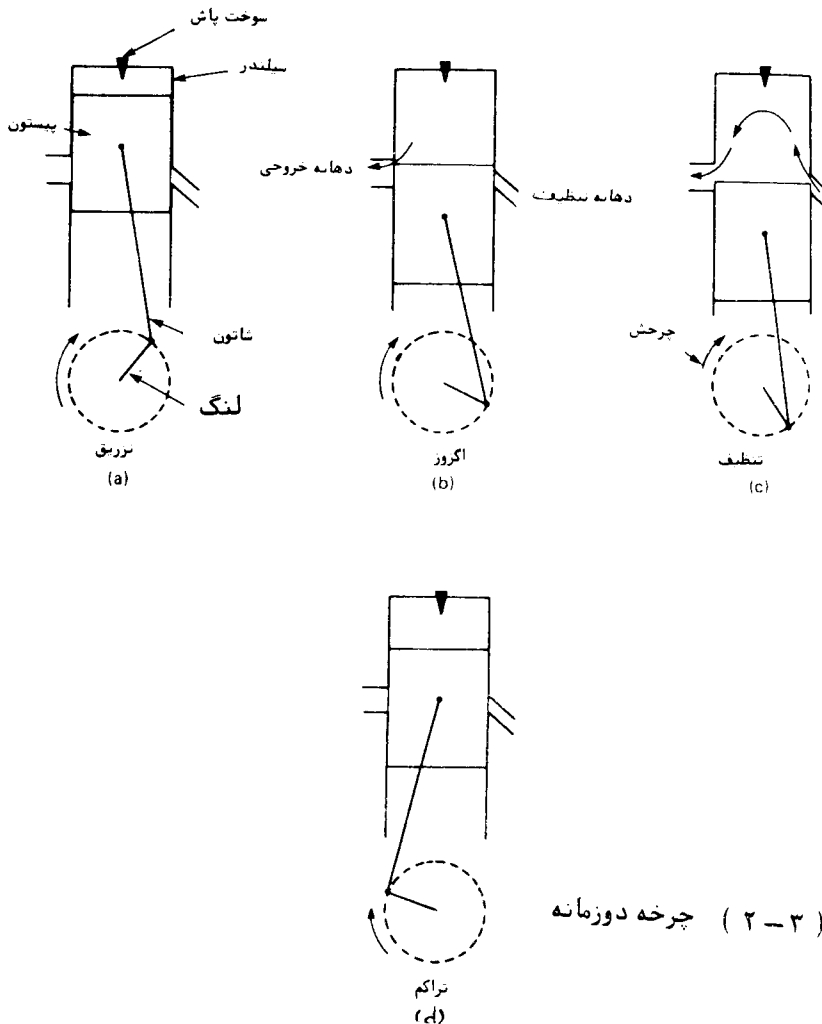
چرخه دوزمانه (موتورهای دوزمانه دیزلی)

چرخه دوزمانه در دوضربه پیستون یا یک دور میل لنگ تکمیل میشود . برای انجام این چرخه ، که توالی وقایع در مدت زمان کوتاهی انجام میگردد ، موتور احتیاج به نظم و ترتیب های خاصی دارد . نخست هوای آزاد باید با فشار بداخل کشیده شود . این هوا باید ابتدا گازهای اگزوز را از سیلندر بیرون رانده ، سپس فضای سیلندر را با هوای تازه پر کند (شارژ سیلندر) . در اینجا بجای سوپاپها ، از سوراخهایی که بنام دریچه های ورودی معروفند ، استفاده میگردد . این دریچه ها در ضمن حرکات پیستون و بوسیله جداره پیستون ، باز و بسته میگردند .

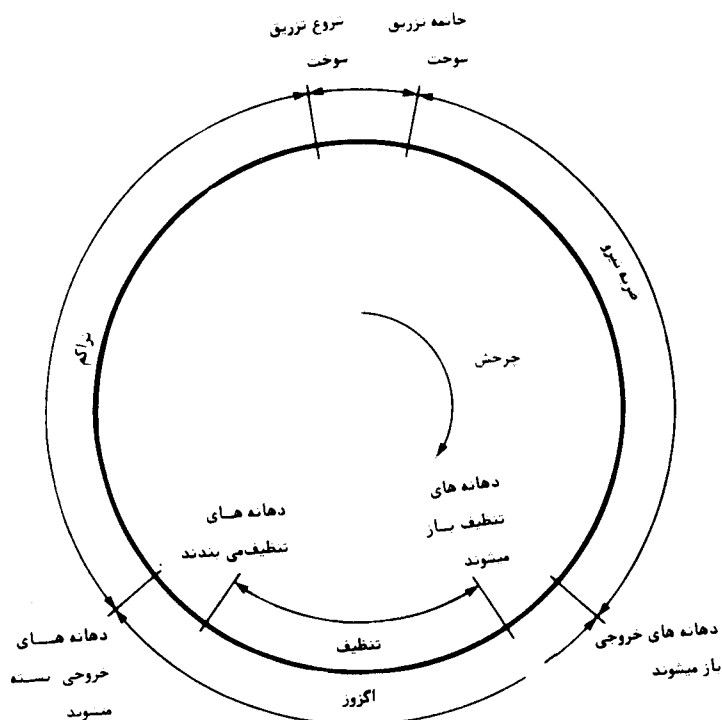


شکل (۲ - ۲) نمودار تنظیم چهارزمانه

پیستون رادیالترین نقطه ضربه اش ، یعنی درجائی که تزریق سوخت و احتراق تازه - انجام پذیرفته است درنظر بگیرید ، شکل (۲-۳ a) . پیستون درضربه کاری اش و درضمن پائین رفتن ، باعث بازشدن دریچه اگزوز میشود ، شکل (۲-۳ b) . سپس گازهای اگزوز تخلیه گردیده و پیستون همچنان بطرف پائین به حرکت ادامه میدهد تا زمانیکه باعث باز شدن دریچه ورودی یا دریچه تنظیف هوا گردد ، شکل (۲-۳ c) دراین زمان هوای فشرده وارد سیلندر شده و گازهای اگزوز باقیمانده را به بیرون میراند . برای تکمیل شدن چرخه کار ، پیستون بسمت بالا حرکت کرده و درضمن این حرکت هوا را متراکم مینماید ، (شکل ۲-۳ d) .



نمودار زمانی یک موتور دیزلی دو زمانه در شکل (۲-۴) نشان داده شده است :



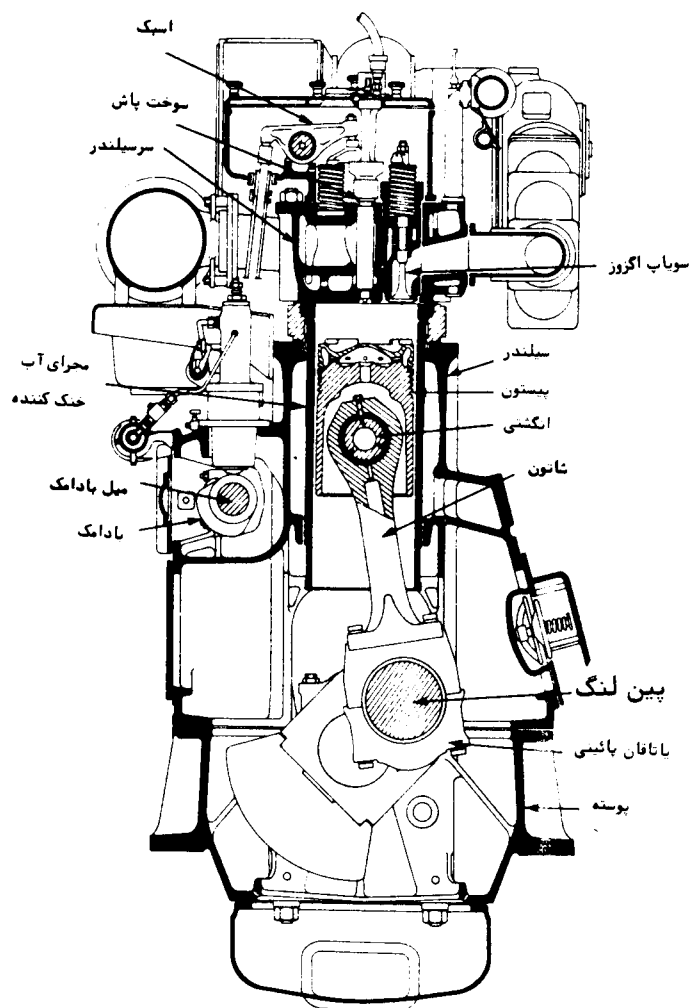
شکل (۲-۴) نمودار تنظیم دو زمانه

سیکل کاری " موتورهای پیستون متقابل " حالت مخصوصی از سیکل کاری موتورهای دو زمانه است . در شروع تزریق سوخت، هردو پیستون از هم دور میگردند ولی با انبساط گازهای موجود در سیلندر یکی بطرف بالا دیگری بطرف پائین میروند ، شکل (۲-۷ a) . پیستون بالائی هنگامیکه به پایان فاصله حرکتی خود میرسد دریچه های اگزوز را باز میکند ، شکل (۲-۷ b) . پیستون پائینی دقایقی بعد دریچه های تنظیف هوا را باز کرده تا آخرین آثار گازهای اگزوز را به خارج منتقل و سیلندر را با هوای تازه پر کند ، شکل (۲-۷ c) .

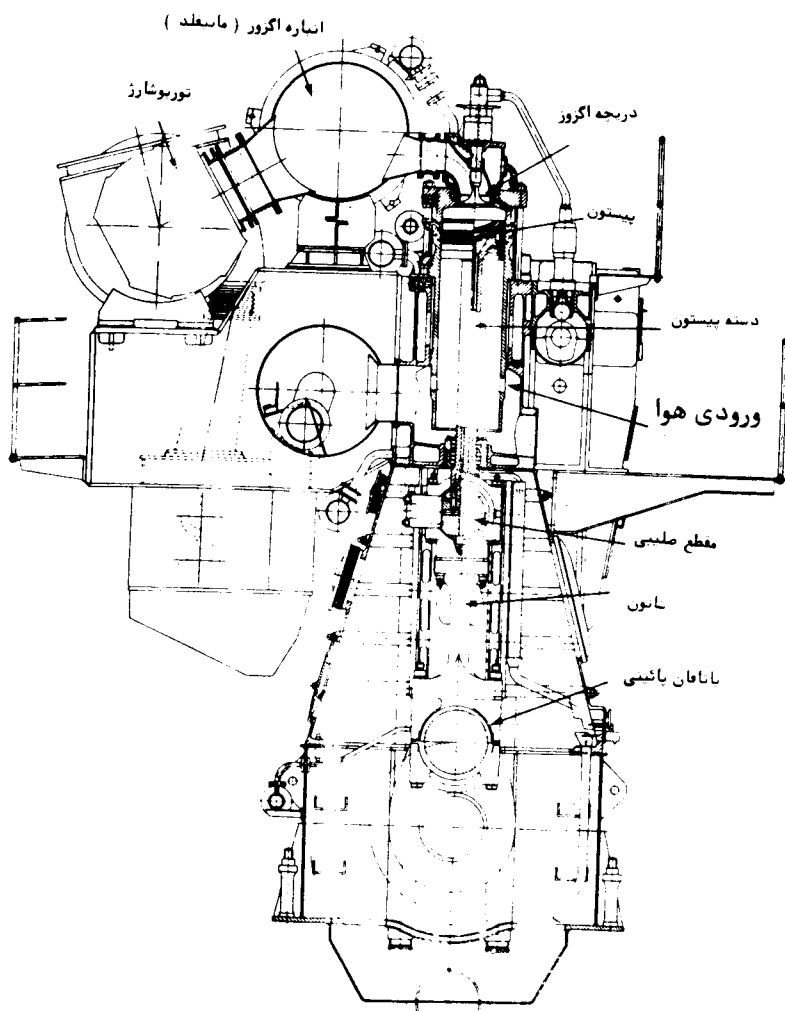
پس از اینکه هردو پیستون به دورترین حد حرکتی خود از یکدیگر رسیدند شروع به حرکت بطرف همدیگر (بطرف داخل) میکنند . این حرکت باعث بسته شدن دریچه های تنظیف هوا و آگزوز گشته و مرحله تراکم را امکان پذیر میسازند ، سپس مراحل تزریق سوخت و احتراق پی میگیرند ، اشکال (۷d - ۲) . دستگاههای مختلفی که باعث کار دو پیستون بصورت متقابل میشوند در ارتباط با موتور دیزلی داکسغورد که نمونه بارزی از اینگونه موتورهاست در بخشهای دیگری از همین فصل بحث خواهند شد .

موتورهای چهار زمانه

برش یک موتور چهار زمانه در شکل (۵ - ۲) دیده میشود . موتور تشکیل شده از یک پیستون که در داخل یک سیلندر سمت بالا و پائین در حرکت است و سیلندر از بالا توسط سر سیلندر پوشیده شده است . سوخت پائینی که سوخت از طریق آن وارد سیلندر میشود در سر سیلندر جای گرفته است . سوپاپهای ورودی هوا و خروجی گازهای آگزوز نیز در سر سیلندر قرار گرفته اند و توسط فنر در حالت بسته نگهداشته میشوند . پیستون توسط انگشتی (گزن پین) به شاتون متصل شده است . سر بزرگتر یا سر پائینی 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 مستقیماً " یا از طریق میل واسطه اسبک ها را به حرکت میاندازد . اسبکها بنوبه خود باعث باز شدن سوپاپهای هوای ورودی و گازهای خروجی میشوند . میل بادامک از نظر زمانی طوری تنظیم شده است تا در نقطه صحیحی از چرخه (سیکل) سوپاپ ها را باز کند . میل لنگ توسط محفظه میل لنگ و بدنه موتور احاطه شده است . بدنه موتور نیز - تکیه گاه سیلندرها بوده و یا تاقانهای میل لنگ را نیز در خود جای میدهد . اطراف سیلندرها و سر سیلندر مجراهایی جهت عبور جریان آب سرد تعبیه گردیده است .



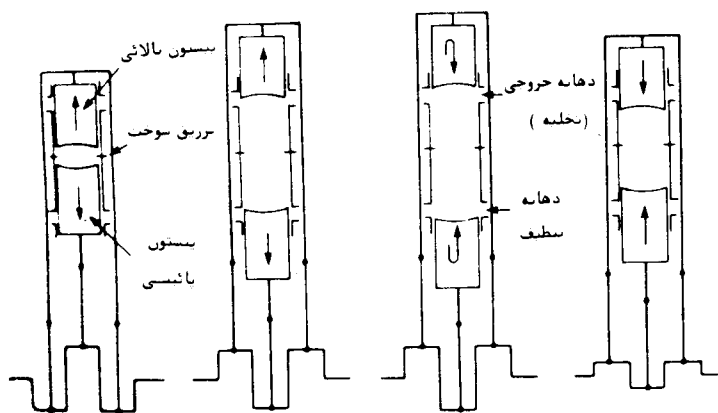
شکل (۵-۲) مقطع یک موتور دیزلی چهارزمانه



شکل (۶ - ۲) مقطع یک موتور دیزلی دوزمانه

موتورهای دوزمانه

برش یک موتور دو زمانه در شکل (۶-۲) 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 بامقطع صلیبی متصل میباشد . دریچه هائی که درآسترداخلی 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 اگزوز میباشد 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 مونسور نصب شده و راهنماهای رادخود 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 (۶-۲) سیکل موتور پیستون متقابل

مقایسه سیکل های دوزمانه و چهارزمانه

اختلاف اصلی بین دو سیکل دوزمانه و چهارزمانه در مقدار نیروئی است که در هر کدام تولید میگردد. در موتورهای دوزمانه در هر دور، یک ضربه کاری (نیرو) تولید شده که بطور تئوریک، این دو برابر نیروئی است که یک موتور چهارزمانه با حجم سیلندر مشابه تولید میکند. اما به علت عمل تنظیف که از بازدهی بالائی برخوردار نیست و سایر تلفات کاری، برتری قدرت موتور دوزمانه به $1/8$ محدود میگردد. برای یک نیروی مشخص موتوری، موتورهای دوزمانه بطور محسوسی سبک تر خواهند بود که نکته بسیار مهمی برای کشتی محسوب میشود. همچنین موتورهای چهارزمانه احتیاج به یک مکانیزم پیچیده‌ای جهت کار سوپاپها دارند که موتورهای دوزمانه فاقد چنین مکانیزمی هستند. اما در عوض موتورهای چهارزمانه در سرعتهای زیاد از راندمان بالائی برخوردار هستند که این خود جبران کننده کمبود نیروی آن است. مزیت دیگر موتورهای چهارزمانه مصرف کم روغن آن میباشد.

انواع موتورها کاربرد خاص خود را دارا میباشند و برای کشتی، موتور دیزلی دوزمانه سرعت کم رانندگی نیروی رانش اصلی انتخاب کرده‌اند (بین $120 - 90$ دور در دقیقه). در این سرعت کم نیاز به جعبه دنده تقلیل بین موتور و پروانه نمیباشد. موتورهای چهار زمانه (رده سرعت متوسط و بین $750 - 250$ دور در دقیقه) در مولدهای برق دیزلی کاربرد دارند، ولی بعضی اوقات نیز بعنوان نیروی رانش اصلی کشتی از آنها استفاده میشود که در این صورت از جعبه دنده تقلیل دهنده که سرعت پروانه را به $120 - 90$ دور در دقیقه میرساند، استفاده میگردد.

اندازه گیری توان (قدرت)

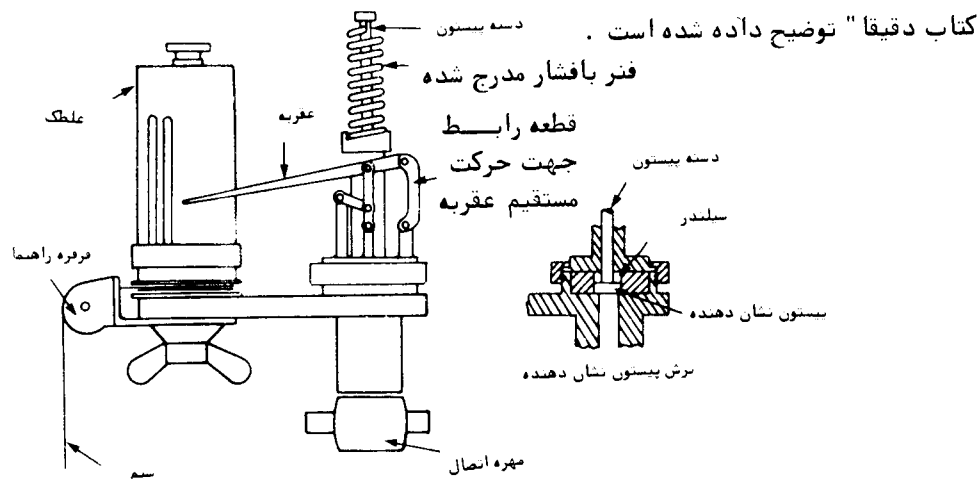
توان موتور به دو صورت اندازه گیری میشود: توان تولید شده در سیلندرها و توان

موجود در محور اصلی (توان نهائی). توان تولید شده در سیلندرها متعاقب احتراق در -

سیلندرها و توسط یک توان سنج اندازه گیری میشود . توان محوری همان توان موجود درمحور خروجی موتور است (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 - ۲) تشکیل شده است از یک پیستون کوچک و با اندازه معلوم که در داخل سیلندری و در مقابل یک فنر مدرج حرکت میکند . یک اهرم بندی مخصوص حرکات پیستون را پس از بزرگ کردن به غلطکی که یک تکه کاغذ یا کارت 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 با حرکات پیستون در سیلندر موتور حرکت میکند . عقربه نیز بنوبه خود ترسیم کننده نمودار فشار گاز سیلندر موتور در نقاط مختلف چرخه کاری است . مساحت نمودار ترسیم شده مبین توان تولید شده در سیلندر مربوطه است . بادر دست داشتن فاکتورهائی چون ، مقیاس حرکات ، درجه فنر و بعضی دیگر از - اطلاعات مربوطه به موتور ، نیروی هر سیلندر محاسبه میگردد . روش محاسبه در ضمیمه پایان



شکل (۸ - ۲) دستگاه اندازه گیری توان موتور

پیچش سنج (تورشن متر)

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

$$\text{گشتاور پیچشی} \times \text{سرعت دورانی} = \text{توان محوری}$$

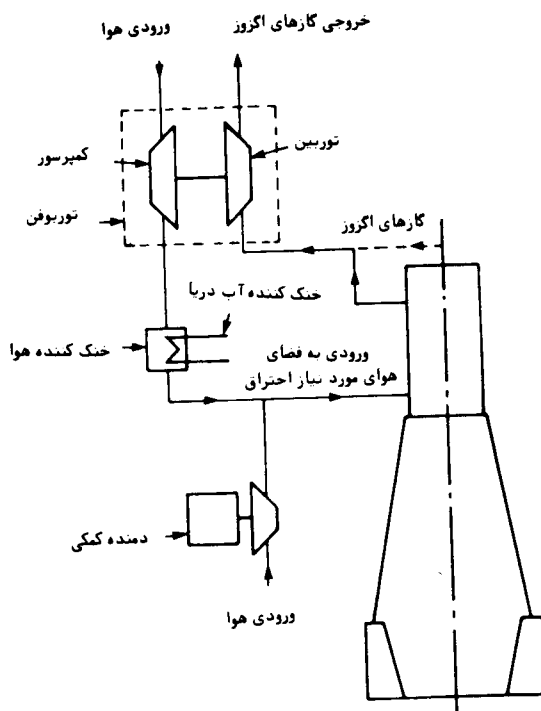
گشتاور یک محورها میتوان با اندازه گیری تنش پارگی یا زاویه ناب (پیچشی) به وسیله یک پیچش سنج محاسبه نمود . انواع مختلف پیچش سنج در فصل (۱۵) توضیح داده شده اند .

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 با هوای تازه است که خود مقدمه‌ای برای مرحله تراکم میباشد . در سیستم سوپرشارژ مقدار هوای متراکم بیشتری به سیلندر میرسد . موتورهای قدیمی از نوع موتورهای " تنفس طبیعی " بودند که هوای تازه را در فشار آتمسفر دریافت میکردند . - موتورهای مدرن با استفاده از گازهای اگزوز ، توربوشارژرهای رابه حرکت درمی آورند که هوای تازه متراکم شده را جهت تنظیف و عمل سوپرشارژ به موتور میرساند . هر دو نوع موتورهای دو- زمانه و چهارزمانه میتوانند از سیستم سوپرشارژ استفاده کنند .

در موتورهای دیزلی دو زمانه معمولاً " 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 را تامین کند . از طرفی هوای متراکم شده را معمولاً " بمنظور بالا بردن چگالی، خنک میکنند . در شکل (۹ - ۲) توربوشارژر موتور دو زمانه دیزلی که از گازهای اگزوز استفاده میکند، دیده میشود .

در یک سر توربوشارژر یک توربین که با گازهای اگزوز دوران میکند نصب شده و در سر دیگر آن یک کمپرسور هوا قرار دارد و هر دو ، در روی یک محور مشترک قرار گرفته اند . کمپرسور و توربین از همدیگر کاملاً " جدا میباشند " ، بطوریکه هوا یا گازهای اگزوز از یکی به دیگری سرایت نمی کند .



شکل (۹ - ۲) نظم و ترتیب توربوشارژر گازهای اگزوز

تنظیف

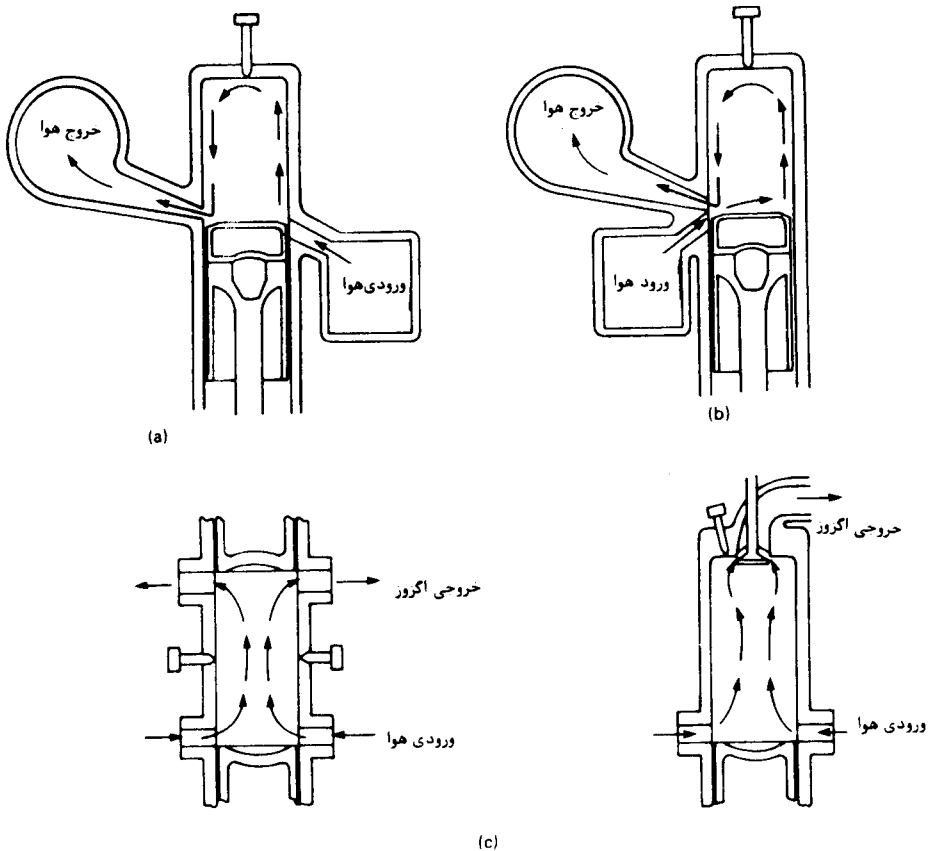
تنظیف خوب برای رساندن هوای تازه مورد نیاز احتراق اساسی است . درموتورهای چهار زمانه ، همزمانی کافی برای باز شدن سوپاپ ورودی هوا و خروجی اگزوز وجود دارد، درحالیکه این همزمانی درموتورهای دوزمانه محدود بوده و گازهای اگزوز و هوای ورودی اندکی باهم مخلوط میشوند .

روشهای مختلفی جهت تنظیف درموتورهای دوزمانه سرعت کم وجود دارد . درهرکدام از این روشها باحرکت روبه پائین پیستون ، دریچه های ورودی هوا باز شده و اجازه ورود هوای تازه رامیدهد . این عمل تازمانی ادامه می یابد که پیستون با بالا آمدن خود ، دریچه مذکور راببندد . 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 پیدا کرده و - گازهای اگزوز سرراه خود را به جلو میراند . سپس گازهای اگزوز روبه پائین حرکت کرده و از دریچه های خروجی به بیرون میروند ، عمل مذکور در شکل (۱۰a - ۲) ترسیم شده است . درسیستم " تنظیف حلقهای " ، هوای تازه از بالای تاج پیستون عبور کرده و سپس بطرف سرسیلندر بالا میرود . گازهای اگزوز در جلوی هوای آزاد ، با فشار ، روبه پائین آمده و از دریچه های اگزوز که بالاتر از دریچه اهای ورودی هوای آزاد قرار دارند خارج میگردد . عمل مذکور در شکل (۱۰b - ۲) نشان داده شده است .

درسیستم تنظیف ، جریان یکنواخت هوای تازه وارد قسمت پائینی سیلندر گشته و از بالا ترین قسمت خارج میگردد . دهانه خروجی قسمت بالائی سیلندر ممکن است تعدادی دریچه و یا یک سوپاپ بزرگ باشد . عمل مذکور در شکل (۱۰C - ۲) نشان داده شده است . هرکدام از سیستمها مزایا و معایب خود را دارند . تنظیف تقاطعی (عبوری) احتیاج به نصب دامن SKIRI پیستون دارد ، تا درزمانیکه پیستون در بالاترین نقطه ضربه قرار گرفته

از فرار گازهای اکروز یا هوای ورودی جلوگیری کند . درتنظیف حلقه‌های هوای نسبتاً "سرد ورودی و گازهای بسیار گرم خروجی از دریچه‌های مجاور هم عبورکرده و باعث بوجود آمدن اختلاف دمای بسیار زیادی برای فلز آستر داخلی میشود . تنظیف " جریان یکنواخت " با صرفه ترین نوع تنظیف است ، اما یا نیاز به سیستم پیستون متقابل و یابه سوپاپ خروجی گازهای اکروز درسریلندر دارد . به دریچه‌های ورودی هوای هر سه سیستم ، زاویه داده شده است تا هوای ورودی حالت گردابی (چرخشی) داشته و بتواند آن رادرمسیر مناسب خود هدایت کند .



شکل (۱۰ - 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 میتواند درمحفظه تنظیف یک موتور جمع شود . سوخت محترق 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 درجه حرارت اگزوز درسیلندر صدمه دیده خواهد بود . همچنین درتوربوشارژر نیز موجهای ناکهانی بوجودآمده و صداهائی ناهنجار از آن شنیده میشود که با بازکردن شیر تخلیه محفظه هوای تنظیف،جرقه های آتش دیده خواهد شد . بمحض مشاهده آثار چنین آتشی ، باید سرعت مونور را کم کرده و سوخت سیلندر مورد نظر را قطع ، روغنکاری تمام سیلندرها راافزایش داده و کلیه شیرهای تخلیه محفظه هوای تنظیف را بست . 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 در شبکه تنظیف تعبیه گردیده است ، تزریق نمود وهمواره درنظر داشت 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 یا روغن درمحفظه رسوب کرده باشد ، سرچشمه آن باید شناسائی و رفع اشکال گردد . شیرهای تخلیه مرتبا " باید باز و بسته شوند ودرصورت مشاهده نشتی روغن ، مسئله دراولین فرصت پیگیری گردد .

سیستم سوخت

سیستم سوخت یک موتور دیزلی رامیتوان در دو قسمت مورد بررسی قرارداد : سیستم —

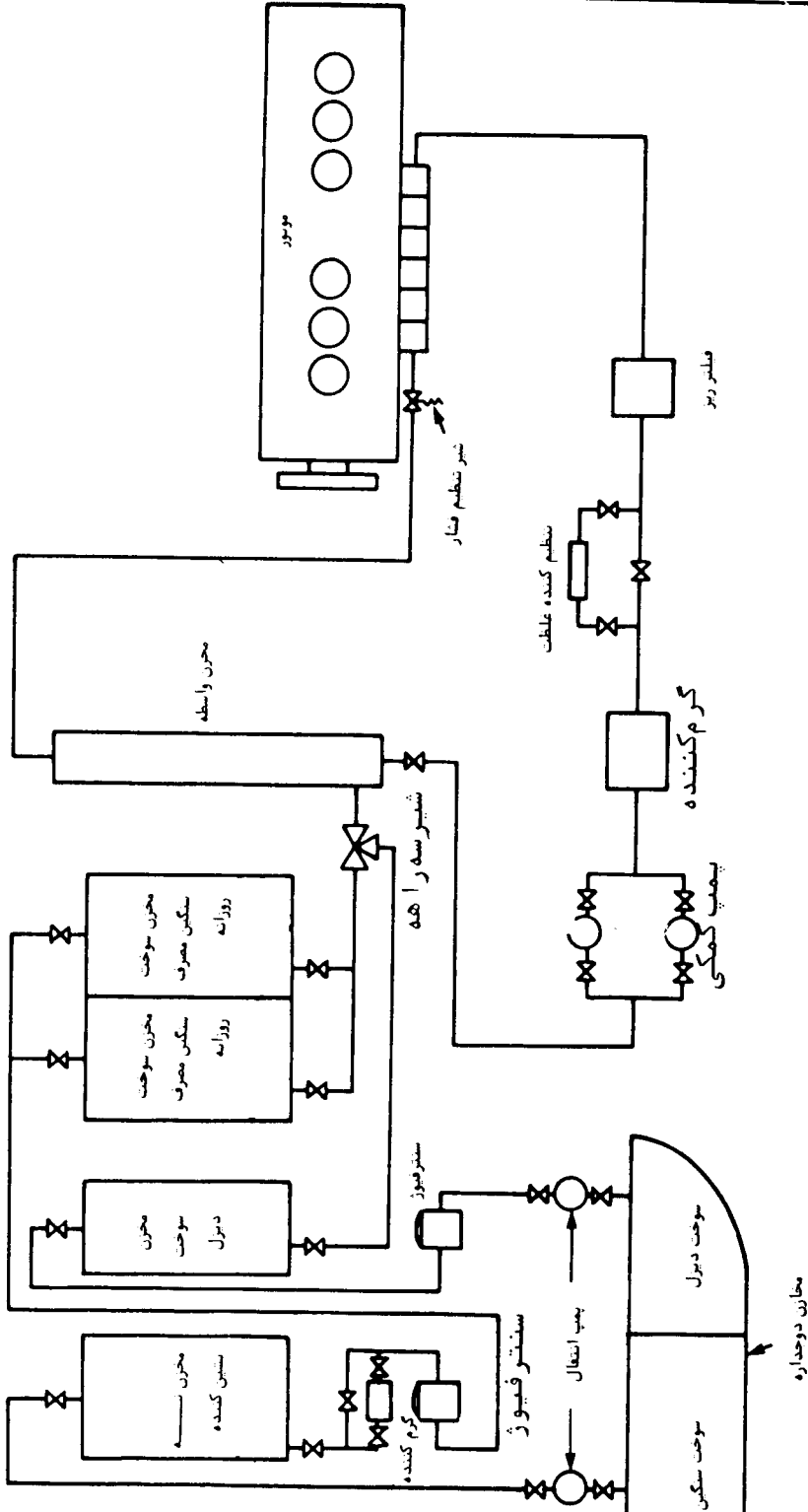
سوخت رسانی و تزریق سوخت . سوخت رسانی ، عبارت از تهیه و رساندن سوخت مناسب جهت استفاده در سیستم تزریق میباشد .

سوخت رسانی موتورهای دوزمانه

طراحی و ساخت موتورهای دیزلی دورکم دوزمانه طوریت که میتواند بصورت پیوسته با سوخت سنگین (مازوت) کارکرده و درمواقع مانور دادن از سوخت دیزل استفاده نماید . درسیستمی که در شکل (۱۱-۲) نشان داده شده است ، سوخت درمخازن دوجداره - انبار گردیده و از آنجا به " مخزن ته نشین کننده " پمپاژ و سپس گرم میشود . پس از عبور از دستگاه نصفیه 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 " با کنترل درجه حرارت آن ، میتواند سوخت با غلظت ویسکوزیته صحیح را به قسمت احتراق برساند . پس از این مرحله ، سوخت قبل از آنکه وارد سیستم تزریق گردد ، از یک فیلتر بسیار ریز عبور میکند . شیر تنظیم فشار ، فشار سوخت را درسیستم اصلی سوخت همیشه ثابت نگه میدارد . با بازکردن این شیر میتوان سیستم را با سوخت داغ گرم کرد . مخزن واسطه یا توازن ، سوخت اضافی را که از سیستم احتراق برمیگردد درخود جمع مینماید .

انواع مختلف دستگاههای ایمنی درسیستم سوخت نصب گردیده است ، از قبیل وسیله اعلام خطر در هنگام پائین آمدن بیش از حد مجاز سطح مخزن و کنترل از راه دور شیرهای سوخت رسانی درمواقع اضطراری (آتش سوزی) .

سیستم سوخت رسانی دیزلی نیز شبیه سیستم ذکر شده ، 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 . ازیک از راه های ورودی سوخت سنگین وازدیگری سوخت دیزل وارد میشود و اگر یکی از این راههای ورودی باز باشد ، دیگری بسته خواهد بود .



شکل ۲-۱۱ سیستم سوخت رسانی

سوخت دیزل عموماً " احتیاج به گرم شدن نداشته ولی در صورت نیاز ، با سرعت میتوان آن را گرم نمود و در نتیجه تعویض از یک سوخت به سوخت دیگر باید تدریجاً " انجام پذیرد تا درجه حرارت سوخت سیستم تثبیت گردد .

تزریق سوخت

وظیفه این سیستم ، تزریق مقدار صحیح سوخت در لحظه معین و در شرایط مناسب ، جهت عمل احتراق میباشد . در نتیجه 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 میل بادامک ، همچنین وضعیت قرارگیری آنها روی میل بادامک میسر میگردد . میل بادامک بازای هردوران میل لنگ موتور دوزمانه ، یک دور چرخیده و در موتورهای چهارزمانه بازای هر نیم دور موتور (میل لنگ) یک مرتبه دوران میکند . در حال حاضر عُمداً " دو سیستم متفاوت ، کاربرد رایجی پیدا کرده‌اند که در هردو آنها از ترکیب روشهای مکانیکی و هیدرولیکی استفاده میشود ، این دو سیستم عبارتند از : سیستم " پمپ ضربه‌ای " و سیستم " ریل مشترک " .

سیستم پمپ ضربه‌ای (جرک)

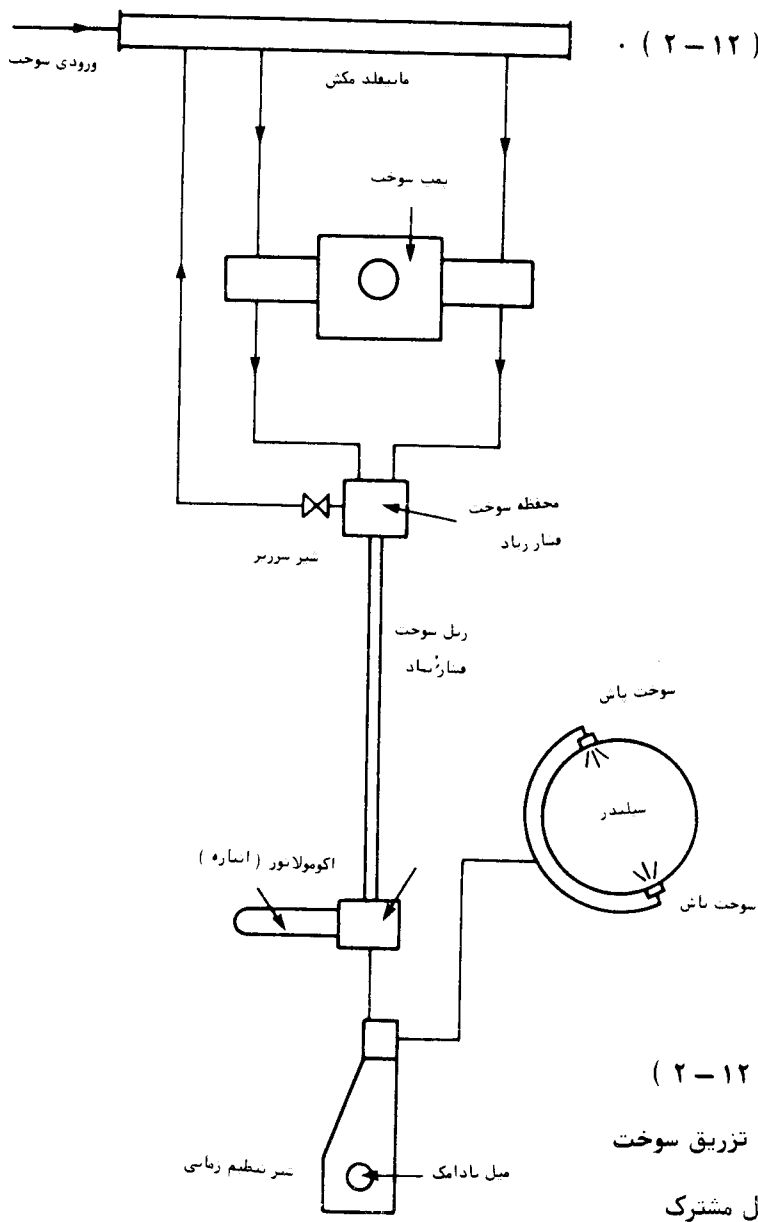
در سیستم ضربه‌ای برای هر سیلندر موتور ، یک پمپ تزریق جداگانه وجود دارد . پمپ تزریق معمولاً " در هر سیکل موتور یک مرتبه توسط بادامکی که روی میل بادامک سوار است ، عمل میکند . سیلندر پیستونهای پلانجر پمپ انژکتور از نظر اندازه طوری ساخته شده‌اند که احتیاجات سوخت موتور را بخوبی برآورده میکنند . در ریچه‌های سیلندر و شیارهای پیستون سوخت و یا شیرهای تنظیمی ، مقدار سوخت انتقالی را تنظیم میکنند (توضیح بیشتر موكول میشود به مباحث آینده) . هر پمپ تزریق ، تامین کننده سوخت برای یک سوخت پاش یا سوخت پاشهای یک سیلندر میباشد .

سوزن انژکتور در یک فشار از قبل تنظیم شده راه عبور سوخت را باز خواهد کرد که این 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

فارسونگا) ، شکل (۱۲ - ۲) .



شکل (۱۲ - ۲)

سیستم تزریق سوخت

ریل مشترک

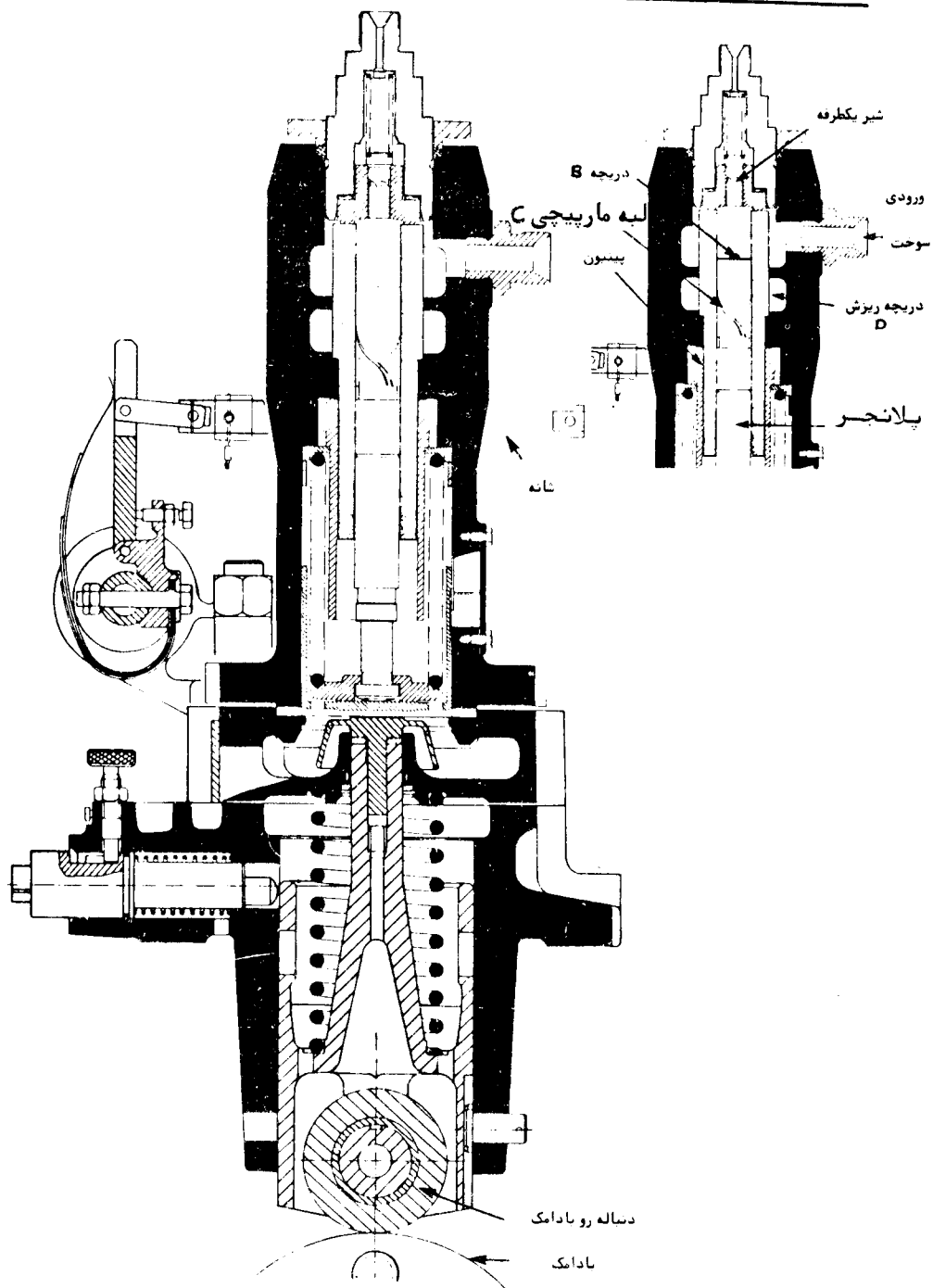
سوخت ، وارد یک محفظه یا ریل شده که تحت فشار زیاد نگهداری میشود . از این ریل (یا محفظه) مشترک، سوخت به تمام سوخت پاشها در سیلندره‌های مختلف میرسد . در فاصله بین ریل و سوخت پاشها برای هر سیلندر یک شیر تنظیم زمانی وجود دارد که زمان شروع و مدت زمان تزریق سوخت را مشخص مینماید . شیرهای تنظیم فشار نیز به ریل مشترک متصل اند تا فشار اضافی محفظه (یا ریل) مشترک را برطرف سازند . همچنین سیلندره‌های اکومولاتور نیز جهت یکنواخت نمودن ضربان های فشار پمپ در مدار نصب شده اند . سوخت پاشها در سیستم 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 بالا بردن یا پائین آوردن پیستون نسبت بادامک مربوطه تغییر داد. پمپ دارای ضربه ثابتی است و مقدار سوخت تحویلی با چرخاندن پیستون که در روی آن شیار مارپیچی شکلی تعبیه گردیده است ، تنظیم میگردد .

باتوجه به شکل (۱۳ - 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 در نتیجه فشار سوخت افزایش یافته و تحت فشار زیاد به شیر سوخت پاش میرسد . وقتی لبه مارپیچی در نقطه باعث باز شدن دریچه تنظیم سوخت اضافی C میشود ، فشار از بین رفته و تحویل سوخت به سوخت پاش - متوقف میگردد . همچنین در سمت تحویل سوخت پمپ ، یک شیر یکطرفه بسته میشود تا از باز - 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 بر چرخ و میله دنده است ، - امکان پذیر گردیده و طریقه اتصال آنها بوسیله درگیری باخار است . چنین چرخشی باعث حرکت لبه C به بالا یا پائین شده که منجر به کاهش و افزایش پمپاژ سوخت به سیلندر میشود .

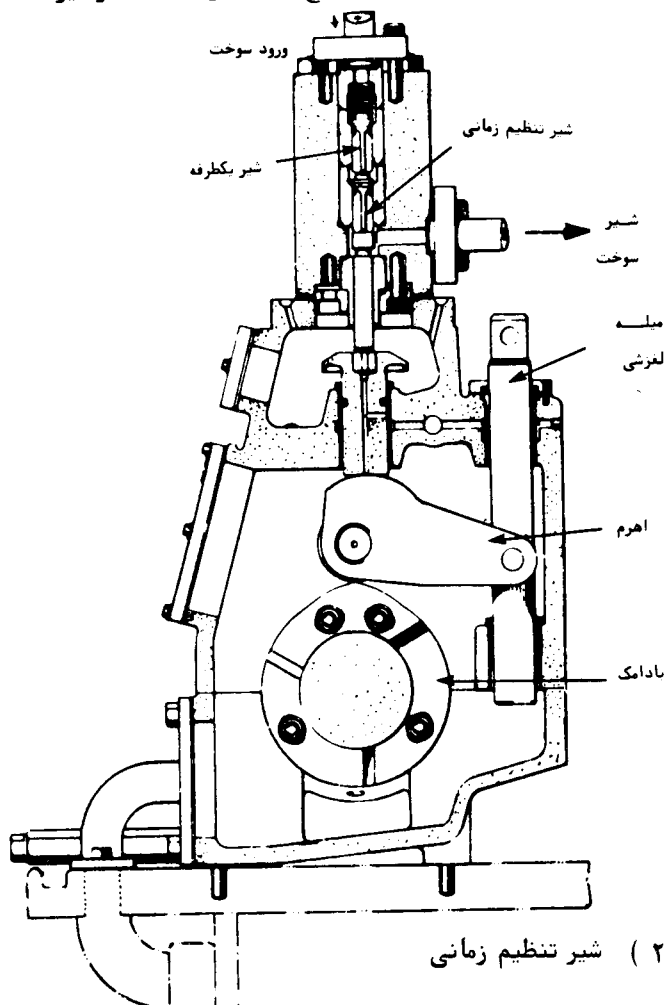


شکل (۱۳-۲) پمپ تزریق با شرح جزئیات دریچه ها و پلانجر

میله دنده به کنترل دریچه سوخت یا ناظم موتور (گاورنر) وصل می باشد . این نوع - پمپ با تغییرات مختصری در بسیاری از موتورهای دیزلی بکاررفته است .

سوپاپ تنظیم زمان (تایمینگ)

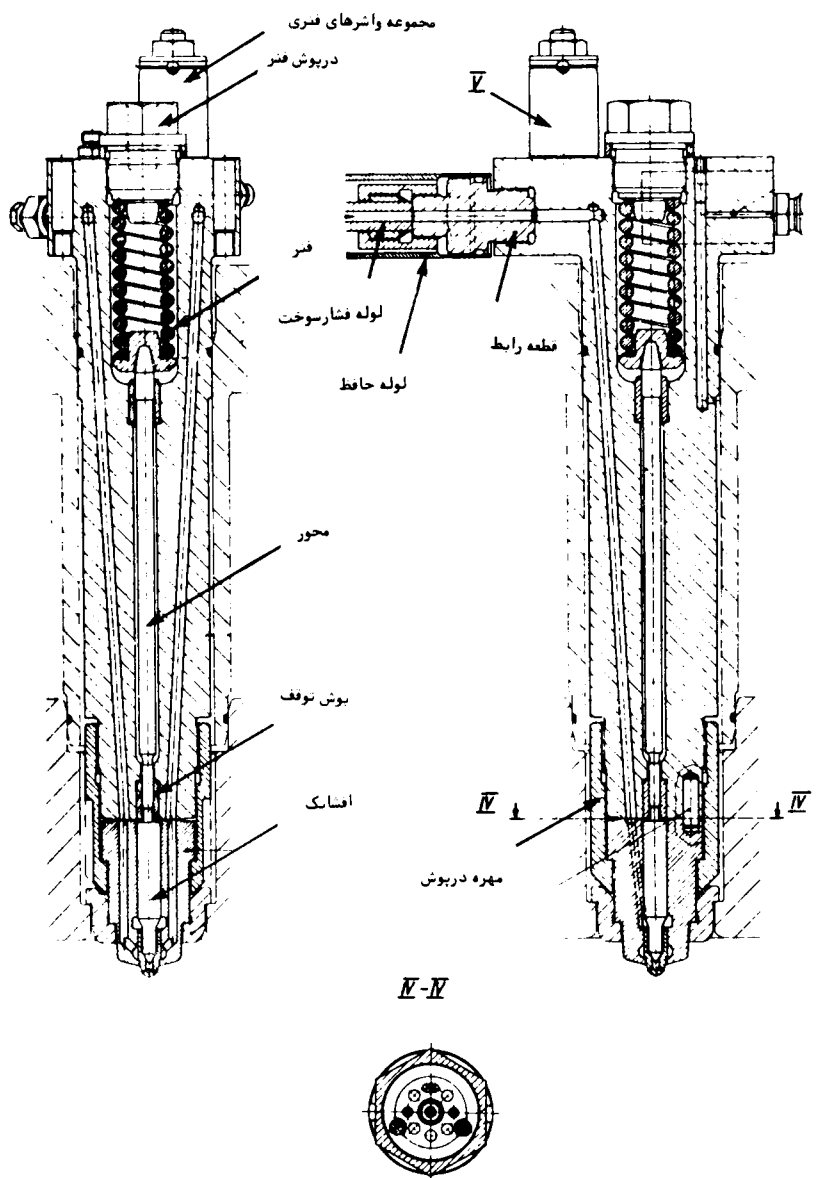
سوپاپ تنظیم زمان در سیستم ریل مشترک بوسیله اهرم و بادامک صورت میگیرد ، شکل (۱۴ - ۲) . وقتی سوپاپ تنظیم زمان ، توسط بادامک و اهرم بلند میشود ، سوخت با فشار زیاد به سوخت پاش میرسد . اهرم سوپاپ تنظیم زمانی به یک میله لغزشی متصل شده است که بسته به وضعیت قرارگرفتن اهرم مانور ، مقدار صحیح سوخت را به سیلندر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



شکل (۱۴ - ۲) شیر تنظیم زمانی

سوخت پاش

یک نمونه متداول سوخت پاش در شکل (۱۵ - ۲) نشان داده شده است .



شکل (۱۵ - 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 در بدنه تعبیه شده، روبه طرف پائین حرکت میکند و سپس سوخت به گذرگاه شیپوره وارد شده و درمحفظه‌ای که والو سوزنی سوخت پاش را در خود جای داده‌است پایان میپذیرد . والو سوزنی توسط یک میل رابط میانی و فنربطور محکم درنشیمگاه خود در بدنه سوخت پاش استقرار یافته است . فشار فنر و یا بعبارت دیگر فشاری که باعث باز شدن 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 تا در برابر نفوذ روغن کاملاً " آب بندی باشند . دوقسمت مذکور توسط مهره شیپوره به همدیگرم متصل میگردند .

والو سوزنی زمانی باز میشود که فشار سوخت روی سرمخروطی آن بیش از فشار فنر گردد . سوخت سپس به محفظه پائین تر جریان پیدا کرده و با فشار از سوراخهای ریزی بداخل سیلندر میریزد . سوراخهای ریز ، در اندازه های معین ساخته شده و طبق ترتیب خاصی قرار میگیرند تا سوخت را بصورت پودر یا قطرات بسیار ریز و آماده برای اشتعال درآورد . بمحض اینکه سوخت پاش یا شیر تنظیم زمانی باعث قطع سوخت تحت فشار شود ، والو سوزنی فوراً " تحت فشار فنر بسته میشود .

یک دستگاه تخلیه هوا و یا سوخت پاش دستی درمجرای سیستم سوخت نصب میباشد ، قبل از اینکه موتور شروع بکار کند یا پس از مدت زمان طولانی که از موتور استفاده نشده کلیه سوخت پاشها میبایست از هوا تخلیه شوند . سوخت پاشهای موتورهای بزرگ دوزمانه سرعت کم ، دارای مجاری داخلی هستند که آب خنک کننده در آن گردش میکند .

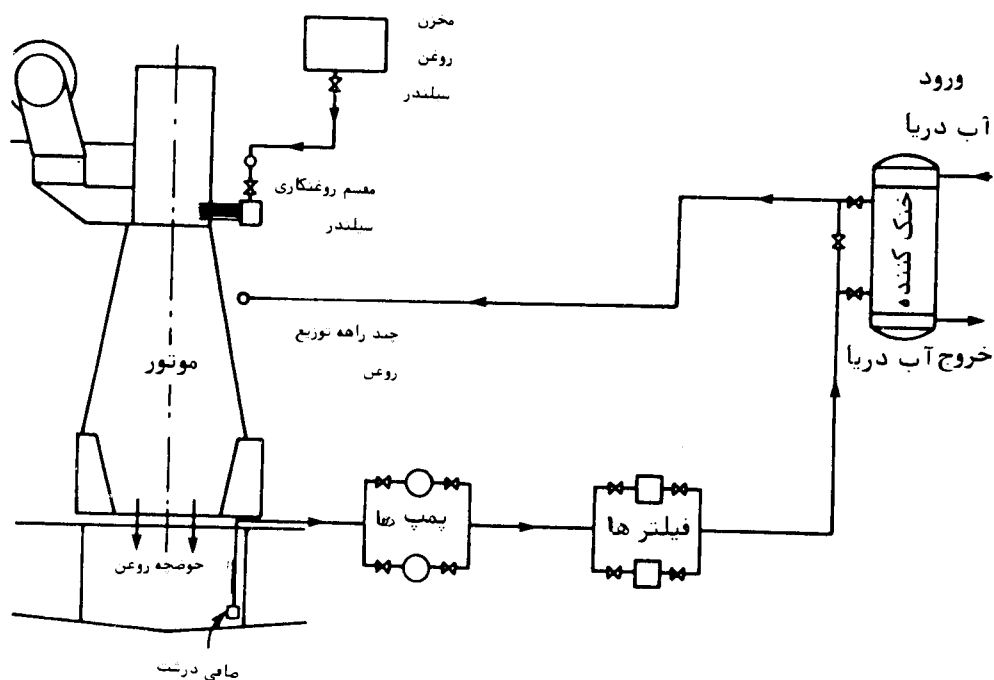
روغن کاری و (لغزنده سازی)

سیستم روغنکاری یک موتور وظیفه روغن رسانی رابه قسمتهای متحرک موتور برعهده دارد . کار اصلی آن تشکیل دادن یک لایه (فیلم) روغن بین قطعات متحرک میباشد و در نتیجه این روغنکاری، اصطکاک و سائیدگی قطعات مذکور تقلیل مییابد .

روغن همچنین بعنوان یک تمیز کننده و در بعضی موتورها بعنوان خنک کننده بکار میرود .

سیستم روغن موتور

روغن موتور در زیر محفظه میل لنگ و یادر داخل مخزن تخلیه (کارتر) که زیر موتور قرار دارد انبار میشود ، شکل (۱۶-۲) .



شکل ۱۶-۲ سیستم روغنکاری

روغن این مخزن از طریق یک صافی ، یکی از دوپمپ و سپس یکی از دوصافی باشبکه ریز جریان مییابد . قبل از آنکه روغن وارد موتور گردد از داخل یک خنک کننده (کولر) عبور کرده

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 از این 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 از فشار کافی روغن در شبکه 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 صرفاً " 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 کارتریج یا مخزن تخلیه میگردد . یک عمق سنج ، مقدار روغن موجود در مخزن تخلیه را در محل نشان میدهد . یک دستگاه تصفیه روغن (از نوع سانتریفیوژ) در سیستم روغن نصب میباشد که (علاوه بر تصفیه موجود در سیستم) میتواند روغن مخزن ذخیره را تصفیه کند .

آب دریا سردکننده روغن^{در}ی در جریان است . فشار آب دریا کمتر از فشار روغن میباشد و در نتیجه اگر در سردکننده 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 داهلی سیلندر استفاده میشود . روغن توسط روغنکارهای مکانیکی (هر روغنکار، سیلندر مخصوص بخود را تغذیه میکند) بین آستر داخلی سیلندر و پیستون تزریق میشود . روغن بکار رفته ، 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 در ترکیب آن از مواد اضافی مخصوص - استفاده شده باعث تمیز شدن آستر داخلی سیلندر هم میگردد .

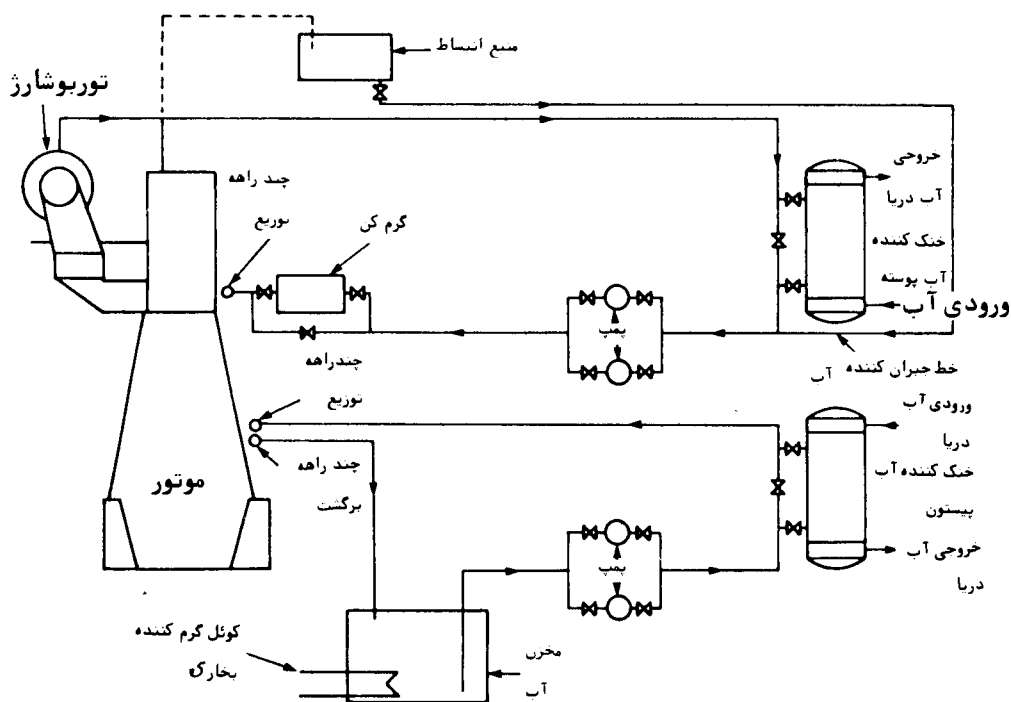
خنک کنندگی موتور

خنک کنندگی بوسیله گردش یک مایع سرد کننده در مجاری تعبیه شده در داخل موتور صورت میگیرد. مایع خنک کننده در نتیجه این گردش، حرارت را از موتور گرفته و آن را به آب سرد کننده - گرمایی، که همان آب دریا است، منتقل میکند. خنک کنندگی ناکافی اثر تخریبی خود را ابتداءً بر قطعاتی از موتور بجای میگذارد که در مجاورت مکانهای بسیار داغ مانند (نزدیک محفظه احتراق) باشند. خنک کردن این امکان را به فلزات موتور میدهد تا خواص مکانیکی خود را حفظ کنند. سرد کننده متداول، آب شیرین است. آب دریا به علت خاصیت خوردندگی، کاربرد مستقیم بعنوان خنک کننده ندارد. بعضی اوقات روغن بعنوان سرد کننده پیستون بکار میرود زیرا در صورت وجود نشی، روغن به داخل کارتل روانه شده و مسئلهای بوجود نخواهد آورد. ولی بخاطر پائین بودن گرمای ویژه روغن، دوبرابر مقدار روغن در مقایسه با آب باید مورد استفاده قرار گیرد.

سیستم خنک کننده آب شیرین

یک سیستم خنک کننده آب شیرین برای موتورهای سرعت کم دوزمانه در شکل (۱۷ - ۲) نشان داده شده است. این سیستم به دو قسمت مجزا تقسیم شده است. یک قسمت مخصوص خنک کردن پوسته سیلندر، سرسیلندر و توربوشارژر، و دیگری برای خنک کردن پیستون. آب خنک کننده پوسته سیلندر پس از ترک کردن موتور وارد سرد کننده گرمایی آب دریا گشته و سپس وارد پمپ گرمایی آب پوسته میشود. آب مذکور سپس به اطراف پوسته سیلندر، سرسیلندر و توربوشارژر پمپاژ میشود. از مخزنی که در ارتفاع بلندتری در سیستم قرار گرفته جهت انبساط آب و جبران آب ازدست رفته استفاده میگردد، لوله های تخلیه هوا بین موتور و مخزن مذکور متصل گردیده اند تا هوای موجود در سیستم خنک کننده آب را به خارج منتقل نماید. یک گرم کننده نیز در مدار قرار دارد تا با گرم کردن آب چرخشی پوسته، موتور را جهت استارت آماده نماید.

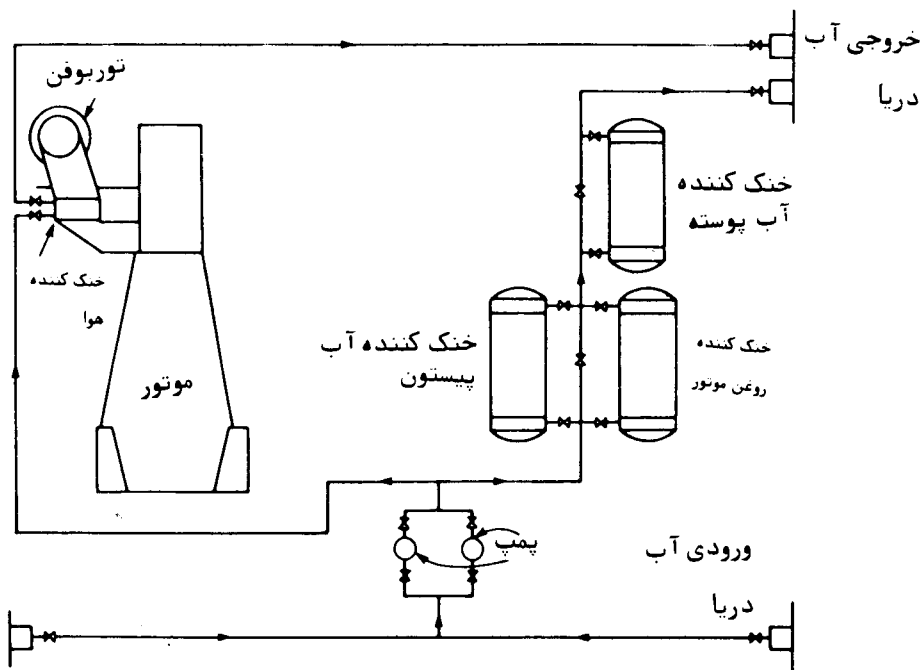
سیستم خنک کننده پیستون نیز از وسائل و دستگاههای مشابهی استفاده میکند ، بجز اینکه بجای "مخزن در ارتفاع " از یک مخزن تخلیه که در سطحی پائین تر از موتور قرار دارد ، استفاده میشود و لوله های تخلیه هوا از چنین مخزنی به نقاط مرتفع در موتورخانه هدایت میشوند . علت استفاده از سیستم خنک کننده مجزا برای پیستون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



شکل (۱۷ - ۲) سیستم خنک کننده آب شیرین

سیستم خنک کننده آب دریا

مایعات مختلف خنک کننده‌ای که در موتور گردش میکنند خود توسط آب دریا (آب شور) خنک میشوند . روش متداول بگونه‌ای است که از خنک کننده‌های انفرادی که آب دریا در آن بگردش درمی‌آید ، برای روغن موتور ، آب پسته موتور و سیستم خنک کننده پیستون استفاده میکنند . کشتیهای مدرن از سیستمی بنام " سیستم مرکزی خنک کننده " بهره می - جویند که مجهز به یک خنک کننده بزرگی است که آب دریا در آن گردش میکند . در این سیستم ابتدا آب شیرین ، خنک کننده و سپس به سایر خنک کننده‌های انفرادی رهسپار میگردد . در چنین سیستمی بخاطر اینکه دستگاههای کمتری در تماس با آب دریا میباشد مشکلات زنگ زدگی و فساد فلزات کاهش می یابد . یک سیستم خنک کننده آب دریا در شکل (۱۸ - ۲) نشان داده شده است .



شکل (۱۸ - ۲) سیستم خنک کننده آب دریا

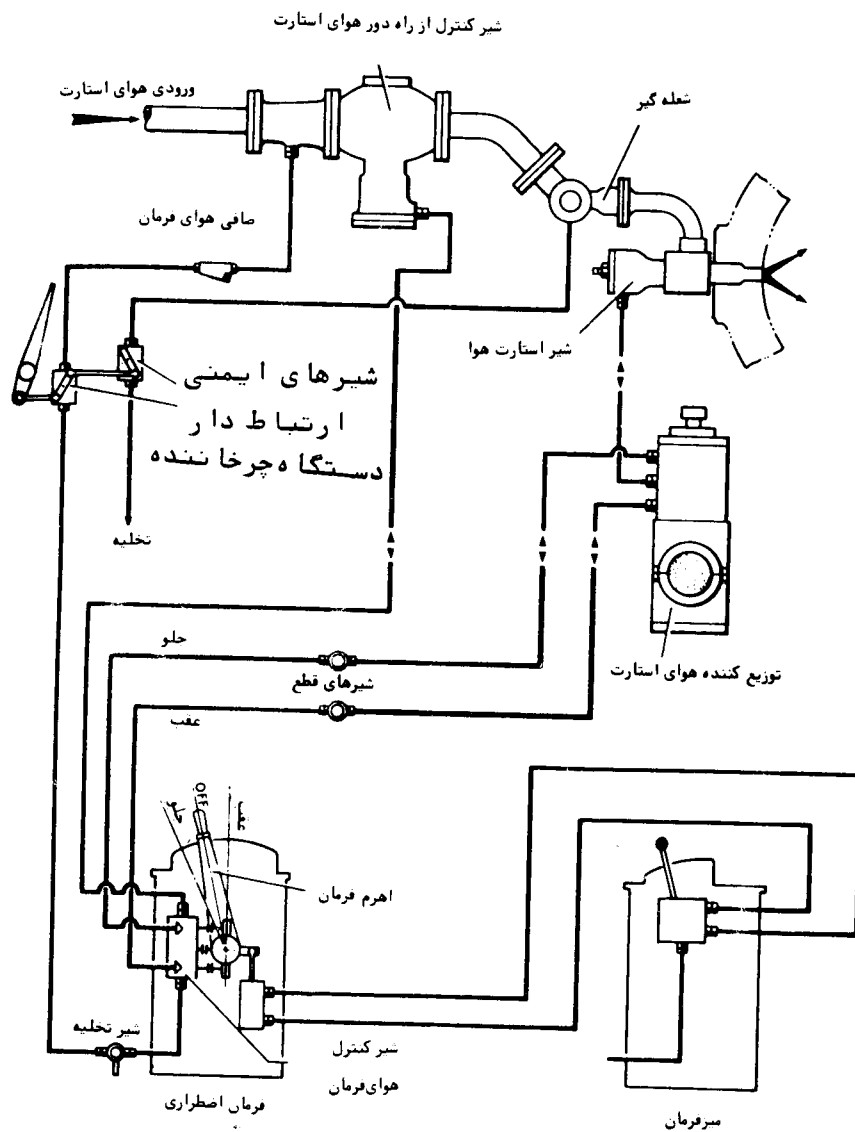
آب دریا از راه مکش یکی از دو " پمپ گردشی آب دریا " وارد شده و سپس بدور خنک کننده روغن موتور ، خنک کننده آب پوسته موتور و خنک کننده آب پیستون گردش نموده و — بالاخره از روی کشتی به دریا خواهد ریخت . شاخه دیگری از جریان اصلی آب دریا از طریق ورودی اصلی ، برای خنک کردن هوای مورد نیاز توربوشارژر بکار میرود (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 یا سیلندرهایی هوا انبار شده و آماده بهره برداری میباشد . این هوای ذخیره شده امکان ۱۲ استارت رامیدهد . — سیستم هوای استارت معمولاً " مجهز به یک مدار ایمنی بنام قفل میباشد تا در صورتیکه همه شرایط برای استارت زدن آماده نباشد ، از استارت جلوگیری نماید .

یک سیستم هوای استارت در شکل (۱۹ — 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 را می یابد . باز شده شیر سیلندر و شیر کنترل از راه دور ، توسط یک سیستم راهنمای هوا کنترل میگردد . هوای کنترل از لوله قطور گرفته شده و به شیر مجهز به کنترل هواداده میشود ، که این شیر توسط اهرم استارت هوای موتور بکار میافتد .

با حرکت دادن اهرم استارت ، هوای کنترل باعث باز شدن شیر کنترل از راه دور میگردد . هوای کنترل همچنین برای تعیین جهت کار موتور ، به مقسم هوا داده میشود . این دستگاه معمولاً " توسط میل بادامک موتور ، گرداننده شده و هوای کنترل را به سیلندرهایی کنترل شیرهای استارت هوای سیلندر میرساند . هوای کنترل سپس در ترادف معینی جهت عمل مورد لزوم تغذیه میگردد . شیرهای استارت هوای سیلندر بهنگام استفاده نشدن ، توسط فنر در حالت بسته نگهداشته میشوند ولی توسط هوای کنترل ، باز شده و هوای متراکم مخازن اجازه ورود به —



شکل (۱۹ - ۲) سیستم هوای استارت

سیلندرهای موتور را می‌بایند ، درمدار شیرخودکار ، چگونگی کارکرد قفل ایمنی نشان داده شده است . این مدار از باز شدن شیر خودکار در هنگام کار کردن موتور جلوگیری میکند " شیر کنترل از راه دور " مانع بازگشت مجدد هوای متراکم تر شده داخل سیلندر به سیستم می‌باشد روغن لغزنده سازی کمپرسور هوا در شرایط عادی کار ، در طول جداره های لوله های هوا جمع میشود . در صورتیکه یکی از شیرهای هوای استارت سیلندرها از هوا بندی خارج گردد ، گازهای داغ وارد لوله های هوا شده و روغن جداره ها را مشتعل خواهد ساخت . اگر هوای استارت به موتور تغذیه گردد ، این بنوبه خود به آتش دامن زده و امکان دارد به یک انفجار در لوله ها منتهی گردد .

برای جلوگیری از وقوع حادثه ، شیرهای استارت سیلندرها باید منظمآ " تحت تعمیر و نگهداری قرار گرفته و روغن لوله ها مرتبآ تخلیه گردند . همچنین بادقت در تعمیر و نگهداری کمپرسورهای هوا ، خروج روغن از آنها را باید به حداقل رساند . برای اینکه آثار این قبیل انفجارها را در لوله ها کاهش داد ، شعله گیر ، شیرهای اطمینان و یادرپوشهای اطمینان (قبل از وقوع انفجار خواهند ترکید) را در خط لوله ها نصب مینمایند . بعلاوه یک شیر جدا کننده یکطرفه (شیر خودکار) نیز در سیستم نصب گردیده است . قطع آب خنک کننده کمپرسور هوا مینواند به گرم شدن بیش از حد هوای خروجی کمپرسور منجر گردیده و احتمالآ " بوقوع انفجار در خطوط منتهی به مخازن هوا منتهی گردد . در این حالت از یک وسیله اعلام خطر درجه حرارت زیاد یا یک دو شاخه فیوزی که در درجه بالا ذوب میشود ، جهت جلوگیری از خطرات احتمالی استفاده میگردد .

" کنترل و دستگاههای ایمنی "

ناظم ها (گاورنر)

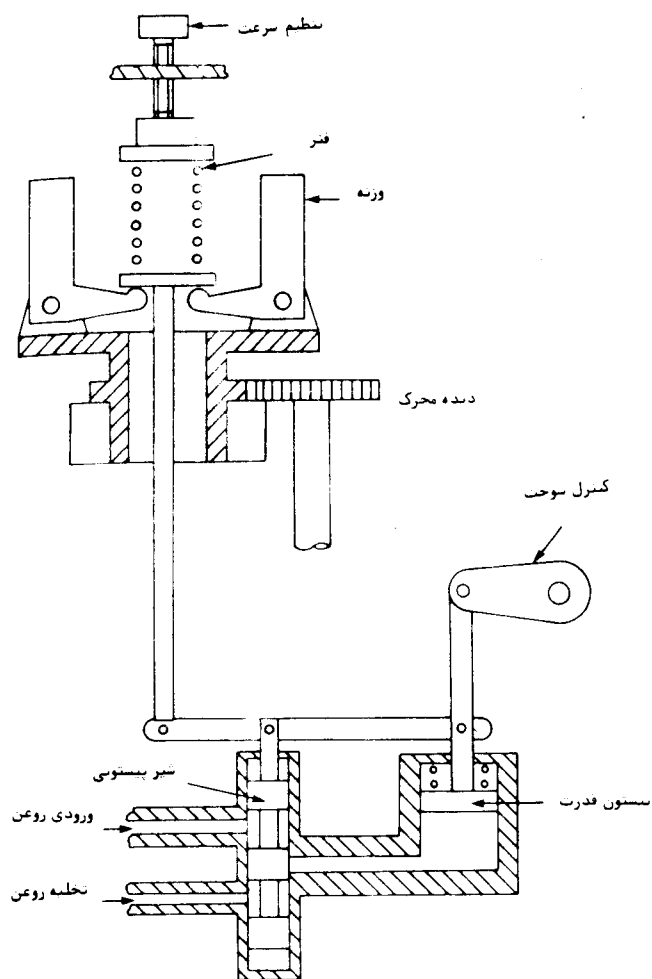
اساسی ترین دستگاه کنترل در هر موتور ناظم آن است . ناظم ، سرعت موتور را در حد معینی ثابت نگه میدارد و این درحالی است که توان خروجی بنابر مقدار تقاضا تغییر می یابد . این عمل توسط ناظم و بطور خودکار پمپ سوخت موتور را تنظیم کرده تا در آن سرعت ، مقدار توان مورد نیاز را برآورده سازد . ناظم های موتورهای دیزلی معمولاً " از دوسیستم تشکیل شده است : دستگاه حس سرعت و واحد هیدرولیک که روی پمپ سوخت عمل کرده تا توان خروجی موتور را تغییر دهد .

ناظم مکانیکی

وزنه های گریز از مرکز برای مشخص (حس) کردن سرعت موتور بکار میرود . دو وزنه گریز از مرکز روی صفحه های سوار شده اند که در حول محوری عمودی دوران میکنند . محور عمودی مذکور خود توسط یک چرخ دنده گردانده میشود ، شکل (۲۰ - ۲) . نیروی گریز از مرکز ، وزنه ها را به بیرون رانده که این رانش خود محور عمودی را به بالا کشیده و آنقدر فنر رافشرده میکند تا تعادل نیروها برقرار گردد . حالت تعادل یا سرعت تنظیم شده را میتوان بوسیله درجه سرعت که در حقیقت فشار فنر را کم و زیاد میکند ، تغییر داد .

با افزایش سرعت موتور ، وزنه ها روبه بیرون حرکت کرده و محور را بالا میکشند ، تقلیل در سرعت باعث پائین رفتن محور میشود .

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



شکل (۲۰ - ۲) ناظم مکانیکی

با حرکت پیستون ، کنترل های سوخت نیز جابجا میشوند . با افزایش سرعت موتور ، محور عمودی بالا رفته ، شیر پیستون نیز بطرف بالا حرکت کرده و روغن پیستون قدرت تخلیه میگردد و در نتیجه منجر به حرکت کنترل کننده سوخت میگردد . این حرکت باعث تقلیل عمل سوخت رسانی و نتیجتاً " 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 در بالا تشریح گردید .

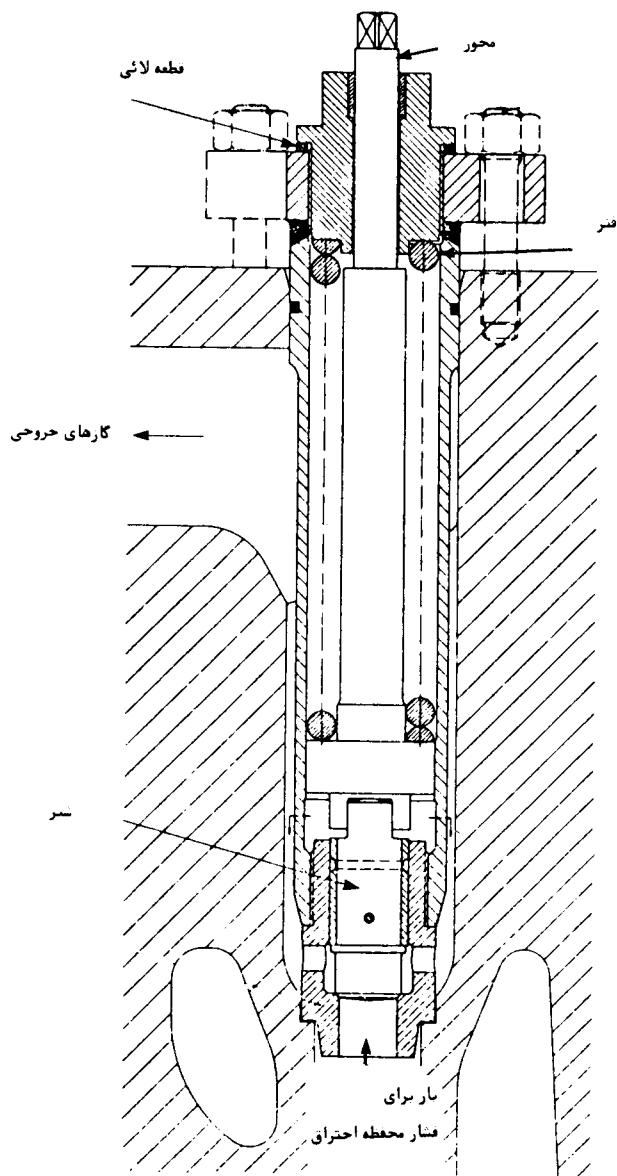
ناظم برقی

در ناظم برقی از ترکیب قطعات و دستگاههای برقی و مکانیکی بهره گرفته شده است . - دستگاه تشخیص دهنده (سنسور) سرعت ، یک آلترناتور مغناطیس دائم است که توسط موتور حرکت میکند . یک سیگنال یکسوشده و ولتاژ به همراه سیگنال تنظیم سرعت ، برای بکار انداختن واحد هیدرولیکی بکار میرود . سپس این واحد، کنترل کننده های سوخت را در جهت مشخص - برای کنترل سرعت موتور حرکت خواهد داد .

شیر ایمنی سیلندر

شیر ایمنی سیلندر طوری طراحی شده تا در صورتیکه فشار داخل سیلندر ۱۰ تا ۲۰ درصد از حد معمولی تجاوز کند فشار اضافی را به آتمسفر منتقل نماید . یک فنر ، شیر را در حالت بسته نگه میدارد و فشاری که باعث باز شدن آن میشود بستگی به ضخامت و اشر تنظیم شیر دارد شکل (۲۱ - ۲) ، مقدار بلند شدن شیر در هنگام تخلیه فشار ، بسیار محدود است و گازهای خروجی نیز به یک خروجی امن هدایت میشوند . شیر و محور آن از یکدیگر جدا بوده تا به شیر ایمن اجازه داده شود که پس از تخلیه بتواند براحتی در نشیمنگاه خود قرار گیرد .

عمل نمودن این دستگاه نشان دهنده اشکالی در موتور است که این اشکال باید مشخص و تصحیح گردد . پس از آن خود شیر نیز باید در اولین فرصت مناسب مورد آزمایش قرار گیرد .



شکل (۲۱ - ۲) شیر ایمنی سیلندر

نشان دهنده بخار روغن محفظه میل لنگ

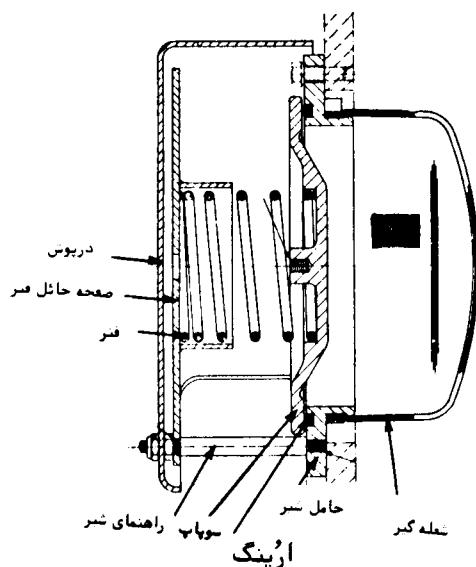
حضور بخار روغن در محفظه میل لنگ نتیجه تبخیر روغن و بر اثر وجود یک نقطه داغ — میباشد . تجمع بخارات روغن ممکن است بشرايط انفجاری منتهی گردد . نشان دهنده بخار روغن از یک سلول فتو الکتریک جهت اندازه گیری افزایش های بسیار کوچک در چگالی بخارات موجود استفاده مینماید . یک پنکه بامحرکه موتور برقی ، بطور پیوسته نمونه هایی از بخارات — روغن محفظه میل لنگ را از طریق یک لوله نمونه گیر عبور میدهد . در صورتیکه نمونه های گرفته شده از محفظه میل لنگ در مقایسه با هوای تمیز یا هوای سایر قسمتهای محفظه میل لنگ افزایش غیر عادی داشته باشد ، اندازه گیر ، مقدار این افزایش را نشان داده و اعلام خطر خواهد نمود . سپس " شیر گردون نمونه گیر " متوقف شده تا محفظه مورد ظن را نشان دهد در مدل " مقایسه کننده " یک نمونه گرفته شده را با سایر نمونه ها مقایسه کرده و یکبار در هر سیکل آن را با هوای آزاد مقایسه مینماید . در مدل " سطحی " نمونه های گرفته شده از هر محفظه میل لنگ ، به نوبت با یک لوله مرجع که با هوای آزاد پر شده مقایسه میگردد ، مدل " مقایسه کننده " در موتورهای بزرگ مقطع صلیبی و مدل " سطحی " برای موتورهای پیستون خرطومی بکار میرود .

شیر فشار شکن انفجار

شیر (درب) های فشار شکن انفجار بعنوان یک حفاظ عملی برای جلوگیری از وقوع انفجار محفظه میل لنگ و در محفظه 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 دربها میبایست از نوعی باشند که بلافاصله پس از باز شدن ، خود بخود بسته شده تا از ورود هوای آتمسفر به محفظه مذکور جلوگیری بعمل آید .

نظم و ترتیب و طرحهای مختلفی از این درب وجود دارد . در موتورهای بزرگ دیزلی سرعت کم دوزمانه ، دوشیر درمانند برای هر محفظه نصب شده است و یا در موتورهای سرعت — متوسط ، ممکن است فقط یک شیر نصب شده باشد . یک طرح از شیرهای فشار شکن انفجار در شکل

(۲۲-۲) دیده میشود . یک فنر سبک شیر را در نشیمنگاهش بسته نگه داشته و یک رینگ آب بندی اتصال را کامل مینماید . یک چتر منحرف کننده در بیرون موتور نصب تا اشخاص را در 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 یا شعله 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 بطور خودکار بسته میشود .



شکل (۲۲-۲) شیر فشارشکن انفجار پوسته

دستگاه گرداننده موتور

دستگاه گرداننده موتور ، یک موتور الکتریکی با قابلیت حرکت در هر دو جهت است که یک چرخ دنده حلزونی را چرخانده و این چرخ دنده حلزونی میتواند به یک چرخ طیار دندانه دار متصل شده و موجب گردش موتور دیزلی بزرگ شود . بدین طریق یک محرک سرعت آهسته به دست میآید که بوسیله آن میتوان موتور را به وضعیت دلخواه برای تعمیرات اساسی قرار داد. همچنین قبل از استارت زدن موتور ، از دستگاه گرداننده موتور کمک گرفته تا موتور را یکی 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 ، شیرهای نمایانگر باید باز باشند .

موتورهای دیزلی سرعت کم و سرعت متوسط

موتورهای دیزلی سرعت متوسط (بین ۲۵۰ تا ۷۵۰ دور در دقیقه) و موتورهای سرعت کم (بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ دور در دقیقه - این اعداد تقریبی هستند) برحسب نوع کار درکشتی مزایا و معایب مخصوص بخود را دارند .

موتور دیزلی دوزمانه دور پائین جهت نیروی محرکه اصلی کشتی بکار میرود ، زیرا این موتور را میتوان مستقیماً (بدون استفاده از جعبه دنده) به محور اصلی و پروانه کشتی متصل ساخت . این موتور نیروی زیاد تولید کرده ، میتواند سوخت های درجه پائین را بسوزاند و دارای بازده حرارتی زیادی میباشد . سیلندرها و محفظه میل لنگ از هم جدا شده اند که به معنای کاهش آلودگی در محفظه های مذکور بوده و همچنین این امکان را فراهم میآورد تا برای هریک از دو منطقه مربوطه از روغن موتور مخصوص برای همان منطقه استفاده شود . بکارگیری موتورهای دیزلی دوزمانه معمولاً " حاکی از عدم وجود سوپاپهای ورودی هوا و خروجی گازهای اگزوز میباشد . و در این حالت طبعاً " کار تعمیر و نگهداری موتورها نیز کمتر شده و ساختمان - موتورها نیز ساده تر میگردد .

موتورهای سرعت متوسط چهارزمانه از نظر نسبت نیروی تولید شده به وزن موتور و همچنین نسبت نیروی تولید شده به اندازه موتور در موقعیت بهتری قرار داشته و برای تولید نیروی یکسان هزینه خرید اولیه شان کمتر است . اما نقطه ضعف آنها سرعت بیشتر آنها است و برای اینکه بتوان از این نوع موتور برای محرک اصلی کشتی استفاده نمود نیاز به جعبه دنده و کولپینگ های قابل انعطاف میباشد . در این موتورها اندازه سیلندرها کوچکتر بوده و طبقاً " احتیاج به تعداد بیشتری سیلندر و در نتیجه مستلزم تعمیر و نگهداری بیشتر میباشد . اما سرعت زیاد آنها مقداری از این ضعف را جبران میکند . آسترهای داخلی سیلندرها بعلت عدم وجود دهانه های ورودی و خروجی ، از ساختمان ساده تری برخوردار است . اما سیلندرها پیچیده تر بوده و نیاز به سیستمی جهت عمل سوپاپها میباشد . عمل هوارسانی مثبت بوده و احتیاج به شبکه تنظیف نمی باشد ، در نتیجه مسئله ای بنام آتش سوزی در محفظه هوای تنظیف وجود ندارد . بواسطه سرعت زیاد تر موتور سوخت آن باید از کیفیت بالاتری برخوردار بوده و مصرف روغن موتور در این موتور بیش از موتورهای دوزمانه سرعت کم میباشد . ارتفاع موتور کمتر بوده زیرا طرح آن از نوع پیستون خرطومی میباشد و برای هر سیلندر از قطعات متحرک کمتری استفاده شده است . البته در مجموع تعداد بیشتری قطعات ، تعمیر و نگهداری میشوند ولی بواسطه کوچکتر بودن ، باراحتی بیشتری میتوان بر روی آنها کار کرد .

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

کولپینگ ها ، کلاچ ها و جعبه دنده ها

در صورتیکه سرعت دوران محور یک موتور دیزلی سرعت متوسط برای منظور خاصی مناسب نباشد ، بعنوان مثال در جاییکه سرعت کم برای گرداندن یک پروانه مورد نیاز است ، یک جعبه دنده باید به سیستم اضافه شود . معمولاً " بین موتور و جعبه دنده نوعی کولپینگ قابل انعطاف قرار میدهند تا موجب تقلیل نوسانات گردد . همچنین در اغلب موارد احتیاج به یک کلاچ است تا موتور را از جعبه دنده جدا سازد .

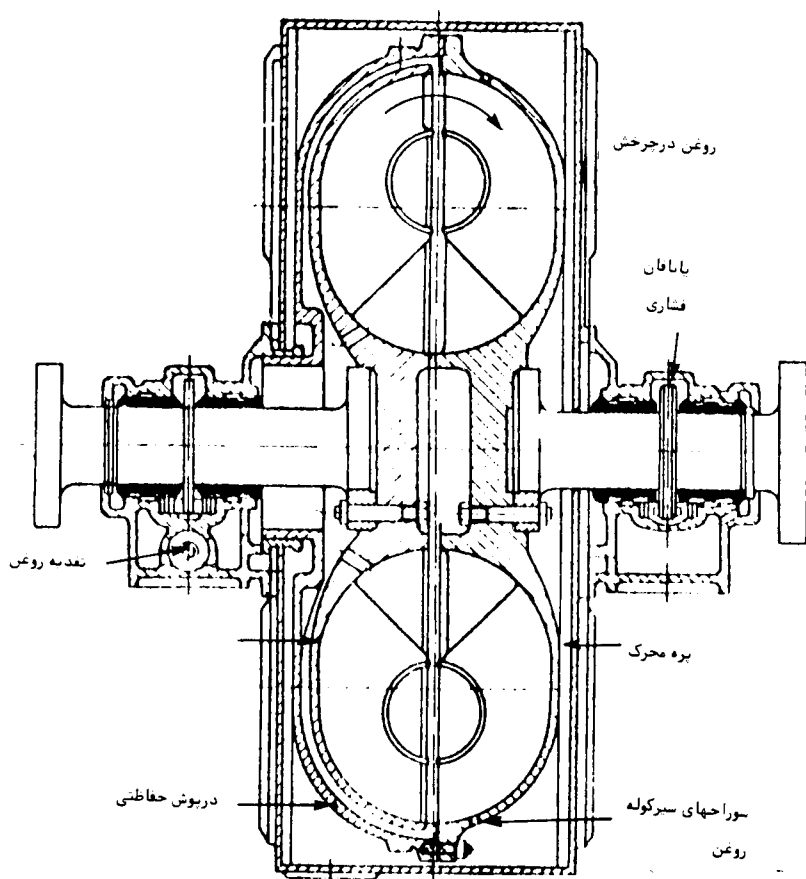
کوپلینگ ها

کوپلینگهای خمش پذیر یا ارتجاعی ، انحرافهای جزئی بین محورها را قابل اغماض نموده و تغییرات گشتاور تولید شده در موتور را تقلیل و یا از بین میبرند . کوپلینگها رامضافاً " میتوان به عنوان کلاچ یا دستگاه جداکننده بکاربرد . کوپلینگها در عمل بصورت مکانیکی ، برفی ، هیدرو - لیکی یا بادی میباشند . روال طبیعی ، ترکیب کردن عمل یک کلاچ و یک کوپلینگ است که البته این عمل با کوپلینگ مکانیکی به سادگی امکان پذیر نمیشد .

کلاچ ها

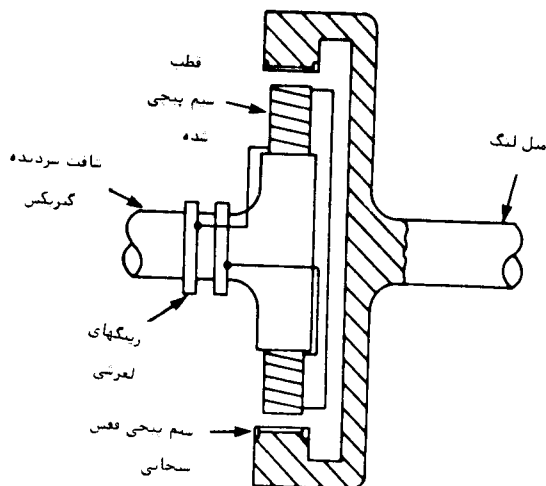
یک کلاچ دستگاهی است جهت اتصال (انفصال) واحد گرداننده به (از) واحد گردنده . وقتی دو موتور به یک جعبه دنده متصل شده باشند وجود یک کلاچ این امکان را میدهد که یک یا هر دو موتور در حالت کاری بوده و همچنین معکوس کردن جهت کار موتور را میسر میسازد . در کوپلینگ های هیدرولیکی یا سیالی این روغن است که اتصال قسمت گرداننده یا چرخ محرک را به قسمت گردنده یا نایع میسر میسازد ، شکل (۲۳ - ۲) . در نتیجه این دو سائیدگی ایجاد نگشته و کلاچها به نرمی عمل میکنند . گرداننده و گردنده محفظه هائی دارند که روبه روی هم قرار گرفته و هنگام دوران با روغن پر میشوند . چرخ محرک که توسط موتور دوران میکند انرژی جنبشی تولید شده را به روغن (مایع) منتقل نموده که روغن نیز بنوبه خود آن را به گردنده منتقل مینماید . بعلت وجود بارهای محوری ، در هر دو قسمت کوپلینگ ، بلبرینگ های کف گرد نصب میگردد .

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



شکل (۲۳ - ۲) کویلینگ هیدرولیکی

فاصله هوایی بین آن دو انجام میگردد . (سیم بیج قفس سنجابی در فصل ۱۴ توضیح داده - میشود) . دو الکترو مغناطیس باهم تشکیل یک مولد برق رامیدهند و چون هرود دوران میکنند نیروی تولید شده ، برقی نمیشود ، بلکه یک نیروی مکانیکی است . در نتیجه ، کویلینگ نیروی مکانیکی را از موتور گرفته و آن را تبدیل به نیروی برقی نموده و سپس درمیل دنده جعبه دنده ، آن را تبدیل به نیروی مکانیکی مینماید . همانند کویلینگهای هیدرولیکی اختلاف سرعت اندکی بین موتور و میل دنده جعبه دنده وجود دارد 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 سرعت های مناسب برای دوران پروانه کشتی بکار میرود همیشه از نوع یک مرحله ای و معمولاً " با دنده مار - پیچی است (فقط یک دنده تقلیل داشته که اگر مقطع دنده را در نظر بگیریم از مارپیچ تک - استفاده شده است) . نسبت تقلیل در ماشین آلات مدرن بین ۱ - ۲ و ۱ - ۴ (دویه یک و چهار به یک میباشد) .

این نوع نظم و ترتیب میل دنده و چرخ دنده تقریباً " شبیه نظم و ترتیب در توربین بخار است که در فصل (۳) توضیح داده شده است ، بجز مورد مارپیچ تکی بودن آنها .

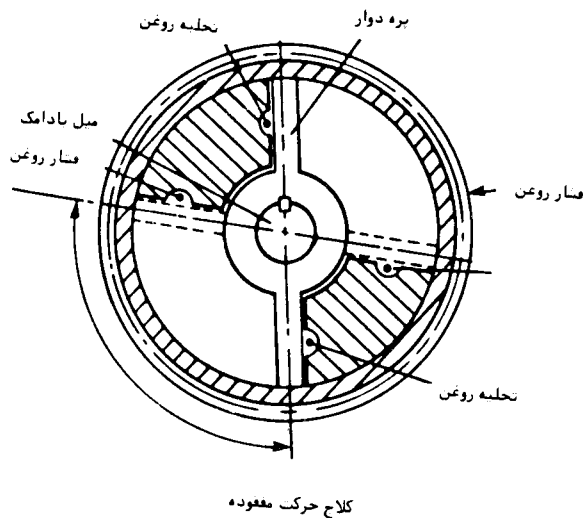
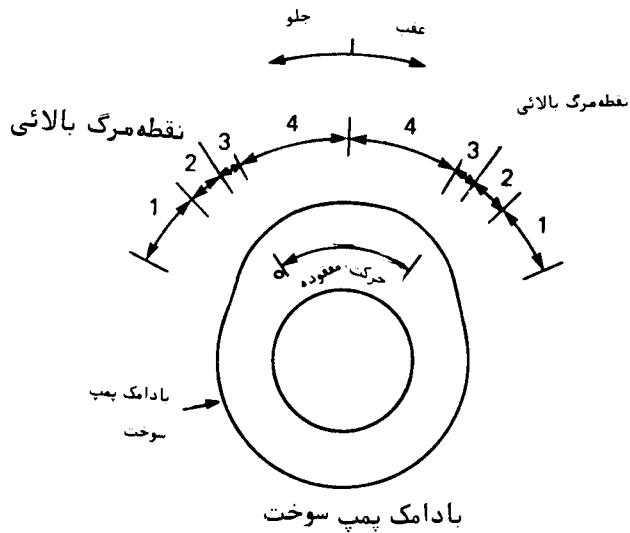
تغییر جهت دوران موتور

برای اینکه از عکس کار کردن موتور جلوگیری شود وجود دنده های معکوس کننده الزامی است.

درجائی که پروانه گام متغیر بکاررفته است، احتیاجی به معکوس کارکردن موتور نمیباشد . اما اگر معکوس 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 را بصورت محوری از جای خود انتقال داده و میل بادامک معکوس را جایگزین آن مینمایند . متناوبا " یک کلاچ حرکت مفقوده Lost Motion نیز میتواند مورد استفاده قرارگیرد که همراه آن از بادامک پمپ سوخت تنظیم شده برای حرکت به جلو استفاده میشود .

نظم و ترتیب بادامک پمپ سوخت و کلاچ حرکت مفقوده در شکل (۲۵ - 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 تا حدود 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 کاملاً قابلیت عکس شدن را داشته باشد ، همانطور که نشان داده شده است ، در این نقطه قرینه می باشد . پیروی از زاویه‌ای بین نقطه های مرگ بالائی ، برای حرکت های جلو و عقب ، حرکت مفقوده خواهد بود . در کلاچ حرکت مفقوده با سروموتور ، از یک پره گردنده استفاده میشود که به میل بادامک متصل است ولی میتواند در رابطه با گرداننده میل بادامک نسبت به میل لنگ حرکت کند . پره نشان داده شده ، بوسیله روغن در وضعیت حرکت به جلو نگهداشته شده است . وقتیکه روغن تحت فشار از طریق دهانه تخلیه به پره برسد ، پره در فاصله زاویه‌ای حرکت مفقوده دوران کرده تا تنظیم سوخت را برای حرکت معکوس تغییر دهد . تغییر زمانی مورد نیاز جهت سیستم هوای استارت موتور ، یا بوسیله این حرکت میل بادامک انجام میشود و یا توسط یک تغذیه جهت دار هوا به قسم هوا صورت میگیرد . به این ترتیب میل بادامک در وضعیت جدید قرار خواهد گرفت .

سویاپ های فارچی شکل خروجی اگزوز ، دارای کلاچ حرکت مفقوده مختص به خود بوده یا از یک سروموتور برای حرکت به عقب استفاده میکنند .



شکل (۲۵ - ۲) نظم و ترتیب عمل معکوس موتور

" نمونه هایی از موتورهای دیزلی دریائی "

داکسفورد DOXFORD

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

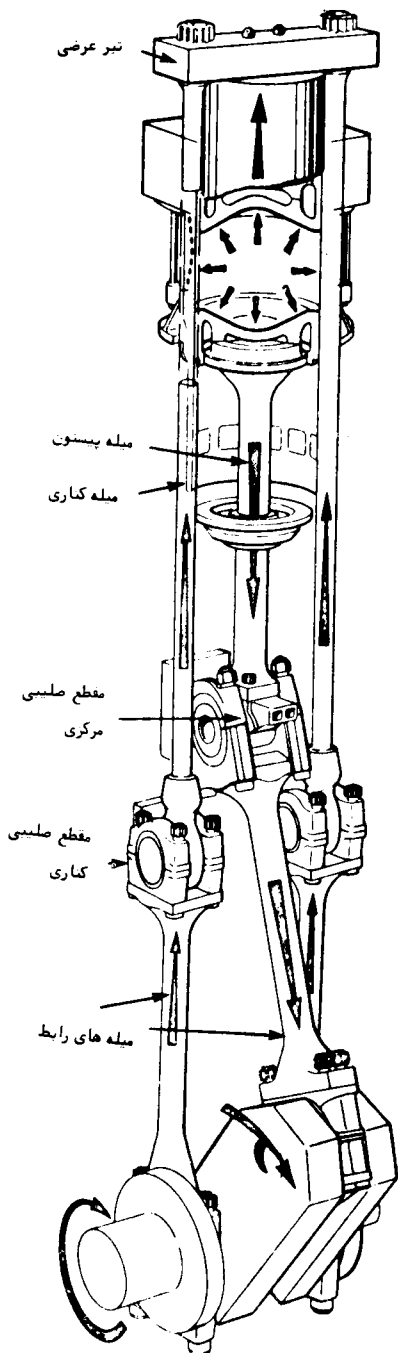
هرسیلندر دارای دو پیستون بوده که بطرف همدیگر حرکت کرده و یا از محفظه احتراق مرکزی دور میشوند . روی میل لنگ سه محل اتصال برای سه شاتون در نظر گرفته شده است که شاتون مرکزی توسط پیستون پائینی حرکت کرده و دوتای بیرونی توسط پیستون بالائی بحرکت درمیآیند . نظم و ترتیب این موتور در شکل (۲۶ - ۲) نشان داده شده که در آن قسمتهای مختلف متحرک در ارتباط با پیستون و میل لنگ دیده میشوند .

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

ساختمان موتور از یک صفحه اصلی تک واحدی جعبه ای شکل ، و ستونهای روی آنرا پاهای جداگانه و یک ستون مرکزی تشکیل داده است . محفظه میانی موتور نیز بصورت یک جعبه جوشکاری شده است که روی آن محفظه سیلندر قرار گرفته است . آسترهای داخلی سیلندر در محفظه میانی فرورفته که محفظه هوای تنطیف را تشکیل میدهد . میل لنگ معمولاً " 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 یا نیمه ساخت خواهد بود . در طراحی ساخت کامل ، لنگها بصورت سرد ، در بین میل لنگ کار گذاشته شده که وقتی درجه حرارتشان به دمای محیط پیرامون برسد منقبض شده و بطور محکم ، قسمتی از میل لنگ را تشکیل میدهند . ولی در طرحهای نیمه -

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



شکل (۲۶ - ۲) موتور داکسفورد J ۷۶

یک سیستم جریان یکنواخت هوارسانی بکارگرفته شده که پیستون پائینی دریچه های ورودی هوا را بازکرده و پیستون بالائی دریچه های خروجی اکروز را باز میکند . یک پنکه کمکی برقی هوارسانی نیز در این موتور نصب است تا بصورت خودکار هنگام مانور کشتی یا زمانیکه سرعت موتور کم است به تامین هوای مورد نیاز احتراق کمک کند .

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

پیستون های بالائی توسط آب خنک میشوند که این آب نیز توسط لوله های تلسکوپی به آنها میرسد ، پوسته سیلندرها نیز توسط آب خنک میشود . ترتیب کار بنحوی است که از نشت آب به داخل سیلندرها یا محفظه میانی موتور جلوگیری میشود .

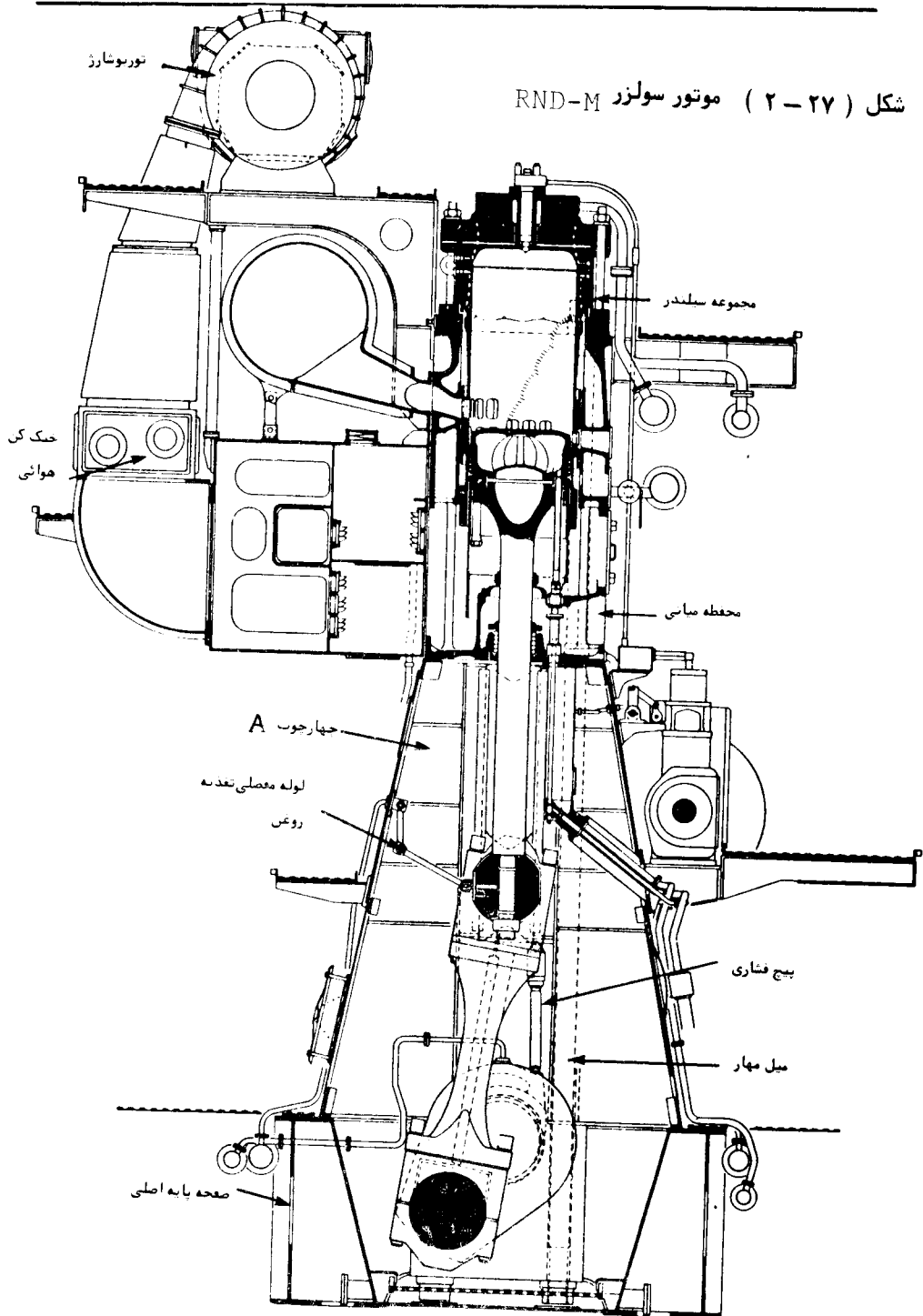
این موتور، سیستم ریل مشترک را برای تزریق سوخت بکارگرفته و کنترل سرعت موتور ، — توسط ناظم هیدرولیکی یا ناظم الکترونیکی صورت میدهد .

سولزر SULZER

سولزر RND از انواع موتورهای دیزلی دوزمانه تک عملی (تک عملی به ماشینی می — گویند که در یک رفت و برگشت پیستون یک بار کار انجام میدهد) با قابلیت کار معکوس و سرعت کم میباشد .

سیستم کاری هر سیلندر تشکیل شده از : یک پیستون ، دسته پیستون و شاتون که روی میل لنگ متصل شده است . نظم و ترتیب مذکور در شکل (۲۷ — ۲) نشان داده شده است . برای ساختن صفحه اصلی ، از طرح دوجداره استفاده شده که تیر آهن های طولی با مقطع جعبه ای شکل در آن بکار رفته است . چهارچوبهای 'A' روی صفحه اصلی سوار شده و بار محفظه میانی و بلوک سیلندرها را تحمل میکند . مجموعه کامل صفحه اصلی ، چهارچوب های اسکلت 'A' و بلوک سیلندرها توسط میله های مهار و بصورت یک سازه مستحکم ، به همدیگر متصل گشته اند .

شکل (۲۷-۲) موتور سولزر RND-M



برای مقاومت در برابر نیروی حاصل از میل لنگ و خمش عرضی موجود در موتور در هنگام کار، پایه های یاتاقان اصلی توسط پیچهای فشاری، محکم در جای خود نگهداشته میشوند. این ساختمان باید از چنان استحکامی برخوردار باشد تا بتواند در برابر نیروی حاصله از احتراق که از طریق سرسیلندرها به ساختمان اصلی موتور منتقل میشود، مقاومت کند. میل لنگ از نوع نیمصاخنه بوده و بالهای میل لنگ طوری طراحی شده اند تا بتوانند تا حدودی توازن و وزنهای گردان را برقرار کنند. درپوش سیلندر یک قطعه یکپارچه است و سوخت پاش مرکزی، سوپاپ - هوای استارت، شیر ایمنی سیلندر و شیر نمایانگر را در خود جای میدهد.

توربوشارژر که توسط گازهای اگزوز و دریک سیستم فشار ثابت کار میکند، هوای مورد نیاز احتراق را تامین مینماید. سیستم تنظیف از نوع حلقه ای بوده و همراه سیستم فوق از یک پنکه برقی خودکار استفاده شده تا در سرعتهای کم و هنگام مانور دادن، کارهوارسانی به مشکلی بر - خورد نکند.

روغن موتور از طریق یک سیستم فشار متوسط و یک سیستم فشار کم تامین میشود. سیستم فشار کم، یاتاقانهای اصلی و سایر یاتاقانها را روغنکاری مینماید و سیستم فشار متوسط روغن را به 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 مییابد.

در تزریق سوخت از سیستم پمپهای ضربانی استفاده شده و یک ناظم هیدرولیکی از نوع وودوارد WOODWARD کنترل سرعت موتور را بعهده دارد.

موتور RL بر اساس نوع RND-M ساخته شده است، و بخاطر کورس بیشتر پیستون آن، از قدرت بیشتر و سرعت کمتری برخوردار است. ویژگیهای جدید موتور عبارتند از: صفحه اصلی یک جداره بابلوک فشار انتگرال، همچنین تاج پیستون و قطعات اصلی محفظه احتراق دارای سوراخهایی برای عبور آب خنک کننده هستند که گردش آب در این سوراخها که در نزدیکی نقاط داغ تعبیه شده اند صورت میگیرد.

PIELSTICK

پیل استیک

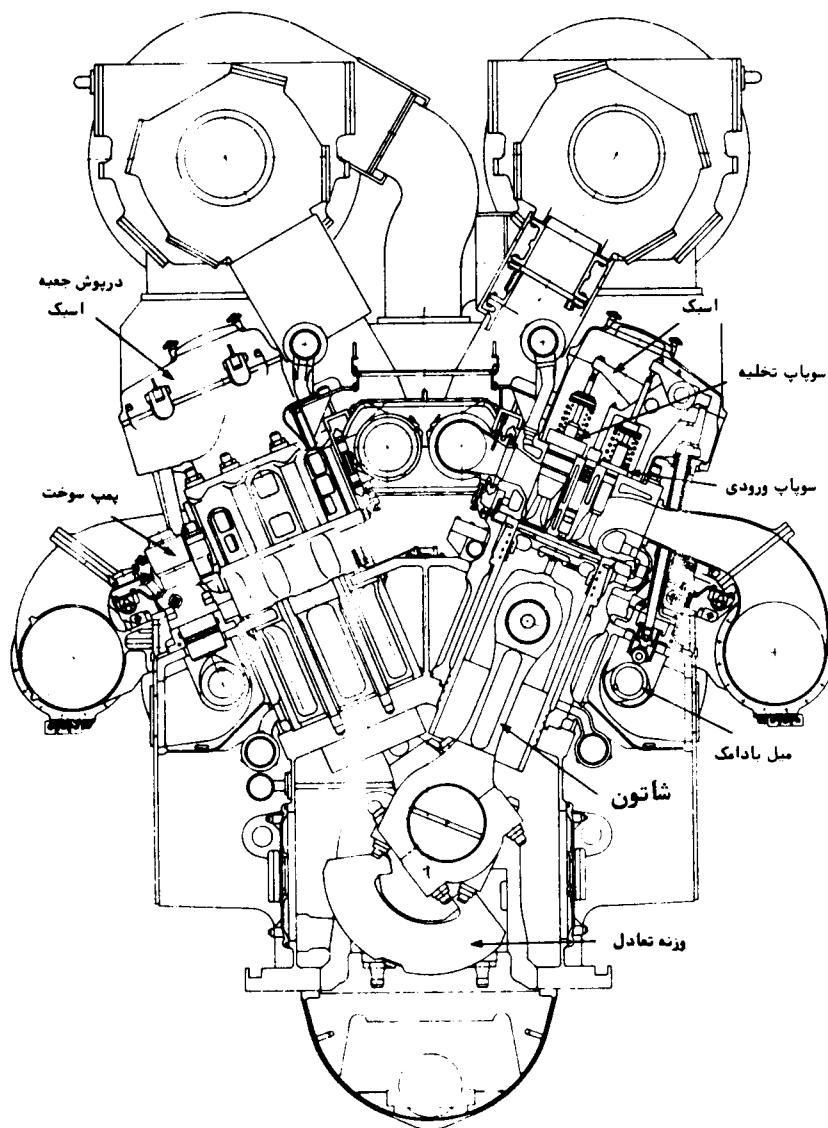
پیل استیک های موتورهای تک عملی ، سرعت متوسط ، چهارزمانه و قابل کار بطور معکوس هستند و در دونوع معمولی و خورجینی (جناغی) وجود دارند . قطعات محرکه این موتورها که از نوع پیستون خرطومی میباشد تشکیل شده است از پیستون و یک شاتون که پیستون را به میل لنگ متصل مینماید . نظم و ترتیب موتور PC-4 در شکل (۲۸ - ۲) نشان داده شده است .

محفظه میل لنگ و چهارچوب از صفحات سنگین و ریخته گری فولاد ساخته شده اند تا یک ساختمان محکم و سبک تولید نماید . به میل لنگ قطعات سنگینی آویزان شده که در این 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 میباشد . سرسیلندر یکپارچه درخود ، دو سوپاپ خروجی اگزوز ، دو سوپاپ ورودی هوا و همچنین به همراه یک شیر هوای استارت ، یک شیر ایمنی ، شیر نمایانگر و یک سوخت پاش مرکزی را جای داده است . توربو شارژر بامحرک گازهای اگزوز براساس سیستم ضربانی عمل کرده و هوای فشرده را به سیلندرها ی موتور میرساند .

روغن یا تاقانها و روغن خنک کننده پیستون از یک سیستم مشترک تامین میگردد . موتور دارای کارتر خشک است که مکش روغن در آن از یک مخزن جداگانه صورت میپذیرد .

پوسته سیلندرها ، سرسیلندرها و قفسهای سوپاپهای اگزوز توسط آب خنک میشوند . خنک کننده هوای مورد نیاز احتراق بنابر نیاز ، از آب شیرین یا از آب دریا استفاده میکند .

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



شکل (۲۸ - ۲) موتور پیل استیک PC4

طریقه عملکرد

موتورهای دیزلی سرعت متوسط و سرعت کم تقریباً " از روش مشابهی برای استارت زدن و مانور دادن استفاده میکنند . در صورتیکه 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 با موتور داده میشود که در آن به نکات اصلی به تفصیل و در ترتیب صحیح پرداخته شده است . در صورت 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 - قبل از آنکه یک موتور دیزلی بزرگ استارت زده شود ، میبایستی باگردش آب داغ ، پوسته و سایر قسمتهایش را گرم نمود . این عمل به قسمتهای مختلف موتور اجازه میدهد تا نسبت به همدیگر منبسط گردند .
- ۲ - مخازن مختلف سوخت رسانی ، آبرسانی ، روغن رسانی ، هوارسانی ، فیلترها (صافی ها) شیرها و راهنمای تخلیه مخازن و انباره ها بادقت بازبینی گردند .
- ۳ - پمپهای روغن موتور و پمپهای آب گردش ، روشن شده و لوله های بازگشت پمپهای مذکور و غیره ... که قابل رویت هستند بادقت مورد بازبینی قرارگیرند .
- ۴ - کلیه دستگاههای کنترل و خبردهنده ها (اعلام خطر ها) برای حصول اطمینان از صحت عملکرد مورد آزمایش قرارگیرند .
- ۵ - شیرهای نمایانگر باز شده ، دستگاه گرداننده برقی موتور ، روشن شده و موتور برای چند دور کامل چرخانده شود . بدین طریق در صورتیکه آب در سیلندرها جمع شده باشد آن آب به بیرون منتقل میگردد .
- ۶ - سیستم سوخت رسانی بازدید گردیده و سوخت گرم در آن به جریان انداخته شود .

طریقه عملکرد

موتورهای دیزلی سرعت متوسط و سرعت کم تقریباً " از روش مشابهی برای استارت زدن و مانور دادن استفاده میکنند . در صورتیکه 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 با موتور داده میشود که در آن به نکات اصلی به تفصیل و در ترتیب صحیح پرداخته شده است . در صورت 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 - قبل از آنکه یک موتور دیزلی بزرگ استارت زده شود ، میبایستی باگردش آب داغ ، پوسته و سایر قسمتهایش را گرم نمود . این عمل به قسمتهای مختلف موتور اجازه میدهد تا نسبت به همدیگر منبسط گردند .
- ۲ - مخازن مختلف سوخت رسانی ، آبرسانی ، روغن رسانی ، هوارسانی ، فیلترها (صافی ها) شیرها و راهنمای تخلیه مخازن و انباره ها بادقت بازبینی گردند .
- ۳ - پمپهای روغن موتور و پمپهای آب گردش ، روشن شده و لوله های بازگشت پمپهای مذکور و غیره ... که قابل رویت هستند بادقت مورد بازبینی قرارگیرند .
- ۴ - کلیه دستگاههای کنترل و خبردهنده ها (اعلام خطر ها) برای حصول اطمینان از صحت عملکرد مورد آزمایش قرارگیرند .
- ۵ - شیرهای نمایانگر باز شده ، دستگاه گرداننده برقی موتور ، روشن شده و موتور برای چند دور کامل چرخانده شود . بدین طریق در صورتیکه آب در سیلندرها جمع شده باشد آن آب به بیرون منتقل میگردد .
- ۶ - سیستم سوخت رسانی بازدید گردیده و سوخت گرم در آن به جریان انداخته شود .

- ۷ - در صورتیکه دمنده های کمکی هوای مورد نیاز احتراق بصورت غیر خودکار روشن شوند ، بایستی بطور دستی روشن گردند .
- ۸ - دستگاه گرداننده برقی موتور را خلاص نموده و اگر امکان داشته باشد فقط برای یک دور با هوای استارت و قبل از آنکه شیرهای نمایانگر بسته شوند، چرخانده شود .
- ۹ - پس از انجام کارهای فوق ، موتور آماده بکار خواهد بود
مدت زمان انجام عملیات فوق بستگی به اندازه موتور دارد .

استارت زدن موتور

- ۱ - دسته تعیین جهت ، در جهت جلو یا در جهت عقب قرار داده شود . این دسته ممکن است جزئی از میله پاسخ تلگراف باشد . در نتیجه میل بادامک نسبت به میل لنگ بطریقی قرار میگیرد که بادامکهای مختلف را برای تزریق سوخت ، عمل سوپاپها و غیره بکار اندازد .
- ۲ - دسته مانور روی علامت استارت قرار گیرد که این عمل اجازه ورود هوای متراکم را در ترتیب صحیح به سیلندرها داده و موتور را در جهت مورد نظر بچرخاند .
- ۳ - وقتی موتور به سرعت مورد نیاز جهت احتراق برسد ، سوخت اجازه ورود یافته و عمل احتراق باعث افزایش سرعت موتور میشود و ورود هوای استارت به سیلندر قطع خواهد گردید (بصورت خودکار) .

معکوس کار کردن

وقتی موتور در سرعت مانور کار میکند :

- ۱ - اگر دمنده های کمکی غیر خودکار نصب شده باشند باید بطور دستی بکار انداخته شوند.
- ۲ - سوخت موتور قطع شود که در نتیجه سرعت موتور سریعاً " تقلیل می یابد ،
- ۳ - دسته تعیین جهت ، در وضعیت عقب قرار گیرد .

- ۴ - هوای فشرده وارد موتور شده تا آن را در جهت عقب بچرخاند .
 - ۵ - وقتی موتور تحت نیروی هوای فشرده به جهت عقب میچرخد ، سوخت نیز تزریق میشود ، عمل احتراق شروع شده و ورودی هوای استارت بسنه میشود .
- اگر موتور با سرعت تمام در جهت جلو کار کند :
- ۱ - دمنده های کمکی بصورت غیر خودکار روشن شوند (اگر بصورت خودکار نباشند) .
 - ۲ - سوخت موتور قطع شود
 - ۳ - از جریان شدید هوای متراکم ، میتوان برای کاهش سرعت موتور استفاده نمود .
 - ۴ - وقتی موتور متوقف شد ، دسته تعیین جهت ، در جهت عقب قرارگیرد .
 - ۵ - هوای متراکم وارد موتور شده تا آن را در جهت معکوس بچرخاند و ورود سوخت بمنظور شتاب دادن موتور است . پس از اینکه تزریق سوخت شروع شده 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 بزرگ می باشد . مزایای قابل ملاحظه توربین بخار عبارتند از : عدم لرزش و نوسانات قابل ملاحظه و یا اصولاً " عدم وجود آنها ، وزن بسیار کم ، فضای مورد نیاز بسیار کم و هزینه تعمیر و نگهداری بسیار کم . همچنین همیشه میتوان یک توربین برای هر توانی که برای رانش کشتی لازم باشد تامین نمود . اما در مقایسه با موتورهای دیزلی ، توربین های بخاری مصرف سوخت ویژه بالائی دارند که همین یک نکته موجب نادیده گرفته شدن بسیاری از مزایای آنها میشود ، اگرچه با بکارگیری مجدد گرمای تولید شده ، در مقیاسهای هرچه وسیعتر ، این اختلاف کمتر شده است .

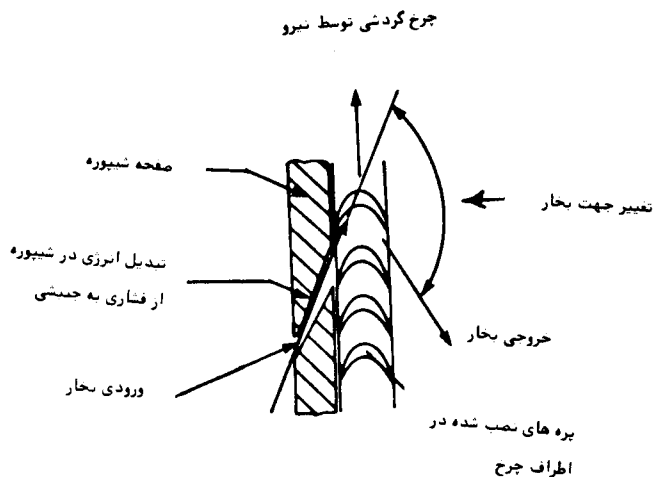
توربین بخاری دستگاهی است که از انرژی ذخیره شده در بخار ، کار مکانیکی بدست می آورد . بخار با انرژی نهفته بسیار زیاد وارد توربین شده و هنگام ترک توربین ، بیشتر انرژی خود را از دست میدهد . بخار متراکم شده دیگ بخار ، در شیپورهائی منبسط میشود تا تولید یک جت بخار با سرعت بسیار زیاد نماید . شیپوره ها انرژی گرمائی موجود در بخار را به انرژی جنبشی تبدیل میکنند . این جت بخار بسوی پره هائی هدایت میشود که در پیرامون یک چرخ یا دیسک قرار گرفته اند ، شکل (۱ - ۳) . بخار مستقیماً باعث حرکت

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

$$\text{نیرو} = \text{تغییر سرعت} \times \text{جریان جرمی بخار}$$

(کیلوگرم متر بر مجذور) (متر بر ثانیه)
(کیلوگرم بر ثانیه)

آنچه گفته شد اساس کار کلیه توربین های بخاری است ، گرچه نظم و ترتیب توربین ها بایکدیگر اختلافات عمده ای دارند . بخار از اولین گروه پره ها به گروه دیگری از - شیپوره ها هدایت شده و سپس به پره های دیگر و بهمین ترتیب در امتداد محورهاصلی روتور حرکت کرده تا نهایتاً " از توربین خارج میگردد .



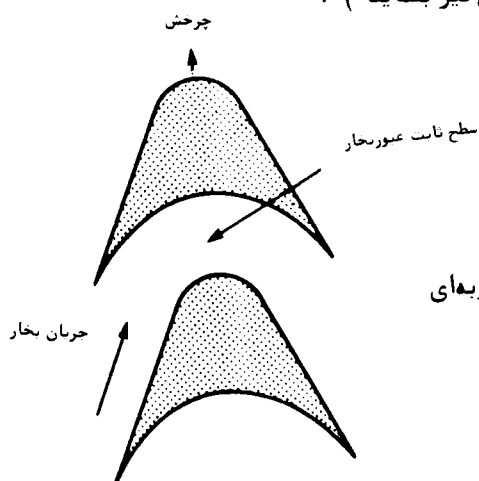
شکل (۱-۳) تبدیل انرژی در یک توربین بخار

انواع توربین

توربین ها بر دو گونه اصلی هستند ، ضربه ای و واکنشی . نام توربینها از نوع نیروئی که از روی پره ها و برای بحرکت درآوردن چرخ توربین وارد میشود ، اقتباس – گردیده است .

ضربه ای

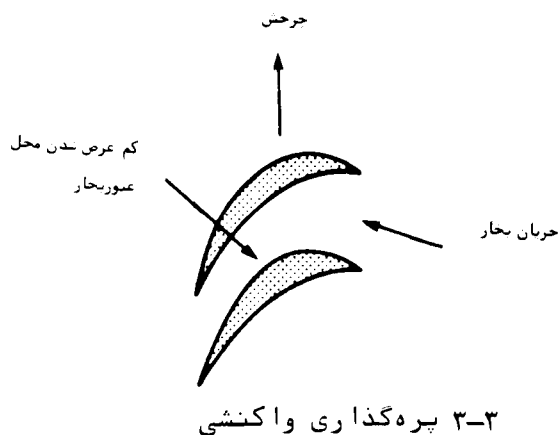
نظم و ترتیب ضربه ای متناوبا " از استقرار یک حلقه شیپوره و سپس یک حلقه پره تشکیل شده است . بخار دارای انرژی زیاد و فشار زیاد در شیپوره ها منبسط شده و تبدیل به یک جت بخار دارای سرعت زیاد و فشار کم میگردد . این جت بخار بطرف پره های – ضربانی هدایت شده و پس از آن از مسیر دیگری بیرون میرود ، شکل (۲ – ۳) . تغییر مسیر و در نتیجه تغییر سرعت ، یک نیروئی ضربانی تولید کرده که عملاً " در مسیر چرخش پره های توربین عمل میکند . با این روش مقدار بسیار کمی نیروی محوری نیز روی محور توربین ایجاد میشود ، (نیروی محوری : نیرو در جهت طولی محوره ممکن است علاوه بر تنش فشاری ، تولید کمانش نیز بنماید) .



شکل (۲ – ۳) پره گذاری ضربه ای

توربین واکنشی (راکسیونی)

نظم و ترتیب واکنشی ، متناوبا " از استقرار یک حلقه یا پره های ثابت که به پوسته متصل اند و یک ردیف پره های مشابه که روی روتور سوار شده اند تشکیل شده است. پره - های اخیر بنام پره های متحرک موسومند ، شکل (۳ - ۳) . پره ها بطریقی نصب و شکل داده شده اند که تشکیل یک مجرای باریک را بدهند ، 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 محور توربین میباشد . همچنین بخاطر تغییر درجهت حرکت بخار ، در سرعت بخار تغییر حاصل - میگردد و نیز در این نوع پره ها یک نیروی ضربه ای تولید میشود . اصطلاح صحیح تربرای چنین شکل پره ای ، " ضربه ای - واکنشی " است .



توربین ترکیبی (کمپوند)

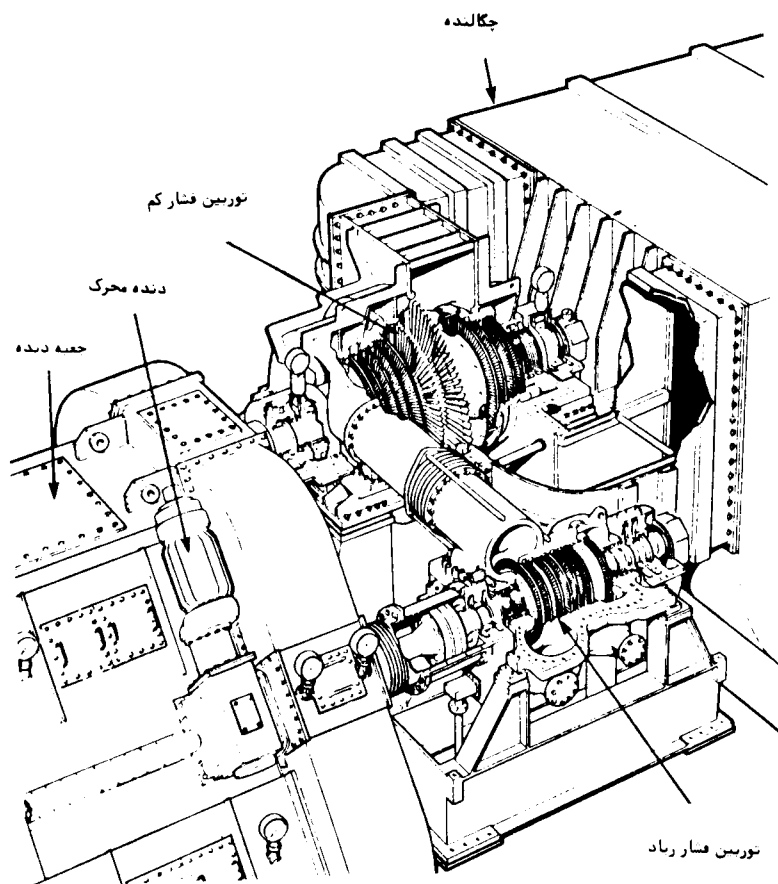
توربین ترکیبی به دو یا چند مرحله تقسیم شده که در هر مرحله تغییر سرعت یا تغییر فشار بخار ایجاد میگردد .

" ترکیب فشار " دریک توربین ضربه‌ای ، استفاده از چند مرحله متعدد شیپوره و پره است تا بتوان فشار بخار را تدریجا " تقلیل داد که این امر منجر به سرعت کمتر و قابل قبول تر جریان بخار و بازدهی بهتر توربین میگردد .

" ترکیب سرعت " یک توربین ضربه‌ای، استفاده از یک شیپوره تکی و قراردادن - چندین پره متحرک دریک صفحه تکی میباشد . بین پره های متحرک ، پره های راهنما قرار گرفته که به پوسته توربین متصل اند . این شکل باعث تولید یک توربین کوتاه و سبک وزن میشود که از بازدهی کمتری برخوردار است ولی در بعضی موارد مانند توربین عقب رو قابل قبول است .

دو حالت فوق میتوانند باهم ترکیب شده تا تشکیل " کمپوند سرعت - فشار " را بدهند . توربین واکنشی بعلت نظم پره هایش ، سرعت بخار را در پره های ثابت و متحرک تغییر داده که منجر به تقلیل تدریجی فشار بخار میشود . در نتیجه، این نظم و ترتیب حالت ترکیبی بوجود میآید .

اصطلاح " ترکیب متقاطع " به واحد توربین های بخاری اطلاق میگردد که از یک توربین فشار زیاد و یک توربین فشار کم تشکیل شده باشد ، شکل (۴ - ۳) . این حالت نظم و ترتیب اخیر ، عموماً " برای توربین اصلی رانش کشتی در نظر گرفته شده است . - انتخاب دیگر در کشتی، یک واحد تک سیلندر است که برای مجموعه توربوژنراتور بسـیـار متداول است ولی در بعضی موارد بعنوان رانش اصلی نیز نصب شده اند .



شکل ۳-۴ نظم و ترتیب توربین مرکب

بهره برداری مجدد از گرما

بهره برداری مجدد از گرما وسیله ای برای بالا بردن بازدهی گرمائی دستگاه کامل توربین است . بخار پس از انبساط در توربین فشار زیاد ، به دیک بخار بازگشت داده میشود تا دوباره به حرارت اصلی دیک بخار داغ برسد . پس از آن مجدداً " به توربین بازگردانده میشود تا از مراحل باقیمانده توربین فشار زیاد گذشته و سپس راهی توربین فشار کم بشود .

انواع توربین های مشهور

تعدادی از نام های مشهور با انواع معینی از توربینها عجین شده اند :

پارسونز : Parsons یک توربین واکنشی است که علل انبساط بخار ، در پره های ثابت و متحرک انجام میشود . یک مرحله دارای هردو نمونه پره است . نصف تقلیل گرمای هر مرحله در هر یک از انواع پره ها اتفاق می افتد که نتیجتاً " ۵۰% واکنش ، در هر مرحله صورت میگیرد کورتیس : Curtis یک توربین ضربه ای است بایش از یک ردیف پره در برابر هر ردیف شیپوره ، عبارت دیگر کمپوند سرعتی است .

دی لاوال Delaval یک توربین ضربه ای سرعت زیاد است که فقط یک ردیف شیپوره و یک ردیف پره دارد .

ری نو Rateau یک توربین ضربه ای است با چندین مرحله ، که هر مرحله از یک ردیف شیپوره و یک ردیف پره تشکیل یافته است ، عبارت دیگر ، کمپوند فشاری است .

نظم و ترتیب توربین ها برای عقب رفتن

توربین های بخاری دریائی باید از نوعی باشند که قابلیت دوران معکوس را هم داشته

باشند ، برای رسیدن به این هدف ، معمولاً " بانصب چندین ردیف پره های معکوس بر

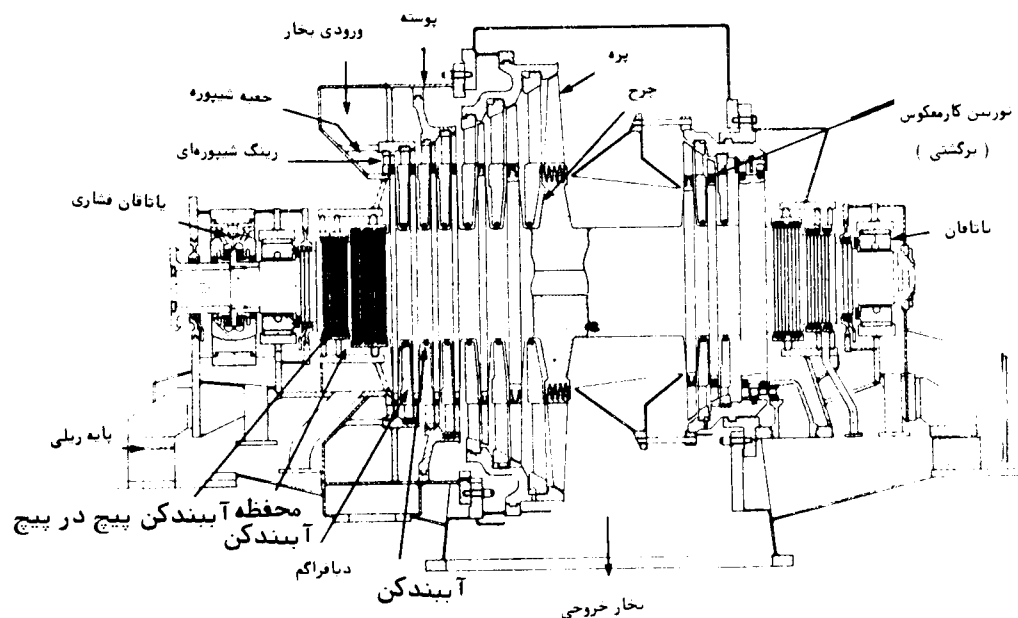
روی محورهای توربینهای فشار کم و فشار زیاد ، یک توربین برگشتی درست میکنند . هنگامی که توربینهای برگشتی رابکار میبرند حدود ۵۰٪ از نیروی کامل ، تولید میشود . وقتی توربین برای حرکت بسمت جلو کار میکند پره های برگشتی بمثابة یک کمپرسور هوا عمل میکنند که موجب کوران های مخالف و تلفات اصطکاکی میگردد .

ساختمان توربین

ساختمان یک توربین ضربه ای در شکل (۵ - ۳) نشان داده شده است ، بر روی روتور توربین چرخهای مختلفی نصب گردیده اند که پره هاروی چرخها قرار گرفته اند فشار بخار در جریان عبور در طول محور تقلیل می یابد ولی از نظر حجمی پیوسته در حال گسترش بوده که نیاز به پره های بزرگتری روی چرخ دارد . توربین برگشتی در یک سر روتور سوار شده و نسبت به توربین حرکت جلو ، خیلی کوتاهتر میباشد . روتور توربین توسط یاتاقانهائی در دو انتهای نگهداری شده است . یکی از یاتاقانها از یک طوقه فشاری استفاده کرده تا در برابر بارهای محوری مقاومت کند .

پوسته توربین ، روتور را کاملاً " دربر گرفته و مجاری ورود و خروج بخار روی این پوسته تعبیه گردیده اند . در نقطه ورودی، یک جعبه افشانک قرار گرفته که بوسیله شیرهای افشانک اجازه ورود مقادیر مختلف بخار را به افشانکها داده و بدینوسیله توان تولید شده در توربین را کنترل میکند . اولین گروه افشانک ها در یک دایره افشانک قرار گرفته که در پوسته نصب هستند . دیافراگم ها ، صفحات دایره شکلی هستند که به پوسته بسته شده و بین چرخهای توربین قرار گرفته اند . دیافراگم ها دارای یک سوراخ گرد مرکزی میباشد که محور روتور از داخل آن عبور میکند . دیافراگم ها ، افشانکهای انبساط بخار را در خود جای داده و یک گلوئی بین روتور و دیافراگم قرار گرفته است .

ساختمان توربین واکنشی در (مقایسه با توربین ضربه ای) تا اندازه ای متفاوت است ، به این ترتیب که در آن دیافراگمی وجود نداشته و بجای آن پره های ثابت در بین پره های متحرک نصب شده اند .



شکل (۵ - ۳) توربین ضربه‌ای

روتور

روتور توربین بعنوان یک محور، عمل کرده و نیروی مکانیکی تولید شده را از طریق دنده ها به محور پروانه منتقل میکند . روتور ممکن است بصورت یکپارچه همراه چرخ ها ساخته شده باشد یا در مورد 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 تا ازحرکت روغن درطولمحور جلوگیری نموده و بدین ترتیب از مخلوط شدن روغن بابخار جلوگیری شود . یک ســـ روتور ، برای تراز طولی صحیح ، دارای طوقه فشاری کوچکی است . انتهای روتور دارای یک فلنج یا قطعه دیگری است که جهت اتصال به کویلینگ قابل انعطاف است و نهایتاً روتوررابه پینیون جعبه دنده متصل میکند .

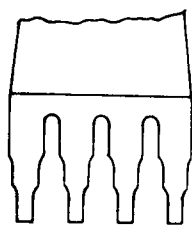
پره ها درشیارهایی که درطرحهای مختلف و درچرخ بریده شده اند نصب میگرددند

پره ها

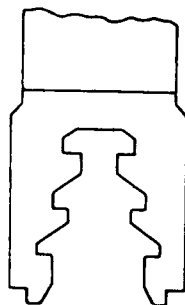
انواع واشکال پره های توربین قبلاً " مورد بحث قرارگرفته اند . هنگام گردشروتور درسرعتهای زیاد ، پره ها تحت تاثیر نیروی گریز ازمركز قابل توجهی قرارخواهند گرفت وتغییرات سرعت بخار روی پره ها باعث ایجاد نوسانات درپره ها خواهدشد .

درخلال کارتوربین،انبساط وانقباض نیز بوجود خواهدآمد و درنتیجه طریقه‌ای برای استقرار پره هادرچرخ ضروری است . درشکل (۶- ۳) انواع مخنلف طرحها نشان داده

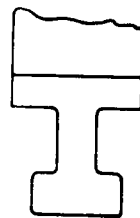
شده است .



چکمی



درخت صوبیر



شکل T نکل

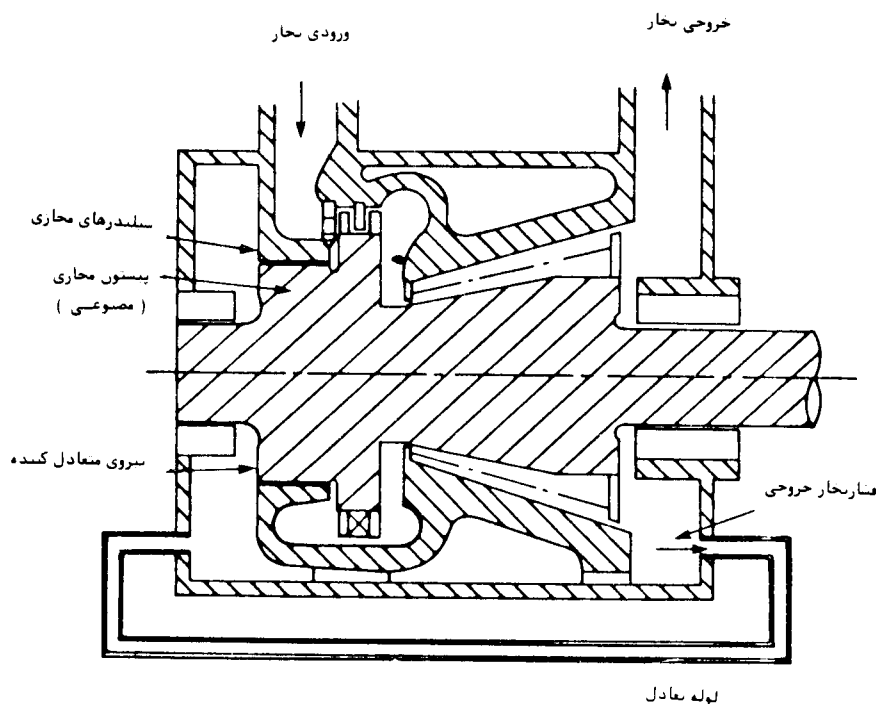
نصب پره ها بالغزاندن ریشه آنها که در روی شیاری که بدین منظور بر روی چرخ جا سازی شده صورت میگیرد . پره ها یکی پس از دیگری بترتیب نصب شده و نهایتاً " ردیف مربوطه توسط یک قطعه لائی ، در محل خود بسته میشود . سپس یک پوشش نهائی روی زبانه ها و در روی لبه بالائی پره ها نصب میشود . روش دیگر ، عبور دادن سیم از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

نیروی محوری

در یک 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 (یا نیروی 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 از یکی از مراحل توربین ، کار رساندن بخار را به پیستون ساختگی که روی رونور توربین سوار شده است ، بعبده دارد شکل (۷ - ۳) . پوسته روتور تشکیل سیلندری رامیدهد که با استفاده از فشار بخار ، روی محور توربین یک نیروی محوری را بوجود میآورد . سطح مقطع پیستون ساختگی و فشار بخار را بدیو انتخاب میکنند تا نیروئی که با این وسیله تولید میشود، دقیقاً " نیروی محوری تولید شده از پره های واکنشی را خنثی نماید . توربینی که به پره های برگشتی و جلوئی مجهز شده اند دارای — پیستونهای ساختگی در هردو انتهای رونور میباشد تا در هردو جهت چرخش ، — توازن توربین را حفظ کند .

روش دیگر که اکثراً " در توربین های فشار پائین مورد استفاده قرار میگیرد ، روش — " جریان دوگانه " است . درچنین روشی بخار از مرکز محور وارد شده و برخلاف جهت یکدیگر و در طول محور توربین جریان پیدا خواهد کرد . با تقسیم مساوی بخار ، دو واکنش فوق برخلاف هم ، روی نوازن تاثیر گذاشته و همدیگر را خنثی خواهند نمود .

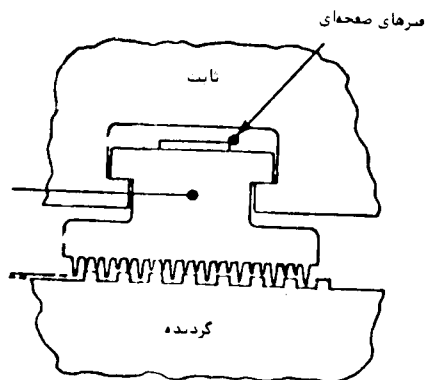


شکل (۷-۳) نظم و ترتیب متعادل پیستون محازی

غیر قابل نفوذ سازی (برای مایعات و گازها)

با استفاده از مواد غیر قابل نفوذ سازی (سیل) ، از نفوذ بخار به بیرون از انتهای فشار زیاد روتور و ورود هوا به انتهای فشار کم آن جلوگیری میشود . برای این کار ترکیبی از عوامل آب بند کن و گاز بند کن بکار گرفته شده است .

آب بندکن های مکانیکی معمولاً " از نوع " حلقه های مشبک " میباشد ، یکسری رینگهای برجسته روی روتور و پوسته توربین درهم ادغام شده تا گذرگاههای پرپیچ و خمی را درست کنند ، شکل (۸-۳) . هرگونه بخار که وارد یکی از گذرگاهها شود مجبور به عبور از شبکه های پرپیچ و خمی خواهد شد که پس از افت فشارهای متوالی فشار آن به صفر خواهد



شکل (۸ - ۳) نفوذ ناپذیریهای مشبک

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

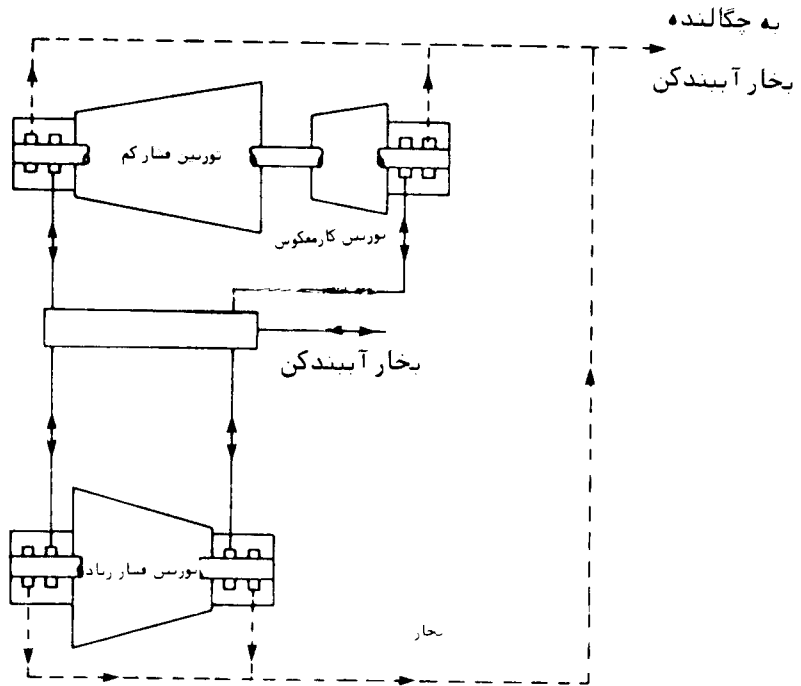
وقتی که توربین با سرعت حداکثر کار کند ، بخار ابتدا به محفظه اولی سرایت کرده که در آنجا یک فشار مثبت برقرار خواهد شد . بخارانی که در طول محور به محفظه دوم راه پیدا کنند ، توسط یک پمپ هوا ، جذب چگالنده ، بخار آب بند کن خواهد شد . هرگونه هوایی که از موتورخانه نیز چکه کند ، جذب چگالنده ، مذکور خواهد شد ، شکل (۹ - ۳) .

در سرعت بسیار پائین یا زمان استارت ، بخار از یک منبع فشار کم به محفظه داخلی تامین میگردد و محفظه خارجی همانند قبل عمل میکند .

سیستم آب بندی بخار ، انواع مولدهای بخار فشار کم را تحت پوشش قرارداده و - سیستم جذب بخارها را برای تمامی آب بندکن ها فراهم میسازد .

دیافراگم

فقط توربین های ضربه ای دارای دیافراگم هستند . دیافراگم ها ، صفحات دایره شکی هستند که از دو نیم دایره تشکیل شده اند ، یک سوراخ نیم دایره ای مرکزی در هر



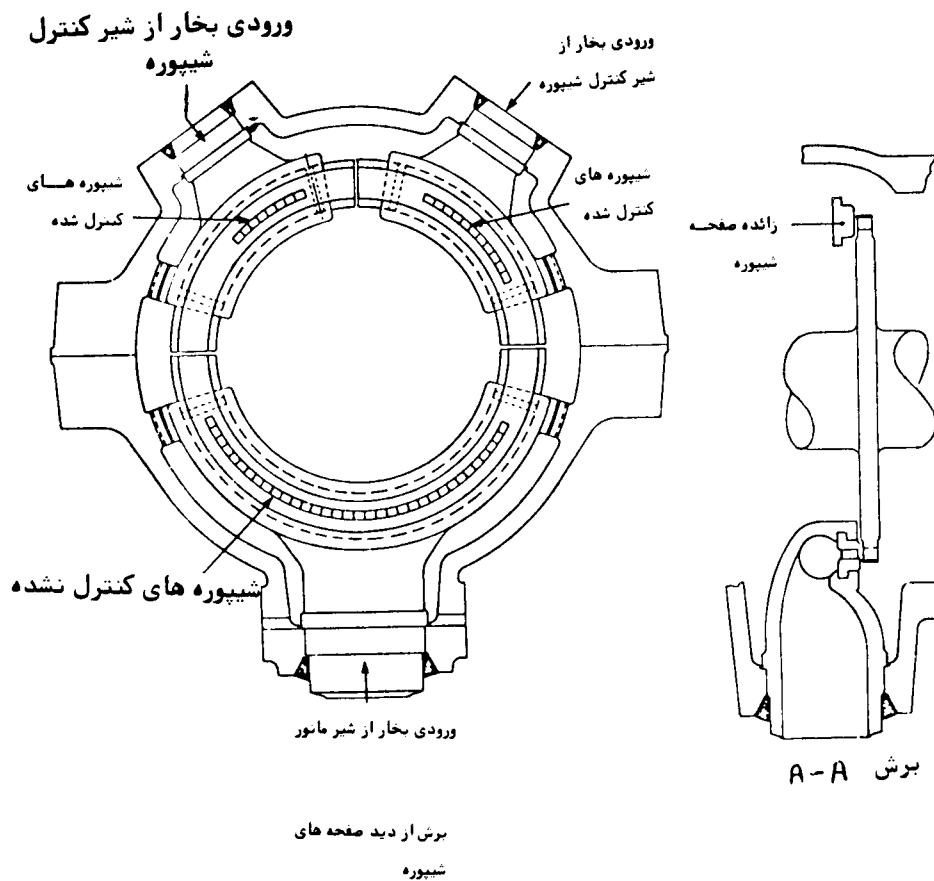
شکل (۹ - ۳) سیستم نفوذ ناپذیری بخار

نیمه قرار گرفته که محل عبور محور می باشد . دیافراگم بین چرخهای رونور قرار گرفته و به پوسته بسته شده است . شیپوره ها در داخل دیافراگم و در برامون آن نصب هستند . - سوراخ مرکزی دیافراگم دارای برآمدگی هائی است که در اطراف محور ، یک غلاف آب - بندی پیچ در پیچ را تشکیل میدهد .

شیپوره ها

کار شیپوره ها دریافت و تبدیل بخار انرژی زیاد و فشار بالا ، و تبدیل آن به جت بخار با سرعت زیاد و فشار تقلیل یافته و انرژی کمتر می باشد . شیپوره های ورودی بخار در چندین گروه تقسیم شده اند که بجز گروه اصلی ، بقیه دارای شیرهای کنترل می باشند

شکل (۱۰ - ۳)، بدین طریق بسته به تعداد شیرهای کنترلی که باز هستند ، نیروی تولید شده میتواند تغییر کند . توربین های واکنشی و ضربهای هردو دارای شیپوره های ورودی بخار هستند .



شکل (۱۰ - ۳) کنترل شیپوره

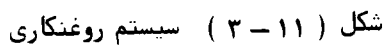
تخلیه (خروج آبهای تولید شده در اثر تبدیل بخار به آب)

در زمان عملیات گرم کردن دستگاه یاد رهن گام مانور دادن ، بخار، تبدیل به آب شده و در مرحله های مختلف در داخل توربین و لوله های آن جمع میشود ، بنابراین نیاز به یک سیستم تخلیه میباشد تا آب تولید شده فوق رابه بیرون از توربین منتقل نموده واز ورود آنها به فضای پره ها و آثار تخریبی آن جلوگیری شود . عدم تخلیه آب همچنین ممکن است منجر به خنک شدن موضعی و یا پیش قطعات در اثر گرمای ناهمگون توربین شود . دستگاههای مدرن مجهز به شیرهای خودکاری هستند که زمان گرم کردن اولیه دستگاه و یا هنگام مانور دادن باز شده و هنگام کار توربین با سرعت معمول ، می بندند .

یاتاقان ها

یاتاقانهای توربین از فولاد تقویت شده ساخته شده اند ، دارای روکشی از فلز سفید بوده و در محفظه های قابل تنظیم قرار گرفته اند تا در صورتیکه نیاز به تراز کردن پیدا کنند این کار بدون مشکل انجام پذیرد . یاتاقانهای فشاری از نوع بالشتکی قابل انحراف بوده و در محل خود بشکل کُره ای قرار گرفته اند . در نتیجه بالشتک ها بموازات طوقه نگهداشته شده و بار (نیرو) بصورت مساوی روی آنها قرار میگیرد . جزئیات هردو نمونه در شکل (۵-۳) نشان داده شده است .

روغن لغزنده سازی از طریق یک دریچه از هردو سو ، وارد یاتاقانهای توربین میشود نقطه ورود روغن، فارسی بر شده تابه پخش روغن در سراسر یاتاقان کمک کند . راهبائی برای روغن کاری یاتاقانهای توربین وجود ندارد بلکه در عوض و در مقایسه باموتور دیزلی ، فاصله بیشتری برای جریان یافتن روغن بین یاتاقان و محور در نظر گرفته شده است . محور در خلال عمل توربین قادر است تا بصورت شناور روی لبه ای از روغن باقی بماند . روغن از روی یاتاقان خارج و به مخزن تخلیه باز میگردد .



روغن لغزنده سازی در توربین بخاری دوکار رابعهده دارد : تشکیل یک فیلم روغن بین قطعات متحرک برای کاهش اصطکاک و جذب گرمای تولید شده دریاتاقان و یا هدایت آن در طول محور .

برای روغن رسانی (روغنکاری) به توربین ، جعبه دنده (گیربکس) ، یاتاقانهای فشاری و پاشنده روغن به دنده ها ، از یک سیستم مشترک استفاده میشود . توربینی که با سرعت زیاد در چرخش است ، برای متوقف شدن احتیاج به زمان قابل ملاحظه ای دارد . اگر پمپ اصلی روغنکاری که به موتور الکتریکی مجهز است ، از کار بیفتد نیاز به یک سیستم روغن رسانی اضطراری خواهد بود . چنین روغنی از یک مخزن ثقلی تامین میگردد ، اگر چه امکان دارد در این حالت نیاز به پمپ روغن موتور اصلی گردد .

یک سیستم روغن که از مخزن ثقلی و پمپ گردنده (توسط موتور) استفاده میکند ، در شکل (۱۱ - 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 یک مجموعه صافی دیگری عبور کرده و سپس برای روغن کاری جعبه دنده (گیربکس) ، یاتاقانهای توربین و پاشنده های روغن ، روی دنده ها پخش میشود . مقداری روغن از طریق یک صفحه انشعاب به یک مخزن ثقلی رهسپار گردیده و پیوسته از آن لبریز میگردد (عبور روغن رامیتوان از طریق یک دریچه باز دید مشاهده نمود) . پمپی که توسط موتور گرداننده میشود در زمان کار عادی مقداری از روغن مورد احتیاج را تامین مینماید .

در صورت قطع برق ، پاشنده های روغن (جعبه دنده) از پمپی که توسط موتور (توربین) گردانده میشود تغذیه خواهند شد . مخزن ثقلی ، روغن را با فشار کم برای مدت زمانی طولانی به یاتاقانها رسانده تا توربین بتواند بدون مشکل (با ایمنی کامل) بحالت توقف برسد .

نظم و ترتیب انبساط

تغییرات درجه حرارت در یک توربین بخاری بین حالت توقف و کار معمولی قابل ملاحظه است . پیش نگرهای لازم در طرح ، برای انبساط روتور پوسته باید شده باشد .

پوسته توربین معمولاً "درانتهای عقب بیک پایه نگهدارنده و پایه صفحه های نگهدارنده گیربکس ثابت گردیده است . نگهدارنده های مذکور ، از حرکت های به جلو و عقب جلوگیری بعمل می آورند اما بخاطر کشویی^{بودن} سوراخها امکان حرکت جانبی وجود دارد . صفحه های نگهدارنده انتهائی جلو نیز سوراخهای مشابهی دارند و ممکن است روی یک پایه لغزان یا صفحه ارتجاعی Panting Plates قرار گرفته باشند . صفحه ارتجاعی ، بصفحات عمودی گفته میشود که میتوانند در زمان انبساط توربین حرکت محوری داشته باشند .

پایه جلوئی و صفحه های نگهدارنده پوسته گیربکس یا پایه عقبی برای نگهداری پوسته ، نسبت به یکدیگر ثابت هستند . استفاده از خارهای عمودی بزرگ و شیارهای مخصوص آنها ، بترتیب روی نگهدارنده و پوسته ، جهت حصول اطمینان از حفظ مرکزیت پوسته و تراز محوری میباشد .

روتور معمولاً "درانتهای جلوئی توسط طوقه فشاری ثابت شده است و هرگونه حرکت محوری باید از طریق انتهائی که درست جعبه دنده میباشد انجام گیرد . بین روتور - توربین و جعبه دنده (گیربکس) یک کوپلینگ ارتجاعی نصب شده است که قادر به جذب تمام حرکت های محوری روتور بوده و قادر به تصحیح انحرافات جزئی محورها نیز میباشد . هرلوله ای که به پوسته توربین متصل شده باشد بایستی دارای خمش هایی باشعاع زیاد بوده و پایه یک قطعه اکاردونی وصل شده باشد تا امکان حرکت آزاد پوسته را بدهد .

همچنین هرگونه حرکت لوله ها بر اثر انبساط نبایستی روی پوسته تاثیر بگذارد . برای تضمین مورد مذکور ، از پایه های فلزی یا قابل انعطاف برای لوله ها استفاده شده است . نکته مهمی که در موقع گرم کردن توربین (قبل از روشن شدن) باید در نظر داشت حصول اطمینان از انبساط آزادانه توربین است . نمایانگرهای مختلفی جهت بازدید از - نکته مذکور در سیستم تعبیه گردیده است . مکانیزم های لغزنده جهت انبساط بایستی تمیز نگهداشته شده و نیز بخوبی روغنکاری گردند .

کنترل توربین

شیرهایی که اجازه ورود بخار رابه توربین های جلوئی یا برگشتی میدهند ، بنام " شیرهای مانور " معروفند . بطورکلی سه نوع شیر بنامهای شیرجلوئی ، شیر برگشتی و شیر حفاظتی وجوددارند . شیر حفاظتی ، یک شیر ایزوله کننده برای بخار برگشتی است . این شیرها بطور هیدرولیکی و توسط یک سیستم مستقل عمل کرده وازیک مجموعه پمپهای اصلی وآماده 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 خواهد شد . درمواقع نیازبه افزایش نیرو، از وجود شیرهای کنترل شده از راه دور و برای باز کردن جعبه - شیپوره های باقیمانده (جهت ورود بخار) استفاده میگردد . یک دستگاه کنترل که نسبت به سرعت حساس است روی شیرمانور جلوئی عمل کرده تا سرعت توربین را درمقدار مطلوب ثابت نگه دارد .

باعمل کردن شیرمانور برگشتی ، بخاروارد شیر حفاظتی میشود . این شیر در رابطه با شیر باز گشتی (عقبی) باز میشود و پس از این مرحله بخاروارد توربین باز گشتی - میگردد .

حفاظت توربین

تمام تاسیسات توربینی مجهز بیک سیستم حفاظتی میباشد تا از وارد آمدن صدمات ناشی از اشکالات داخلی توربین و یا از درست کار نکردن دستگاههای الحاقی جلوگیری کند . مکانیزمی درسیستم قرارداده شده تا با استفاده از شیرمغناطیسی (سولونوئید) و شیر توقف اضطراری توربین را خاموش کند .

باعمل کردن این سیستم ، تغذیه روغن هیدرولیک به شیرمانور قطع شده و در نتیجه ورود بخار به توربین قطع میگردد . این دستگاه قطع کننده در صورتی عمل میکند که یکی

از اشکالات اساسی زیر ، در دستگاه توربین پدید آید :

- ۱ - کم بودن فشار روغن لغزنده سازی
- ۲ - سرعت بیش از حد مجاز توربین
- ۳ - خلاء کم در چگالنده
- ۴ - توقف اضطراری
- ۵ - بالابودن سطح آب در چگالنده
- ۶ - بالابودن یا پائین بودن سطح آب در دیگ بخار

شرایط فوق قسمتی از سیستم حفاظتی کل را تشکیل میدهند و سایر شرایطی را که باید

زیر نظر قرارداد عبارتند از :

- ۱ - لرزش (نوسانات) یا خارج از مرکز بودن روتور LP (فشار کم) و HP (فشار زیاد)
- ۲ - اختلاف بیش از حد انبساط LP و HP (روتور نسبت به پوسته)
- ۳ - سائیدگی (خورده شدن) یا تاقان فشاری LP و HP
- ۴ - سائیدگی یا تاقان فشاری اصلی
- ۵ - درگیری دستگاه برقی گرداننده آرام موتور به موتور اصلی (که از استارت زدن توربین جلوگیری میکند)

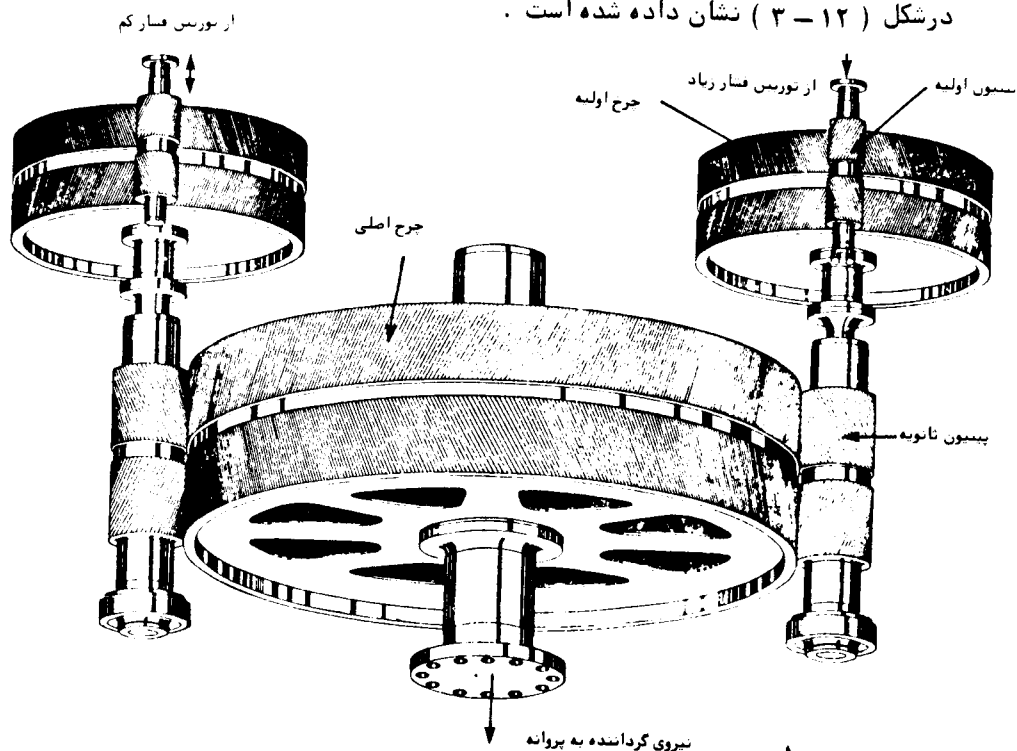
چنین سیستم حفاظتی ناظر توربین Turbovisory به دو طریق عمل میکند. اگر

انحراف دستگاه از شرایط عادی بسوی شرایط خطرناک آشکار شود ، زنگ خطر مرحله اول - شنیده میشود . با چنین زنگ خطری ، اولین اقدام تصحیح کننده میبایستی صورت گیرد تا توربین خاموش نگردد . اگر اقدام تصحیح کننده سریعاً انجام نشود ، به نتیجه نرسد ، و یا یک اشکال اساسی سریعاً " بوجود آید ، زنگ خطر مرحله دوم بصدا درآمده و متعاقباً " دستگاه قطع اصلی وارد عمل شده و توربین خاموش میشود .

دنده ها

توربین های بخار با سرعتی تا حدود ۶۰۰۰ دور در دقیقه دوران میکنند . بهترین

راندمان رانش در محدوده ۱۰۰ تا ۱۲۰ دور در دقیقه برای پروانه میباشد . در نتیجه 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 . با تقلیل تکی ، یک میل دنده کم دندانه توسط توربین چرخانده شده که این میل دنده چرخ اصلی را که مستقیماً " به محور پروانه متصل است بحرکت در میآورد . با تقلیل دوگانه ، توربین یک میل دنده اولیه را چرخانده که این میل دنده به نوبه خود باعث گردش چرخ اولیه میشود . چرخ اولیه ، یک میل دنده ثانوی را که روی همان محورشوار است ، میچرخاند که این پینیون باعث حرکت چرخ اصلی میگردد . چرخ اصلی مستقیماً " به محور پروانه متصل (کوپل) است . یک سیستم تقلیل دوگانه دنده ها در شکل (۱۲ - ۳) نشان داده شده است .



شکل (۱۲ - ۳) سیستم دنده های تقلیل دومرحله ای

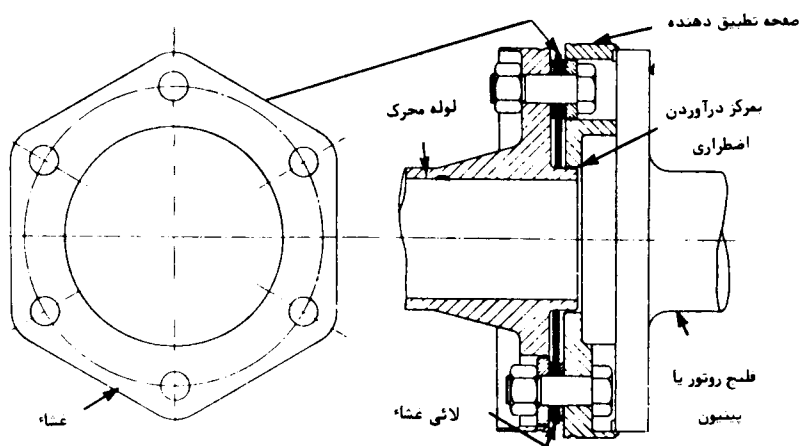
کلیه دنده های تبدیل مدرن دریائی از نوع حلزونی میباشد . دنده حلزونی (مارپیچی) بدین مفهوم است که لبه های دنده ها روی محیط میل دنده یا چرخ دنده تشکیل قسمتی از یک مارپیچ رامیدهند . این بدین معنا است که در هر زمان لبه چندین دنده در تماس بوده و در نتیجه تقسیم وانتقال بار بسیار یکنواخت تر خواهد بود . حلزون دوگانه (دو حلزونی) به قرار گرفتن دو چرخ یا پینیون روی هرمحور اطلاق میگردد ، — بطوریکه جهت دنده ها خلاف یکدیگر باشند . این بدان جهت است که حرکت یک دسته تکی از دنده های حلزونی ، یک نیروی جانبی تولید میکند که باعث بهم خوردن تراز دنده ها میشود . دستگاه حلزونی دوگانه اثر چنین نیروهای جانبی رامتعادل میکند . سیستم دنده هائی که در شکل (۱۲ — ۳) نشان داده شده است ، یک سیستم تقلیل حلزونی دوگانه میباشد .

روغنکاری دندانه های درگیر ، از سیستم روغن لغزنده سازی توربین تامین میگردد . پاشنده ها ، روغن رابه نقاط درگیر از سمت بالا و پائین و در تمام طول چرخ دنده می — افشانند .

کوپلینگ های ارتجاعی

یک کوپلینگ ارتجاعی همیشه بین روتور توربین و پینیون جعبه دنده (گیربکس) نصب است . چنین اتصالی اجازه مقداری تراز نادرست رابه روتور و پینیون میدهد ، بهمین ترتیب برای حرکت محوری روتور که بر اثر انبساط پیش میآید نیز جادارد . طرحهای مختلفی از کوپلینگ های ارتجاعی مورد استفاده قرار میگیرند که دندانه ها ، صفحات مدور ارتجاعی ، غشاها و غیره ... اجزاء متشکله آن هستند .

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



شکل (۱۳ - ۳) کوپلینگ ارتجاعی

پینیون متصل گردیده است و صفحات غشائی بین صفحات تبدیل و تیوپ گشتاور پیچی پیچ شده اند . خاصیت ارتجاعی صفحات غشائی ، اجازه انجام حرکات محوری و جانبی را میدهد . بین قطر خارجی تیوپ گشتاور و صفحه تبدیل ، تلرانسی وجود دارد که در صورت از کار افتادن غشاء اجازه سنتر (به مرکز درآوردن) اضطراری را میدهد . پیچ ها درسوراخهایشان ، تا توقف کامل محور ، اجازه حرکت پیوسته را خواهند داد .

گرداننده برقی موتور

گرداننده موتور در توربین بخار، یک موتور برقی با قابلیت دوران معکوس میباشد که یک چرخ دنده را جرخانده و چرخ دنده با پینیون اولیه توربین فشار زیاد ، درگیر میشود . از این موتور برای چرخش توربین و چرخ دنده در زمان 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 ملاحظه ای برای گرم کردن دارد . کار توربین و موتور آن در سرعت های زیاد و مانور دادن احتیاج به دقت بسیار فراوان دارد .

گرم کردن یک توربین بخاری

ابتدا باید تمام شیرهای خط تخلیه اصلی بخار و شیرهای پوسته توربین را باز نموده 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 .

در صورت نیاز ، هوای لوله ها را به خارج فرستاده و ملاحظه نمائید که مخزن ثقلی حتما " در حال سرریز شدن باشد .

اجازه چرخش محور را از پل فرماندهی بگیرید و گرداننده برقی موتور را با توربین

درگیر کرده و به کمک آن توربین ها را چندین بار در هر جهت بچرخانید .

پمپ گردش آب دریا را برای چکانده اصلی روشن نمائید ، سپس پمپ کشش (مکش) بخارتقطیری را ، در حالیکه شیر افشانک هوای گردش ، کاملاً " باز باشد روشن نمائید . در صورت نصب بودن " شیرمانورجریان میان بر " یا " شیر گرم کننده " ، آنرا باز نمائید . با باز کردن چنین شیری ، اجازه عبور مقدار کمی بخار از داخل توربین داده شده و موجب گرم شدن توربین میشود . با بالا بردن مقدار خلاء چکانده به این گرم کردن کمک میشود . توربین بطور مداوم باید توسط موتور برقی چرخانده شود تا دمای (درجه حرارت) ورودی توربین (فشار کم) پس از حدود یک ساعت به ۷۵ درجه سانتی گراد برسد . نظم و - ترتیب بکار رفته روی توربین را جهت حرکت آزاد ناشی از انبساط مورد بازبینی قرار دهید . حال باید بخار برای آب بندی و گاز بندی را تا نیمه باز کرده و خلاء را افزایش داد . همچنین موتور برقی گرداننده توربین را باید از درگیری با توربین جدا کرد .

جریان شدید و مقطع بخار را از طریق شیر اصلی وارد توربین نموده تا پروانه را حدود یک دور بچرخانند ، این عمل در هر سه تا پنج دقیقه یکبار و برای مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه تکرار شود ، سپس خلاء را میتوان تا مقدار مجاز آن (مقداری که توربین عمل میکند) - افزایش داده و فشار بخار قسمت آب بندی را نیز زیاد کرد . توربین ها اکنون برای استفاده آماده هستند .

در ضمن انتظار برای اولین حرکت از پل فرماندهی و مابین حرکات ، توربین باید توسط جریان های شدید و مقطع بخار ، در هر پنج دقیقه یک دور در جهت جلو چرخانده شود و در صورت وجود هرگونه تاخیر ، خلاء و فشار بخار آب بندکن را باید تقلیل داد .

مانور دادن

پس از گرم شدن ، روتور توربین نباید بیشتر از چند دقیقه ثابت و بدون حرکت باقی بماند ، زیرا باعث شکم دادن و یا انحناء روتور و بالاخره منجر به از کار افتادن — دستگاه می گردد .

چرخش عکس توربین ، با ورود بخار به توربین برگشتی صورت میپذیرد . در صورتیکه کار معکوس توربین برای مدت زمان قابل توجهی ادامه پیدا کند ، باید درجه رحرارت — توربین ، سطح صدا های تولید شده ، وضعیت یا تاقانها و غیره ... مرتباً " زیر نظر گرفته شوند .

سازندگان توربینها ممکن است مدت زمان کار ممتد معکوس را به ۳۰ دقیقه محدود نمایند .

کار معکوس زمان اضطراری

در صورتیکه توربین با سرعت کامل بسمت جلو حرکت کند و احتیاج به توقف اضطراری یا معکوس شود ، در چنین حالت ، روش کاری عادی و ایمن دستگاه را باید نادیده گرفت . بخار برای حرکت جلو ، بسته شده که بدین منظور ممکن است از دستگاه قطع اضطراری استفاده شود . شیر ورودی بخار نیز برای حرکت معکوس قدری باز میشود تا — تدریجاً " مقدار بخار ورودی را افزایش دهد . در نتیجه توربین را میتوان سریعاً " به حالت توقف کامل درآورد و سپس اگر لازم باشد آن را برای حرکت بسمت عقب ، بکار انداخت . توقف یا کار معکوس توربین حدوداً " بین ده تا پانزده دقیقه قبل از آنکه کشتی — به 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 مانور دادن ، ۸۰٪ سرعت کامل توربین در دریا خواهد بود . پس از دریافت دستور جهت سرعت کامل ، توربین را تدریجا " میتوان بشرایط سرعت کامل - (نیروی کامل) رساند . که این عمل بین یک تا دو ساعت بطول میانجامد . برای چنین عملی میبایستی مولدهای برق بخاری را نیز بکار گرفت که این مولدها از بخارات خارج شده ویا گرفته شده از یکی از مراحل توربین اصلی تغذیه میشود .

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

ورود به بندر

یکی دو ساعت قبل از ورود به بندر ، پل فرماندهی میبایستی این موضوع را به موتور خانه اعلام کند تا زمان کافی برای تقلیل سرعت توربین و رساندن آن به دور (سرعت) مانور وجود داشته باشند . مولد برق بخاری را باید خاموش کرده و در عوض یک مولد برق دیزلی را روشن نمود تا برق کشتی را در سرعت کم تامین کند . اکنون روشی را که برای - رسیدن از حالت توقف به سرعت کامل انجام شده بود ، باید در جهت معکوس پیگیری شود .

فصل ۴

دیگهای بخار (مولدهای بخار)

انواع گوناگونی از دیگهای بخار در روی کشتی هایافت میشوند . در صورتیکه 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 عبور کرده و حرارت در اطراف لوله ها جریان دارد) جهت تولید بخار در فشار و حرارت بسیار زیاد نصب میشود . در کشتی هائیکه محرک اصلی آن موتور دیزلی است ، یک دیگ بخار کوچکتر (معمولا " از نوع لوله آتشی) نصب شده تا بخار را برای خدمات فرعی (مانند گرم کردن سوخت سنگین و غیره ...) تولید نماید حتی در بین همین دو نمونه ، یعنی دیگ بخار لوله آبی و دیگ بخار لوله آتشی طرحهای مختلفی وجود دارد .

یک دیگ بخار با انتقال گرما به آب ورودی ، آن را به بخار تبدیل مینماید . انرژی آزاد شده از سوخت دیزل (مازوت) در محفظه احتراق (آتشدان) دیگ بخار بصورت حرارت و فشار در بخار تولید شده ذخیره میگردد . کلیه دیگهای بخار دارای آتشدان — میباشد تا سوخت را محترق نموده و انرژی آن را آزاد سازند . هوارسانی به آتشدان بمنظور تکمیل نمودن عمل احتراق سوخت انجام میشود (برای اشتعال و احتراق سوخت هوا —

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 .

در دیگ بخار یک مخزن بشکه ای شکل تعبیه شده است تا آب و بخار بتوانند در این مخزن از هم جدا شوند . همچنین انواع مختلف ملحقات و دستگاههای کنترل در دیگ بخار نصب شده است تا مقدار سوخت ، هوا و آب ورودی را با بخار خروجی تطبیق دهند . نهایتاً " دیگ بخار باید دارای دستگاهها و ملحقاتی باشد که ایمنی و کارکرد صحیح آن را تضمین نماید .

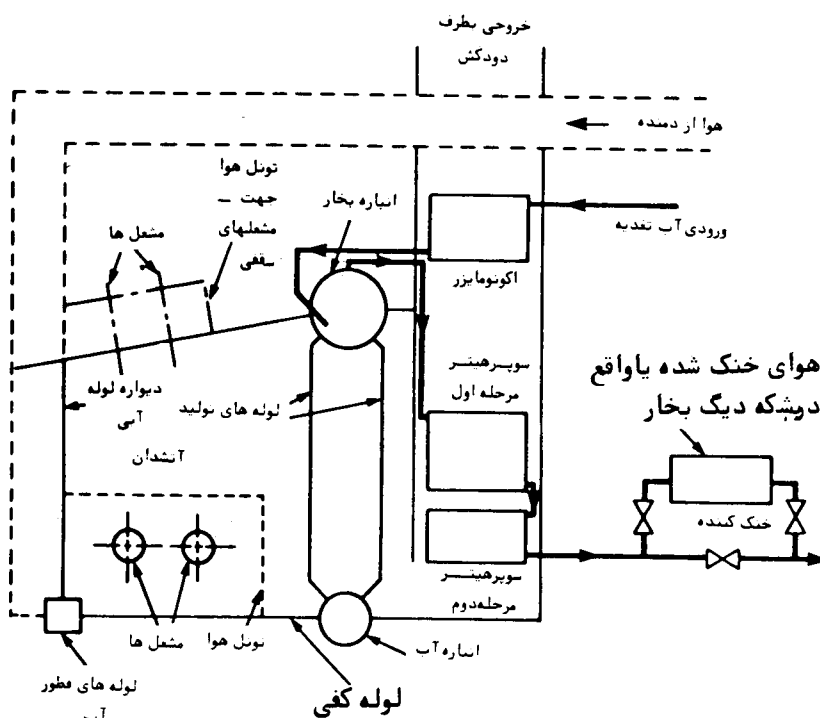
در جریان عملیات تولید بخار ، آب شیرین (مقطر) وارد دیگ بخار شده ، حرارت به آن رسیده و تبدیل به بخار میگردد . آب ورودی دیگ بخار ، از بشکه آب به سوی بشکه بخار گردش پیدا کرده و در جریان این کار گرم میشود . مقداری از آب ورودی دیگ بخار در لوله هایی که در اطراف آتشدان قرار گرفته اند و به لوله های کفی و دیواره های آبی معروف هستند گردش نموده و پس از گرم شدن به شبکه بخار عودت پیدا میکنند . بدین ترتیب پروسه ایجاد بخار در شبکه بخار تکمیل گردیده و از اینجا میتواند بطرف مصرف کننده ها انتقال یابد . در چنین شرایطی بخار بنام " بخار اشباع شده " یا " بخار تر " معروف است . زیرا مقدار کمی آب همراه خود دارد . همچنین این بخار ممکن است به گرم کننده دیگری بنام سوپرهیتر که در داخل دیگ بخار قرار گرفته فرستاده شود که در آنجا با بالا رفتن حرارت ، تمام آب موجود در بخار 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 در شبکه بخار بیشتر است . یک سردکننده بخار بنام اتمپراتور ATTEMPERATOR نیز ممکن است در سر راه بخار خشک و بمنظور کنترل

حرارت آن ، تعبیین شده باشد .

از گازهای داغ ایجاد شده در آتشدان دیگ بخار ، بمنظور گرم کردن آب تغذیه و تبدیل آن به بخار ، همچنین خشک کردن (سوپرهیت) بخار حاصل از بشکه بخار -

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 در نظر گرفته شده است ، عبور نماید . بدین ترتیب مقدار زیادی از انرژی گرمائی گازهای داغ قبل از رفتن به آتمسفر بمصرف میرسد . این نظم و ترتیب ها در شکل (۱ - ۴) نشان داده شده است .



شکل (۱ - ۴) نظم و ترتیب ساده دیگ بخار

دو طرح اساسی دیگ بخار ، بنامهای دیگ بخار لوله آبی و دیگ بخار لوله گازی (آتشی) وجود دارند . دردیگ بخار لوله آبی ، آب تغذیه از داخل لوله ها گذشته و گازهای داغ از اطراف لوله ها عبور میکنند . 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 و تولید بخار در ظرفیت های بالا بکار میرود . این دیگها ، بطورمثال تامین کننده بخار مصرفی نوربین بخاری که عامل رانش اصلی کشتی است و باتوربینهای محرک پمپهای محموله کشتی (مایعات) میباشد . دیگهای بخار لوله گازی (آتشی) را برای منظورهای کمکی و فرعی و درکشتیهای بامحرک موتور دیزلی در نظر میگیرند که قابلیت ایجاد بخار در ظرفیت های کمتر و یا فشار پائین تری را دارا میباشد .

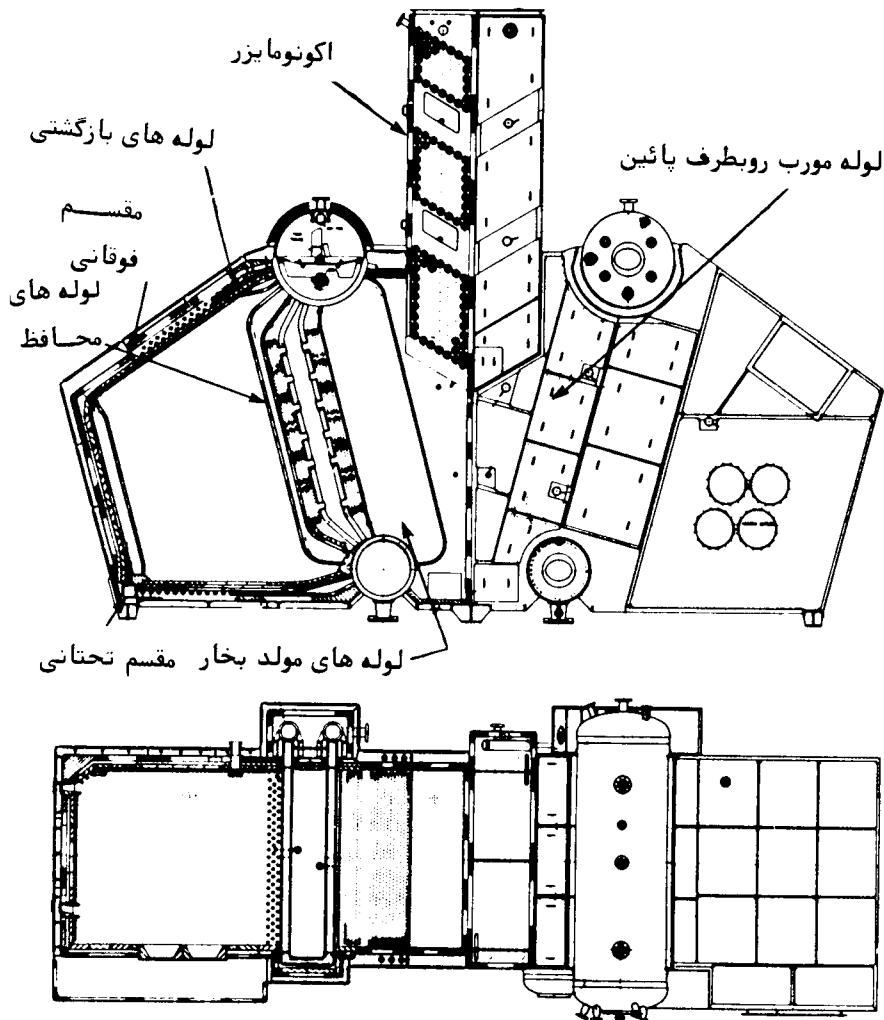
دیگ های بخار لوله آبی

ساختمان دیگهای بخار لوله آبی که در آن از لوله های با قطر کم استفاده شده است ، دارای یک بشکه کوچک بخار است که اجازه تولید بخار در فشار و حرارت زیاد را میدهد . وزن این دیگهای بخار در مقایسه با دیگهای بخار مشابه لوله گازی به مراتب کمتر بوده و عمل تولید بخار سریعتر انجام میپذیرد . نظام بکار رفته در نوع طراحی این دیگهای بخار از انعطاف پذیری خوبی برخوردار است و علاوه بر آن ، بازدهی آنها زیاد و آب تغذیه آن ، دارای جریان گردشی طبیعی خوبی است . موارد فوق ، از جمله دلایلی هستند که دیگ بخار لوله آبی را در اکثر موارد جهت مولد اصلی بخار ، جانشین دیگ بخار لوله گازی نموده است .

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

در طرحهای جدیدتر از لوله های خم دار استفاده میشود . دیگ بخار نشان داده
شده در شکل (۲ - ۴) دارای دو بشکه و یک آتشدان یکپارچه است که بخاطر شکل
مخصوص بنوع D معروف شده است . آتشدان در کنار دو بشکه قرار گرفته و توسط دیواری
از لوله ها از هر طرف احاطه شده است . این لوله ها دیواره 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 با قطر کوچکتر (بنام لوله
های تولید بخار) قرار دارند . این لوله ها سطوح اصلی انتقال حرارت را برای تولید
بخار تشکیل میدهند . لوله هایی با قطر زیاد یا " لوله های شیب دار " بزرگ ، بین
بشکه آب و بشکه بخار نصب شده اند تا گردش طبیعی و خرب آب را در دیگ بخار تضمین
نمایند . در نظم و ترتیب نشان داده شده ، سوپرهیتر بین بشکه ها قرار گرفته است و در
برابر گازهای داغ آتشدان ، توسط چند ردیف لوله های پردهای (لوله ها بصورت پرده
کرکره قرار دارند) حفاظت شده است . از مواد کوره ای یا آجر کوره ای 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 یا رجیستر Register
که مشعل را احاطه کرده ، بوجود آورده است .

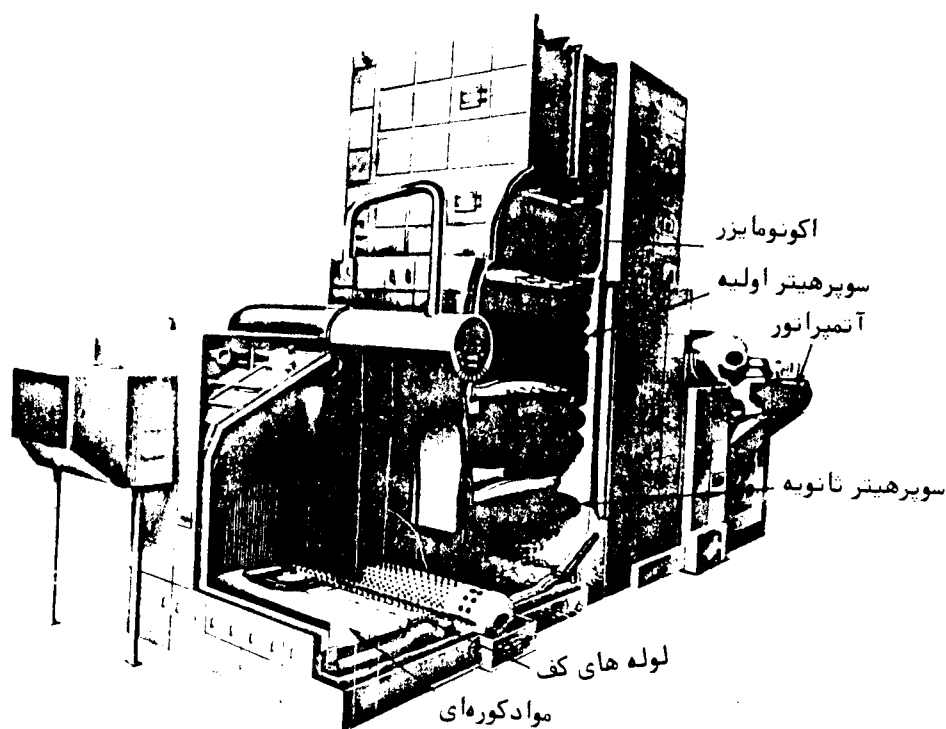
نیاز به محدوده وسیع تری برای کنترل حرارت بخارهای خشک ، منجر به استفاده
از نظام دیگری در دیگهای بخار گردید . سوپرهیتر اصلی خارجی نوع "D" (ESD) دیگ
بخار ، از وجود یک سوپرهیتر اولیه و یک سوپرهیتر ثانویه که بعد از گروه لوله های اصلی
تولید بخار قرار گرفته بودند ، بهره میجست ، شکل (۳ - ۴) . یک سردکننده بخار نیز
بمنظور کنترل درجه حرارت بخار ، در مسیر هوای مورد نیاز احتراق قرار میگرفت .



شکل (۲ - ۴) دیگ بخار فاستر ویلر نوع D

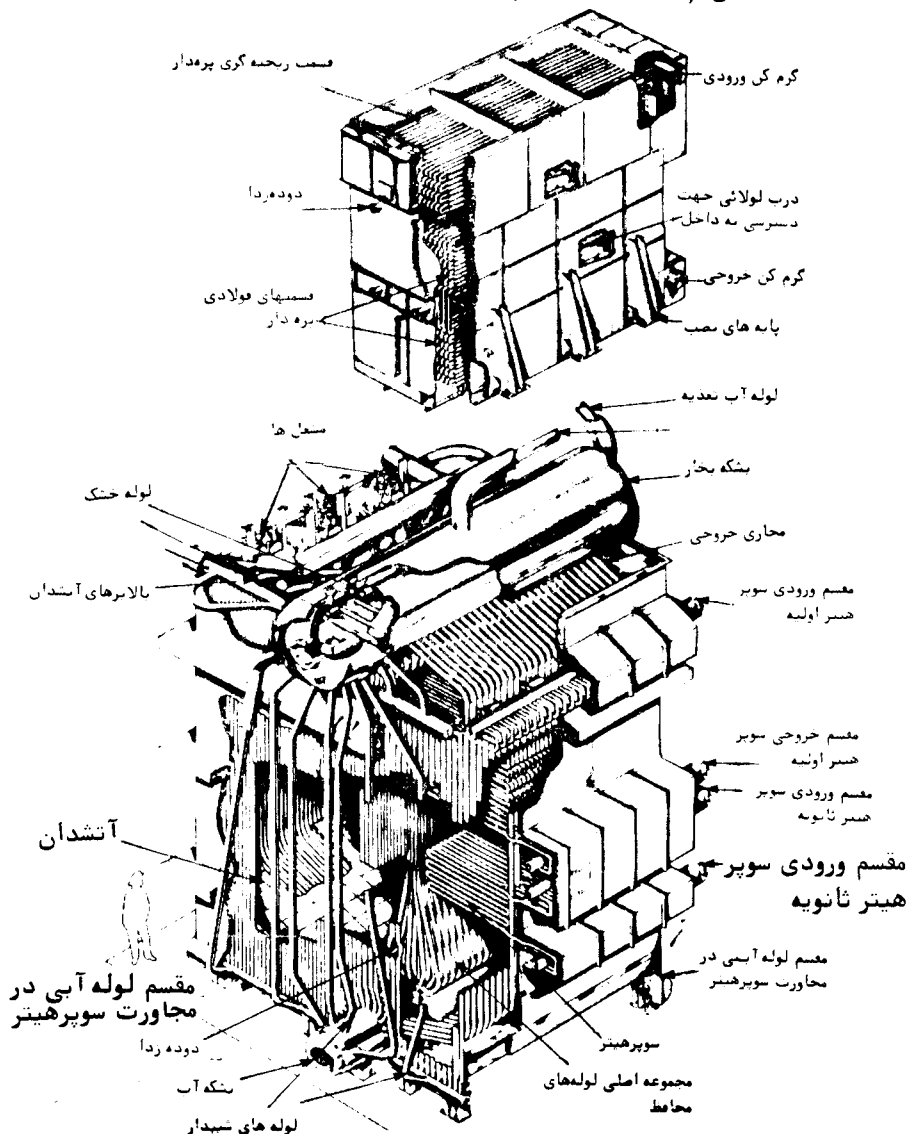
نمونه پیشرفته تر ، یعنی دیگ بخار نوع 11 ESD از نظر ساختمان ، شبیه
 ESDI بود ولی از وجود یک واحد کنترل بین سوپرهیتر اولیه و ثانویه استفاده میکرد (یک
 اکونومایزر اضافی) .

کرکره ها ، بسته به درجه حرارت بخار داغ مورد نیاز ، گازهای داغ را بر روی واحد کنترل یا سوپرهیتر هدایت مینمود . درحقیقت هنگامیکه بخار خشک با درجه حرارت کم مورد نیاز بود ، این دستگاه کنترل کننده ، راه میان بری By - Pass برای گازها بوجود میآورد .



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

در دیگ بخار نوع ESD III مشعل ها در سقف آتشدان قرار گرفته اند و برای شعله ها و یک مسیر طولانی را امکان پذیر ساخته و همچنین موجب انتقال گرمای یکنواخت در آتشدان میگردد . در دیگ بخاری که در شکل (۴-۴) نشان داده شده از آب بعنوان خنک کننده آتشدان (محفظه احتراق) استفاده میشود .



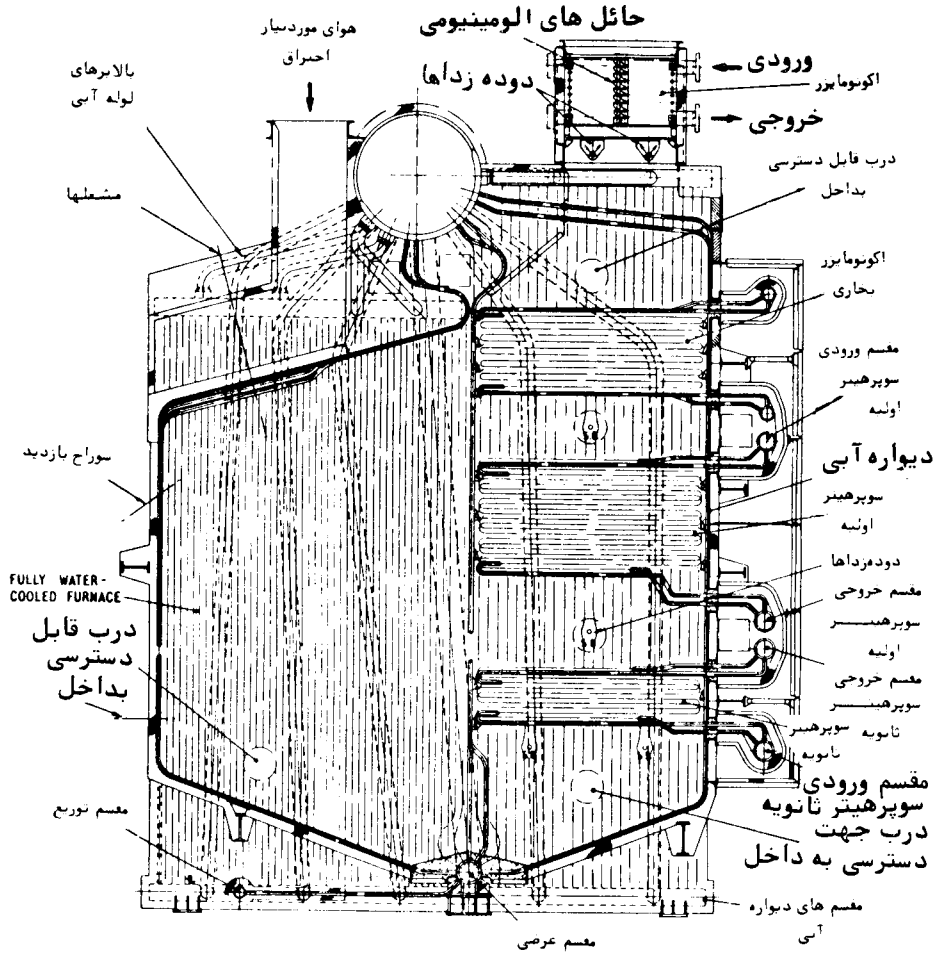
شکل ۴-۴ دیگ بخار فاسترویلر نوع ESD III

ساختمان آتشدان تک دیواره‌ای بوده و لوله‌های پره دار بار یکی که بصورت گازبندی بیکدیگر جوش داده شده اند ، تشکیل جداره آتشدان رامیده‌ند . با ساختمان تک دیواره‌ای، استفاده از مواد کوره‌ای در آتشدان دیگر مورد نیاز نمیباشد .

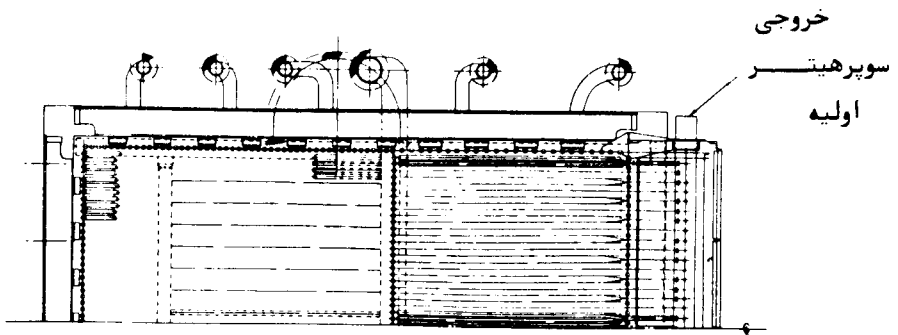
لوله‌های دیواره آتشدان و لوله‌های کف و سقفی به بشکه‌های آب و بخار ، جوش داده شده‌اند (جریان آب و بخار از داخل این لوله‌ها بین بشکه‌ها برقرار است) . دیوارهای عقب و جلو به انتهای مقسمهای اصلی (دیوارآبی) فوقانی و تحتانی متصل هستند . مقسمهای اصلی دیوارآبی تحتانی توسط لوله‌های شیب دار بزرگ خارجی (ازبشکه بخار) بهمدیگر متصل شده و مقسم‌های اصلی دیوار آبی فوقانی توسط لوله‌های بالابرنده به بشکه بخار وصل میباشند .

گازها پس از ترک آتشدان از لوله‌های پرده‌ای عبورمینمایند و این لوله‌ها طوری قرار گرفته‌اند که گازها بتوانند براحتی از بین آنها عبورکنند . کثرت تعداد لوله‌ها موجب انتقال حرارت قابل توجهی برای بخار در مسیر رسیدن به سوپرهیتر ثانویه خواهد بود . گازها قبل از خروج ازدیگ بخار از روی سوپرهیتر اولیه و اکونومایزر خواهد گذشت . لوله‌های خشک کننده بمنظور تهیه بخار اشباع شده خشک از دیگ بخار بکار میرود و دربشکه بخار قرار گرفته 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 سوپرهیترهای اولیه و ثانویه عمل میکند ، انجام میپذیرد .

دیگ بخار نوع تابشی از پیشرفت‌های جدید این فن بشمار میرود که در آن ، گرمای تابشی احتراق که از طریق 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 لادر شکل (۵-۴) نشان داده شده است . آتشدان و محفظه بیرونی هردو توسط آب خنک میشوند در اینجا دیگر نیازی به مجموعه متعارف لوله‌های مولد نیست . گازهای داغ از طریق یک دریچه واقع در پائین دیوار پرده‌ای ، آتشدان را ترک کرده و به محفظه بیرونی میروند . محفظه بیرونی دارای سطوح متعارف گرم کننده بوده و شامل سوپرهیترهای اولیه و ثانویه میباشد .



نمای روبروی برشی



قسمتی از نقشه دیگ بخار از بالا

شکل (۴-۵) دیگ بخار فاستر ویلر شعاعی

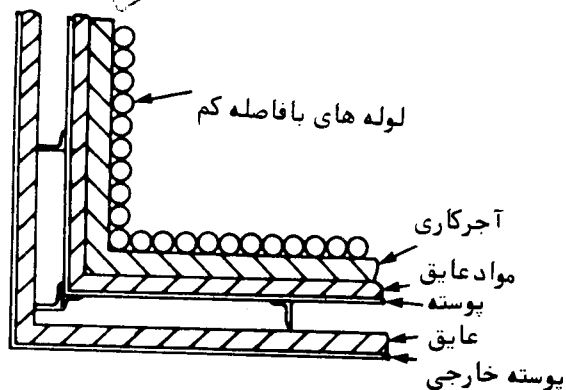
کنترل درجه حرارت بخارات خشک توسط یک اتمپراتور که دربشکه بخار قرار گرفته انجام میپذیرد . گازهای داغ پس از ترک سوپرهیتر اولیه به یک اکونومایزر تولید بخار میروند . این اکونومایزر یک مبدل حرارتی است که مخلوط بخار - آب در آن بموازات - گازها تجریان پیدا میکند . نهایتاً " گازهای آتشدان درمسیرشان بسوی دودکش ، از یک اکونومایزر معمولی عبور میکنند .

دیگهای بخار از نوع Reheat به همراه یک سیستم توربینی مشابه (گرمایش مجدد) بکار میروند . بخار پس از انبساط در توربین فشار بالا ، جهت گرم شدن مجدد به دیگ بخار باز میگردد . در اینجا 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 .

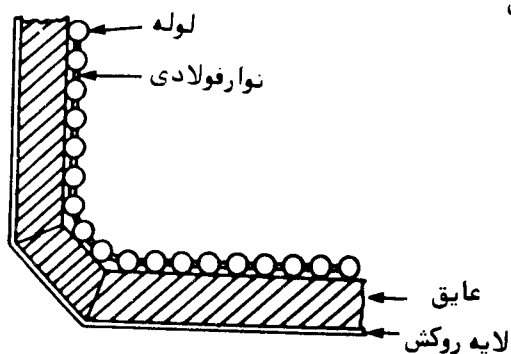
ساختمان دیواره آتشدان (محفظه احتراق)

مشکلاتی که در ارتباط با مواد نسوز آتشدان ، مخصوصاً " دردیوارهای عمودی وجود دارد ، منجر به طراحی سیستمهایی بادیوار آبی دوبله شده است که در این طرحها مواد نسوز در معرض مستقیم آتش قرار نمی گیرند . این دو طرح بنام های لوله هـای - مماسی Tangent Tube و تک دیواری Monowall یا " دیوار غشائی " Membrane معروف هستند .

در سیستم لوله های مماسی ، لوله هایی که به فاصله های بسیار کم نسبت به هم قرار گرفته اند بوسیله مواد نسوز و عایق و پوسته دیگ بخار ، تقویت شده اند ، شکل (۴ - ۶ a) . در سیستم تک دیواری یا دیوار غشائی بین لوله ها یک نوار فولادی - جوش داده شده است تا یک محفظه کاملاً " گازبندی شده ای را تشکیل دهد (شکل b ۶ - ۴) در این طرح فقط سطح بیرونی میبایست بایک لایه عایق و روکش پوشانده شود . در ساختمان تک دیواری ، مشکلات مواد نسوز و اتصالات انبساطی را حذف میکند ولی در صورت از کار افتادن لوله ، جهت تعمیرات نیاز به جوشکاری میباشد .



الف : نوع مماسی



ب : نوع تک دیواری

شکل (۴ - ۶) ساختمان دیواره کوره

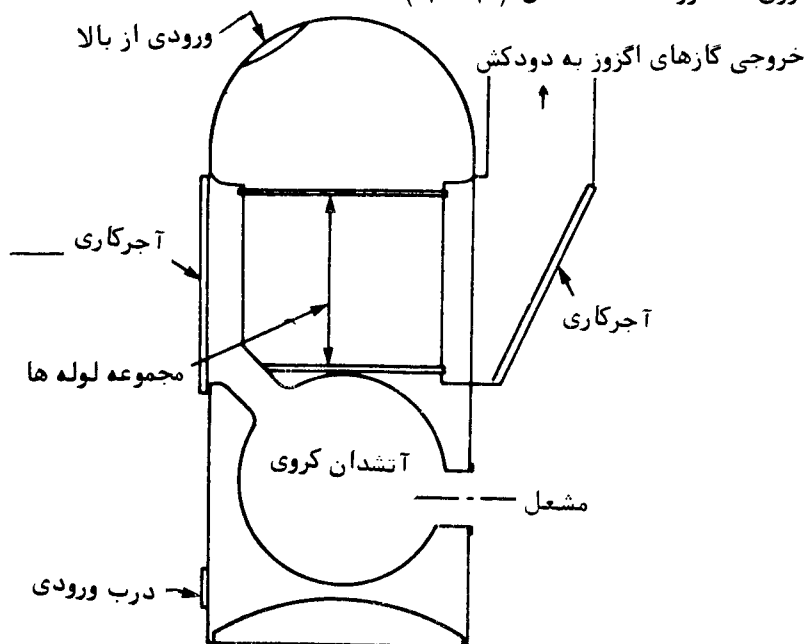
راه حل دیگر این است که دوسرلوله معیوب را توسط قطعه چوبهائی کاملاً " مسدود نمود
 اما مواد نسوزی را باید روی لوله معیوب قرارداد تا عایق پشت آن را حفاظت کند . در -
 ساختمان طرح لوله مماسی یک لوله از کار افتاده را میتوان با قطعه چوبی مسدود نمود و دیگر
 بخار بدین ترتیب بدون هیچ اشکالی میتواند بکار خود ادامه دهد .

دیگ های بخار لوله دودی (آتشی) Fire Tube

دیگهای بخار لوله گازی معمولاً " برای مواردی انتخاب میشوند که نیاز به تولیدبخار با فشار کم باشد و درکشتیهائی که بخار را برای مصارف جانبی بکار میبرند ، استفاده میشود . طرز کار این دستگاه بسیار ساده میباشد و آب تغذیه مصرفی آن میتواند از کیفیت متوسطی برخوردار باشد . بعضی اوقات دیگ بخار لوله گازی را بخاطر گنجایش فوق العاده آب آن " دیگ بخار مخزنی " مینامند . همچنین واژه های مصطلح دیگر ، دیگ بخار لوله - 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 (۷-۴) .



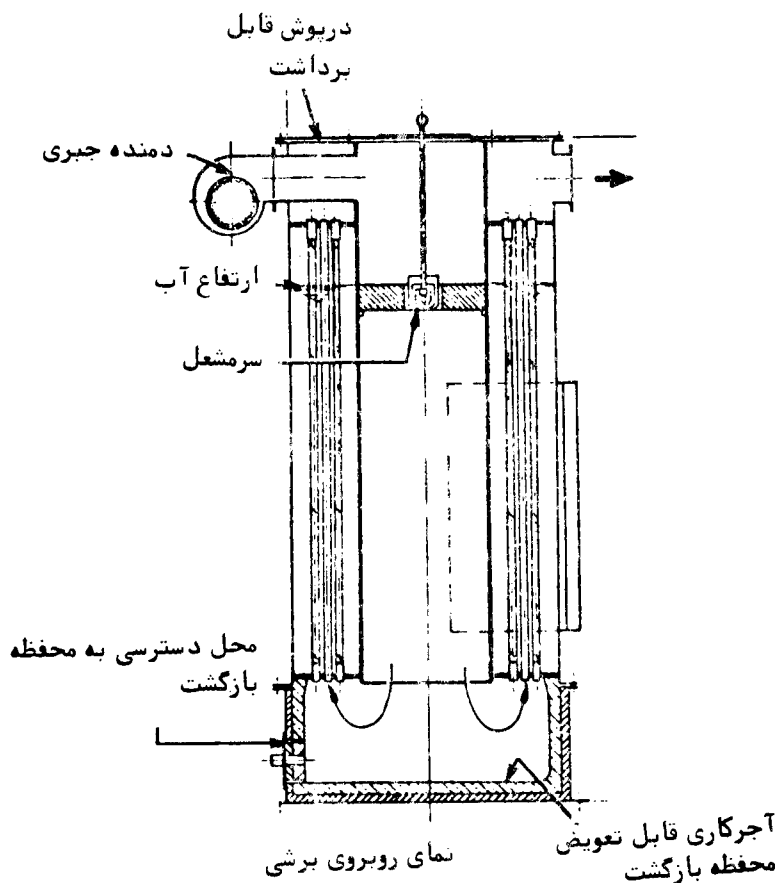
شکل (۷-۴) دیگ بخار کروی کوخران

آتشدان توسط آب احاطه شده و در نتیجه بوجود لایه‌ای از مواد نسوز ، دیگر نیازی نمیباشد . گازهای داغ قبل از اینکه از دودکش بیرون بروند یکبار از داخل ردیف لوله های افقی عبور میکنند . استفاده از لوله هایی کم قطر که موانعی Retarders در آنها تعبیه شده با ایجاد 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 " از طرح ثبت شده‌ای برای لوله هایی به نام Swirlyflo استفاده میکند ، گفته میشود که پیچش مخصوص لوله ها موجب انتقال گرمائی بهتری میشود . دیگ بخار از یک پوسته بیرونی تشکیل شده که آتشدان استوانه‌ای را احاطه کرده و این آتشدان استوانه‌ای توسط لوله های دودی (گازی) عمودی به یک محفظه استوانه‌ای در قسمت بالای دیگ بخار متصل شده است ، شکل (۸-۴) .

مشعل در مرکز آتشدان واقع شده و جهت آتش آن ، روبه پائین بوده و گازهای داغ از داخل لوله هایی که در محفظه‌ای از آب قرار دارند ، عبور خواهند کرد . یک دیگ بخار مرکب Composite تولید بخار را به دو صورت امکان پذیر میسازد : با استفاده از سوخت ، زمانیکه مورد نیاز است و یا با استفاده از گازهای اگزوز موتور هنگامی که کشتی در دریا حرکت میکند . طرح این نوع دیگهای بخار براساس طرح دیگهای بخار لوله آتشی میباشد .



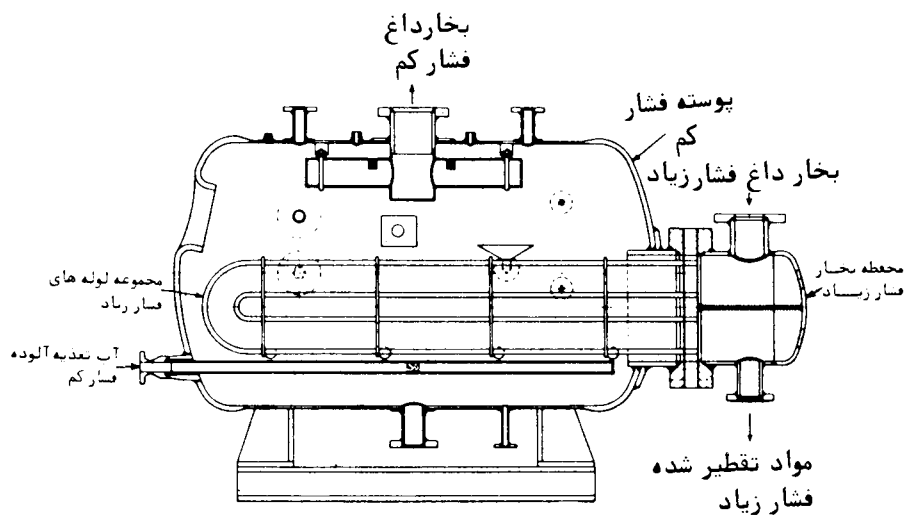
شکل (۸-۴) دیگ بخار آچاری

نظم و ترتیب سایر دیگهای بخار

گذشته از دیگهای بخار لوله آبی و لوله گازی متداول ، دستگاههای دیگری نیز برای تولید بخار مورد استفاده دارند که میتوان مولد بخار به بخار ، دیگ بخار تبخیری دوبله و نظام های متنوعی از دیگهای بخار با استفاده از گازهای اگزوز رانام برد .

مولد بخار به بخار

مولد بخار به بخار تولید کننده بخار اشباع شده با فشار پائین ، برای خدمات جانبی و فرعی است . این نوع دیگهای بخار ، به همراه دیگهای بخار لوله آبی ، یک مدار ثانویه بخار را بوجود میآورند که بدینوسیله از آلودگی آب تغذیه مدار اولیه جلوگیری میشود . چنین نظم و ترتیبی ممکن است از نوع افقی و یا عمودی باشد ، درحالیکه کوئل های (لوله های پیچکی) حرارتی در داخل پوسته ای قرار گرفته اند که آب ورودی را گرم میکنند . بخار حاوی فشار و حرارت زیاد از دیگ بخار اصلی به کوئل ها تغذیه میگردد . یک مولد بخار به بخار افقی در شکل (۹ - ۴) نشان داده شده است .



شکل (۹ - ۴) مولد بخار به بخار

دیگ بخار تبخیر دوگانه

دیگ بخار تبخیر دوگانه از دوسیستم مستقل برای تولید بخار استفاده مینماید و در 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 گرم کننده یک مولد بخار به بخار راکه سیستم ثانویه را تشکیل میدهد، برعهده دارد. دستگاه کامل دیگ بخار مذکور در داخل یک محفظه تحت فشار قرارداد.

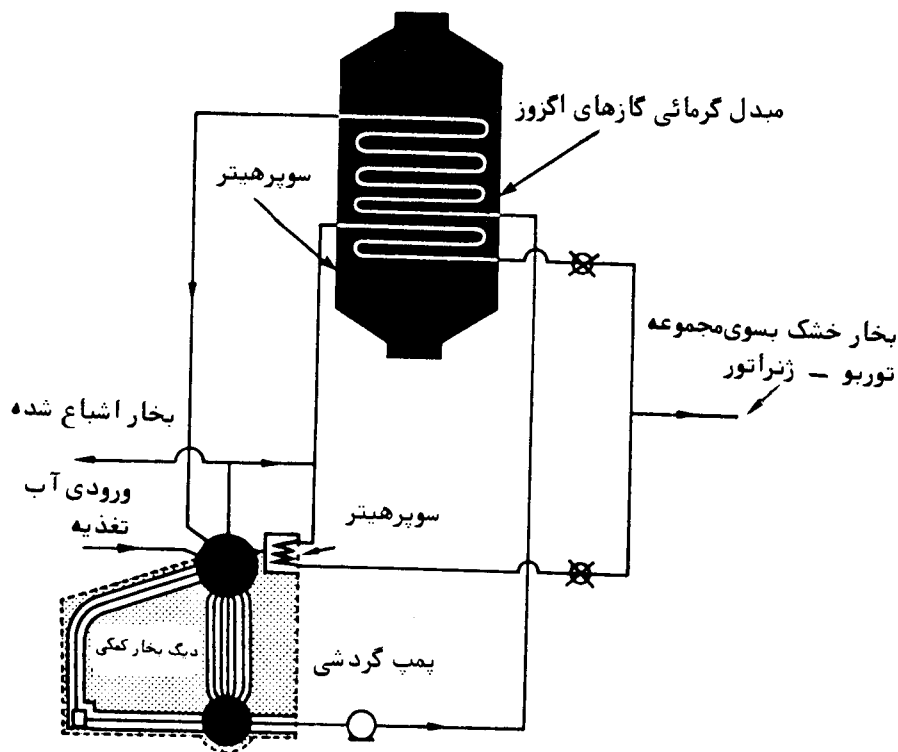
مبدل های گرمائی گازهای اگروز

استفاده از گازهای اگروز، وسیله ای است برای بازیابی انرژی حرارتی (که در غیر این صورت به هدر میرفت)، همچنین جهت افزایش بازدهی دستگاه میباشد. یک مبدل گرمائی گازهای اگروز در شکل (۱۰ - ۴) نشان داده شده است. مبدل مذکور از چند ردیف مجموعه لوله هائی تشکیل شده که آب تغذیه (برای تولید بخار) در داخل آنها گردش کرده و گازهای اگروز موتور اصلی دیزلی، از اطراف لوله های مذکور بسوی آتمسفر میروند. مجموعه لوله ها ممکن است برای گرم کردن آب، تولید بخار و یا تولید بخار خشک ترتیب داده شوند. بمنظور انجام عملیات تولید و جدا سازی بخار، نیاز به یک بشکه از دیگ بخار و معمولاً " یک بشکه از دیگ بخار فرعی است.

نظام مولد بخار فرعی

دستگاههای تولید بخار فرعی (کمکی)، در نفتکشهای مدرن دیزلی، مجهز به یک مبدل گرمائی گازهای اگروز در کف دودکش و یک یا دو دیگ بخار لوله آبی میباشد. شکل (۱۰ - ۴) بخار اشباع شده یا بخار خشک نیز ممکن است از دیگ بخار فرعی بدست بیاید. دیگ بخار فرعی، در دریا بعنوان یک گیرنده بخار برای مبدل گرمائی گازهای

اگزوز عمل مینماید و بخار در داخل آن گردش میکند . در بندر ، تولید بخار با استفاده از احتراق سوخت دیزل و طبق معمول انجام میشود .



شکل (۱۰ - ۴) سیستم تولید بخار کمکی

دیگ های بخار گازهای اگزوز

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

معمولا " از نوع دیگهای بخار مرکب هستند . نتیجتا " در این کشتیها تولید بخار میتواند از طریق احتراق سوخت و یا با استفاده از گازهای اگزوز خروجی موتور دیزلی صورت گیرد . در حالت اخیر ، دیگ بخار بعنوان یک مبدل گرمائی عمل کرده و بخار را در بشکه خود تولید مینماید .

ملحقات دیگ بخار

دیگ بخار برای کار مطمئن و ایمن ، نیاز به دستگاههای مشخصی بنام " ملحقات دیگ بخار " دارد . ملحقات سوار شده روی دیگ بخار عبارتند از :

شیرهای اطمینان

این شیرها بصورت دوبله نصب میشوند تا دیگ بخار در برابر فشار اصلی بخار حفاظت کنند . وقتی که فشار شوند شیر اطمینان در حضور بازرس فنی شرکت های بیمه تنظیم و قفل شد ، دیگر نباید تغییر کند . این شیرها طوری طراحی شده اند تا به صورت خودکار و در یک فشار تخلیه از قبل تنظیم شده باز شوند .

شیر اصلی بخار

این شیر در خط اصلی خروجی بخار نصب شده و معمولا " از نوع شیرهای یکطرفه است .

شیر فرعی بخار

یک شیر کوچکتری است که در خط بخار رسانی فرعی نصب شده و معمولا " از نوع 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 و دیگری بمنزله شیر فرعی یا آماده باش میباشد . این شیرها یکطرفه بوده و میبایستی نشاندهنده وضعیت باز یا بسته خود نیز باشند .

عمق سنج

عمق سنج های آب یا شیشه های نمایش ارتفاع آب ، بصورت دوبله و در دو طرف - مقابل هم ، روی دیگ بخار نصب هستند . ساختمان عمق سنج های آب ، بستگی به فشار دیگ بخار دارد .

اتصال فشار سنج ها

فشار سنج هایی در نقاط مورد لزوم و روی دیگ بخار ، مانند بشکه دیگ بخار ، سوپر هیترو غیره ... وصل میشوند تا بتوان توسط آنها فشار قسمتهای مختلف را خواند .

شیر خروجی هوا

این شیرها بر روی مقسم های اصلی ، بشکه دیگ بخار و غیره ... نصب شده اند تا در زمان پرکردن دیگ بخار (با آب) و یادراستدای شروع بالارفتن فشار بخار ، هوای موجود در قسمتهای مربوطه راه 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 شده است . یک اتصال برای تزریق مواد شیمیائی تصحیح کننده،

برای آب دیگ بخار نیز ممکن است موجود باشد .

شیر تخلیه آب دیگ بخار

با استفاده از چنین شیری میتوان قسمتی یا کلیه آب دیگ بخار را تخلیه نمود .

شیر تخلیه کف های دیگ بخار

یک ظرف بشقاب مانند که در سطح نرمال آب قرار دارد به شیر تخلیه کف متصل است و بدین ترتیب تخلیه کف ها و سایر ناخالصی های مشابه ، از سطح آب میسر میگردد .

شیر سوت

این شیر کوچک یکطرفه مستقیماً " بخار را 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 اضافی مورد نیاز میباشد .

تنظیم کننده خودکار آب تغذیه

در لوله ورودی آب و قبل از شیر یکطرفه اصلی آب نصب شده است . وجود این شیر موجب میگردد که آب در دیگ بخار در تمام شرایط در سطح صحیح نگهداشته شود . دیگهای بخار با نسبت تبخیر زیاد ، از یک سیستم کنترل آب تغذیه چند گانه (مرکب) استفاده میکنند (به فصل ۱۵ مراجعه شود) .

آزیر ارتفاع کم آب دردیگ بخار

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

شیرهای سیرکولاسیون سوپرهیتر

بعنوان دریچه خروجی هوا نیز عمل کرده و هدف از آن ، حصول اطمینان از جریان پیدا کردن بخار در زمانی است که دیگ بخار تازه شروع به بخار سازی نموده است. بنابراین - این با افزایش 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 ها و محصور - لهای احتراق از روی سطوح لوله ها میباشد . تعدادی از آنها در جاهای مهم نصب شده اند . سرفواره دوده پاک کن در محل مربوطه جا زده میشود و پس از پایان یافتن عمل دوده زدائی سرفواره از محل مزبور برداشته میشود .

ارتفاع سنج های آب

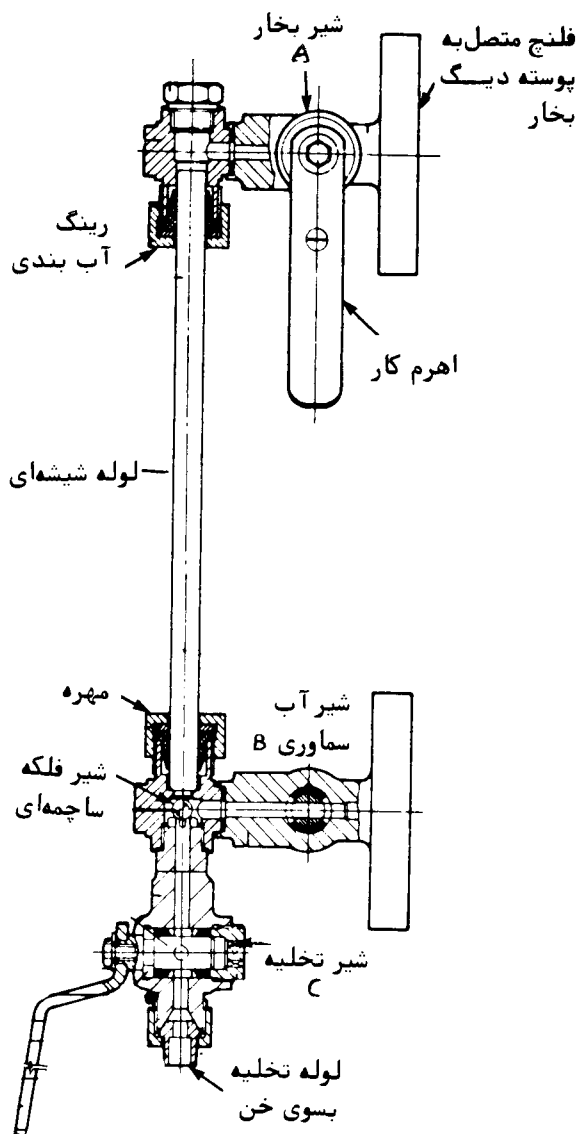
این ارتفاع سنجها ، سطح آب را در محدوده های کاری دیگ بخار نشان میدهند. اگر ارتفاع آب خیلی زیاد باشد آب از دیگ بخار سرریز شده و اشکال های عمده ای را در - دستگاه هائیکه برای دریافت بخار طراحی شده اند بوجود خواهد آورد . اگر ارتفاع آب بیش از اندازه پائین باشد ، سطوح انتقال حرارت ممکن است مستقیما " در معرض حرارت زیادی قرار گرفته و از کار بیفتند . در نتیجه ، توجه همیشگی به سطح آب دیگ بخار امری است ضروری ، بخاطر حرکت کشتی و لزوم مشاهده صحیح سطح آب ، ارتفاع سنجهای در هردو انتهای دیگ بخار قرارداده شده اند .

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

برای دیگهای بخار با حداکثر فشار کاری ۱۷ بار (کیلوگرم بر سانتی مترمربع) نوع لوله‌ای و از جنس شیشه (با سطح مقطع گرد) بکار میرود . لوله شیشه‌ای توسط لوله هاو شیرها به بدنه دیگ بخار و همانطور که در شکل (۱۱-۴) نشان داده شده است - متصل میگردد . و اشراهای آب بندی در دو انتهای لوله قرار گرفته تا لوله را غیر قابل نفوذ کرده و از چکه کردن آب جلوگیری کنند . معمولا " یک حفاظ در اطراف لوله قرار گرفته تا آن را در برابر صدمات اتفاقی حفاظت کرده و در صورت شکسته شدن لوله از وارد آمدن جراحات به پرسنل مجاور آن جلوگیری شود . ارتفاع سنج آب بطور معمول مستقیما " به دیگ بخار متصل میشود .

شیرهای جداکننده‌ای (ایزوله) در مسیرهای آب و بخار نصب شده اند ، همچنین یک شیر تخلیه نیز وجود دارد . یک شیر فلکه ساچمه‌ای نیز در پائین لوله شیشه‌ای نصب شده تا در صورت شکسته شدن آن ، بتوان جریان آب را قطع کرده و از پاشش ناگهانی آب دیگ بخار که در فشار زیادی است ، جلوگیری بعمل آید .

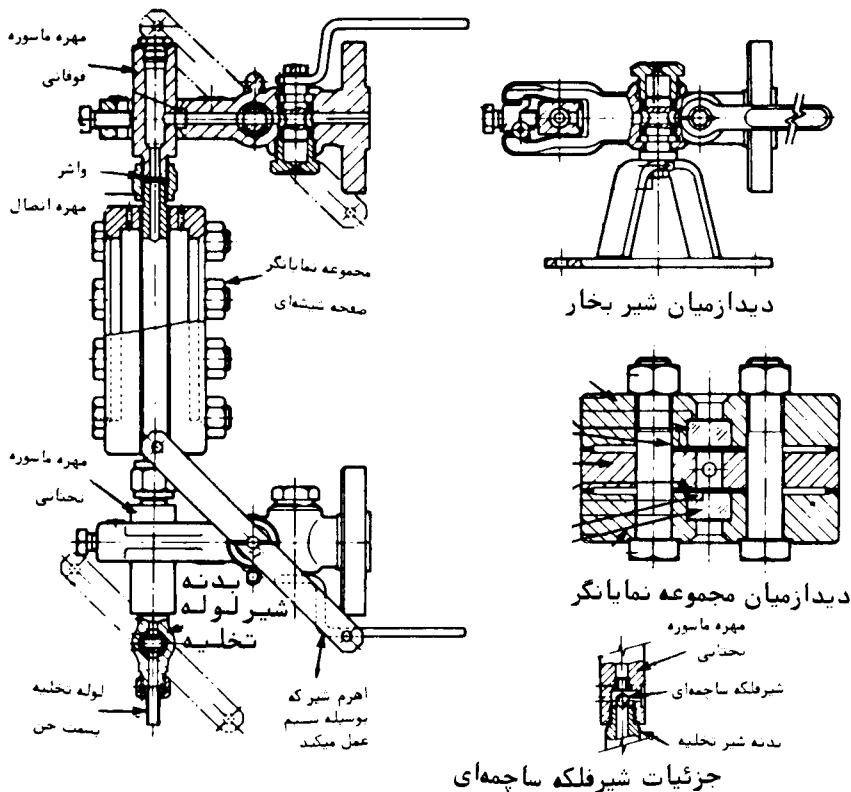
برای دیگهای بخار با فشار بیشتر از ۱۷ بار (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) ارتفاع - سنج نوع صفحه شیشه‌ای بکار گرفته میشود . بجای لوله شیشه‌ای از مجموعه صفحه های شیشه‌ای که در یک محفظه فلزی قرار گرفته اند استفاده میگردد ، (شکل ۱۲-۴) . مجموعه فوق ، از صفحات فلزی عقب و جلو که صفحات شیشه‌ای و یک صفحه فلزی مرکزی مابین آنها قرار گرفته ، تشکیل شده است . رابطه هائی بین صفحات شیشه و فلز قرار داده شده اند و ورقه‌ای از میکا روی سطح شیشه قرار گرفته که روی آن به طرف بخار و آب است . ورقه میکا ، یک عایق موثر است که از شکستن شیشه در حرارت بسیار زیاد جلوگیری میکند . در هنگام پیچ گذاری ، این مجموعه ، باید دقت شود تا پیچها را بطور متعادل و متوازن سفت کرد . در صورتیکه این مورد رعایت نگردد ، مجموعه چکه خواهد کرد و احتمالا " منجر به پاشیده شدن شیشه خواهد شد .



شکل (۱۱ - ۴) نشانگر ارتفاع آب

علاوه بر رویت مستقیم ارتفاع آب توسط این ارتفاع سنجها ، بررسی ارتفاع آب از راه دور نیز توسط نمایانگری که در اتاق کنترل موتورخانه قرار گرفته ، امکان پذیر میگردد . امکان دارد مجاری کوچک بخار یا آب بوسیله ناخالصی ها و رسوبات بسته شده و — ارتفاع آب بصورت اشتباه نشان داده شود . برای حصول اطمینان از بازبودن مجراها — از روش دمیدن (با فشار زیاد) در داخل مجراها استفاده میشود . بادر نظر گرفتن شکل (۱۱ - ۴) برای دمیدن در داخل مجراها چنین عمل میشود :

شیر آب B رابسته و شیر تخلیه C را باز میکنند ، فشار دیگ بخار باید یک جت قوی بخار را در قسمت تخلیه ایجاد کند . در این هنگام شیر A رابسته و شیر B را باز — میکنند ، حالا آب با فشار زیاد باید از میان قسمت تخلیه عبور نماید . عدم وجود جریان آب در قسمت تخلیه ، نشان دهنده گرفتگی مجرای منتهی به شیر باز میباشد .



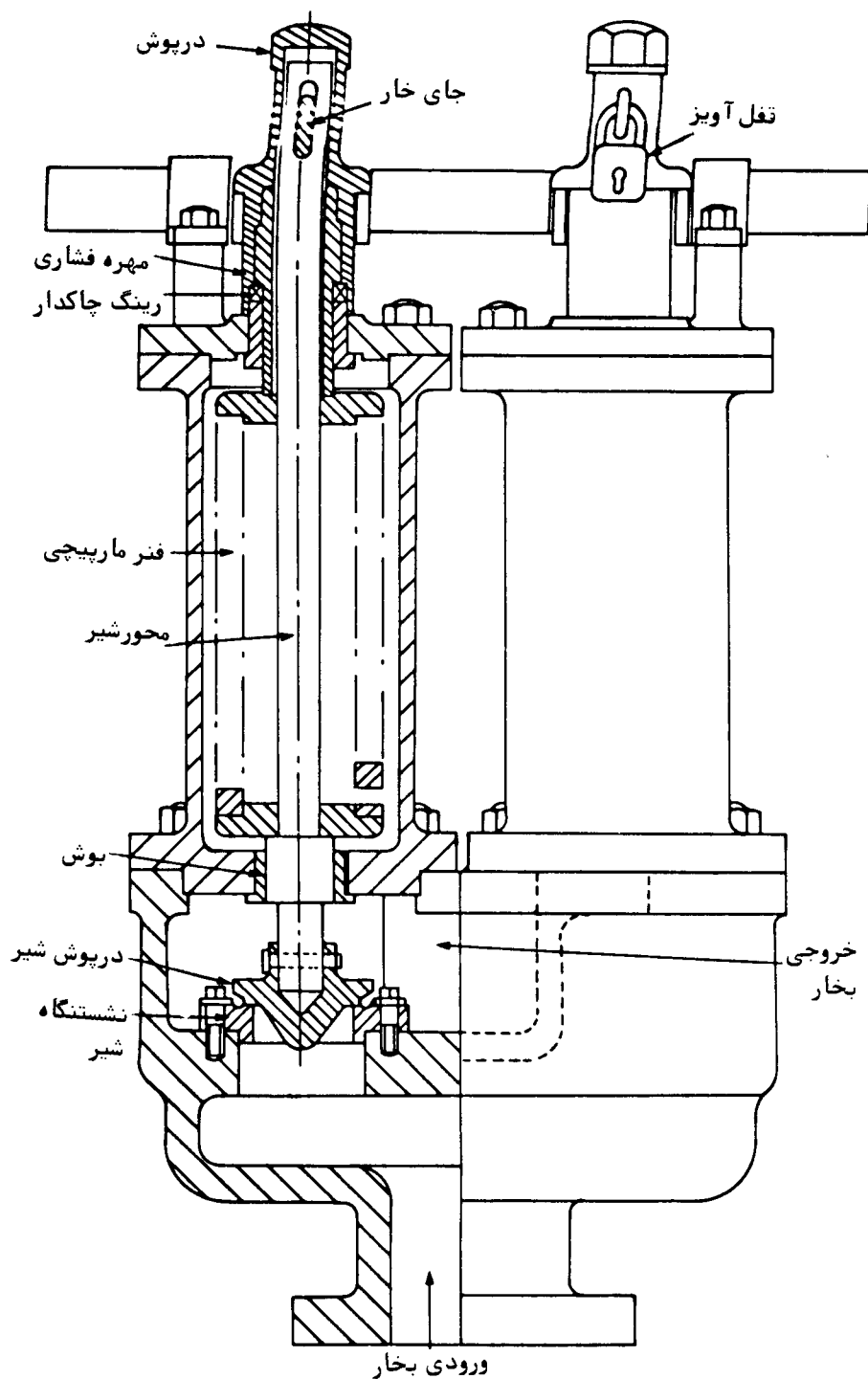
شکل (۱۲ - ۴) یک نمونه دیگر نمایانگر آب (آب نما) نوع صفحه — شیشه‌ای

شیرهای اطمینان

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

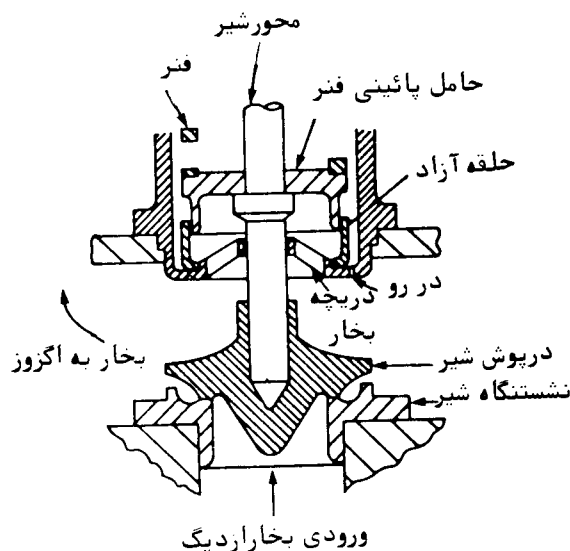
درکستی از شیرهای فنردار استفاده میشود که این شیرها درهر حالت و وضعیتی (شیب کستی) ، عمل مثبت خودراحفظ مینمایند . این شیرها روی دیگ بخار و در - محفظه بخار نصب شده اند . یک شیراطمینان فنردار معمولی در شکل (۱۳ - ۴) نشان داده شده است . شیرتوسط یک فنرمارپیچی درحالت بسته نگهداشته میشود که فشار آن توسط مهره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

وقتیکه فشار فنر تنظیم شد ، توسط بازرس فنی بیمه ثابت و مهروموم میگردد . وقتی فشار بخار بیشتر از فشار تنظیم شده شیراطمینان شود ، شیر باز شده و فنر متراکم میگردد . وقتی فشار بخار بیشتر از فشار تنظیم شده شیر اطمینان شود ، شیر باز شده و فنر متراکم میگردد . بخار متصاعده از طریق یک لوله خروجی که در داخل دودکش قرار دارد به فضای آزاد هدایت میشود . با باز شدن شیر تراکم فنر ، طبیعتاً " فشار بیشتری مورد نیاز خواهد بود تا فنر را فشرده تر کرده و در نتیجه شیر را به مقدار بیشتری باز نماید . این مسئله با توجه به لبه‌ای که در اطراف سوپاپ شیر تعبیه گردیده که بمحض باز شدن شیر، سطح بیشتری را برای عمل بخار در معرض قرار میدهد، مرتفع میگردد . در زمان های اضطراری ، برای تخلیه فشار از یک اهرم دستی استفاده میشود . بمنظور یکنواخت تر نمودن محرک و باز شدن بیشتر شیر ، از طرحهای اصلاحی مختلفی استفاده میشود .



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

طرح تکامل یافته شیر اطمینان با قابلیت باز شدن حداکثر ، نشان دهنده تغییرات اصلاحی درحول و حوش حمل کننده فنر تحتانی میباشد . این طرح در شکل (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 قرار گرفته بمنزله سیلندر نگهدارنده بخار میباشد . دریچه های بخاریا دهانه های اتصال ، در صفحه - راهنما تعبیه شده اند . بخارهای خروجی ، هنگام باز شدن شیر ، به زیر پیستون فشار آورده تا نیروی وارده بر فنر را افزایش داده و موجب باز شدن زیاد تر شیر شود . بمحض آزاد شدن فشار اضافی ، شیر تحت اثر نیروی فنر سریعاً " خواهد بست . نشستگاه های شیر معمولاً " طوری طراحی شده اند تا مقداری از بخار را حبس نموده تا بدینوسیله شیر با نرمی بسته شود . در طرف خروجی شیر اطمینان یک لوله تخلیه نصب شده تا هرگونه بخار متراکم را به - خارج هدایت نموده و از تجمع آن بروی شیر که ممکن است موجب اختلال در کار شیر شود ، جلوگیری نماید .



شکل (۱۴ - ۴) یک نمونه شیر اطمینان

احتراق

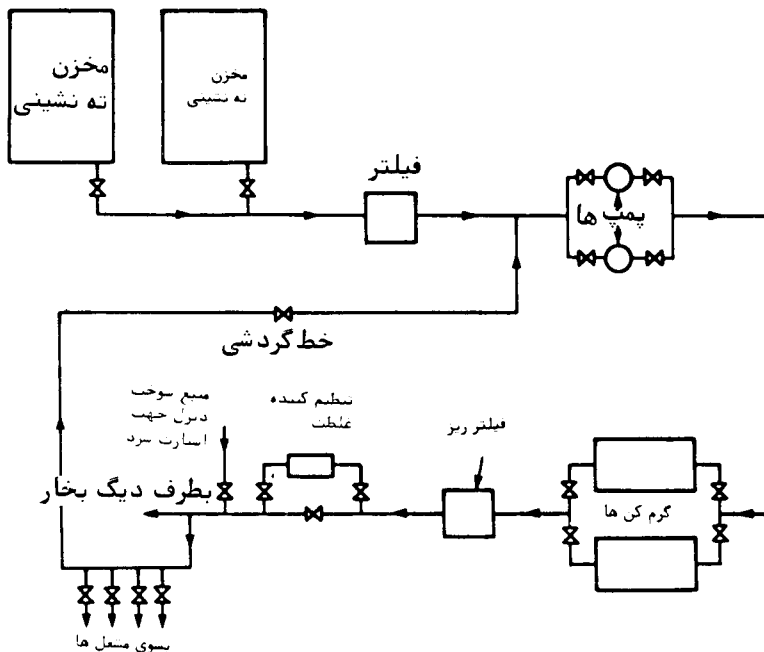
احتراق عبارتست از مشتعل شدن سوخت درهوا که باتولید انرژی گرمائی همراه است . برای احتراق کامل و موثر ، مقادیر صحیح سوخت و هوا میبایست به آتشدان تحویل داده شود تا در آنجا مشتعل گردد . برای احتراق کامل ، چهارده نسبت هوا و یک نسبت سوخت لازم است . هوا و سوخت باید بطور کامل مخلوط شوند و برای حصول اطمینان از اشتعال کامل سوخت ، درصد کمی هوای اضافی نیز به مجموعه فوق اضافه میشود . وقتی که هوای تامین شده ناکافی باشد ، تمام سوخت محترق نگشته و حاصل آن گازهای آگروز سیاه رنگ خواهد بود .

هوارسانی

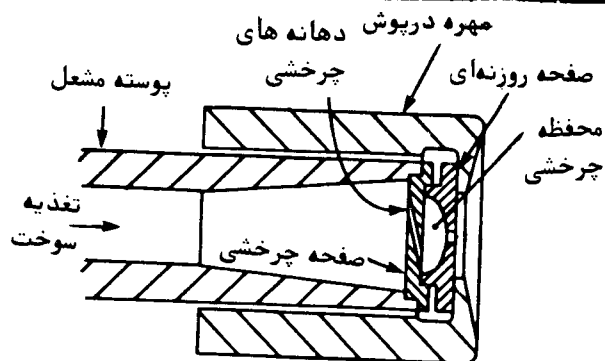
عبور هوا از داخل آتشدان دیگ بخار به کوران Draught موسوم است . دیگهای بخار دریائی دارای طرح هوارسانی جبری (تحت فشار) هستند ؛ بطور مثال ، به وسیله دمنده (فن) که هوا را با فشار به داخل آتشدان میفرستد . نظم و ترتیب های مختلفی برای هوارسانی جبری امکان پذیر است . نظم و ترتیب معمولی هوارسانی جبری یک دمنده (فن) بزرگ است که هوارادرا مقدار یک کانال به جلوی آتشدان میرساند . قسمت جلوی آتشدان یک مجموعه جعبه ای شکل سربسته ای بنام ثبت کننده هوا Air Register و کارش کنترل هوای مورد نیاز احتراق در دیگ بخار است . کانال هوا معمولاً از داخل آگروز دیگ بخار عبور مینماید که در این مسیر ، هوا مقداری حرارت بخود میگیرد . سیستم هوا رسانی القائی Induced Draught دارای فن مکنده ای در قسمت لوله آگروز است که هوا را 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) در محفظه احتراق میگردد .

سوخت رسانی

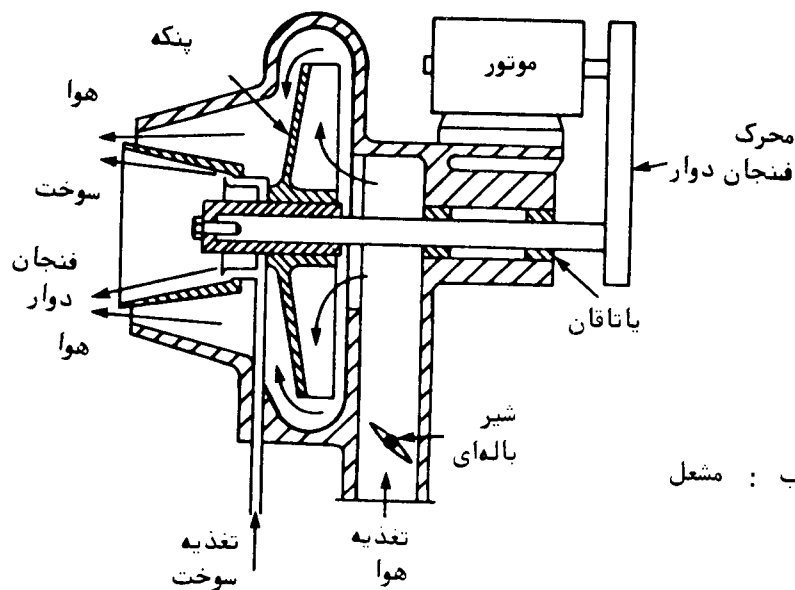
در حال حاضر دیگهای بخار دریائی سوخت سنگین و باکیفیت پائین رامیسوزانند . -
چنین سوختی در مخازن دوجداره انبار شده و از آنجا توسط یک پمپ انتقال به مخازن ته-
نشین کننده فرستاده میشود ، شکل (۱۵ - ۴) . در اینجا هرگونه آب همراه سوخت ته-نشین
شده و سپس از مخزن ، تخلیه میگردد .



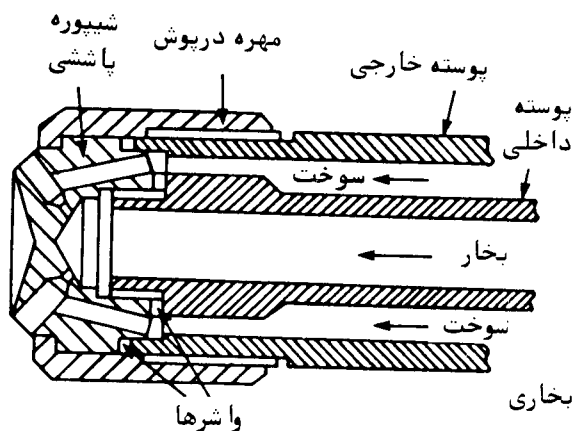
شکل (۱۵ - ۴) سیستم سوخت رسانی



الف : مشعل جت فشار



ب : مشعل



ج : مشعل جت جریان سریع بخاری

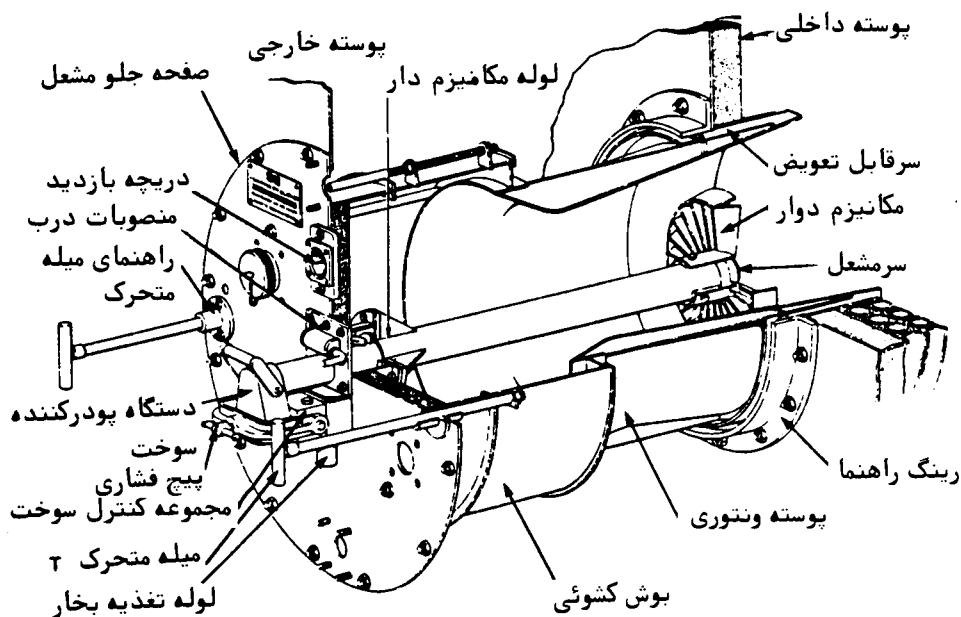
سوخت مخازن ته نشین کننده پس از عبور از یک صافی بطرف یک گرم کننده پمپاژ شده و سپس از یک صافی ریز عبور میکند . با گرم کردن سوخت ، غلظت آن تقلیل یافته و کار پمپاژ و عبور از صافی آسانتر انجام میگردد . گرم کردن سوخت باید با دقت کنترل گردد ، در غیر این صورت منجر به رگه شدن سوخت و یاشکستن ملکولهای سوخت خواهد شد. یک خط برای رساندن سوخت دیزل نیز به مشعل کشیده شده تا در ابتدای اشتعال یادر — زمانیکه دیگ بخار ، مقدار کمتری بخار را تامین میکند، از آن استفاده شود . سوخت پس از عبور از صافی ریز به مشعل میرسد که در آنجا بصورت پودر درمیآید و عبارت دیگر بقطرات ریزی شکسته شده و سپس وارد آتشدان میگردد . جهت گرم کردن اولیه سوخت نیز یک خط سیرکولاسیون در نظر گرفته شده است .

احتراق سوخت

سوخت ، تحت فشار زیاد به مشعل میرسد که در هنگام ترک مشعل بصورت پودر پاشیده میشود ، شکل (۱۶-۴) . مشعل با استفاده از یک صفحه چرخشی قطرات سوخت را به دوران درمیآورد . بدین ترتیب مخروط دواری از قطرات بسیار ریز سوخت از مشعل خارج شده و به آتشدان میرسد . طرحهای مختلفی برای مشعل وجود دارد ، مشعلی که شرح آن گذشت بنام " مشعل جت فشاری " معروف است ، شکل (a ۱۶-۴) . " مشعل فنجانجی دوار " Rotating Cup Burner (شکل b ۱۶-۴) سوخت را با پرتاب کردن به لبه یک فنجان مخروطی دوار ، بصورت پودر چرخشی درمیآورد . " مشعل جت جریان سریع بخاری " که در شکل (۱۶-۴) نشان داده شده است سوخت را با پاشیدن به داخل یک جت بخار سرعت زیاد ، بصورت پودر چرخشی درمیآورد . بخار از — طریق یک لوله که در وسط مشعل تعبیه شده ، تامین میگردد .

ثبت کننده هوا مجموعه ای از تیغه ها ، پره ها و غیره ... است که هر مشعل را احاطه کرده و داخل پوسته های دیگ بخار قرار گرفته است . ثبت کننده هوا (یا کنترل کننده هوا) تشکیل قسمت ورودی هوا را میدهد و هوا از طریق جعبه هوا به آن وارد میشود . قطع هوا

بوسیله یک بوش کشویی صورت میگیرد . هوا در داخل 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 را برای احتراق کامل به وجود آورد .

بمحض اشتعال ، عناصر سبک سوخت بعنوان شعله اولیه عمل کرده و گرمای کافی - برای اشتعال عناصر سنگین تر شعله ثانویه را بوجود میآورند . جریان هوای اولیه و ثانویه شعله اولیه و ثانویه را تغذیه مینمایند . عمل احتراق در آتشدان دیگ بخار معمولاً " به شعله معلق " موسوم است ، زیرا نسبت سوخت و هوای ورودی به آتشدان برابر با محصولات احتراق خروجی است .

خالص بودن آب تغذیه دیگ بخار

دیگهای بخار رمدرن امروزی ، دارای حرارت و فشار زیاد و همراه با ظرفیت خروجی بخار زیادی هستند و نیاز به آب تغذیه بسیار خالصی دارند .

خالصترین آبها هم حاوی نمکهای حل شده‌ای هستند که در هنگام جوشیدن از محلول بیرون می آیند ، سپس این نمکها بصورت رسوب بر روی سطوح گرم کننده چسبیده و انتقال حرارتی را تقلیل میدهند . این رسوبها همچنین باعث گرم شدن بیش از حد موضعی گشته و بالاخره با از بین رفتن لوله ها همراه خواهد بود . سایر نمکها در محلول باقی مانده و ممکن است با تولید اسید ، باعث خوردگی فلزات دیگ بخار شوند . وجود بیش از حد نمکهای - قلیائی در دیگ بخار ، تواما " با تاثیرات ناشی از تنش هائی کاری دیگ بخار ، شرایطی را بنام " ترک خوردگی قلیائی " بوجود میآورد . چنین حالتی ، ترک خوردگی واقعی فلزات است که ممکن است به از بین رفتن جدی آن بیانجامد .

حضور اکسیژن و گاز کربنیک محلول در آب تغذیه دیگ بخار ، میتواند باعث بوجود آوردن زنگ زدگی قابل توجه دیگ بخار و سیستم آب تغذیه آن گردد . وقتی آب دیگ - بخار توسط اجسام شاور (معلق) آلوده شده باشد ، نمک یا روغن بیش از حد ، باعث بوجود آمدن پدیده‌ای بنام جوش آوردن (کف کردن) میگردد . چنین جوش یا کفی روی

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

ناخالصی های متداول

در آب مقادیر متغیری از نمکهای فلزی مختلف یافت میشود . این نمکها شامل : کلرید ها ، سولفاتها و بی کربناتهای کلسیم ، منیزیم و مقداری گوگرد میباشد . نمکهای محلول در آب خاصیتی بنام سختی Hardness را بوجود میآورد . عامل اصلی سختی آب ، نمکهای کلسیم و منیزیم میباشد .

بی کربناتهای کلسیم و منیزیم توسط گرما تجزیه شده و از محلول بصورت رسوبات کربنات بیرون میآیند . نمکهای قلیائی معروف به " سختی موقتی " میباشد . کلریدها ، سولفاتها و نیتراتها با جوش 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 در آب تغذیه دیگ بخار را بدست میدهد .

بهسازی آب تغذیه دیگ بخار

بهسازی آب تغذیه دیگ بخار با افزودن مواد شیمیائی مخصوص انجام میگردد . رسوبات مختلف و نمکهای مولد زنگ زدگی ، رسوبات و همچنین گازهای حل شده در آب ، با مواد شیمیائی فوق الذکر ترکیب شده و بدین ترتیب اثر سوء این ناخالصیها زائل خواهد شد . عملیات بهسازی بصورت زیر انجام میپذیرد :

۱ - با بحالت تعلیق در آوردن نمکهای سخت در محلول ، از تشکیل رسوب جلوگیری میگردد .

۲ - با جلوگیری از چسبیدن نمکهای معلق و ناخالصیها بسطوح انتقال حرارت

- ۳ - باتامین حفاظت ضد کف برای آب تغذیه دیگ بخار
- ۴ - باازبین بردن گازهای محلول در آب و حفظ درجه قلیائی در خدمتعارف ، از زنگ زدگی جلوگیری میشود .

در حقیقت بهسازی ، با افزودن مواد شیمیائی مختلف به سیستم آب تغذیه انجام گرفته و سپس نمونه های آب دیگ بخار بوسیله دستگاه مخصوص ، مورد آزمایش قرار میگیرد . دستگاه آزمایش که در داخل یک جعبه آزمایش قرار گرفته است ، توسط سازند مواد شیمیائی مورد نظر ، به کشتیها داده شده و دستورالعمل ساده ای در مورد چگونگی انجام آزمایشات نیز به همراه آن میباشد .

مواد شیمیائی بکاررفته در آب تغذیه دیگ بخار ، برای دیگهای بخار کمکی (فرعی) - عبارتند از : هیدرواکسید کلسیم (آهک) و کربنات سدیم (سودا) . همچنین سود سوز آور (هیدرواکسید سدیم) نیز بتنهائی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد .

برای دیگهای بخار لوله آبی فشار بالا ، انواع مختلف نمکهای فسفات ، مانند فسفات تری سدیم ، فسفات دی سدیم و متافسفات سدیم بکار میرود . دلمه سازها نیز ممکن است - مورد استفاده قرار گیرند که نمکهای تشکیل دهنده رسوبات را با هم ترکیب کرده و بصورت لجن در میآورد و بدین ترتیب از چسبیدن آنها بسطوح داخلی دیگ بخار جلوگیری میشود .

آلومینات سدیم ، نشاسته و جوهر مازو ، جزء دلمه سازها میباشد . هوازدائی نهائی آب - تغذیه دیگ بخار ، توسط مواد شیمیائی مانند هیدروژن که با اکسیژن موجود ترکیب میگردد ، انجام میشود .

کار دیگ بخار

روش انتخاب شده برای تولید بخار در انواع 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 را باید 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 ، آذیرها و اتصالات فشارسنج ها را باید باز نمود . شیرهای سیرکولاسیون بخارخشک ، سوپرهیتر و شیرهای تخلیه را باید بازدید نمود تا از برقراری جریان بخار در داخل سوپرهیتر اطمینان حاصل نمود . کلیه شیرهای تخلیه آب و شیرهای تخلیه آب اضافی را باید برای بسته بودن بازرسی کرد . سپس دیگ بخار را باید تا کمپانی پائین تر از سطح کاری آن ، با آب گرم و هواگیری شده (بدون هوا) پر نمود . هرکدام از شیرهای تخلیه مقسم ، که آب از آن به بیرون بریزد را باید بست . اکنون میز را باید مورد بازرسی قراردادده تا اطمینان حاصل شود که پراز آب بوده و هوای آن کاملاً تخلیه شده است نحوه کار دمنده هوارسانی جبری را باید مورد بازرسی قراردادده و در صورت وجود گرم کننده های هوا که توسط گازهای اگزوز کار میکنند ، باید آنها را از مدار خارج نمود . شیرهای سیستم سوخت رسانی را باید برای وضعیت صحیح مورد معاینه قرارداد . سپس سوخت باید در حالیکه گرم میشود در لوله ها به گردش بیفتد .

شروع بخار سازی

فن جریان هوای جبری آتشدان را باید روشن نمود و اجازه داد تا بمدت چند دقیقه هوا از میان آتشدان عبور نموده تا بدینوسیله آتشدان از کلیه گازهای اگزوز و یابخارات سوخت احتمالی تخلیه گردد . سپس کشویی های هوا در هر ثبت کننده (کنترل کننده هوا) ، بجز مشعل جرقه زن باید بسته شوند . حال مشعل را روشن نموده و آن را طوری تنظیم میکنند که احتراق خوبی را در شعله بوجود بیاورد . فشار سوخت و فشار هوای مورد نیاز احتراق را باید طوری نسبت بیکدیگر تنظیم کرد که احتراق بخوبی صورت پذیرفته و همراه با شعله کامل و پایدار باشد .

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

پس از مرحله فوق ، خطوط اصلی و فرعی بخار را گرم کرده و درروها را باید بست . بعلاوه درجه های بازدید سطح آب را باید با فشار بخار تمیز کرده و صحت عمل آنهارا مورد آزمایش قرارداد . وقتی فشار بخار به حدود ۳ بار (کیلوگرم برسانتیمتر مربع) کمتر از مقدار فشار کاری دیگ رسید ، بوسیله مکانیزم دستی ، شیر اطمینان را باز کرده و بخار را آزاد میسازند .

وقتی فشار بخار به حد فشار کاری رسید ، استفاده از بخار را شروع کرده و شیرهای سیر - کولاسیون سوپرهیتر را می بندند ، سپس کلیه مجاری خروجی ، شیرهای تخلیه و مسیرهای فرعی باید مسدود شوند . سطح (عمق) آب در دیگ بخار را باید بادقت مورد بررسی قرار داده و سیستم تنظیم خودکار آب تغذیه را برای صحت کار بازبینی نمود .

دیگ های بخار ذغال سنگی

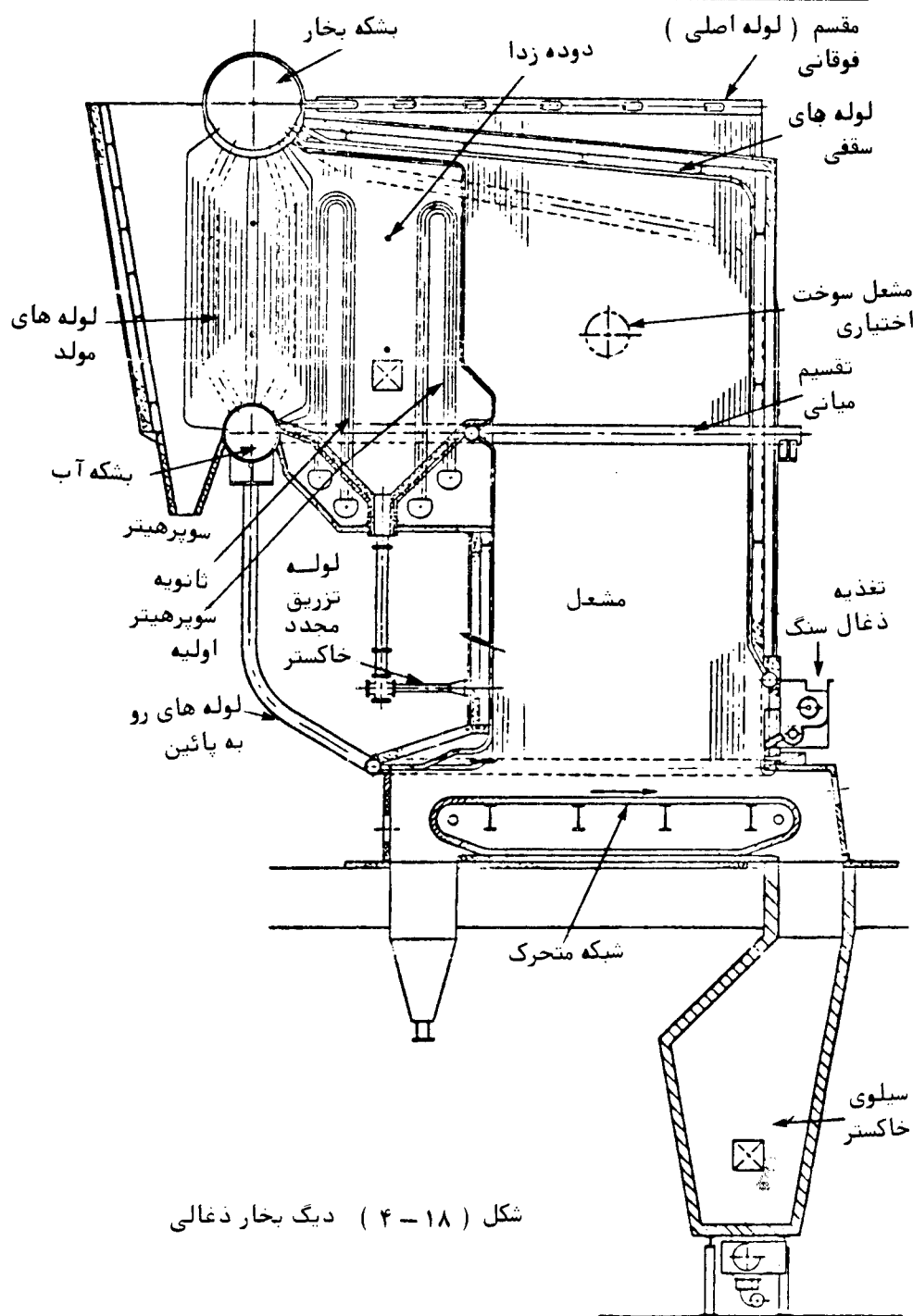
کشتی هائیکه ذغال سنگ را بعنوان سوخت بکار میبرند ، مجددا " مورد توجه قرار گرفته اند . افزایش قیمت نفت خام و افزایش درحمل و نقل ذغال سنگ برای نیروگاههای زمینی ، استفاده از ذغال سنگ را برای تولید نیرو درکشتی عملی نموده است . برای کشتی های حمل کننده ذغال سنگ و آنهائیکه در مسیرشان ذغال سنگ موجود است ، استفاده از ذغال سنگ از نظر هزینه قطعا " مقرون بصرفه است . البته بنظر غیرمنطقی میرسد که باریگر استفاده از ذغال سنگ در کشتیها با اقبال عمومی مواجه گردد .

در حال حاضر طرحهای مختلفی برای دیگهای بخار ذغال سوز ، درخشی وجود دارد و تعدادی از این طرحها نیز جهت مصارف دریائی اختصاص یافته اند . دوطرح مهم در این زمینه عبارتند از : استفاده مستقیم از ذغال سنگ Stoker و استفاده از پودر ذغال سنگ تزریقی . در سیستم تزریق پودر ، از یک آسیاب برای پودر کردن ذغال استفاده میگرد و سپس ذرات ریز (پودر) ذغال توسط مشعل بداخل آتشدان تزریق میشود .

در طراحی این نوع دیگهای بخار از یک آتشدان با حجم بزرگ استفاده میشود و سطح زیادی از زمین را بخود اختصاص خواهد داد ، شکل (۱۸ - ۴) . بزرگی حجم آتشدان به این سبب است تا وقت کافی برای ماندن ذغال و در نتیجه احتراق کامل آن در آتشدان باشد . لوله های آب کاملاً " با مواد عایق ایزوله شده است تا آنها را از اثرات سوء بقایای مذاب ذغال و گرفتگی و خوردگی محافظت نماید . بعلاوه از یک سیستم هوارسانی توازن شده با حفظ یک فشار منفی جزئی در آتشدان (کوره) استفاده میشود تا از سرایت محصولات احتراق به موتورخانه جلوگیری شود .

مشکل احتراق خود بخودی ، در زمان انبار نمودن ذغال در انبارهای کشتی را نباید فراموش کرد . این وضعیت میل به خود گرمائی و خود سوزی سریع است که امکان دارد در ذغالهای انباری شده اتفاق بیفتد . پرهیز از وجود فضاهای مرده در انبارهاییکه ذغال سنگ برای مدت درازی در آن ساکن میمانند در طراحی انبارها و سیستم جابجائی الزامی است . جابجائی ذغال از مخازن انبار شده به دیگ بخار ، توسط نوار نقاله یا سیستم نیوماتیک انجام میشود . ذغال سنگ از مخازن انبار شده به سیلوهایی روزانه ای که معمولاً " به تعداد دیگها در نظر گرفته شده است ، منتقل میگردد .

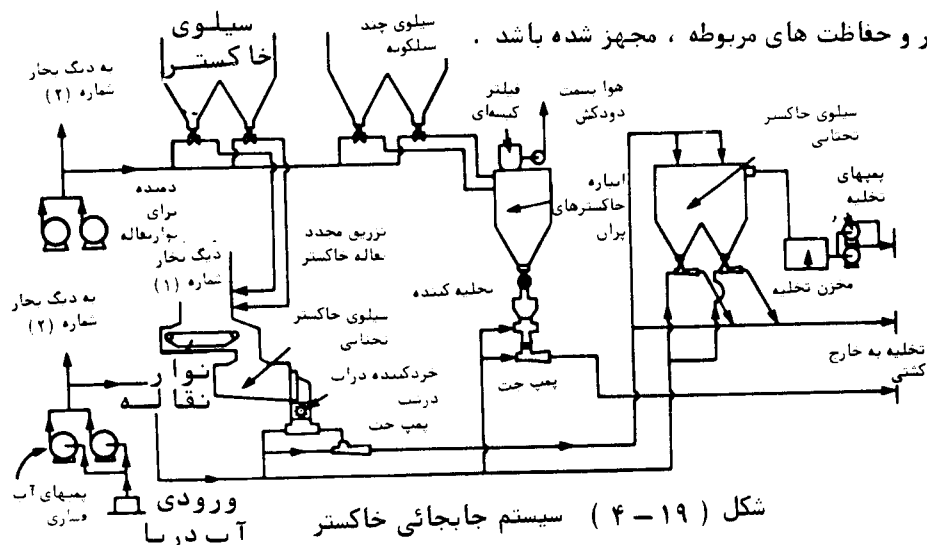
در سیستم تزریق پودر ذغال سنگ ، یک آسیاب مخصوص جهت پودر کردن ذغال سنگ در نظر گرفته شده است . در سیستم مستقیم ، یک تغذیه کننده و پخش کننده ، وظیفه تخلیه ذغال در آتشدان را برعهده دارند . پخش کننده ، ذغال را بداخل آتشدان و بر روی نوار مشبک فلزی پرتاب میکند . (در صورتیکه ذغال با فاصله بیشتری پرتاب شود مدت زمان بیشتری در آتشدان باقی خواهد ماند) . با ایجاد تغییرات مناسب در دستگاه پخش کننده ، میتوان ذغال را بصورت یکنواخت به دیگ بخار خوراند .



شکل (۱۸ - ۴) دیگ بخار ذغالی

نحوه کنترل خودکار و از راه دور دیگهای بخار ذغال سنگی ، شابهت زیادی به کنترل دیگهای بخار با سوختهای مایعی دارد . دیگهای بخار ذغال سنگی مینایست مجهز به یک سیستم تخلیه بخار باشد ، زیرا این نوع دیگها در کمتر از ۲۵٪ ظرفیت تولید بخار خود نمیتوانند کار کنند . در سیستم سوخت مستقیم ، نگهداری یک ضخامت ثابت ذغال بر روی نوار نقاله امری است الزامی . همچنین تنظیم خودکار عمل پخش کننده و سرعت حرکت نوار نقاله مشبک ، منجر به کارکرد رضایت بخش دیگ بخار خواهد شد . تخلیه خاکستر میتواند توسط یک دستگاه زمانی ، تنظیم گردد . تخلیه خاکستر به بیرون از کشتی نیز ، قسمتی از عملیات خودکار زمانی را تشکیل میدهد . نیازهای موتورخانه های خودکار UMS نیز در صورتی برآورده میشود که سیستم به سیلوهایی روزانه مکفی ، همراه با کنترل های خود

کار و حفاظت های مربوطه ، مجهز شده باشد .



شکل (۱۹-۴) سیستم جابجائی خاکستر

فصل ۵

سیستم‌های تغذیه (دیگ بخار)

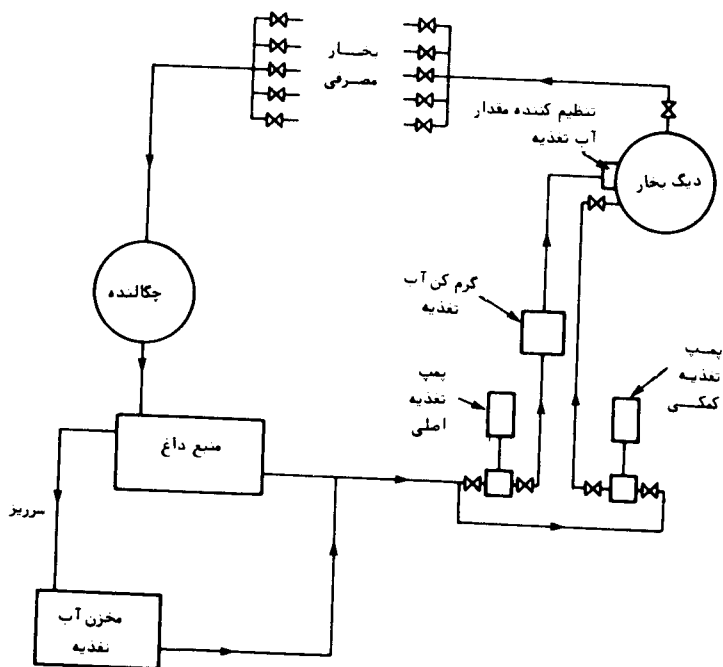
سیستم تغذیه ، کامل کنندهٔ سیکل دیگ بخار و توربین است و این امکان را بوجود می‌آورد که بخار خروجی ، مجدداً " بعنوان آب تغذیه به دیگ بخار بازگردد . سیستم تغذیه از چهار قسمت اساسی تشکیل شده است که عبارتند از : دیگ بخار ، توربین ، چگالنده و پمپ تغذیه . بخار تولید شده توسط دیگ بخار ، به توربین عرضه میگردد و نهایتاً " بصورت بخار با انرژی کم وارد چگالنده (میدل مایع به بخار) میگردد . چگالنده ، بخار را تبدیل به آب (مایع) نموده که این آب توسط پمپ تغذیه به داخل دیگ بخار پمپاژ میشود .

دستگاه‌های دیگری نیز در سیستم عملی تغذیه دیگ بخار وجود دارند مانند مخزن تخلیه (در هوا) ، که کار آن جمع نمودن آب‌های بدست آمده از چگالنده است و وظیفه دیگر آن بوجود آورنده یک فشار مکش جهت پمپ تغذیه میباشد . در صورت از دست رفتن مقداری آب از سیستم تغذیه ، بر اثر 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 در مخزن آب اضافی انبار میکنند . در یک سیستم دیگ بخار فرعی (کمکی) مانند یک کشتی موتوری ، مخزن تخلیه یا منبع داغ به

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

سیستم تغذیه باز

یک سیستم تغذیه باز برای یک دیگ بخار فرعی (کمکی) در شکل (۱-۵) نشان داده شده است .



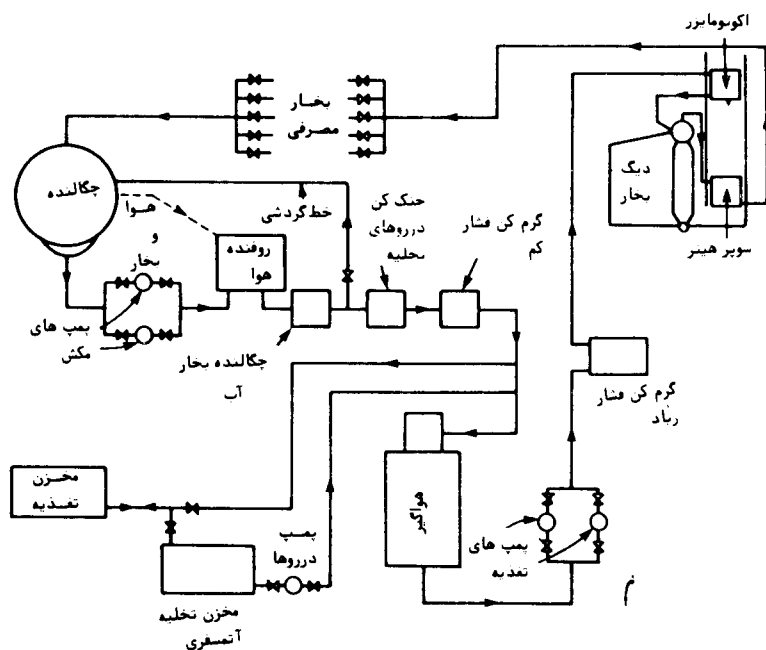
شکل (۱-۵) سیستم تغذیه مدار باز

بخار خروجی از قسمتهای مختلف ، درچگالنده تقطیر میشود . آب دریادرچگالنده گردش کرده و معمولاً " درفشآر 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 به منبع داغ استفاده میگردد . همچنین منبع داغ ، آب آلوده تولید شده از بخار سیستمهایی چون گرم کننده سوخت ، گرم کننده مخازن سوخت و غیره ... را دریافت مینماید . این آبهای آلوده ممکن است ازطریق سردکننده 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 تا برگشتی بخارهای گرم کننده مورد بررسی قرارگرفته و درصورت مشاهده آلودگی (روغن همراه آب) آنرا به خن موتورخانه هدایت نمود . صافی (فیلتر) تغذیه و منبع داغ طوری قراردارند که تیغه های جداکننده‌ای بین آنها قرارگرفته و بدینوسیله درصورت اختلاط ، جداسازی اولیه سوخت و آب ورودی و - خروجی را امکان پذیر سازد . آب تغذیه سپس از داخل یک صافی ذغال سنگی یا صافی پارچهای مخصوص عبورکرده تا عمل تمیز شوندگی آن تکمیل شود . درصورت لبریز شدن آب از منبع داغ ، این آب وارد مخزن آب تغذیه شده تا درموقع نیاز از آن استفاده گردد . منبع داغ ، آب ورودی پمپهای تغذیه اصلی و فرعی را تامین میکند . یک گرم کننده آب تغذیه ، درمسیر خط تغذیه اصلی قراردارد . چنین گرم کننده‌ای ممکن است یا از نوع گرم کننده های سطحی باشد که دراینصورت فقط گرما ساز است و یا از نوع تماس مستقیم است که علاوه بر گرم کردن آب ، عمل هواگیری رانیز انجام میدهد . خارج نمودن اکسیژن از آب تغذیه راهواگیری میگویند . وجود اکسیژن در آب ، 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 بخار درحد صحیح حفظ مینماید .

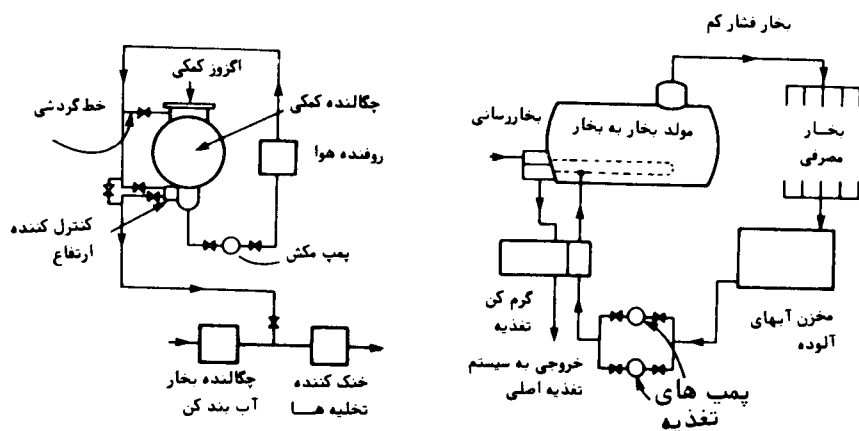
سیستمی که قبلاً " شرح داده شد تنها یکی از انواع سیستمهای تغذیه باز میباشد ونوع بکاررفته درهر شرایط بستگی به نیازهای کشتی و دستگاههای آن دارد .

سیستم تغذیه بسته

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



شکل (۲- ۵) سیستم تغذیه مدار بسته



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

بخارات حاصل از توربین بخاری به چگالنده‌ای که درخلاء (مکش) زیادی قرارداد، هدایت میشود . یک چگالنده از نوع احیائی Regenerative در اینجا مورد استفاده قرار گرفته است . با استفاده از چنین سیستمی ، بخار ، با حداقل کاهش دما ، (حداکثر دما) تبدیل به آب میشود . بخار پس از تقطیر ، توسط یک پمپ مکشی از چگالنده خارج - شده و از میان یک افشانک هوا عبور داده میشود .

هنگام عبور آب از داخل افشانک هوا ، به گرمای آب افزوده میشود . افشانک بوسیله بخار به کار میافتد و هوارا از چگالنده جدا مینماید . در این موقع آب تولید شده از بخار در داخل یک چگالنده بخار مخصوص (بخارگیر) گردش کرده و در انجام این کار گرمای بیشتری جذب میکند . در چنین مبدل گرمائی ، بخار موجود تبدیل به آب شده و وارد مخزن تخلیه آتمسفر میشود . سپس این آب از داخل یک گرم کننده فشار پائین عبور داده میشود که گرمای آن از بخارات توربین تامین میشود . کلیه مبدلهای گرمائی فوق بوسیله بازایابی حرارت‌های اتلافی ، موجب بالا رفتن بازدهی دستگاه میگردد . افزایش دمای آب ورودی ، به عمل هواگیری نیز کمک مینماید .

دستگاه هواگیر ، یک گرم کننده آب تغذیه از نوع تماس مستقیم است که آب تغذیه و بخار گرم کننده عملاً در آن مخلوط میشوند . علاوه بر گرم شدن آب ، هرنوع گاز حل شده‌ای ، مخصوصاً اکسیژن ، از آب تغذیه آزاد میشود . قسمت پائین هواگیر یک مخزن ذخیره است که آبرسانی به پمپهای اصلی تغذیه را برعهده داشته و یکی از این پمپها آب - مورد نیاز دیگر بخار را تامین مینماید .

آب تغذیه وارد یک گرم کننده فشار زیاد شده و سپس وارد اکونومایزر و مخزن آبی دیگر بخار میگردد . در سیستم ، یک مخزن تخلیه آتمسفری و یک مخزن آب تغذیه و بمنظور ذخیره سازی آب تغذیه اضافی و استفاده از آن در موقع نیاز وجود دارند . مخزن تخلیه ، بخارهای تخلیه شده از مکانهای مختلف مانند بخار آب بندکن (برای جلوگیری از نشست بخار) و بخار افشانک هوا و غیره را در خود جمع میکند . یک خط سیرکولاسیون مجدد ، در سیستم آب تغذیه برای مواقع مانور و زمانیکه احتیاج به بخار نسبتاً کمی برای کار توربین است نصب گردیده است تا اطمینان حاصل شود که جریان آب تغذیه کافی در داخل

افشانک هوا و چگالنده بخار آب بندکن وجود دارد .
سیستمی که توضیح داده شد ، صرفاً " یک نمونه متداول است و بدون شک طرحهای -
مختلفی برای نیازهای گوناگون وجود دارد .

سیستم تغذیه فرعی (کمکی)

نظم و ترتیب بکاررفته در بازیابی بخار از دستگاههای فرعی و دستگاههای خدماتی
کشتی ، ممکن است تشکیل یک سیستم جداگانه تغذیه باز یا بسته را داده و یا قسمتی از سیستم
تغذیه اصلی باشد .

مثلاً " دردستگاههای فرعی عرشه که محرک آنها بخار است یک چگالنده فرعی جداگانه
درحدود فشار آتمسفر عمل کرده و بخار ورودی را تبدیل به آب میکند (شکل ۳-۵) . یک
پمپ مکشی ، بخار تقطیر شده را به یک افشانک هوارسانده و آب تغذیه از آنجا به سیستم
اصلی و در نقطه ای بین چگالنده بخار آب بندکن و سردکننده تخلیه ها باز میگردد . یک
خط سیرکولاسیون مجدد ، برای زمانیکه احتیاج به بخار کمی است در نظر 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 (۴-۵) . بخار با فشار کم ، از -
مولد به دستگاههای مختلفی مانند گرم کننده سوخت ، تغذیه شده و بازگشتی های بخار
(تبدیل شده به آب) به منبع داغ برمیگردند . پمپهای تغذیه ، آب مورد نیاز را به
گرم کننده آب رسانده که بعنوان سردکننده تخلیه ها برای گرم کردن بخار داده شده به
مولد بخار نیز عمل مینمایند . آب تغذیه پس از عبور از گرم کننده ، وارد مولد بخار به
بخار میشود .

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

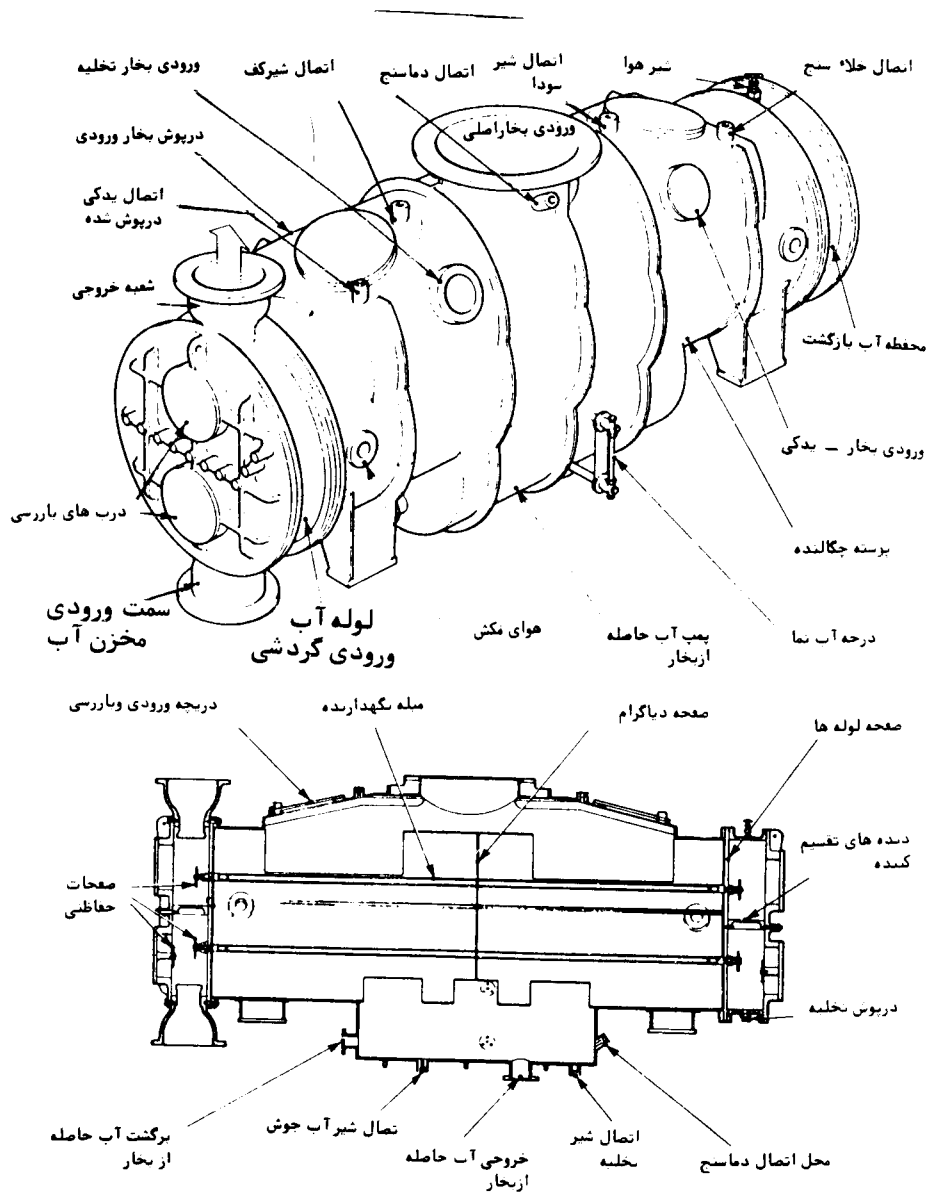
" قطعات سیستم "

چکالنده

چکالنده یک مبدل گرمائی است که گرمای بهان بخارهای خروجی توربین را گرفته تا نتیجتاً با تبدیل آن به مایع بتواند آن را دوباره به دیگ بخار پمپاژ نماید . این تبدیل بخار به آب باید با حداقل اتلافات حرارتی همراه باشد . بعبارت دیگر ، دمای آب بدست آمده باید حداقل اختلاف رانسبت به دمای بخار اولیه داشته باشد . همچنین یک چکالنده طوری طراحی میگردد تا بتواند گازها و بخارات (غیر از بخار آب) را از بخار آب خارج نماید .

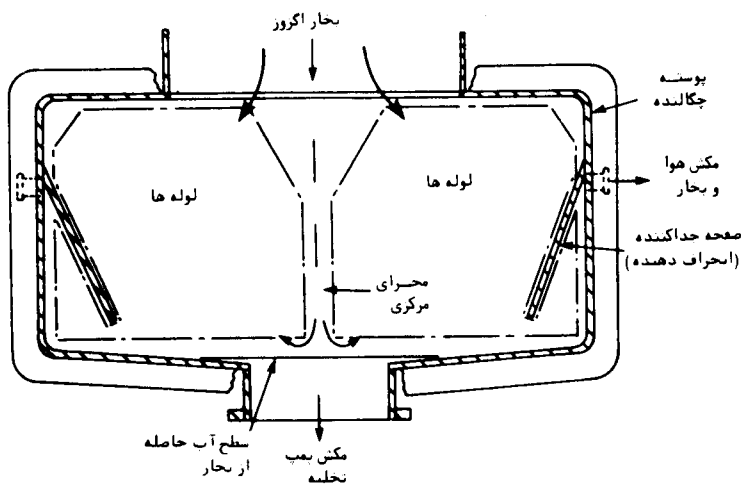
یک چکالنده فرعی (کمکی) در شکل (۵-۵) نشان داده شده است . پوسته که دارای مقطع دایره شکلی است ، دارای دو درپوش انتهائی است که جهت جریان دوگانه آب دریا ترتیب یافته است . جعبه های آب (قسمت تجمع آب) مجهز به صفحات مخصوصی است که بمرور زمان و در اثر تماس با آب خود ، اکسیده شده ولی از سرایت زنگ زدگی به فلز چکالنده جلوگیری بعمل میآورد . بخار از قسمت وازمرکز بالا وارد شده ، سپس به دوشاخه تقسیم میگردد و از دریچه های پوسته که در زیر کلاهک قرار دارند عبور مینماید . آب دریا از داخل مجموعه لوله هائی عبور مینماید که سطوح خنک کننده ای را برای تقطیر بخار بوجود میآورد . صفحه دیافراگم مرکزی ، نگهدارنده لوله هامیباشد و تعدادی - میله های نگهدارنده نیز به نوبه خود ، حکم پایه برای دیافراگم را دارند . بخار تقطیر شده در یک کارتر که در زیر مجموعه لوله ها (سری لوله ها) قرار دارد ، جمع میشود . در پوسته چکالنده یک لوله بمنظور مکش و خارج نمودن گازها و بخارات متصاعده از بخار - تقطیر شده نصب گردیده است .

چکالنده های اصلی تعبیه شده در ماشین آلات با رانش توربین بخاری ، از نوع " تولید مجدد " Regenerative میباشند . در چنین نظم و ترتیبی مقداری از بخار بدون عبور از لوله ها و بحالت بخار وارد کارتر میشود . در نتیجه دمای آب حاصله از بخار در -



شکل ۵-۵ چگالنده کمکی

حد دمای بخار بالارفته و بدینوسیله بازدهی چگالنده ازدیاد می یابد . یک نمونه از طرح چگالنده " تولید مجدد " در شکل (۵-۶) نشان داده شده است . یک مجرای مرکزی باعث راه یافتن مقداری بخار به کارتر شده و این بخار در آنجا بحالت مایع درمی آید . در این واکنش مقداری گرما به بخارات تقطیر شده موجود انتقال می یابد . یک صفحه تغییر دهنده مسیر در چگالنده تعبیه شده تا گازها و بخارات رابه سوی افشانک هوا هدایت کند . در دو انتهای چگالنده ، صفحات لوله ها و در فاصله بین آنها لوله ها نصب میباشند . بین دو صفحه مذکور نیز صفحات دیگری بمنظور نگهداری و استقرار لوله ها در نظر گرفته شده است . آب دریا در دو مسیر جداگانه در لوله ها گردش میکند .



شکل (۵-۶) چگالنده تولید مجدد

پمپ مکشی

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

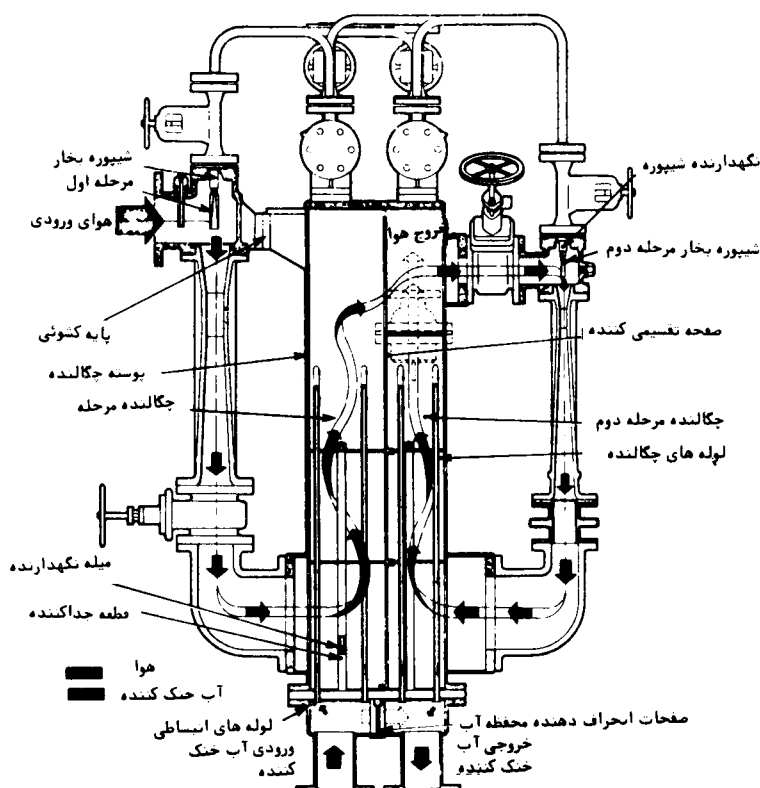
همانطوریکه در فصل ششم توضیح داده شد ، پمپهای مکشی معمولاً " از نوع سانتریفیوژ دومرحله ای وبامحور عمودی هستند . چنین پمپهایی احتیاج به حداقل ارتفاع آب برای عمل مکش داشته و معمولاً باید دارای یک سیستم کنترل عمق (ارتفاع) آب در چگالنده باشند اولین ردیف پره ها ، آب را تقریباً " دردمای جوش و در شرایط خلاء زیاد حاکم در لوله مکش دریافت میکند ، سپس آب مذکور در فشاری که اندکی مثبت است به پره های مرحله دوم - میرسد که این پره ها فشار مورد نیاز سیستم را در قسمت خروجی تامین میکنند .

در صورتیکه بخواهیم سطح چاهک (کارتر) چگالنده متغیر بوده و یا تقریباً " خشک باشد باید از پمپ مکشی خودتنظیم استفاده نمود . زمانیکه ارتفاع مکش به مقدار بسیار کمی نزول نماید ، این تنظیم در قالب کاویتاسیون ، وارد عمل میشود . کاویتاسیون عبارتست از تشکیل و از بین رفتن حباب های بخار ، که منجر به سقوط نسبت دهش پمپ به صفر میگردد . همزمان با افزایش ارتفاع مکش ، کاویتاسیون بتدریج نقصان و سپس از بین رفته و پمپ مجدداً " شروع به تخلیه خواهد نمود . کاویتاسیون معمولاً " باصدمات به پمپ همراه است (به فصل یازده ، در رابطه با پروانه ها رجوع کنید) . ولی در شرایطی که فشار کمی در پمپ حاکم است ، صدمه ای بوجود نمی آورد . همچنین پروانه پمپ راطوری میتوان طراحی کرد تا حبابها در فاصله دوری از پروانه تشکیل شوند که به چنین وضعیتی فوق کاویتاسیون Super Cavitation اطلاق میگردد .

افشانک هوا

افشانک هوا ، بخارات و هوای آزاد شده از بخارتقطیر شده در چگالنده رابه بیرون میراند چنانچه هوا از سیستم بیرون رانده نشود باعث بوجود آمدن مسائل ناشی از زنگ

زدگی در دیگ بخار میشود ، همچنین وجود هوا در چگالنده ، اثر سوئی در پروسه تقطیر گذاشته و باعث بوجود آمدن یک پس فشار در چگالنده میشود . پس فشار موجب افزایش فشار بخار خروجی گردیده و بازده حرارتی دستگاه رانیز تقلیل میدهد .
یک افشانک هوای دوبله دومرحله ای در شکل (۷-۵) نشان داده شده است .



شکل ۷-۵ روفنده هوا

در مرحله اول یک افشانک که توسط بخار کار میکند ، بمثابة یک پمپ عمل نموده و هوا و بخار (غیر از بخار آب) را از چگالنده میکشد . سپس مخلوط وارد یک واحد چگالنده - میشود که در آن آب تغذیه در گردش است . آب تغذیه گرم شده و اکثر گازها و بخار تبدیل به آب میشوند . بخارات و گازهای تبدیل شده به آب از طریق یک دررو (تخلیه) به چگالنده اصلی بر میگرددند و مابقی هوا و گازها به مرحله دوم راه یافته که در آنجا عمل دوباره تکرار میشود . هرگونه هوا و گازهای باقیمانده ، از طریق یک شیر حفظ خلاء به آتمسفر آزاد میگردد . آب تغذیه در داخل لوله هایی به شکل " U " در هر کدام از - مراحل دوگانه گردش میکند . یک جفت افشانک در هر مرحله نصب شده است ، اگر چه فقط یک افشانک در هر مرحله برای انجام کار رضایت بخش مورد نیاز میباشد .

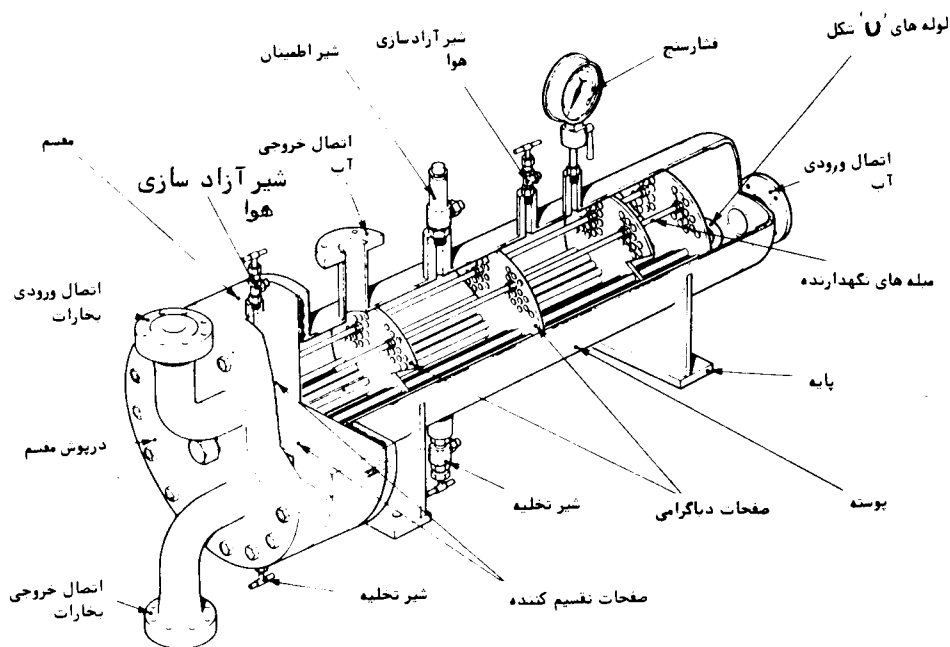
مبدل های گرمائی

چگالنده بخار ، سردکننده تخلیه (در روها) و گرم کننده فشار کم آب تغذیه ، همگی مبدل های گرمائی از نوع بشکهای (پوسته بشکل بشکه بوده و لوله ها در داخل آن قرار دارند) هستند . هر کدام از دستگاهها بطریقی مخصوص بخود ، گرمای استفاده نشده را بازیافته و صرف گرم کردن آب تغذیه گردشی واحد ، مینماید .

چگالنده بخار از نوع آب بندکن ، هوا و بخارات مختلف (بخار آب و سایر بخارات) را از سیستم بخار بندکن توربین جمع آوری میکند . این بخارات خطوط بازگشتی ، توسط آب تغذیه گردشی سرد شده و تبدیل به آب میشوند . بخار تقطیر شده از طریق یک آب - بند یا یکی از انواع تله بخار گیر به سیستم بازگشت و هرگونه هوای موجود در سیستم به آتمسفر آزاد میشود . آب تغذیه از داخل لوله های " U " شکل و از داخل پوسته جریان - پیدا میکند .

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

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



نکل (۵ - ۸) خنک کننده بخارات مصرف شده

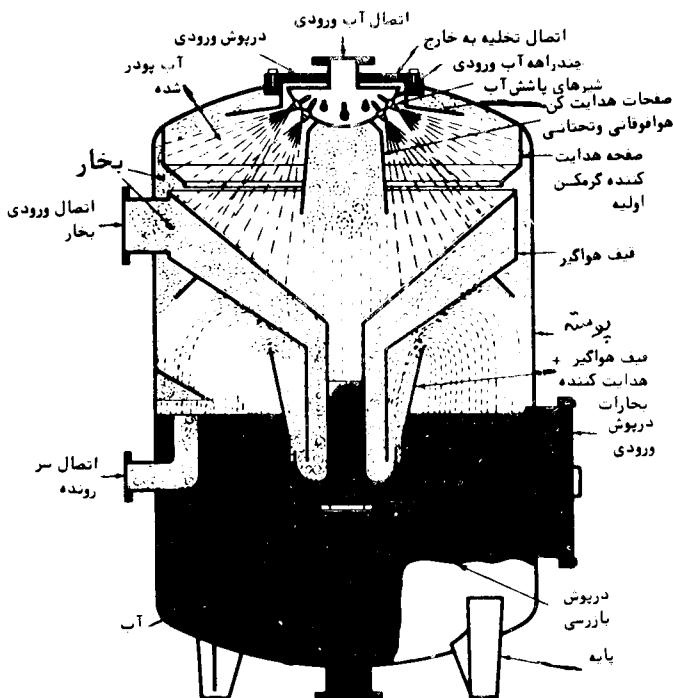
معمولا "گرم کننده آب تغذیه فشار کم ، از بخارهای نشت کننده از پوسته توربین - فشار کم تغذیه میگردد . آب تغذیه گردشی بمنظور تسهیل درعمل هواگیری ، گرم میشود. بخارگیری از توربین علاوه بر بهبود یازدهی گرمائی دستگاه ، موجب تقلیل یافتن توده بخار جریان یافته و درنتیجه تقلیل ارتفاع پره های توربین درردیف های انتهائی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

هواگیر

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

یک نوع هواگیر در شکل (۹-۵) نشان داده شده است . آب تغذیه ورودی از میان تعدادی شیرهای ریزش یا شیپورهای میگذرد . درنتیجه ، این شیرها (شیپوره ها) سطح گسترده ای را جهت تماس بابخارگرم کننده بوجود میآورند . سپس بیشترین مقدار آب تغذیه روی سطح بالائی مخروط هواگیر میریزد که درآنجا توسط بخار ورودی به مقدار بیشتری گرم میشود ، سپس آب تغذیه وارد مجرای مرکزی شده واز داخل یک دریچه - باریک بیرون می آید که این دریچه بمثابة یک روفنده عمل نموده و بخاررابهمراه آب - تغذیه به درون مکش میکند . آب تغذیه و بخار تقطیر شده دریک مخزن ذخیره ، جمع میشوند که این مخزن پایه 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 آزاد شده ازطریق یک اتصال خروجی به یک شیر چگالنده یا زائل کننده بخارهدایت میشوند .

هرگونه بخار آب موجود ، تقطیر گشته و به مخزن بازگردانده میشود . آب تغذیه ، قبل از ورود به هواگیر در شیرچگالنده گردش میکند . حرارت آب تغذیه هواگیری شده ، بسیار نزدیک به حرارت بخار در فشار یکسان است و در صورتی که فشار آن کم شود تبدیل به بخار خواهد شد . این عمل میتواند به تولید گاز که در حقیقت تشکیل بخار در مکش پمپ تغذیه است منجر گردد . برای جلوگیری از این مشکل ، هواگیر در یک نقطه بسیار مرتفع در موتورخانه قرار میگیرد تا فشار مکش مثبتی را برای پمپ تغذیه بوجود بیاورد . راه حل دیگر برای رفع این مشکل ، نصب یک پمپ مکشی یا کمکی در قسمت خروجی هواگیر است .

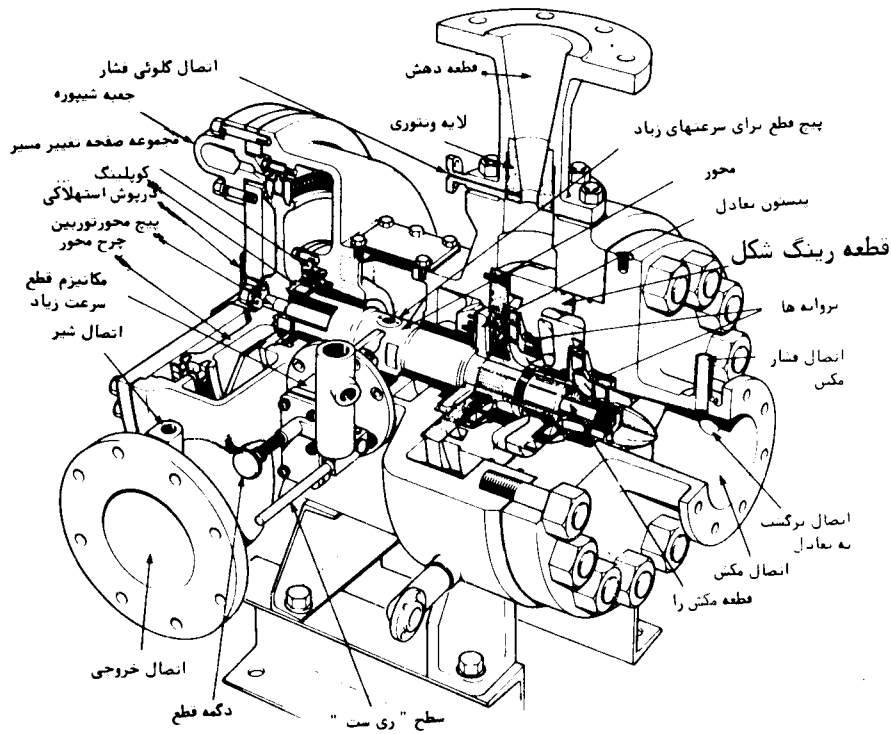


شکل (۵-۹) هواگیر

پمپ تغذیه

پمپ تغذیه ، فشار آب را به اندازه ای بالا میبرد تا آب بتواند وارد دیگ بخار شود . برای دیگهای بخار فرعی (کمکی) که احتیاج به پمپاژ مقدار کمی آب دارند ، میتوان از یک پمپ رفت و برگشتی بخار یا جابجائی مثبت استفاده نمود . این نوع پمپ در فصل ششم تشریح شده است . نوع دیگری از پمپ تغذیه که اغلب در تاسیسات دیگ های بخار مجتمع مورد استفاده قرار میگیرد بنام " الکتروفیدر " (تغذیه برقی) معروف است . الکترو-فیدر ، یک پمپ سانتریفیوژ چند مرحله ای است که توسط یک موتور برقی سرعت ثابت میچرخد تعداد مراحل پمپ ، باتوجه به مقدار آب تغذیه و فشار دهش ، تعیین میشود .

پمپهای تغذیه ای که توسط توربین بخار میچرخند معمولا " همراه دیگهای بخار لوله آبی فشار زیاد نصب میشوند . یک نمونه پمپ تغذیه توربینی در شکل (۱۰ - ۵) نشان داده شده است . پمپ سانتریفیوژ افقی دومرحله ای توسط یک توربین ضربه ای ، دوران نموده و تمام مجموعه آن در یک پوسته مشترک قرار گرفته است . بخار توربین مستقیما " از-دیگ بخار تامین میشود و خروجی آن به یک خط پس فشار انتقال یافته و میتواند بعنوان گرم کننده آب تغذیه نیز بکار رود . لغزنده سازی و به اصطلاح روغنکاری یا تاقانهای پمپ ، توسط آبی که از طریق یک انشعاب که از مرحله اول پره ها گرفته شده و سپس از فیلتر رد میشود انجام میپذیرد . فشار خروجی تغذیه (دهش) بوسیله یک ناظم ثابت نگهداشته میشود و همچنین در صورت افزایش بیش از حد سرعت موتور ، یک حفاظت قطع برای آن در نظر گرفته شده است .



شکل ۵-۱۰ پمپ آب تغذیه توربو

گرم کننده (آب) فشار زیاد

گرم کننده تغذیه فشار زیاد ، یک میدل گرمائی بشکهای (پوسته و لوله) است که آب تغذیه را قبل از ورود به دیگ بخار گرم میکند . امکان گرمایش بیشتر آب تغذیه بدون تبدیل آن به بخار وجود دارد زیرا در این حالت فشار داخل میدل توسط پمپ تغذیه افزایش یافته است . آب تغذیه ورودی از داخل لوله های U شکل و بخار گرم کننده از اطراف لوله ها عبور مینمایند . صفحات دیافراگمی (انحراف مسیر) بعنوان نگهدارنده لوله ها عمل نموده و بخار را به داخل گرم کننده هدایت میکنند . وجود تله بخار تضمین کننده تقطیر کلیه بخار موجود ، قبل از ترک گرم کننده است . بخار گرفته شده از توربین برای گرم کردن مورد استفاده قرار میگیرد .

کار و تعمیر و نگهداری

در زمان کار ، سیستم تغذیه باید تعادل بین آب (ورودی) و بخار (خروجی) و - ارتفاع معمول آب را در دیگ بخار حفظ نماید . سیستم کنترلی که در این رابطه بکار میرود در فصل پانزدهم توضیح داده شده است .

جعبه های آب چگالنده ، در مقابل خوردگی آب دریا ، توسط فولاد نرم زنگ زن ، - حفاظت میشوند و این صفحات باید بطور ادواری تعویض شوند . همزمان بانکه فوق صفحات لوله ها نیز باید مورد بررسی قرار گرفته و اطمینان حاصل شود که در نتیجه سرعت زیاد آب - گردشی ، خوردگی مکانیکی در آنها پیش نیامده باشد . وجود لوله های نشت دار باعث آلودگی آب تغذیه خواهد شد و چنانچه در این مورد تردیدی وجود داشته باشد چگالنده بایستی آزمایش شود . روش آزمایش مذکور در فصل هفتم توضیح داده شده است .

نظم و ترتیب بکار گرفته در آب بندی پمپ مکشی باید بطور ادواری مورد آزمایش قرار گرفته تا از عدم ورود هوا به سیستم اطمینان حاصل گردد .

دراکثر انواع آب بندهای پمپ ، معمولاً " مقدار کمی چکه آب جایز شمرده شده است .
 زیرا این چکه در لغزنده سازی (به اصطلاح روغنکاری) محور و آب بندکن پمپ موثر میباشد .
 اگر شیپوره ، روفنده ، سائیده شده و یارسوب گرفته باشد ، روفنده بصورت رضایت بخش
 عمل نخواهد کرد . شیپوره های مذکور باید متناوباً " بررسی ، تمیز و یا تعویض گـرددند .
 شیر حفظ خلأ (نگهدارنده خلأ) و پوسته روفنده نیز باید برای غیر قابل نفوذ بودن
 درمقابل هوا بازدید شوند .

انواع مختلف مبدل های گرمائی باید مرتباً " در ارتباط با چکه کردن لوله ها و تمیز
 بودن سطوح تبادل حرارتی بازبینی شوند .

کار پمپ جابجائی مثبت رفت و برگشتی در فصل ششم توضیح داده شده است . جهت
 تسریع در تشکیل بخار ، پمپ های 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 —
 میچرخاند ، در مرحله گرم شدن و قبل از رسیدن به سرعت کاری ، باید باز باشند ولی پس
 از رسیدن به سرعت عادی ، این دروها بسته میشوند . دستگاه متوقف کننده توربین در —
 سرعت بیش از حد مجاز نیز برای کار صحیح باید مرتباً " مورد بازدید قرار گرفته و فاصله
 آزاد محوری نیز باید توسط یک درجه مخصوص اندازه گیری شود .

فصل ۶

پمپ ها و سیستم پمپاژ

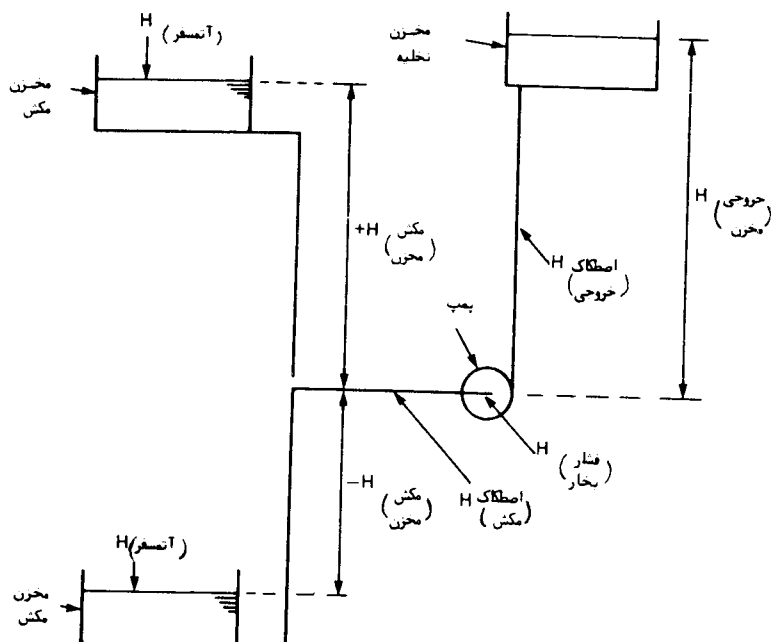
در هر برهه از زمان در موتورخانه کشتی انواع قابل ملاحظه‌ای از مایعات در حال حرکت هستند . طول لوله های نصب شده در کشتی (لوله کاری ها) به چندین کیلومتر میرسند . این شبکه ها اغلب مرتبط بوده و اکثر پمپها بصورت دوبله وجود دارند . یک مهندس کشتی باید از ابتدا تا انتهای هر سیستم را شناسائی نموده ، محل استقرار و کاربرد هریک از شیرها را بداند . سیستمهای مختلفی بمنظور انجام کارهایی چون ، سرد کردن ، گرم کردن ، تمیز کردن و روغنکاری قطعات و اجزاء مختلف ماشین آلات نصب شده اند . میتوان چنین در نظر گرفت که هر سیستم از اجزائی چون پمپها ، لوله کشیها ، شیرها و اتصالاتی تشکیل شده است که در ذیل و به نوبت مورد بررسی قرار خواهند گرفت .

پمپ ها

پمپ ، ماشینی است که برای انتقال مایعات از یک مکان به مکان دیگر و یا بارتفاع بالاتر ، همچنین پمپ رامیتوان جهت بالا بردن انرژی مایعات و بمنظور به جریان انداختن آن و یا بالا بردن فشار ، بکار گرفت .

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 نیازها و مشخصاتی است که میبایست توسط پمپ برآورده گردد .

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



شکل (۱- ۶) سیستم ساده پمپاژ

نظم سیستم بگونه ایست که با ایجاد یک فشار یا ارتفاع مثبت دریک نقطه ، قادر به تخلیه مایع میگردد . پمپ ، انرژی مورد نیاز جهت ایجاد فشار مثبت و غلبه یافتن براتلافات موجود درسیستم را تامین مینماید . اتلافات سیستم ناشی از اصطکاک داخلی لوله ها و اختلاف سطح بین نقاط مبداء و مقصد مایع است . جمع اتلافات سیستم (باتوجه به شکل ۱- ۶) بطریق ذیل بدست می آید .

مجموع انلافات 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)

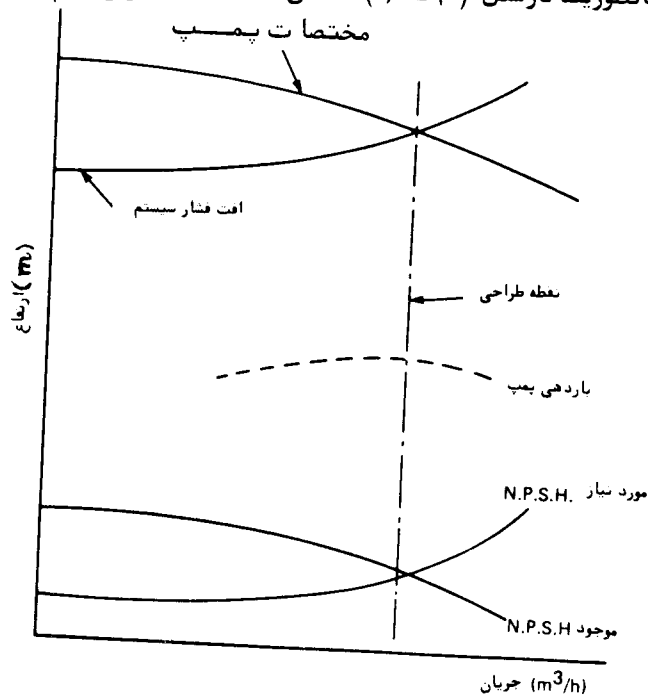
خروجی مخزن H = اختلاف ارتفاع بین سطوح مخزن تخلیه و پمپ

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 . نمودار مشخصات جریان - تلفات ارتفاع (فشار)

سیستم را همانطوریکه در شکل (۲ - ۶) نشان داده شده میتوان رسم کرد :



شکل (۲ - ۶) مختصات کلی سیستم

نسبت جریان سیستم یا ظرفیت آن مشخص بوده و سازنده پمپ برای هر دستگاه منحنی نمایش مشخصات جریان - ارتفاع^۱ را همراه پمپ خواهد داد که میبایست با منحنی سیستم تطبیق داده شود . برای بدست آوردن بهترین شرایط کاری ، پمپ باید در - محدوده حداکثر بازدهی خود عمل کند . یک نمونه متداول مشخصات (مختصات) پمپ سانتیفریوژ در شکل (۲ - ۶) نشان داده شده است .

نکته مهمی که باید مورد توجه قرارگیرد ، بخصوص هنگامیکه مکش مایع پائین تر از پمپ واقع شود ، شرایط موجود در سمت مکش سیستم می باشد . 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 متر مایع بیان میشود . فشار بخار بستگی به درجه حرارت دارد و در نتیجه ارتفاع خالص مکش - مثبت بایستی برای درجه حرارت کاری مایع در زمان پمپاژ داده شود . ارتفاع خالص مکش مثبت موجود در سیستم طبق فرمول زیر محاسبه میگردد :

فشار بخار H - اصطکاک مکش H - مخزن H + آتمسفر H = موجود NPSH
که به مجموعه (اصطکاک مکش H - مخزن H + آتمسفر H) فشار مطلق ورودی پمپ میگویند .

آتمسفر H = فشار آتمسفر

مکش مخزن H = ارتفاع مخزن از پمپ (در صورتیکه ارتفاع مخزن پائین تر از پمپ باشد ، علامت منفی است) .

اصطکاک مکش H = تلفات اصطکاک ارتفاع در لوله های مکش .

فشار بخار H = فشار بخار مایع

مقادیر فوق معمولاً " بصورت متر ارتفاع آب دریا اظهار میگردند . سازندگان پمپ ، مختصات مورد نیاز NPSH پمپ را در اختیار میگذارند که برحسب متر ارتفاع آب - دریا می باشد (شکل ۲ - ۶) . پمپ و سیستم بایستی برحسب NPSH هماهنگ باشند

زیرا همیشه لازمه سیستم بزرگتر از NPSH موجود است . ناکافی بودن مقدار NPSH مورد نیاز ، موجب کاویتاسیون خواهد شد که عبارتست از تشکیل و از بین رفتن حبابها در مایع ، که در عمل پمپ تاثیر سوء گذاشته و ممکن است خساراتی به پمپ وارد آورد .

انواع پمپ

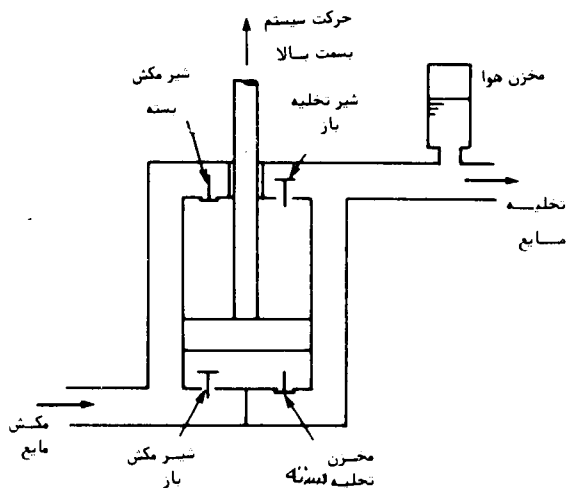
در مصارف دریائی از سه کلاس اصلی پمپ استفاده میشود : انتقال ، جریان محوری و سانتریفیوژ . جهت برآورده کردن مختصات (مشخصات) یک سیستم بخصوص ، نظم و ترتیب های مختلفی برای پمپهای سانتریفیوژ و جابجائی امکان پذیر میباشد .

نوع انتقالی

عمل پمپاژ انتقالی توسط تقلیل یا افزایش در حجم یک فضای معین انجام میگردد و باعث حرکت فیزیکی مایع (گاز) میشود . روش بکار رفته یا توسط حرکت رفت و برگشتی یک پیستون و سیلندر است و یا بوسیله یک واحد گردنده است که شامل پره ، دنده و یا مارپیچ هائی میباشد .

بمنظور ارائه اصول کاری یک پمپ جابجائی رفت و برگشتی ، نمودار خطی آن در - شکل (۳ - 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 . با حرکت پیستون بطرف بالا ، عمل مکش در زیر پیستون صورت گرفته و مایع به داخل مکش میشود . همچنین ، نظام سوپاپهای پمپ بگونه ایست که در ضربه مکش ، شیر تخلیه بحالت بسته باقی میماند . از بالای پیستون ، مایع تخلیه گردیده و شیر مکش بحالت بسته باقی میماند . با حرکت پیستون بطرف پائین ، اعمال مکش و تخلیه در دوسمت مخالف انجام میپذیرد .

معمولا " یک مخزن هوا در سر راه لوله های تخلیه پمپ و بمنظور کاهش دادن تغییرات فشار در هنگام عمل تخلیه ، نصب میشود . با افزایش فشار تخلیه ، هوا در داخل مخزن فشرده میشود و با تقلیل فشار ، هوا منبسط میگردد . در نتیجه مقداری از انرژی تراکمی ، در هنگام حداکثر بودن آن ، در مخزن ذخیره شده و در هنگام کاهش فشار ، به سیستم باز میگردد . این نوع مخازن هوا ، در پمپهای تغذیه رفت و برگشتی دیگ بخار نصب نمیشوند زیرا ممکن است با وارد کردن هوا به داخل آب تغذیه هواگیری شده ، موجب اختلال در کار پمپ گردد .



شکل (۳ - ۶) شکل نموداری پمپ جابجائی رفت و برگشتی

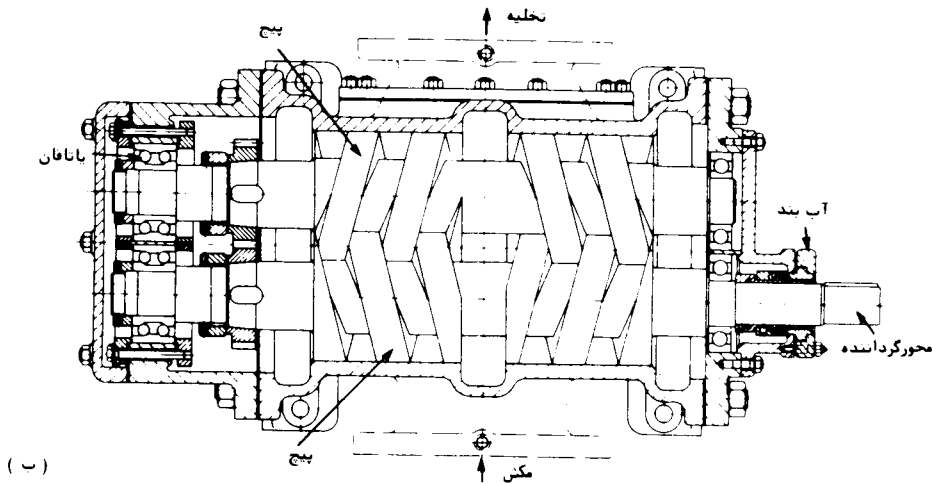
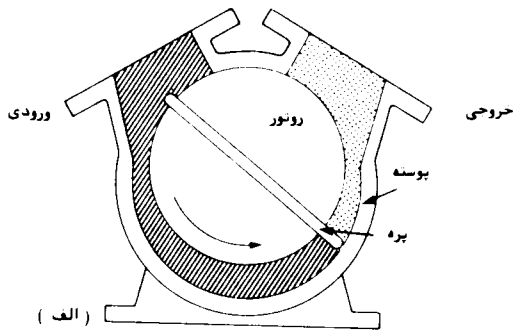
همیشه بین محفظه مکش و تخلیه پمپ ، یک شیر اطمینان نصب است تا در صورت بسته بودن یکی از شیرها در خط تخلیه ، پمپ را از صدمات ناشی از فشار زیاد ، حفاظت کند . پمپهای جابجائی رفت و برگشتی علاوه بر آنکه از نوع خود پرشو هستند ، ارتفاع زیاد مکش را قبول کرده (در صورتیکه سطح مخزن مایعی که باید پمپاژ شود از پمپ پائینتر باشد) ، فشار تخلیه مورد نیاز سیستم را ایجاد کرده و میتوانند وجود مقدار زیادی گازها و بخارات را همراه مایع ، تحمل کنند . اما نظر به ساختمان پیچیده و قطعات متعدد و - متحرک بکاررفته در آنها نیاز به مراقبت و نگهداری نسبتاً زیادی دارند .

در هنگام استارت پمپ (روشن کردن) شیرهای مکش و تخلیه باید باز باشند . بسیار مهم است که در زمان استارت پمپ ، هیچکدام از شیرهای خط تخلیه بسته نباشند ، زیرا عدم توجه به این نکته یا منجر به عمل کردن شیر اطمینان میشود و یا با وارد آمدن صدمه به پمپ خواهد انجامید . پمپ " خودپرشو " است اما در صورت امکان ، برای جلوگیری از استهلاک (فرسودگی) و یاریسک گیرپاش ، بهتر است قبل از استارت ، محفظه پمپاژ را از مایع پر کرد . در مورد پمپ باموتور محرک 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 ، بکار منظم خواهد پرداخت . یک پمپ بامحرک بخار ، قبل از آنکه بتواند بتدریج بخار را به داخل خود وارد نماید ، بایستی مراحل تخلیه آب و گرم کردن های اولیه را بگذراند .

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

دو نوع پمپ دوار انتقالی در شکل (۴ - ۶) نشان داده شده است . نتیجه عمل در هردو مورد ، حبس مقداری مایع (یا هوا) در فضائی است که بانزدیک شدن به دهانه

تخلیه یا خروجی این فضا کوچکتر میشود . این نکته شایان توجه است که مایع از مابین تاج دنده یا ماریجها بسمت جلو رانده نمیشود ، بلکه این حرکت مابین لبه دنده ها و پوسته پمپ صورت میگیرد .



شکل (۴ - ۶) پمپ های جابجائی گردان

الف : پمپ جابجائی گردان
ب : پمپ جابجائی پیچی

طریقه روشن کردن این پمپها نیز شبیه روشن کردن پمپهای انتقالی رفت و برگشتی است . در اینجا نیز بین محفظه مکش و تخلیه یک شیر اطمینان نصب شده است . مسئله خاص تعمیراتی در این نوع پمپ ، کاسه نمد محور است که مواد بکاررفته در آن میبایست مناسب مواد مورد پمپاژ باشد . در نوع پره‌ای - دورانی ، مقدار استهلاک متناسب با مقدار مایع پمپاژ شده و مواد خورنده و اکسید کننده در آن خواهد بود . همزمانی ، در پمپ پیچی از اهمیت خاصی برخوردار است و در صورتیکه قطعات آن برای بازرسی باز شود ، در هنگام سوار کردن ، ماریچها باید بطور صحیح مونتاژ گردند .

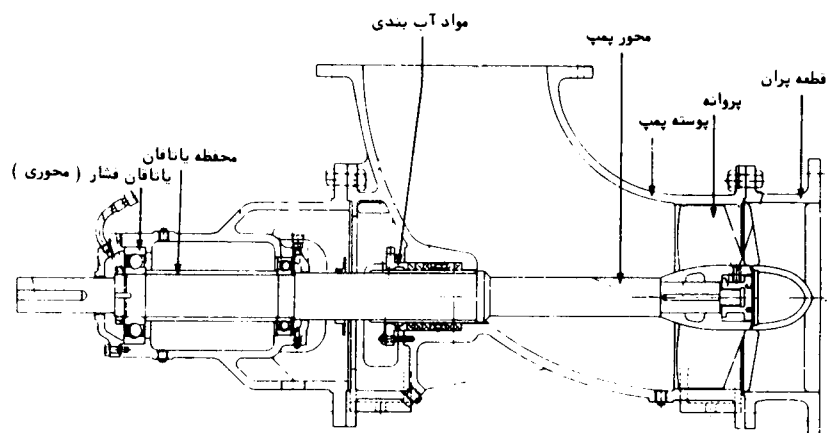
یک نوع مخصوص پمپ انتقال دورانی ، در دستگاه فرمان سکان کاربرد مخصوصی دارد که در فصل دوازدهم توضیح داده شده است .

پمپ جریان محوری

پمپ جریان محوری با استفاده 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 در جهت معکوس) در شکل (۵-۶) نشان داده شده است . بمنظور دسترسی به پروانه ، پوسته پمپ در جهت افقی یا عمودی باز شده است . یک آب بندکن مکانیکی در قسمتی که محور از پوسته بیرون می آید از چکه کردن مایع جلوگیری میکند . یک یاتاقان فشاری از نوع بالشتکی کج شونده ، نیز روی محور محرک نصب شده است . 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 ، بطور مثال : در آب گردشی چگالنده بازدهی این پمپ معادل پمپ سانتریفیو-ژی است که آب را در ارتفاع کم پمپاژ کند ، ولی با این مزیت که بخاطر امکان سرعتهای



شکل (۵ - ۶) پمپ جریان محوری

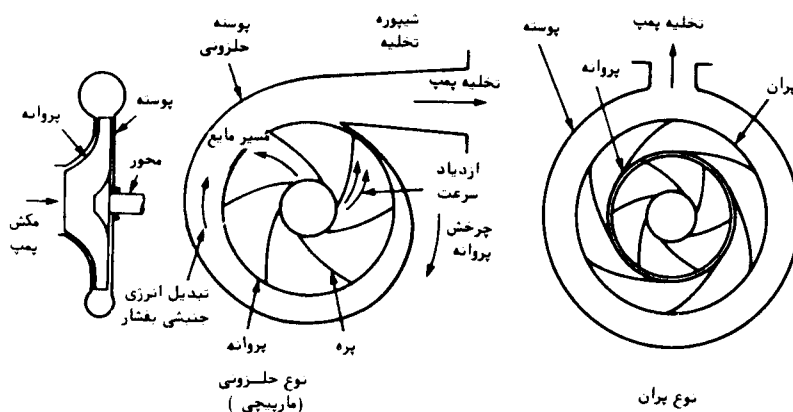
بالامیتوان از یک موتور محرک کوچکتر استفاده نمود . از پمپ جریان محوری دریـک سیستم گردشی قاشـکی چـگالندـه میتـوان بعـنوان پـمپ کمـکی اسـتفـاده نمـود ، زیـرا ایـن پـمپ در زمان کار نکردن ، مقاومت کمی در برابر عبور جریان از خود نشان میدهد . ضمن حرکت معمولی کشتی و با چرخش قاشـک ، آب بداخل کشیده میشود و پمپ تنها زمانی مسـورد اسـتفـاده قـرار میـگیرد که کشتی متوقف یا با سرعت آهسته حرکت کند .

سیستم اسکوپ (یا قاشـکی)

در قسمتی از بدنه کشتی دریچه‌ای بشکل بیل یا قاشـک باز است که لبه تیز آن بطرف جلو بوده و با سرعت گرفتن کشتی مقدار متناسبی آب را به داخل میکشد . این سیستم جهت تامین آب گردشی سردکننده بکار میرود .

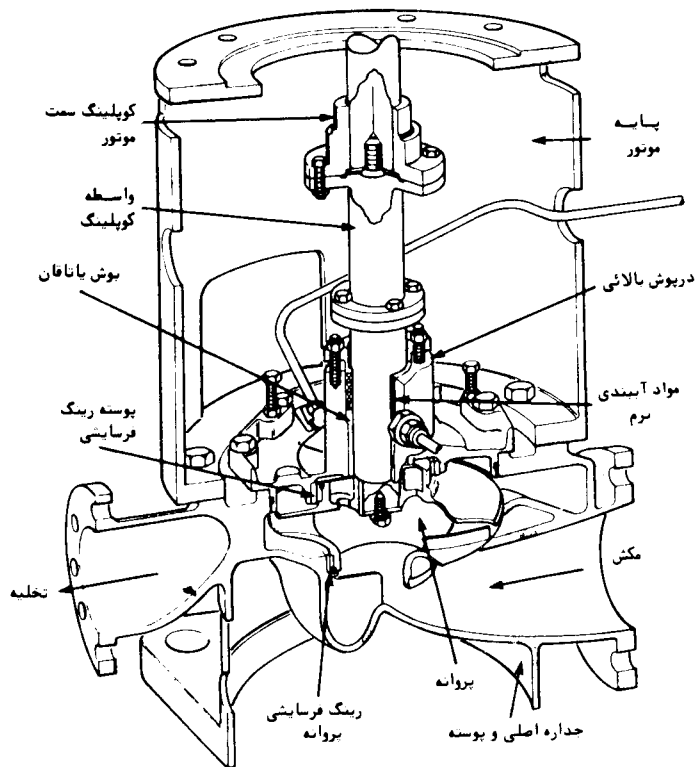
پمپ سانتریفیوژ (گریز از مرکز)

در پمپ سانتریفیوژ، مایع وارد مرکز یا چشم پروانه شده و از بین پره ها بصورت شعاعی به بیرون جریان پیدا میکند که با حرکت پروانه، سرعت مایع نیز افزایش می یابد. سپس بوسیله یک پیران یا حلزون، اکثر انرژی جنبشی موجود در مایع به فشار تبدیل میشود. نظم و ترتیب فوق الذکر در شکل (۶-۶) و بصورت نمودار خطی نشان داده شده است.



شکل (۶-۶) عمل پمپ پروانه‌ای

یک پمپ سانتریفیوژ، تک مکشی تک مرحله‌ای عمودی برای مصارف عمومی دریائی، در شکل (۶-۷) نشان داده شده است. قاب اصلی و پوسته به همراه پایه نگهدارنده موتور مجموعه کامل پمپ را در خود جای میدهند.



شکل ۶-۷ پمپ پروانه‌ای تک مکشی

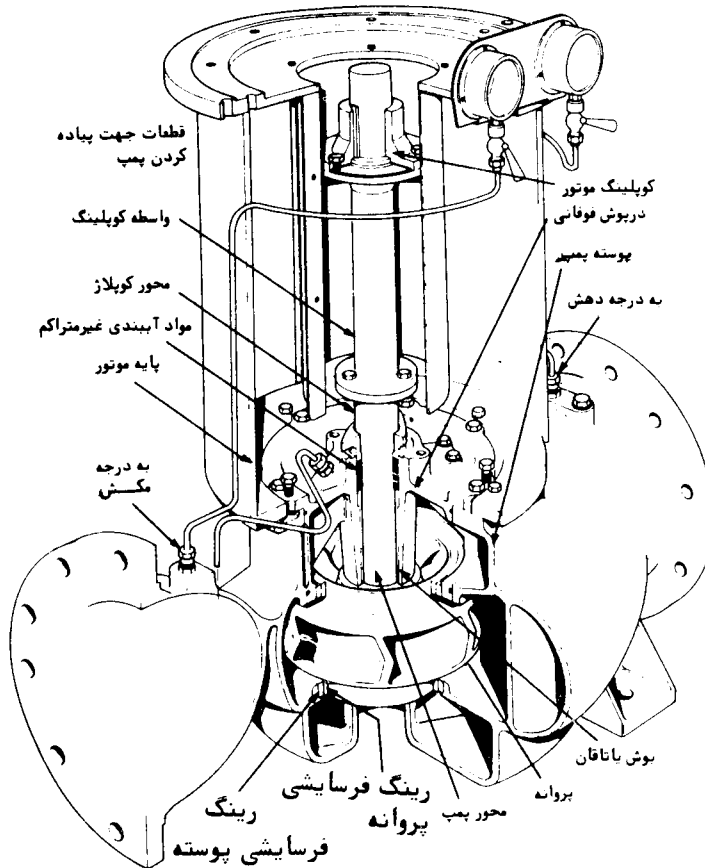
اجزاء پمپ عبارتند از: سرپوش (پوشه)، محور پمپ، چرخ پروانه، یک یاتاقان غلافی و مجموعه آب بندی که در اطراف محور قرار گرفته است.

نظم و ترتیب بکاررفته جهت آب بندی پمپ یا توسط یک بوش لایه دار است و یا از نوع مکانیکی میباشد . سیستم روغنکاری یا تاقان پمپ برحسب نوع آب بندی بکاررفته تغییر میکند . رینگهای فرسایشی قابل تعویض ، درپروانه و پوسته نصب شده اند . درپایسه نگهدارنده موتور دو روزنه بزرگ جهت دسترسی به اجزاء داخلی پمپ ، تعبیه گردیده 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 موتور نخواهد بود .

انواع دیگری از پمپهای سانتریفیوژ برای وظایف مخصوص ، یا برای برآورده کردن نیازهای ویژه سیستم بکارمیروند . یک پمپ سانتریفیوژ دو مکشی تک مرحله ای عمودی در شکل (۸-۶) نشان داده شده است . مایع ورودی از بالا و پائین وارد پروانه دومکشی 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 مثبت دارد که در شرایط بد مکش این نکته یک مزیت برای پمپ محسوب میشود . قابل ذکر است که پروانه های مختلفی را (از نظر اندازه) میتوان برروی پمپ نصب نمود . بدین ترتیب بایک پوسته پمپ میتوان مشخصات فشار خروجی مختلفی را دارا بود .

یک پمپ سانتریفیوژ تک مکشی عمودی چندمرحله ای که برای تخلیه محموله کشتی از مخازن با عمق زیاد بهره جسته ، در شکل (۹-۶) نشان داده شده است . چنین پمپی در حقیقت مجموعه چندین پمپ سانتریفیوژ است که بطور سری (پشت سرهم) قرارگرفته اند . تخلیه پمپ اول مکش پمپ دوم و تخلیه پمپ دوم مکش پمپ سوم و محسوب میگردد و بدین ترتیب پمپ قادر است تا فشار تخلیه نهائی را به حد مورد نیاز افزایش دهد . گرداننده پمپ بیرون مخزن قرار گرفته و میتواند از نوع برقی ، هیدرولیک یا هرگونه گرداننده مناسب دیگر باشد .

درپمپهای سانتریفیوژ فشار زیاد ، یک پران نصب شده است . پران ، رینگی است که در اطراف پروانه به پوسته متصل شده است و در سطح خود مجراهایی را تشکیل داده است ، مجاری در جهت جریان مایع عریضتر شده و عملشان تبدیل انرژی جنبشی مایع به انرژی - فشاری میباشد .

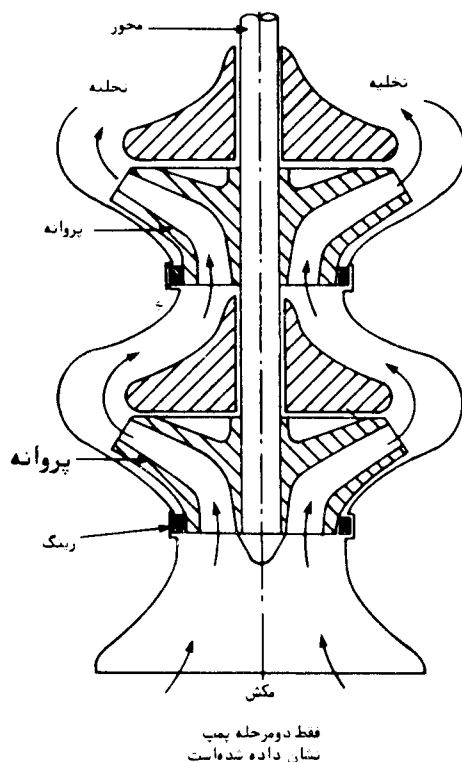


شکل (۸-۶) پمپ پروانه‌ای دو مکشی

ایجاد توازن هیدرولیکی در پمپها نیز معمول است . مقداری از مایع تخلیه شده فشار زیاد ، بر روی یک استوانه یا پیستون هدایت میگردد تا فشار مایع تخلیه شده روی پروانه را ، متوازن نموده و در نتیجه آن رادرنهنگام کار در یک موقعیت متعادل نگهدارد .

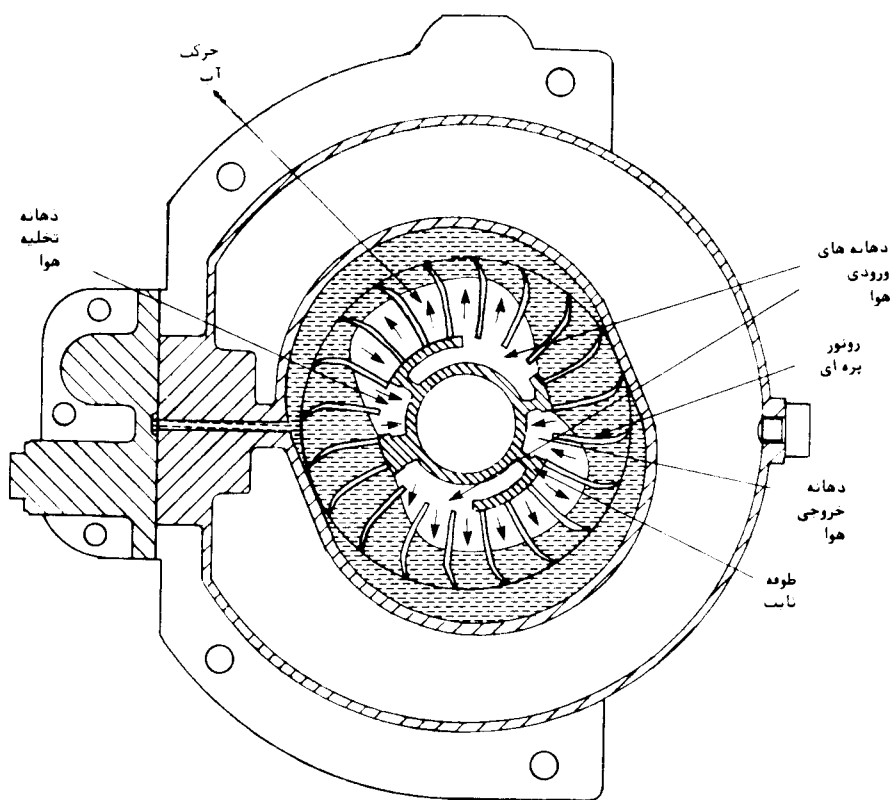
درحالیکه پمپهای پروانه‌ای برای اکثر کارهای دریائی مناسب هستند " خودپرشو " نبوده و احتیاج به دستگاهی دارند تا هوارا از لوله های مکش تخلیه کرده و آن را بامایع پر کنند . اگر سطح مایع مورد پمپاژ از سطح پمپ بالاتر باشد ، همزمان با پرشدن لوله ها از آب که تحت نیروی جاذبه انجام میگردد ، هوا با فشار از یک شیر هوا که در نزدیکی مکش پمپ باز گردیده ، به بیرون منتقل میگردد . اگر پمپ از سطح آب دریا پائین تر باشد و ورود آب دریا به سیستم اشکالی نداشته باشد ، با باز کردن 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 نمود که یا روی پمپها بصورت انفرادی عمل میکند و یا تشکیل یک سیستم مرکزی تخلیه هوا (و پرکردن آن بامایع) را که به چندین پمپ متصل

است ، میدهد .



شکل (۶-۹) پمپ پروانه‌ای چند مرحله‌ای

پمپ تخلیه هوا (پمپ هواگیر) که بنام آماده ساز رینگ آب یا هوا نیز مرسوم است میتواند یا بصورت انفرادی روی پمپها نصب و توسط آنها بچرخد و یا بصورت واحدی مستقل و بامحرک موتوری باشد که در اینصورت چندین پمپ رانتحت 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 تویی میانی جدا بوده و تشکیل دریچه های ورودی و - خروجی را طبق شکل (۱۰ - ۶) بدهد .



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

در طرح دیگر ، گردنده ، گردنده میانی و تویی ، بصورت پکیارچه بوده و دریچه ها روی پوسته قرار دارند . با فشار ایجاد شده توسط دوران پره های گردنده ، آب بصورت بیضوی و به شکل پوسته درمی آید . رینگ آب بیضوی شکل با پیشرفت و عقب نشینی خود از تویی مرکزی ، باعث انجام عمل پمپاژ میشود . مجموعه لوله های مکش به دریچه های ورودی هوا متصل شده و با مکش هوا از این لوله ها ، آب (عاری از هوا) در آنها جریان پیدا کرده و به این ترتیب آماده سازی پمپ انجام میگردد . هوائی که از سیستم گرفته میشود به آتمسفر تخلیه میگردد . یک انباره آب نیز بمنظور تامین کاستی های رینگ آب در مواقع لزوم در نظر گرفته شده است .

در هنگام روشن کردن یک پمپ سانتریفیوژ ، شیر مکش باید باز بوده و شیر تخلیه بسته باشد ، سپس موتور را روشن کرده و واحد آماده سازی (دستگاه تخلیه هوا) ، لوله مکش را از هوا تخلیه خواهد نمود . با خالی شدن پمپ از هوا ، شیر تخلیه را بتدریج باز کرده و مقدار مایع خروجی از پمپ را میتوان با باز و بستن شیر تخلیه تنظیم کرد . در هنگام توقف پمپ ، ابتدا شیر تخلیه (خروجی) را بسته و سپس موتور را باید خاموش نمود . در تعمیر و نگهداری منظم دستگاه (پمپ و موتور) ، احتیاج به بذل توجه در روغن کاری یا تاقانهای محور میباشد . همچنین از آب بند بودن کاسه نمد محور نیز میبایست اطمینان حاصل گردد . عملکرد ناصحیح و یا کمبود 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 در دستگاه تخلیه و هوا باشد . نشت هوا در لوله های مکش ، پروانه تحت فشار (برابر آشغال و سایر مواد) یا سفت بودن بیش از حد حلقه آب بند محور ، همگی به کاهش بازدهی پمپ ختم میشوند .

در هنگام 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 موتور میتوان به قطعات پمپ -

دسترسى پیدانمود . بدین ترتیب میتوان پروانه و محور را به آسانى جدا و برای بررسی و آزمایش بیرون آورد . بوش یا تاقان محور ، همچنین پوسته و رینگهای فرسایشی پروانه را باید از نظر فرسودگی مورد دقت قرارداد .

روفنده Ejector

روفنده نوعی پمپ است که فاقد اجزاء متحرک میباشد . نظم و ترتیب یک روفنده در شکل (۷-۵) نشان داده شده است . یک مایع یا گاز تحت فشار زیاد ، مانند بخار تخلیه شده از یک شیبوره که بصورت یک جت دارای سرعت زیاد است ، وارد شده و گازها یا مایعاتی را که شیبوره را احاطه کرده اند با خود به بیرون میفرستد . مخلوط فوق وارد یک لوله همگرا - واگرا شده و قسمتی از انرژی جنبشی آن تبدیل به انرژی فشار میگردد . روفنده ها میتوانند بصورت واحدهای یک یا چند مرحله ای بوده و دارای کاربردهای مخصوصی باشند . بعنوان مثال ، عمل یک روفنده در یک سیستم بسته تغذیه (به فصل پنجم رجوع کنید) .

سیستم لوله ها

درفضای ماشین آلات یک کشتی ، صدها متر لوله و اتصالات وجود دارد . شبکه های مختلف ، انتقال مایعات گوناگونی را در فشارها و دماهای متفاوت ، بعهده دارند . تحت تاثیر نیازهای عملی و ایمنی ، همچنین قوانین و مقررات وضع شده ، اتصالات ساده جای خود را به مجموعه تقریباً " پیچیده ای داده اند . صافی ها ، قطعات انشعابی و غیره مثالهایی از ملحقاتی هستند که در یک سیستم لوله کشی یافت میشوند .

لوله ها

لوله کشی موتورخانه کشتی ، تشکیل شده است از انواع لوله های مستقیم ، زانوئی، فلنج های اتصالی ، به همراه واشرها و رابط های مربوطه . درمورد لوله های کم قطر میتوان از کوپلینگ های فشار استفاده نمود . جنس لوله ها ، بادر نظر گرفتن مایعانی که از آنها عبور میکند و سایر شرایط کاری سیستم ، انتخاب میگردد . نمونه هایی از فلزات انتخاب شده در جدول شماره یک نشان داده شده اند :

جدول (۱) فلزات لوله ها

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

اگر لوله های گالوانیزه مورد نیاز باشد ، لوله کامل بانضمام تمام اتصالات جوشکاری شده بایستی در محلول گالوانیزه داغ فرو برده شود . وزن لوله ها توسط آویزه ها یا گیره های - مخصوص لوله ، بطریقی نگهداشته میشود که نوسانات لوله ها به حداقل ممکنه محدود شود .

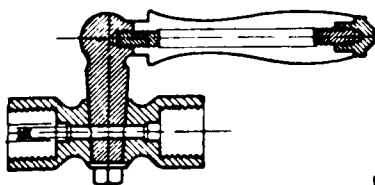
لوله های بخار یا لوله هائی از سیستم ، که دارای نوسانات شدید حرارتی هستند باید توسط آویزه های فنری که آزادی حرکت محدودی را امکان پذیر میسازند ، نگهداشته شوند ، بجای آویزه های فنری میتوان از حلقه های انبساطی لوله ای یا مفصل های انبساطی استفاده نمود .

شیرها

شیرها به منظور تنظیم یا قطع جریان مایعات در سیستم لوله کشی نصب میگردند . - انواع مختلفی از شیرها با کاربردهای مخصوص و مزایای خاص خود ، موجود میباشند .

شیرهای سماوری

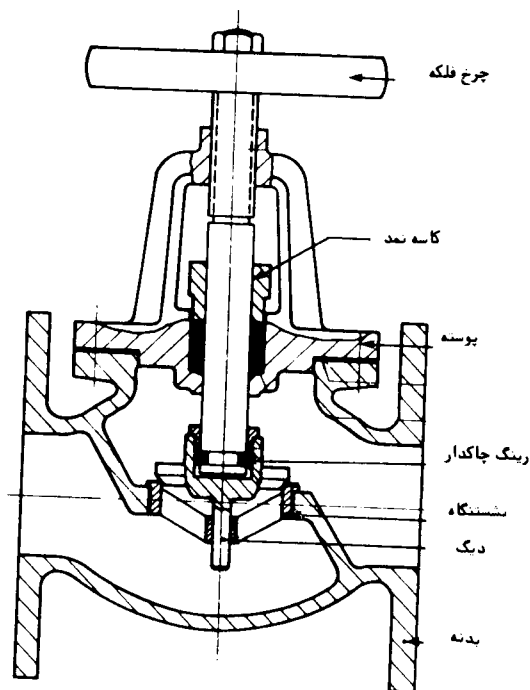
شیرهای سماوری در لوله های کم قطر بکار میروند و اتصال آنها به لوله های مجاور با استفاده از کوپلینگ تراکمی میباشد . شیرسماوری بوسیله یک تویی داخلی و یک اهرم خارجی ، یک مجرای داخلی را بسته و یا عبور جریان مایع را در آن محدود میکند . یک مثال از شیرسماوری مستقیم در شکل (۱۱ - ۶) نشان داده میشود .



شکل (۱۱ - ۶) شیر سماوری

شیر فلکه کره‌ای ، دارای بدنه تقریباً " کره‌ای شکلی است که نشستگاه و صفحه شیر را در

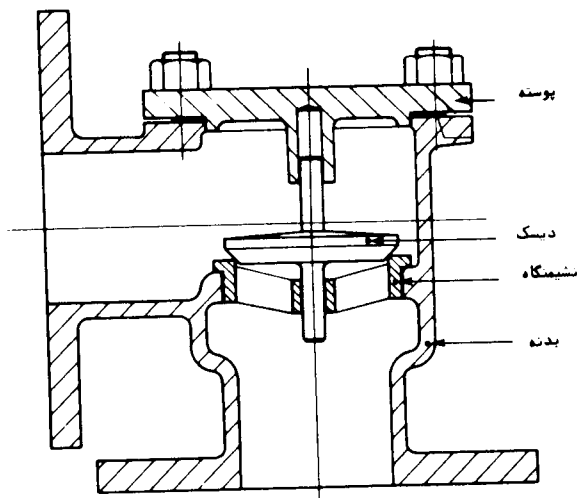
برمیگیرد . شکل (۱۲ - ۶) .



شیر فلکه پیچی شکل (۱۲ - ۶)

فلنج‌های واقع در دو طرف شیر برای اتصال شیر به لوله‌های مجاور بوده و مجراهای داخلی ، جریان مایع را از طریق نشستگاه شیر میسر میسازند . طرح شیر بگونه‌ایست که - جریان مایع همیشه از زیر نشستگاه شیر وارد شده تا محفظه بالائی در زمان بسته بوده شیر

تحت فشار نباشد . نظم و ترتیب شیر پیچی (با حرکت پیچ ، شیر باز و بسته میشود) به طریقی است که محور به صفحه شیر وصل شده است . یک بوش آب بندی با لایه های مخصوص خود ، محور را در جایی که از کلاهی شیر جدا میشود احاطه کرده است . قسمت بالائی محور شیر ، رزوه شده و از داخل یک قطعه پل دار که دارای رزوه مشابهی است عبور میکند . یک چرخ دستی ، عامل به چرخش در آمدن محور میباشد که این حرکت - چرخشی موجب بالا رفتن و پائین آمدن صفحه شیر میگردد . صفحه نشستگاه شیر در - موقع نشستن بر یکدیگر ، بصورت یک مجموعه کاملاً " آب بندی عمل میکنند و سطوح قرار آنها صاف و یا معمولاً " محدب - مقعر میباشد .



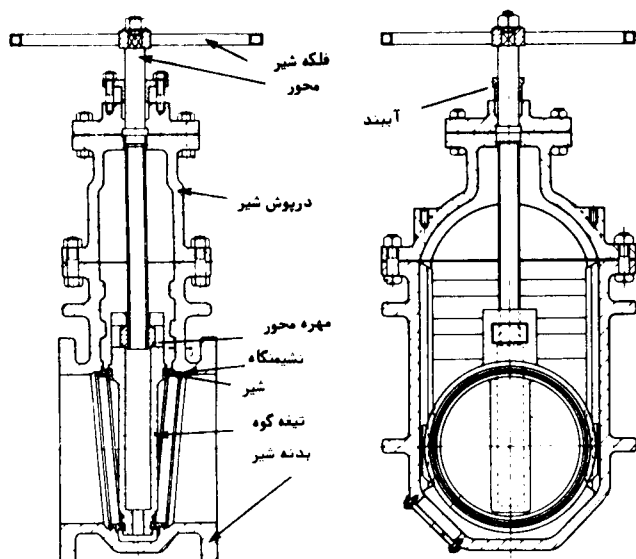
شکل (۱۳ - ۶) شیر یکطرفه

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

شیرهای یکطرفه یا بدون برگشت در شبکه های مختلف ، بمنظور ممانعت از عبور جریان معکوس نصب میگردند . اگر صفحه شیر به محور متصل نباشد ، یک شیر یکطرفه با پیچ پائین رونده خواهیم داشت SDNR . صفحه شیر در این حالت بایستی دارای - راهنما یا بال هائی باشد تا در موقع بسته شدن از استقرار صحیح آن اطمینان حاصل گردد . شیرهای یکطرفه ، بعضی اوقات بدون محور ساخته میشوند که در این صورت فشار مایع عامل بکار افتادن شیر میگردد و نتیجتا " آنها را نمیتوان با دست بست ، شکل (۱۳ - ۶) . - بدین منظور میتوان از یک سوپاپ که آزادانه از جای خود بلند میشود و یا از یک صفحه لولا شده استفاده نمود .

شیر فلکه کشویی

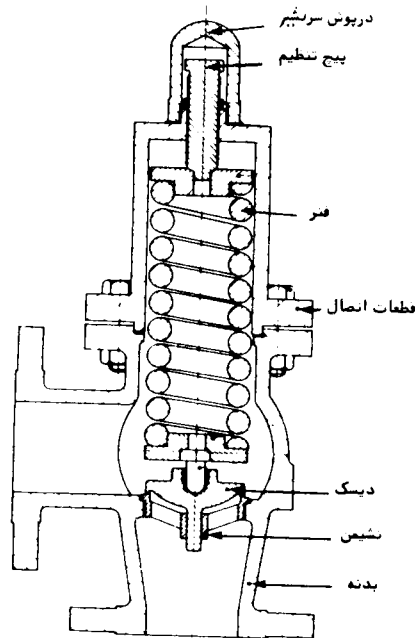
شیر فلکه کشویی بایستی کاملا " بسته یا باز باشد و برای کنترل جریان مایع مناسب نیست . هنگامیکه شیر باز است یک مجرای داخلی کاملا " باز ، جهت عبور مایع تشکیل میدهد ، زیرا سوپاپ یا دریچه کاملا " بلند شده است ، شکل (۱۴ - ۶) . انتهای - پائینی محور رزوه شده است و با چرخاندن آن ، دریچه بالا و یا پائین میرود .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



شکل (۱۴ - ۶) شیر کشویی

شیرهای اطمینان

با استفاده از شیرهای اطمینان از بوجود آمدن اضافه فشار در سیستم لوله کشی احتراز میگردد . صفحه شیر توسط فشار یک فنر بر روی محور شیر ، در حالت بسته باقی میماند ، شکل (۱۵ - ۶) . با تنظیم فشار فنر میتوان شیر را در فشار دلخواه و از پیش تعیین شده ای باز نمود . شیرهای اطمینان دیگ بخار یک نوع خاص از شیرهای اطمینان هستند که شرحشان در فصل چهارم گذشت .



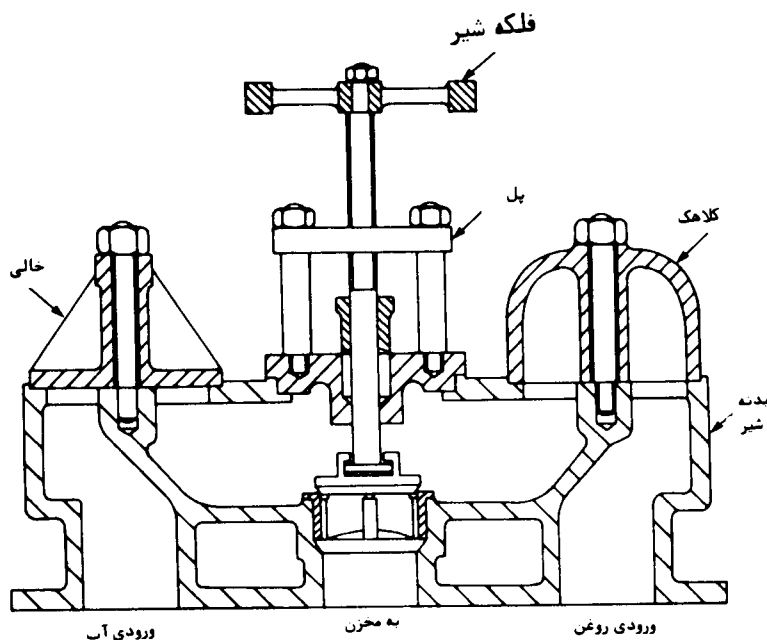
شکل (۱۵ - ۶) شیر اطمینان

شیرهای سریع القطع

شیرهای لوله مکش مخزن سوخت طوری ترتیب یافته اند که با کنترل از راه دور و با استفاده از شیرهای سریع القطع بسته شوند . با فرو افتادن پل ، جمع نیروهای ثقلی و تراکم فنر ، باعث بسته شدن سریع شیر میشود . از یک قطعه سیم که یا از نیروی دست - استفاده میکند و یا از یک سیلندر هیدرولیکی ، میتوان جهت انداختن پل استفاده نمود .

شیر مرکب

شیر مرکب (مجموعه - شیر) عبارتست از مجموعه‌ای از شیرها که همگی در یک - واحد بزرگ یا یک پوسته ساخته شده اند . نظم و ترتیب 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 - ۶) .



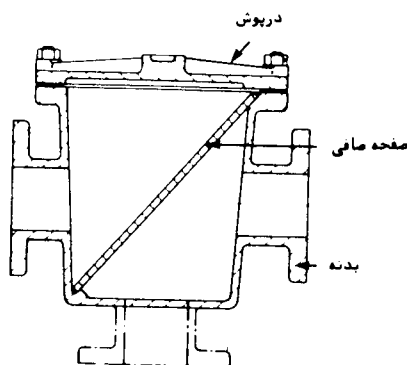
شکل (۱۶ - ۶) شیر مرکب

طراحی شیر بترتیبی است که مکش یک مخزن را یا به ورودی سیستم تعادل کشتی

وصل میکند و یابه سیستم اصلی انتقال سوخت ، ولی اتصال هردو دریـک زمان امکان پذیر نمیشد . ضرورت وجودی این شیر درشرایطی است که مخازن رابتوان برای هریک از منظـورهای 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 (۶ - ۱۷) . به منظور تمیز کردن صفحه مشبک داخلی درموقع لزوم تنها کافی است که سرعبه لجن گیر را برداشت و نیازی به بازکردن هیچ لوله یا اتصالاتی نیست .



شکل (۶ - ۱۷) لجن گیر

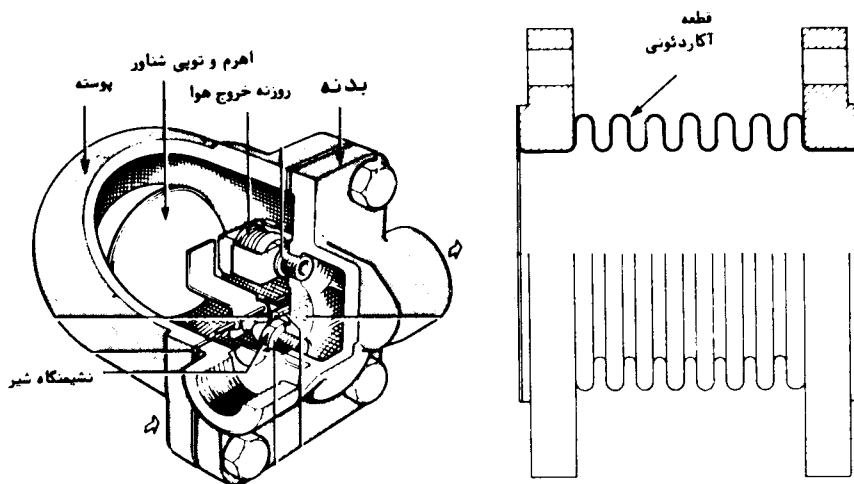
انتهای لوله های مکش مخازن بایستی دارای سریای پای گشادی باشند . سرگشاد یا پا ، دارای یک سطح مقطع ورودی حدود یک برابر و نیم سطح مقطع لوله میباشد . همچنین فضای آزاد اطراف پای لوله (فاصله آن ازصفحات ته و دیواره مخزن) مینماید حدوداً " یک برابر و نیم سطح مقطع لوله باشد .

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 بخار نصب میشود . در طرح های مختلف بخارگیر ، از شناورهای مکانیکی استفاده میشود . زمانیکه شناور در بخارهای تقطیر شده بحالت شناور درآید ، اجازه تخلیه آنها را میدهد ، شکل (۱۸ - ۶) . در طرحهای دیگر انواع مختلف ترموستاتها جهت بازکردن شیر ها و بمنظور تخلیه بخارهای تقطیر شده بکار میروند .

یک واسطه قابل انبساط در خط لوله هائیکه تحت تغییرات شدید حرارتی قرار دارند ، نصب میشود . یک نمونه از این قطعات بصورت یک لوله موج دار (آکاردئونی) است - که علاوه برداشتن قابلیت انبساط در جهت های مختلف ، عامل جذب ارتعاشات خط لوله نیز میباشد ، شکل (۱۹ - ۶) . قطعات نصب شده ، باید براساس تغییرات دمائی سیستم ، انتخاب شده و بگونه ای نصب گردند تا اجازه انبساط ها و انقباضات سیستم را بدهند .



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

در روھائی (تخلیه ها) درسیستم تعبیه شده اند و معمولاً " دارای شیرهای سماوری کوچکی هستند تا آنها را باز بسته کنند . بعضی از لوله ها و مشخصاً " لوله های سیستم بخار ، میبایست بطور منظم تخلیه شوند . اگر بخار وارد لوله ای شود که سطح تماس زیادی با آب موجود در لوله داشته باشد ، بخار وارده تقطیر گشته و خلأ نسبی در لوله بوجود میآید . سپس آبهای موجود ، در طول لوله جریان پیدا میکنند تا زمانی که به یک خم یا شیر بسته در لوله برخورد کنند . ضربه آب در حال حرکت در لوله 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 خود را دارند ، ولی بلحاظ مختلفه بیکدیگر متصل میباشد .

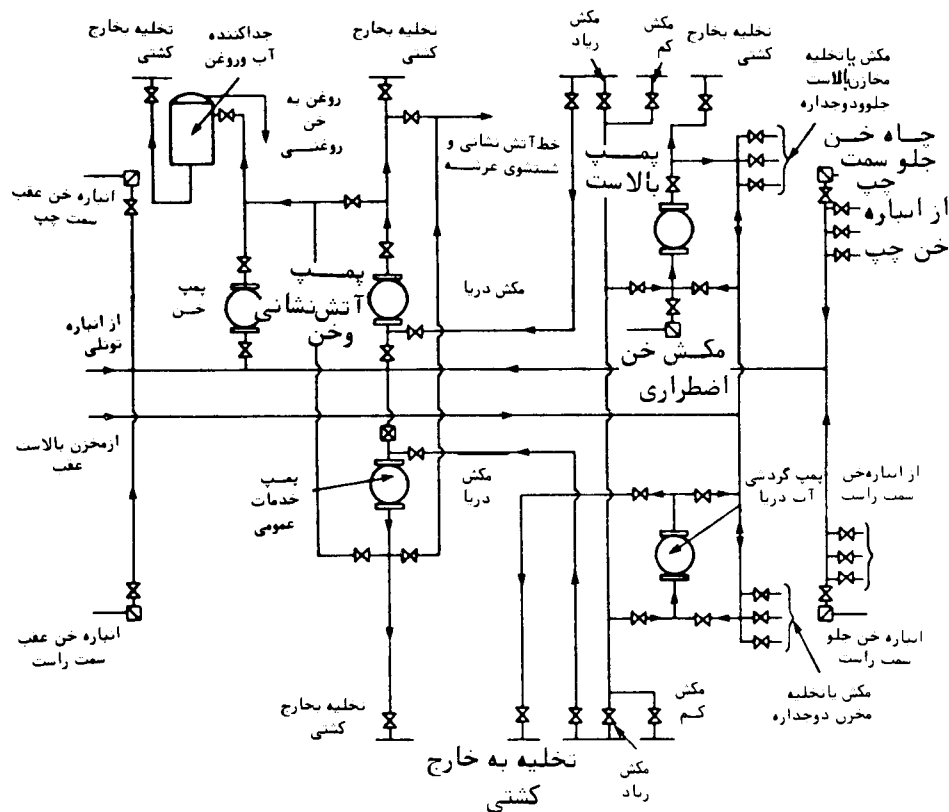
سیستم خن

خط اصلی خن ، وظیفه تخلیه مایعات از تمام مخازن آب بندی شده ، بجز مخازن بالاست ، آب و سوخت را داشته و این مایعات را به 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 ، در طبقه تحتانی موتورخانه نصب میشود . یک لوله عمودی ، این لجن گیر را به چاهک تجمع خن مرتبط میسازد .

مکش اضطراری خن یا شیر تزریق خن ، بمنظور جلوگیری از پر شدن 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 ، طبق مقررات ،

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

یک سیستم متداول در شکل (۲۰ - ۶) نشان داده شده است . پمپها و خطوط لوله مختلف ، ناحده‌ای بهم دیگر متصل شده اند تا بتوان هر کدام از پمپها را در صورت لزوم ، بعنوان جایگزین دیگری استفاده نمود



شکل ۲۰ / ۶ سیستم های خن و تعادل

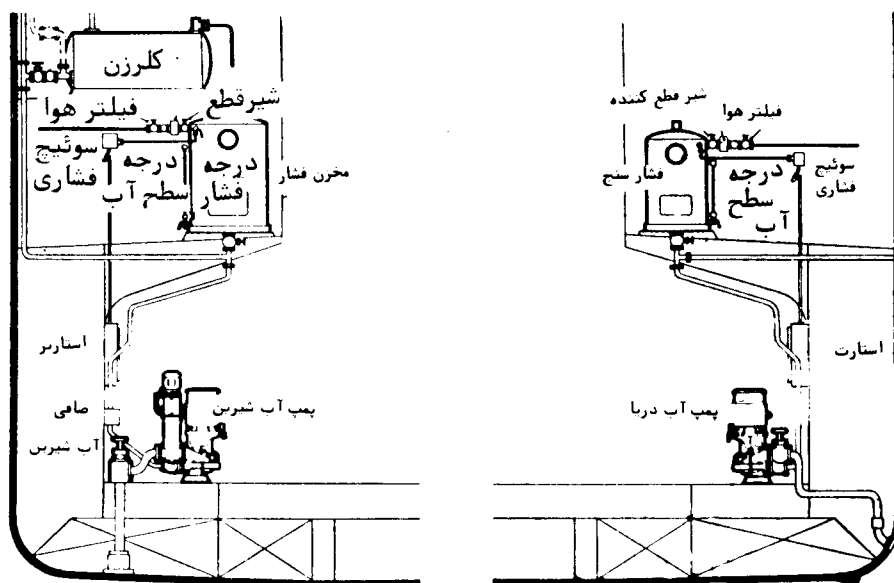
سیستم های تعادل BALLAST

نصب سیستم تعادل به این خاطر است که بتوان آب را از یکی از مخازن و یا از دریا کشیده و در صورت لزوم آن را به هر مخزن دیگر یا به دریا تخلیه نمود و این کار بمنظور تنظیم آبخور کشتی در سینه یا پاشنه می باشد . ورودی و خروجی های جداگانه یا ترکیبی، میتواند بدین منظور تعبیه شده باشد . درجائی که بتوان یک مخزن یا فضای حمل محموله را - برای تعادل یا محموله خشک استفاده نمود ، وجود اتصال خن یا تعادل ضروری میگردد . در نتیجه سیستم باید طوری ترتیب داده شود که فقط خطوط معینی در سیستم کاری قرار گرفته و سایر خطوط یا مسدود و یا بلا استفاده بمانند . درجائی که مخازن مختص سوخت و یا تعادل باشند بوجود یک شیر مرکب نیاز خواهد بود تا اطمینان 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)

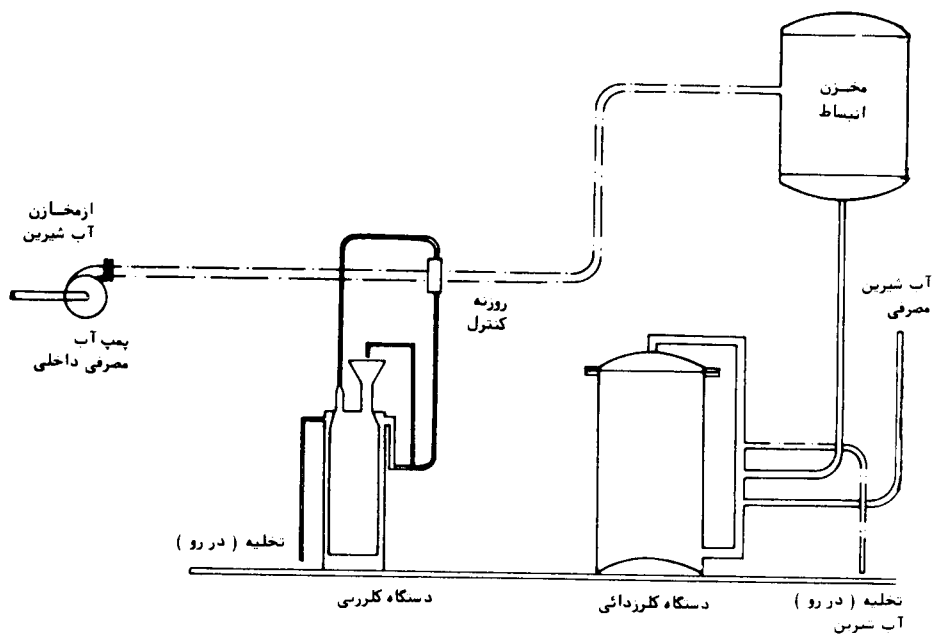
سیستم آب مصرفی معمولاً از یک سیستم آب شیرین جهت شرب و شستشو و یک سیستم آب شور برای شبکه توالی ها ، تشکیل شده است ، شکل (۲۱ - ۶) . هر دو سیستم از نظم و ترتیب مشابهی بهره میجویند که مشتمل بر یک پمپ اتومات ، بمنظور آبرسانی به مخزنی است که بوسیله هوای متراکم تحت فشار قرار گرفته است . هوای فشرده ، بمنظور تامین فشار مورد نیاز آب و رساندن آن به محل مورد مصرف (اتاق ها و غیره ...) می باشد . هنگامیکه ارتفاع آب مخزن تا سطح معینی تنزل یابد یک کلید فشاری ، پمپ را بصورت خودکار روشن میکند .

سیستم آب شیرین دارای گرم کننده ای است که معمولاً با بخار تغذیه گردیده و آب مصرفی مورد نیاز را گرم میکند . خلوص آب شیرین مصرفی برای مصارف شرب و آشپز - 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 -



شکل (۲۱ - 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 ، در یک کشتی حمل کالاهای منفرفه در شکل -
 (۲۲ - ۶) نشان داده شده است . آب مذکور بوسیله قرصهای کلر (هیدروکلریت) و
 به مقدار بیش از اندازه استرلیزه میگردد . سپس این آب در یک بستر کربن فعال ، بمنظور
 جذب کلرهای اضافی ، کلرزدائی میشود . هرگونه رنگ ، مزه و بوئی که در آب دریا -
 موجود باشد ، توسط کربن زائل میشود . کلر مازاد اولیه ، بمنظور حصول اطمینان کامل
 از استرلیزه شدن به آب اضافه میشود .



شکل (۲۲ - ۶) بهسازی آب مصرفی داخلی

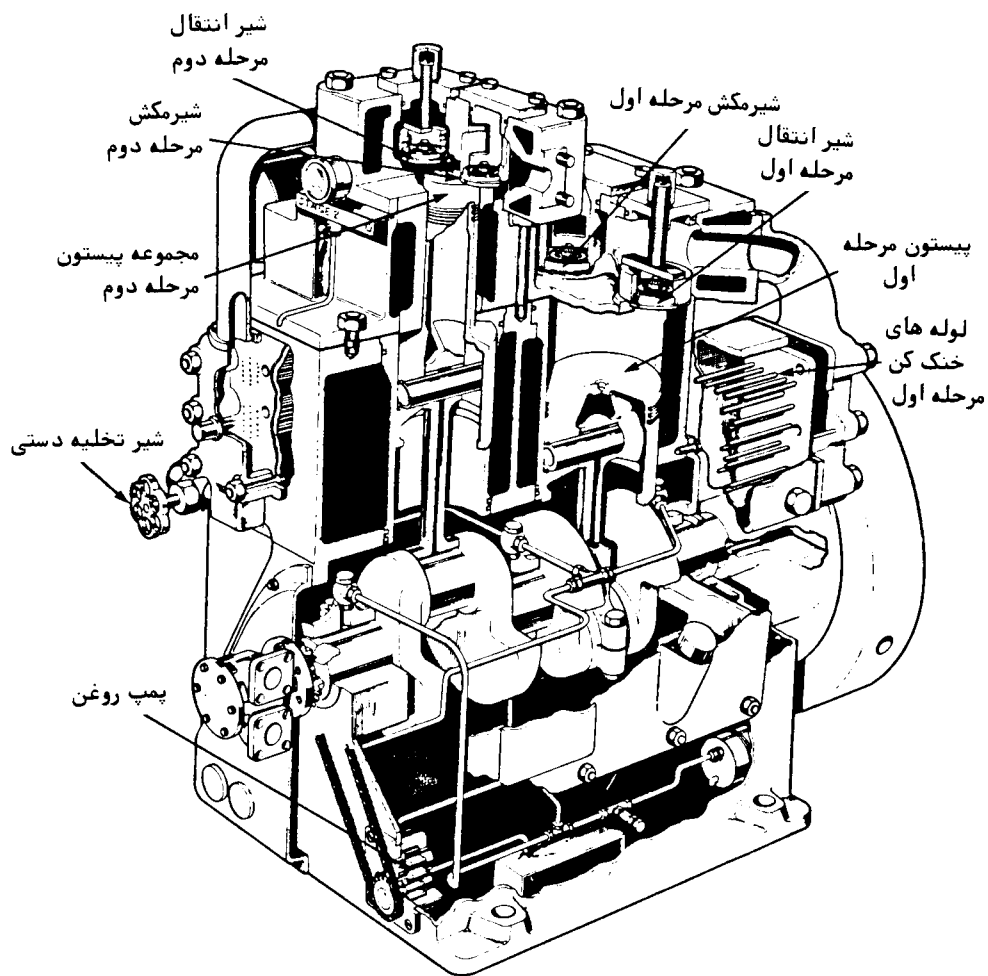
فصل ۷

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 در اینجا مطرح خواهند شد عبارت اند از : کمپرسورهای هوا ، مبدل های گرمائی ، دستگاه تقطیر ، دستگاه جداکننده آب و روغن ، دستگاههای استحاله 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 در زمان تعمیر و نگهداری ، جزء - کاربردهای هوای فشرده میباشد . فشارهای ۲۵ کیلوگرم برسانتیمترمربع (بار) و بیشتر توسط ماشینهای چند مرحلهای تولید میشود . در این ماشین ، هوا ابتدائاً " و در مرحله اول متراکم میگردد . در مرحله دوم پس از سرد شدن ، به فشار بالاتر رسانده شده و پروسه کاری به همین ترتیب ادامه می یابد . احتمالاً " کمپرسور دارای لنگ دومرحلهای ، متداول ترین نوع میباشد و یک نمونه از آن در شکل (۱ - ۷) نشان داده شده است .

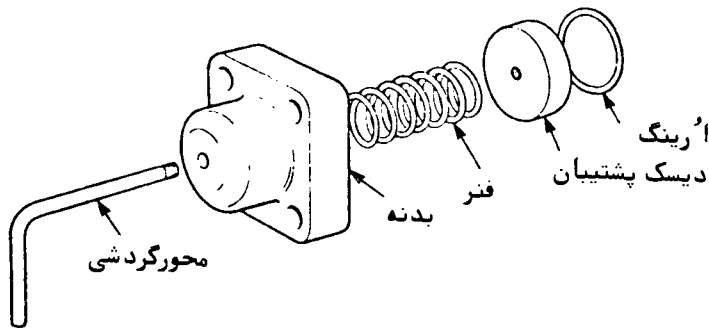


شکل (۷/۱) کمپرسور هوای دومرحله‌ای

در ضربه مکش، هوا از طریق مجموعه فیلتر و صداگیر داخل سوپاپ مکش مرحله اول کشیده میشود. در ضربه سربالائی پیستون، سوپاپ مکش بسته شده و هوا متراکم میشود. پس از تراکم هوا در مرحله اول، هوا از طریق سوپاپ خروجی خنک کننده مرحله اول انتقال می یابد. مکش و تراکم مرحله دوم نیز به همین ترتیب در سیلندر کوچکتر مرحله دوم انجام میپذیرد و هوا به فشارهای بالاتری میرسد. هوا، پس از گذشتن از سوپاپ خروجی مرحله دوم دوباره خنک و به سیستم ذخیره تحویل میگردد. کمپرسور، دارای محفظه میل لنگ محکمی است که پایه ای برای یاتاقانهای سه گانه لنگ محسوب میشود. محفظه و مجموعه سیلندرها در قسمت فوقانی کمپرسور قرار گرفته و در داخل هر سیلندر، یک آستر داخلی قابل تعویض نصب گردیده است. قسمتهای متحرک ماشین عبارتند از: پیستونها دسته پیستونها و میل لنگ یکپارچه با دومیل لنگ.

سرسیلندر مرحله اول، روی مجموعه سیلندرها سوار شده و سرسیلندر مرحله دوم روی سرسیلندر مرحله اول قرار گرفته است و هر کدام از سرسیلندرها دارای سوپاپ های مکش و تخلیه مخصوص بخود میباشد. یک پمپ دنده ای با محرک زنجیری، علاوه بر تامین روغن مورد نیاز یاتاقانهای اصلی، از طریق مجراهای دریل شده در میل لنگ، روغنکاری هردو یاتاقان دسته پیستون رانیز بعهده دارد. آب خنک کننده از طریق یک پمپ مستقل یا از طریق سیستم موجود برای سایر ماشین آلات موتورخانه تامین میگردد. آب از محفظه سیلندرها که شامل خنک کننده های هردو مرحله است عبور نموده و سپس وارد سرسیلندر های مرحله اول و دوم میشود. یک شیر اطمینان آب پوسته (شکل ۲-۷)، از بالا رفتن 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 مرحله اول و دوم نصب شده اند که با ۱۰٪ اضافه فشار عمل مینماید (فشار اضافی را از سیستم تخلیه میکنند). یک فیوز ذوب شونده پس از سرد کننده مرحله دوم نصب شده تا دمای هوای خروجی را محدود نموده و بدین ترتیب لوله ها و مخازن هوا را در برابر حرارت زیاد حفاظت کند.

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



شکل (۷/۲) شیر اطمینان آب پوسته

این عمل علاوه بر کاهش دادن گشتاور استارت دستگاه ، موجب بیرون راندن هرگونه رطوبت جمع شده در سیستم نیز میگردد . حضور رطوبت (قطرات آب) در سیستم ، 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 ، بالا رفتن صحیح فشار روغن رانیز باید تحت نظارت مستقیم قرار داد . شیرهای تخلیه مرحله اول و سپس مرحله دوم را - بسته و سپس ماشین شروع به کار کردن خواهد کرد . برای ثابت نشان دادن فشار ، شیرهای درجه فشار را باید تنظیم نمود . در صورت وجود شیرهای تخلیه دستی (غیر اتوماتیک) آنها را باید کمی باز نمود تا رطوبت موجود در سرد کننده تخلیه گردد . آب سرد کننده و 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 ، ابتدا " شیرهای تخلیه مرحله اول و دوم خنک - کننده را باید باز کرده و این اجازه را داد تا دستگاه بمدت ۲ الی ۳ دقیقه بدون بار کار کند

(بدون انجام عمل تراکم) . این کارکرد چند دقیقه‌ای بدون بار ، موجب می‌گردد تا دستگاه عاری از هرگونه رطوبت گردد . پس از آن میتوان کمپرسور را متوقف کرد ولی شیر های تخلیه را نباید از حالت بار خارج نمود . اگر قرار است دستگاه برای مدت طولانی بلا - استفاده باشد آب سردکننده را باید از دستگاه جدا نمود .

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

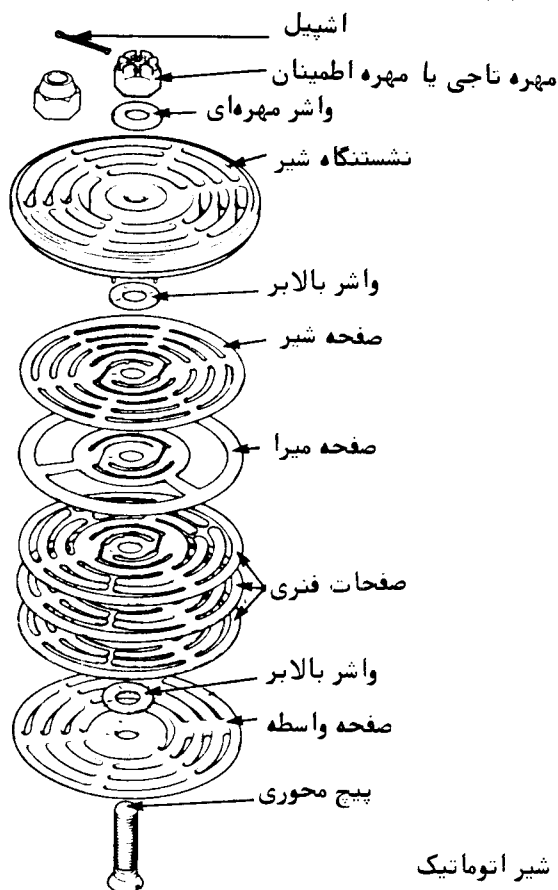
روشهای مختلفی جهت تخلیه خودکار میتواند مورد استفاده قرارگیرد اما در طرح - های دریائی یا از مکانیزمی استفاده میشود که در آن ، صفحات سوپاپ مکش را در نشستگاه هایشان نگه میدارد و بایک گذر فرعی را جهت تخلیه هوای مکش بکار میبرد . شیرهای تخلیه خودکار را بمنظور خارج نمودن رطوبت (قطرات آب) از سردکننده های کمپرسور نصب مینمایند . یک شیر یکطرفه نیز معمولاً " در نزدیکی ترین محل به سوپاپ تخلیه کمپرسور نصب میشود تا از بازگشت هوا جلوگیری بعمل آورد . نصب این قطعه در جائیکه تخلیه خودکار - نصب شده باشد ضروری است .

سیستم هوای فشرده برای استارت موتور دیزلی در فصل دوم مورد بحث قرار گرفته است . سیستم هوا بمنظور کنترل با استفاده از ابزار آلات ، از نظر محتوی رطوبت و روغن باید تابع ضوابط خاصی باشد . ازیک کمپرسور مخصوص بدون روغن میتوان جهت تهیه هوای کنترل استفاده نموده و یا هوای تهیه شده از یک کمپرسور معمولی را مورد عملیات پاکسازی قرارداد . در اینگونه عملیات پاکسازی ، هوا را از فیلتر عبور داده و خشک میکنند تا آن را از وجود روغن ، قطرات آب و ناخالصی های آتمسفر پاک نمایند .

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

در برنامه تعمیر و نگهداری کمپرسورها ، کار روی سوپاپهای مکش و تخلیه هر مرحله بیشتر-
بین وقت را بخود اختصاص میدهد . این سوپاپها خودکار بوده و برای انجام کار ، احتیاج
به مقدار کمی اختلاف فشار دارند .

بدلیل تعدد باز بسته شدن سوپاپهای مذکور ، ممکن است نیاز به روکش دادن -
نشستگاه سوپاپها شود . گرم شدن بیش از حد ، استفاده از روغن نامناسب برای لغزنده-
سازی و روغنکاری یا وجود ناخالصی ها ، ممکن است منجر به چسبندگی یا خوردگی سطوح
گردد . در شکل (۳-۷) صفحات واسطه مختلف ، صفحات فنری ، صفحات و نشستگاه
سوپاپها که اجزاء متشکله سوپاپ مکش یا سوپاپ تخلیه هستند ، نشان داده شده اند .



شکل (۳/۷) شیر اتوماتیک

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

مبدل های گرمائی

بطور کلی مبدل های گرمائی در کشتی ، خنک کننده هائی هستند که در آنها یک مایع - داغ توسط آب دریا خنک میشود . در مواردی نیز نیاز به گرم کردن یک مایع میباشد ؛ بطور مثال ، در گرم کننده های سوخت و گرم کننده های آب دریا ، برای تمیز کردن مخازن و غیره . اگرچه چکاننده اصلی در کشتی بخاری و دستگاه تقطیر آب ، مبدل های گرمائی هستند ، ولی بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته اند ، (به فصل پنجم رجوع شود) .

باجریان یافتن دو مایع مختلف در دو سمت سطوح مختلف لوله ها ، تبادل گرمایشی انجام میگردد . گرما از طریق سطوح هادی از مایع داغ به مایع سرد انتقال می یابد و حرارت دیواره های هادی ، متوسط حرارت دو مایع میباشد . در مبدل های گرمائی دریائی غالباً " دو مایع در خلاف جهت یکدیگر جریان می یابند که به حرکت مخالف یا متقابل موسوم - است . در چنین نظم و ترتیبی یک اختلاف درجه حرارت تقریباً " ثابت بین دو مایع برقرار شده و در نتیجه حداکثر انتقال حرارت در سطوح موجود صورت خواهد گرفت .

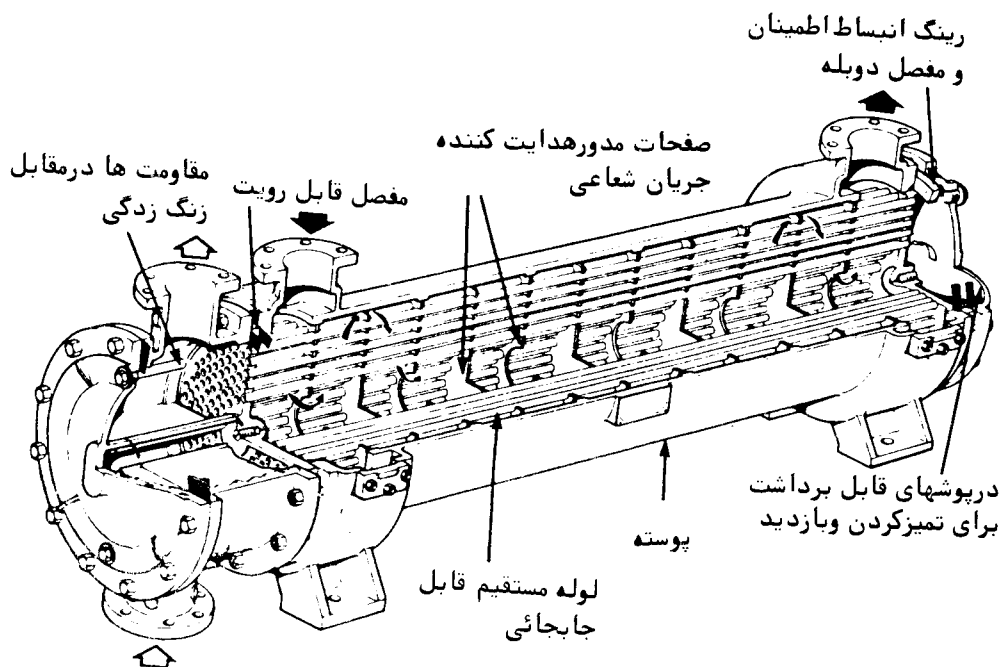
خنک کننده ها

خنک کننده های دریائی به دو گروه : بشکهای و صفحهای تقسیم میشوند که ذیلاً " هر دو نوع را مورد بررسی قرار میدهیم .

خنک کننده های بشکهای

در طرح سردکننده بشکهای ، یک دسته یا مجموعه ای از لوله هادرداخل یک پوسته قرار

میگیرند ، شکل (۷-۴) . صفحات انتهائی در دوسریپوسته بطور آب بندی قرار دارند . پیش بینی های لازمه دریکی از آنها جهت انبساط خنک کننده بعمل آمده است . لوله ها بطور آببندی در صفحات انتهائی استقرار یافته و مجرائی راجعت عبور مایع سرد کننده - بوجود میآورند . جعبه های آب ، صفحات لوله ها را دربر گرفته و پوسته رامی بندند . - جعبه های آب برای عبور یک مرحله ای یا دومرحله ای (شکل ۷-۴) آب خنک کننده طراحی میگردند . دسته لوله ها مجهز به صفحاتی میباشند تا مایعی را که قرار است سرد شود در جهت های بالا و پائین و در طول خنک کننده هدایت نماید . طرق اتصال لوله ها به صفحات انتهائی متفاوت است .



شکل (۷/۴) مبدل حرارتی بشکهای

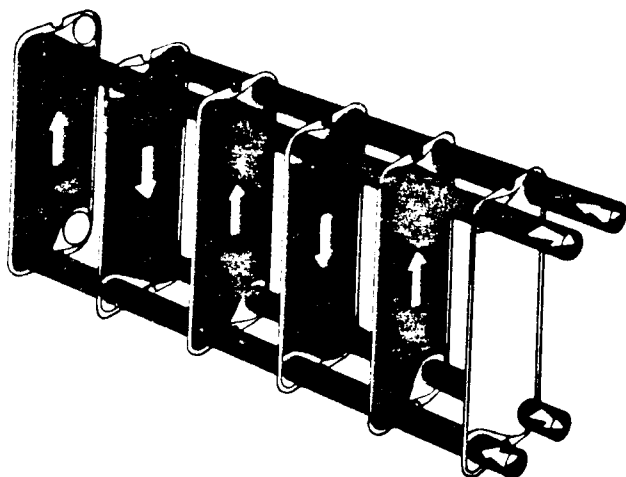
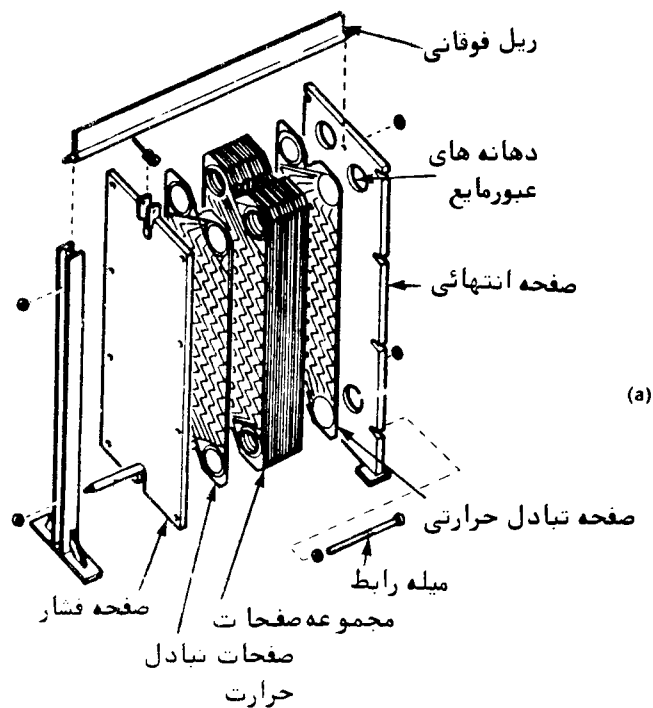
درطرف ثابت ، واشرهای آب بندی بین هردوطرف لوله ها ، بشکه و درپوش های انتهائی نصب شده اند . طرف دیگر ، صفحه برای حرکت انبساطی ، آزادی عمل داشته و این درحالی است که مواد آب بندی اطراف رینگ انبساط را احاطه کرده است . درصورت چکه کردن مایعات از مواد آببندی ، مایعات از خنک کن به بیرون سرایت نموده و قابل رویت خواهند بود و درنتیجه امکان اختلاط و آلودگی پیش نخواهد آمد .

خنک کننده های صفحه ای

مبدل های گرمائی صفحه ای از یکسری صفحات پرسی تشکیل شده اند که بوسیله مواد آب بندی احاطه گردیده و توسط یک قاب دریک مجموعه نگهداشته میشوند ، شکل (a ۵-۷) انشعابات ورودی و خروجی برای هرمايع به یک صفحه انتهائی وصل شده است . آب بندها ، بین صفحات بشکلی قرارگرفته اند تا مجراهاییکه برای آب خنک کننده و آب داغ بوجود بیاورند ، شکل (b ۵-۷) . صفحات دارای طرحهای مختلف یاچین خوردگی هائی است تا انتقال گرماتسهیل نموده ، همچنین پایه نگهدارنده ای - 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 گردیده است .

طرز کار سرد کننده ها

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



شکل (۷/۵) مبدل حرارتی صفحه ای (الف) ساختمان (ب) طرز کار

برجای ماندن هوا در سردکننده تاثیر سوئی در راندمان دستگاه خواهد داشت . هوا- کش هایی در بالاترین نقاط سرد کننده قرار گرفته اند که میبایست در ابتدای پرکردن سرد کننده از مایع ، باز شده و پس از آن نیز هرچند وقت یکبار مجدداً " باز گردند . بانصب عمودی سرد کننده تک مرحله ای ، تخلیه هوا بطور خودکار انجام خواهد گرفت . با قراردادن رو به پائین انشعاب ورودی آب سرد کننده و رو به بالای شاخه خروجی، موجب تخلیه خودکار هوا درخنگ 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 صفحانی که با آب دریا در تماس اند ، رشد خواهند کرد .

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

نشت کردن لوله ها میتواند در نتیجه زنگ زدگی باشد ، برای بازدید و تشخیص نشتی، آب سرد کننده را بسته و مایع سرد شونده را در 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 در مایع طرف پوسته ، میتوان به وجود نشتی پی برد زیرا نفوذ هرگونه مایع در لوله ها را میتوان با نور ماوراء بنفش آزمایش کرده و رنگ سبز روشن ، حاکی از نشتی خواهد بود .

انتهای لوله هائی را که چکه میکند میتوان موقتاً "مسدود کرده و یا چنین لوله هائی را - بیرون آورده و با لوله های نو جایگزین نمود .

وجود ناشی درسردکننده های صفحه ای ، مسئله حادثی را بوجود میآورد . برای پیدا کردن نقطه نشت ، صفحات را بایستی با چشم مورد بازرسی قرارداد . اتصالات بین صفحات در خلال کار و یادر زمان جمع کردن دستگاه پس از تعمیرات ، میتوانند مسئله ساز باشند .

اگر قرار باشد که سرد کننده ها برای مدت زمان طولانی مانند زمان بازرسی فنی و - تعمیرات کلی بلااستفاده بمانند ، آنها را بایستی از آب دریا تخلیه نموده و سپس با آب شیرین شستشو داده و یا تنها یک بار آب شیرین را از آنها عبور داد و آنگاه آنها را خشک نموده تا برای زمان کاری آماده باشد .

گرم کننده ها

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

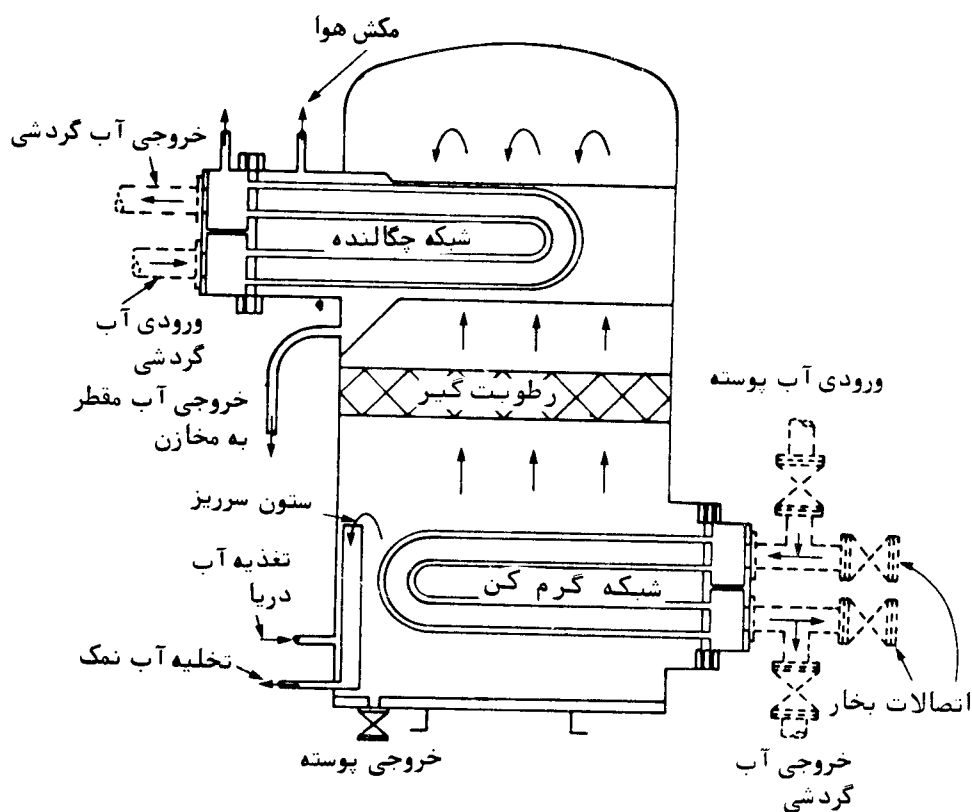
سیستم های تقطیر آب

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 یا بوسیله تبخیر آبی تهیه میشود . در جریان این تبخیر ، حدود ۳۲۰۰۰ قسمت مواد ناخالص حل 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 " نیز اطلاق میگردد .

روش بجوش آوردن

با استفاده از انرژی موجود در لوله های گرم کننده و با تقلیل فشار در محفظه تبخیر کننده ، آب دریا را میتوان در حدود ۶۰ درجه سانتیگراد بجوش آورد . برای تهیه آب - دریای مورد استفاده در دستگاه تقطیر ، ابتدا آب دریا را در چگالنده بگردش در آورده و سپس قسمتی از خروجی آن را بعنوان تغذیه دستگاه تقطیر ، وارد محفظه تقطیر مینمایند .

شکل (۶-۷) .



شکل (۶/۷) تبخیر کننده از نوع حرارت زیاد

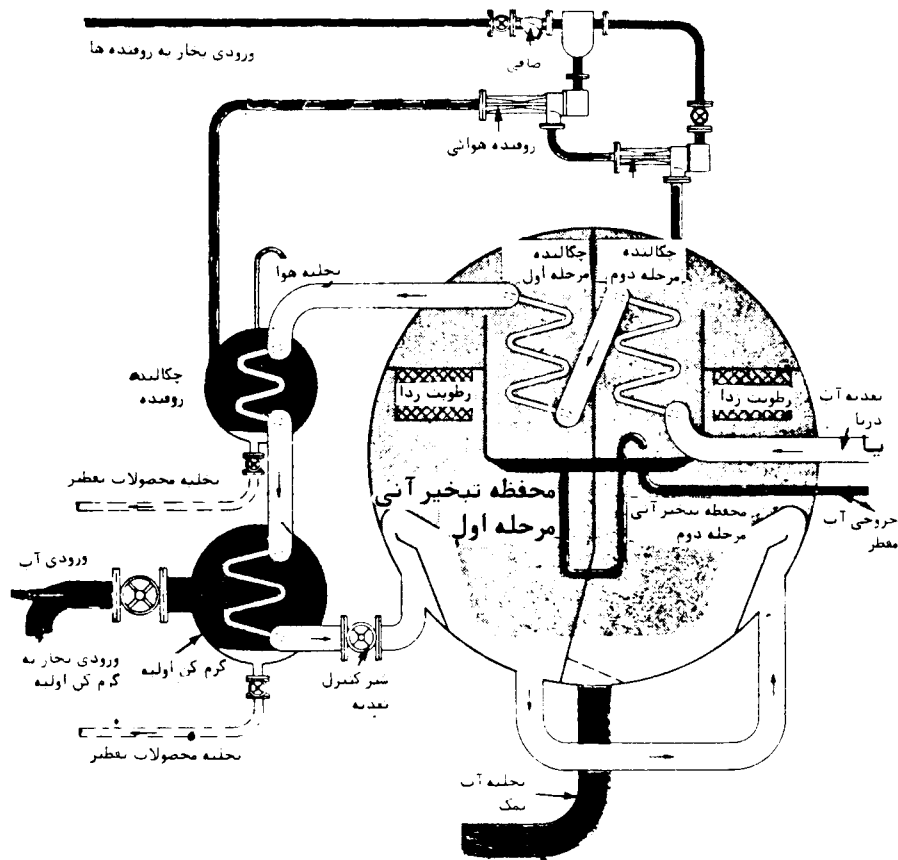
آب داغ پوسته موتور دیزلی (آبی که بعنوان سرد کننده پوسته موتور دیزلی بکار میرود، پس از جذب گرمای موتور، دارای انرژی گرمائی میشود) و یابخار، از شبکه گرم کن عبور نموده و بعلت کاهش فشار در محفظه دستگاه تقطیر، آب دریا بجوش میآید. بخار تولید شده بسمت بالا رفته و در مسیر خود از یک جداکننده که از آب و بخار عبور میکند و در آنجا قطرات آب خود را از دست میدهد. در قسمت تبدیل بخار به آب، بخار تبدیل به آب خالص میشود که این آب بوسیله پمپ تقطیر به بیرون مکیده میشود. آب شور وارده به دستگاه، توسط یک کنترل کننده جریان، تنظیم و کنترل شده و تقریباً "نصف آب تغذیه تبخیر - میگردد". باقیمانده آب مذکور بطور مدام از روی یک صفحه مشبک عبور کرده و با خود آب نمکهای اضافی را به بیرون هدایت مینماید. یک روفنده مشترک آب نمک و هوا، باعث بیرون کشیده شدن آب نمک و هوا از دستگاه تقطیر میگردد.

روش تبخیر آبی

هرگاه مایعی با مقدار قابل ملاحظه انرژی گرمائی و تحت فشار معین وارد محفظه‌ای گردد که در فشار کمتری قرار دارد، تبخیر آبی مایع بوقوع می پیوندد. مایع بدون آنکه از مرحله جوشیدن عبور نماید، بلافاصله تبدیل به بخار نمیشود. با توجه به مقدار گرمای موجود در مایع، فشار آب و فشار محفظه، طراحی سیستم بطریقی است که نسبت تبخیر مطلوبی را بوجود آورد. تبخیر در بیش از یک مرحله میتواند صورت گیرد، بدین ترتیب که مایع را از محفظه‌های متوالی که بترتیب از فشار آنها کاسته میگردد، عبور میدهند.

یک دستگاه تبخیر آبی دو مرحله‌ای در شکل (۷-۷) نشان داده شده است. پمپ - تغذیه، آب دریا را از داخل چگالنده بخارها و یک دستگاه پیش گرمائی گردش میدهد. سپس آب دریای گرم شده وارد محفظه تبخیر آبی مرحله اول میشود که در آنجا مقداری از این آب - فوراً تبخیر میگردد. همزمان با بالا رفتن بخار، یک جداکننده بخار و آب، قطرات آب - موجود در بخار را جدا نموده و بخار خالص در چگالنده مرحله اول تبدیل به آب میشود.

آب دریای گرم شده ، وارد محفظه تبخیر آبی مرحله دوم که در فشار کمتری است میشود و مقدار بیشتری از آن فوراً " تبدیل به بخار میشود . این بخار نیز از جداکننده بخار و آب عبور کرده و پس از تقطیر ، به همراه آب تولید شده در مرحله اول ، توسط پمپ تقطیر به بیرون پمپاژ میشود .



شکل (۷/۷) تبخیر کننده آبی دو مرحله ای

رونده هوایی دو مرحله ای بمنظور حفظ خلأ صحیح در محفظه تبخیر آبی و خارج نمودن گازهای محلول آزاد شده با بخار استفاده شده است .

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

تعمیر و نگهداری

در زمان کار دستگاه تقطیر، رسوب، روی سطوح گرمایشی تشکیل خواهد شد. مقدار شکل رسوب بستگی به درجه حرارت کاری دستگاه، مقدار جریان آب و چگالی آب نمک دارد.

با تجمع رسوبات، گرمای بیشتری برای تولید مقدار معین آب خالص مورد نیاز خواهد بود و یا چنانچه مقدار گرما ثابت باشد مقدار آب کمتری تولید خواهد شد.

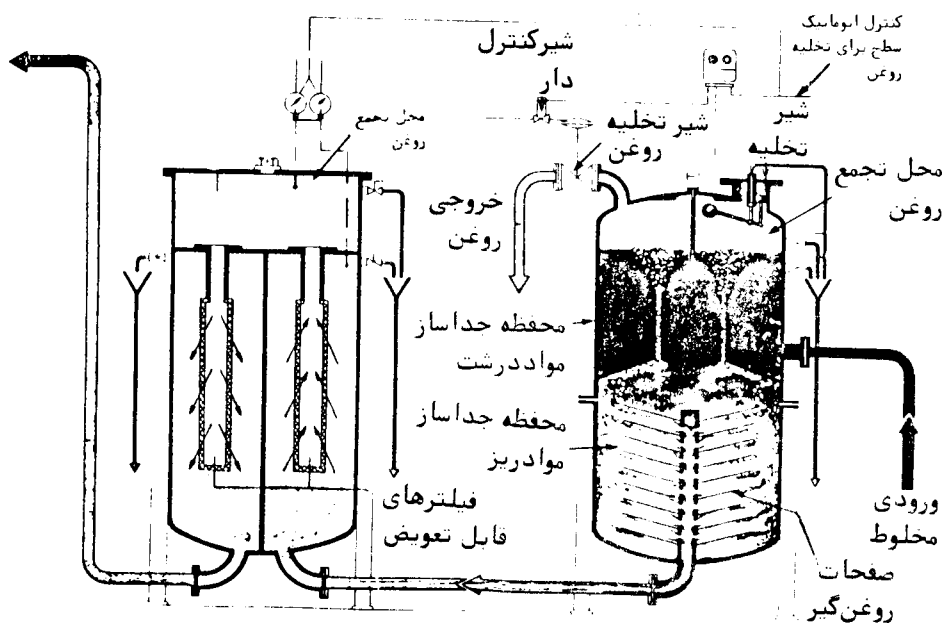
در روش سرمایشی، جداره های لوله ها را با سرعت و متناوباً "گرم و سپس سرد میکنند و با این روش در سیستمهاییکه از مکانیزم جوش آوردن آب استفاده میشود، میتوان مقدار رسوبات را کاهش داد. با تمام این پیشگیریها، نهایتاً "دستگاه رامیایست متوقف نموده و رسوبات را با عوامل شیمیائی و یا بطور دستی از سیستم جدا نمود.

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، در هنگام پمپاژ خن موتورخانه، مخازن سوخت و روغن و غیره... میباشد. مقررات بین المللی در رابطه با جلوگیری از آلودگی محیط دریاهای، بتدریج از شدت عمل بیشتری برخوردار گردیده و پیوسته حدمجاز مواد روغنی موجود در آب را کاهش داده است. در آینده نزدیک، آب قابل تخلیه از کشتی، به آبی اطلاق خواهد گردید که

فقط ۱۵ قسمت روغن در یک میلیون قسمت آب داشته باشد . دستگاه جداکننده آب و روغن با استفاده از مکانیزم شغلی ، فقط میتواند مخلوط آب و روغن را تا حد ۱۰۰ قسمت روغن در میلیون تصفیه کند و در نتیجه بایستی در ارتباط بایک نوع صافی بکار گرفته شود . با توجه به اندازه یک کشتی ، قانون تخلیه ۱۵ یا ۱۰۰ قسمت روغن در میلیون حاکم خواهد بود در صورتیکه درجه خلوص ۱۰۰ قسمت روغن در میلیون مجاز باشد ، میتوان از این دستگاه جداکننده بتنهایی استفاده نمود .

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



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

در اینجا به دلیل چگالی کمتر، مقداری از روغن، از آب جدا شده و بسوی منطقه - تجمع روغن بالا میرود. باقیمانده مخلوط آب و روغن، روبه پائین و بطرف قسمت جدا کننده‌ایکه از دقت عمل بیشتری برخوردار است، حرکت نموده و از میان صفحات روغن گیر به آهستگی عبور میکند. همزمان با حرکت مخلوط، در زیر این صفحات مقدار بیشتری روغن از مخلوط جدا شده و روبه بیرون حرکت مینماید تا زمانیکه بتواند روبه بالا و بطرف منطقه تجمع روغن راه یابد. تقریباً "آب بدون روغن وارد لوله مرکزی شده و از واحد جداکننده به بیرون هدایت خواهد شد. درجه خلوص آب در این مرحله حدود ۱۰۰ قسمت روغن در میلیون یا کمتر میباشد. یک شیر کنترل خودکار این امکان را به روغن جدا شده میدهد تا وارد یک مخزن ذخیره گردد. هوا از واحد مذکور توسط یک شیر هواکش خارج میشود. بسته بنوع روغن بکار رفته، کوئل های گرم شده بخاری یا الکتریکی در قسمت بالا و بعضی اوقات در - قسمت پائین دستگاه نصب میشوند.

اگر خلوص بیشتری مورد نیاز باشد، آب تقریباً "بدون روغن"، وارد یک واحد صافی (فیلتر) دو مرحله‌ای شده و روغن بدست آمده وارد یک منطقه تجمع روغن میگردد. مرحله اول، علاوه بر جدا کردن ناخالصی های فیزیکی موجود، به ارتقاء درجه خلوص محلول نیز کمک مینماید. مرحله دوم، صافی بسیار حساس تری است و روغن زدائی نهائی را انجام میدهد. واژه "دلمه شدن" عبارتست از شکست کشش سطحی موجود بین قطرات روغن در مخلوط آب و روغن، که منجر به الحاق قطرات روغن و تجمع آنها در قطعات بزرگ میشود. روغن از محفظه تجمع و بطریق دستی (با باز کردن یک شیر دستی) بنابه نیاز و معمولاً یک بار در هفته تخلیه میگردد. غشاهای فیلتر نیاز به تعویض ادواری دارند و عمر مفید آنها بستگی به شرایط کاری دستگاه دارد.

طبق جدیدترین مقررات وضع شده، در صورتیکه درجه خلوص آب مورد نیاز ۱۰۰ - قسمت روغن در میلیون باشد، یک واحد کنترل کننده باید مقادیر را بطور پیوسته ضبط نماید. چنانچه درجه خلوص ۱۵ قسمت در میلیون مورد نیاز باشد، بایستی از یک زنگ (آژیر) استفاده شود تا در صورتیکه روغن خروجی از ۱۵ قسمت بیشتر شد، زنگ به صدا درآمده و - مسئول موتورخانه در جریان قرارگیرد.

استحاله فاضلاب

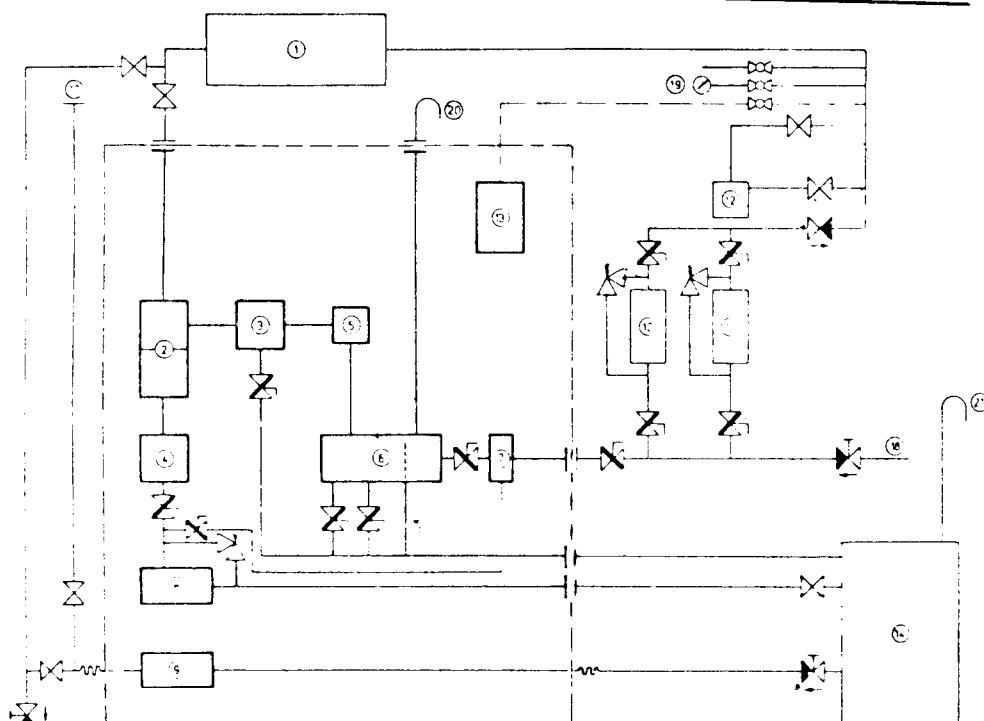
تخلیه فاضلابی که عملیات استحاله روی آن انجام نگردیده باشد در آبهای کنترل شده یا ساحلی طبق قانون ممنوع میباشد. قوانین و مقررات بین المللی حاکی بر عدم تخلیه فاضلاب در فاصله معینی از خشکی است. در نتیجه بمنظور تطبیق با بعضی استانداردها کلیه کشتی های جدید بایستی مجهز به دستگاه استحاله فاضلاب باشند.

فاضلاب قبل از استحاله، بشکل مواد معلق بد منظره ای است. فاضلاب، برای شکسته شدن طبیعی باید اکسیژن جذب کند. در صورت 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 باکتریهای است که گاز سولفور هیدروژن تولید میکنند. یک باکتری مخصوص بنام "ئی - کالیفورم"، در روده انسان زیست میکند که در فاضلاب نیز یافت میشود. شمارش ئی - کالی یک نمونه آب، معیاری بر مقدار فاضلاب موجود در آب است.

دو طرح کلی در دستگاههای تصفیه فاضلاب وجود دارد که از روشهای شیمیائی بایو - لوژیکی استفاده میکنند. روش شیمیائی اساساً "برمنای یک مخزن ذخیره است که مواد جامد را بطور موقت در خود جمع کرده تا در مکانهای مجاز و یا در تاسیسات فاضلاب بندری تخلیه نماید. در روش بیولوژیکی، فاضلاب را به کیفیتی استحاله مینمایند تا برای تخلیه در دریا مناسب باشد.

استحاله شیمیائی فاضلاب

این سیستم، فاضلاب جمع شده را تقلیل داده و پس از عملیات استحاله آن را ذخیره نموده تا در محدوده ای که منعی وجود ندارد از کشتی تخلیه شود (امکاناً "در دریاهای آزاد). در صورت وجود امکانات بندری، فاضلاب نگهداری شده را میتوان به آن شبکه متصل نمود.



- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| ۱ - نواالت ها | شیر کشویی |
| ۲ - دیوارهای تقسیم | شیر پروانه‌ای |
| ۳ - مخازن مایع جدا شده | شیر یکطرفه |
| ۴ - مخازن جامدات جدا شده | شیر فلکه پیچی یکطرفه |
| ۵ - سینی قرص | شیر تقلیل فشار |
| ۶ - مخزن استحاله | مخزن مواد جامد |
| ۷ - فیلتر خودتمیز کن | سرریز |
| ۸ - پمپ سایشی | تخلیه به خارج کشتی |
| ۹ - پمپ مواد جامد | تخلیه از عرشه به تاسیسات ساحلی |
| ۱۰ - پمپ بهداشتی | تغذیه آب شستشوی خارجی |
| ۱۱ - پمپ بهداشتی | فشار سنج |
| ۱۲ - اکومولاتور | تخلیه هوای مخزن استحاله |
| ۱۳ - تابلو کنترل | تخلیه هوای مخزن جامدات |

شکل (۷/۹) سیستم استحاله شیمیائی فاضلاب

در نتیجه ، چنین سیستمی بایستی در محدوده‌ای که کشتی نمیتواند فاضلاب را تخلیه کند ، آن را جمع و انبار کند . در صورت اجازه مقررات ، با تخلیه آب دستشویی ها ، چاهها و دوش ها مستقیماً " به بیرون از کشتی ، میتوان محتوی فاضلاب را تقلیل داد . آب دست - شوئی ها پس از آنکه تحت عملیات شیمیائی قرار گرفتند بعنوان آب سیفون توالت ، دوباره مصرف میشود . مایع مذکور بایستی با کیفیتی تحت عملیات شیمیائی قرار گیرد که بو و رنگ قابل قبولی داشته باشد .

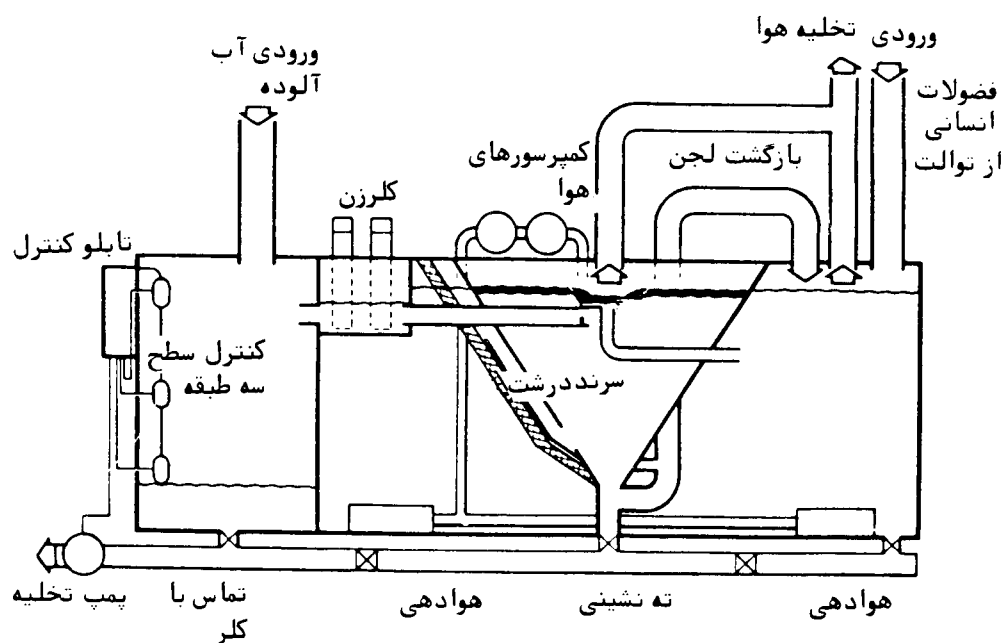
دیاگرام خطی یک دستگاه استحاله فاضلاب در شکل (۹ - ۷) نشان داده شده است . مواد شیمیائی مختلف بمنظور زائل کردن رنگ و بو ، در نقاط معینی به دستگاه اضافه میگردد . از همین تکنیک برای شکستن قطعات جامد و میکرب زدائی استفاده میشود . از یک خرد کن بمنظور تجربه فیزیکی و تسهیل در تجزیه شیمیائی استفاده میشود . مواد جامد در مخزن ته نشین و انبار میگردد تا بالاخره به مخزن نهائی تخلیه شوند . مایعات نیز برای سیفونهای توالت دوباره به گردش در خواهند 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 زنگ زدگی های ناشی از درجه بالای قلیائی صورت میپذیرد .

استحاله بیولوژیکی فاضلاب

سیستم بیولوژیکی با استفاده از باکتری ها فاضلاب را کاملاً " 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 در جریان این عمل ، آن را تبدیل به لجن میکنند . باکتریهای طالب اکسیژن بنام "هوازیان" معروف هستند .

دستگاه استحاله دارای مخزنی با سه قسمت مجزای آب بندی شده است که عبارتند از:
قسمت هوارسانی ، قسمت ته نشینی و قسمت تماس با کلر ، شکل (۷ - ۱۰)



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

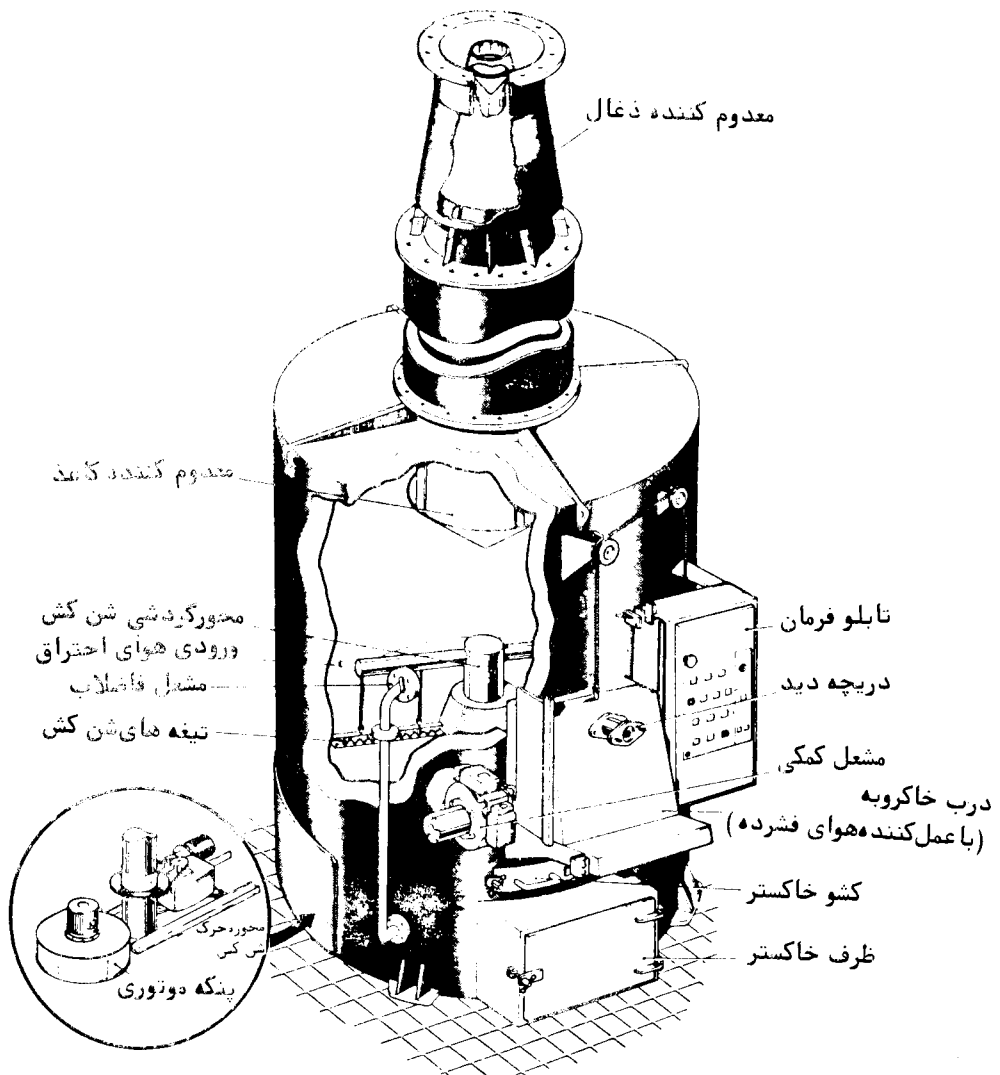
ته نشین میشوند . مایع ، وارد قسمت کلرزی شده و پس از اینکه تمام باکتریهای باقیمانده در این واحد کشته شدند از آنجا تخلیه میشود . کلر بصورت قرص در قسمت کلرزی قرار میگیرد و پس از اتمام آنها ، میبایست باقرصهای جدید جایگزین گردند . لجن های فعال در مخزن ته نشینی مرتباً " گردش کرده و افزایش مییابند و در نتیجه هردو یاسه ماه یکبار باید قسمتی از آن را تخلیه نمود . لجن های حاصله را فقط در خارج از محدوده کنترل شده بایستی تخلیه نمود .

دستگاه سوزاننده ضایعات

قوانین بازدارنده ، در رابطه با آلودگی محیط دریاها ، تخلیه آبهای تصفیه نشده ، فاضلاب و ضایعات روغنی و لجن را محدود و در بعضی موارد کاملاً " ممنوع اعلام نموده است . بمنظور تبعیت از وضعیت ممنوعیت تخلیه میبایست از دستگاه سوزاننده ضایعات سوختی ، — روغنی و غیره ... استفاده نمود . وقتی که این روش در رابطه با سیستم فاضلاب ، همچنین با دستگاه سوزاننده لجن های روغنی بکار گرفته شود ، دستگاه تشکیل یک مجموعه کامل دفع ضایعات را خواهد داد .

یکی از انواع دستگاههای سوزاننده ضایعات در شکل (۱۱ - ۷) نشان داده شده است . محفظه احتراق یک سیلندر (استوانه) عمودی است که مواد نسوز، آستر داخلی آن را تشکیل میدهند . یک مشعل مازوت سوز بمنظور اشتعال ضایعات و لجن های روغنی نصب گردیده و — 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 فرعی کار میکند . هوای احتراق 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 در عمل احتراق ، موجب میگردد تا خاکسترها و سایر مواد نسوز باقی مانده در محفظه احتراق ، وارد — یک مخزن خاکستر شود . درب ورودی ضایعات به سیستمی مجهز است که با باز شدن آن دمنده و مشعل نیز متوقف میگردند .

مواد جامد که معمولاً "درکیسه هائی" قرار دارند ، در یک سیکل خودکار میسوزند . —
 مایعات ضایعاتی نیز در مخزنی انبار شده و پس از گرم شدن بسوی محفظه سوخت لجن ،
 پمپاژ میشوند که در آنجا در یک سیکل خودکار خواهند سوخت . پس از انجام عملیات ،
 جعبه خاکسترها رامیتوان از کشتی تخلیه کرد .



شکل (۷/۱۱) دستگاه سوزاننده ضایعات

فصل ۸

سوخت، روغن و عملیات بهسازی آنها

در حال حاضر نفت خام متداولترین سوخت برای مصارف دریائی است . اگرچه مراحل ساخت سوخته‌های مصنوعی در حال تکمیل شدن است ، اما احتمالاً " این نوع سوخت برای رانش کشتی بسیار گران خواهد بود . مصرف سوخت جامد مانند ذغال سنگ در بعضی از سفرهای تجاری خاص ، با اندک اقبال مجددی مواجه گردیده است ، ولیکن بنظر میرسد 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 - تقطیر و کاربرد سوخته‌های گروه پارافینی در توربین گازی ، سوخته‌های گازوئیلی در موتورهای دیزلی سرعت زیاد و متوسط ، سوخته‌های سنگین در موتورهای سرعت کم و در بعضی موتورهای سرعت متوسط . پارافین و گازوئیل بنام عناصر تقطیر معروفند که میتوانند آزادانه جریان پیدا کرده براحقی انبار شده و بدون عملیات بهسازی اضافی ، بکاربرده شوند . اما سوخته‌های سنگین ، در درجه حرارتها عادی دارای غلظت زیاد بوده و در اصطلاح ضخیم هستند و لذا قبل از استفاده ، احتیاج به گرم شدن دارند . بسته به نوع کاربرد ، عملیات بهسازی اضافی بمنظور جداسازی مواد شیمیائی مضر و یا سولفورها روی تمام یا قسمتی از محصولات پالایش

شده انجام میگردد . 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 سوخت منعکس 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 - 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 - 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 شده" 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 را که درآن بخارات متصاعده از سوخت رابتوان با اعمال شعله محترق نمود ، بدست میآید . دو عدد امکان پذیراست : 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 . نقطه 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 .

در نقطه ابری ، رگه های انجماد در سوخت پدیدار میگردد . در زیر نقطه ابری ، انسداد لوله ها و فیلترها ممکن است اتفاق بیافتد .

خاصیت تشکیل بقایای کربنی سوخت (دوده) معمولاً به روش کنسـرادیسون Conradson اندازه گیری میشود . احتراق کنترل شده یک نمونه سوخت ، مقدار کربن موجود و سایر بقایا را مشخص مینماید . محتوای سولفور سوخت بسیار مهم است ، زیرا — سولفور عامل فرسودگی موتور شناخته شده است . حداکثر مقدار مجاز سولفور که بر حسب در صد وزنی اظهار میگردد معمولاً در مشخصات سوخت آورده میشود . ارزش حرارتی سوخت ، مقدار انرژی گرمائی است که در زمان احتراق سوخت آزاد — میشود . در این رابطه دو واحد بکار میرود که کمیت متداولتر این دو " ارزش حرارتی بالاتر " است که انرژی گرمائی حاصله از احتراق میباشد . " ارزش حرارتی پائین تر " نشانگر مقدار انرژی گرمائی در دسترس است . این مقدار شامل انرژی گرمائی انتقال یافته به بخار در زمان احتراق نمیشود ، بلکه انرژی به هدر رفته در اگزوز است . اندازه گیری مربوطه توسط " آزمایش بطری گرماسنج " انجام میگردد و روش بکار رفته ، احتراق یک نمونه کوچک سوخت در شرایط کنترل شده میباشد .

خواص مختلف سوخت ، اثرات متفاوتی روی کار آبی موتور ، ذخیره سازی آن و ملزومات سیستم دارد . اختلاط سوختها و مواد افزودنی نیز روی کارکرد موتور و سیستم تاثیر خواهد گذاشت .

غلظت روی پمپهای تزریقی سوخت از نوع ضربه ای و کار سوخت 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 ابری و نقطه ریزش از اهمیت برخوردار میگردند . حضور رگه های انجماد (در اثر نقطه ابری) در فیلتر و خطوط سوخت ، موجب انسداد آنها گشته و ممکن است باعث محدود شدن جریان سوخت به موتور گردد .

عدد سی تان یا اندیس دیزل ، تعیین کننده تنظیم زمانی تزریق است ، همچنین روی صداها و 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 در تجهیزات تزریق سوخت که با تیرانس بالائی ماشین کاری شده اند میگردد . توجه مستمر به صافیها و تمیز بودن سیستم درکل ، ضروری میباشد . مواد افزودنی 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 مورد نیاز در روغنها ، در نتیجه ترکیب کردن آنها بایکدیگر و اضافه کردن مواد افزودنی تامین میگردد . خواص فیزیکی و شیمیائی روغن بوسیله افزودنی ها تغییر می یابد که عبارتند از : باز - دارنده اکسیداسیون ، تقلیل دهنده فرسودگی ، متفرق کننده و پاک کننده . خواص مهم لغزنده سازی آنها ، ذیلا " مورد بررسی قرار میگیرند :

موضوع غلظت

در رابطه با سوخت قبلا " توضیح داده شد ، اما یکی از مهمترین خواص روغن موتور نیز غلظت میباشد . اندیس غلظت از پارامترهای دیگری است که بکار برده میشود و عبارتست از : نسبت تغییرات غلظت در رابطه با حرارت

مقدار اسید موجود در روغن

مقدار اسید موجود در روغن نیز باید تحت نظارت قرار گیرد تا از صدمه دیدن ماشین آلات جلوگیری بعمل آید . برای واحد اندازه گیری عدد خنثی را بکار میبرند .

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

میل به تشکیل دوده (کربن)

روغن نیز بایستی شناخته شده باشد ، مخصوصاً " برای روغنهایی که در معرض گرما هستند . آزمایش باقیمانده دوده (کربن) معمولاً " بمنظور تعیین درصد آن انجام میشود .

جذب و دفع آب در مورد روغنها

جذب و دفع آب در مورد روغنها ، به قابلیت اختلاط روغن با آب گفته میشود که سپس در یک دستگاه گریزاز مرکز ، آب رامیتوان آزاد کرد . این خاصیت به میل روغن به تشکیل لجن نیز مربوط میشود .
بازدارندگی از زنگ زدگی

بقابلیت روغن در حفاظت سطوحی که با مخلوط روغن و آب در تماسند 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 اضافه نمودن مواد افزودنی میسر میگردد . روغن بایستی از تماس فلز با فلز جلوگیری بعمل آورده و اصطکاک و فرسودگی را در قطعات متحرک کاهش دهد . روغن باید پایدار بوده و چون در معرض حرارتهای زیاد قرار میگیرد ، بطور مثال 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 در خلال 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 را هم روغنکاری کند . در نتیجه مقداری از محصولات احتراق وارد روغن شده و باعث افزایش درجه اسیدی روغن و جذب دوده خواهد شد . روغن علاوه بر وظیفه 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 ملاحظه ای گرما از یاناقانها نیز باشد . بدین لحاظ نیاز به روغن پایداری است که در حرارت زیاد ملکولهای آن شکسته نشده و یا تشکیل دوده ندهد . در صورتیکه روغن برای جعبه دنده (گیربکس) مورد نیاز باشد احتیاج به بعضی مواد افزودنی ، جهت تحمل - فشارهای زیاد میباشد تا به نگهداری فیلم روغن کمک نماید . تماس روغن با آب بصورت بخار، غیرقابل اجتناب است و در نتیجه دارا بودن خاصیت جذب و دفع آب از ضروریات است .
موتورهای سرعت کم دیرلی دارای سیستمهای روغنکاری جداگانه ای برای سیلندر و - محفظه میل لنگ میباشد . روغن سیلندر باید محصولات اسیدی احتراق را خنثی کرده و هم چنین دارای خواص پاک کنندگی خوبی باشد تا بتواند سطوح فلزات را تمیز نگه دارد . روغن مخصوص محفظه میل لنگ (کارتر) ، یکی از انواع روغنهای پاک کننده چند منظوره ، یا باز دارنده زنگ زدگی و اکسیداسیون میباشد . در این مورد دارا بودن ویژگیهای قوی " جذب و دفع آب " و " ضد زنگ " مورد نیاز است . روغن کارتر ، از نوع بازدارنده ، علاوه بر دو ویژگی مذکور ، دارای خاصیت مقاومت در برابر اکسیداسیون نیز میباشد . روغن با خاصیت پاک کننده یا روغن چند منظوره ، جهت خنک کردن پیستون و یا درجائیکه امکان آلودگی روغن توسط محصول احتراق وجود داشته باشد ، بسیار مناسب است .

بهسازی روغن

روغن و سوخت ، هردو قبل از آنکه وارد موتور شوند احتیاج به عملیات بهسازی — دارند . این عملیات شامل انبار ساختن ، گرم کردن بمنظور جداسازی آب موجود در آنها، عبور آنها از فیلترهای درشت و ریز جهت جداسازی ذرات جامد و بالاخره عبور آنها از — دستگاه گریزاز مرکز (سانتریفیوژ) میباشد .

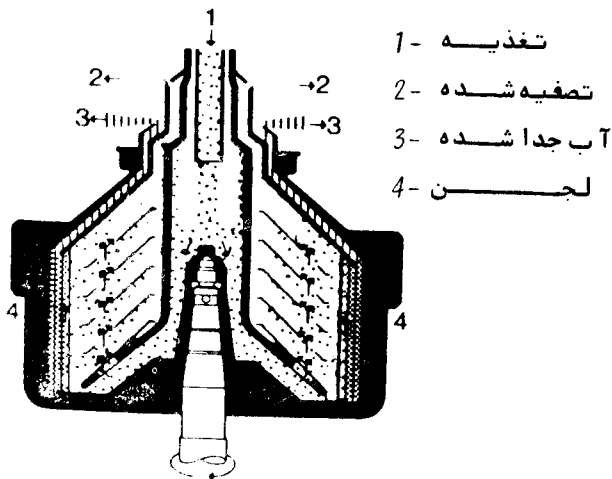
دستگاه تصفیه از نوع گریزاز مرکز برای جداسازی دومايع مختلف ، مانند آب و روغن و یا جداسازی یک مایع و جامدات همراه آن ، بکار میرود . دستگاه سانتریفیوژ ، علاوه بر تسريع در عمل جداسازی ، بعنوان یک پروسه پیوسته نیز میتواند بکار گرفته شود . اگر عمل سانتریفیوژ برای جداسازی دومايع بکار رود ، دستگاه مزبور بنام " خالص کننده " شناخته میشود و چنانچه دستگاه مذکور برای جداسازی ناخالصیها و مقادیر کم آب از روغن بکار — 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 در جهت تقلیل فرسایش و جلوگیری از خرابیهای احتمالی در موتور است ؛ بنابراین، تصفیه کلیه روغن ها و — سوختها بغیر از روغنهای بسیار خالص و تمیز ، یک ضرورت اجتناب ناپذیر است .

سانتریفیوژ کردن

دستگاه گریزاز مرکز ، از یک موتور برقی که موجب چرخش یک محور عمودی است و در — بالای آن یک مجموعه، کاسه ای شکل قرار گرفته است ، تشکیل میشود . یک قاب بیرونی مجموعه کاسه ای شکل را دربر گرفته و حاوی احتمالات مختلف تغذیه و تخلیه (خروجی) میباشد . کاسه میتواند بایک مجموعه یکپارچه باشد که در اینصورت لجنهای جدا شده را در خود نگهداشته و به صورت منفطع عمل میکند و یا طرح آن بطریقی است که قسمت فوقانی و تحتانی آن قاب — انطباق بوده و دستگاه گریزاز مرکز میتواند بصورت پیوسته و در حین کار لجنها را تخلیه کند .

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



شکل (۸/۱) نظم و ترتیب کاسه خالص کننده

PURIFYING

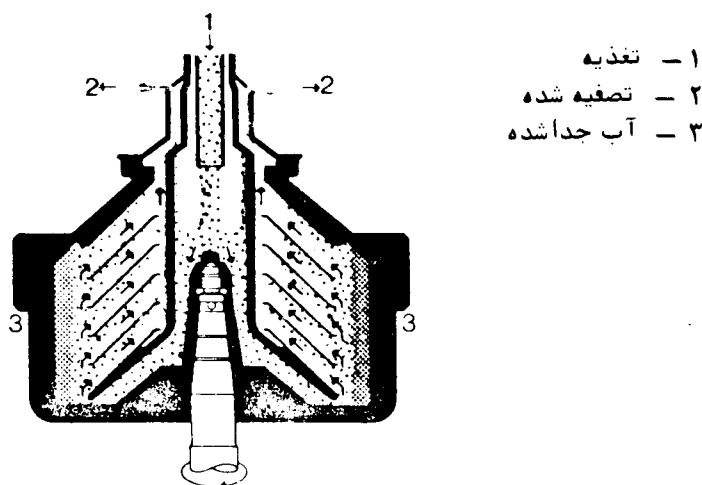
عمل خالص سازی

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 جداره مشترک ، جهت کارکرد صحیح دستگاه گریز از مرکز از اهمیت خاصی برخوردار است . تنظیم یا عمل استقرار جداره مشترک با استفاده از " رینگ‌های (حلقه‌های) سد کننده " یا " دیسک‌های ثقلی " که در دهانه تخلیه دستگاه گریز از مرکز قرار میگیرند انجام میشود . رینگ‌های مختلف القطری جهت غلظت های مختلف روغن ، برای هر دستگاه وجود دارد . بعنوان یک قاعده کلی ، بزرگترین حلقه‌ایکه باعث شکسته شدن آب بندی دستگاه نشود را باید بکار گرفت .

CLARIFYING

عمل جداسازی (تصفیه)

عمل تمیز نمودن روغن که عاری ویاتنها حاوی مقدار کمی آب است ، در کاسه یک - دستگاه جداکننده (تصفیه) انجام میگردد و ناخالصیها و آب در پیرامون کاسه جمع خواهند شد . دستگاه جداکننده فقط یک خروجی دارد ، شکل (۲ - ۸) . بدلیل عدم تشکیل جداره مشترک ، دیگر نیازی به دیسک ثقلی نیست . در نتیجه کاسه با قرار گرفتن تحت حداکثر نیروی گریزاز مرکز ، بیشترین بازدهی جداسازی راه خواهد داشت .



شکل (۲ / ۸) نظم و ترتیب کاسه جداکننده (تصفیه)

دیسک های کاسه ای شکل

هر کدام از کاسه های دستگاه خالص سازی و دستگاه تصفیه ، با رویهم قرار گرفتن تعدادی دیسکهای مخروطی تشکیل شده است . تعداد این دیسکها ممکن است تا ۱۵۰ عدد برسد و بوسیله یک فضای کم از همدیگر جدا میشوند . جداسازی ناخالصی ها و آب از روغن از میان

همین دیسک ها انجام میشود . یک سری سوراخهای هم تراز در نزدیکی لبه بیرونی کاسه ، اجازه ورود روغن رابه دستگاه میدهند . عمل نیروی گریز از مرکز باعث میشود تا ترکیبات سبک تر (روغن تمیز) بطرف مرکز جریان پیدا کرده و آب و سایر ناخالصی ها بطرف بیرون حرکت نمایند . آب و ناخالصی ها یک ترکیب لجن گونه ای را تشکیل میدهند که در امتداد زیرین دیسکها و بطرف محیط خارجی کاسه حرکت میکنند .

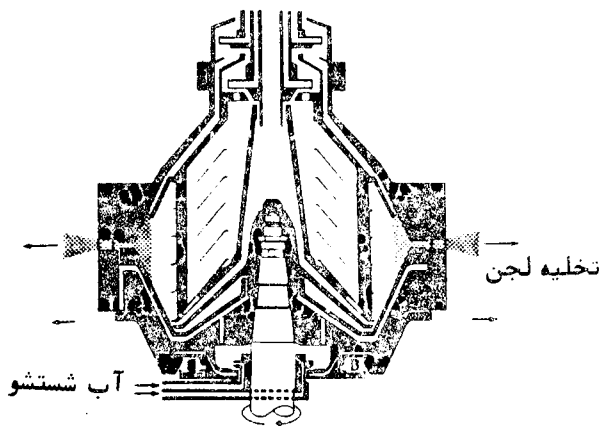
کار غیر ممتد

انواعی از دستگاههای گریزاز مرکز برای کار کوتاه مدت طراحی میشوند که پس از مدتی باید برای تمیز کردن خاموش گردند . پس از تمیز کردن و خارج نمودن لجن ها از داخل کاسه ، دستگاه مجدداً " مورد استفاده قرار میگیرد . دوطرح مختلف برای این منظور بکار گرفته میشود که عبارتند از : یک کاسه طویل کم عرض ، و دیگری یک کاسه کوتاه عریض . دستگاه مجهز به کاسه کم عرض ، باید پس از کارکرد کوتاهتری تمیز شود و برای تمیز کردن کاسه نیز احتیاج به باز کردن کامل دستگاه میباشد . ولی تمیز کردن این دستگاه به واسطه عدم وجود مجموعه دیسکها ، بمراتب آسانتر است . دستگاه کاسه عریض رامیتوان بدون باز کردن و در محل خود تمیز نمود ، گرچه بخاطر وجود دیسکهای مخروطی شکل ، تمیز کردن آن با دشواری بیشتری انجام میگردد .

کار ممتد

طراحی دستگاههای گریزاز مرکز مدرن با کاسه عریض ، امکانات کار ممتد و طولانی را بر آورده مینماید . بدین منظور از یک مکانیزم تزریقی که عمل تخلیه را در فواصل زمان بندی شده منظم انجام میدهد ، استفاده میشود . با ادامه (جداسازی) دستگاه ، لجن هادر - 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 شروع

عمل تزریق ابتدا تغذیه روغن را به دستگاه قطع کرده و روغن باقیمانده در کاسه را با فشار آب تخلیه میکنند . سپس آب به یک دستگاه هیدرولیک واقع در ته کاسه ، تغذیه شده تا موجب باز شدن تعدادی شیرهای فنردار گردد . این آب ورودی موجب حرکت روبه پائین کف کشویی و در نتیجه باز شدن دهانه های خروجی آن ، که در محیط کاسه واقع شده اند ، میشود . - لجن ها توسط نیروی کرباز مرکز از این دریچه ها خارج میشوند (شکل ۳ - ۸) . سپس بمنظور بالا بردن 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 باز شده و عمل جداسازی ادامه مییابد .



شکل (۸/۳) تخلیه لجن

سیکل کامل تزریق بیش از چند ثانیه بطول نمی انجامد و عمل گریز از مرکز برای جداسازی 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 با تخلیه نیمه کامل کنترل شده ، تغذیه روغن قطع نمیگردد ولی تمام لجن ها ، تخلیه شده و بدین ترتیب در عمل جداسازی وقفه ای بوجود نمی آید . علیرغم روش اتخاذ گردیده در سیستم گریز از مرکز ، تجهیزات آنرا میتوان بطریقی انتخاب نمود که عمل تخلیه بوسیله دستی و یا بوسیله یک تایمر (تنظیم کننده زمانی) خودکار انجام شود .

تعمیر و نگهداری

صرفنظر از استفاده و یا عدم استفاده از روش تزریقی ، کاسه و مجموعه دیسکها احتیاج به تمیز کردن دارند . باید توجه نمود که باز کردن کاسه و جدا کردن قطعات آن نیاز بایزار مخصوص داشته و نیز توجه داشت که بعضی از پیچها چپ گرد هستند . دستگاه گریزاز مرکز یک وسیله کاملاً " توازن شده ای است که با سرعت بسیار زیاد چرخش میکند . بنابراین کلیه قطعات آن را باید با دقت بسیار جابجا کرد .

سانتریفیوژ کردن روغن موتور (تصفیه روغن موتور)

موتورهای دیزلی

روغن در مسیر عبور خود از داخل موتور دیزلی توسط ذرات حاصل از فرسایش قطعات محصولات احتراق و آب آلوده خواهد شد . زمانی که از دستگاه گریز از مرکز بعنوان خالص کننده استفاده شود ، بطور پیوسته این ناخالصیها را از روغن جدا میکند .

عبور حجم متنابهی از روغن از دستگاه تصفیه ، بمعنای گرانیقیمت و پرهزینه بودن دستگاه میباشد . بنابراین از یک سیستم انشعابی استفاده میشود که در آن از پائین ترین - قسمتهای حوضچه روغن و بدور از دهانه مکش پمپ ، روغن به بالا کشیده شده و روغن تمیز را در نزدیکی لوله مکش تحویل میدهد . از آنجائیکه این سیستم میانبر است ، هدف آن - بدست آوردن کمترین درجه ناخالصی در کل سیستم میباشد و این بدین معناست که دستگاه در پائین تر از ظرفیت حداکثر خود کار خواهد کرد .

در خلال عمل سانتریفیوژ ، از آب میتوان برای شستشوی روغن استفاده نمود ولی به شرطی که ، سازنده یا عرضه کننده روغن چنین مجوزی را داده باشد . ولی بعضی روغنهای دارای پاره ای مواد افزودنی محلول در آب هستند که در صورت شستشو ، این مواد از دست خواهند رفت .

مزایای شستشوی با آب عبارتند از : حل کردن و خارج کردن اسیدها از روغن ، تمیزکردن ناخالصی های جامد و در نتیجه سهولت در امر جداسازی آنها و تجدید پیوسته آب بندی — کاسه ، آب شستشو نیز به درجه حرارتی بالاتر از درجه حرارت روغن ، گرم میشود . روغنهای پاک کننده ، برای تمیز کردن و روغنکاری بکار میروند و مخصوصاً " درموتور های دیزلی خرطومی و موتورهای سرعت کم کاربرد ویژه ای دارند . مواد افزودنی روغن های پاک کننده معمولاً " محلول بوده و در نتیجه نباید توسط آب شسته شوند .

توربین های بخاری

روغن لغزنده سازی در توربین بخار ، توسط ناخالصی های موجود در سیستم و از 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 — تسهیل مینماید . شستن روغن با آب در صورتیکه سازنده و یا عرضه کننده روغن اجازه دهد میتواند انجام گیرد .

صافی ها

جداسازی مکانیکی مواد جامد از سیستم روغن (روغن و سوخت) با استفاده از صافی انجام میگردد . صافیهای درشت بمنظور جداسازی ذرات بزرگ آلوده کننده بکار میرود . هردو نوع صافی ، واحدهای " تصفیه کننده جریان کل " میباشند و در هر نوع معمولاً " بصورت دوبله نصب میگردند که یکی از آنها بعنوان صافی آماده بکار است .

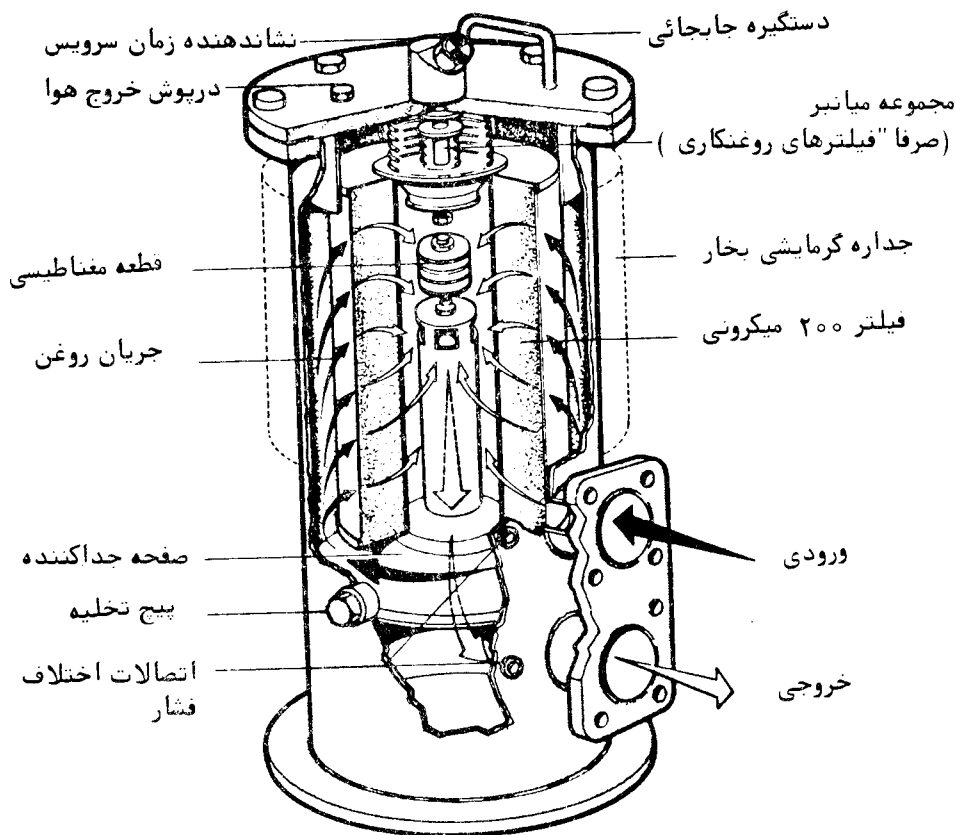
صافیهای درشت معمولاً " از یک توری ، یک مجموعه صفحات فلزی با فواصل کم نسبت بیکدیگر یا کلافهای سیمی که عملاً " از عبور کلیه ذرات بجز ریزترین آنها ممانعت بعمل میآورد ، تشکیل شده است . صافی درشت معمولاً " در طرف مکش پمپ نصب شده و باید بطور منظم

یا زمانیکه اختلاف فشار در دوطرف ورودی و خروجی آن غیر قابل قبول شد ، تمیز شود . -
 وقتی شرایط مکش بحرانی باشد ، صافی درشت در سمت تخلیه (خروجی) پمپ نصب
 میشود . هنگامیکه کار تمیز کردن یک صافی در جریان است ، صافی دیگر را با استفاده از شیر
 های تبدیل یا اهرم ، وارد مدار نموده و گردش روغن ادامه پیدا خواهد کرد . ذرات نا -
 خالصی ، روی سطح خارجی توری یاسید آن جمع شده و بوسیله برس مخصوص یا هوای فشرده
 تمیز میشوند . بمحض خارج کردن یک صافی از سیستم بایستی آن را تمیز کرده و سپس -
 قطعات مربوطه را جمع نمود تا برای استفاده مجدد آماده باشد .

صافی مغناطیسی اغلب در سیستم روغنکاری بکار میرود که در آن یک مغناطیس دائمی
 مامور جمع آوری کلبه ذرات فلزی گردشی در سیستم میباشد . مغناطیس بوسیله یک قفسه یا
 سبد احاطه شده تا کار تمیز کردن را آسانتر نماید .

فیلترهای حساس (بسیار ریز) نیز بصورت دوبله نصب شده و برای 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 و یا یاتاقانهای ماشین های
 چرخشی (دوار) میباشد . فیلترهای دقیق (ریز) ، واحدهای جریان کل میباشد که
 تمام روغن تغذیه موتور را تمیز میکنند . لایه های صافی ممکن است از جنس پشم طبیعی یا
 مصنوعی ، نمد و یا کاغذ باشند . یک نوع فیلتر ریز نمدی در شکل (۴ - ۸) نشان داده شده
 است . یک صفحه تقسیم فولادی ، ظرف فشار فولادی راه یک محفظه بالا و یک محفظه پائین
 تقسیم میکند . روغن کثیف وارد محفظه فوقانی شده و پس از عبور از لابلای هسته فیلتر ،
 تصفیه گشته و از طریق لوله مرکزی و بطرف محفظه زیرین سرازیر میگردد و از آنجا از واحد
 تصفیه بیرون میرود . یک فیلتر مغناطیسی همانطور که نشان داده شده است میتواند در داخل
 لوله مرکزی قرار گیرد . یک گذر فرعی فنی در شکل نشان داده شده که فقط روغنکاری فیلتر
 رابعهده داشته و بمنظور حصول اطمینان از جریان یافتن روغن در صورت انسداد فیلتر بکار
 میرود . غشای اصلی تصفیه که در این طرح نشان داده شده است از نوع یکبار مصرف است ، گر
 چه طرحهایی نیز وجود دارند که در موقع نیاز میتوان با ایجاد یک فشار معکوس و به کمک هوای -

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



شکل (۸/۴) فیلتر ریز (حساس)

فصل ۹

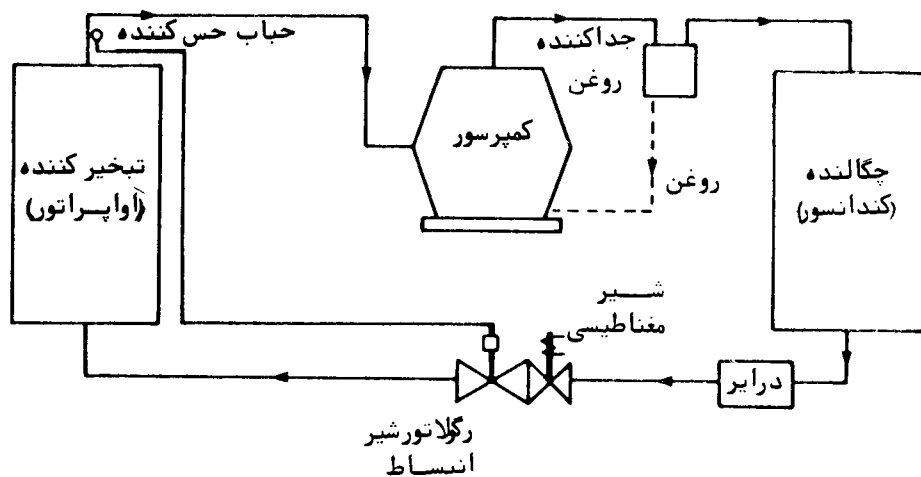
تبرید، تهویه مطبوع و هواکشی

تبرید پروسه‌ای است که در آن 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 در یک فضا است که همراه با آن گردش ، تصفیه و تازه شدن هوا صورت میگیرد . هواکشی ، عبارتست از : گردش و تازه شدن هوا در یک فضا ، بدون آنکه الزاماً " تغییر دمای در درجه حرارت آن انجام پذیرد . بعضی پروسه های ویژه ای چون انجماد مایه ای ، از هوا بعنوان — واسطه انتقال حرارت استفاده میشود . در نتیجه پنکه ها و کانهالهای هوا ، برای تبرید ، تهویه مطبوع و هواکشی بکار میروند . بنابراین سه پروسه مذکور به هم دیگر مرتبط بوده و همگی آنها در جهت ایجاد هوای مناسب برای انسان ، ماشین آلات و محموله 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 در یک سیکل ساده انجام میپذیرد . ابتدا تبخیرکننده ، درجه حرارت کمتر مایع سرمازا (میرد) ، بدنه فضائی را که باید سرد شود خنک میکند و سپس در - چگالنده ، میرد توسط هوا یا آب خنک میشود . سیستم متداول برای دستگاههای تبرید دریائی ، سیکل تراکم بخار است که شمای ساده آن در شکل (۱ - ۹) نشان داده شده .



شکل (۱ - ۹) سیکل تراکم بخار

کمپرسور ، فشار گاز سرمازا را افزایش داده و در نتیجه آن ، گاز داغ میشود ، این گاز داغ که دارای فشار زیادی است وارد یک چگالنده میگردد . با توجه به کاربردهای مختلف ، گاز سرمازا با هوا یا آب خنک میشود و چون فشار آن هنوز زیاد است ، تبدیل به مایع خواهد شد . سپس مایع سرمازا در یک شبکه لوله‌ای جریان می یابد تا زمانیکه در سرراه خود بیک شیر کنترل درواحد تبخیر کننده که عمل تبرید از آن انجام میشود ، میرسد .

این شیر کنترل جریان مایع سرمازا را به داخل قسمت تبخیرکننده که در فشار کمتری قرار دارد ، تنظیم میکند . هوای محفظه سرمازا یا سیستم تهویه مطبوع از روی تبخیرکننده عبور نموده و در این زمان مایع سرمازا تبخیر شده و همزمان با آن ، هوارانیز سرد میکند . طراحی سیستم و قسمت تبخیرکننده 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 . در نتیجه دیده میشود که گرمای منتقل شده از هوا به قسمت تبخیرکننده ، در سیستم پمپاژ شده تا زمانی که وارد چگالنده شود که در آنجا این گرما به هوای محیط یا آب انتقال می یابد .

باید توجه نمود ، در تاسیسات کوچک مانند اطاقهای سردخانه آذوقه کشتی ، از چگالنده هائیکه با هوا خنک میشوند ، استفاده میگردد و لذا بمنظور دفع گرمای تولید شده توسط چگالنده نیاز به هواکشهای مناسب میباشد . همچنین برای چگالندهایکه با آب 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 . در اینصورت بدلیل زیاد بودن درجه حرارت آب خنک کن چگالنده ، درجه حرارت مایع تحویلی چگالنده ، بیشتر از حرارتی است که در سیستم سردکننده آب دریا وجود دارد .

سرمازاها (مبردها)

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

سرمازاهای اولیه

این سرمازائی است که در سیستم کمپرسور ، چگالنده و تبخیرکننده بکار گرفته شده و - میبایست حائز شرایط معینی باشد . بطور مثال ، مایع سرمازا در درجه حرارت کم و فشاری معقول ، بجوش آمده یا تبخیر میشود و در درجه حرارتی نزدیک به حرارت عادی آب دریا

و در فشاری معقول ، تقطیر خواهد شد . سرمازا حتی الامکان باید فاقد خواص سمی ، انفجاری ، شعله وری ، و خوردگی باشد . بعضی از مبردها دارای یک درجه حرارت بحرانی میباشند که در بالای این درجه حرارت ، گاز مربوطه تقطیر نخواهد شد . این نکته یکی از معایب گاز کربنیک است که سالیهای متمادی در کشتی ها استفاده میشد . در مناطقی که درجه حرارت آب دریای آنجا بسیار زیاد بود ، کشتیها بدون بهره گیری از یک سیستم خنک کننده اضافی ، مشکل بسیار در مایع نمودن گاز کربنیک داشتند . یکی دیگر از معایب گاز کربنیک ، فشار زیاد کاری آن است که منجر به نصب ماشین آلات بزرگ و سنگین میشد .

در فاصله بین استفاده از گاز کربنیک و سرمازاهای فعلی ، از کلراید متیل و آمونیاک استفاده میشد . بعلت دارا بودن خاصیت انفجاری ، کاربرد کلراید متیل در کشتی ها ممنوع شده است . اگرچه از آمونیاک هنوز هم استفاده میشود ، ولی احتیاج به سیستم هواکشی مخصوص دارد .

سرمازاهای مدرن ، دارای ترکیبات هیدروکربن فلورینه با فرمولهای 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 معمولاً به فریونها موسوم هستند و عدد همراه ، مربوط به فرمول مخصوص آنها میشود .

مبرد ۱۱ (فریون ۱۱) ، یک سرمازا با فشار بسیار کم است که برای بوجود آوردن اثرات سرمازائی معین ، احتیاج به گردش زیاد دارد . این سرمازا بدلیل مصرف نیروی بسیار کم از کاربرد ویژه های درواچدهای تهویه مطبوع برخوردار است .

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

در حال حاضر سرمازای ۲۲ شاید متداول ترین مبرد باشد. با این مبرد، قبل از آنکه فشار واحد تبخیر کننده بزیمر شرایط آتمسفر برسد، طیف بسیار گسترده‌ای از عملیات با حرارت کم، امکان پذیر میشود. مزیت دیگر آن در صرفه جوئی از فضا میباشد، زیرا کورس کمپرسور با این مبرد در مقایسه با مبرد ۱۲ فقط ۶۰٪ است.

مزیت سرمازای ۵۰۱ در رابطه با فضای مورد نیاز کمپرسور، شبیه سرمازای ۲۲ است. درجه حرارت‌های خروجی گاز از کمپرسور، در این حالت، بسیار تقلیل یافته و در نتیجه امکان شکست (ملکولهای) روغن موتور و تنشهای وارده به شیرهای تحویل، کاهش مییابد. کلیه سرمازاهای مذکور دارای خاصیت ضد زنگ بوده و میتوانند در کمپرسورهای کاملاً "مسدود و نیمه مسدود مورد استفاده قرار گیرند. لکن سرمازای ۵۰۲ تاثیر سوء کمتری روی شارلاکها و الاستومرهای بکار رفته در کمپرسورها و موتورها دارد. در حال حاضر سرمازای ۵۰۲ هنوز گازی گرانبه است و در همه کشورها، همیشه برای فروش موجود نمیشد.

سرمازاهای ثانویه

در سیستم های تهویه مطبوع بزرگ و سردکننده محموله، ممکن است از سیستم سرمازای ثانویه استفاده نشود، در این صورت سرمازای ثانویه در حول تبخیر کننده سرمازای اولیه گردش نموده و سپس بفضای سردشونده هدایت میشود. سرمازاهای ثانویه در دستگاههای بزرگ و پیچیده بکار میروند و نتیجتاً "از گردش مقادیر زیادی سرمازای اولیه گران قیمت جلوگیری میشود. سرمازاهای اولیه بسیار نافذ بوده و در نتیجه میتوانند از منافذ بسیار تنگ فرار نمایند و لذا ضروریست که نقاطی را که امکان نشتی از آنها وجود دارد به حداقل ممکنه محدود نمود.

در دستگاههای تهویه مطبوع، سرمازای ثانویه معمولاً "آب شیرین است و میتواند حاوی محلول ضد یخ نیز باشد. متداولترین سرمازای ثانویه در دستگاههای بزرگ تبرید محموله، محلول کلراید کلسیم 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)

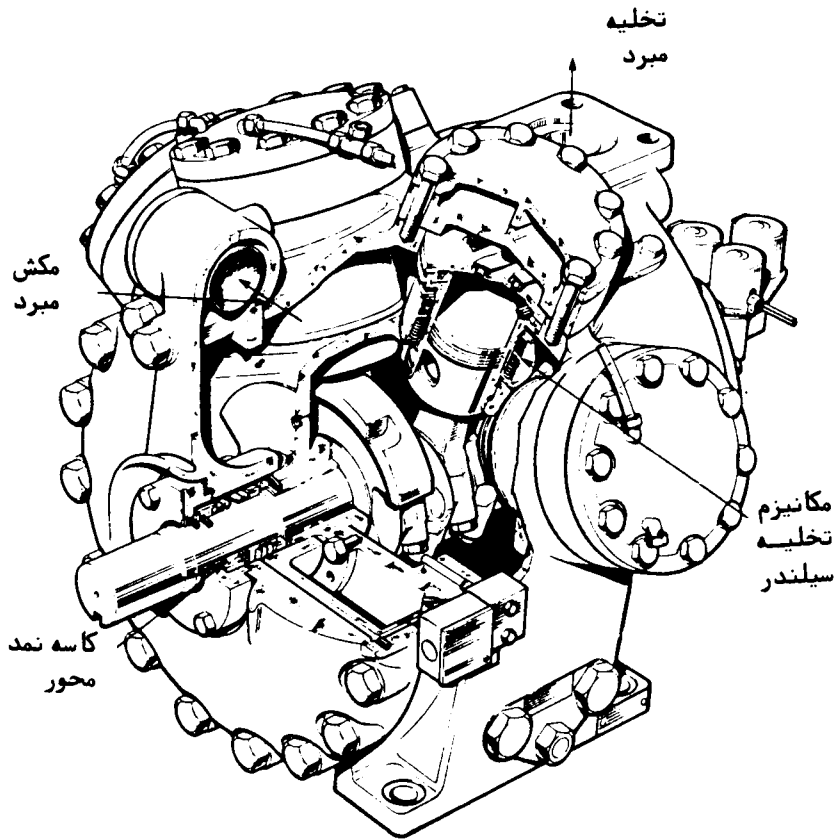
- رفت و برگشتی

- پیچی

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

کمپرسورهای رفت و برگشتی ، تمامی طیف نیازهای تبرید دریائی را ، از تهویه مطبوع تا تاسیسات انجماد محموله کشتی تحت پوشش خود قرار میدهند . در این کمپرسورها اصل حداکثر استفاده از فضا معمولاً " رعایت گردیده و ممکن است یکی از طراحیهای خطی ، خورجینی V یا دلبلیو W باشند . شکل (۲ - ۹) یک کمپرسور چهار سیلندر طرح دلبلیو W را نشان داده است . تشکیلات ساختمانی در شکل دیده میشود و اساس کاری دستگاه ، بلحاظهای مختلف شبیه یک کمپرسور هوا می باشد . برای کاربردهای درجه حرارت پائین ، نظام کمپرسور ممکن است بصورت دومرحله‌ای باشد و ساخت بعضی از این کمپرسورها بترتیبی است که بنا بر نیازهای محموله ، میتوانند از تک مرحله‌ای به دومرحله‌ای تبدیل شوند . از آنجائیکه محفظه میل لنگ تحت فشار مبرد قرار دارد ، لذا جهت ممانعت از خروج مبرد از کمپرسور و یاورود هوا به آن ، آب (گاز) بند بودن محور ضرورت پیدا میکند . این مسئله در کمپرسورهای کاملاً " بسته یا نیمه بسته بدلیل قرار گرفتن موتور و کمپرسور در داخل یک پوسته ، منتفی میگردد .

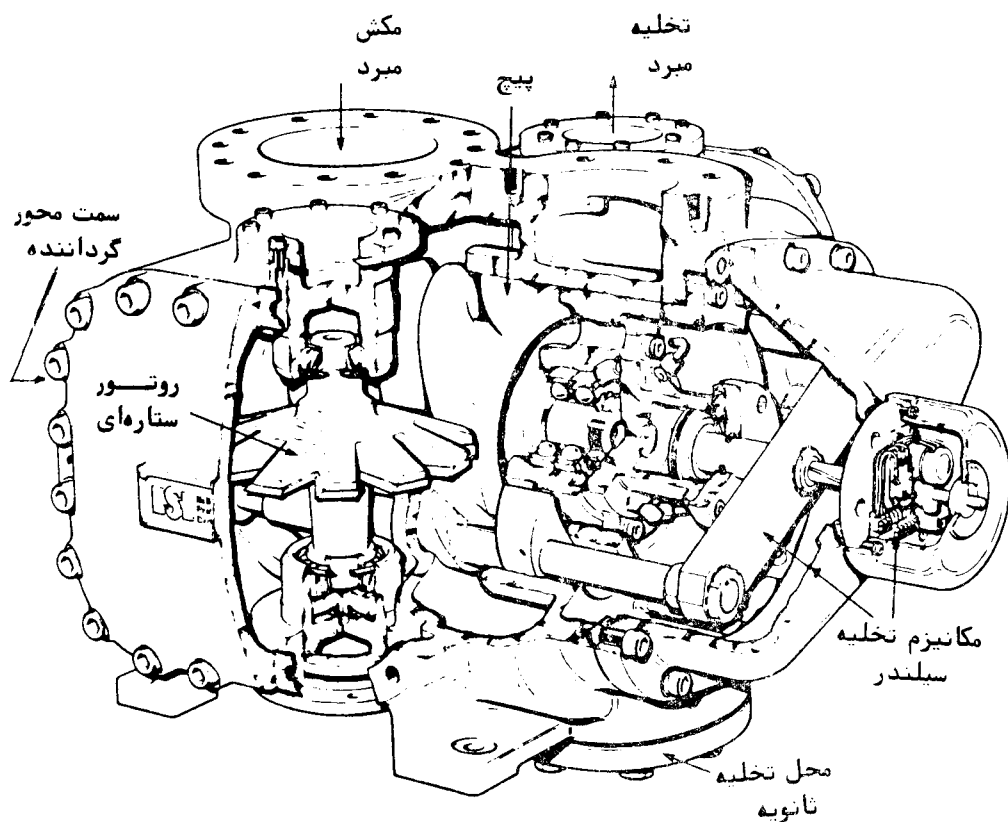
در تاسیسات بزرگ تبرید ، به دو دلیل کمپرسورهای پیچی جانشین کمپرسورهای رفت و برگشتی شده اند : اولاً " از تعداد ماشینها کاسته شده و احداکثر استفاده از فضا میگردد و -



شکل (۲ - 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 وجود دارد . در یکی از این طرحها از دو روتور که پهلوی به پهلوی یکدیگر قرار گرفته اند ، استفاده شده است ولی طرح

جدیدتر فقط شامل یک روتور است که دوچرخ ستاره‌ای در طرفین آن وجود دارد . چرخهای ستاره‌ای ، گاز را در دو جهت مخالف متراکم نموده و بدین ترتیب فشار محوری در این نوع روتور متعادل میشود . این کمپرسور در شکل (۳ - ۹) نشان داده شده است . اساس کار هردو نوع کمپرسور شبیه به پمپ جابجائی مثبت از نوع پیچی است (به فصل ششم مراجعه شود) .



شکل (۳ - ۹) کمپرسور تک پیچی

بمنظور حفظ آب بندی روتورها ، به کمپرسور ، روغن تزریق میشود و برای جلوگیری از ورود این روغن به سیستم ، از یک جداکننده روغن که از جداکننده معمولی روغن 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 یا توسط آب یا بوسیله سرمازا خنک میگردد .

از آنجائیکه کمپرسورهای مجهز به موتور جریان متناوب معمولاً " تک سرعتی هستند لذا احتیاج به نوعی مکانیزم تخلیه سیلندر ، بمنظور تقلیل ظرفیت کمپرسور میباشد . مکا - نیزم دستگاه تخلیه سیلندر معمولاً " شامل وسیله‌ای برای باز نگه داشتن سوپاپ مکش است .

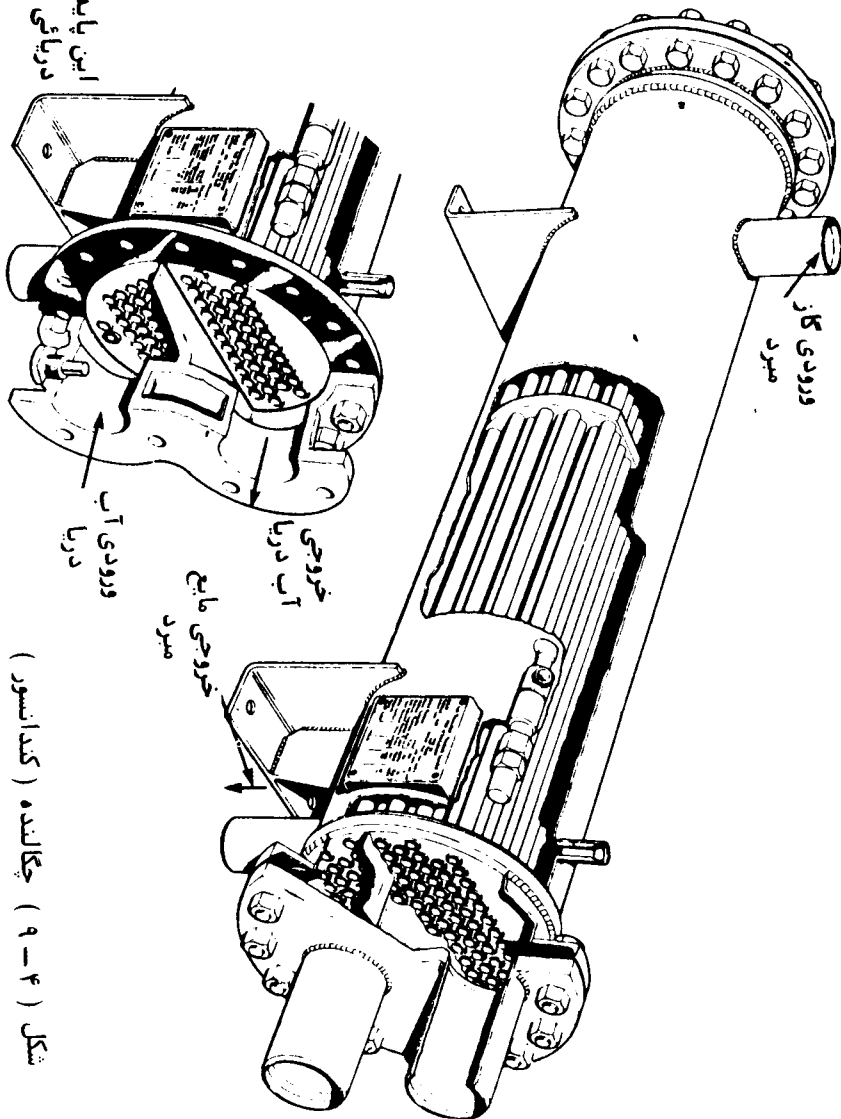
چگالنده ها (کندانسورها)

چگالنده ، همانطور که قبلاً " هم ذکر شد معمولاً " دارای خنک کن آبی بوده و از نوع بشکهای هستند . یک نمونه متداول و مدرن چگالنده در شکل (۴ - ۹) نشان داده شده و مشاهده میگردد که سرمازا از اطراف لوله ها عبور کرده و آب سرد شونده در داخل لوله ها جریان دارد . چگالنده هائی که با آب دریا خنک میشوند معمولاً " دارای طرح دوگداز لوله میباشد . تعمیر و نگهداری قسمت آب دریا که برای خنک کننده ها در فصل هفتم ذکر شد ، در مورد این چگالنده ها نیز صادق میباشد .

در صورتیکه فاصله بین صفحه لوله ها در چگالنده ها ، ۳ متر و یا بیشتر باشد ، داشتن خروجی دوگانه برای مایع مبرد ، امری کاملاً " طبیعی است زیرا هنگامیکه کشتی در دریای 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

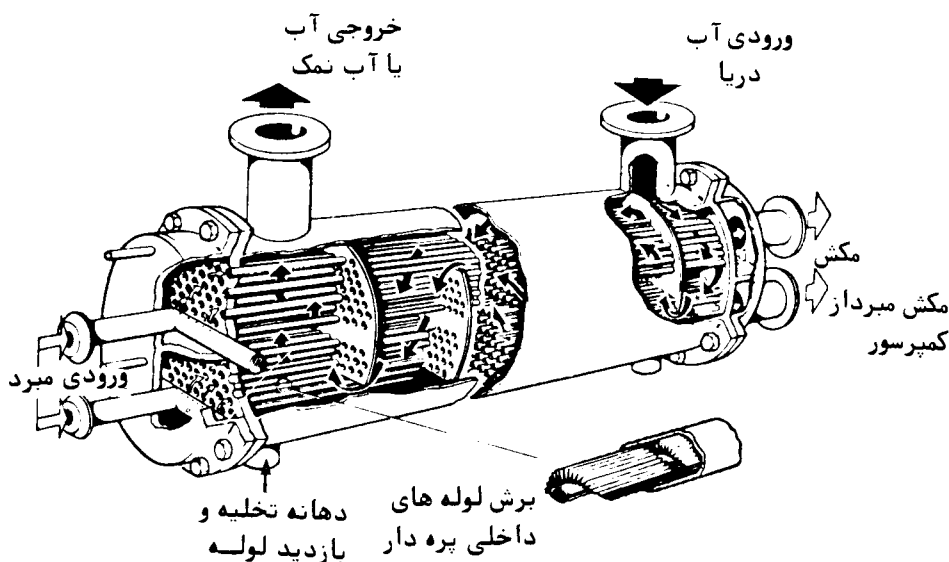


این پایه جهت کاربردهای دریایی تعبیه گردیده است

شکل (۴ - ۹) جگانه (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 میرد در داخل لوله ها در حال انبساط است ، هوا از روی زائده های حرارتی و به وسیله پنکه در گردش است . از چنین واحدی یاد سردخانه های خصوصی (کوچک) - استفاده میشود که در این حالت پنکه و کوئل ، یک واحد را تشکیل میدهد و یاد در مجموعه های بزرگتر ، مانند سیستم انبساط مستقیم برای محموله یاسیستمهای تهویه مطبوع بکار می‌رود که پنکه ها واحد مجزائی را بوجود می آورند .

طرح مفصلتری برای خنک کننده سرمازای ثانویه بکار می‌رود که بشکل یک مخزن (بشکه) و مجموعه لوله هائی در داخل آن میباشد (به سرد کننده های بشکه‌ای ، پوسته و لوله ای نیز اطلاق میشود) . این طرح که در شکل (۵ - ۹) نشان داده شده از یک سیستم - انبساط مستقیم استفاده میکند . در این حالت ، سرمازا از داخل لوله ها گذشته و سرمای ثانویه از روی مجموعه لوله ها عبور مینماید .



شکل (۵ - ۹) تبخیر کننده (اوپراتور)

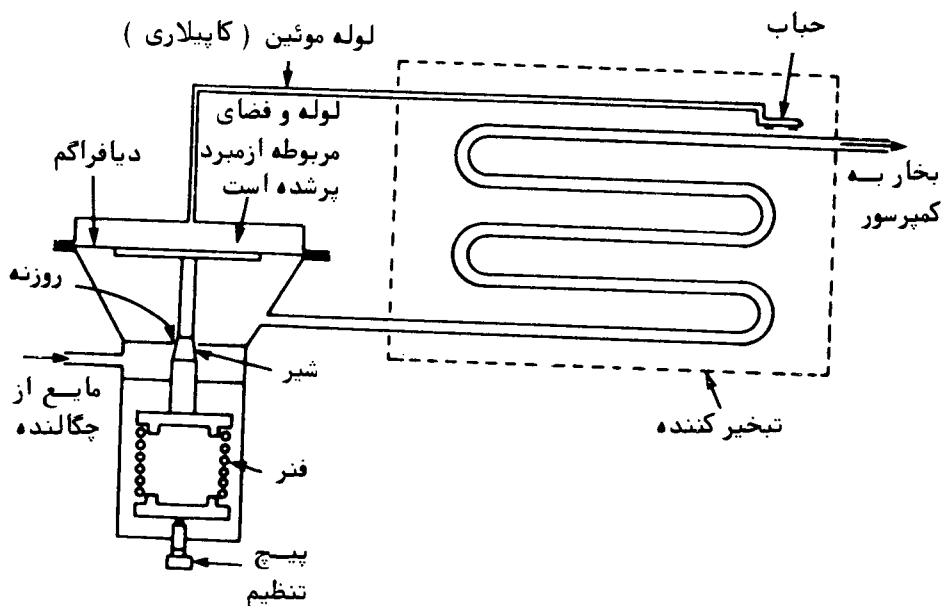
بمنظور توزیع همگن در تمام لوله ها ، سرمازا به داخل لوله ها پاشیده میشود .
 روغنهای موجود پاشیده نشده نیز به بیرون تخلیه میشود . در این نوع تبخیر کننده ،
 برای بالا بردن بازدهی تبادل حرارتی از دونکته بهره جسته اند : در قسمت سرمازا
 یک لوله مرکزی نصب گردیده که بدور آن پره های حلزونی (مطابق شکل) ویا پره هایی
 بشکل ستاره آلومینیومی یا پیچش حلزونی پیچیده شده است . همچنین صفحه های
 انحراف دهنده ای در مسیر آب شور (آب نمک) نصب گردیده تا آب نمک را در امتداد
 مجموعه لوله ها هدایت نماید .

شیرهای کنترل جریان سرمازا

نصب یک شیر مغناطیسی در لوله های عبور مایع ، قبل از شیر انبساط یا رگلاتور امری
 متداول است . شیر فوق که توسط ترموستات کنترل میشود باز بسته شدن فضا یا مسیری
 سرمازای ثانویه را عملی میسازد . این شیر مغناطیسی ممکن است برای بستن مدارهای
 مختلف در یک سرد کننده که تحت شرایط کم باری (کمتر از بار نرمال) کار میکند نیز بکار
 رود .

شیر انبساط یا رگلاتور قطعه پیچیده تری است که جریان سرمازا را از قسمت فشار زیاد
 به قسمت فشار کم سیستم تنظیم میکند . همانطور که در شکل (۶ - ۹) نشان داده شده
 است ، این شیر ممکن است از نوع ترموستاتی باشد . حباب ، درجه حرارت سرمازا را در
 قسمت خروجی تبخیر کننده تشخیص داده و بر حسب این تشخیص شیر را باز کرده یا می
 بندد . طراحی این شیر بحرانی است و در ارتباط با اختلاف فشار بین قسمت انبساط و
 قسمت تحویل (خروجی) میباشد . در نتیجه بسیار ضروری است که فشار تحویل (خروجی)
 بسیار نزدیک به حداکثر فشار طراحی و ثابت نگهداشته شود . بنابراین چنانچه کشتی به
 آبهای سرد وارد شود ، بگردش در آوردن مجدد آب خنک کننده بمنظور ثابت نگهداشتن
 فشار صحیح خروجی از چگالنده ، ضرورت پیدا مینماید . در غیر اینصورت ، شیر قادر
 به نشان دادن عکس العمل در زمان مناسب نشده و امکان دارد که مایع سرمازا به مکش

کمپرسور باز گردد :



شکل (۶ - 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 در نظر گرفته شده در - طراحی آنها و همچنین طول لوله دارد . هنگامیکه از گاز فریون استفاده شود وجود خشک کننده های سرمازا (درایر) ، بمنظور جذب آب از سیستم الزامی است ، وگرنه آب در شیر انبساط منجمد خواهد شد . نصب انباره مایع به دودلیل انجام میگیرد : "اولا" ، برای بوجود آوردن یک مخزن

(انباره) کافی برای میرد موجود درسیستم و نیز جهت تامین کلیه نیازهای کاری سیستم (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 میرد بهنگام تعمیرات درسیستمهای کوچک^۱ این پمپاژ بخارج رامیتوان درجگالنده انجام داد .

تبرید محموله

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

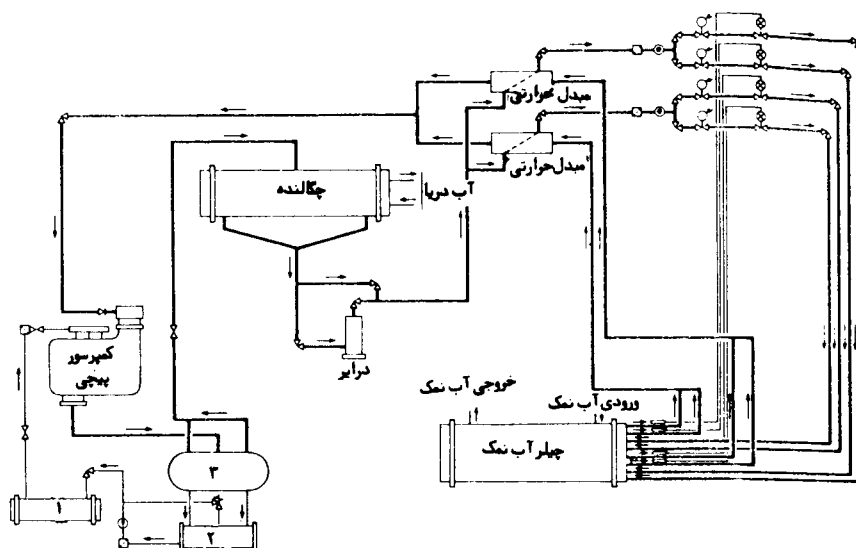
— دستگاه تبرید اولیه مرکزی

— سیستم گردش آب نمک

— سیستم گردش هوا بمنظور سردکردن محموله های انبار

یک دستگاه تبرید مرکزی در شکل (۷ - ۹) نشان داده شده است . جریان سرمازا از داخل سردکننده (چیلر) به چهارمدار تقسیم میشود که هرمدار یک شیر انبساط جداگانه است . وجود چهار مدار بمنظور کنترل سطوح تبخیر کننده بوده و بستگی به مقدار بار چگالنده در آن 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 ، در شکل نشان داده شده است .

هریک از مدارهای سرمازای اولیه دارای یک تبخیر کننده جداگانه در داخل سردکننده (چیلر) آب نمک است و در شکل (۷ - ۹) نشان داده شده است . بدین ترتیب سیستم های کاملا " مستقلی رانشکیل 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 تا خروجی آب نمک را در درجه حرارتهای مختلف کنترل نمود ، درجه حرارت هریک از آب نمکها توسط یک رنگ مشخص شده و هریک دارای پمپ گردش

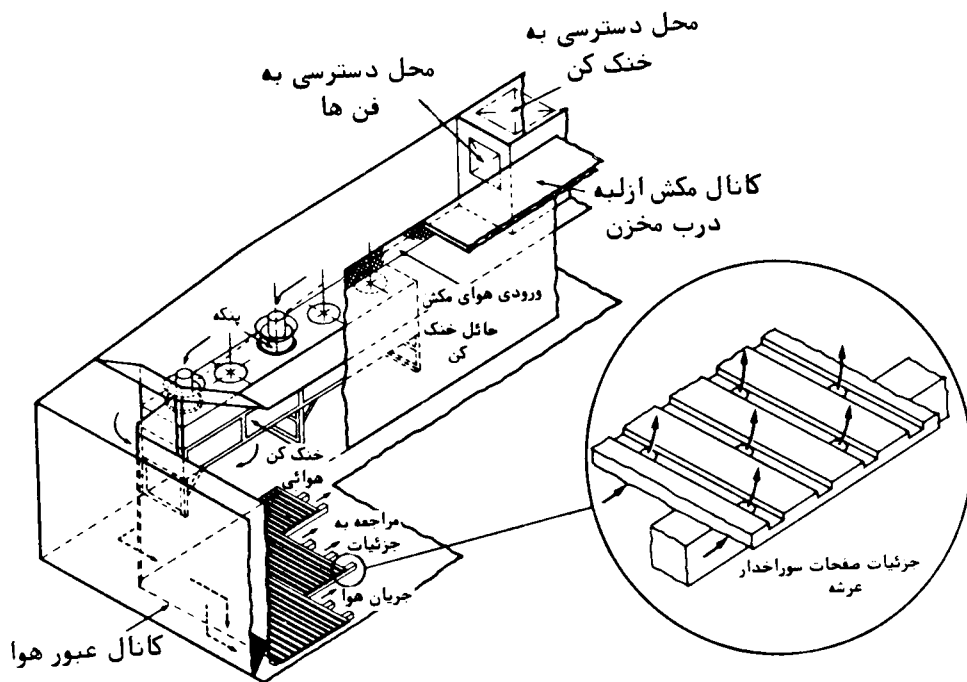


۱- خنک کننده روغن ۲- مخزن روغن ۳- جدا کننده روغن

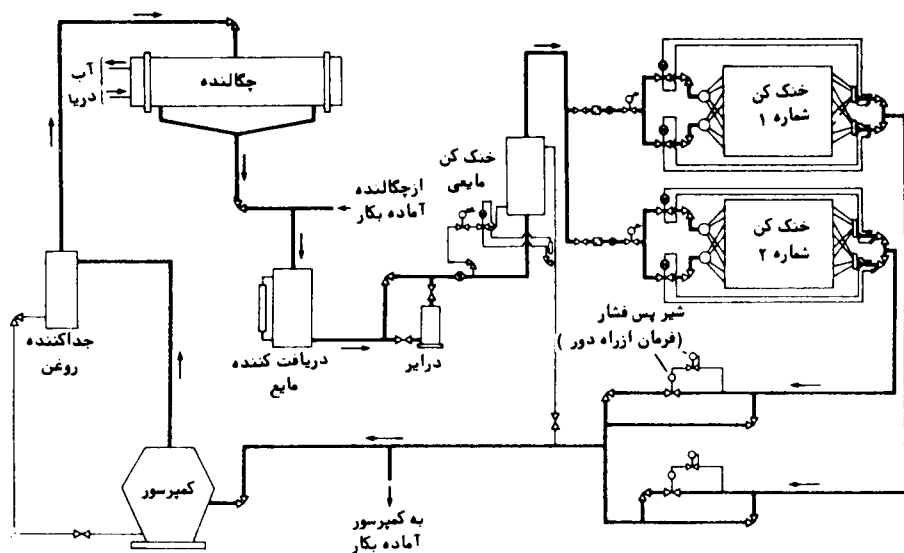
شکل (۷ - ۹) تاسیسات تبرید مرکزی

مستقل بخود خواهد بود . آب نمک سرد ، به سردکننده هوایی فضای محموله تغذیه شده و جریان این آب نمک بوسیله درجه حرارت خروجی هوای سرد کننده کنترل میشود . سردکننده در فضای محموله بطریقی قرار گرفته است که هوا از روی آن عبور نموده سپس از میان محموله گذشته و نهایتاً " جهت تکمیل سیکل خود ، به سردکننده باز میگردد . - ترتیب پنکه ها و کانالها بنحوی است که هوا را به سردکننده و زیرمحموله هدایت میکند، شکل (۸ - ۹) ، محموله بطریقی منظم روی صفحاتی یا سوراخهای متعدد قرار گرفته است و بدین ترتیب جریان هوای سرد روبه بالا از میان این سوراخها ، کل مجموعه را دربر خواهد گرفت . برای فضاهای کوچک محمولات یخچالی یا انبارهای آذوقه کشتی ، یک سیستم میرد اولیه با استفاده از انبساط مستقیم امکان پذیر است ، شکل (۹ - ۹) . نظم و ترتیب مدار به

طریق دوبله برای هر سردکننده (تبخیر کننده) ، انعطاف و ضریب اطمینان خوبی را برای سیستم بوجود میآورد ، بخصوص درزمانیکه یکی از سیستمها از کاربیفتد . شیر پشتیبانی فشار یک حداقل فشار یا حرارت ثابت را درتبخیر کننده تامین مینماید و درنتیجه چنانچه درجه حرارت فضای محموله بالا باشد ، از سرد شدن ناقص آن جلوگیری بعمل میآورد . اگر دمای فضای محموله پائین باشد در همان زمان شیر پشتیبانی فشار، میان بر شده و درمدار — کاری نخواهد بود .



شکل (۸ - ۹) ترتیبات فضای حمل محموله



شکل (۹ - ۹) سیستم انبساط مستقیم

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

کانتینرهاییکه احتیاج به تبرید دارند ، مشکلات ویژه‌ای بوجود می‌آورند . اگر فقط تعداد کمی کانتینر درکشتی حمل شود و یا کشتی 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 یا هوا خنک شود . درخصوص واحدهائی که توسط هوا خنک میشوند ، چنانچه آنها در زیر عرشه ها قرار گیرند ، تهویه هوا به مقدار مکفی - ضروری است و درمورد واحدهائیکه توسط آب خنک شده و در شرایط مشابهی قرار دارند 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 های کانال های از پیش ساخته شدهای هستند . این کانالها به دو طریق ساخته میشوند : یک سیستم کانال انگستی افقی ، که دراین سیستم میتوان حداکثر ۴۸ کانتینر راازیک سرد کننده که درجناحهای کشتی قرارگرفته تغذیه نمود و یابطریق دیگر ، یک سیستم کانال عمودی که هرردیف (عمودی) کانتینردارای یک سردکننده و یک کانال مخصوص بخود میباشد . چنین سیستمی برای کانتینرهای استاندارد بکارگرفته میشود که دارای دو سوراخ دریچه مانند ، در دیواره روبروی دربهای بارگیری هستند . هوا ازدریچه 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 فوقانی هدایت میشود . اتصال بین کانال و کانتینرها بوسیله کویلینگ هائی است که توسط سیستم نیوماتیک (هوا) کنترل میشوند .

اشکالات سیستم

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

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

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

درصورتیکه مقدارسرمازا کمتر از حد معمول باشد ، خودرا بصورت فشارکم درکمپرسور

نشان خواهد داد و اگر بداخل کمپرسور نگاه کرده شود ، از دریچه شیشه‌ای خط مایع ، -
 حبابهای فراوانی رویت خواهد شد . سپس سیستم را برای چکه کردن بایستی مورد آزمایش
 نشت قرارداد تا اشکال پیدا و برطرف گردد . لامپ آشکارساز نشت ، برای سرمازای فریون
 ممکن است از نوع محلول متیله باشد ، اما نوع گاز کالر (بوتان ، پروپان) آن متداولتر
 است . فریون بطرف شعله کشیده شده و در نتیجه رنگ شعله تغییر مییابد و بسته به تمرکز
 گاز ، رنگ شعله بین سبز و آبی خواهد بود .

هنگام شارژ سیستم با گاز بیشتر ، شیر اصلی مایع باید بسته باشد و گاز قبل از شیر
 تنظیم وارد سیستم شود تا سیستم بطور صحیح شارژ گردد (این امکان وجود دارد که شارژ
 دستگاه از قسمت خروجی شیر تنظیم انجام گیرد که سریعتر نیز هست ، اما چنین عملی
 احتیاج به تجربه زیاد دارد ، زیرا امکان نفوذ مایع به همراه گاز و وارد آمدن صدمه به
 کمپرسور وجود دارد) .

رطوبت موجود در سیستم ممکن است تبدیل به یخ شده و شیر تنظیم را مسدود کند که
 نتیجتاً " با تقلیل فشار در قسمت تبخیر کننده و افزایش فشار در قسمت چگالنده همراه -
 خواهد بود . در این صورت خشک کننده (درایر) باید مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت
 نیاز ، مواد شیمیائی خشک کننده را تعویض نمود . چنانچه شیر تنظیم بطرز صحیح کار کند ،
 برفک در قسمت خروجی آن مشاهده خواهد شد ولی در قسمت ورودی هیچگونه برفک نباید
 دیده شود .

تهویه مطبوع

کشتیها در سراسر جهان مسافرت کرده و در نتیجه تحت تاثیر شرایط جوی گوناگونی قرار
 میگیرند . برای خدمه کشتی بایستی شرایطی مهیا شود که علیرغم اثرات جوی بتوانند بکار خود
 ادامه بدهند . کنترل درجه حرارت بتنهایی ، موجد شرایط قابل قبول برای بدن انسان
 نمیشد . در حقیقت رطوبت نسبی در رابطه با درجه حرارت ، شاخص صحیح تری برای -
 محیط مناسب زیست انسان میباشد . رطوبت نسبی که بصورت درصد بیان میشود عبارتست از:

نسبت فشار بخار آب در هوای مورد آزمایش به فشار بخار اشباع شده هوا در همان درجه حرارت . این واقعیت که در هنگام سرد شدن هوا ، آب کمتری جذب میشود و هنگام گرم شدن ، آب بیشتری میتواند جذب شود ، نکته اصلی در طراحی سیستم تهویه مطبوع است . عوامل دیگر شامل ، نزدیکی منبع گرمائی ، در معرض نور خورشید قرار گرفتن ، منابع سرما و عایق سازی دیواره فضاها میباشد .

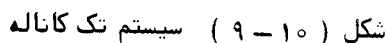
هدف از سیستم تهویه مطبوع بوجود آوردن یک محیط کاری راحت برای خدمه و -
 علیرغم شرایط محیط خارج است . بهسازی رضایت بخش هوا شامل یک سیستم نسبتاً بسته میباشد که هوای گردش دیواره به سیستم باز گردد . اما مقداری هوا توسط انسان و ماشین آلات مصرف میشود که در نتیجه احتیاج به تجدید هوای از دست رفته میباشد . تجدید هوای اتاقهای عمومی و محل زندگی خدمه ، با کمترین درصد کامل انجام میپذیرد ، زیرا هزینه تجدید هوای "صد درصد" تهویه بسیار بالا خواهد بود . بطور مثال ، آشپزخانه ها و فضای دستشویی ها بایستی صد درصد تجدید هوا داشته باشند ولی مقادیر هوا و هزینه های وابسته بسیار پائین تر خواهد بود . سیستم رامیتوان برای ۱۰۰٪ تجدید هوا ، طراحی نمود ولی الزامی در اجرای آن نخواهد بود . صداها و ارتعاشات ناشی از کاردستگاهها که نوع دیگری از شرایط نامناسب زیستی است باید به یک مقدار حداقل محدود گردد . بطور کلی سه نوع سیستم تهویه مطبوع دریائی وجود دارد :

— تک کانالی

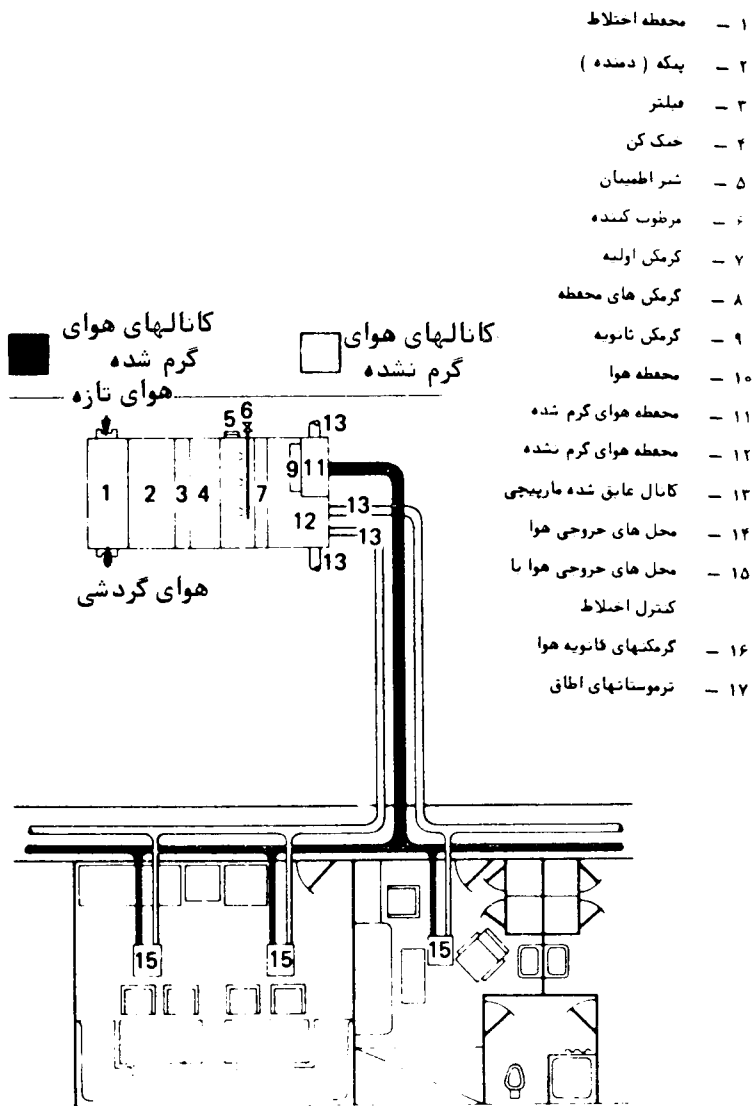
— کانال دوبله یا دوقلو

— تک کانالی با گرمایش مجدد

سیستم تک کانالی بطور گسترده در کشتیهای حمل محمولات عمومی (کالاهای متفرقه) بکار میرود ، شکل (۱۰ - ۹) . چندین واحد مرکزی از طریق یک لوله یا کانال ، هوای مطبوع (تهویه شده) را به تعدادی کابین یا فضا توزیع مینمایند . در مناطق گرم ، مخلوطی از هوای تازه و هوای گردش ، در جریان عبور از روی واحد تبرید ، سرد و رطوبت زدائی (مقداری رطوبت از هوا گرفته میشود) میشوند . در مناطق سرد ، مخلوط هوا ، توسط بخار آب ، آب داغ یا مقاومت های گرمائی برقی ، گرم شده و رطوبت آن افزایش مییابد .



سیستم کانال دوگانه (دوقلو) قابلیت انعطاف بیشتری را داشته و عمدتاً " درکشتیهای مسافری مورد استفاده قرار میگیرد ، شکل (۱۱ - ۹) . در این سیستم یک واحد مرکزی ، هوای سرد و عاری از رطوبت را از طریق یک کانال تامین مینماید . کانال دیگری با هوای سردیکه مجدداً " گرم شده است تغذیه میگردد . تهویه مطبوع هر محیط توسط یک کانال - معین انجام میشود ولی در صورت نیاز ، در ترمینال خروجی، این هواها را میتوان مخلوط نمود.



شکل (۹ - ۱۱) سیستم کانال دوبله

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

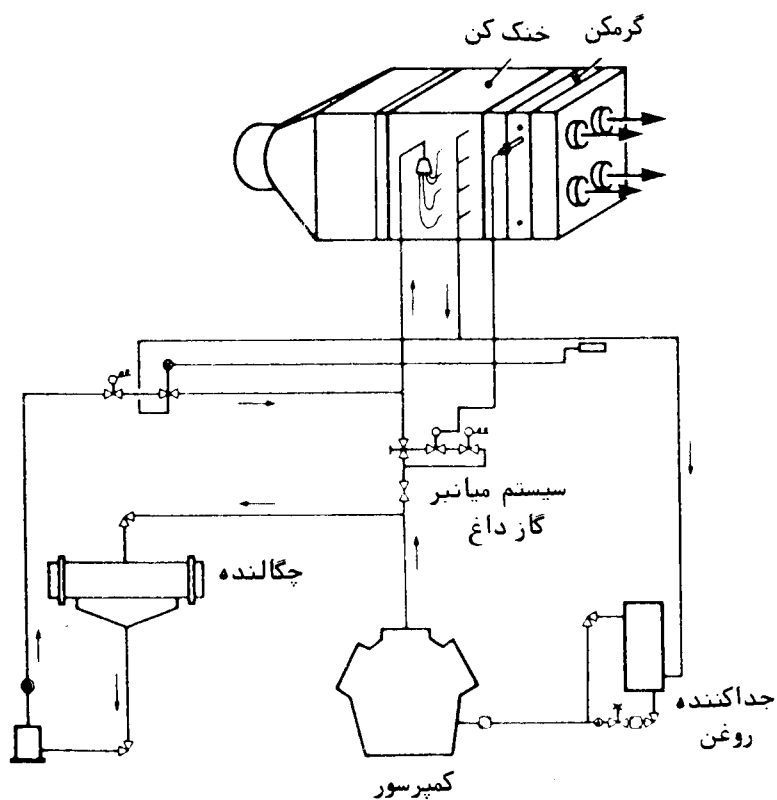
کانال تکی باسیستم گرمایش مجدد ، برای کشتیهائی بکار میرود که اصولاً " در مناطق سردسیر تردد میکنند . واحد مرکزی ، برحسب اقتضاء شرایط محیط ، هواراسرد و غیر مرطوب و یا گرم و مرطوب مینماید . علاوه برآن ، در صورت لزوم و برحسب تنظیم ترموستات- ت اطاق ، یک واحد گرمایشی موضعی میتواند قبل از ورود هوا به اطاق ، هوارا گرمتر کند . سیستم تبریدی که در واحد مرکزی بکار میرود در شکل (۱۲ - 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 با کنترل از طریق ترموستات ، میباشد . هوائی که باید سرد شود ، از روی یک تدخیر کننده یا سرد کننده عبور میکند . چنانچه تقاضای سیستم به عرضه هوای سرد تقلیل یابد ، از تاثیر (عرضه) سرمایشی سیستم نیز متناوباً " میبایست کاسته شود که این امر توسط سیستم میانبر گاز داغ امکان پذیر میشود .

تعمیر و نگهداری سیستم فوق شامل بازدیدهای معمولی از ماشین آلات در حال کار و تمیز کردن فیلترها میباشد . فیلترهای هوای واحد مرکزی معمولاً " از نوع قابل شستشو بوده و یا ممکن است از نوع یکبار مصرف باشند . فیلترها را باید براساس مقنضیات کاری و موقعیت مکانی کشتی مورد بازبینی های لازمه قرارداد .

هواکشی

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 هوادر یک فضا گردد . هواکشی مکانیکی یا هواکشی جبری برای جابجائی مثبت مقادیر متناوبه هوا ، از وجود پنکه (دمنده و یا مکند) بهره می جوید .

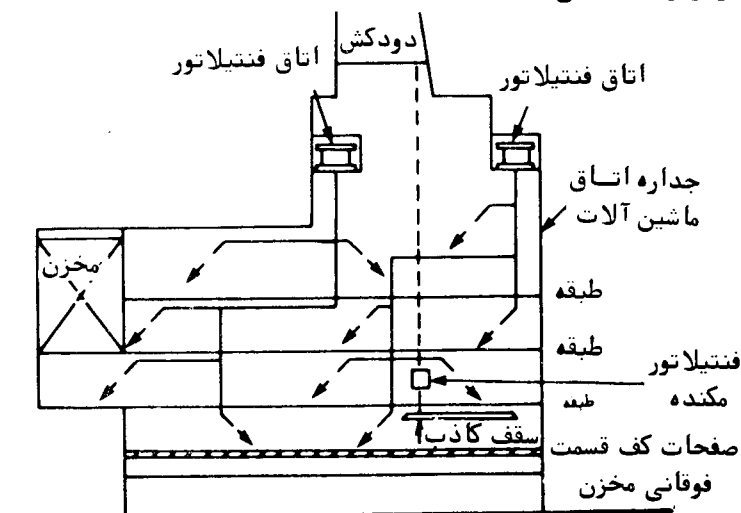
اگرچه هواکشی طبیعی برای کارگاهها و انبارهای کوچک بکار میرود ، اما این روش برای محیط های کاری که در آنها ماشین آلات نصب گردیده و یا افراد اشتغال دارند عملی نمیشود .



شكل (۹ - ۱۲) سیستم تبريد انبساط مستقيم برای يك خنك كن هوائی

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

فضای ماشین آلات ، از دیگر مکانهایی 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 بیارخواهد 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 در شکل (۹ - ۱۳) نشان داده شده است . چندین پینکه جریان محوری (اکسیال) ، هوا را ازطریق کانالهایی به طبقات مختلف کاری میرسانند . هوای گرم از مرکز محوطه بطرف بالا حرکت نموده و ازطریق دهانه ها یا کرکره هائیکه معمولاً " در دودکش تعبیه گردیده به بیرون راه مییابد . اتاق کنترل موتور - خانه بعنوان یک فضا ، بطریق اولی میتواند بایک واحد جداگانه ، به تهویه مطبوع تجهیز شود . دراینجا هوا ازطریق کانالهایی از بیرون مکش شده و بازگشت (اگزوز) آن نیز به آتمسفر خواهد بود



شکل (۹ - ۱۳) نمودار تهویه فضای ماشین آلات