نام آزمایش : موتور دیزل

هدف آزمایش : محاسبه‌ی مقادیر $\dot{E}_f$ ، $\dot{E}_b$ و $\dot{E}_c$ ، $\dot{E}_e$ و $\dot{E}_d$ و نشان دادن رابطه‌ی بین آن‌ها

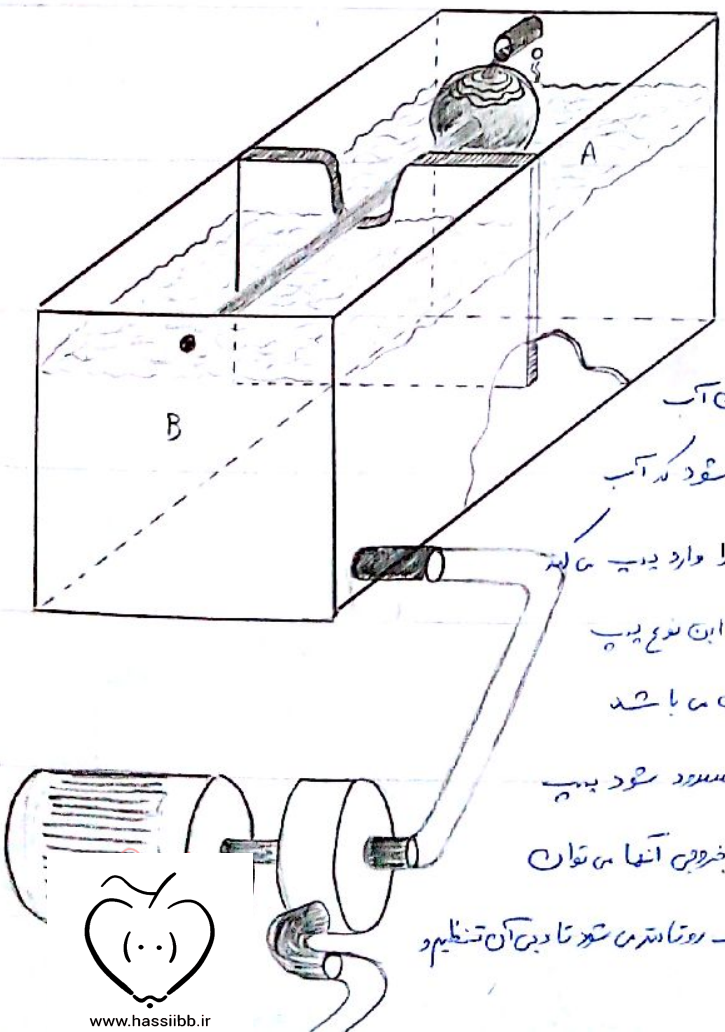
$$\dot{E}_f = \dot{E}_b + \dot{E}_c + \dot{E}_e + \dot{E}_d$$

شرح دستگاه :

۱ سیستم خنک کن : در آزمایشگاه دستگاه موتور دیزل نداریم راه بیندر است و نه دارای فن چرا که اولاً این تجهیزات فعالیت‌زا است دوماً باعث ایجاد سروصدا می‌شوند سوماً موجب ایجاد حادثه می‌شوند راه سوم دیگر مجموعه‌ی فن رادیاتور برای بیاریک موتور در حال استفاده طراحی شده است و باید در حالت‌های مختلف پاسخ‌گوی موتور باشد ولی چون در شرایط آزمایشگاهی معمولاً شرایط استفاده از موتور استاندارد است می‌توان از یک سیستم خنک کن ساده‌تر و کم هزینه‌تر و کوچک‌تر استفاده کرد که در عین حال ایمن‌تر نیز باشد. بدین منظور طراح سیستم خنک کن دیگری طراحی کرده است که شامل راس محافظ ، مخزن دوگانه (دوقلو) پمپ سانتریفوژ، رو تاتر و بدل حرارتی با روغن درون کارتر و شیر ترموستاتیک می‌شود که در زیر به شرح تک تک این اجزا می‌پردازیم.

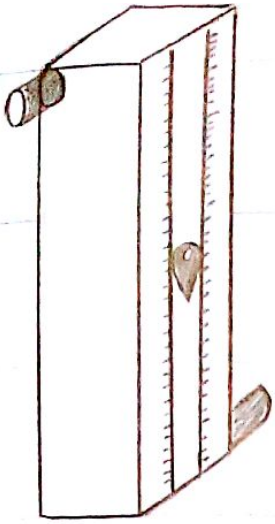
- راس محافظ سیستم خنک کن : در سیستم خنک کن خودروها جریان آب توسط یک واتر پمپ ایجاد می‌شود که این واتر پمپ نیز گشتاور ورودی خود را مستقیماً از بیرینگ دریافت می‌کند و با روشن شدن موتور واتر پمپ نیز شروع به فعالیت می‌کند و به وسیله‌ی جریان آب موتور را خنک می‌کند اما در دستگاه موجود در آزمایشگاه واتر پمپ وجود ندارد. ولی در عوض یک پمپ الکتریکی آب را درون موتور به جریان در می‌آورد. از آنجا که سیستم خنک کن مستقل از سیستم برق موتور فعال می‌شود لازم است یک سیستم ایمنی جانبی ایجاد شود که تا زمانی که پمپ سیستم خنک کن فعال نشده از روشن شدن موتور جلوگیری کند. این سیستم ایمنی یک رلی الکتریکی است که با وصل شدن جریان برق سیستم خنک کن جریان برق استارت موتور را قطع می‌کند

- مخزن دوقلو : سیستم خنک کننده دارای یک مخزن مستطیل شکل است که این مخزن توسط یک تیغه‌ی کوتاه که به صورت عرضی در وسط مخزن جوش داده شده است به دو قسمت تقسیم می‌شود که این دو قسمت از زیر تیغه‌ی جداکننده به یک دیگر راه دارند. مسلکرد این مخزن دوگانه بدین شکل است که آب داغ خارج شده از موتور به مخزن A می‌ریزد. این آب در اثر تماس با بدنه‌ی داخلی مخزن بخشی از حرارت خود را به محیط اطراف می‌دهد با سرد شدن آب جگالی آن افزایش می‌یابد و به زیر می‌رود و از شکاف پایین وارد مخزن B می‌شود که آب درون آن سرد تر می‌باشد. از پایین مخزن B نیز خروجی وجود دارد که آب را وارد پمپ می‌کند



- پمپ گریز از مرکز : آب خروجی از مخزن وارد پمپ گریز از مرکز می‌شود این نوع پمپ دارای محور پره‌هایی گردش تفت است و خروجی مماس بر دایره شفت می‌باشد مشخصیت مهم این گونه از پمپ‌ها این است که اگر خروجی یا ورودی پمپ مسدود شود پمپ به حرکت خود ادامه می‌دهد و انرژی به آن وارد می‌شود. به همین دلیل در سر راه خروجی آنها می‌توان شیر قرار داد تا به کمک شیر دبی آب را تنظیم کرد و آب خروجی از پمپ وارد یک روتامتر می‌شود تا دبی آن تنظیم و اندازه گیری شود.

www.hassiibb.ir



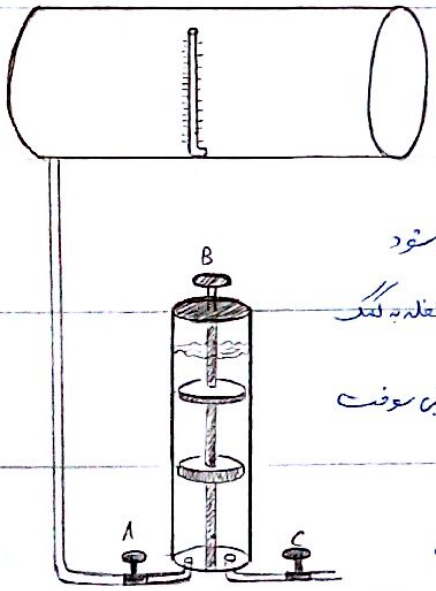
- روتامتر: یک شیر بعداز پمپ قرار دارد که ورودی روتامتر را تنظیم می کند. روتامتر از یک لوله ی مخروطی شکل با شیب کم تشکیل شده است که یک گوی درون این لوله قرار دارد با افزایش دبی ورودی وارد شده به این گوی بیشتر شده و ارتفاع قرارگرفتن گوی بیشتر می شود تا دبی آب عبوری از کنار گوی برابر با دبی آب ورودی روتامتر شود. در این هنگام نیروی وارد برگوی با وزن آن برابر شده و ارتفاع قرار گیری گوی، مشخص کننده ی دبی آب عبوری خواهد بود. باید توجه داشت که مقدار دبی آب را باید متناسب با دور موتور تنظیم کرد. دمای آب خروجی از روتامتر نیز اندازه گیری می شود و به عنوان دمای آب ورودی به موتور در محاسبات قرار می گیرد.

آب خروجی از روتامتر بلافاصله وارد عمل می شود و ابتدا روغن درون کارتر را به وسیله ی یک مبدل حرارتی خنک می کند و سپس وارد پوسته ی موتور می شود. و پس از خنک کردن اجزای موتور از آن خارج شده و توسط یک دماسنج دمای آن اندازه گیری می شود و به عنوان دمای آب خروجی موتور مورد استفاده قرار می گیرد.

توجه: دمای آب خروجی از موتور تحت هیچ شرایطی نباید از ۹۰ درجه بیشتر شود و برای کاهش دمای آب خروجی می توان دبی آب را افزایش داد

۱ شیر ترموستاتیک: آب خروجی از موتور پس از این که مورد دماسنجی قرار گرفت وارد یک شیر ترموستاتیک می شود. این شیر در صورت پایین بودن دمای آب آن را استعدیماً وارد مخزن A می کند در صورتی که دمای آن بالاتر از حد معینی باشد جریان آب درون یک گوی برنجی ریخته می شود تا با افزایش سطح و تبخیر سطحی آب زودتر خنک شود.

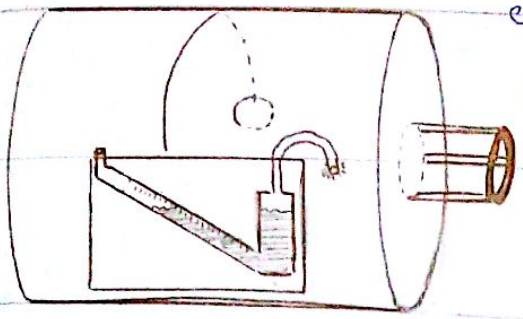
۲ سیستم سوخت رسانی: سوخت مورد نیاز موتور دیزل گازوئیل بود که درون یک مخزن استوانه ای شکل قرار دارد این مخزن نسبت به پمپ دارای ارتفاع بیشتری بوده تا سوخت با فشار و بدون قطع شدن در اختیار موتور قرار بگیرد. سوخت پس از خروج از تانکر وارد مجفظه ی دیگری می شود تا دبی آن اندازه گیری شود



- دستگاه دبی سنج سوخت: سوخت خارج شده از تانکر وارد استوانه ی شفاف مانند شکل روبرو می شود درون این استوانه به کمک صفحاتی به سه بخش تقسیم شده است و ورودی و خروجی این مجفظه به کمک سه شیر A و B و C کنترل می شود. شیر A ورودی سوخت به استوانه را تنظیم می کند شیر C خروجی سوخت از استوانه را تنظیم می کند و شیر A نیز وجود خروجی هوا به درون مجفظه کنترل دارد.

وضعیت قرارگیری شیرها به این طریق است که ابتدا شیر C را می بندیم و شیر A را باز می کنیم در این حالت سوخت با باز شدن شیر B وارد مخزن شده و هوا از آن خارج می شود و پس از پر شدن مخزن شیر B را بسته و شیر A را نیز می بندیم. با باز کردن شیر C و شیر B امکان سوخت رسانی به موتور فراهم می شود. منهی این که می توان مدت زمان مصرف شدن سوخت را نیز اندازه گیری کرد. برای اندازه گیری دبی از روش زیر استفاده می کنیم

اندازه گیری دبی سوخت: وجود صفحات میانی استوانه ی سوخت دو فایده دارد اولاً این که حجم سوخت بین این دو صفحه معین است دوماً هنگام مصرف سوخت ارتفاع آن کاهش می یابد و این کاهش ارتفاع معمولاً با سرعت اندکی رخ می دهد. اما زمانی که سوخت به لبه ی این صفحات می رسد به دلیل کم شدن سطح مقطع تبخیر ارتفاع ناگهانی و سریع بوده و همین امر ناگهانی سطح سوخت از لبه ی این صفحات مدت زمان مصرف سوخت را به سرعت و با دقت اعلام دهد. و دیگر موجب زدن سطح سوخت مزاحمت ایجاد نمی کند



۳ سیستم هوا و الکتور: شکلی روبروی یک ورودی و یک خروجی هوا دارد که در ورودی آن

دو سیلان یک لوله مرطوب به موتور وصل می شود. در ورودی این شکله یک اریفیس

قرار دارد که یک سیلان اندازه گیری دقیق است که ورودی هوا را نشان می دهد.

داخل ورودی توسط یک گارد محافظت می شود تا در اثر برخورد اشیا لبهای آن کج نشود

و از تست دستگاه کاسته نشود. روی بدنه این شکله یک مانومتر مایل قرار دارد که

یک طرف آن به هوا راه دارد و طرف دیگر مانومتر به یک مخزن آب کوچک وصل است و این مخزن هم به هوای ورودی شکله راه دارد. در حالت عادی

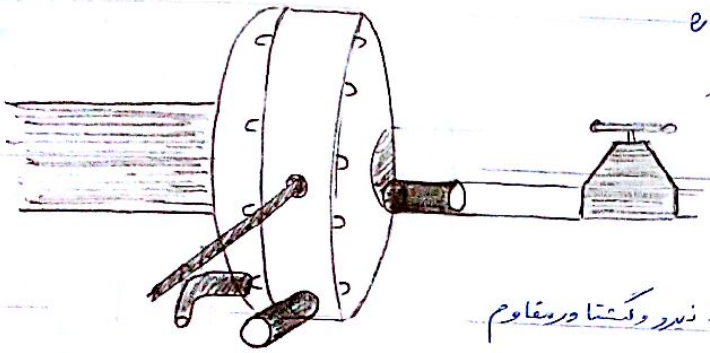
که موتور خاموش است فشار هوای داخل شکله و هوای اطراف یکسان است و سطح آب دو لوله مانومتر مخزن کوچک یکسان است اما به محض

روشن شدن موتور هوای درون شکله به داخل موتور مکیده می شود. و درون شکله افت فشار نسبی (خلاء نسبی) ایجاد می شود و در نتیجه

سطح مایع درون مانومتر و لوله مایل فرو کشی می کند از روی اختلاف ارتفاع می توان افت فشار و خلاء نسبی را اندازه گیری کرد.

۴ سیستم بار دهی و دینامومتر: دستگاه روبرده دینامومتر نام دارد که به وسیله ی یک شفت به موتور وصل است

و گشتاور موتور را دریافت می کند درون دینامومتر یک صفحه ی گردان قرار دارد



که همراه شفت چرخش می کند هنگامی که شیر آب را باز می کنیم آب وارد دینامومتر

می شود و آنجا در برابر چرخش صفحه ی پرهای مقاومت ایجاد می کند هرچه

مقاومت ایجاد شده باعث راه افتادن سریعتر به پوسته ی دینامومتر می شود

انحراف پوسته ی دینامومتر توسط یک وسیله ی الکترونیکی اندازه گیری می شود و نیروی وگشتاور مقاوم

بدست می آید. باید توجه داشت هرچه دبی آب ورودی به دینامومتر که توسط شیر تنظیم می شود بیشتر باشد

نیروی مقاوم و گشتاور مقاوم بیشتری به موتور و شفت آن وارد می شود.

۵ دور سنج و لامپ استروبسکوپ: برای اندازه گیری دور موتور کافی است روی شفت دوار خروجی از موتور یک نقطه ی سیاه رنگ گذاشته

و پس از روشن کردن موتور و رسیدن دور موتور به حالت پایا لامپ استروبسکوپ را روشن کرده و از فرکانس پایین شروع کرده و تعداد چشمک

زدن های لامپ را در یک دقیقه پیشتر می کنیم. هنگامی که نقطه ی سیاه رنگ روی صفحه ی چرخان ثابت به نظر بیاید می توان نتیجه گرفت که

تعداد دوران موتور در یک دقیقه با تعداد چشمک زدن های لامپ برابر است.

توجه: تمام اتصالات سوخت، هوا و آب به موتور باید ایمن باشند و لوله های رابط نیز باید انعطاف پذیر باشند تا ارتعاشات موتور دفع شوند

نحوه‌ی انجام آزمایش:

۱ چک کردن مقدمات اولیه و ملزومات برای کار کردن موتور

- چک کردن گیج روغن
- چک کردن بودن سوخت، لوله‌ها و اتصالات
- چک کردن ورودی و خروجی هوا، لوله‌های رابط و اتصالات
- چک کردن سیستم خنک کننده، مخزن و پمپ آب، لوله‌های رابط و اتصالات

۲ پمپ آب را به برق زده و سیستم خنک کن را فعال می‌کنیم

۳ دریچه سوخت را باز می‌کنیم

۴ اهرم گاز را کشیده و با فشردن دکمه‌ی استارت پس از روشن شدن موتور سریعاً رها می‌کنیم

۵ دبی آب ورودی را به وسیله‌ی شیر روتامتر روی $5 \frac{Lit}{min}$ تنظیم می‌کنیم

۶ دور موتور را افزایش می‌دهیم تا موتور اندکی گرم شود و سپس روی دور آرام قرار می‌دهیم و صبر می‌کنیم به حالت پایا برسد

۷ دمای یک نقطه از بدنه را یا دمای آب خروجی یا دمای اگزوز را اندازه می‌گیریم تا هنگامی که مقدار دما در هر یک از نقاط ثابت بماند آنگاه حالت پایا برقرار است

۸ پس از برقرار شدن حالت پایا مقادیر زیر را اندازه گیری می‌کنیم و ثبت می‌کنیم.

- دمای آب ورودی: $43^\circ C$
- دبی آب خنک کن: $5 \frac{Lit}{min}$
- دمای آب خروجی: $53.2^\circ C$
- زمان مصرف ۲۵cc سوخت: $228.48 s$
- دمای هوا: $20.5^\circ C$
- گشتاور شفت: 0
- دمای اگزوز: $74.2^\circ C$
- دور موتور: $854 RPM$

انجام محاسبات:

$$\dot{E}_f = \dot{E}_b + \dot{E}_c + \dot{E}_e + \dot{E}_B$$

$$\dot{E}_f = \dot{m}_f \times C.V$$

$$C.V =$$

$$\dot{m}_f = \rho_f \times q_f = 750 \times 1.094 \times 10^{-7} = 9.30 \times 10^{-5}$$

$$q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 1.094 \times 10^{-7} \frac{m^3}{s}$$

$$\Delta V = 25 cc = 0.000025 m^3 = 2.5 \times 10^{-5}$$

$$\rho_f = 750 \frac{kg}{m^3}$$

$$\dot{E}_b = T \times \omega = 0$$

$$T = F \times R = 0$$

$$F = 0$$

$$\omega = RPM \times 2\pi = 854 \times 2\pi$$

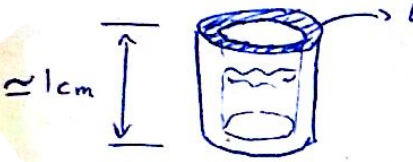
www.hassiibb.ir

بمب کالری متر.

1 دستگاه بمب کالری متر برای اندازه گیری ارزش حرارتی سوخت های مایع کاربرد دارد.

2 مقداری سوخت درون ظرف کوچکی ریخته می شود سپس سوزانده می شود انرژی آزاد شده حاصل از سوزاندن آن اندازه گرفته می شود و بر حرم سوخت تقسیم می شود تا ارزش حرارتی سوخت بدست آید.

برای مثال ارزش حرارتی سوخت گازوئیل در موتور دیزل $42400 \frac{kJ}{kg}$ است یعنی وقتی مقدار یک کیلوگرم از آنرا می سوزانیم این میزان انرژی آزاد می شود.



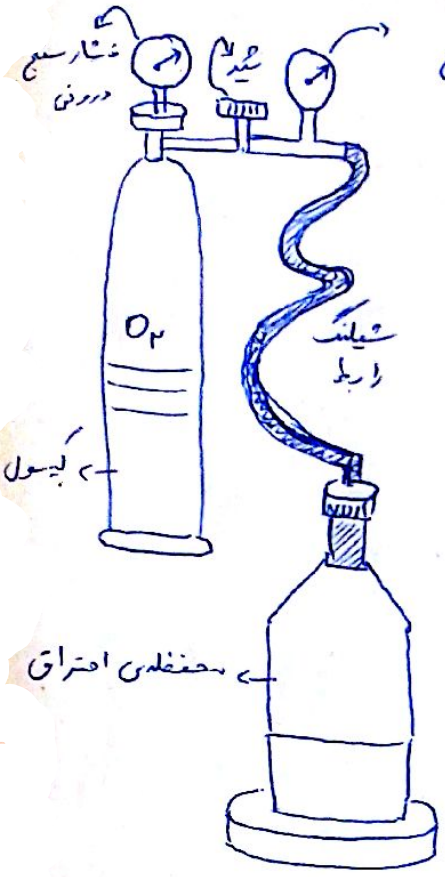
برای بدست آوردن جرم سوخت ابتدا ظرف را وزن کرده سپس سوخت را درون ظرف می ریزیم و آنرا کاملاً از سوخت پر می کنیم و دوباره وزن می کنیم. اختلاف وزن ثانویه و اولیه جرم سوخت را به ما می دهد.

ظرف گ حاوی سوخت را در محل خود قرار داده و یک رشته نازک از میان رشته های یک سیم افشان جدا کرده و بین دو پایه روبروی هم می بندیم. به گونه ای که در شکل می بینید مقداری از سیم را به شکل نوک تیز در آورده و تا جایی که امکان دارد به سطح سوخت درون ظرف نزدیک می کنیم

مجموعه ی بالا درون محفظه ی احتراق گذاشته و سیس درپوش آنرا محکم می بندیم

www.hassiibb.ir

شیلنگ کپسول اکسیژن را به مخزن اکسیژن محفظه‌ی اختراق متصل می‌کنیم و فشار سنج‌های متصل به کپسول را به دقت نگاه می‌کنیم.



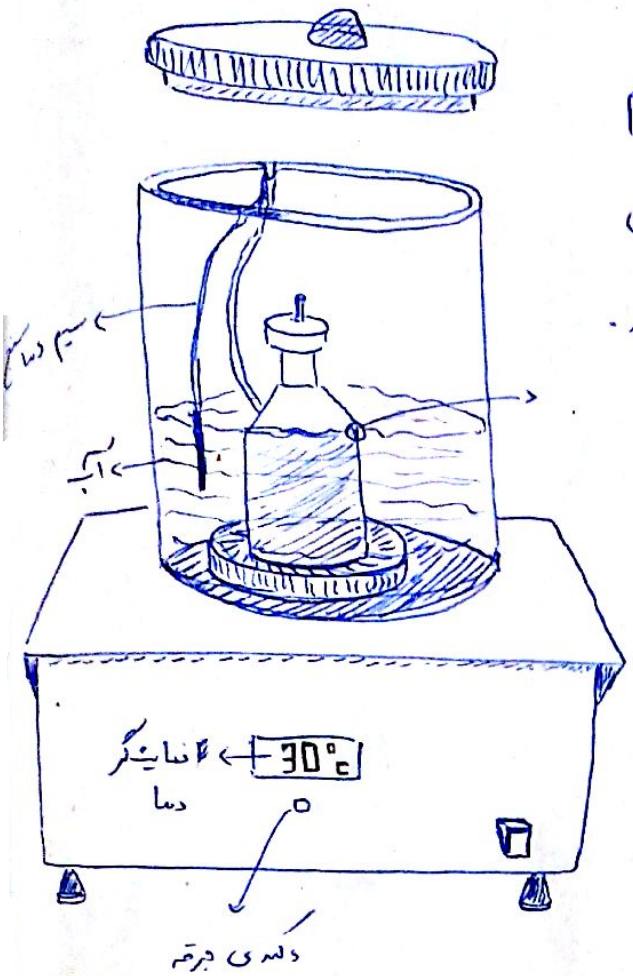
یکی از فشار سنج‌ها فشار داخل کپسول را نشان می‌دهد که قبل از شیر قرار دارد. و فشار سنج دیگر فشار اکسیژن یا به عبارتی محفظه‌ی اختراق را نشان می‌دهد که به شیلنگ رابط متصل است

هنگامی که شیر بین کپسول و شیر سه محفظه‌ی اختراق باز است. فشار سنج اکسیژن را نگاه می‌کنیم وقتی که محفظه‌ی اختراق پر از اکسیژن شد و فشار سنج اکسیژن روی کپسول فشار را نشان داد هر دو شیر را بسته و شیلنگ رابط را از محفظه‌ی اختراق جدا می‌کنیم

+ اکنون محفظه‌ی اختراق به اندازه‌ی کافی اکسیژن دارد که سوخت‌های معمول که به وسیله‌ی این دستگاه مورد سنجش ارزش حرارتی قرار می‌گیرند به طور کامل بسوزند. یعنی فشار پنج بار هوای اکسیژن درون محفظه‌ی اختراق اکسیژن لازم برای سوختن کامل سوخت را فراهم می‌کند.

+ باید توجه داشت که وقتی هوای پرفشار داخل کپسول وارد محفظه‌ی اختراق می‌شود، به دلیل افزایش حجم و انبساط آزاد دمای محفظه را پایین می‌آورد. و سرمای تولید شده نیز با دست قابل احساس است اما بعد از مدتی به دلیل رسانا بودن محفظه‌ی اختراق دمای مجموعه به دمای محیط می‌رسد.

www.hassiibb.ir



محفظه‌ی احتراق را درون استوانه‌ی دستگاه قرار می‌دهیم و استوانه‌ی دستگاه را تا شکستگی کنار محفظه‌ی احتراق پر از آب می‌کنیم. در این حالت مقدار آب باید معلوم باشد.

سپس سیم‌های برق که برای جرقه زدن درون محفظه‌ی احتراق لازم‌اند از شیار تعبیه‌شده روی بدنه‌ی استوانه عبور داده و درب استوانه را قرار می‌دهیم. این مجموعه‌ی استوانه و آب و ... را می‌نامیم

با فشردن دکمه‌ی جرقه جریان برق از سیم عبور کرده و به علت نازک بودن سیم داغ شده و می‌سوزد و با پاره شدن سیم جریان برق نیز قطع شده و سوخت نیز آتش می‌گیرد.

دمای نشان داده شده روی نمایشگر آرام آرام بالا می‌رود و به مقدار ماکزیمم خود می‌رسد. سپس شروع به افت می‌کند. مقدار دمای ماکزیمم را یادداشت می‌کنیم.

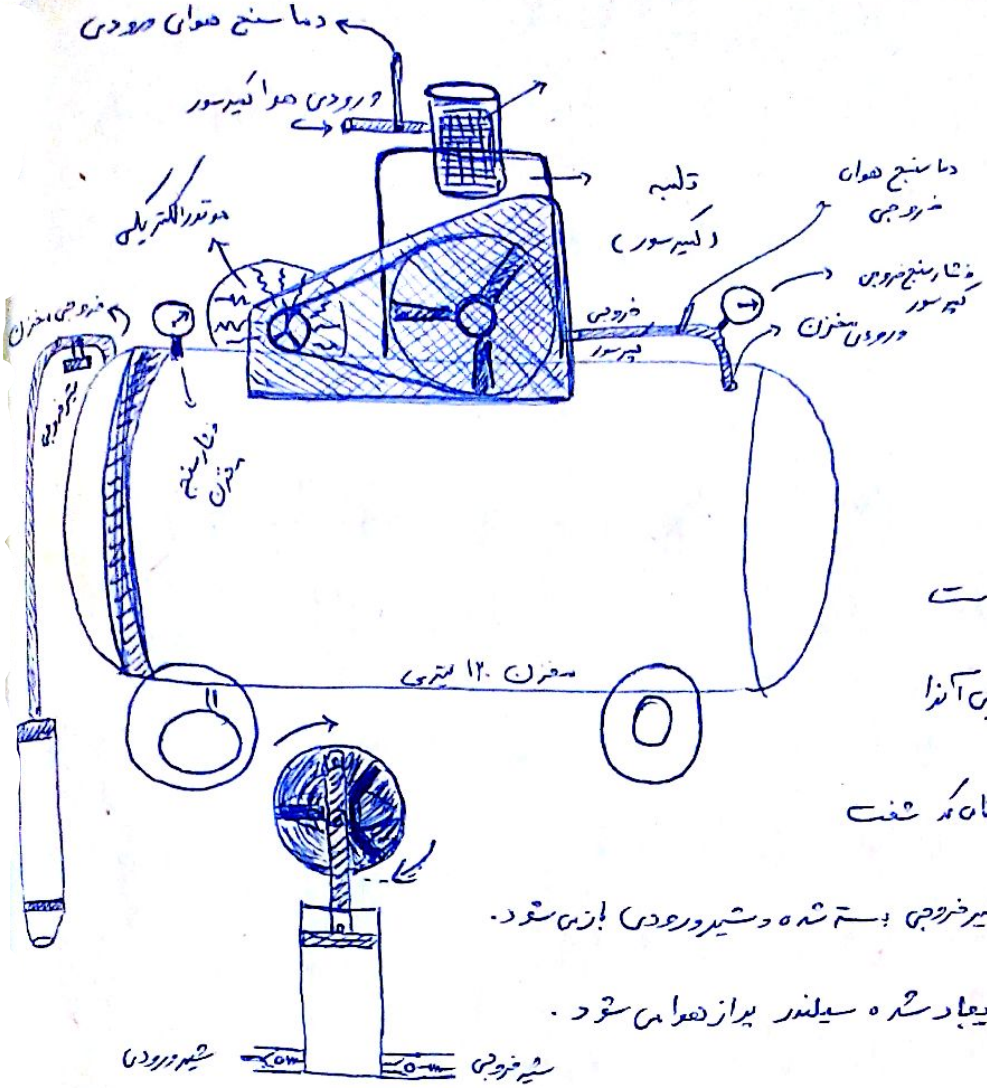
دمای یادداشت شده دمایی است که کل مجموعه دارد و در اثر سوختن سوخت ایجاد شده است. به عبارتی انرژی حاصل از سوختن گازوئیل به هوای درون محفظه‌ی احتراق و بدنه‌ی محفظه و آب درون استوانه داده شده است. که می‌توان نوشت

$$Q_{\text{حاصل از سوخت}} = \underbrace{mc\Delta T}_{\text{آب}} + \underbrace{mc\Delta T}_{\text{محفظه‌ی احتراق}}$$

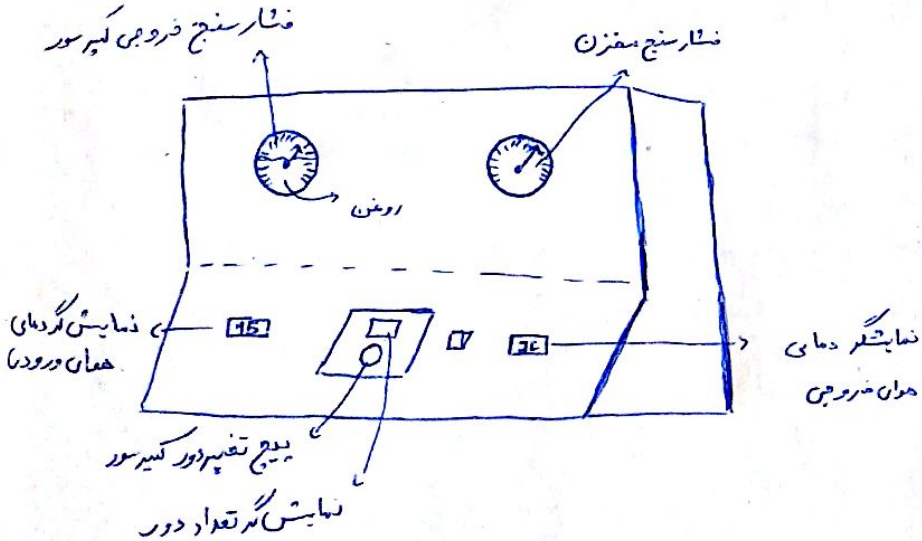
مقدار C محفظه‌ی احتراق قبلاً مورد سنجش قرار گرفته و از مشخصات دستگاه می‌باشد و معلوم است.

$$\text{ارزش حرارتی} = \frac{Q}{-} =$$

کمپرسور



هوا از ورودی داخل کمپرسوری می‌شود که انرژی موتور را از موتور الکتریکی دریافت می‌کند. کمپرسور در واقع یک سیلندر و پیستون ساده است که دو شیر یک طرفه ورودی و خروجی آنرا کنترل می‌کنند. مانند شکل هنگامی که شفت کمپرسور بسمت بالا حرکت می‌کند شیر خروجی بسته شده و شیر ورودی باز می‌شود. و با وسیله‌ی مکش (فشارسنج) ایجاد شده سیلندر پر از هوا می‌شود. سپس هنگام پایین آمدن پیستون شیر ورودی بسته شده و شیر خروجی باز می‌شود تا هوای پرفشار درون سیلندر خارج شود و در مخزن هوا ذخیره شود.



+ توجه: اگر شیر خروجی مخزن باز باشد فشارسنج مخزن مقدار فشار مخزن را نشان می‌دهد. ولی فشارسنج خروجی کمپرسور مقدار فشار ۰/۵ بار را نشان می‌دهد. زیرا در ورودی مخزن یک عدد شیر یک طرفه وجود دارد که از خروج هوا از مخزن و ورود آن به کمپرسور جلوگیری می‌کند درون این شیر یک ساچمه وجود دارد فنر فشرده در مدل خود قرار می‌گیرد. فشار هوایی که بر این فنر غلبه می‌کند ۰/۵ بار است.

www.hassiibb.ir

+ توجه: وقتی هنگامی که شیر خروجی مخزن هم بسته باشد. این فنر اختلاف فشار نیم بار را بین فشار مخزن و فشار کمپرسور ایجاد می کند منتها در فشارهای بالا این نیم بار به چشم نمی آید و پنهان می شود.

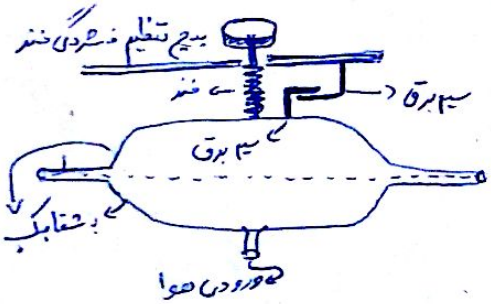
+ توجه فشار سنج هوای خروجی کمپرسور برازِ روغن است و تمام اجزای آن مانند عقربه ها و چرخ دنده ها در روغن غوطه ور اند. زیرا فشار خروجی کمپرسور یک فشار نوسانی است یعنی با هر مرتبه بالا و پایین رفتن پیستون درون سیلندر فشار خروجی نوسانی می کند (عقربه نمایان دارد). در دورهای پایین کمپرسور دامنه نوسان عقربه زیاد ولی بسامد آن کم است و در دورهای بالا دامنه نوسان کم و بسامد آن زیاد می شود. این نوسان و تکان های عقربه خواندن فشار را مشکل می کند. برای جلوگیری از نمایان عقربه آنرا درون روغن قرار می دهند تا کمتر نوسان کند و قرائت فشار دقیق تر شود.

+ فشار مخزن به صورت آهسته و پیوسته تغییر می کند و فشارسنج آن روغن ندارد.

+ تمام مخازن تحت فشار باید شیر اطمینان داشته باشند شیرهای اطمینان با رسیدن فشار به مقدار معین باز می شوند و هوای اضافی را خارج می کنند.

+ مخزن هوای فشرده علاوه بر شیر اطمینان به یک کلید فشار (الکترو پنوماتیکی) مجهز اند تا زمانی که فشار مخزن به مقدار معینی رسید جریان برق الکتروموتور را قطع کند و از بالا رفتن فشار جلوگیری کند.

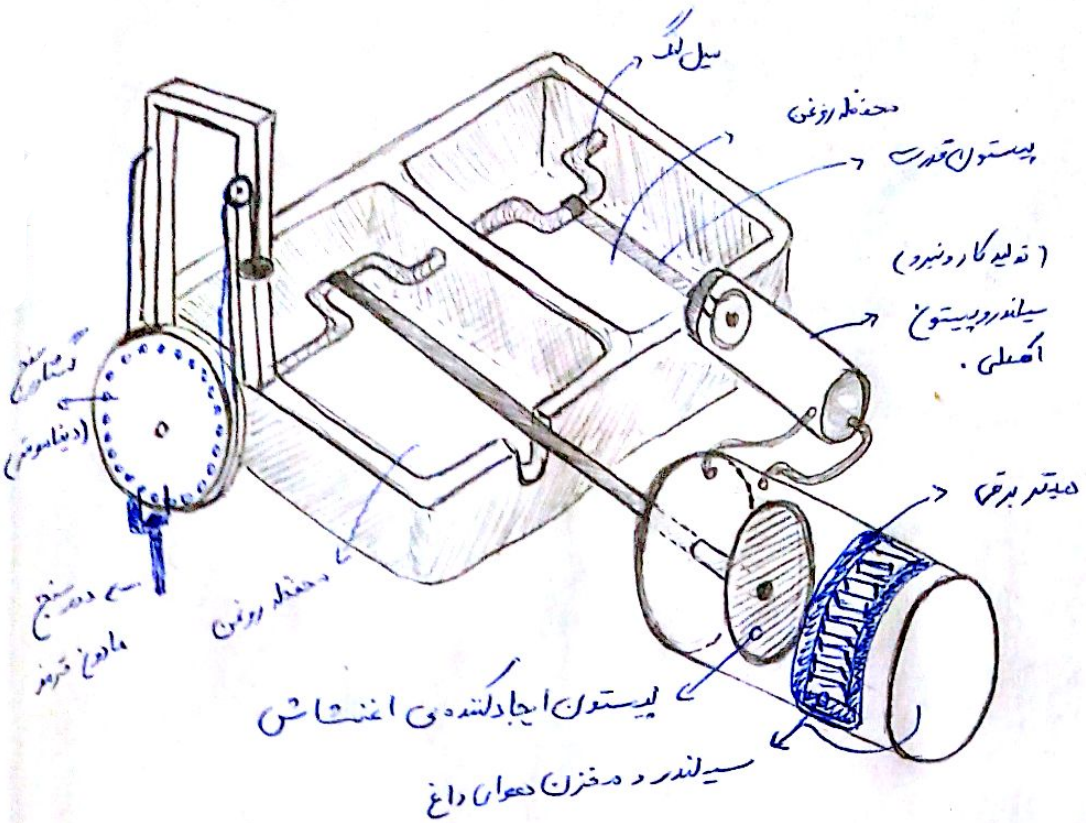
ساختمان کلید فشار به صورت رو به رو است



اگر فشار درون مخفظه بر نیروی فنر غلبه کند تیغه های برق از یک دیگر جدا شده و جریان

+ توجه مخازن تحت فشار را با فشار سیال مایع تست می کنند مثلا از روغن یا آب برای تست فشار و اطمینان از مقاوم بودن مخزن استفاده می شود زیرا در صورت انفجار مخزن مایعات انبساط پیدا نمی کنند و انرژی کمی آزاد می کنند ولی اگر با گاز مخزن تست شود در صورت انفجار انرژی که به صورت کار $W = \Delta P \Delta V$ داده شده،

موتور استرلینگ



⊕ دینامومتر مکانیکی مانند دینامو موتر هیدرولیکی به کار رفته در موتور هیزل است. با این تفاوت این ها نیروی مارا بر شفت و گشتاور نگه دارنده (ترمز کننده) وارد بر آن به وسیله ی یک زنخ و فنر قره و یک وزنه ی معین ایجاد می شود (حاصل ضرب گشتاور در سرعت شفت توان خروجی موتور را به ما می دهد.)

⊕ ابتدا هوا درون مخزن توسط یک هیتر الکتریکی که توان مصرفی آن برای ما قابل محاسبه است گرم می شود.

هوای گرم شده و فشار آن زیادی شود از طریق یک مجرا وارد سیلندر تولید کننده کار می شود و در آنجا

هوا هم به دلیل انبساط دهم به دلیل انجام دادن کار روی پیستون انرژی خود را از دست می دهد و سرد می شود.
(حاصل ضرب ولتاژ در آمپر ورودی به هیتر توان مصرفی را به ما می دهد)

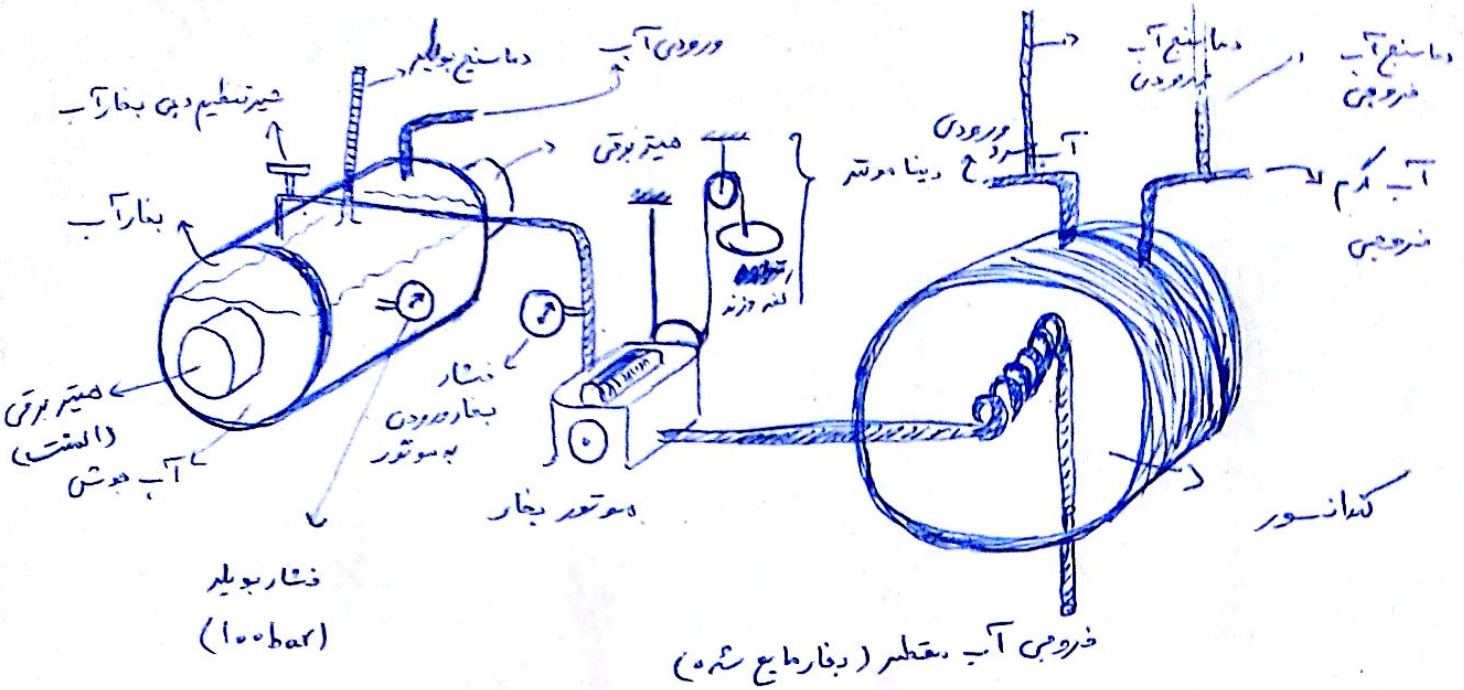
⊕ هوای سرد شده از طریق یک لوله دیگر دوباره به مخزن اصلی باز می گردد. تا دوباره گرم شود. گرم شدن هوا

به وسیله ی هیتر برقی زمان می برد برای افزایش سرعت گرم شدن هوا یک پیستون درون سیلندر مخزن هوا

در حال رفت و برگشت است که موجب ایجاد اختلاف در هوای درون سیلندر شده و سرعت انتقال حرارت

گرم شدن هوا افزایش پیدا می کند (همین موضوع عیب موتور استرلینگ است که مدت زمان زیادی طول می کشد تا سرعت آن به مقدار مطلوب ما برسد)

⊕ راندمان موتور حرارتی یا حاصل تقسیم توان تولیدی به توان مصرفی. $\frac{W_{out}}{W_{in}}$



⊕ به کمک دو عدد هیتر برقی که دو طرف مخزن بخار (دیگ بخار) قرار دارند انرژی حرارتی نیروگاه تأمین می‌شود مصرف برق و توان الکتریکی مصرفی این دو هیتر به وسیله‌ی یک کنتور برق اندازه گرفته می‌شود.

⊕ آب در حالت پایدار در دیگ بخار دارای دمای ۱۱۸ درجه می‌باشد. بخار تولید شده از طریق شیر تنظیم دبی وارد موتور می‌شود هرچه شیر را بیشتر باز کنیم RPM موتور بیشتر می‌شود.

⊕ به کمک یک دینامومتر دینامیکی می‌توان موتور را زیر بار برد. و توان تولیدی را اندازه گرفت

⊕ بخار خروجی از موتور وارد کندانسور می‌شود و در آنجا به وسیله‌ی یک کویل آب حرارت خود را از دست می‌دهد و مایع می‌شود.

⊕ مقدار RPM موتور را خود دستگاه اندازه می‌گیرد و به ما می‌دهد.

⊕ هرچه موتور بیشتر بزیر بار برود فشار سنج ورودی موتور عدد بزرگ‌تری نشان می‌دهد.

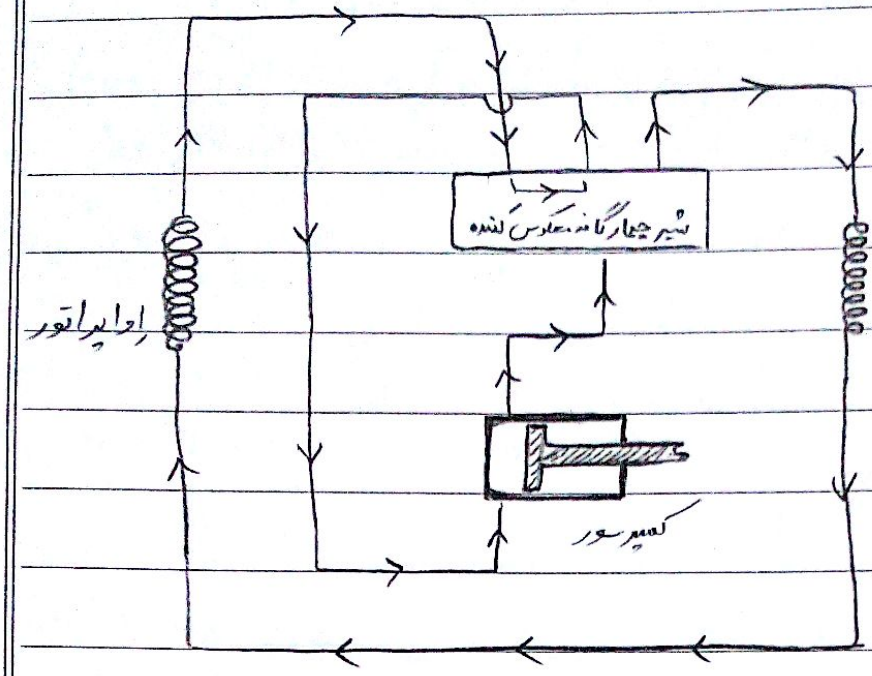
⊕ دبی و مقدار بخار مصرفی را می‌توان با اندازه گیری جرم آب خروجی از کندانسور بدست آورد.

⊕ تلفات بدنه‌ی بویلر را می‌توان بدست آورد تلفات بدنه‌ی کندانسور و موتور را به همین سرجمع می‌توان بدست آورد ولی به صورت تک تک نه

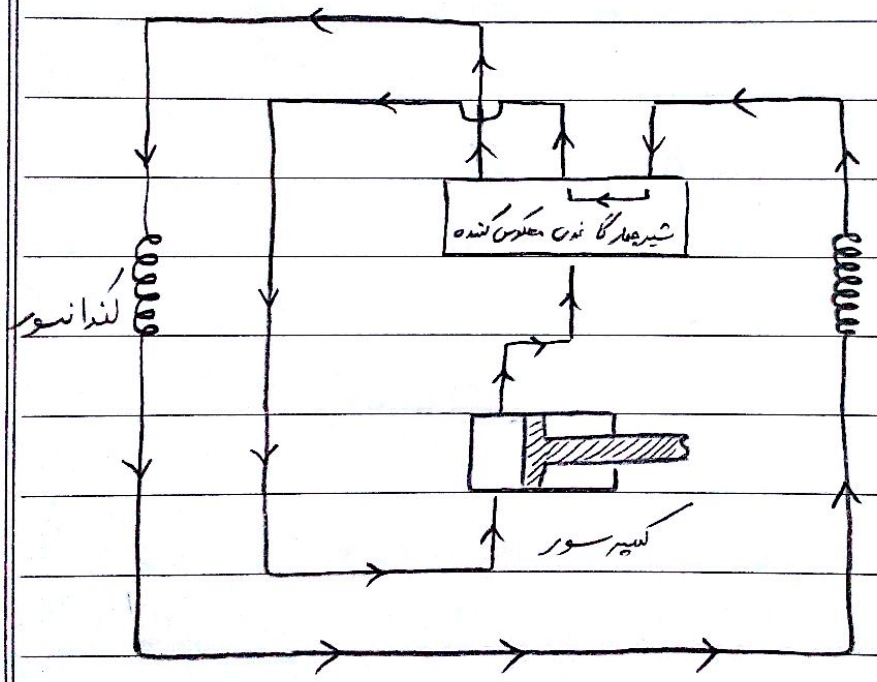
Date: / /

Subject:

هیت پمپ (پمپ گرما) :



نحوه ی عملکرد شیر معکوس کننده برای تغییر کاربری نشان داده شده است. وقتی زبانه ی شیر جابه جا می شود نقش کندانسور و اواپراتور عوض می شود.



TOSEHE

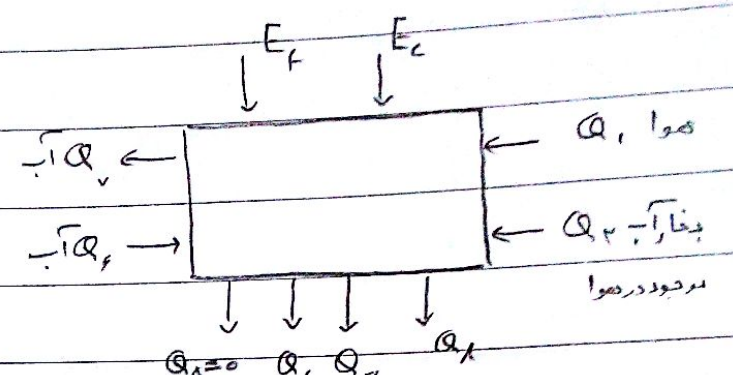
www.hassiibb.ir

Date: / /

Subject:

$$E_c + E_f + Q_1 + Q_2 + Q_6 = Q_3 + Q_4 + Q_5 + \underbrace{Q_8}_{\text{اتلاف}}$$

معادله بالا معادله حاکم بر دستگاه هیت پمپ است و تساوی در صورتی برقرار است که $Q_8 = 0$ باشد یا این که مقدار Q_8 را داشته باشیم



$$Q_1 = \dot{m}_a c_{p_{\text{هوا}}} T_1$$

$$c_{p_a} = 1005 \ \frac{J}{kg.K}$$

$$Q_3 = \dot{m}_a c_p T_3$$

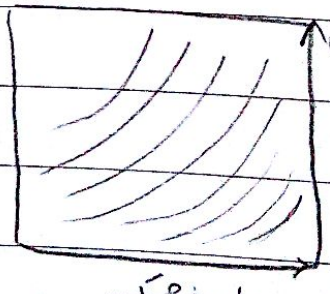
$$Q_2 = \underbrace{(w \dot{m}_a)}_{\dot{m}_v} h_v \qquad h_v \simeq h_g \ @ \ T_1 \ \text{(به ازای)}$$

$$Q_4 = (w \dot{m}_a) h_v$$

$$w = \frac{\dot{m}_v}{\dot{m}_a} = \frac{\text{جرم بخار موجود در هوا}}{\text{جرم هوا}}$$

$$Q_6 = \dot{m}_w c_p T_4 \qquad \rightarrow w \dot{m}_a = \dot{m}_v$$

$$Q_5 = \dot{m} w c_p T_5$$



$$\beta = \frac{|Q_1 + Q_2 - (Q_3 + Q_4)|}{E_c + E_f}$$

نمودار

دمای خشک ۲۱

دمای تر ۱۲

TOSEHE

www.hassiibb.ir

Date: / /

Subject:

موتور دیزل:

$$\dot{E}_f = \dot{E}_b + \dot{E}_c + \dot{E}_e + \dot{E}_\beta$$

$\dot{E}_f$: گرمای سوخت — $\dot{E}_b$: قدرت مفید — $\dot{E}_c$: تلفات آب خنک‌کن — $\dot{E}_e$: تلفات اگزوز — $\dot{E}_\beta$: تلفات بدنه

$$\dot{E}_f = \dot{m}_f \times (L.V.) \longrightarrow \text{که} \quad \dot{m}_f = \rho \cdot q$$

$\dot{m}_f$: دبی سوخت — (L.V.): ارزش حرارتی سوخت — ρ: چگالی سوخت — q: دبی حجمی سوخت

$$\rho = 850 \ kg/m^3$$

$$\dot{E}_b = \frac{T \times \omega}{1000}$$

T: گشتاور — ω: سرعت زاویه‌ای

$$\dot{E}_c = \dot{m}_c \times C_p \times \Delta T \qquad \dot{m}_c = \rho q$$

$$\rho = \frac{1}{v_f} \quad \text{(دما معلوم)}$$

v_f: حجم مخصوص آب در دمای اتاق — ρ: چگالی

$$\dot{m}_c = \frac{1}{v_f} \times q$$

$$\dot{E}_e = \dot{m} C_p \Delta T$$

$$= \dot{m} C_p (T_{\text{خروجی}} - T_{\text{ورودی}})$$

ورودی هوا — ورودی سوخت — موتور — خروجی اگزوز

$$= (\dot{m} C_p T)_{\text{خروجی}} - (\dot{m} C_p T)_{\text{ورودی}}$$

$$\dot{m}_e C_{pe} T_e - [(\dot{m}_a C_{pa} T_a) + \dot{m}_f C_{pf} T_f]$$

$\dot{m}_e C_{pe} T_e$: اگزوز — $\dot{m}_a C_{pa} T_a$: هوا — $\dot{m}_f C_{pf} T_f$: سوخت

TOSEHE

www.hassiibb.ir

Dale: / /

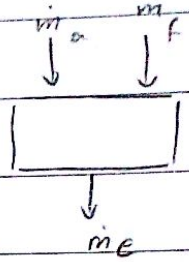
Subject:

T_f = معلوم است ✓ (برابر با دمای هوا محیط)

$C_{P_f} = 1,993 \frac{kJ}{kg\,k}$

T_a = معلوم

$C_{P_a} = C_{P_e}$ ✓



$\dot{m}_a = \rho_{\text{هوا}}\, q_{\text{هوا}}$ $\qquad \dot{m}_e = \dot{m}_a + \dot{m}_f$

$\rho = \frac{P_{\text{ورودی}}}{RT}$

$q = \frac{RPM}{2} \times \frac{1}{60} \times V_e \times \eta_V$

حجم هوای وارد شده به موتور — دور موتور — حجم سیلندر موتور — راندمان حجمی موتور

$\eta_V = \frac{\text{حجم هوای وارد شده}}{\text{حجم سیلندر}}$

$V_e = 1750\,cc = \ldots\ m^3$

حجم ۴ سیلندر موتور

راندمان حجمی موتور تابع دور موتور است و جدول مجاور به ما کمک می کند

RPM	η_V
۱۰۰۰	۰/۶۵
۲k	۰/۹
۳k	۰/۸۵
۴k	۰/۸

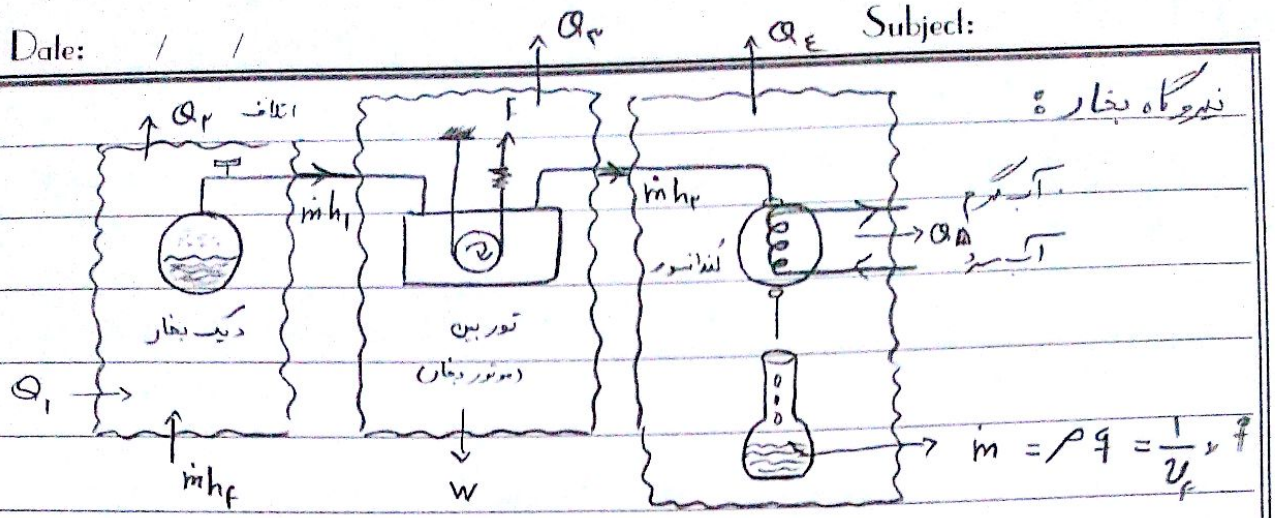
TOSEHE

www.hassiibb.ir

Dale: / /

Subject:

نیروگاه بخار:



v_f در دمای آب خروجی

$$Q_1 + \dot{m}h_f = Q_2 + \dot{m}h_2$$

$Q_2 = \checkmark$

$$Q_1 = \frac{0/05 \times 2400}{\text{زمان}}$$

$h_1 = h_g$

$$\dot{m}h_1 = \dot{Q}_3 + \dot{m}h_2 + W$$

$$\dot{m}h_2 = Q_4 + Q_5 + \dot{m}h_3$$

$$W = T\omega = \frac{F \times RPM}{1981 \times 1000}$$

$h_3 = h_f$ @ T

آب تغلیظ شده

دو معادله دو مجهول

$T = F \times R$

$$\omega = \frac{2\pi \times RPM}{60} = \frac{1}{1981} \times RPM$$

$$\dot{m}h_1 = \underbrace{Q_2 + Q_4}_{\text{مجموع آنها معلوم است}} + Q_5 + \dot{m}h_3 + W$$

TOSEHE

www.hassiibb.ir

Date: / /

Subject:

توجه داشته باشید از چند حجم کنترل را می‌توان به حجم کنترل در نظر گرفت

رابطه‌ی آخر صفحه‌ی پیش را از نکته‌ی بالا نیز می‌توان بدست آورد

$$\eta_{th} = \frac{\text{خروجی}}{\text{ورودی}} = \frac{W}{Q_1 + \dot{m} h_f}$$

www.hassiibb.ir

Air cooler

$H = 9{,}25\ mm$ — $\dot{V}_w = 3L/PM$

$E_f = 0.3\ kw$ — $T_1 = 21^\circ C$ — $T_3 = 30^\circ C$

$E_c = 1{,}3\ kw$ — $T_2 = 9^\circ C$ — $T_4 = 22^\circ C$

ضریب عملکرد $\beta = ?$ — $T_w = 15^\circ C$ — $T_5 = 21^\circ C$

---

(۱) $E_f + E_c + Q_1 + Q_2 + Q_4 = Q_3 + Q_5 + Q_7 + Q_8$

$Q_1 = \dot{m}_a C_p T_1 = 0.58 \times 1 \times (24) = 13.92\ kw$

$\dot{m}_a = 0.005 \sqrt{\frac{H \cdot Pa}{T_2}} = 0.005 \times \sqrt{\frac{9.25\ mm \times 98000\ Pa}{273+9}} = 0.58\ kg/s$

$Q_3 = 0.58 \times 1000 \times (9+273)$

$Q_3 = 12{,}98\ kw$

$Q_4 = \frac{\omega \cdot \dot{m}_a}{m_v} \cdot h_v = m_v h_v = 0.0044 \times 0.58 \times 2540 = 6.76\ kw$

(ω: جدول، h_v: جدول T_1 @ h_v)

$Q_5 = \omega \dot{m}_a h'_v = 0.761\ kw$ (↳ 25.1v)

$Q_6 = \dot{m}_w C_p T_3 = \dot{m}_w \times 4.18 \times 30.3 = 96.7\ kw$

$\dot{m}_w = \rho q = \frac{1}{v_f} \cdot q \cdot \frac{1}{0.001009} \cdot \frac{0.03}{60\ sec} = 0.496$ (حجم آب — حجم آب)

$Q_7 = \dot{m}_w \times C_p \times T_4 = 95.2\ kw$

$E_f + E_c + Q_1 + Q_2 + Q_4 = Q_3 + Q_5 + Q_7 + Q_8$

$0.3 + 1.3 + 13.92 + 0.476 + 6.7 = 12.98 + 0.761 + 95.2 + Q_8$

www.hassiibb.ir

h_f @ ۱۳۳°C = ۵۵۷

حجمی $h_f = h_g$ @ ۱۳۳°C = ۲۷,۲۳

v_f @ ۶۶°C = ۰/۰۰۱۰۱۵

حجمی v_f @ ۶۶,۵ = ۰/۰۰۱۰۰۲۵

$h_۳ = h_f$ @ ۶۶,۳°C = ۱۹۲

فشار بویلر = ۲۰۰ kPa

دمای بویلر = ۱۳۳

RPM = ۱۰۰۰

۰/۰۵ kw @ ۸۶ sec

دمای T = ۱۹°C

دمای T = ۶۶,۵°C

۱۰۰cc @ ۱۴۶ sec

دمای آشپزخانه = ۶۶,۳°C

۱ Lit @ ۱۰,۷۶ sec

۲۸

« نیروگاه بخار »

۱ kw × ۳۶۰۰ = ۱ kwh

$\frac{1\,kw}{5} = Q$

$Q_1 + \dot{m} h_f = Q_2 + \dot{m} h_2$

$\dot{m} = \rho q_v = \rho \frac{1}{v_f} q_v$

$\begin{cases} m = \rho V \\ \dot{m} = \rho \frac{V}{t} = \rho q_v \end{cases}$

$Q_1 + \dot{m} h_f = Q_2 + \dot{m} h_2$

$Q_1 = \frac{0.05 \times 3600}{84} = 5.14\ kw$

$\dot{m} = \rho q_v = \rho \frac{1}{v_f} q_v = \frac{1}{0.001015} \times \frac{100 \times 10^{-6}}{144} = 0.000685\ kg/s$

$5.14\ kw + (0.000685 \times 557) = Q_2 + (0.000685 \times 27.23) \rightsquigarrow Q_2 = 0.994\ kw$

$\omega = \frac{F_0\, RPM}{1851.00} = \frac{2\omega \cdot 1000}{1851.00} = 0.01\ kw$

$Q_\omega = \dot{m}_{c.v} c_p \Delta T = (0.09)(4.18)(\underbrace{42.5}_{T_2} - 19) = 1.31\ kw$

$\dot{m}_{c.v} = \rho q_v = \frac{1}{v_f} \circ q_v = \frac{1}{0.001003} \times \frac{0.001}{10.76} = 0.09\ kg/s$

$\dot{m} h_1 = Q_3 + Q_4 - Q_5 + \dot{m} h_2 + \omega$

$0.000685 \times 2723 = Q_3 + Q_4 + 1.31 + (0.000685 \times 192) + 0.01$

$Q_3 + Q_4 = 1.185\ kw$ مجموع تلفات کندانسور

$\eta = \frac{\omega}{Q_1 + \dot{m} h_f} = \frac{0.01}{5.14 + (0.000685 \times 557)} \times 100 = 4\%$

(··)
www.hassiibb.ir

«موتور دیزل»

RPM = ۱۵۸۴

$\dot{Q}$ = ۵ LPM

$\overline{T_{out}}$ = ۵۶٫۹

$\overline{T_{cool}}$ = ۶۰٫۶

$\overline{T_e}$ = ۹۶٫۲

۲۵cc → ۱۶۷۵cc

$\overline{T_a}$ = ۲۰٫۵

(ب) $\dot{E}_f = \dot{E}_b + \dot{E}_c + \dot{E}_e + \dot{E}_{IB}$

$\dot{E}_f = \dot{m}_f \times (C.V.) = \rho \dot{q} (C.V.) = \underbrace{۱۸۵۰ \times \frac{۲۵}{۱۰^۶ \times ۱۶۷۵}}_{\dot{m}_f} \times \underbrace{(۴۲۴۱۰)}_{۴۰.۷} = ۵٫۳۹ \, kw$

$\dot{m}_f = \rho \dot{q}_v = ۰٫۰۰۰۱۲۷ \, kg/s$

$\dot{E}_b = T_{out} \omega = ۰$ ،

$\dot{E}_c = \dot{m}_{c.v} C_p \Delta T \Rightarrow \dot{E}_c = ۰٫۰۸ \times ۴۱۸ \times (۶۰٫۶ - ۵۶٫۹) = ۶٫۵۷ \, kw$

($\hookrightarrow \dot{m}_{c.v} = \rho \dot{q}_v = \frac{۱}{\nu_f} \cdot \dot{q}_v = \frac{۱}{۰٫۰۰۱۰۱۶۷} \times \frac{۰٫۰۰۵}{۶۰} = ۰٫۰۸ \, kg/s$) (۶۰٫۶ گزارش)

$\dot{E}_e = (\dot{m} C_p T)_e - (\dot{m} C_p T)_a - (\dot{m} C_p T)_f$ (خروجی — هوا — سوخت)

$\dot{m}_a = \rho \dot{q}_v \;،\; \rho = \frac{P}{RT} = \frac{۸۶ \times ۱۰^۳}{۲۸۶ \times ۲۹۳٫۵} = ۱٫۰۲ \, kg/m^۳$

$\dot{q}_v = \frac{RPM}{۱۲۰} \times \nu_C \times \eta_v = \frac{۱۵۸۴}{۱۲۰} \times \frac{۱۶۷۳}{۱۰^۶} \times ۰٫۹۲۵ = ۰٫۰۲ \, m^۳/s$

$\Rightarrow \dot{m}_a = ۱٫۰۲ \times ۰٫۰۲ = ۰٫۰۲۵ \, kg/s$

$\dot{m}_e = \dot{m}_a + \dot{m}_f = ۰٫۰۲۵ + ۰٫۰۰۰۱۲۷ = ۰٫۰۲۵۱۲۷ \, kg/s$

$\dot{E}_e = (۰٫۰۲۵۱۲۷ \times ۱ \times ۲۹۳٫۵) - (۰٫۰۲۵ \times ۱ \times ۲۹۳٫۵) - (۰٫۰۰۰۱۲۷ \times ۱٫۹۹۳ \times ۲۹۳٫۵) = ۱٫۷۴ \, kw$

$\dot{E}_{IB} = \dot{E}_f - \dot{E}_b - \dot{E}_c - \dot{E}_e = ۵٫۳۹ - ۲٫۵۷ - ۱٫۷۴ = ۱٫۰۸ \, kw$

$\eta = \frac{\dot{E}_{IB}}{\dot{E}_f} = ۲۰٪$ گشتاور نداریم

www.hassiibb.ir