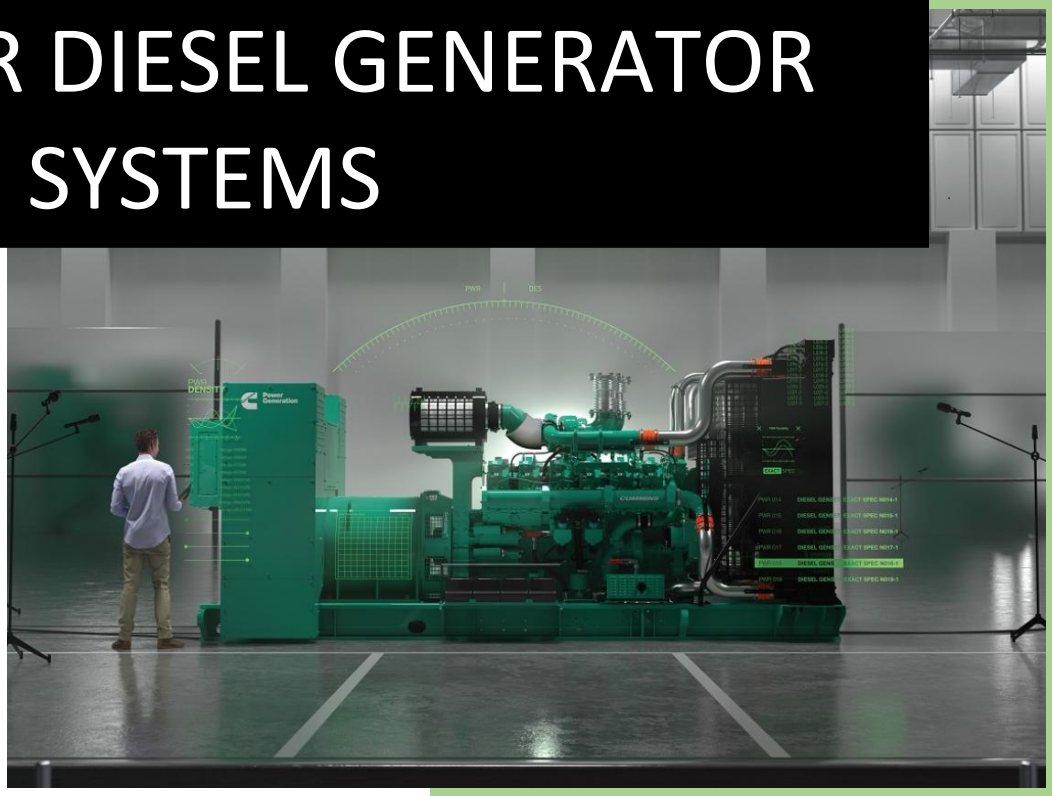
راهنماهی مهندسی و بهره برداری
دیزل ژنراتور

ENGINEERING AND OPERATION GUIDE FOR DIESEL GENERATOR SYSTEMS



karen

[Company name]

پیشگفتار

تأمین پایدار و مطمئن انرژی الکتریکی یکی از الزامات اساسی در مراکز صنعتی، درمانی، زیرساختی و پروژه‌های حیاتی به شمار می‌رود. در این میان، دیزل ژنراتورها به‌عنوان راهکار اصلی تأمین برق اضطراری و در بسیاری موارد برق دائم‌کار، نقشی تعیین‌کننده در حفظ تداوم بهره‌برداری، ایمنی تجهیزات و جلوگیری از خسارات اقتصادی ایفا می‌کنند.

تجربه‌های اجرایی نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از مشکلات عملکردی دیزل ژنراتورها نه ناشی از کیفیت تجهیزات، بلکه نتیجه انتخاب نادرست، طراحی غیراصولی محل نصب، اجرای نامناسب، راه‌اندازی غیر استاندارد و یا بهره‌برداری و نگهداری ناصحیح می‌باشد. از این‌رو، وجود یک راهنمای جامع، ساختارمند و مبتنی بر استانداردهای معتبر، برای کلیه ذی‌نفعان این حوزه امری ضروری است.

این کتاب با هدف ارائه مرجعی فنی، قابل استناد و کاربردی تدوین شده و کلیه مراحل چرخه عمر دیزل ژنراتور، از انتخاب و حمل تا نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری را به‌صورت منسجم پوشش می‌دهد. در تدوین مطالب، علاوه بر استانداردهای بین‌المللی نظیر ISO 8528 و دستورالعمل‌های رسمی Cummins Power Generation، از دانش فنی و تجربیات عملی حاصل از اجرای پروژه‌های واقعی نیز بهره گرفته شده است.

امید است این مجموعه بتواند به‌عنوان یک سند راهبردی و اجرایی، در ارتقای کیفیت پروژه‌ها، افزایش قابلیت اطمینان سیستم‌ها و کاهش ریسک‌های فنی و اقتصادی مورد استفاده مهندسان، پیمانکاران، بهره‌برداران و مدیران پروژه قرار گیرد.

مقدمه

دیزل ژنراتور یک سیستم یکپارچه الکترومکانیکی است که عملکرد صحیح و پایدار آن وابسته به هماهنگی دقیق میان موتور دیزل، ژنراتور، تجهیزات کنترلی، سیستم‌های جانبی و شرایط محیطی محل نصب می‌باشد. دستیابی به حداکثر قابلیت اطمینان و طول عمر مفید این تجهیزات، مستلزم رعایت اصول فنی در تمامی مراحل طراحی، نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری است.

این راهنما با رویکردی کاملاً مهندسی و اجرایی تهیه شده و تلاش دارد ضمن تبیین مفاهیم پایه، الزامات فنی و محدودیت‌های عملکردی دیزل ژنراتورها، راهکارهای عملی و استاندارد را برای مواجهه با چالش‌های رایج پروژه‌ها ارائه نماید. موضوعاتی نظیر انتخاب توان مناسب در کلاس‌های کاری مختلف، تأثیر نوع و توالی بار بر عملکرد مجموعه ژنراتوری، الزامات فونداسیون و فضای نیروگاه، اصول نصب سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی، و فرآیندهای استاندارد راه‌اندازی، به‌صورت نظام‌مند در این کتاب بررسی شده‌اند.

تمرکز اصلی این مجموعه بر دیزل ژنراتورهای Cummins سری KTA38 و KTA50 است که به دلیل توان بالا، قابلیت اطمینان و کاربرد گسترده در پروژه‌های صنعتی و حیاتی، جایگاه ویژه‌ای در بازار دارند. با این حال، اصول، روش‌ها و الزامات مطرح‌شده در این راهنما، قابلیت تعمیم به سایر دیزل ژنراتورهای صنعتی را نیز دارا می‌باشد.

این کتاب به‌گونه‌ای تدوین شده است که علاوه بر مهندسان و کارشناسان فنی، برای مدیران پروژه، ناظران، بهره‌برداران و تیم‌های نگهداری نیز قابل استفاده بوده و به‌عنوان یک مرجع تصمیم‌سازی و اجرایی، در تمامی مراحل بهره‌برداری از دیزل ژنراتور مورد استناد قرار گیرد.

فصل ۱ – مفاهم و مبانی دیزل ژنراتور و معرفی دیزل ژنراتور

- ساختار دیزل ژنراتور
- رفتار مجموعه ژنراتوری تحت بار متغیر
- کلاس‌های عملکردی
- توان های اضطراری، دائم‌کار، پرایم دیزل ژنراتور
- تأثیر بارها و توالی مراحل بار بر عملکرد دیزل ژنراتور
- نحوه اتصال بارها به ژنراتور

فصل ۲ – الزامات محل نصب طراحی و اجرای فونداسیون دیزل ژنراتور

- الزامات فونداسیون دیزل ژنراتور
- ضرورت و نقش فونداسیون در عملکرد دیزل ژنراتور
- ابعاد و طراحی فضای نیروگاه
- نحوه تامین سوخت دیزل ژنراتور
- ملاحظات طراحی و الزامات عملیاتی در سیستم و ذخیره سوخت رسانی
- نصب لرزه‌گیرها

فصل ۳ – سیستم های خنک‌کاری دیزل ژنراتور و نیروگاه

- بک پرشور اگزوز
- آرایش دفع حرارت در دیزل ژنرتور
- خنک سازی اتاق دیزل ژنراتور و نیروگاه
- گرمکن موتور دیزل ژنراتور
- توربوشارژر و افترکولر

فصل ٤ – حمل، جابجایی و انبارش

- نقاط مجاز لیفت موتور و شاسی
- روش های بلند کردن دیزل ژنراتور و الزامات آن
- ممنوعیت‌ها در حمل و جابجایی
- شرایط انبارش کوتاه‌مدت
- شرایط انبارش بلندمدت

فصل ٥ – نصب الکتریکی و کنترلی

- اصول نصب الکتریکی ژنراتور
- بررسی مشخصات الکتریکی ژنراتور
- سیستم اتصال زمین

- روش اصولی کابل‌کشی قدرت دیزل ژنراتور
- نحوه عملکرد تابلو کنترل و حفاظت
- تابلو چنج آور
- برد AVR دیزل ژنراتور
- اصول و تشریح عملکرد گاورنر
- تست و راه اندازی الکتریکی دیزل ژنرتور
- اتصال ECU موتور کامینز

فصل ٦ – بررسی فنی مربوط به قبل از راه‌اندازی و شرایط نگهداری

- بررسی سطح روغن موتور
- بررسی سیستم خنک کاری
- بررسی سوخت و هواگیری
- بررسی باتری‌ها و شارژر
- بررسی نشتی‌ها و شرایط محیطی
- اصول و شرایط نگهداری دیزل ژنراتور

فصل ۷ – برنامه سرویس و نگهداری دوره‌ای

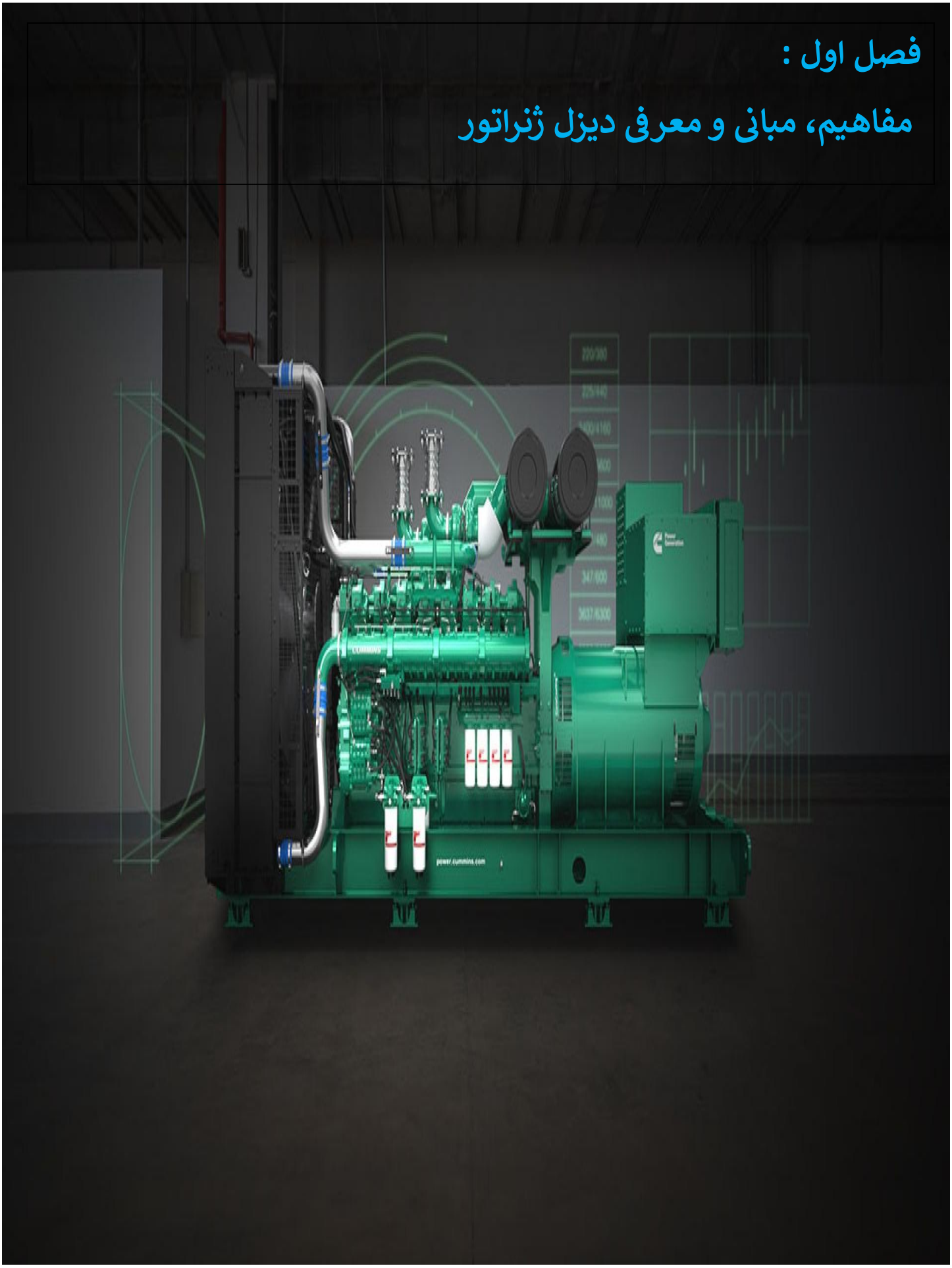
- برنامکه زمان بندی و نگهداری دیزل ژنراتور
- دستورالعمل های بهره برداری از دیزل ژنراتورها
- توصیه های نصب
- دستورالعمل های نگهداری و تعمیرات
- سرویس ۵۰۰ ساعت
- سرویس ۱۰۰۰ ساعت
- سرویس سالانه
- جدول زمان‌بندی سرویس KTA38 / KTA50

فصل ۸ – پیوست‌ها

- پیوست شماره ۱
- پیوست شماره ۲
- پیوست شماره ۳
- پیوست شماره ٤

فصل اول :

مفاهیم، مبانی و معرفی دیزل ژنراتور



ساختار دیزل ژنراتور

دیزل ژنراتور مجموعه‌ای است متشکل از موتور دیزل و ژنراتور الکتریکی (آلترناتور) که انرژی شیمیایی سوخت دیزل را ابتدا به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. این تجهیزات به‌طور گسترده برای تأمین برق اضطراری، دائم یا پرایم در صنایع، بیمارستان‌ها، نیروگاه‌های کوچک و پروژه‌های عمرانی استفاده می‌شوند.

اساس عملکرد دیزل ژنراتور بر دو فرآیند اصلی استوار است:

- فرآیند احتراق در موتور دیزل : موتور دیزل از نوع احتراق داخلی با اشتعال تراکمی [1] است. در این موتور:
  - هوا بدون سوخت وارد سیلندر شده و با نسبت تراکم بالا (معمولاً ۱۴:۱ تا ۲۵:۱) فشرده می‌شود
  - دمای هوا افزایش یافته و با تزریق سوخت دیزل، احتراق خودبه‌خودی صورت می‌گیرد
  - انرژی حاصل، پیستون را به حرکت درآورده و گشتاور مکانیکی تولید می‌شود

اجزای اصلی دیزل ژنراتور:

موتور دیزل که اصلی‌ترین بخش مجموعه که توان مکانیکی را تولید می‌کند. پارامترهای مهم آن عبارتند از:

- تعداد سیلندر و آرایش خطی یا V شکل
- حجم جابجایی[۲]
- سیستم توربوشارژ و افترکولر
- سیستم تزریق سوخت (مکانیکی یا الکترونیکی)

- تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی : گشتاور تولیدشده توسط میل‌لنگ موتور از طریق کوپلینگ به آلترناتور منتقل می‌شود. در آلترناتور:
  - میدان مغناطیسی دوار ایجاد می‌شود.
  - طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، ولتاژ متناوب (AC) تولید می‌گردد.

ژنراتور یا آلترناتور[3] که وظیفه آن تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی را دارد. مشخصات کلیدی آن شامل:

- توان نامی(kVA / kW)
- ضریب توان[4]
- کلاس عایقی و درجه حفاظت(IP)
- سیستم تحریک AVR یاBrushless

در طراحی و انتخاب دیزل ژنراتورها نیاز است که به عوامل زیر توجه شود:

- توان مصرفی واقعی و ضریب توان بار
- شرایط محیطی (دما، ارتفاع از سطح دریا)
- نوع بار (مقاومتی، القایی، غیرخطی)
- سیستم تهویه و خنک‌کاری اتاق ژنراتور
- استانداردهای نصب، ایمنی و آلودگی صوتی

1.Compression Ignition
2. Displacement
3. Alternator
4. Power Factor

تأمین یک منبع برق پایدار و بدون اختلال، از الزامات حیاتی در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های تولید انرژی است. حساسیت بارهای مصرفی به کیفیت برق[1] غالباً اهمیت بسیار بالایی دارد و نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب تجهیزات توسط مشتری ایفا می‌کند. در شبکه برق سراسری، که به‌عنوان منبع تقریباً نامحدود انرژی عمل می‌کند، تأثیر بارهای محلی سایت قابل اغماض است. این شرایط برای ژنراتورهای دیزلی یا گازی، که منابع انرژی محدودی دارند، صادق نیست. درک دقیق بارهای مصرفی سایت و عملکرد گذرای ژنراتور[2] هنگام تعیین توان و انتخاب مجموعه‌های تولید برق ضروری است. عواملی مانند:

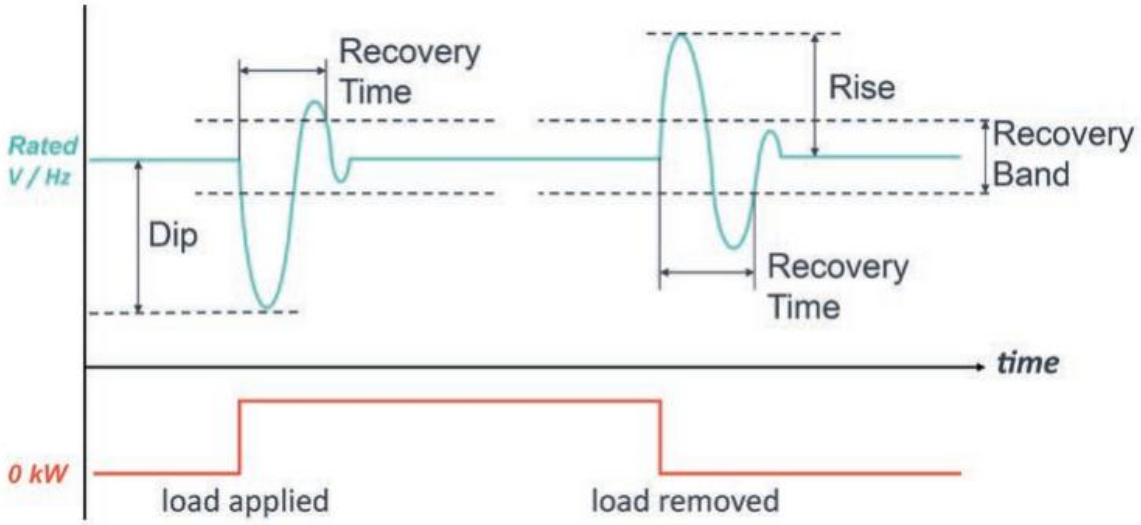
- جریان راه‌اندازی موتور[3] یا تغییرات مرحله‌ای بار[4] نقش کلیدی در رفتار دینامیکی ژنراتور و پاسخ‌دهی آن ایفا می‌کنند.
- ویژگی‌های بار مصرفی مشتری که تحت عنوان پروفایل بار [5] شناخته می‌شوند.

تأثیر مستقیمی بر انتخاب ظرفیت نامی ژنراتور دارند. از سوی دیگر، نحوه اعمال بار روی ژنراتور، مستقیماً بر پایداری ولتاژ و فرکانس و توانایی دستگاه در ارائه منبع برق پاسخگو اثر می‌گذارد. هر دو عامل فوق به‌صورت مستقیم بر عملکرد نهایی سیستم تأثیرگذارند. نادیده گرفتن هر یک از این عوامل می‌تواند منجر به انتخاب ژنراتور با ظرفیت بیش از حد مورد نیاز شود. در نمونه‌های افراطی، ظرفیت انتخاب‌شده تا چهار برابر توان واقعی مورد نیاز گزارش شده است. از سوی دیگر، در شرایط بحرانی، این مسئله ممکن است باعث شود تجهیزات، نیازهای عملکردی و استانداردهای مشتری را برآورده نکنند. استاندارد ISO 8528، که مربوط به «مجموعه‌های تولید برق متناوب با موتور احتراق داخلی رفت و برگشتی» است و بنابراین برای ژنراتورهای دیزلی و گازی قابل اعمال است وهمچنین کلاس‌های عملکرد گذرا و حدود قابل قبول آن‌ها را تعریف می‌کند. این استاندارد، یک مرجع مشترک و معیار مقایسه بین مجموعه‌های تولید برق مختلف فراهم می‌کند و همچنین تضمین می‌کند که برخی پارامترها رعایت شده‌اند، اما به‌طور الزامی تضمین نمی‌کند که نیازهای مشتری برآورده شوند. مشخصات فنی اغلب عملکرد گذرا مورد نیاز را تعیین می‌کنند و در بسیاری از موارد بدون در نظر گرفتن مهم‌ترین عوامل بحرانی انجام می‌شود. باید توجه داشت که هر بار مصرفی متفاوت است و به همین دلیل تأثیر آن بر منبع برق و واکنش آن نسبت به کیفیت منبع برق نیز متفاوت است. امروزه وجود ابزارهای شبیه‌سازی امکان مطالعه نقش بارها بر عملکرد کل سیستم و تعیین اندازه ژنراتور را آسان‌تر کرده است. در نظر گرفتن هم سمت عرضه و هم سمت تقاضا در یک نصب، مؤثرترین روش برای دستیابی به بهینه‌ترین اندازه تجهیزات و عملکرد مطلوب است. در ذیل یک مرور کلی بر کلاس‌های عملکردی و پارامترهای رفتار گذرا مطابق ISO 8528 ارائه می‌دهند و همزمان، کاربرد آن‌ها در برآوردن نیازهای واقعی مشتری مورد بحث قرار می‌گیرد.

رفتار یک مجموعه ژنراتوری تحت بار متغیر

اعمال یا حذف یک بار بر روی ژنراتور، بر کیفیت برق تحویلی تأثیر می‌گذارد. میزان این تأثیر به چندین عامل بستگی دارد، اما به‌طور قابل توجهی به اندازه بار مربوطه وابسته است. فرض کنید یک ژنراتور در شرایط پایدار کار می‌کند، بدون تغییرات بار یا با تغییرات کوچک. در این شرایط، ولتاژ و فرکانس در شرایط نامی تامین می‌شوند و فقط تغییرات جزئی مشاهده خواهد شد. این تغییرات در شرایط پایدار، باند حالت پایدار [6] نامیده می‌شود و حدود قابل قبول آن در ISO 8528 تعریف شده است. حال تصور کنید که یک بار جدید به ژنراتور اعمال شود. در این لحظه، نیاز فوری به تأمین جریان بیشتر ایجاد می‌شود که از ژنراتور کشیده خواهد شد. این امر منجر به کاهش همزمان ولتاژ و فرکانس می‌شود. در این شرایط، ژنراتور که برای کار در سرعت ثابت و تأمین توان در ولتاژ مشخص طراحی شده است، واکنش نشان می‌دهد تا ولتاژ و فرکانس را به‌سرعت به مقادیر نامی بازگرداند. رفتار مشابهی هنگام حذف همان بار از ژنراتور مشاهده می‌شود. تفاوت در این است که به جای افت، افزایش در ولتاژ و فرکانس رخ می‌دهد که ناشی از حذف بار است. در طول دوره‌ای که این تغییرات رخ می‌دهند، چندین پارامتر قابل پایش هستند. از جمله این پارامترها می‌توان به تغییرات ولتاژ و فرکانس (بر حسب درصد نسبت به مقادیر نامی و مقدار در حال کار) اشاره کرد که معمولاً با اصطلاحات Dip یا Rise شناخته می‌شوند. همچنین زمان لازم (بر حسب ثانیه) برای بازگشت ولتاژ و فرکانس به محدوده بازیابی مشخص نیز اهمیت دارد. این پارامترها معمولاً تعریف‌کننده مفاهیم پذیرش بار[7] و حذف بار[8] هستند. شکل زیر نمایانگر رفتاری است که در بالا توضیح داده شد.

1. Power Quality
2. Transient Response
3. Starting Current Requirements
4. Load Step Changes
5. Load Profile
6. Steady State Band
7. Load Acceptance
8. Load Rejection



مراحل توان برای پذیرش و حذف بار

یکی دیگر از جنبه‌های مهم در تعریف کلاس‌های عملکرد گذرا [1] به نحوه اعمال مراحل بار [2] مربوط می‌شود. پارامترهایی که قبلاً تعریف شدند، در شرایط خاصی آزمایش می‌شوند و اولین نکته‌ای که باید در نظر داشت این است که ISOروش پذیرش و حذف بار را متفاوت تعریف می‌کند:

- پذیرش بار بر اساس بارگذاری مرحله‌ای BMEP است.
- حذف بار همیشه به حذف کامل ۱۰۰٪ بار در یک مرحله اشاره دارد.

در خصوص حذف بار ، این تعریف روشن است. هنگام بررسی اینکه آیا محدوده‌های عملیاتی تعریف‌شده توسط ISO رعایت شده‌اند یا خیر، این بررسی بر اساس حذف کامل ۱۰۰٪ از بار نامی انجام می‌شود. اما برای پذیرش بار، سناریو متفاوت است. این فرآیند بر اساس تعداد مشخصی از مراحل بار انجام می‌شود که با توان متوسط موثر موتور متغیر است. BMEP یک مقدار محاسبه‌شده نظری است که فشار متوسط داخل سیلندر موتور را نشان می‌دهد و روش مفیدی برای مقایسه عملکرد نسبی موتور ارائه می‌دهد. این مقدار می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود:

$$BMEP\ [\ kpa\ ] = \frac{P * n_r * 1000}{V_d * N}$$

که در آن:

- **P** = توان مکانیکی (kW)
- n_r = تعداد دوران میل‌لنگ در یک سیکل (۲ برای موتور ٤ زمانه)
- V_d= حجم سیلندر (dm^3)
- **N** = تعداد دوران در ثانیه[3]

مثال:

برای یک موتور چهار زمانه QSZ13 G5(حجم ۱۳ لیتر) با توان ناخالص 470 Kw در 1500 RPM، مقدار BMEPبه صورت زیر محاسبه می‌شود:

1. Transient Performance Classes
2. Load Stages
3. Revolutions per Second

$$BMEP\,[kPa] = \frac{470 \times 2 \times 1000}{13 \times 25} = 2892\ kPa$$

کلاس‌های عملکردی

کلاس‌های عملکردی دیزل ژنراتورهادر چهار گروه تعریف شده‌اند:

- کلاسG1 :
برای کاربردهای ژنراتور که بارهای متصل نیاز به مشخص کردن تنها پارامترهای پایه ولتاژ و فرکانس دارند، مانند کاربردهای عمومی، روشنایی و سایر بارهای ساده الکتریکی.

- کلاسG2 :
برای کاربردهای ژنراتور که ویژگی‌های ولتاژ آن بسیار شبیه به شبکه برق عمومی است. هنگام تغییر بار، ممکن است انحرافات موقت اما قابل قبول در ولتاژ و فرکانس رخ دهد، مانند سیستم‌های روشنایی، پمپ‌ها، فن‌ها و بالابرها.

- کلاسG3 :
برای کاربردهایی که تجهیزات متصل نیازهای شدید به پایداری و سطح فرکانس، ولتاژ و مشخصات شکل موج برق تولیدی توسط ژنراتور دارند، مانند سیستم‌های مخابراتی و بارهای کنترل‌شده با تریستور. لازم است به این نکته توجه شود که بارهای رکتفایر و کنترل‌شده با تریستور ممکن است نیاز به ملاحظات ویژه در خصوص تأثیر آن‌ها بر شکل موج ولتاژ ژنراتور داشته باشند.

- کلاسG4 :
برای تمامی مواردی که فرکانس، ولتاژ یا مشخصات شکل موج برق به طور خاص برای کاربرد مورد نظر تطبیق داده شده‌اند .این کلاس عملکرد بالاترین سطح دقت در تأمین کیفیت برق را ارائه می‌دهد.

بر اساس استاندارد ISO 8528، مهمترین پارامترهای دیزل ژنراتورها که در زیر مجوعه هر کلاس از اهمیت ویژه ایی برخوردار است به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

توان اضطراری[1](ESP) :

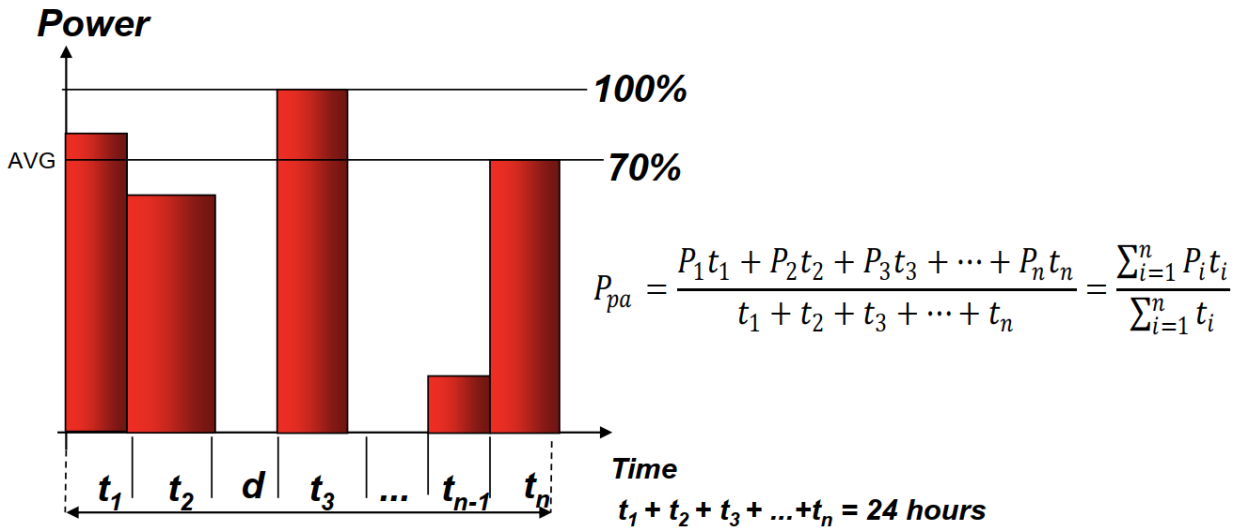
به توان خروجی یک ژنراتور دیزل گفته می‌شود که در شرایط اضطراری و قطع برق شبکه قادر است بارهای بحرانی را برای مدت زمان محدود تأمین کند. این توان معمولاً برای مواقعی است که برق اصلی قطع شده و سیستم برق اضطراری نیاز است تا تجهیزات حیاتی (مانند بیمارستان‌ها، دیتاسنترها، تأسیسات صنعتی حساس) بدون وقفه کار کنند. ویژگی‌های فنیESP که میبایست هنگام طراحی و خرید مورد بررسی قرار گیرد:

۱. زمان عملکرد و محدودیت‌ها:
   - ژنراتورهای ESP برای عملکرد مداوم تا حداکثر ۲۰۰ ساعت در سال طراحی شده‌اند، اما این عملکرد به صورت غیرمستمر و فقط هنگام قطعی برق می‌باشد.
   - نباید برای تغذیه دائمی بار استفاده شوند.
۲. توان خروجی:
   - توان ESP معمولاً بالاتر از توان پرایم نیست، بلکه بر اساس حداکثر بار مورد انتظار در مواقع اضطراری طراحی می‌شود.
   - توان ESP معمولاً به عنوان توان اسمی ژنراتور با حداکثر ±۵٪ فرکانس و ±۲٪ ولتاژ مشخص می‌شود.
۳. ضریب بار و شرایط محیطی:

1. Emergency Standby Power

- ژنراتور ESP می‌تواند با ۱۰۰٪ بار نامی در شرایط استاندارد محیطی25°C ، ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر کار کند.
- در ارتفاعات بالاتر یا دماهای محیطی بیشتر، توان خروجی ممکن است کاهش یابد.

کاربرد عملیESP بیشتر در موارد روشنایی اضطراری و تجهیزات ایمنی، تأسیسات بیمارستانی و تجهیزات حیاتی پزشکی، مراکز داده و سرورها، صنایع با فرآیندهای حساس که توقف تولید باعث ضرر اقتصادی شدید می‌شود از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.



$$P_{pa} = \frac{P_1t_1 + P_2t_2 + P_3t_3 + \cdots + P_nt_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \cdots + t_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_it_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

توان بهره‌برداری[1](PRP) :

به توان خروجی یک ژنراتور دیزل یا گازسوز گفته می‌شود که می‌تواند به‌طور مداوم و بدون محدودیت زمانی برای تأمین بارهای صنعتی یا تجاری استفاده شود. این توان برای کارکرد روزانه و پیوسته ژنراتور در شرایط بار متغیر طراحی شده است. ویژگی‌های فنیPRP که میبایست هنگام طراحی و خرید مورد بررسی قرار گیرد:

۱. کارکرد مداوم:

- ژنراتور در حالت پرایم می‌تواند 24 ساعت بدون محدودیت زمانی کار کند، البته با رعایت سرویس و نگهداری‌های دوره‌ای.
- بار مصرفی می‌تواند متغیر و ناپیوسته باشد، اما میانگین بار نباید از توان اسمی پرایم تجاوز کند.

۲. توان خروجی:

- توان پرایم به عنوان توان اسمی و مداوم ژنراتور تعریف می‌شود.
- استاندارد ISO 8528-1 مشخص می‌کند که ژنراتور در حالت پرایم می‌تواند با ±۵٪ فرکانس و ±۱٪ ولتاژ بار را تأمین کند. حداکثر بار مجاز در این حالت ۷۰ درصد مقدار توان پرایم است.

۳. بار متغیر و ظرفیت اضافی:

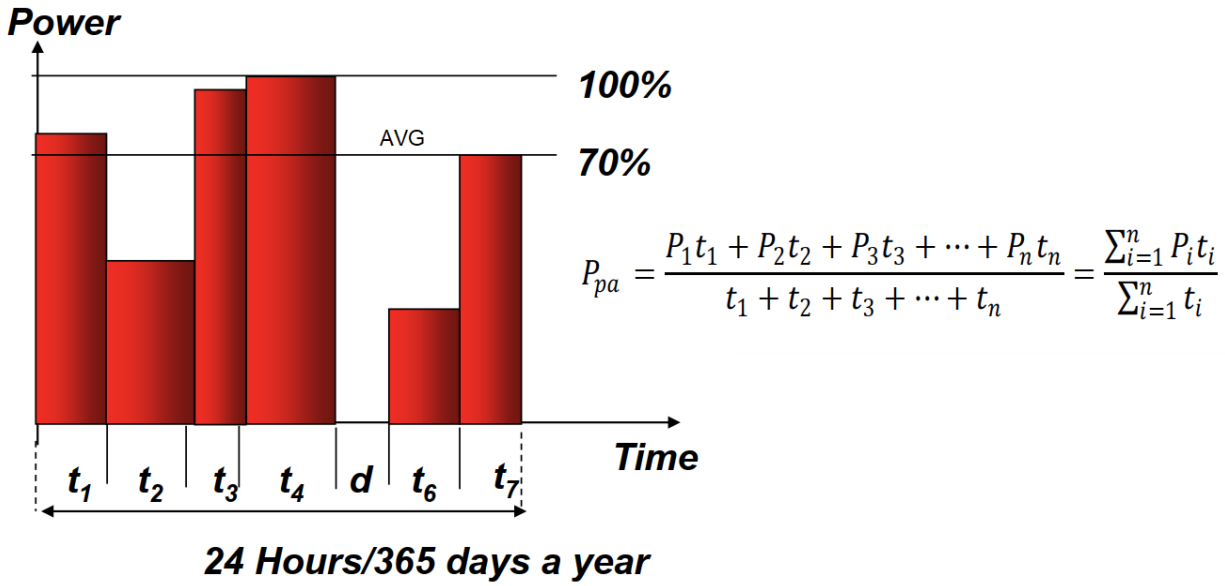
- ژنراتور پرایم می‌تواند بارهای متناوب و پیک‌های کوتاه مدت را بدون آسیب به موتور یا سیستم الکتریکی تحمل کند.
- برخلاف ESP یا LTP ، توان پرایم برای کارکرد صنعتی و تولید مداوم برق طراحی شده است.

٤. شرایط محیطی و کاهش توان:

- توان پرایم بر اساس دمای استاندارد 25 °C و ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر محاسبه می‌شود.

1. Prime Rated Power

کاربرد عملی توان پرایم بیشتر در موارد صنایع با مصرف برق دائم (کارخانه‌ها، تولید، پتروشیمی)، سیستم‌های برق اصلی جایگزین شبکه یا جزیره‌ای، پروژه‌های طولانی مدت که نیاز به ژنراتور دائم دارند می باشد از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.



$$P_{pa} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + \cdots + P_n t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \cdots + t_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

توان بهره‌برداری اصلی با زمان محدود (LTP) [1]:

به توان خروجی ژنراتور گفته می‌شود که می‌تواند برای مدت محدودی با بار کامل یا نزدیک به کامل کار کند. این حالت معمولاً بین ESP و توان پرایم قرار می‌گیرد و برای کاربردهایی طراحی شده که نیاز به توان بالا به صورت موقت دارند، اما استفاده دائم و مداوم مدنظر نیست.

ویژگی‌های فنیLTP که میبایست هنگام طراحی و خرید مورد بررسی قرار گیرد:

۱. مدت زمان مجاز:
   - ژنراتور در حالت LTP می‌تواند با بار کامل یا نزدیک به آن برای مدت محدودی کار کند، معمولاً چند صد ساعت در سال.
   - برخلافESP ، LTP می‌تواند چند بار در طول سال استفاده شود و برای شرایط صنعتی کوتاه‌مدت مناسب است.

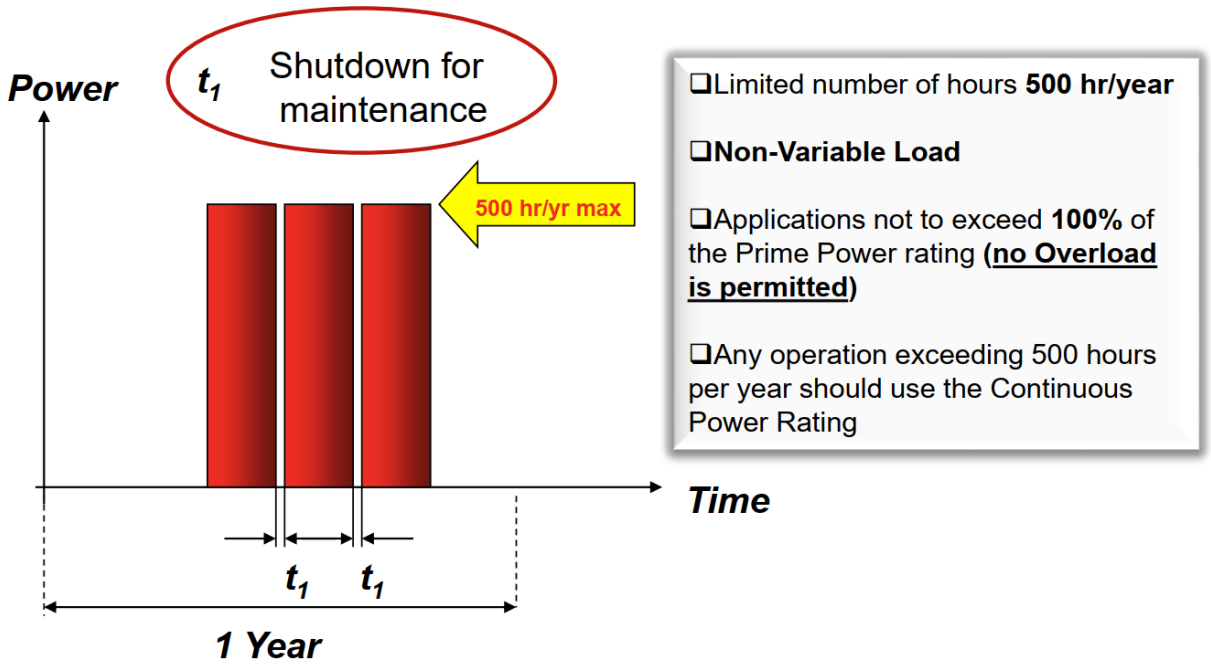
۲. توان خروجی:
   - توان LTP معمولاً معادل یا کمی بیشتر از ESP است و بر اساس شرایط محیطی استاندارد (دمای 25 °C و ارتفاع 1000> متر) تعریف می‌شود.
   - ژنراتور می‌تواند پیک‌های کوتاه مدت بار را بدون آسیب تحمل کند، اما نباید برای استفاده مداوم طراحی شود.

۳. بار متغیر:
   - ژنراتور در LTP می‌تواند بارهای متناوب و تغییرات جزئی را تحمل کند.
   - توان خروجی باید به صورت میانگین کمتر از توان اسمی پرایم باقی بماند.

٤. شرایط محیطی:
   - در دماهای بالاتر یا ارتفاعات بیشتر، توان ژنراتور کاهش می‌یابد.
   - سیستم خنک‌کننده و موتور باید توانایی تحمل بار LTP را داشته باشند.

1. Limited Time Prime Power

کاربرد عملیLTP بیشتر در موارد صنایع پشتیبانی صنعتی برای بارهای اضطراری طولانی‌تر ازESP ، پروژه‌های موقت صنعتی یا کارگاه‌ها، شرایطی که نیاز به توان بالا در بازه محدود است از اهمیت ویژه ایی برخوردار می باشد.



توان کاری دائم[1](COP) :

توان عملیاتی پیوسته به توان خروجی ژنراتور گفته می‌شود که می‌تواند به‌طور پیوسته و بدون محدودیت زمانی با بار کامل کار کند .این حالت برای کاربردهایی طراحی شده که ژنراتور به‌عنوان منبع برق دائم و بدون وقفه مورد استفاده قرار می‌گیرد و بار مصرفی ممکن است ثابت یا متغیر باشد.

۱. ویژگی‌های فنیCOP که میبایست هنگام طراحی و خرید مورد بررسی قرار گیرد:کارکرد مداوم:

- ژنراتور در حالت COP می‌تواند به‌صورت ۲٤ ساعته و ۷ روز هفته بدون محدودیت زمانی و بدون استراحت بین دوره‌ها کار کند.
- مناسب برای کارکرد صنعتی دائم، نیروگاه‌های کوچک یا سیستم‌های جزیره‌ای مستقل از شبکه.

۲. توان خروجی:

- توان COP معادل توان اسمی ژنراتور برای کارکرد دائم است و توسط سازنده مشخص می‌شود.
- باید ولتاژ و فرکانس ثابت (±۱٪ ولتاژ و ±۰,۵٪ فرکانس) را در طول زمان تضمین کند.

۳. بار متغیر و پیوسته:

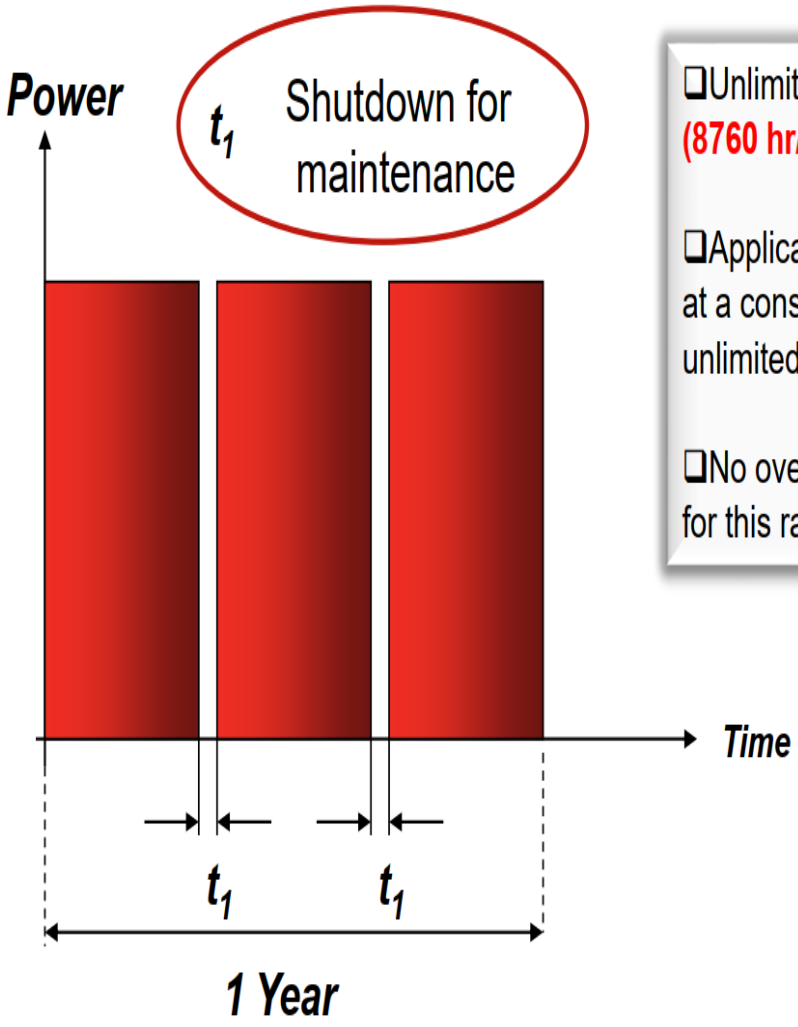
- ژنراتور در حالت COP می‌تواند بارهای ثابت یا متغیر را بدون کاهش طول عمر موتور و سیستم‌های جانبی تحمل کند.
- برخلاف ESP وLTP ، هیچ محدودیت زمانی برای کارکرد پیوسته وجود ندارد.

٤. شرایط محیطی:

1. Continuous Operating Power

- توان COP بر اساس شرایط استاندارد محیطی (دمای 25 °C و ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر محاسبه می‌شود.

کاربرد عملی COP بیشتر در موارد سیستم‌های برق مستقل و جزیره‌ای، صنایع با نیاز به برق دائم بدون وقفه، تأسیسات حساس با بارهای مداوم (مثل پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها) از اهمیت ویژ هایی برخوردار می باشد.



❑Unlimited number of hours per year (8760 hr/yr less service)

❑Applicable for supplying utility power at a constant **100% load** for an unlimited number of hours per year.

❑No overload capability is available for this rating.

مقایسه حالت‌های توان ژنراتور در جدول زیر نشان داده شده است:

نوع توان	تعریف	مدت زمان کارکرد	قابلیت بار متغیر	استفاده دائم	کاربرد عملی
ESP (Emergency Standby Power)	توان اضطراری برای مواقع قطعی برق	کوتاه <200 ساعت	محدود	خیر	تجهیزات حیاتی در بیمارستان‌ها، دیتاسنترها، صنایع حساس
LTP (Limited Time Prime Power)	توان محدود برای کار موقت صنعتی یا اضطراری	متوسط 500> ساعت	بله، با محدودیت	خیر	پشتیبانی صنعتی، پروژه‌های موقت، بارهای کوتاه مدت بالا
PRP (Prime Rated Power)	توان اسمی مداوم برای صنایع و کارکرد طولانی	نامحدود	بله	بله	کارخانه‌ها، تولید پتروشیمی، برق جایگزین شبکه
COP (Continuous Operating Power)	توان دائم برای کارکرد پیوسته بدون وقفه	نامحدود	بله	بله	سیستم‌های برق مستقل، صنایع با بار مداوم، پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌ها

نکته: انتخاب صحیح رده کاری تأثیر مستقیم بر عمر موتور و قابلیت اطمینان سیستم دارد.

قبل از تصمیم‌گیری در زمینه خرید و طراحی ، باید به چند سوال پاسخ داده شود:

- احتمال اینکه تمام بارها به یک‌باره حذف شوند چقدر است و تأثیر آن بر سیستم چیست؟
- در صورت قطع برق ، در بسیاری از موقعیت‌ها، بازگشت به شبکه به طور تدریجی انجام می‌شود.
- با این حال، در شرایطی که چنین بازگشتی تدریجی وجود ندارد، هیچ تأثیری از انحراف ولتاژ یا فرکانس بر سمت مشتری احساس نخواهد شد.
- چقدر احتمال دارد که ژنراتور انتخاب‌شده برای سایت، به توان کامل خود بارگذاری شود؟
اگرچه یک ژنراتور مشخص ممکن است الزامات را در شرایط حذف کامل بار برآورده نکند، معمولاً قادر است این محدودیت‌ها را در شرایط حذف ۹۰٪ یا کمتر از بار نامی رعایت کند.
- یک ژنراتور با اندازه‌گیری صحیح همیشه کمی بزرگ‌تر از نیاز واقعی بارها انتخاب می‌شود تا اطمینان حاصل شود که توان کافی برای تأمین بار موجود وجود دارد. حتی در کاربردهای اضطراری که اغلب نزدیک به حد توان تجهیزات کار می‌کنند، عامل بار معمولاً در حدود ۷۰٪ تا ۹۰٪ از توان نامی کامل خواهد بود. امروزه بسیاری از مشخصات فنی، کلاس عملکرد G3 را به ویژه در کاربردهای حیاتی مانند مرکز داده‌ها و بیمارستان‌ها درخواست می‌کنند.
با این حال، در بیشتر کاربردهای تجاری ، الزامات کلاس عملکرد G2 کاملاً قابل قبول خواهد بود.

اولین نکته‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد، درک نیازهای مشتری است که هنگام تعریف عملکرد گذرای قابل قبول ضروری است.
دومین نکته این است که رعایت کلاس عملکرد ISO 8528 لزوماً با همان نیازهای مشتری همخوانی ندارد.

تأثیر بارها و توالی مراحل بار بر عملکرد دیزل ژنراتور:

در یک کاربرد واقعی ، ژنراتورها تحت شرایط آزمایشی با بانک بار قرار ندارند بلکه قدرت را به مجموعه‌ای از بارهای سایت تأمین می‌کنند. همین بارها مستقیماً بر عملکرد کلی تجهیزات و کیفیت توان تأثیر می‌گذارند. میزان تأثیر، به شدت به پاسخ دادن به چند سؤال بستگی دارد که پاسخ به این سؤالات نه تنها عملکرد تجهیزات را تعیین می‌کند، بلکه امکان انتخاب صحیح و اندازه‌گیری دقیق ژنراتور مناسب برای هر کاربرد را نیز فراهم می‌آورد.

- یکی مربوط به ماهیت بارها
- دیگری مربوط به روش اعمال بارها
- چه نوع بارهایی تأمین می‌شوند و تعداد آن‌ها چقدر است؟

درک بارهایی که توسط ژنراتور تأمین می‌شوند، از اهمیت بالایی برخوردار است. اگرچه در برخی شرایط خواص بارها شناخته‌شده نیست، اما تلاش باید شود تا خواص بار شناسایی شود. ماهیت بارها خازنی یا القایی و ویژگی‌های راه‌اندازی و عملکرد آنها نقش مهمی در بسیاری از جنبه‌های عملکرد ژنراتور دارند. از دیدگاه رفتار گذرا، این موضوع را می‌توان به دو پارامتر اصلی محدود کرد:

- توان اکتیو (kW)
- توان راکتیو(kVAR)

که عمدتاً در شرایط راه‌اندازی اهمیت دارند. روش راه‌اندازی بار مشخص، احتمالاً بیشترین تأثیر را بر عملکرد گذرا دارد.

به عنوان مثال، موتورها با انواع مختلف راه‌اندازی در دسترس هستند:

- راه‌اندازی مستقیم
- ستاره-مثلث
- درایو فرکانس متغیر
- سافت استارتر و سایر روش‌ها

یک موتور با راه اندازی مستقیم ، که موتور با اتصال مستقیم به تغذیه و اعمال ولتاژ کامل خط راه‌اندازی می‌شود، معمولاً ضریب توان بسیار پایینی دارد. این روش جریان راه‌اندازی بالایی طلب می‌کند، تقریباً ۴.۵ تا ۸.۵ برابر جریان بار کامل ، و گشتاور راه‌اندازی مورد نیاز معمولاً بین ۱.۲ تا ۳.۵ برابر گشتاور بار کامل است. حال اگر شرایط را تغییر داده و از روش ستاره - مثلث استفاده کنیم:

- نیاز جریان راه‌اندازی به حدود ۲ برابر جریان بار کامل کاهش می‌یابد.
- گشتاور راه‌اندازی به حدود ۰.۸ تا ۱.۵ برابر بار کامل محدود می‌شود.

این امر می‌تواند عملکرد گذرا بهتری ایجاد کرده و احتمالاً انتخاب تجهیزات کوچکتر را ممکن سازد. جنبه‌های دیگر نیز وجود دارند مانند:

- امکان تغییر یا انتخاب بار با روش راه‌اندازی خاص.
- هزینه مرتبط با آن.

در نهایت، تصمیم‌گیری بر اساس تعادل بین همه این پارامترها و مزایای هر راه‌حل خواهد بود.

جدول زیر برخی از روش‌های مختلف راه‌اندازی و ویژگی‌های آن‌ها را فهرست می‌کند.

Starting Method	% Voltage @ motor terminals	Motor starting Current as % of FLC	Motor Starting Torque as % of FL
Direct-on-Line	100%	450% – 850%	120% – 350%
Wye-Delta	100%	Approx. 200% Can spike to 400% on transition	80% – 150%
Autotransformer			
50% tap	50%	300%	45%
65% tap	65%	390%	76%
80% tap	80%	480%	115%
Solid State Soft Starter	0% – 100%	0% – 400%	Proportional to applied torque voltage
Variable Frequency Drive	0% – 100%	0% – 400%	Proportional to applied torque voltage

مقایسه روش‌های مختلف راه‌اندازی

نحوه اتصال بارها به ژنراتور

سناریوی ایده‌آل در هر کاربرد این است که تمام بارها به صورت هم‌زمان به ژنراتور متصل شوند. این روش نه تنها زمان توقف را کاهش می‌دهد، بلکه هزینه تجهیزات اضافی مانند کلیدهای مدار تغذیه را نیز کاهش می‌دهد. با این حال، این روش می‌تواند به شدت بر اندازه تجهیزات مورد نیاز تأثیر بگذارد، به ویژه زمانی که رفتار گذرا سختگیرانه ضروری است. در چنین شرایطی، سایزینگ نادرست تجهیزات ممکن است باعث افت ولتاژ و فرکانس به سطح غیرقابل قبول و خاموشی تجهیزات شود. در یک فهرست بار برای یک سایت مشخص، معمولاً تمام بارها دارای سطح اهمیت یکسان نیستند.

- برخی بارها باید به سرعت آنلاین شوند در صورت قطعی شبکه مثلاً پمپ‌های آتش‌نشانی، تجهیزات پزشکی
- برخی دیگر می‌توانند در این مرحله اولویت پایین‌تری داشته باشند. مثلاً تجهیزات عمومی

همچنین هرگونه حساسیت بارها نسبت به تغییرات کیفیت توان باید در نظر گرفته شود. به عنوان مثال پمپ‌های آتش و دستگاه‌های MRI معمولاً به تغییرات کم فرکانس و ولتاژ محدود هستند معمولاً افت بیشتر از ٪ ۱۰ قابل قبول نیست. عملکرد خارج از این محدوده می‌تواند منجر به خرابی تجهیزات شود.

رویکرد پیشنهادی اتصال مرحله ای بار:

یک رویکرد معمول، با توجه به موارد فوق، تخصیص بارها به ژنراتورها در مراحل مختلف است، که به آن اتصال مرحله ای Step Loading گفته می‌شود.

- این روش اندازه تجهیزات را کاهش می‌دهد.
- کیفیت تأمین توان و رفتار آن تحت بار متغیر را بهبود می‌بخشد.

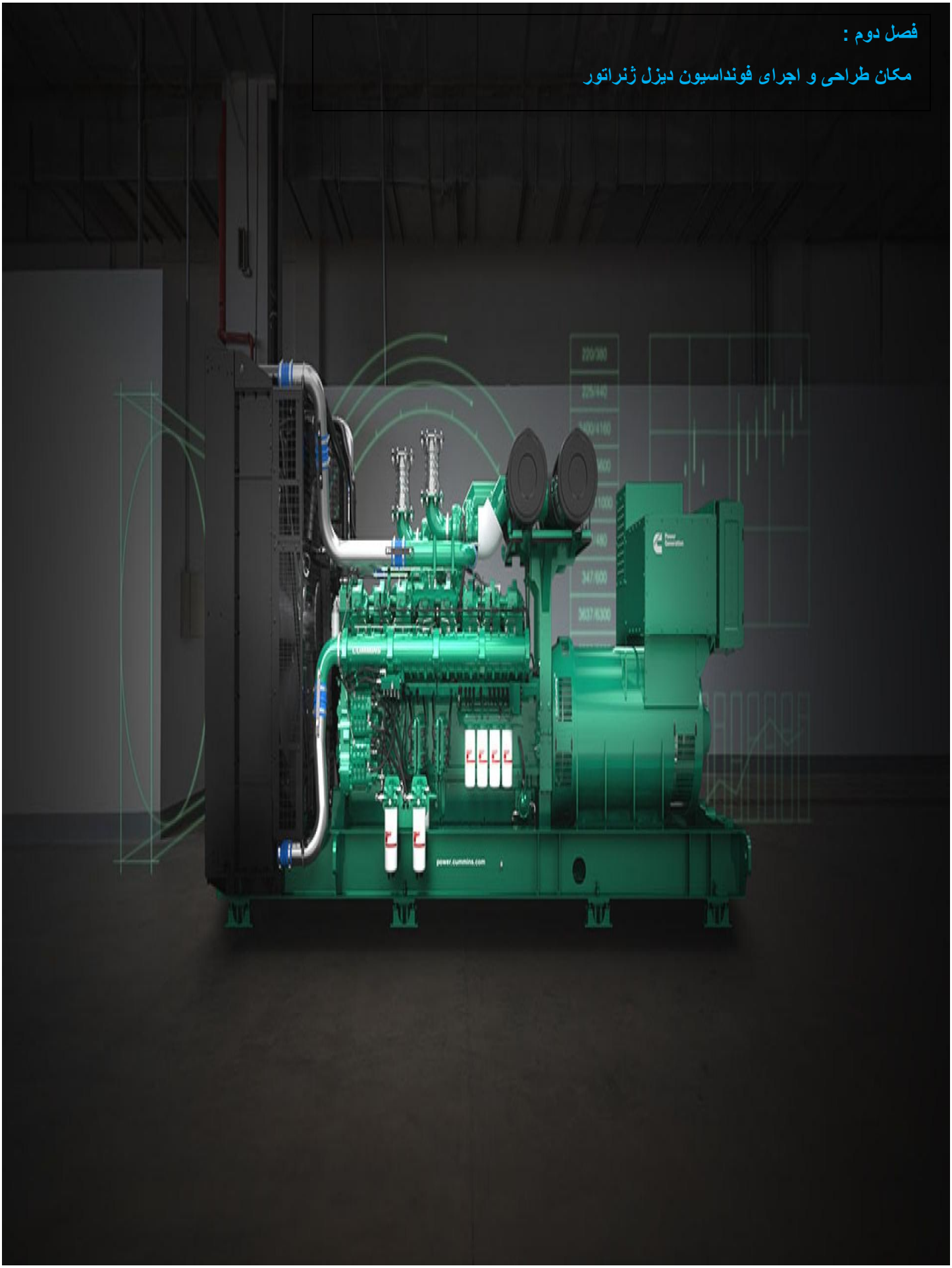
تخصیص مراحل مختلف بار می‌تواند با استفاده از:

- کلیدهای انتقال اتوماتیک
- کلیدهای مدار تغذیه

انجام شود تا توان به تدریج به ژنراتور منتقل شود. اگرچه افزودن کلیدها و کنترل‌ها ممکن است هزینه اضافی اولیه داشته باشد، اما اغلب انعطاف‌پذیری بیشتر و راهکار اقتصادی‌تر نسبت به بزرگ‌تر کردن ژنراتور ارائه می‌دهد.

فصل دوم :

مکان طراحی و اجرای فونداسیون دیزل ژنراتور



الزامات فونداسیون دیزل ژنراتور

انتخاب مکان مناسب برای نصب دیزل ژنراتور یکی از عوامل کلیدی در عملکرد بهینه، ایمنی و طول عمر دستگاه است. مکان نصب باید به گونه‌ای طراحی شود که تمامی نیازهای عملکرد، نگهداری و ایمنی را تأمین کند. ویژگی‌های فنی مکان نصب عبارتند از:

سطح نصب باید صاف، مقاوم و بدون لرزش باشد تا وزن ژنراتور و لرزش‌های ناشی از کارکرد را تحمل کند. همچنین فونداسیون باید توان تحمل وزن کلی ژنراتور شامل موتور، آلترناتور، سوخت و خنک‌کننده را داشته باشد. فضای کافی برای سرویس و نگهداری و اطراف ژنراتور باید فضای کافی برای دسترسی به موتور، تابلو برق، سیستم خنک‌کننده و مخزن سوخت وجود داشته باشد. حداقل فاصله پیشنهادی طبق استاندارد ISO 8528 از جلو و عقب ژنراتورحدود ۰,۸ تا ۱ متر فاصله خالی باشد و فضای اطراف برای دسترسی به تابلو و سیستم‌ها هم حدود حداقل ۰,۵ متر در نظر گرفته شود. ژنراتور نباید در نزدیکی مواد قابل اشتعال، گازهای انفجاری یا تجهیزات حساس به حرارت نصب شود و در نظر داشته باشید که سیستم اگزوز باید به بیرون از اتاق یا محوطه هدایت شود تا از تجمع دود جلوگیری شود. در مکان‌های مسکونی یا حساس، نصب ژنراتور در اتاقک صوتی یا استفاده از سایلنسرها و عایق صوتی توصیه می‌شود. و از نصب در مکان‌های مرطوب یا دارای رطوبت بالا باید خودداری شود تا از آسیب به تجهیزات الکتریکی جلوگیری شود.

ضرورت و نقش فونداسیون در عملکرد دیزل ژنراتور

فونداسیون دیزل ژنراتور به‌عنوان رابط مکانیکی بین مجموعه دوار دستگاه و بستر زمین، نقشی تعیین‌کننده در پایداری دینامیکی، دوام سازه‌ای و عملکرد بلندمدت سیستم تولید توان ایفا می‌کند. برخلاف تصور عمومی، فونداسیون صرفاً یک تکیه‌گاه وزنی نیست، بلکه به‌عنوان یک سیستم کاهنده ارتعاش عمل می‌کند که باید پاسخ مناسبی به بارهای استاتیکی و دینامیکی داشته باشد. طراحی فونداسیون باید به‌گونه‌ای انجام شود که پاسخ فرکانسی آن از محدوده فرکانس کاری دیزل ژنراتور فاصله داشته باشد تا از پدیده رزونانس سازه‌ای جلوگیری شود.

فونداسیون دیزل‌ژنراتور باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- تکیه‌گاه صلب و پایدار برای شاسی .
- جلوگیری از ایجاد تنش‌های پیچشی در شاسی.
- فراهم‌سازی بستر مناسب برای عملکرد صحیح لرزه‌گیرها .

بار های مؤثر بر فونداسیون دیزل ژنراتور در طول بهره‌برداری بقرار زیر قرار است:

- بار استاتیکی که شامل وزن موتور، ژنراتور، شاسی، مخازن و تجهیزات جانبی می باشد.
- بارهای دینامیکی که شامل بارهایی ناشی از نیروهای اینرسی پیستون‌ها، نامیزانی دورانی[1] ، ضربات احتراق و تغییرات گشتاور، تغییرات ناگهانی بار الکتریکی ژنراتور است.
- بارهای لرزه‌ای :وابسته به موقعیت جغرافیایی و ضریب زلزله منطقه.
- بارهای محیطی :شامل تغییرات دمایی و رطوبتی که بر رفتار بتن و اتصالات اثرگذارند.
- بارهای گذرا در زمان راه‌اندازی و توقف.

الزامات سازه‌ای و ژئوتکنیکی فونداسیون میبایست حتما در هنگام نصب دیزل ژنراتور اجرایی گردد. از دیدگاه مهندسی عمران، فونداسیون باید بر روی خاک بکر با ظرفیت باربری مشخص اجرا گردد. در خاک‌هایی با ظرفیت باربری محدود، آرماتوربندی نقش کلیدی در جلوگیری از ترک‌خوردگی و تشدید ارتعاشات دارد. فونداسیون ضعیف یا فاقد آرماتور مناسب می‌تواند به‌عنوان یک تقویت‌کننده ارتعاش عمل کرده و باعث انتقال ارتعاش به سازه‌های مجاور شود که این امر با الزامات استانداردهای صنعتی مغایرت دارد. چنانچه بستر خاک دارای ضعف ژئوتکنیکی باشد، نشست‌های غیریکنواخت ایجاد شده و موجب:

- افزایش ارتعاش

1.Unbalance

- کاهش هم‌محوری بین موتور و ژنراتور.
- تسریع خرابی یاتاقان‌ها و کوپلینگ.

خواهد شد. به همین دلیل، آماده‌سازی بستر و در صورت لزوم بهسازی خاک، بخش جدایی‌ناپذیر از طراحی فونداسیون محسوب می‌شود. در طراحی فونداسیون دیزل‌ژنراتور، یکی از پارامترهای کلیدی، ظرفیت مجاز تحمل بار خاک در محل نصب می‌باشد. وزن کلی وارد بر خاک شامل موارد زیر است:

- وزن مجموعه دیزل‌ژنراتور (موتور + آلترناتور + شاسی).
- وزن سیالات کاری شامل روغن روانکار، مایع خنک‌کننده و سوخت.
- وزن فونداسیون بتنی.

مجموع این بارها به‌صورت تنش فشاری به خاک زیر فونداسیون منتقل می‌شود. بر اساس دستورالعمل‌های نصب دیزل‌ژنراتورهای صنعتی، مقدار تنش وارد بر خاک نباید از حد مجاز زیر تجاوز نماید:

$$\text{SBL}_{max} \leq 2000\ \text{lb/ft}^2 \approx 9800\ \text{kg/m}^2 \approx 96\ \text{kPa}$$

اگرچه اکثر خاک‌های متراکم طبیعی قادر به تحمل این مقدار تنش هستند، یافتن ظرفیت مجاز واقعی خاک محل نصب از طریق مطالعات ژئوتکنیکی امری ضروری است و نباید صرفاً به مقادیر تجربی اکتفا نمود. تنش وارد بر خاک (SBL) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{SBL} = \frac{W}{L \times B} \quad \text{یا} \quad \text{SBL (psi)} = \frac{W}{144 \times L \times B}$$

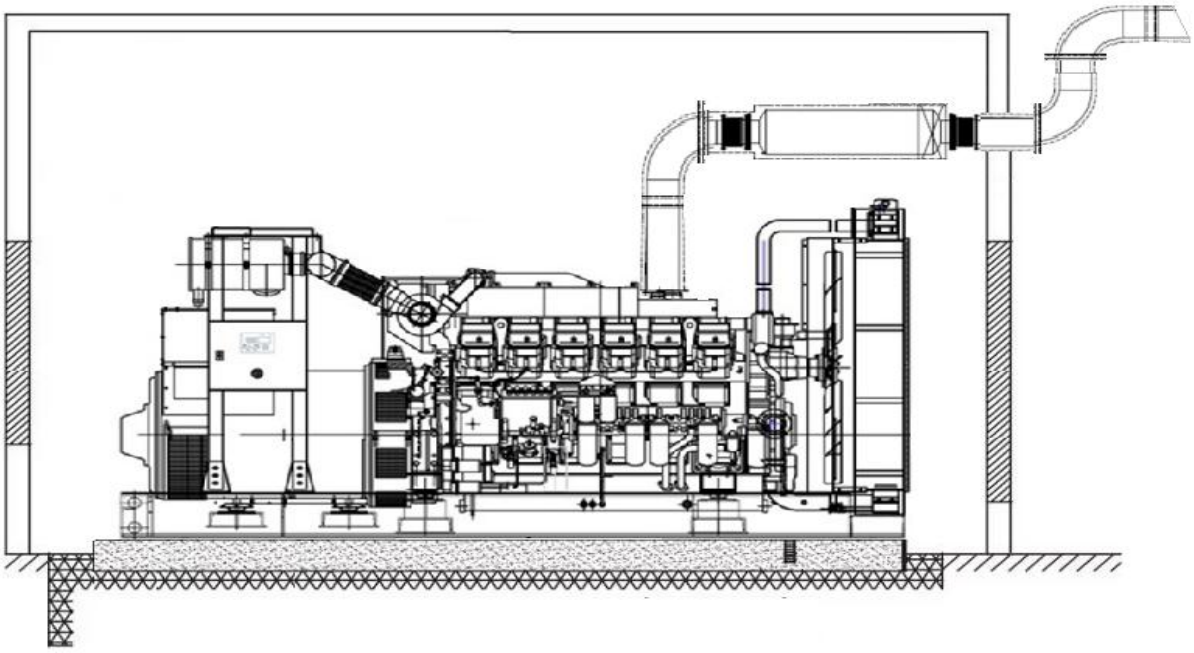
که در آن:

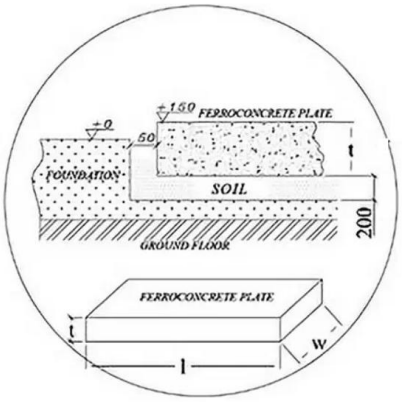
- **SBL** تنش وارد بر خاک (kg/m^2 یا psi)
- **W** وزن کل وارد بر فونداسیون (kg یا lb)
- **L** طول فونداسیون (m یا ft)
- **B** عرض فونداسیون (m یا ft)

بتن‌ریزی فونداسیون باید به‌گونه‌ای انجام شود که سطح نهایی کاملاً صاف، تراز و بدون اعوجاج باشد. فاصله زمانی حداقل ۷ روزه بین بتن‌ریزی و نصب دیزل ژنراتور برای دستیابی به مقاومت اولیه بتن ضروری است تا باعث کاهش ترک‌خوردگی، نشست موضعی و افزایش عمر مفید فونداسیون شود. بر اساس اصول طراحی صنعتی و مقرارت ملی ساختمان باید فونداسیون دیزل ژنراتور واحدها مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهایی مناسب محل استقرار باشدتا آسیبی به پی های بنا نرساند و ضخامت معمول فونداسیون در محدوده ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود. افزایش طول و عرض فونداسیون به میزان حداقل ۱۵۰ میلی‌متر بیش از ابعاد شاسی دستگاه باعث:

- توزیع یکنواخت تنش.
- افزایش لنگر اینرسی مقطع.
- کاهش دامنه ارتعاشات انتقالی.

می‌گردد. استفاده از بتن مسلح با آرماتوربندی شبکه‌ای، سختی خمشی و برشی فونداسیون را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. بر اساس استاندارد ACI 301 جهت استفاده و نصب باید بتن حداقل به مقاومت اولیه خود برسد و همچنین نصب تجهیزات سنگین پیش از عمل‌آوری مناسب بتن ممنوع است. در کاربردهای صنعتی، حداقل ۷ روز فاصله زمانی بین بتن‌ریزی و نصب دیزل‌ژنراتور توصیه می‌شود.





در محیط‌هایی که کف محل نصب در معرض رطوبت یا شستشو قرار دارد (مانند موتورخانه‌ها)، اجرای فونداسیون در ارتفاع بالاتر از سطح کف، علاوه بر حفاظت سازه‌ای، از منظر ایمنی بهره‌برداری و نگهداری نیز حائز اهمیت است. این اقدام باعث کاهش خوردگی شاسی، پیچ‌های مهاری و قطعات فلزی شده و هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهد. بهتر است که حدود ۱۰ سانتیمتر سطح فونداسیون دیزل از کف محیط بالاتر باشد. حداقل ضخامت فونداسیون تابعی از وزن کل دیزل ژنراتور، ابعاد فونداسیون و چگالی بتن مصرفی است. رابطه زیر بیانگر تعادل تنش‌های فشاری وارده بر بتن می‌باشد. این رابطه مطابق با اصول تنش مجاز بتن در ACI برابر با:

$$t = \frac{W}{\rho \times L \times B}$$

که در آن، افزایش سطح فونداسیون منجر به کاهش تنش فشاری و بهبود پایداری سیستم می‌شود. این رابطه مبنای اولیه طراحی بوده و باید با محاسبات سازه‌ای تکمیلی همراه گردد. موتورهای KTA38 و KTA50 دارای آرایش V شکل با زاویه ۶۰ درجه بوده و از سیستم توربوشارژ چندگانه به همراه افترکولر بهره می‌برند. این ویژگی‌ها منجر به موارد زیر می‌شود:

- تولید گشتاور بالا در دور نامی
- نیروهای اینرسی قابل‌توجه ناشی از جرم رفت و برگشتی پیستون‌ها

- ارتعاشات تناوبی با دامنه و فرکانس مشخص

در نتیجه، فونداسیون باید به‌گونه‌ای طراحی شود که:

- فرکانس طبیعی آن از فرکانس تحریک موتور فاصله داشته باشد.
- دامنه ارتعاشات انتقالی به شاسی و سازه اطراف به حداقل برسد.

عدم تطابق مناسب بین پاسخ دینامیکی فونداسیون و موتور می‌تواند منجر به پدیده رزونانس مکانیکی و در نهایت خرابی یاتاقان‌ها، شل‌شدن اتصالات و ترک‌خوردگی بتن شود.

لرزه‌گیر ژنراتور قطعه‌ای است که برای کاهش انتقال ارتعاش و ضربه‌های موتور به شاسی و فونداسیون استفاده می‌شود. این قطعات باعث افزایش عمر موتور و ژنراتور، کاهش صدا و جلوگیری از انتقال لرزش به ساختمان می‌شوند.

هر دیزل‌ژنراتور به‌عنوان یک واحد مستقل مکانیکی طراحی می‌شود که موتور و آلترناتور آن:

- به‌صورت دقیق کوپله شده‌اند
- بر روی لرزه‌گیرهای مهندسی‌شده نصب می‌شوند

این ساختار باعث:

- حفظ هم‌محوری دقیق موتور و ژنراتور
- کاهش انتقال ارتعاشات به شاسی
- افزایش عمر یاتاقان‌ها و کوپلینگ

می‌گردد. به همین دلیل، برخلاف تجهیزات دینامیکی قدیمی، در دیزل‌ژنراتورهای مدرن لزومی به استفاده از فونداسیون‌های بسیار سنگین صرفاً برای جذب ارتعاش وجود ندارد .وظیفه اصلی فونداسیون در این سیستم‌ها عبارت است از:

- فراهم‌سازی یک سطح صاف، صلب و تراز
- تحمل ایمن وزن کل دستگاه و متعلقات

کنترل ارتعاش عمدتاً توسط سیستم لرزه‌گیری داخلی دستگاه انجام می‌شود و فونداسیون نقش پشتیبان سازه‌ای را ایفا می‌کند. به‌طور کلی لرزه‌گیرهای ژنراتور به چند نوع اصلی تقسیم می‌شوند :لاستیکی یا لاستیکی–فلزی (AVM) که رایج‌ترین نوع هستند، فنری که برای ژنراتورهای سنگین و محیط‌های حساس کاربرد دارند، و ترکیبی فنر–لاستیک که دامنه وسیع‌تری از ارتعاشات را جذب می‌کنند. انتخاب نوع لرزه‌گیر به وزن ژنراتور، محل نصب و توصیه سازنده بستگی دارد.

ابعاد و طراحی فضای نیروگاه

طراحی اتاق ژنراتور فراتر از یک فضای ساده است؛ این اتاق یک سیستم حیاتی است که باید سه اصل کلیدی ایمنی، عملکرد بهینه و دوام دستگاه را تضمین کند. ابعاد اتاق باید نه تنها جا برای خود ژنراتور، بلکه برای دسترسی راحت جهت سرویس و تعمیر، تجهیزات کنترلی و گردش هوای کافی را فراهم کند. اما مهم‌تر از ابعاد، سیستم تهویه قدرتمند و مهندسی‌شده است. یک ژنراتور بدون هوای تازه کافی برای خنک‌کاری و احتراق، به سرعت دچار اضافه‌حرارت و افت راندمان می‌شود و عمر آن به شدت کاهش می‌یابد. یک طراحی استاندارد شامل، ورودی هوای تازه در سطح پایین و نزدیک به رادیاتور، و خروجی‌های قوی در بالا برای مکش هوای داغ و گازهای خروجی است. رعایت فاصله‌های ایمنی از دیوارها، استفاده از مواد مقاوم در برابر حرارت و صوت، و توجه به مسیرهای نصب و نگهداری از دیگر اصول غیرقابل چشم‌پوشی هستند. در نهایت، اتاق ژنراتور فقط یک محفظه نیست، بلکه بستر حفظ سرمایه و تضمین روشنایی در بحران است.
سرمایه‌گذاری روی طراحی اصولی آن، مانع از هزینه‌های گزاف تعمیرات و خاموشی‌های ناخواسته می‌شود. ملاحظاتی را که جهت طراحی فضای بهره برداری دیزل ژنراتور میبایست در نظر گرفت:

فصل ۲ – مکان طراحی واجرای فونداسیون دیزل ژنراتور

۱ .حریم‌های عملیاتی :

- دسترسی برای تعمیر و نگهداری دوره ای
- ایجاد جریان هوای مناسب برای خنک‌کاری
- ایمنی پرسنل در حین کار
- حفظ حداقل ۱/۵ متر فاصله آزاد در تمامی جوانب و بطور کلی فضایی که بتواند یک لیفتراک دور بزند.
- امکان استفاده از جرثقیل سقفی

۲ .درب های اتاق :

- دسترسی راحت و سریع جهت باز و بسته شدن.
- ایجاد درب جهت وارد کردن و خارج کردن دیزل ژنراتور (حدود 1.2 برابر عرض دستگاه)
- درب ها میبایست به طرف بیرون باز شوند.

۳ .فضای تجهیزات جانبی:

- تابلوی فرمان و سیستم کنترل (حدود ۱×۰/۵ متر)
- پانل استارت باتری‌ها (۰/۵×۰/۵ متر)
- مخزن سوخت روزانه (در صورت نصب داخلی)

پنجره‌ها در اتاق دیزل ژنراتور معمولاً توصیه نمی‌شوند، زیرا می‌توانند بر کنترل دما، صدا، ایمنی و تهویه مهندسی‌شده اتاق تأثیر منفی بگذارند. اما در صورت ضرورت نصب (مثلاً برای نور طبیعی یا مشاهده بصری)، باید دارای مشخصات فنی بسیار دقیق و استانداردی باشند. که در ذیل آورده شده است.

۱. مقاومت در برابر حرارت و آتش:

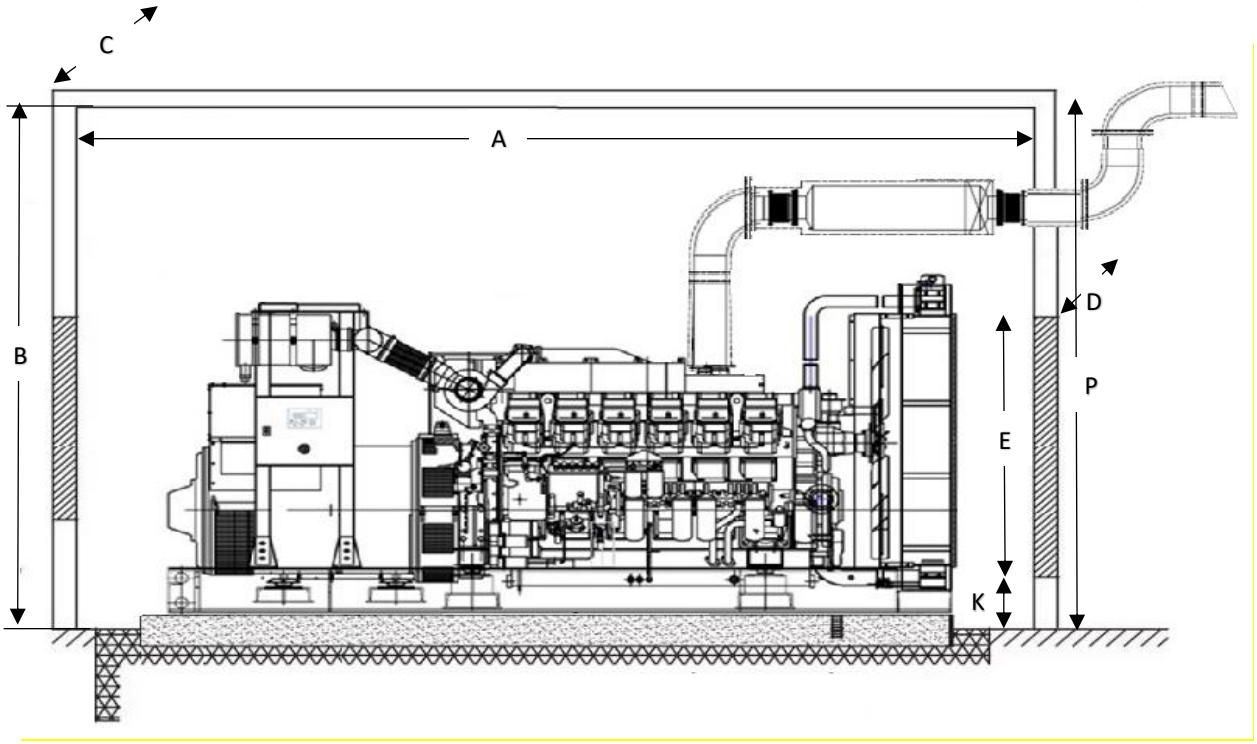
- قاب و شیشه :باید از مواد نسوز (مانند فولاد یا آلومینیوم با پوشش مقاوم) و شیشه‌های مقاوم به حرارت (شیشه سکوریت یا چندلایه ضدحریق) ساخته شوند.
- درزگیری :استفاده از الاستومرهای سیلیکونی مقاوم به حرارت بالا برای درزبندی الزامی است.

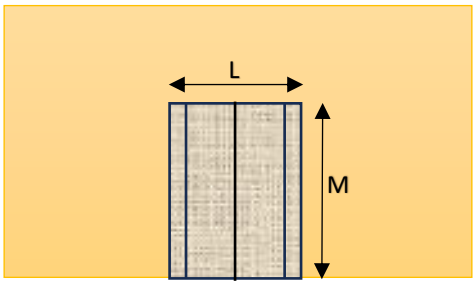
- عایق صوتی (آکوستیک) بسیار قوی:
  - ساختار :باید از شیشه دو یا سه جداره با ضخامت‌های متفاوت (مثلاً ۶+۱۰+۶ میلی‌متر) و گاز آرگون در بین آن‌ها استفاده شود.
  - قاب :قاب‌های چند جداره و سنگین با درزبندی کامل.
  - نصب :نصب بر روی لرزه‌گیرهای آکوستیک برای جلوگیری از انتقال ارتعاش.
- آب‌بندی و ضد گردوغبار کامل:
  - درزها باید کاملاً هوا-بند باشند تا از ورود گردوغبار به اتاق (که به موتور آسیب می‌زند) و خروج صدا جلوگیری شود.
- نصب ثابت و غیرقابل بازشو:

- پنجره‌ها باید به طور دائم بسته و ثابت نصب شوند .پنجره‌های بازشو به هیچ عنوان مجاز نیستند، زیرا:
  - سیستم تهویه مهندسی‌شده را مختل می‌کنند.
  - احتمال شکستن و ورود اجسام خارجی وجود دارد.
  - باعث نشت صدا و کاهش ایمنی می‌شوند.

- مقاومت مکانیکی و امنیت:
  - باید در برابر ارتعاشات ناشی از کار ژنراتور مقاوم باشند.
  - در صورت امکان، از شیشه ضدضربه برای افزایش ایمنی در برابر شکستگی استفاده شود.
- موقعیت و مساحت محدود:
  - پنجره نباید بر روی دیوارهای اصلی تهویه (دیوارهای ورودی و خروجی هوا) نصب شود.
  - مساحت آن باید حداقل ممکن باشد (معمولاً فقط برای مشاهده) تا تبادل حرارتی با بیرون به حداقل برسد.

Engine	Generator	Power	Dimensions (m)			Room Dimensions (m)			Radiator Hot Air Louvers (m)			Air Inlet	Door Dimensions (m)		Exhaust	
Cummins Model	Model	Standby kVA	Length	Width	Height	A	B	C Height	D	E	K*	Area (m²)	L	M	Diameter (inch)	P (m)
S3.8-G6	AC55	55	1.78	0.95	1.25	3.5	3	2.5	0.7	0.65	0.5	0.6	1.5	2	3	2
S3.8-G7	AC66	66	2.15	1.05	1.52	3.5	3	2.5	0.7	0.7	0.7	0.5	1.5	2	3	2
6BTA5.9-G5	AC110	110	2.2	1.05	1.63	4	3	2.5	1	1.1	0.5	1.1	1.5	2.2	3	2
6BTAA5.9 G6	AC150	150	2.75	1.3	1.75	4.5	3.5	2.5	0.95	1.5	0.4	1.8	1.5	2.2	3	2
QSL9-G5	AC350	350	2.9	1.3	1.87	5	3.5	3	1.2	1.4	0.35	2.1	1.5	2.5	4	2.5
NTA855-G4	AC400	400	2.96	1.55	2.14	5	3.5	3.3	1.25	1.5	0.55	2.5	2	2.6	6	2.5
KTA38-G5	AC1100	1100	4.4	1.78	2.37	7	4.5	4	2.1	2	0.3	4.2	2.5	3	2x6	3.1
KTA50-G3	AC1410	1410	4.95	2.1	2.47	8	4.5	4	2.3	2.1	0.25	4.8	2.7	3	2x8	3.1





اگزوز دیزل ژنراتور

سیستم اگزوز دیزل ژنراتور باید با دقت مهندسی طراحی شود تا سه هدف اصلی را محقق سازد:

۱ .هدایت ایمن گازهای خروجی به خارج از محیط

۲ .کاهش صدای مزاحم به سطح قابل قبول

۳ .جلوگیری از بازگشت گازهای سمی به فضای داخلی

سیستم‌های اگزوز دیزل ژنراتور معمولاً به کمک ساپورت‌های سقفی نصب می‌شوند. در شرایطی که سازه ساختمان قادر به تحمل وزن و ارتعاشات سیستم اگزوز نباشد، استفاده از پایه‌های فولادی مستقل بر روی کف برای نگهداری منبع اگزوز ضروری است. طراحی ساپورت‌ها باید مطابق با استاندارد ISO 8528 و الزامات لرزه‌ای و ارتعاشی دستگاه انجام شود تا ایمنی و دوام سیستم تضمین گردد. لوله‌های خروجی اگزوز باید حداقل ۲ تا ۴ متر بالاتر از سطح کف قرار گیرند تا از تماس تصادفی افراد و خطر سوختگی جلوگیری شود. اتصالات آکاردئونی [1] توصیه می‌شود مستقیماً به منیفولد اگزوز موتور متصل شده و سپس از طریق لوله‌ای با قطر مناسب و ضخامت کافی به منبع اگزوز هدایت شوند. انتخاب جنس لوله و ضخامت آن باید مطابق با دما و فشار گازهای خروجی باشد. برای نمونه، برای موتورهای دیزل لوله‌های گالوانیزه سنگین یا استنلس استیل برای مقاومت در برابر دما و خوردگی با ضخامت حداقل ۳–۵ میلی‌متر لوله فی مابین ۲۰۰ تا ۳۵۰ میلیمتر مناسب است. شیب لوله مبیایست حداقل ۱ سانتیمتر به ازای هر متر به سمت خروجی برای تخلیه میعانات در نظر گرفته شود. همچنین بهتر است برای کاهش افت فشار از زانوی ۴۵ درجه به جای ۹۰ درجه استفاده گردد. شعاع داخلی زانو و یا ۴۵ درجه میبایست ۳ برابر ضخامت لوله باشد. لوله ها و دیگر متعلقات اگزوز میبایست توسط مفصل انبساطی[۲] به یکدیگر متصل شوند تا در هنگام انقباض و انبساط ناشی از درجه حرارت این تغییر فضا توسط این مفصل انبساطی جبران گردد.

1. Flexible Bellows
2. Expansion Joint

اگزوز میبایست حداقل

- ۳ متر از پنجره‌ها، درها و دریچه‌های ورودی هوا فاصله داشته باشد.
- ارتفاع مورد نیاز از پشت بام هم میبایست ۱,۵ متر در نظر گرفته شود.

کلیه اتصالات و لوله‌ها باید با عایق حرارتی معدنی با چگالی بالا و مقاوم در برابر دمای بیش از ۶۰۰°C پوشش داده شوند. پوشش خارجی لایه عایق حداقل ۵۰ میلی‌متر الیاف سرامیکی یا پشم سنگ با ورق آلومینیومی یا فولاد ضدزنگ، علاوه بر افزایش دوام، انتقال حرارت تابشی به فضای اتاق ژنراتور را کاهش می‌دهد. این اقدام باعث کاهش ریسک سوختگی اپراتورها و کاهش دمای محیط اطراف ژنراتور در حین کار می‌شود. اگزوز ها میبایست منبع اگزوز کاتالیزور دار و سایلنسر داشته باشد تا صدا و ذرات آلاینده ذرات از قبیل CO، HC و..... را کاهش دهد. برای فرکانس‌های بالا از سایلنسرها پر از الیاف معدنی و برای فرکانس‌های پایین از سایلنسرها با محفظه‌های طنین‌انداز استفاده میگردد. برای اطمینان از عملکرد بهینه و ایمنی، توصیه می‌شود طراحی و نصب سیستم اگزوز مطابق استانداردهایASME ، ISO 3046و NFPA 37 انجام شده و کنترل‌های دوره‌ای شامل بررسی نشتی، خوردگی و تثبیت ساپورت‌ها به صورت منظم انجام گیرد.

نحوه تامین سوخت دیزل ژنراتور

گازوئیل مصرفی دیزل‌های کامینز باید مطابق ASTM D975 یا EN 590 بوده، دارای Cetane Number حداقل ٤٥، میزان گوگرد پایین، عاری از آب و آلودگی، با ویسکوزیته مناسب و خاکستر کمتر از ۰,۰۲ درصد جرمی باشد. عدم رعایت کیفیت سوخت موجب آسیب جدی به سیستم سوخت‌رسانی، انژکتورها و کاهش عمر موتور خواهد شد.

مشخصات فنی گازوئیل مناسب دیزل کامینز

۱- استاندارد مرجع: سوخت مصرفی باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ASTM D975 – Diesel Fuel Oils , EN 590 , ISO 8217

۲- Cetane Number

- حداقل: ۴۵ (مقدار پیشنهادی کامینز: ٤٨ تا ٥٢)

Cetane Number پایین باعث سخت روشن شدن موتور و افزایش ضربه احتراق و افزایش آلایندگی و استهلاک میگردد.

۳- میزان گوگرد

- حداکثر مجاز 500 ppm
- ULSD ≤ 15 ppm

گوگرد بالا باعث خوردگی سیستم سوخت وآسیب به توربو و سیستم پس‌پالایش (در صورت وجود) خواهد شد.

٤- ویسکوزیته در 40°C

- محدوده مجاز : ۱/۹ تا ۴/۹

ویسکوزیته نامناسب باعث خرابی پمپ سوخت و پاشش نامناسب انژکتور میگردد.

٥- میزان آب [1]

- حداکثر مجاز: ۰,۰۵ ٪ حجمی
- ترجیحاً :صفر (بدون آب آزاد)

1. Water Content

وجود آب باعث زنگ‌زدگی، خرابی انژکتورها، رشد میکروبی در مخزن را به دنبال خواهد داشت.

٦- میزان خاکستر: خاکستر بالا موجب گرفتگی نازل انژکتور، آسیب به سوپاپ‌ها و پیستون میگردد. مقدار مجاز مربوط به میزان خاکستر برابر با ۰,۰۲٪ جرمی است.

۷- عدد اسیدی کل: افزایش این آیتم نشان‌دهنده:

- اکسیداسیون سوخت
- خورندگی سیستم سوخت

و حداکثر مقدار مجاز برابر با 0.1 mg KOH / 100 ml است.

۸- نقطه اشتعال[1]

- حداقل: 52°C

روش‌های سوخت‌رسانی به دیزل ژنراتور

دیزل ژنراتورها به‌عنوان منابع تولید توان الکتریکی مستقل، در کاربردهای اضطراری، دائم‌کار و پرایم مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد قابل اطمینان این تجهیزات، مستلزم طراحی صحیح زیرسیستم‌های مکانیکی و کنترلی از جمله سیستم سوخت‌رسانی است. هرگونه نقص در طراحی یا اجرای این سیستم می‌تواند منجر به ناپایداری احتراق، افزایش ریسک ایمنی و کاهش عمر مفید تجهیزات شود. از این‌رو، تحلیل پیکربندی‌های مختلف سیستم سوخت‌رسانی از منظر مهندسی، امری ضروری تلقی می‌گردد. سیستم سوخت‌رسانی یکی از زیرسیستم‌های حیاتی در دیزل ژنراتورها محسوب می‌شود که نقش مستقیم در پایداری عملکرد، ایمنی عملیاتی و قابلیت اطمینان تجهیز ایفا می‌کند. انتخاب پیکربندی مناسب این سیستم، تابعی از شرایط محل نصب، محدودیت‌های اجرایی، الزامات ایمنی و ملاحظات بهره‌برداری است. بسته به طراحی اتاق ژنراتور و شرایط بهره‌برداری، سوخت‌رسانی به موتور می‌تواند به یکی از سه روش زیر انجام شود. کیفیت سوخت مصرفی باید مطابق الزامات فنی بوده و میزان خاکستر آن از ۰/۰۲ درصد جرمی و مقدار ترکیبات نامطلوب فراتر نرود. جهت سوخت رسانی چندین روش وجود دارد که عبارتند از:

۱. سوخت‌رسانی مستقیم از مخزن نصب‌شده زیر شاسی دیزل ژنراتور
در این روش، سوخت مورد نیاز موتور مستقیماً از مخزن یکپارچه نصب‌شده در زیر شاسی ژنراتور تأمین می‌شود.

۲. سوخت‌رسانی از طریق مخزن روزانه[2]
در این حالت، سوخت ابتدا در یک مخزن روزانه که داخل اتاق ژنراتور یا درون کانوپی دستگاه نصب شده است ذخیره می‌شود. این مخزن به‌صورت خودکار و پیوسته توسط مخزن ذخیره اصلی شارژ می‌گردد.

۳. سوخت‌رسانی مستقیم از مخزن ذخیره اصلی
در این روش، تغذیه سوخت مستقیماً از مخزن اصلی انجام می‌شود، مشروط بر آنکه محل خروجی سوخت از مخزن حداقل ۵۰۰ میلی‌متر بالاتر از سطح فونداسیونی باشد که دیزل ژنراتور روی آن نصب شده است.

هدف اصلی سیستم ذخیره سوخت، تأمین مقدار کافی از سوخت دیزل برای تضمین عملکرد دیزل ژنراتور در شرایط اضطراری و دوره‌های بهره‌برداری پیش‌بینی‌شده می‌باشد. بر این اساس، ظرفیت مخازن ذخیره اصلی سوخت باید متناسب با مدت زمان کارکرد مورد انتظار و نرخ مصرف سوخت تجهیزات متصل طراحی و انتخاب گردد. پر کردن مخازن ذخیره اصلی از طریق لوله پرکن اختصاصی انجام می‌شود که دریچه ورودی آن باید درون یک محفظه قفل‌دار نصب گردد تا از دسترسی غیرمجاز افراد متفرقه جلوگیری شود. در همین محفظه می‌توان گیج نمایش سطح سوخت و سنسور هشدار سرریز را نصب نمود. این سنسور معمولاً به یک سوئیچ سطح شناوری متصل است که بر روی درب منهول مخزن نصب می‌شود. محل استقرار مخزن ذخیره اصلی سوخت باید واجد ویژگی‌های زیر باشد:

1. Flash Point
2. Day Tank

- امکان ایزوله‌سازی و تفکیک ایمن مخازن در زمان پاک‌سازی، تعمیر یا بهره‌برداری، به‌ویژه در سایت‌هایی که بیش از یک مخزن ذخیره سوخت نصب شده است.
- پیش‌بینی اتصالات مناسب برای ورودی سوخت، لوله تهویه[1] و خطوط ارتباطی بین مخزن اصلی و مخزن سوخت روزانه.
- وجود دریچه بازدید با قطر تقریبی ۲۰ اینچ جهت انجام عملیات بازرسی و نگهداری.
- تجهیز مخزن به شیر تخلیه، درجه نشانگر سطح سوخت و اتصالات مناسب برای خطوط تغذیه و برگشت سوخت.
- استفاده از شیرآلات، فیلترها و یا سپراتورهای مناسب در مسیر انتقال سوخت.
- پیش‌بینی مخزن یا حوضچه سرریز در زیر مخزن اصلی جهت کنترل نشتی‌های احتمالی.

فضای اختصاص‌یافته برای نصب مخزن ذخیره اصلی باید حداقل ۱۰ درصد بزرگ‌تر از حجم مخزن در نظر گرفته شود. کف محل نصب باید ضدآب بوده و دارای شیب ملایم باشد تا در صورت نشت سوخت، امکان هدایت سیال به محل جمع‌آوری فراهم گردد. دسترسی ایمن و آسان به تمامی اطراف مخزن اصلی باید فراهم گردد و وجود پمپ دستی و پمپ الکتریکی جهت تخلیه لجن و رسوبات کف مخزن الزامی است. همچنین، تمامی اجزای فلزی سیستم سوخت‌رسانی باید مطابق با استانداردهای مربوطه به‌طور کامل هم‌بندی و اتصال به زمین شوند. ارتفاع لوله‌کشی مسیر برگشت سوخت نباید از توان مکش پمپ سوخت موتور تجاوز نماید و تعیین این مقدار باید بر اساس اطلاعات ارائه‌شده در دیتاشیت موتور صورت گیرد. در شرایطی که مخزن سوخت روزانه در تراز پایین‌تری نسبت به مخزن ذخیره اصلی نصب می‌شود، استفاده از شیر برقی در مسیر انتقال سوخت ضروری است تا از جریان ناخواسته سوخت جلوگیری شود . به‌منظور افزایش سطح ایمنی و پایداری عملکرد، میبایست تجهیزات جانبی اختیاری مجهز گردند. استفاده از پمپ‌های انتقال سوخت اتوماتیک دوگانه، همراه با سیستم فیلتراسیون اولیه، امکان تداوم تأمین سوخت در شرایط خرابی پمپ اصلی را فراهم می‌سازد. ظرفیت این پمپ‌ها باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که مجموع دبی سوخت مصرفی موتور و حجم سوخت برگشتی را پوشش دهد. از منظر ایمنی حریق، به‌کارگیری شیرهای قطع‌کن مجهز به مکانیزم ذوب حرارتی، از جمله شیرهای شناوری ثقلی و شیرهای قطع‌کن اتوماتیک ، نقش مهمی در کاهش ریسک انتشار سوخت در شرایط اضطراری ایفا می‌کند. این تجهیزات با قطع مسیر سوخت یا بازگرداندن آن به مخزن اصلی، می‌توانند به‌عنوان بخشی از استراتژی جامع ایمنی در برابر آتش‌سوزی عمل نمایند. پیشنهاد میگردد که برای دیزل ژنراتورهایی با ظرفیت ٤٠ تا ٨٠٠ کیلوولت آمپر از لوله ۱ اینچ و برای دیزل ژنراتورهایی با ظرفیت ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوولت آمپر از لوله "۱۱/۲ اینچ و برای دیزل ژنراتورها پی با ظرفیت ۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلوولت آمپر از لوله ۲ اینچ جهت انتقال سوخت استفاده گردد.

سیستم سوخت‌رسانی با مخزن نصب شده زیر شاسی

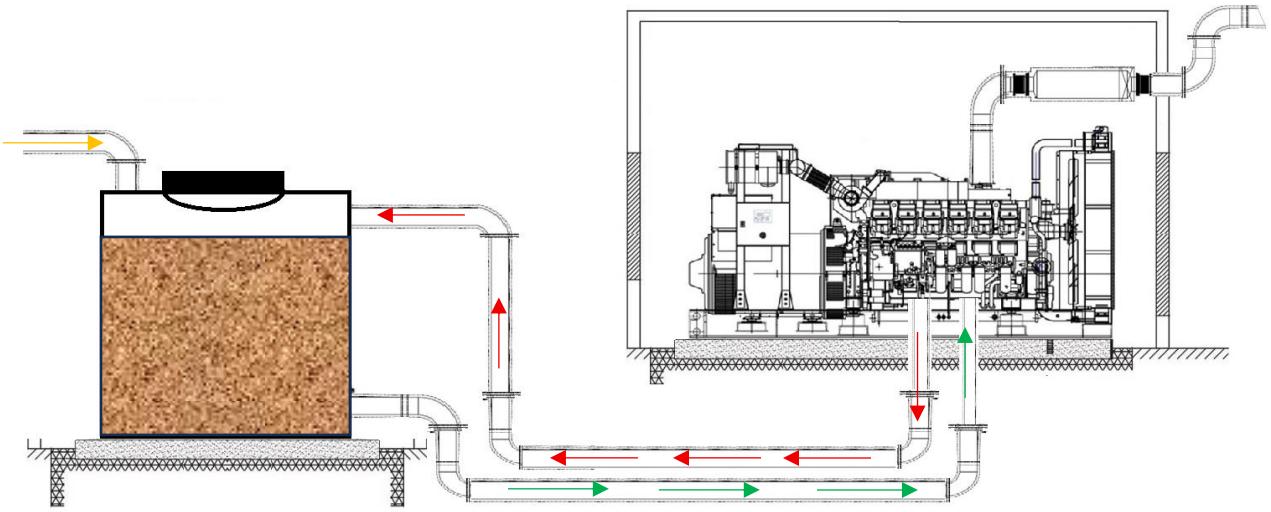
در پیکربندی مخزن نصب‌شده زیر شاسی ، مخزن سوخت به‌صورت یکپارچه با شاسی دیزل ژنراتور طراحی و اجرا می‌شود و سوخت مورد نیاز موتور را به‌طور مستقیم تأمین می‌نماید. این آرایش معمولاً در شرایطی به‌کار گرفته می‌شود که محدودیت فضا، زمان نصب کوتاه یا عدم امکان اتصال مستقیم به مخزن ذخیره اصلی وجود داشته باشد. از دیدگاه مهندسی سیستم، مزیت اصلی این پیکربندی، کاهش تعداد اجزای واسط در مسیر سوخت‌رسانی است. حذف لوله‌کشی‌های طولانی، پمپ‌های انتقال مجزا و تجهیزات کنترلی اضافی، منجر به کاهش نقاط بالقوه خرابی و افزایش قابلیت اطمینان عملیاتی می‌شود. افزون بر این، یکپارچگی ساختاری مخزن و شاسی، فرآیند نصب و راه‌اندازی را تسهیل کرده و این سیستم را به گزینه‌ای مناسب برای کاربردهای اضطراری و پروژه‌های با محدودیت اجرایی تبدیل می‌کند.

سیستم تغذیه مستقیم از مخزن ذخیره اصلی

در پیکربندی تغذیه مستقیم، موتور دیزل ژنراتور سوخت مورد نیاز خود را مستقیماً از مخزن ذخیره اصلی دریافت می‌کند و سوخت برگشتی از انژکتورها نیز بدون واسطه به همان مخزن بازگردانده می‌شود. این آرایش، ساده‌ترین و رایج‌ترین ساختار سیستم سوخت‌رسانی محسوب می‌شود و در بسیاری از نصب‌های ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اجرای صحیح این سیستم مستلزم رعایت شرایط طراحی مشخصی است که مهم‌ترین آن، تأمین هد ثقلی کافی برای تغذیه موتور می‌باشد. به‌طور معمول، خروجی مخزن ذخیره اصلی باید حداقل ۵۰۰ میلی‌متر بالاتر از تراز شاسی دیزل ژنراتور قرار گیرد. در صورت عدم تحقق این شرط، استفاده از پمپ‌های انتقال سوخت اجتناب‌ناپذیر بوده و پیچیدگی سیستم افزایش می‌یابد.

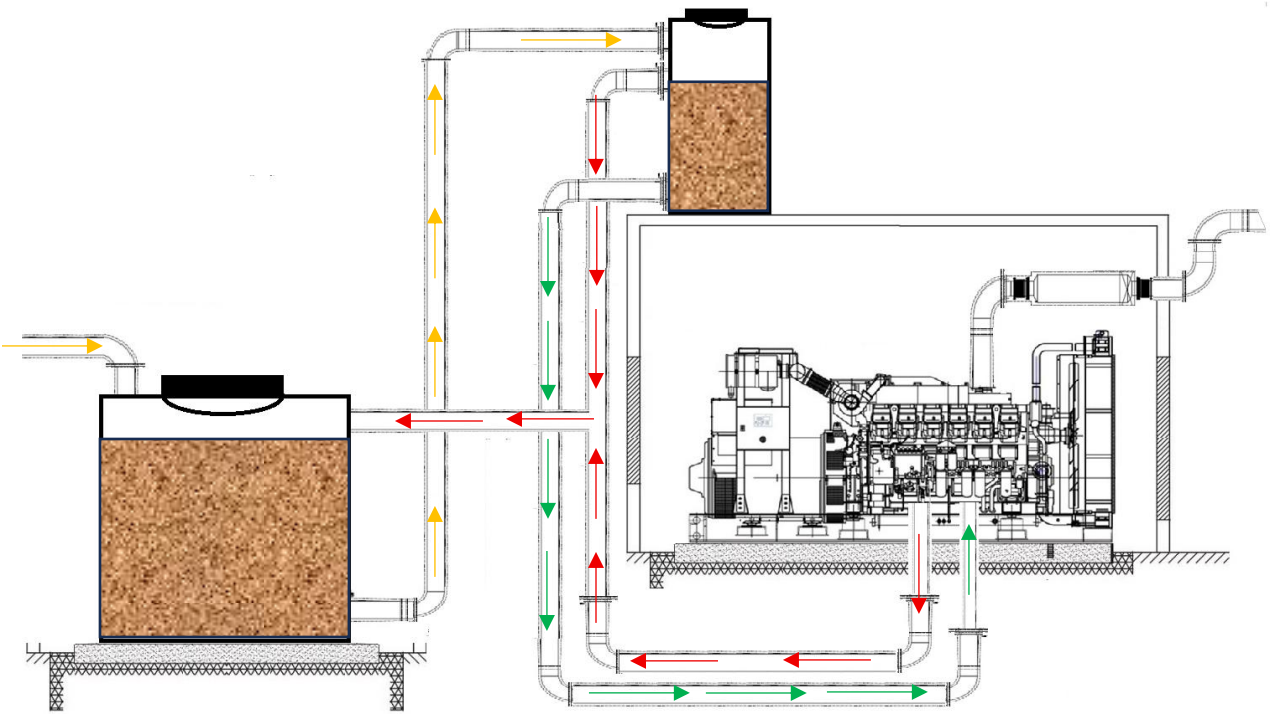
1. Ventilation



مخزن سوخت میانی[1]

در پیکربندی نمایش‌داده‌شده در شکل زیر، از یک مخزن سوخت روزانه مجزا به‌عنوان واسط بین مخزن ذخیره اصلی و موتور دیزل ژنراتور استفاده می‌شود. این مخازن معمولاً با ظرفیت‌های اسمی ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر طراحی و اجرا می‌گردند و به‌وسیله یک پمپ انتقال سوخت برقی، مطابق با فرمان‌ها و سیگنال‌های صادره از سوئیچ سطح از مخزن ذخیره اصلی تغذیه و شارژ می‌شوند. از منظر متریال، ساخت مخازن سوخت روزانه میبایست از فولاد کربنی یا فولاد با پوشش‌های مقاوم در برابر سوخت و یا ورق های آهن سیاه توصیه می‌شود. هر مخزن سوخت روزانه باید به یک لوله تهویه [2]مجهز باشد که تا مرتفع‌ترین نقطه سیستم سوخت‌رسانی امتداد یابد. قطر این لوله نباید کمتر از قطر لوله پرکن مخزن باشد تا از ایجاد فشار یا خلأ ناخواسته در حین پر یا تخلیه شدن مخزن جلوگیری شود. همچنین، تمهیدات لازم جهت جلوگیری از ورود آلودگی، رطوبت و ذرات معلق به داخل سیستم تهویه باید در نظر گرفته شود. ارتفاع نقطه برداشت سوخت از مخزن روزانه نباید کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر بالاتر از سطح استقرار موتور باشد تا هد ثقلی لازم جهت تغذیه پایدار سوخت به موتور تأمین گردد. در عین حال، این ارتفاع نباید به‌گونه‌ای باشد که فشار استاتیکی یا افت مکش از حداکثر توان مجاز پمپ مکش سوخت موتور فراتر رود. حدود مجاز این مقادیر باید بر اساس دیتاشیت سازنده موتور تعیین گردد. تمام اتصالات نهایی سوخت به موتور باید با استفاده از شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر مقاوم در برابر سوخت انجام شود تا از انتقال ارتعاشات لوله‌کشی به موتور و بروز تنش‌های مکانیکی جلوگیری به عمل آید.

1. Daily Fuel Tank
2. Vent Pipe



توضیحات تکمیلی:

لوله برگشت سوخت، بخشی از سیستم سوخت‌رسانی موتور است که وظیفه بازگرداندن سوخت اضافی از ریل سوخت (یا انژکتورها/کاربراتور) به مخزن سوخت را بر عهده دارد. این لوله به‌طور معمول در سیستم‌های مجهز به پمپ سوخت با فشار ثابت (مانند سیستم‌های انژکتوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد .اهداف اصلی از احداث لوله برگشت:

- تنظیم فشار سوخت : بازگرداندن سوخت اضافی به مخزن، فشار سوخت در ریل انژکتورها را ثابت نگه می‌دارد.
- خنک‌کاری سوخت : جلوگیری از تشکیل حباب بخار با کاهش دمای سوخت در سیستم.
- حذف هوای محبوس : خارج کردن هوا یا بخار سوخت از سیستم سوخت‌رسانی.
- بهبود کارایی :اطمینان از تأمین سوخت یکنواخت به سیلندرها.

مشخصات فنی مهم در لوله برگشت عبارتند از:

- جنس لوله: فولاد ضد زنگ و یا فلزات مقاوم در برابر خوردگی و فشار
- قطر لوله :معمولاً قطر کوچک‌تر از لوله رفت (بین ۴ تا ۸ میلی‌متر) دارد تا جریان برگشتی کنترل شود.
- اتصالات :از بست‌های مقاوم در برابر ارتعاش و فشار (مانند اتصالات پرسی) استفاده می‌شود.
- محل نصب:
  - موازی با لوله رفت سوخت.
  - مجهز به شیر یک‌طرفه در برخی طراحی‌ها برای جلوگیری از بازگشت معکوس.
  - ممکن است به مبدل حرارتی سوخت متصل شود.

ملاحظات طراحی و الزامات عملیاتی در سیستم‌های انتقال و ذخیره‌سازی سوخت

۱ .الزامات عمومی و ایمنی

- کلیه مخازن ذخیره‌سازی سوخت باید منطبق بر ضوابط فنی و استانداردهای مصوب ملی ایران ساخته و نصب گردند.
- در محوطه استقرار مخازن سوخت و نقاط انتقال آن، اعمال هرگونه عملیات جرقه‌زا و مصرف مواد دخانی اکیداً ممنوع می‌باشد.
- به منظور جلوگیری از سرریز شدن و جبران انبساط حرارتی سوخت، لازم است بخشی از ظرفیت مخزن (به‌طور معمول تا ۱۰٪) خالی باقی بماند.

۲ .مشخصات فنی خطوط انتقال

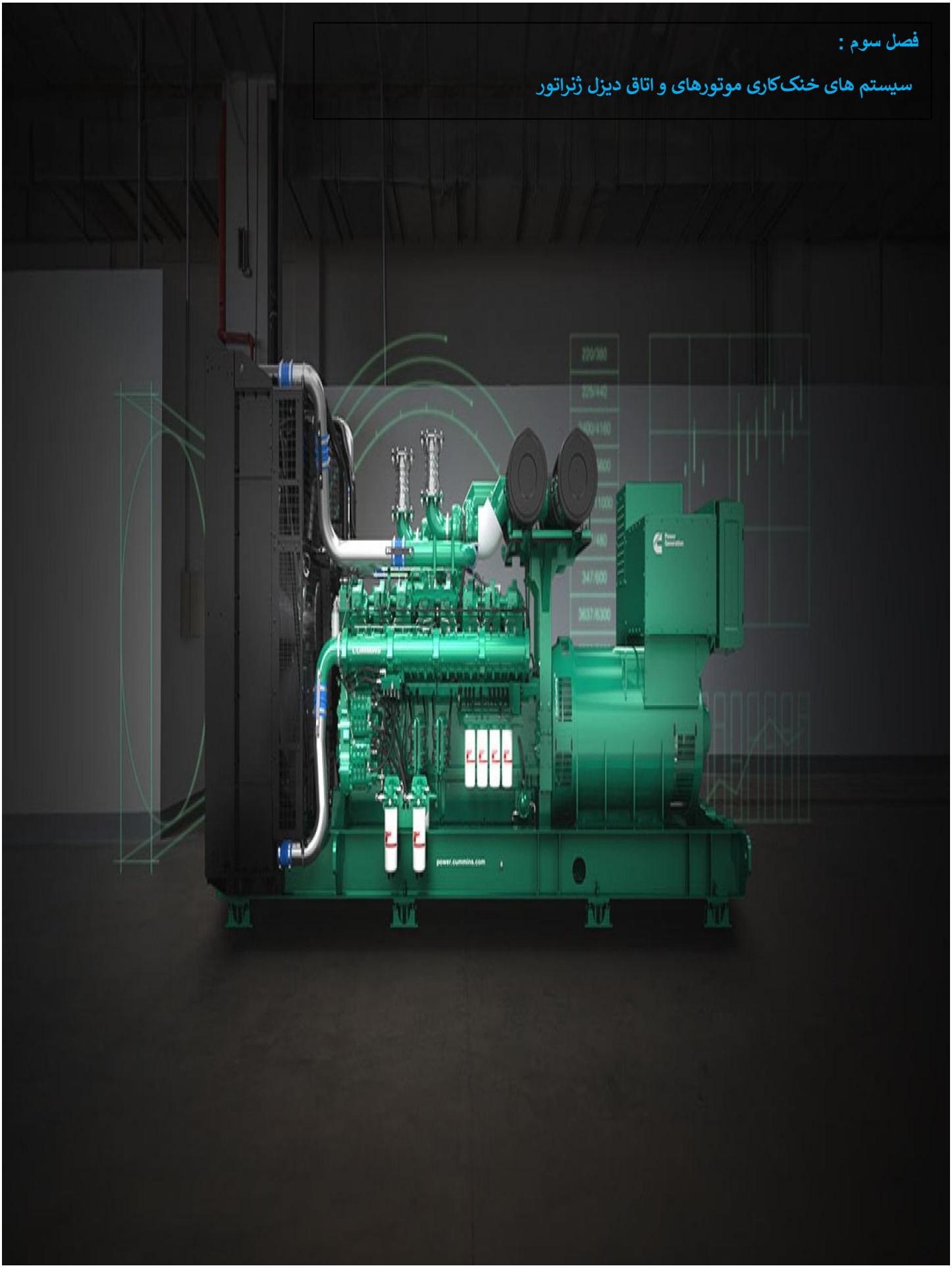
- در شبکه لوله‌کشی سوخت، کاربرد لوله‌های کربن استیل (لوله سیاه) الزامی است و استفاده از لوله‌های گالوانیزه به دلیل ملاحظات شیمیایی مجاز نمی‌باشد.
- برای پرهیز از ایجاد محدودیت هیدرولیکی، قطر خط لوله رابط بین مخزن اصلی و مخزن روزانه نباید از قطر خط تغذیه موتور کمتر باشد.
- به‌منظور قطع جریان سوخت در حالت غیرفعال، سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که پس از توقف موتور، هیچ گونه جریان ثقلی به سمت موتور برقرار نباشد.

۳ .کنترل پارامترهای مؤثر بر عملکرد

- دمای سوخت پارامتری تعیین‌کننده در بازده موتور است. افزایش دمای سوخت فراتر از حدود مجاز، با کاهش چگالی آن، منجر به افت محسوس در توان خروجی موتور خواهد شد.
- نصب جداساز آب و فیلترهای ویژه (سپراتور) در مسیر سوخت‌رسانی به‌عنوان یک ضرورت فنی، ورود رطوبت و ذرات معلق به اجزای حساس (نظیر انژکتورها و پمپ‌ها) را مانع می‌شود.
- کیفیت سوخت عرضه‌شده به سیستم باید از نظر خلوص فیزیکی و شیمیایی (عاری از آب، رسوب و آلودگی) تحت کنترل باشد.

فصل سوم :

سیستم های خنک‌کاری موتورهای و اتاق دیزل ژنراتور



فصل سوم: سیستم های خنک‌کاری دیزل ژنراتور و نیروگاه

بک پرشر اگزوز:

بک پرشر در اگزوز دیزل ژنراتور به فشار مخالف یا مقاومتی گفته می‌شود که سیستم اگزوز در مسیر خروج دود و گازهای ناشی از احتراق موتور ایجاد می‌کند. به عبارت ساده، وقتی گازهای خروجی موتور سعی می‌کنند از اگزوز خارج شوند، اگر مسیر اگزوز محدود یا طولانی باشد، مقداری فشار برگردانده می‌شود که به آن «بک پرشر» می‌گویند.

نکات مهم:

۱. محدوده مجاز :هر موتور دیزل یک حد بک پرشر مشخص دارد. اگر فشار زیاد شود، موتور باید سخت‌تر کار کند و بازده کاهش می‌یابد.

۲. عوامل ایجادکننده :قطر لوله‌های اگزوز کوچک، طول زیاد اگزوز، وجود صداخفه‌کن [1] با مقاومت زیاد، یا گرفتگی در لوله‌ها و مبدل‌ها.

۳. اثرات زیاد بودن بک پرشر:

- کاهش توان موتور و بازده مصرف سوخت.
- افزایش دمای اگزوز و احتمال آسیب به توربوشارژر یا واشرها.
- افزایش فشار در سیلندر و استهلاک زودرس قطعات موتور.

٤. راهکارها :طراحی مناسب مسیر اگزوز، استفاده از صداخفه‌کن استاندارد و تمیز نگه داشتن لوله‌ها و مبدل‌ها.

روش محاسبه بک پرشر:

فرمول کلی

$$\text{Total Exhaust Back Pressure} = \Delta P_{\text{pipe}} + \Delta P_{\text{silencer}} + \Delta P_{\text{elbows}}$$

ΔP_{pipe} : افت بک پرشر مجموع لوله های مورد استفاده که با توجه به سایز لوله میتوان از رابطه زیر بدست آورد:

$$\text{Velocity (fpm)} = \frac{\text{Exhaust Flow (CFM)}}{\text{Area (ft}^2\text{)}}$$

$$\Delta P_{\text{pipe}} = \left(\text{مقدار بک پرشر لوله نظر}\right) * \text{مجموع مقدار لوله ها}$$

ΔP_{elbows} : افت بک پرشر مجموع زانویی ها و لوله های مربوط مفصل انبساطی که از جدول زیر محاسبه میگردد.

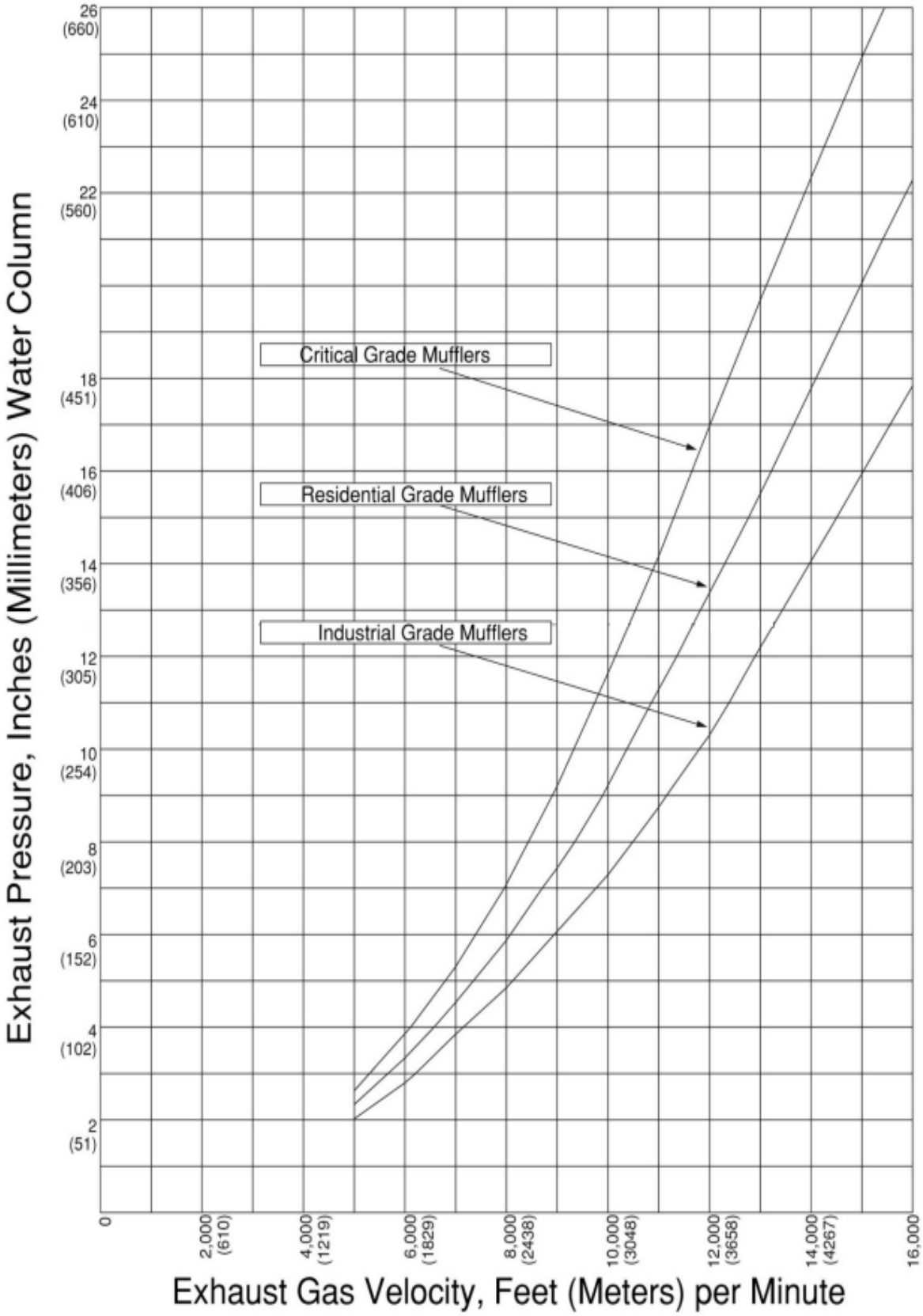
$\Delta P_{\text{silencer}}$: افت بک پرشر مربوط در داخل اگزوز که از جدول زیر و با استفاده از سرعت گاز می توان بدست آورد.

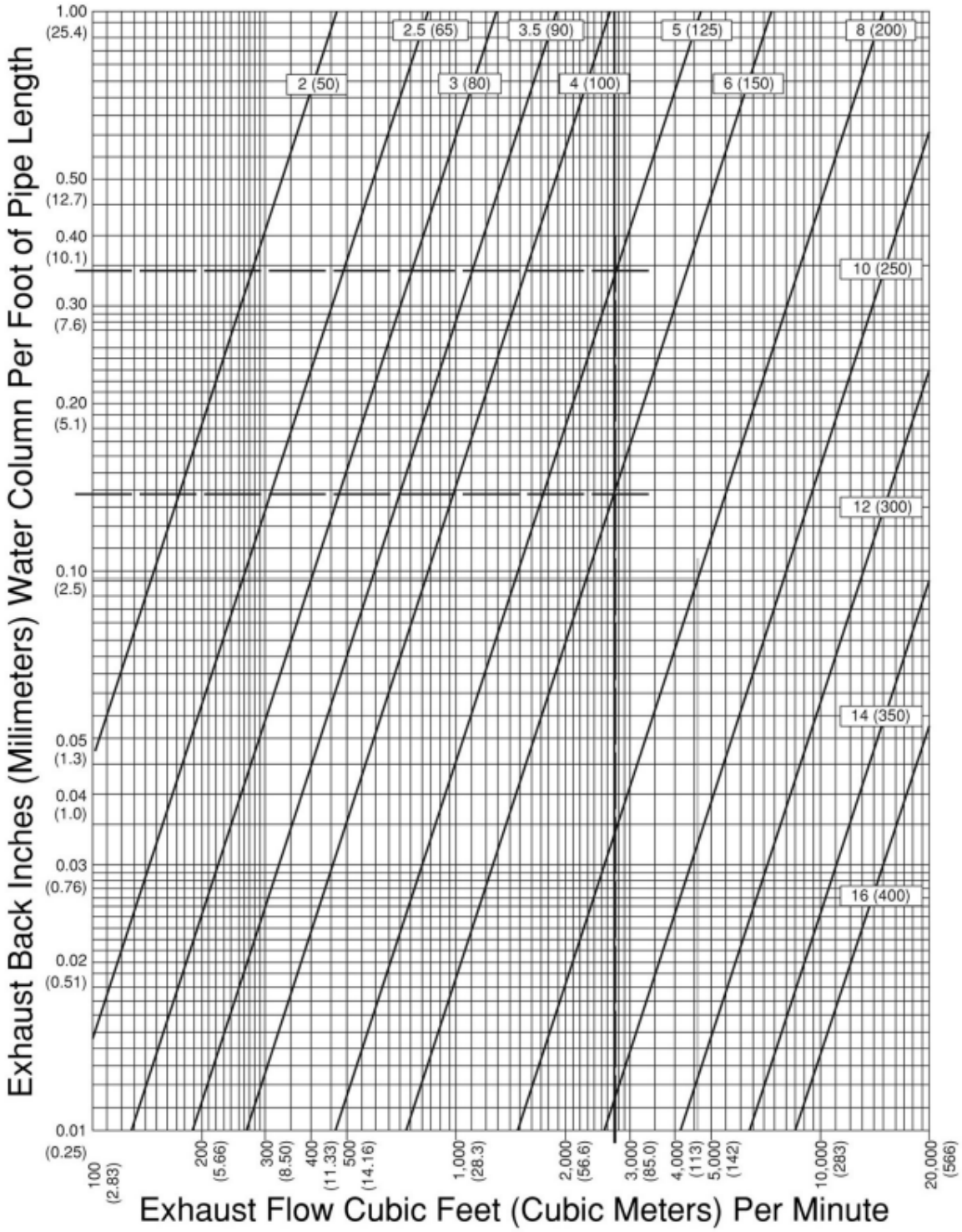
نکته: مقدار دبی بدست آمده از جدول اگر دیزل دارای ۲ اگزوز باشد نصف میگیرد.

1.Silencer

DIAMETER OF MUFFLER INLET (INCHES)	AREA OF MUFFLER INLET (FT2)	DIAMETER OF MUFFLER INLET (INCHES)	AREA OF MUFFLER INLET (FT2)
2	0.0218	8	0.3491
2.5	0.0341	10	0.5454
3	0.0491	12	0.7854
3.5	0.0668	14	1.069
4	0.0873	16	1.396
5	0.1363	18	1.767
6	0.1963		

	Nominal inch (millimeter) Pipe Size												
Type of Fitting	**2 (50)**	**2.5 (65)**	**3 (80)**	**3.5 (90)**	**4 (100)**	**5 (125)**	**6 (150)**	**8 (200)**	**10 (250)**	**12 (300)**	**14 (350)**	**16 (400)**	**18 (450)**
90° Standard Elbow	5.2 (1.6)	6.2 (1.9)	7.7 (2.3)	9.6 (2.9)	10 (3.0)	13 (4.0)	15 (4.6)	21 (6.4)	26 (7.9)	32 (9.8)	37 (11.3)	42 (12.8)	47 (14.3)
90° Medium Radius Elbow	4.6 (1.4)	5.4 (1.6)	6.8 (2.1)	8 (2.4)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4.0)	18 (5.5)	22 (6.7)	26 (7.9)	32 (9.8)	35 (10.7)	40 (12.2)
90° Long Radius Elbow	3.5 (1.1)	4.2 (1.3)	5.2 (1.6)	6 (1.8)	6.8 (2.1)	8.5 (2.6)	10 (3.0)	14 (4.3)	17 (5.2)	20 (6.1)	24 (7.3)	26 (7.9)	31 (9.4)
45° Elbow	2.4 (0.7)	2.9 (0.9)	3.6 (1.1)	4.2 (1.3)	4.7 (1.4)	5.9 (1.8)	7.1 (2.2)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	17 (5.2)	19 (5.8)	22 (6.7)
TEE. Side Inlet or Outlet	10 (3.0)	12 (3.7)	16 (4.9)	18 (5.5)	20 (6.1)	25 (7.6)	31 (9.4)	44 (13)	56 (17)	67 (20)	78 (23.8)	89 (27.1)	110 (33.5)
18 Inch Flexible Tube	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)
24 Inch Flexible Tube	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)	4 (1.2)


Exhaust Pressure, Inches (Millimeters) Water Column
26 (660)
24 (610)
22 (560)
18 (451)
16 (406)
14 (356)
12 (305)
10 (254)
8 (203)
6 (152)
4 (102)
2 (51)
Critical Grade Mufflers
Residential Grade Mufflers
Industrial Grade Mufflers
0
2,000 (610)
4,000 (1219)
6,000 (1829)
8,000 (2438)
10,000 (3048)
12,000 (3658)
14,000 (4267)
16,000
Exhaust Gas Velocity, Feet (Meters) per Minute


Exhaust Back Inches (Milimeters) Water Column Per Foot of Pipe Length
1.00 (25.4)
0.50 (12.7)
0.40 (10.1)
0.30 (7.6)
0.20 (5.1)
0.10 (2.5)
0.05 (1.3)
0.04 (1.0)
0.03 (0.76)
0.02 (0.51)
0.01 (0.25)
2 (50)
2.5 (65)
3 (80)
3.5 (90)
4 (100)
5 (125)
6 (150)
8 (200)
10 (250)
12 (300)
14 (350)
16 (400)
100 (2.83)
200 (5.66)
300 (8.50)
400 (11.33)
500 (14.16)
1,000 (28.3)
2,000 (56.6)
3,000 (85.0)
4,000 (113)
5,000 (142)
10,000 (283)
20,000 (566)
Exhaust Flow Cubic Feet (Cubic Meters) Per Minute

در سیستم های خنک کار دیزل ژنراتور ها مطابق الزامات ISO 8528 و رویه‌های طراحی(Cummins) در موتورهای دیزل از مایع خنک‌کننده جهت دفع حرارت موتور از طریق گردش کنترل‌شده در مجاری داخلی بلوک سیلندر و سرسیلندر انجام می‌شود. پمپ خنک‌کاری موتور، سیال را با دبی مشخص به گردش درآورده و حرارت جذب‌شده در نواحی احتراق و قطعات تحت تنش حرارتی را به تجهیزات دفع حرارت منتقل می‌کند. طراحی صحیح این سیستم، مطابق5-8528 ISO ، برای تضمین عملکرد پایدار موتور در شرایط بار نامی، بارگذرا و کارکرد پیوسته الزامی است. پیکربندی‌های متداول سیستم خنک‌کاری موتور بسته به توان موتور، شرایط اقلیمی و الزامات پروژه، موتورهای دیزل می‌توانند به یکی از آرایش‌های زیر مجهز شوند:

- موتور فاقد سیستم خنک‌کاری هوای ورودی[۱] : مناسب توان‌های پایین و شرایط محیطی معتدل.
- خنک‌کاری هوای ورودی با استفاده از مدار آب ژاکت موتور[۲]:رایج در موتورهای صنعتیCummins
- خنک‌کاری هوای فشرده‌شده توربوشارژر توسط جریان هوای محیط [۳]: راندمان بالا در توان‌های زیاد.
- یک پمپ با دو مدار مجزا (مدار دمای بالا و دمای پایین)1P2L – One Pump, Two Loop
- دو پمپ مستقل برای کنترل دقیق دما در موتورهایHigh Output **** – 2P2L[4]

آرایش‌های دفع حرارت در دیزل ژنراتورها

روش‌های متداول انتقال حرارت از مدار خنک‌کاری شامل موارد زیر است:

- رادیاتور یکپارچه نصب‌شده روی شاسی ژنراتور
- رادیاتور مجزا[۵]
- سیستم مبدل حرارتی آب به آب [۶]

انتخاب هر روش باید بر اساس تحلیل حرارتی، محدودیت‌های فضا، سطح نویز مجاز و شرایط محیطی انجام شود. در جدول زیر خصوصیات هر کدام از آنها ذکر گردیده است.

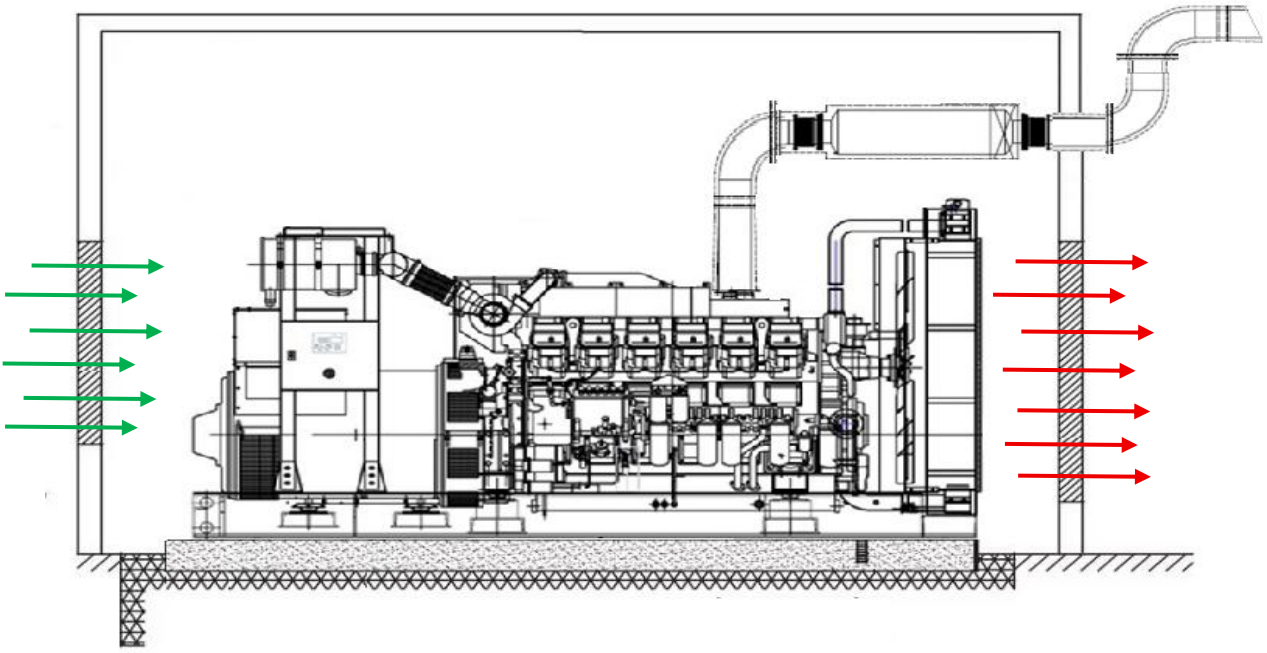
معیار طراحی	رادیاتور روی موتور	رادیاتور مجزا(Remote)	مبدل حرارتی
محدودیت فضا در اتاق ژنراتور		مناسب	مناسب
سطح نویز مجاز در محل موتور	متوسط	بسیار مناسب	بسیار مناسب
سادگی نصب و راه‌اندازی	بسیار بالا	متوسط	متوسط
نیاز به محاسبات تهویه دقیق	بالا	متوسط	پایین
مناسب برای توان‌های بالا	محدود	مناسب	مناسب
امکان استفاده در فضاهای بسته	محدود	مناسب	مناسب
هزینه اولیه	پایین	متوسط	بالا
پیچیدگی نگهداری	پایین	متوسط	بالا

خنک‌کاری با رادیاتور یکپارچه[۷]

در این آرایش، رادیاتور مستقیماً روی شاسی ژنراتور نصب شده و فن مکانیکی یا الکتریکی متصل به موتور، هوای محیط را از میان شبکه رادیاتور عبور می‌دهد. هوای عبوری حرارت سیال خنک‌کننده را جذب کرده و به خارج از اتاق ژنراتور هدایت می‌شود. الزامات طراحی تهویه مطابق استاندارد به شرح 5-8528 ISO زیر میباشد:

1.Non-Aftercooled
2. JWAC – Jacket Water Aftercooled
3. CAC-ATA – Charge Air Cooler (Air to Air)
4. Two Pump, Two Loop
5. Remote Radiator
6. Heat Exchanger
7. Engine Mounted Radiator

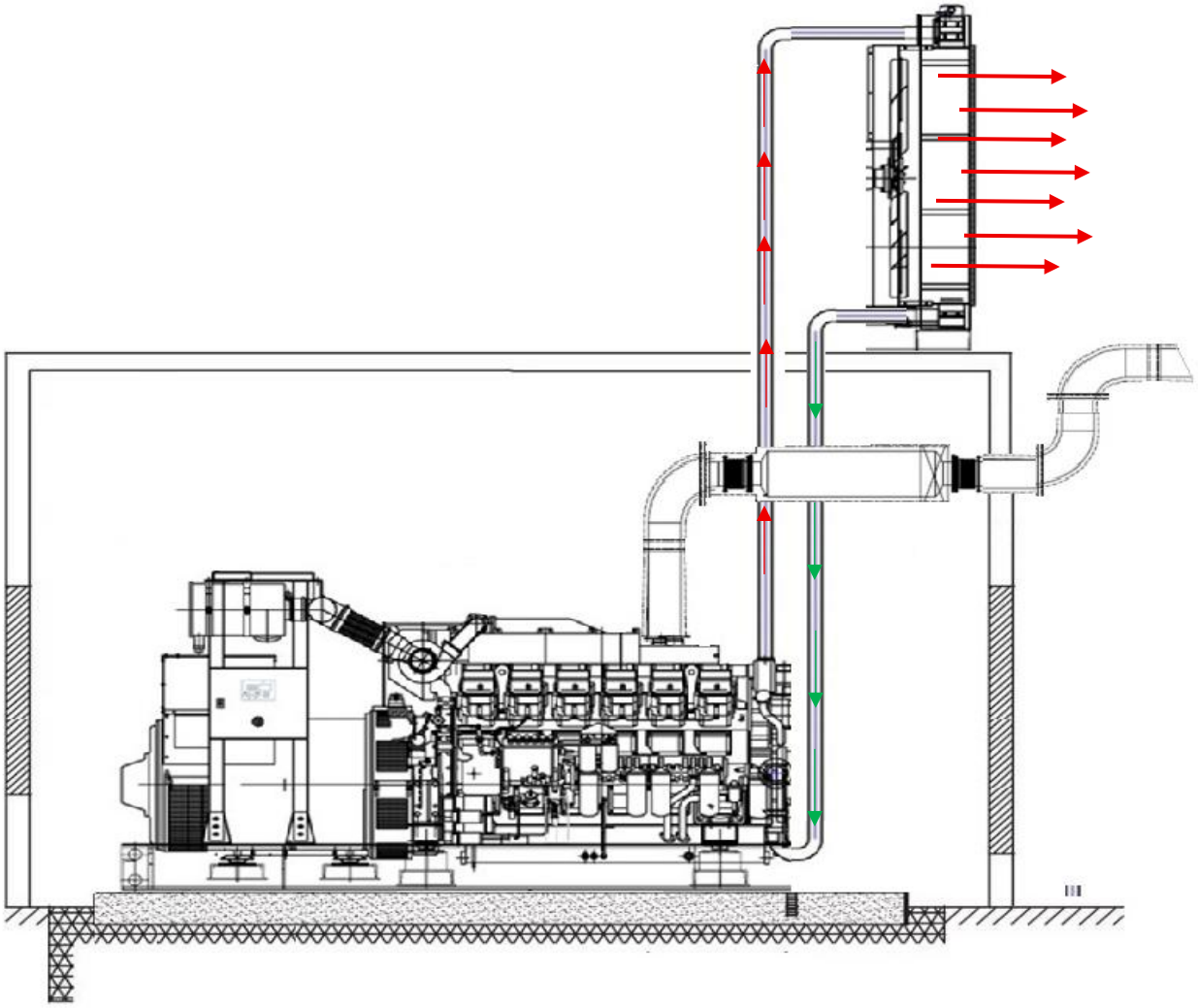
- مسیر خروج هوای گرم باید به‌گونه‌ای طراحی شود که افت فشار استاتیکی حداقلی ایجاد گردد
- در صورت عدم استفاده از اتصال انعطاف‌پذیر در خروجی رادیاتور، استفاده از لوور یا شبکه هدایت هوا برای جلوگیری از برگشت هوای گرم الزامی است.
- مساحت مؤثر دریچه ورودی هوا باید حداقل 1.5برابر سطح مؤثر رادیاتور در نظر گرفته شود.
- افت سطح بازشو ناشی از توری، لوور و دمپرها باید در محاسبات تهویه لحاظ گردد.
- طراحی دریچه‌ها باید مانع نفوذ باران، برف و ذرات معلق به داخل اتاق ژنراتور شود. در مناطق سردسیر، مطابق توصیهCummins ، حفظ دمای موتور در زمان توقف الزامی است. برای این منظور:
- استفاده از دمپرهای ترموستاتیک خودکار در مسیرهای ورودی و خروجی هوا
- نصب Engine Block Heater مجهز به ترموستات جهت پیش‌گرمایش موتور ضروری است.



خنک‌کاری با رادیاتور مجزا

سیستم رادیاتور مجزا زمانی انتخاب می‌شود که محدودیت‌های معماری، الزامات کاهش نویز یا شرایط تهویه، استفاده از رادیاتور یکپارچه را غیرممکن سازد. این روش به‌طور مؤثر باعث کاهش سطح صدای کلی ژنراتور در محل موتور می‌شود. الزامات فنی این روش در ذیل نشان داده شده است:

- کل مدار خنک‌کاری باید در برابر یخ‌زدگی و انبساط حرارتی محافظت شود
- پیش از راه‌اندازی، تمامی شیرها، فلنج‌ها و اتصالات باید از نظر نشتی کنترل شوند.
- اتصال بین موتور و رادیاتور ریموت باید با لوله یا شیلنگ انعطاف‌پذیر صنعتی انجام شود تا ارتعاشات موتور به سیستم منتقل نگردد.
- ارتفاع استاتیکی و طول لوله‌کشی باید در محدوده مجاز اعلام‌شده توسط سازنده موتور (Cummins) باشد.



سیستم خنک‌کاری با مبدل حرارتی

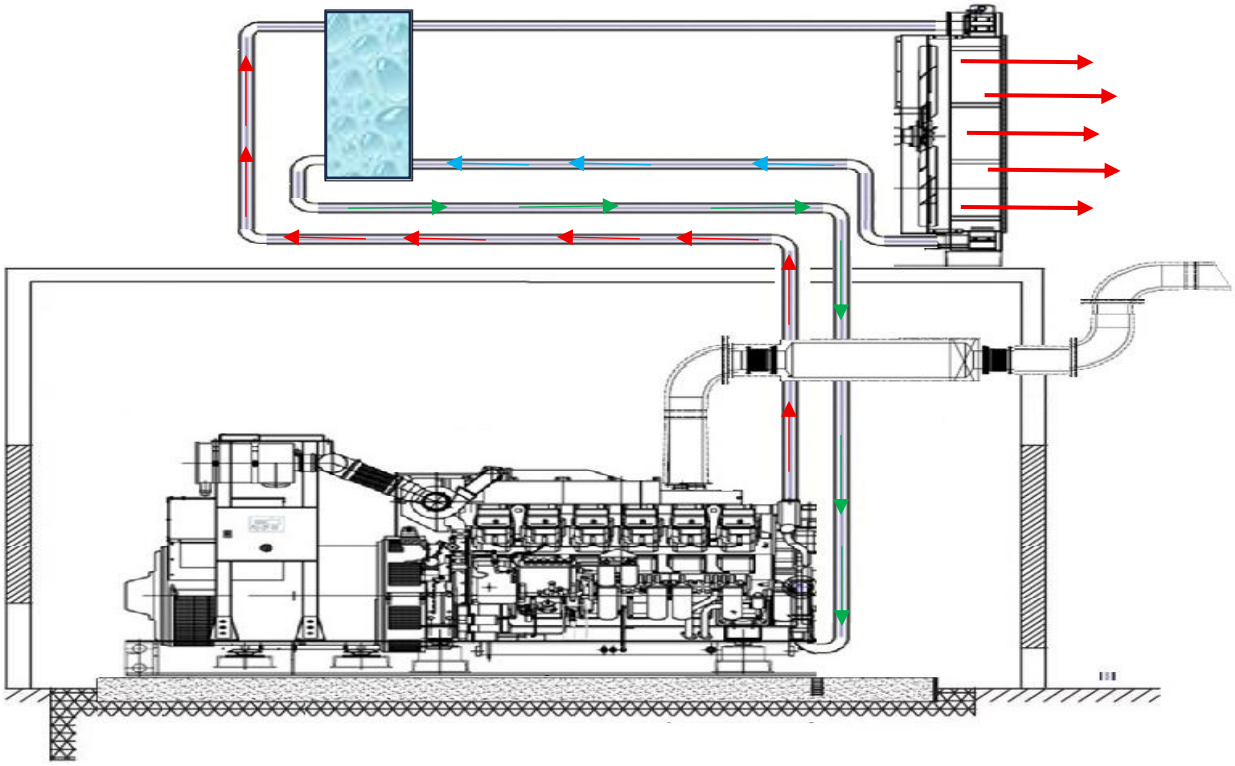
در دیزل ژنراتورهایی که امکان استفاده از رادیاتور هوایی وجود ندارد یا شرایط محیطی و عملیاتی ایجاب می‌کند، از سیستم خنک‌کاری مبتنی بر **مبدل حرارتی آب به آب** استفاده می‌شود. در این آرایش، انتقال حرارت از مدار خنک‌کاری موتور به یک مدار ثانویه انجام شده و دفع نهایی حرارت توسط برج خنک‌کن، چیلر یا شبکه آب صنعتی صورت می‌پذیرد.مطابق الزامات **ISO 8528-5**، این سیستم باید به‌گونه‌ای طراحی شود که دمای کاری موتور در تمامی شرایط بار، از بی‌باری تا بار نامی و اضافه‌بار مجاز، در محدوده اعلام‌شده توسط سازنده موتور حفظ گردد. سیستم مبدل حرارتی معمولاً شامل اجزای زیر است:

- مبدل حرارتی پوسته و لوله یا صفحه‌ای
- مدار اولیه : آب ژاکت موتور
- مدار ثانویه :آب خنک‌کن خارجی
- شیر کنترل دما
- پمپ‌های سیرکولاسیون مستقل
- شیر هواگیری و تخلیه

آب گرم خروجی از موتور وارد مبدل حرارتی شده و حرارت خود را از طریق سطوح انتقال حرارت به مدار ثانویه منتقل می‌کند. دو مدار به‌طور کامل از یکدیگر ایزوله بوده و هیچ‌گونه اختلاط سیال در آن‌ها رخ نمی‌دهد. مزایای فنی سیستم مبدل حرارتی عبارتند از:

- کاهش وابستگی به هوای محیط و حذف محدودیت‌های تهویه اتاق ژنراتور
- کاهش سطح نویز ناشی از حذف فن‌های بزرگ رادیاتور
- قابلیت استفاده در فضاهای بسته و زیرزمینی
- پایداری دمای موتور در شرایط بار متغیر
- کاهش آلودگی و خوردگی در مدار موتور با جداسازی از آب صنعتی

سیستم مبدل حرارتی، یک راهکار حرفه‌ای و پایدار برای خنک‌کاری دیزل ژنراتورها در پروژه‌های خاص محسوب می‌شود. این سیستم در صورت طراحی صحیح و انطباق با الزامات **ISO 8528-5**و دستورالعمل‌های سازنده موتور، بالاترین سطح اطمینان عملکرد و طول عمر تجهیزات را فراهم می‌کند.



در خصوص استفاده از اینکه کدام روش برای هر دیزل ژنراتوری مناسب است در جدول زیر پیشنهاد گردیده است:

توضیحات فنی	سیستم پیشنهادی	ژنراتور(kVA)
در صورت تهویه مناسب اتاق	رادیاتور روی موتور	≤ 250 kVA
بسته به نویز و فضای نصب	رادیاتور روی موتور یا ریموت	250 – 800 kVA
توصیه‌شده طبق5-ISO 8528	رادیاتور مجزا	800 – 2000 kVA
الزام به اجرا از این روش	مبدل حرارتی	> 2000 kVA

خنک سازی اتاق دیزل ژنراتور

دیزل ژنراتورها در حین کار، بخش قابل‌توجهی از انرژی سوخت را به صورت حرارت آزاد می‌کنند. در صورت عدم دفع مناسب این حرارت، دمای اجزای حیاتی موتور از محدوده مجاز فراتر رفته و منجر به کاهش راندمان، افزایش مصرف سوخت، تسریع فرسایش قطعات، کاهش عمر مفید موتور و در نهایت خاموشی اضطراری یا آسیب‌های جدی مکانیکی خواهد شد. بنابراین طراحی صحیح سیستم خنک‌کاری موتور و تهویه مناسب اتاق ژنراتور از الزامات اساسی بهره‌برداری ایمن و پایدار دیزل ژنراتور است. طبق توصیه سازندگان مطرح مانند Cummins و استاندارد ISO 8528 ، دمای هوای محیط اتاق ژنراتور در حالت کار نامی نباید از 40 درجه سانتی‌گراد تجاوز کند، مگر آنکه ژنراتور با اعمال ضرایب کاهش توان انتخاب شده باشد. افزایش دمای محیط باعث کاهش توان خروجی، افزایش مصرف سوخت و افزایش استهلاک موتور خواهد شد. در صورت عملکرد صحیح سیستم خنک‌کاری موتور، عدم تهویه مناسب اتاق ژنراتور می‌تواند باعث افزایش دمای محیط، کاهش راندمان رادیاتور و بروز آلارم دمای بالا شود. از این‌رو، جهت خنک‌سازی اتاق دیزل ژنراتور طراحی تهویه اتاق دیزل ژنراتور باید بر اساس معیارهای فنی زیر انجام گیرد:

تأمین هوای احتراق و خنک‌کاری:هوای ورودی به اتاق ژنراتور باید به اندازه‌ای باشد که:

- نیاز هوای احتراق موتور را تأمین کند
- حرارت تابشی موتور، آلترناتور و اگزوز را دفع نماید.
- دمای هوای ورودی به رادیاتور از حد مجاز تعیین‌شده توسط سازنده(معمولاً 40 °C) تجاوز نکند.

منابع تولید حرارت در اتاق دیزل ژنراتور عبارتنداز:

۱. حرارت دفع‌شده توسط رادیاتور موتور
۲. حرارت تشعشعی و جابجایی موتور و بلوک سیلندر
۳. حرارت آلترناتور
٤. حرارت سطحی سیستم اگزوز (در صورت عدم عایق‌کاری کامل) و لوله های آن

در طراحی صنعتی، معمولاً ۲۰ تا ۳۰ درصد توان حرارتی موتور به صورت تابشی وارد فضای اتاق می‌شود. مسیر صحیح جریان هوای خنک باید از سمت مقابل رادیاتور وارد اتاق شده و پس از عبور از روی موتور و تجهیزات، مستقیماً از رادیاتور یا فن‌های خروجی تخلیه گردد. ایجاد هوایی (بازگشت هوای گرم خروجی به ورودی) به شدت عملکرد خنک‌کاری را مختل می‌کند و باید با کانال‌کشی مناسب و استفاده از دمپر و لوور از آن جلوگیری شود. در بسیاری از پروژه‌ها، به‌ویژه اتاق‌های بسته یا ژنراتورهای توان بالا، استفاده از فن‌های تهویه اجباری در ورودی و خروجی اگزاست ضروری است. ظرفیت این فن‌ها باید بر اساس توان حرارتی دفع‌شده، دبی هوای مورد نیاز رادیاتور و تلفات حرارتی تجهیزات جانبی محاسبه شود. برای محاسبه مقدار CFMمورد نیاز می توانیم از رابط زیر استفاده نماییم:

$$\boldsymbol{V(\mathrm{CFM}) = \frac{Q(\mathrm{Btu/min})}{\rho \times cp \times \Delta T(^{\circ}\mathrm{F})}}$$

که در آن:

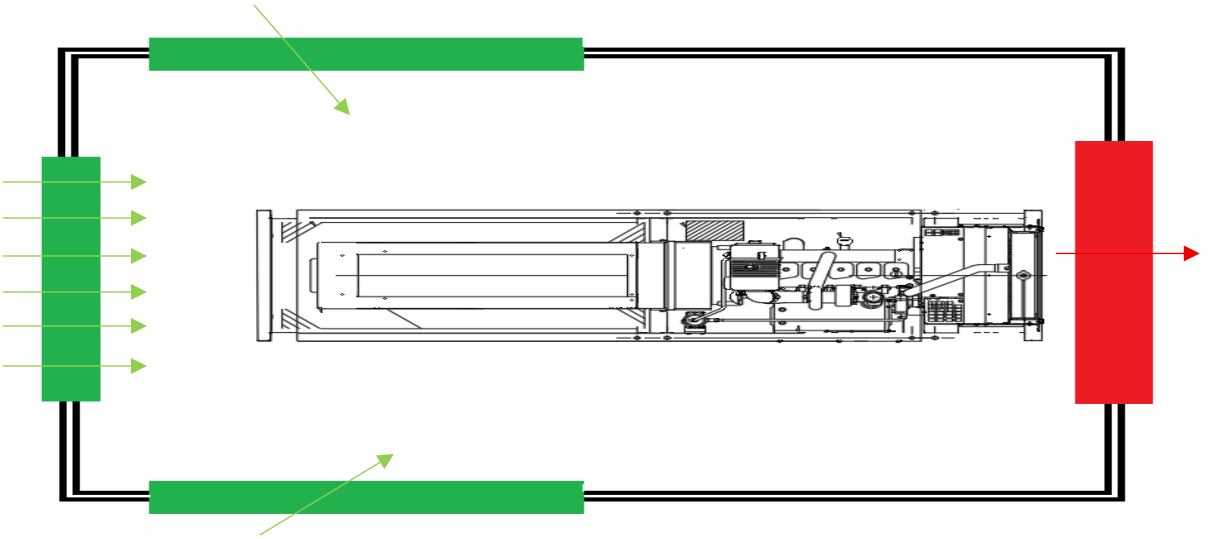
- Q =نرخ انتقال حرارت یا همان مقدار مجموع حرارت تولید شده در اتاق دیزل ژنراتور
- ρ =چگالی هوا که برابر با 0.0754
- $\dot{V}$ =دبی حجمی هوا
- c_p =گرمای ویژه هوا که برابر با 0.241

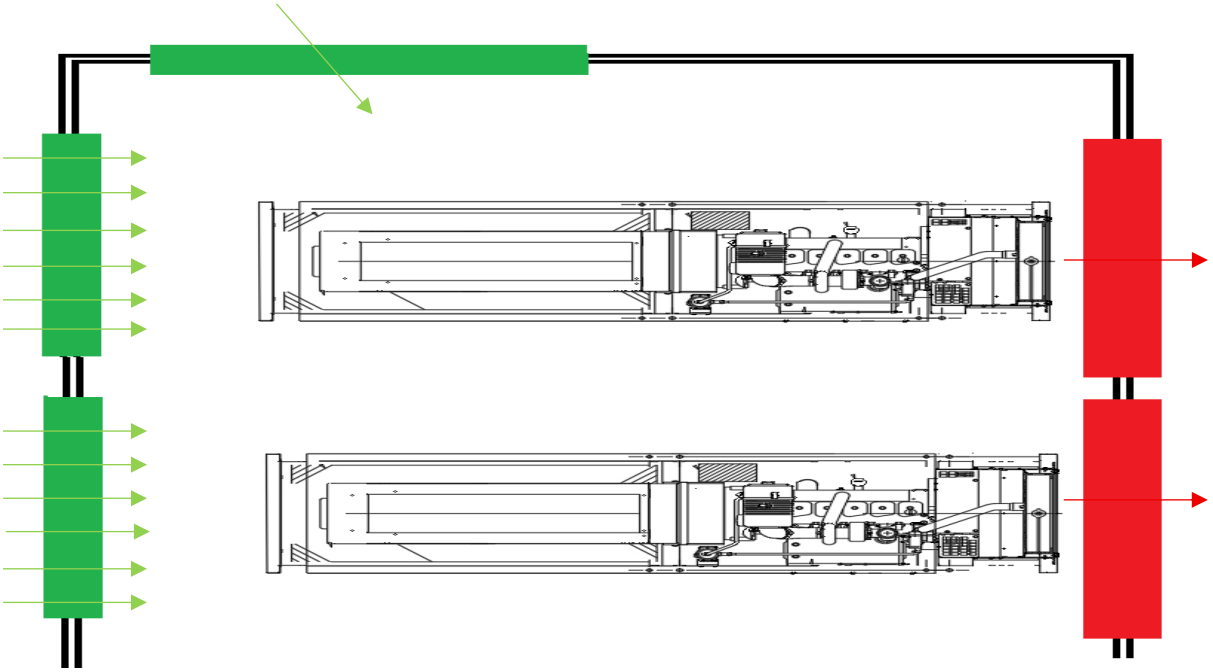
- ΔT =اختلاف دما

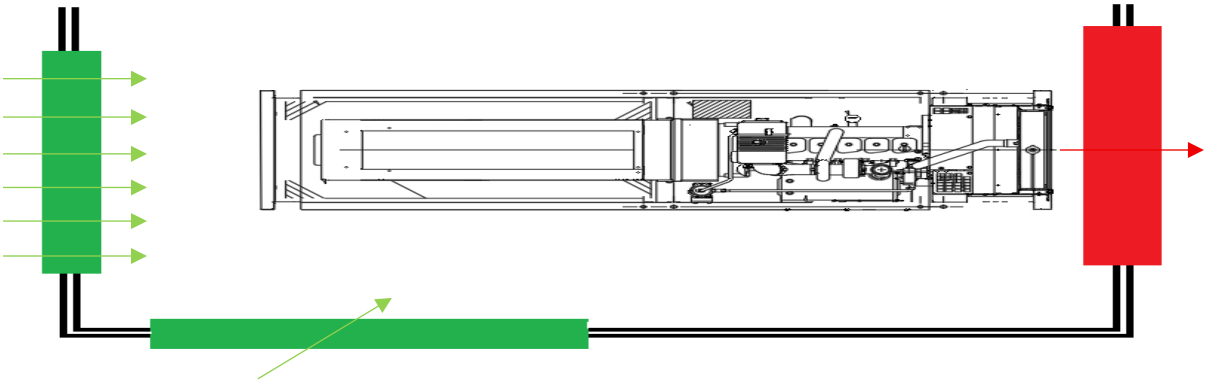
مقدار دمای ایجاد شده ناشی از اگزوز و لوله ها و همچنین به عنوان مثال دیزل ژنراتور های کامینز در جداول زیر آورده شده است:

Engine	kW / min	
	@ 50 Hz	@ 60 Hz
S3.8-G6	13.1	15
S3.8-G7	15	17
6BTA5.9-G5	22	25
6BTAA5.9-G5	30	36
6CTA8.3G2	35	40
6CTAA8.3G2	36	N/A
NT855G6	57	N/A
NTA855G4/G2	65	72
NTA855G6/G3	81	76
KTA19G4	88	99
VTA28G5	114	133
QSK23G3	137	166
QST30G3	137	152
QST30G4	152	N/A
KTA50G3	176	229
KTA50G8	236	N/A
KTA50G9	N/A	24

در خصوص مسیر گردش هوا برای اتاق روش های مختلفی وجود دارد که بهترین حالت های ممکن درذیل آورده شده است:







گرمکن موتور دیزل ژنراتور

ضرورت استفاده از گرمکن موتور در دیزل ژنراتورهای اضطراری که زمان‌های طولانی در حالت خاموش قرار دارند، دمای موتور به دمای محیط می‌رسد. در این شرایط، راه‌اندازی موتور سرد باعث افزایش شدید سایش قطعات، تأخیر در رسیدن به دور نامی، احتراق ناقص، افزایش دود سفید و کاهش قابلیت پذیرش بار می‌شود. به همین دلیل، استفاده از گرمکن آب ژاکت موتور به‌عنوان یک الزام طراحی در ژنراتورهای اضطراری مطرح است. طبق توصیه Cummins Power Generation، در تمامی ژنراتورهای Standby وMission Critical ، گرمکن موتور باید نصب و همواره در مدار باشد. گرمکن موتور تجهیزی الکتریکی است که با گرم نگه‌داشتن مایع خنک‌کننده در مجاری بلوک سیلندر و سرسیلندر، دمای موتور را در حالت آماده‌به‌کار حفظ می‌کند. این سیستم معمولاً شامل المنت الکتریکی، ترموستات کنترل دما و در برخی مدل‌ها پمپ سیرکولاسیون داخلی است. گرمکن از طریق جریان طبیعی یا گردش اجباری، مایع گرم را در مدار خنک‌کاری موتور به گردش در می‌آورد. دمای کاری توصیه‌شده Cummins برای آماده‌به‌کار موتور را به صورت زیر توصیه می‌کند:

- حداقل دمای آب ژاکت 40°C
- دمای بهینه آماده‌به‌کار 45 °C :تا 50 °C

در این بازه موتور در کمتر از چند ثانیه به دور نامی می‌رسد و همچنین احتراق پایدار و یکنواخت برقرار می‌شود و پذیرش بار سریع و بدون افت فرکانس امکان‌پذیر است. با استفاده از گرمکن ژنراتورهای اضطراری ظرف ۱۰ ثانیه به توان نامی میرسند.

مقدار توان گرمکن موتور برای موتور های کوچک ۱۰۰۰ وات و برای موتور های متوسط ۳۰۰۰ وات و برای موتورهای بزرگ ۶۰۰۰ وات پیشنهاد میگردد.



توربوشارژر در موتورهای دیزل ژنراتور

توربوشارژر تجهیزی است که با استفاده از انرژی گازهای خروجی اگزوز، هوای ورودی به موتور را فشرده کرده و جرم هوای ورودی به سیلندر را افزایش می‌دهد. افزایش جرم هوا باعث بهبود فرآیند احتراق، افزایش توان ویژه موتور، کاهش مصرف سوخت ویژه و بهبود

عملکرد موتور در شرایط بار بالا و ارتفاع زیاد می‌شود. در موتورهای دیزل ژنراتور مدرن، به‌ویژه موتورهای پرقدرتCummins ، استفاده از توربوشارژر به‌عنوان یک جزء جدایی‌ناپذیر طراحی در نظر گرفته می‌شود. اصل عملکرد توربوشارژر از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

- توربین [1]: در مسیر گازهای داغ اگزوز قرار دارد و با انرژی گازهای خروجی به گردش درمی‌آید.
- کمپرسور :به‌وسیله یک شفت مشترک به توربین متصل بوده و هوای ورودی را فشرده می‌کند.

افزایش سرعت توربین منجر به افزایش فشار هوای ورودی می‌شود که مستقیماً بر توان تولیدی موتور اثر می‌گذارد.

فشار بوست اختلاف فشار هوای فشرده خروجی کمپرسور نسبت به فشار محیط است و معمولاً بر حسب barیا psi بیان می‌شود. این فشار تعیین‌کننده میزان افزایش جرم هوای ورودی به سیلندر است. نسبت تراکم کمپرسور افزایش نسبت تراکم باعث افزایش دمای هوای ورودی می‌شود که نیاز به افترکولر و اینترکولر را الزامی می‌کند.

$$PR = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

P_{in} فشار مطلق هوای ورودی به کمپرسور P_{out} فشار مطلق هوای خروجی از کمپرسور

فشرده‌سازی هوا باعث افزایش دمای آن می‌شود. برای افزایش چگالی هوا و جلوگیری از ناک، هوای فشرده‌شده از Aftercoolerعبور داده می‌شود.

مزایا:

- افزایش جرم هوای ورودی
- کاهش دمای احتراق
- کاهش آلایندگیNOx
- افزایش عمر قطعات

سرعت توربوشارژر می‌تواند به بیش از 80,000 rpm تا 120,000 rpm برسد و نیازمند روانکاری و خنک‌کاری دقیق است.

در موتورهای پرقدرت Cummins مانند KTA38وKTA50 ، از سیستم‌های پیشرفته توربوشارژ استفاده می‌شود:

- توربوشارژر چندگانه[2]
- توزیع یکنواخت هوا بین سیلندرها
- بهبود پاسخ دینامیکی در پذیرش بار

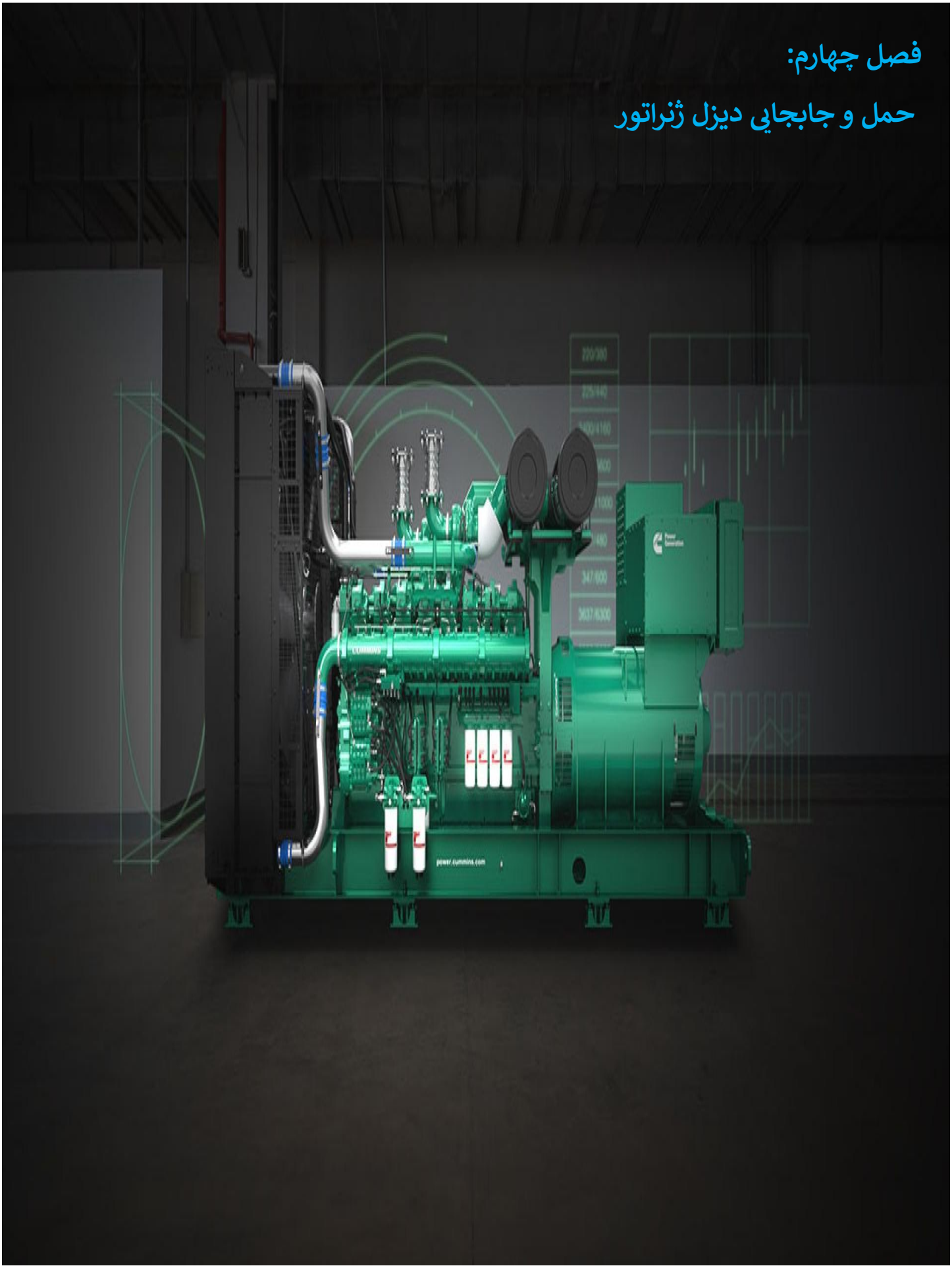
این طراحی موجب افزایش توان ویژه و کاهش تنش حرارتی قطعات می‌شود.



1.Turbine
2.Twin / Quad Turbo

فصل چهارم:

حمل و جابجايي ديزل ژنراتور



فصل چهارم: حمل و جابجایی دیزل ژنراتور

حمل و جابجایی دیزل ژنراتور به دلیل وزن بالا و حساسیت تجهیزات، نیازمند رعایت نکات فنی و ایمنی خاصی است. مواردی که جهت حمل و جابجایی از اهمیت ویژه ایی برخوردار است عبارتند از:

بررسی پیش از جابجایی

- وزن و ابعاد ژنراتور :قبل از جابجایی، وزن کلی شامل موتور، آلترناتور، شاسی، مخزن سوخت و خنک‌کننده بررسی شود.
- مرکز ثقل دستگاه :شناسایی مرکز ثقل برای جلوگیری از واژگونی هنگام بلند کردن با جرثقیل یا لیفتراک ضروری است.
- محیط مسیر حمل :مسیر جابجایی باید بدون مانع و صاف باشد. شیب‌ها، ناهمواری‌ها یا مسیرهای لغزنده باید در نظر گرفته شوند.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- جرثقیل :برای ژنراتورهای سنگین، جرثقیل با ظرفیت بالاتر از وزن دستگاه استفاده شود.
- تسمه‌ها و زنجیرهای مقاوم :باید تحمل وزن ژنراتور را داشته باشند و برای بلند کردن توصیه شده باشند.
- لیفتراک یا واگن صنعتی :برای جابجایی در فواصل کوتاه یا در محیط کارخانه مناسب است.
- فریم یا شاسی حمل :برخی ژنراتورها روی شاسی فلزی آماده حمل هستند؛ در غیر این صورت فریم موقت تقویت شده استفاده می‌شود.

نقاط مجاز لیفت موتور و شاسی

- عملیات لیفت و جابجایی دیزل ژنراتور باید صرفاً از نقاط لیفتینگ تعیین‌شده توسط سازنده انجام شود که به‌طور مشخص بر روی شاسی یا در نقشه‌های فنی دستگاه مشخص گردیده‌اند.
- نقاط لیفت شاسی معمولاً به‌صورت گوشواره‌ها، قلاب‌ها یا سوراخ‌های تقویت‌شده طراحی شده‌اند و برای تحمل وزن کامل مجموعه شامل موتور، آلترناتور و متعلقات در نظر گرفته شده‌اند.
- استفاده از نقاط لیفت تعبیه‌شده روی موتور فقط در مواردی مجاز است که موتور به‌صورت مجزا از شاسی و آلترناتور جابجا شود و این نقاط صرفاً برای وزن خود موتور طراحی شده‌اند.
- لیفت کل مجموعه دیزل ژنراتور از طریق قلاب‌ها یا گوشواره‌های موتور اکیداً ممنوع است.
- در هنگام لیفت شاسی، استفاده از اسپردر بار [1] برای جلوگیری از اعمال نیروهای جانبی و تمرکز تنش در نقاط لیفت توصیه می‌گردد.
- زاویه کابل‌ها یا زنجیرهای لیفت نسبت به افق باید در محدوده مجاز اعلام‌شده توسط سازنده بوده و از ایجاد نیروهای کششی غیرمجاز جلوگیری شود.
- تجهیزات لیفت شامل جرثقیل، زنجیر، تسمه و شگل باید دارای ظرفیت نامی مناسب با وزن کل مجموعه و دارای گواهی معتبر باشند.
- پیش از عملیات لیفت، باید از سلامت سازه‌ای شاسی، نقاط لیفت و اتصالات جوشی اطمینان حاصل گردد.
- در طول عملیات بلند کردن، از حرکات ناگهانی، شتاب زیاد یا چرخش کنترل‌نشده بار باید جلوگیری شود.
- هرگونه لیفت خارج از دستورالعمل سازنده می‌تواند منجر به آسیب شاسی، ناهماهنگی موتور و آلترناتور و ابطال گارانتی گردد.

1. Spreader Bar

فصل ۴ – حمل و جابجایی دیزل ژنراتور

روش های بلند کردن دیزل ژنراتور و الزامات آن

برای بلند کردن با جرثقیل می بایست الزاملت زیرا رعایت نمود:

- جهت بلند کردن از نقاط اتصال روی شاسی باید استفاده شوند.
- زاویه تسمه‌ها یا زنجیرها نباید از حد مجاز تجاوز کند تا تنش اضافی به شاسی وارد نشود.



- جابجایی با لیفتراک:
  - فقط برای ژنراتورهای سبک‌تر یا در محیط‌های محدود استفاده شود.
  - باید از نقاط تحمل وزن مناسب برای لیفتراک استفاده شود.



- جابجایی روی ریل یا غلطک:
  - برای مسافت‌های کوتاه و کنترل شده مناسب است، به شرطی که سطح صاف و مقاوم باشد.

ایمنی در حمل و جابجایی

- از پوشش و محافظت تجهیزات حساس مانندECU ، تابلوهای برق، شیرها اطمینان حاصل شود.
- اپراتور و کارکنان باید کلاه و کفش ایمنی و لباس مناسب داشته باشند.
- ثابت کردن ژنراتور روی وسیله حمل ضروری است تا حرکت ناخواسته رخ ندهد.
- بررسی تخمین نیروهای گریز از مرکز و لحظه‌ای هنگام بلند کردن برای جلوگیری از آسیب به شاسی یا موتور.

حمل و نقل جاده‌ای

- ژنراتور باید روی تریلر مناسب با سیستم مهار قوی نصب شود.
- استفاده از ضربه‌گیر و نگهدارنده‌های لرزه‌ای برای محافظت از تجهیزات حساس توصیه می‌شود.
- بررسی ارتفاع، عرض و وزن بار برای قوانین حمل و نقل جاده‌ای الزامی است.

ممنوعیت‌ها در حمل و جابجایی دیزل ژنراتور

- حمل یا بلند کردن دیزل ژنراتور از طریق اجزای غیرسازه‌ای نظیر موتور، آلترناتور، رادیاتور، اگزوز، تابلو کنترل، مخازن سوخت یا پایه‌های جانبی اکیداً ممنوع است.
- استفاده از قلاب‌ها، زنجیرها یا تسمه‌های غیراستاندارد و فاقد ظرفیت بار مجاز متناسب با وزن کل مجموعه مجاز نمی‌باشد.
- جابجایی دیزل ژنراتور در حالت پر بودن مخزن سوخت یا مایع خنک‌کننده (در صورت عدم الزام سازنده) ممنوع بوده و می‌تواند منجر به آسیب سازه‌ای یا نشت سیالات گردد.
- وارد نمودن ضربه، شوک مکانیکی یا لرزش شدید در حین بارگیری، تخلیه یا حمل‌ونقل مجاز نیست، به‌ویژه در مورد مجموعه‌های دارای ECU و تجهیزات الکترونیکی حساس.
- حمل دیزل ژنراتور بدون قفل یا مهار مناسب قطعات متحرک و تجهیزات جانبی ممنوع است.
- قرار دادن دستگاه در وضعیت غیرتراز یا با زاویه شیب بیش از مقادیر مجاز اعلام‌شده توسط سازنده در حین حمل و جابجایی مجاز نمی‌باشد.
- کشیدن یا هل دادن دیزل ژنراتور بر روی زمین بدون استفاده از تجهیزات مناسب حمل (لیفتراک، جرثقیل یا رولرهای مجاز) ممنوع است.
- حمل دستگاه بدون حفاظت مناسب در برابر باران، رطوبت، گرد و غبار و آلودگی‌های محیطی مجاز نمی‌باشد.
- استفاده از نقاط غیرمشخص‌شده توسط سازنده به‌عنوان نقاط لیفتینگ یا مهار بار اکیداً ممنوع است.
- انجام عملیات حمل و جابجایی بدون بررسی وزن کل مجموعه شامل موتور، آلترناتور، شاسی، رادیاتور و متعلقات و بدون تطابق با ظرفیت تجهیزات حمل مجاز نیست.

شرایط انبارش کوتاه‌مدت دیزل ژنراتور

نگهداری دستگاه برای مدت زمان محدود و موقت بدون بهره‌برداری است؛ به‌طوری که نیاز به اقدامات حفاظتی پیچیده یا عملیات آماده‌سازی ویژه (مانند آنچه در انبارش بلندمدت انجام می‌شود) وجود نداشته باشد.

- دیزل ژنراتور باید در محیط سرپوشیده، خشک و دارای تهویه مناسب انبار شود و از قرارگیری در معرض مستقیم بارندگی، رطوبت، تابش خورشید و گرد و غبار محافظت گردد.
- دمای محل انبارش باید در محدوده مجاز توصیه‌شده توسط سازنده بوده و از یخ‌زدگی یا افزایش بیش از حد دما جلوگیری شود.
- دستگاه باید بر روی سطح صاف، مستحکم و تراز قرار گرفته و از تماس مستقیم شاسی با زمین جلوگیری گردد.

- کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها شامل مسیر هوای ورودی، اگزوز و اتصالات سیالات باید به‌طور موقت پوشانده و محافظت شوند تا از ورود آلودگی و رطوبت جلوگیری شود.
- باتری‌ها باید در صورت عدم نیاز به تست اولیه، جدا یا غیرفعال شده و مطابق دستورالعمل سازنده نگهداری شوند.
- مخزن سوخت در صورت انبارش کوتاه‌مدت می‌تواند در سطح حداقلی نگه داشته شود، اما از آلودگی یا نشت سوخت باید جلوگیری گردد.
- کلیه تجهیزات الکتریکی، تابلو کنترل و ECU باید از رطوبت، بخارهای خورنده و ضربه مکانیکی محافظت شوند.
- دستگاه نباید در محیط‌هایی با گازها یا مواد شیمیایی خورنده نگهداری شود.
- بازدید چشمی دوره‌ای برای اطمینان از عدم نشتی سیالات، سلامت پوشش‌ها و عدم خوردگی ظاهری توصیه می‌گردد.
- مدت انبارش کوتاه‌مدت معمولاً تا سه ماه تلقی می‌شود، مشروط بر آن‌که شرایط فوق به‌طور کامل رعایت گردد.

شرایط انبارش بلند مدت دیزل ژنراتور

منظور از انبارش بلندمدت، نگهداری دیزل ژنراتور برای مدت بیش از سه ماه بدون بهره‌برداری می‌باشد.

الزامات محیطی

- دیزل ژنراتور باید در محیط کاملاً سرپوشیده، خشک و دارای تهویه کنترل‌شده نگهداری شود.
- دمای محیط انبارش باید در محدوده توصیه‌شده سازنده بوده و از یخ‌زدگی، تغییرات شدید دما و رطوبت بالا جلوگیری گردد.
- رطوبت نسبی محیط ترجیحاً کمتر از ٪60نگه داشته شود تا از خوردگی قطعات فلزی و آسیب تجهیزات الکتریکی جلوگیری شود.

حفاظت موتور

- روغن موتور باید تعویض شده و از روغن تمیز با مشخصات توصیه‌شده توسط Cummins استفاده گردد تا از اسیدی شدن روغن در دوره انبارش جلوگیری شود.
- سیستم سوخت باید تخلیه گردد یا سوخت تازه به همراه افزودنی نگهدارنده [1] مطابق دستورالعمل سازنده استفاده شود.
- کلیه مجاری ورودی و خروجی هوا و اگزوز باید آب‌بندی و مسدود شوند تا از ورود رطوبت و آلودگی جلوگیری گردد.
- سطوح فلزی بدون پوشش باید با مواد ضدزنگ [2] محافظت شوند.
- میل‌لنگ موتور باید به‌صورت دوره‌ای (طبق دستورالعمل سازنده) به‌آرامی چرخانده شود تا از چسبندگی رینگ‌ها و یاتاقان‌ها جلوگیری گردد.

سیستم خنک‌کاری

- مایع خنک‌کننده باید دارای غلظت مناسب ضدیخ و ضدخوردگی بوده و مشخصات آن پیش از انبارش کنترل شود.
- در شرایط خاص محیطی، تخلیه کامل سیستم خنک‌کاری مطابق دستورالعمل Cummins توصیه می‌گردد.

سیستم الکتریکی و کنترلی

- باتری‌ها باید از مدار خارج شده و در محیط مناسب به‌صورت جداگانه نگهداری و به‌طور دوره‌ای شارژ شوند.

1.Fuel Stabilizer
2.Rust Preventive

- ECU، تابلو کنترل و سایر تجهیزات الکترونیکی باید در برابر رطوبت، بخارهای خورنده و شوک الکتریکی محافظت گردند.
- کانکتورها و ترمینال‌ها با روان‌کننده‌ها یا محافظ‌های الکتریکی مناسب پوشش داده شوند.

بازدید و نگهداری دوره‌ای

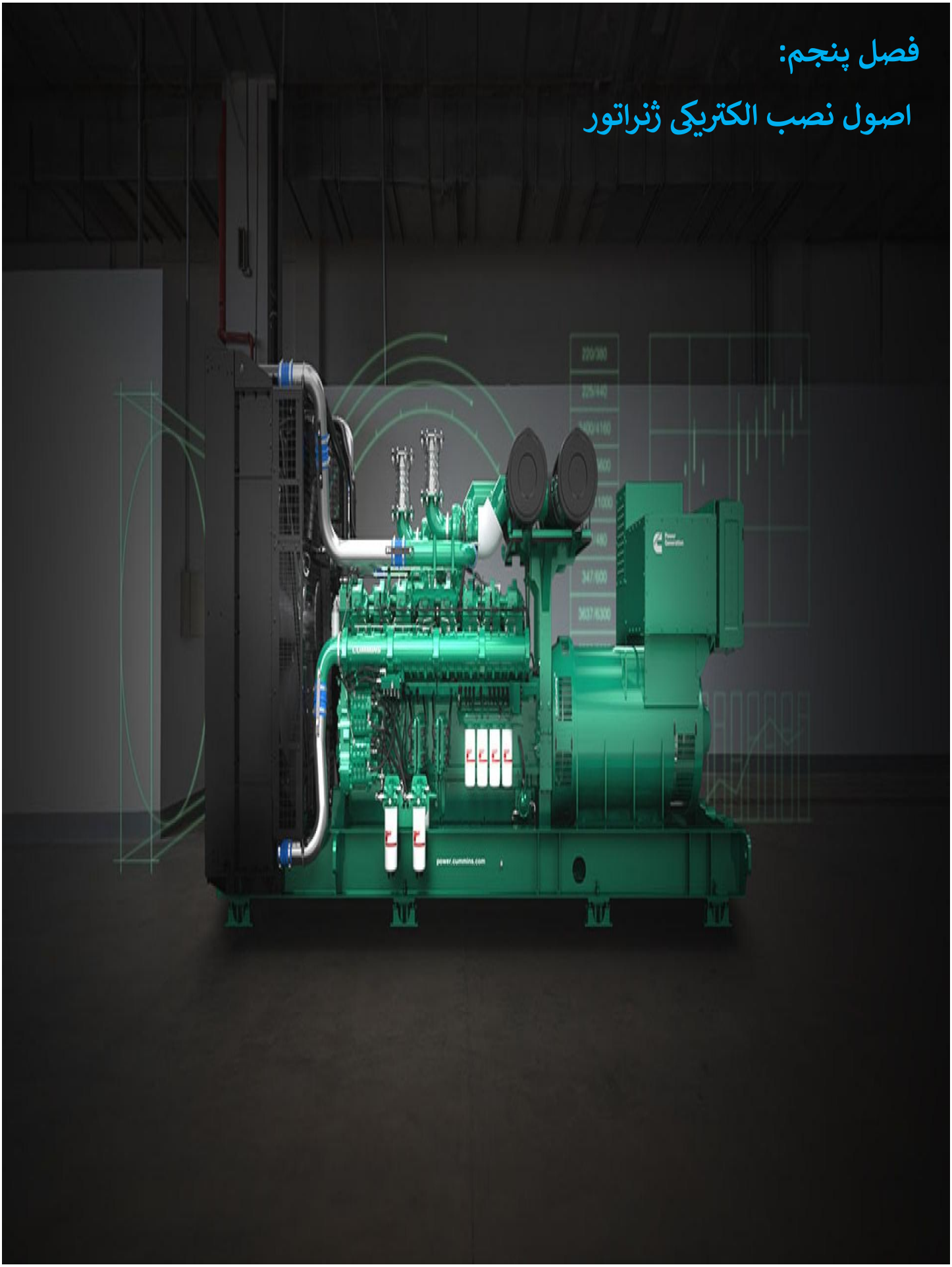
- بازدید دوره‌ای در فواصل زمانی مشخص (ماهانه یا طبق دستورالعمل سازنده) برای کنترل وضعیت ظاهری، نشتی‌ها و شرایط محیطی الزامی است.
- کلیه اقدامات انجام‌شده در طول دوره انبارش باید ثبت و مستندسازی گردد.

بازگشت به بهره‌برداری

- پیش از راه‌اندازی مجدد، انجام بازرسی کامل، تعویض فیلترها، کنترل سیالات، تست سیستم کنترلی و راه‌اندازی آزمایشی الزامی است.
- راه‌اندازی نهایی باید مطابق دستورالعمل Cummins و الزامات استاندارد ISO 8528 انجام شود.

فصل پنجم:

اصول نصب الکتریکی ژنراتور



فصل پنجم: اصول نصب الکتریکی ژنراتور

نصب الکتریکی ژنراتور یکی از حساس‌ترین مراحل راه‌اندازی دیزل ژنراتور است که تأثیر مستقیم بر ایمنی، پایداری عملکرد، طول عمر تجهیزات و انطباق با استانداردها دارد. این نصب باید مطابق استانداردهای بین‌المللی نظیر IEC 60364، ISO 8528، NFPA 70 (NEC) و دستورالعمل سازنده انجام شود. مواردی که در راه اندازی الکتریکال یک دیزل ژنراتور از اولویت بالایی برخوردار هستند عبارتند از:

- بررسی مشخصات الکتریکی ژنراتور
- سیستم اتصال زمین [1]
- کابل‌کشی قدرت
- تابلو کنترل و حفاظت ژنراتور
- تابلو چنج آور [2]
- تست و راه‌اندازی الکتریکی

بررسی مشخصات الکتریکی ژنراتور

نخستین و اساسی‌ترین مرحله پیش از طراحی، نصب و بهره‌برداری از مجموعه دیزل ژنراتور محسوب می‌شود. عدم تطابق پارامترهای الکتریکی ژنراتور با شبکه مصرف‌کننده می‌تواند منجر به ناپایداری ولتاژ و فرکانس، افزایش تلفات، عملکرد نادرست تجهیزات حفاظتی و در نهایت آسیب جدی به ژنراتور و بار شود. از این رو، کلیه مشخصات درج‌شده روی پلاک ژنراتور باید به‌صورت کامل تحلیل و با شرایط پروژه تطبیق داده شوند. مواردی را که میبایست در خصوص مشخصات الکتریکی ژنراتور مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد:

۱ .ولتاژ نامی [3]

ولتاژ نامی ژنراتور باید دقیقاً مطابق ولتاژ شبکه مصرف باشد. ژنراتورها معمولاً در سطوح ولتاژی نظیر ۴۰۰/۲۳۰ ولت، ۶۹۰/۴۰۰ ولت یا ولتاژهای خاص صنعتی طراحی می‌شوند. انتخاب نادرست ولتاژ می‌تواند موجب افزایش جریان، گرم‌شدن بیش‌ازحد سیم‌پیچ‌ها و کاهش عمر عایق شود. در ژنراتورهای سه‌فاز، ولتاژ به‌صورت خط به خط و خط به نول تعریف می‌شود. همچنین محدوده تغییرات مجاز ولتاژ طبق استاندارد ISO 8528 معمولاً در بازه ٪5±در شرایط بهره‌برداری عادی در نظر گرفته می‌شود.

۲ .فرکانس نامی [4]

فرکانس ژنراتور معمولاً ۵۰ هرتز یا ۶۰ هرتز است و مستقیماً به سرعت چرخش موتور برحسب rpm وابسته می‌باشد. به‌عنوان مثال:

- 1500 rpmبرای 50 Hz
- 1800 rpmبرای 60 Hz

هرگونه انحراف از فرکانس نامی می‌تواند باعث عملکرد نامناسب موتورهای الکتریکی، گرم‌شدن ترانسفورماتورها و خطا در تجهیزات الکترونیکی حساس شود. استاندارد ISO 8528 دامنه تغییرات مجاز فرکانس را معمولاً 1±تا ٪2± تعریف می‌کند.

۳ .توان نامی ژنراتور [5]

توان ژنراتور معمولاً برحسب kVA بیان می‌شود و به همراه آن توان اکتیو نیز ذکر می‌گردد. بررسی توان نامی باید با توجه به نوع بار، ضریب توان مصرف‌کننده و شرایط بهره‌برداری انجام شود.

رده‌بندی‌های توان همانطور که در فصل اول نیز اشاره گردید بر طبق ISO 8528 شامل:

- ESP (Emergency Standby Power)
- LTP (Limited Time Prime Power)

1.Earthing & Grounding
2. Changeover
3. Rated Voltage
4. Rated Frequency
5. Rated Power

- PRP (Prime Rated Power)
- COP (Continuous Operating Power)

انتخاب نادرست رده توان می‌تواند منجر به اضافه‌بار مزمن و کاهش عمر ژنراتور شود.

۴ .جریان نامی [1]

جریان نامی ژنراتور تابعی از توان ظاهری، ولتاژ و ضریب توان است و معمولاً روی پلاک دستگاه درج می‌شود. بررسی جریان نامی برای:

- انتخاب سطح مقطع کابل‌ها
- تعیین کلیدهای حفاظتی
- طراحی باس‌بار و تابلو برق

کاملاً حیاتی است. جریان بیش از حد مجاز موجب افزایش تلفات حرارتی و آسیب به سیم‌پیچ استاتور خواهد شد.

۵ .ضریب توان نامی [2]

ضریب توان ژنراتورها معمولاً ۰٫۸ پس‌فاز در نظر گرفته می‌شود. بهره‌برداری از ژنراتور در ضریب توان کمتر از مقدار نامی باعث افزایش جریان و کاهش توان قابل‌دسترس می‌شود. در صورت وجود بارهای خازنی یا القایی خاص، لازم است تأثیر آن‌ها بر عملکرد سستم تنظیم ولتاژ و پایداری ولتاژ ژنراتور بررسی شود.

۶ .تعداد فاز و آرایش سیم‌پیچی

ژنراتورها به‌صورت تک‌فاز یا سه‌فاز تولید می‌شوند. در ژنراتورهای سه‌فاز، نوع اتصال سیم‌پیچی (ستاره یا مثلث) و امکان دسترسی به نول اهمیت ویژه‌ای دارد. انتخاب صحیح آرایش فازی نقش مهمی در تعادل بار و کاهش جریان نول ایفا می‌کند.

۷ .کلاس عایقی و افزایش دما

کلاس عایقی سیم‌پیچ ژنراتور معمولاً Class H یا Class F بیانگر حداکثر دمای مجاز عایق است. افزایش دمای بیش از حد مجاز باعث تسریع تخریب عایق و کاهش عمر ژنراتور می‌شود. بررسی کلاس عایقی باید همراه با شرایط محیطی پروژه دما و ارتفاع از سطح دریا انجام گیرد.

۸ .سیستم تنظیم ولتاژ AVR

نوع و دقت سیستم تنظیم ولتاژ ژنراتور تأثیر مستقیمی بر کیفیت برق خروجی دارد .سیستم تنظیم ولتاژ باید قادر به:

- حفظ ولتاژ در محدوده مجاز
- جبران افت ولتاژ ناشی از تغییر بار
- کنترل نوسانات گذرا

باشد. در کاربردهای حساس، دقت تنظیم ولتاژ کمتر از ٪1± توصیه می‌شود.

۹ .نوع بار و شرایط بهره‌برداری

مشخصات الکتریکی ژنراتور باید با نوع بار (مقاومتی، القایی، غیرخطی) هماهنگ باشد. بارهایی نظیر موتورهای الکتریکی، UPS، VFD و بارهای دارای هارمونیک، نیازمند بررسی دقیق‌تر توان، جریان راه‌اندازی و ظرفیت ژنراتور هستند.

1.Rated Current
2. Power Factor

سیستم اتصال زمین ژنراتور

سیستم اتصال زمین یکی از مهم‌ترین بخش‌های نصب الکتریکی ژنراتور محسوب می‌شود و نقش اساسی در ایمنی افراد، حفاظت تجهیزات، عملکرد صحیح سیستم‌های حفاظتی و کاهش نویز الکتریکی ایفا می‌کند. طراحی و اجرای نادرست سیستم زمین می‌تواند منجر به برق‌گرفتگی، آسیب به ژنراتور، اختلال در عملکرد سیستم تنظیم ولتاژ و کنترلر و همچنین بروز خطر آتش‌سوزی شود. صحیح اتصال زمین بر عملکرد الکتریکی باعث میگردد تا پایداری ولتاژ فاز به زمین را تضمین شود و از آسیب به سیستم تنظیم ولتاژ و تجهیزات کنترلی جلوگیری می‌کند و همچنین سطح نویز الکتریکی را کاهش داده شده و عملکرد صحیح حفاظت اتصال زمین را امکان‌پذیر می‌سازد. در ژنراتورهای اضطراری می بایست مسیر جریان خطا باید کوتاه و با امپدانس کم باشد و سیستم زمین باید در شرایط قطع برق شبکه نیز مؤثر باقی بماندو همچنین هماهنگی کامل بین ارت ژنراتور، ارت تابلو اصلی و ارت ساختمان ضروری است. مقاومت سیستم زمین باید در محدوده مجاز قرار گیرد تا حفاظت مؤثر حاصل شود. مقادیر پیشنهادی معمولاًکمتر از ۲ اهم برای تجهیزات حساس و کمتر از ۵ اهم برای کاربردهای عمومی می باشد. در یک سیستم ارتینگ از الکترود زمین (میله مسی، صفحه مسی یا شبکه زمین)، هادی اتصال زمین (مس لخت یا روکش‌دار) و شینه اصلی زمین استفاده میگردد. سیستم اتصال زمین در ژنراتور با اهداف زیر اجرا می‌شود:

- حفاظت اشخاص در برابر تماس غیرمستقیم
- ایجاد مسیر امن برای عبور جریان خطا
- عملکرد صحیح رله‌ها و کلیدهای حفاظتی
- تثبیت ولتاژ سیستم نسبت به زمین
- کاهش نویز و تداخل الکترومغناطیسی

انواع اتصال زمین در ژنراتور در یک مجموعه ژنراتور معمولاً چند نوع اتصال زمین به‌صورت هم‌زمان وجود دارد:

اتصال زمین بدنه: در این نوع اتصال کلیه قسمت‌های فلزی ژنراتور شامل شاسی، بدنه آلترناتور، تابلو کنترل، تابلو چنج آور باید به شینه اصلی زمین متصل شوند. این اتصال معمولاً با هادی مسی لخت یا روکش‌دار انجام می‌شود.

اتصال زمین نقطه نول: در این نوع اتصال نقطه نول ژنراتور بسته به نوع سیستم توزیع می‌تواند:

- مستقیماً زمین شود .
- از طریق مقاومت زمین شود.
- ایزوله باقی بماند .

انتخاب روش زمین‌کردن نول تابع نوع شبکه مصرف‌کننده، الزامات حفاظتی و استاندارد پروژه است.

سیستم‌های زمین متداول طبقIEC

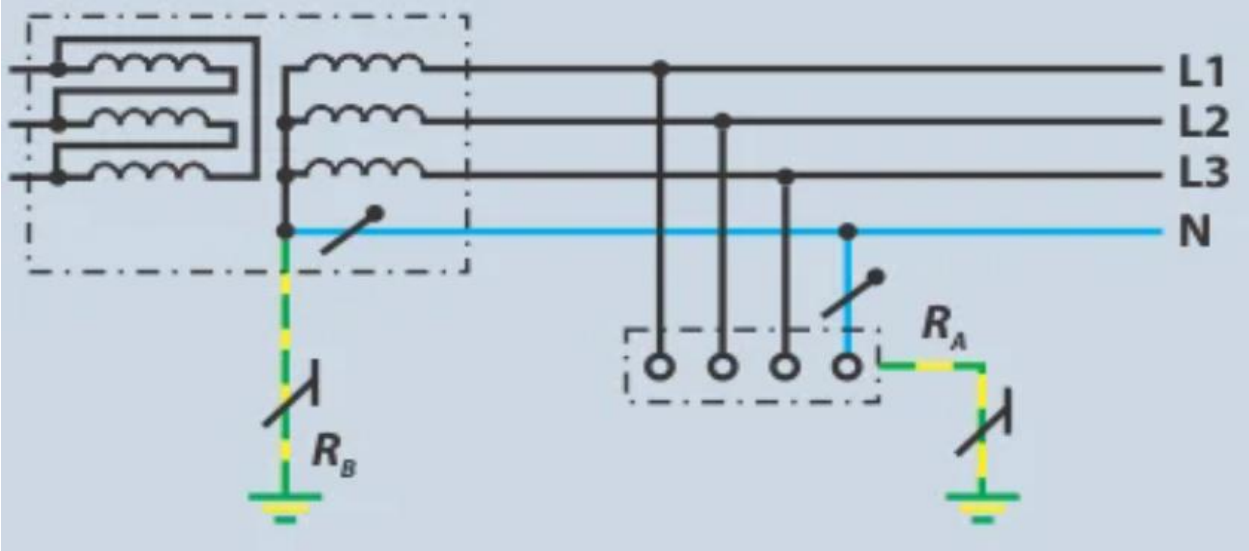
سیستم اتصال زمین ژنراتور می‌تواند مطابق یکی از ساختارهای زیر طراحی شود:

۱- سیستم اتصال زمین نوع TT :

در سیستم ارتینگ TT، نقطه نول یا ستاره منبع تغذیه (مانند ترانسفورماتور توزیع) مستقیماً و مستقل به زمین متصل می‌شود .در عین حال، بدنه‌های هادی در دسترس تجهیزات و تأسیسات مصرف‌کننده نیز از طریق الکترود ارت مستقل و جداگانه‌ای به زمین متصل می‌گردند که هیچ اتصال الکتریکی مستقیمی با ارت منبع ندارد .در این آرایش، در صورت بروز اتصال فاز به بدنه [1]، جریان خطا از طریق جرم زمین [2] بین الکترود ارت مصرف‌کننده و الکترود ارت منبع بازمی‌گردد. به همین دلیل، امپدانس مسیر خطا نسبتاً بالا بوده و مقدار جریان اتصال زمین معمولاً کم است .در سیستمTT ، هادی خنثی (N) و هادی حفاظتی (PE) باید به‌طور کامل از یکدیگر جدا باشند و اتصال مجدد آن ها پس از نقطه تحویل انرژی به مصرف‌کننده مطلقاً مجاز نیست .شرکت توزیع برق تنها هادی‌های فاز و نول را در نقطه تحویل انرژی اختیار

1. Earth Fault
2. Mass of Earth

مصرف‌کننده قرار می‌دهد و تأمین سیستم ارت حفاظتی بر عهده مصرف‌کننده است .به علت محدود بودن جریان خطای زمین، استفاده از کلیدهای حفاظت جریان باقیمانده (RCD / RCCB) برای تأمین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی در سیستم TT الزامی و حیاتی است.

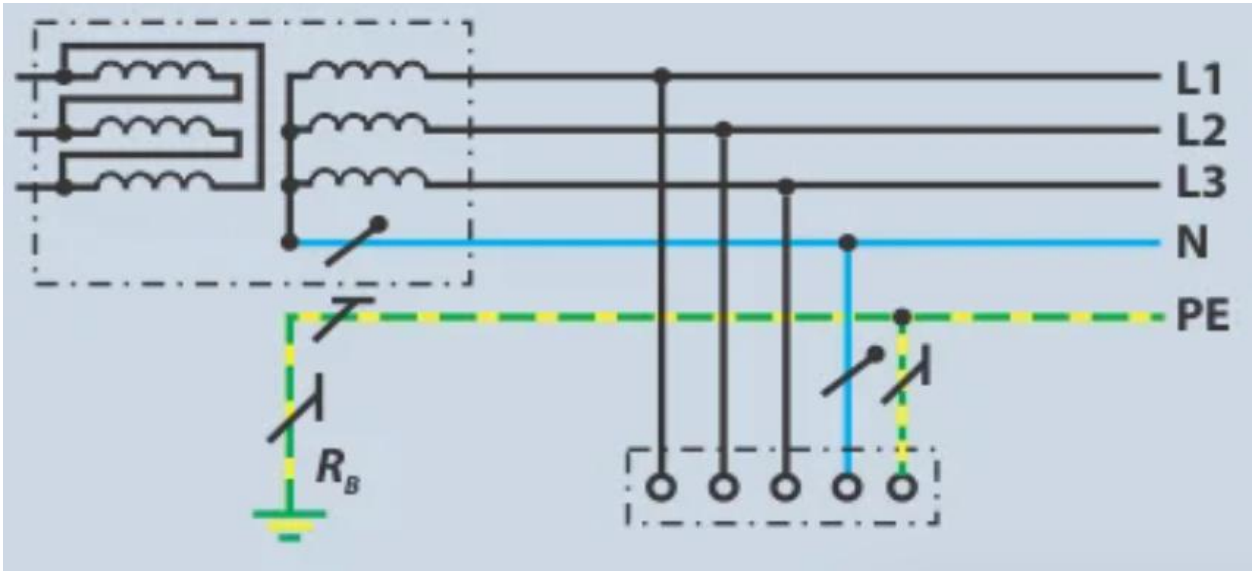


۲- سیستم اتصال زمین نوع IT

در سیستم ارتینگ IT، منبع تغذیه هیچ اتصال مستقیمی به زمین ندارد و یا تنها از طریق یک امپدانس بالا مانند مقاومت یا راکتانس محدودکننده به زمین متصل می‌شود. بدنه‌های هادی در دسترس تجهیزات الکتریکی معمولاً به یک سیستم ارت حفاظتی محلی متصل هستند . ویژگی اساسی سیستم IT آن است که در صورت بروز اولین اتصال فاز به زمین ، به دلیل بالا بودن امپدانس مسیر برگشت جریان، جریان خطا بسیار محدود بوده و قطع خودکار منبع تغذیه رخ نمی‌دهد .در نتیجه، سیستم می‌تواند بدون وقفه به کار خود ادامه دهد که این مزیت اصلی سیستم IT محسوب می‌شود .به علت کوچک بودن جریان خطای زمین در اولین خطا، وسایل حفاظت متداول اتصال زمین)نظیر فیوزها و کلیدهای حفاظتی جریان زیاد قادر به تشخیص این خطا نیستند .از این رو، استفاده از دستگاه پایش عایقی برای شناسایی و اعلام اولین خطای زمین در سیستم‌های IT الزامی است .سیستم ارتینگ IT معمولاً برای مصرف‌کنندگان عمومی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و بیشتر در کاربردهای خاص با نیاز به تداوم سرویس بالا به‌کار می‌رود؛ از جمله:

- پست‌های برق و شبکه‌های صنعتی حساس
- سیستم‌های توزیع برق بیمارستانی (اتاق‌های عمل)
- ژنراتورها و نیروگاه‌های محلی
- صنایع فرایندی که قطع برق خسارت‌زا است

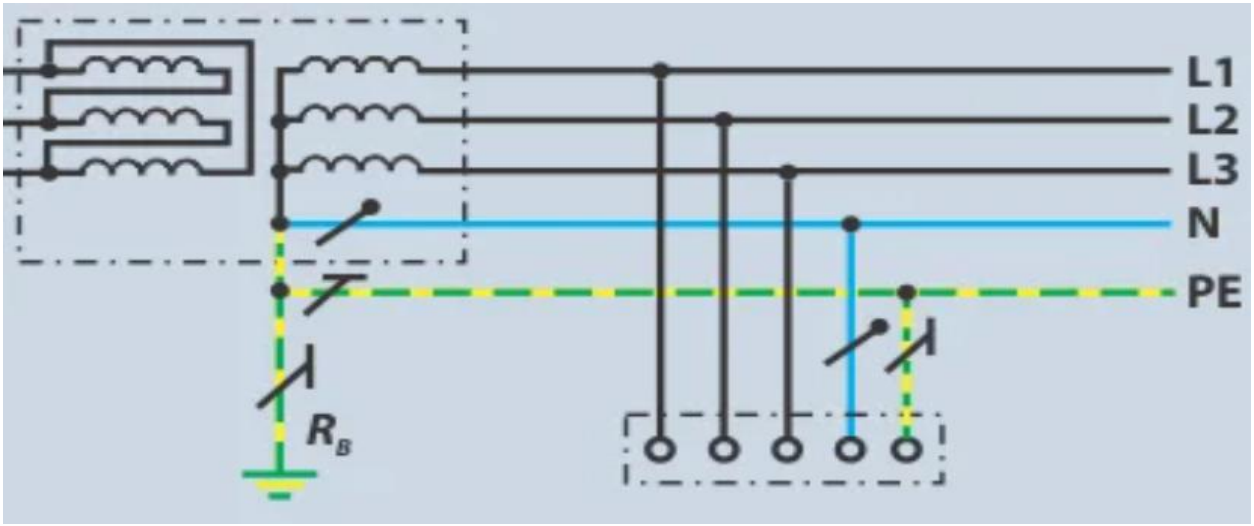
در صورت وقوع دومین اتصال زمین بر روی فاز متفاوت، شرایط به یک اتصال کوتاه واقعی تبدیل شده و قطع سریع مدار توسط تجهیزات حفاظتی الزامی خواهد بود.



۳- سیستم اتصال زمین نوع TN-S

در سیستم ارتینگ TN-S، هادی خنثی (N) و هادی حفاظتی (PE) از مبدأ منبع تغذیه تا تمامی نقاط سیستم توزیع به‌طور کامل و پیوسته از یکدیگر جدا هستند .نقطه ستاره منبع تغذیه مستقیماً به زمین متصل شده و هادی حفاظتی مستقل، مسیر ایمن بازگشت جریان خطای اتصال بدنه را فراهم می‌کند .در این آرایش، کلیه قسمت‌های رسانای در دسترس تجهیزات و تأسیسات الکتریکی به هادی حفاظتی (PE)متصل می‌شوند یا از طریق ترمینال اصلی اتصال زمین به سیستم ارتینگ تاسیسات ارتباط می‌یابند .در صورت وقوع اتصال فاز به بدنه، جریان خطا از طریق هادی PE با امپدانس کم به منبع بازگشته و باعث عملکرد سریع تجهیزات حفاظتی جریان زیاد فیوز یا کلید اتوماتیک می‌شود. به همین دلیل، سیستم TN-S از نظر ایمنی در برابر برق‌گرفتگی و عملکرد مطمئن حفاظت‌ها یکی از مناسب‌ترین سیستم‌های ارتینگ محسوب می‌گردد .سیستم TN-S معمولاً در موارد زیر به‌کار می‌رود:

- تأسیسات صنعتی و تجاری با سطح ایمنی بالا
- ساختمان‌هایی با حساسیت الکترومغناطیسی (کاهش نویز)
- نیروگاه‌ها و دیزل ژنراتورها
- مراکز داده و تجهیزات الکترونیکی حساس



٤- سیستم اتصال زمین نوع TN-C

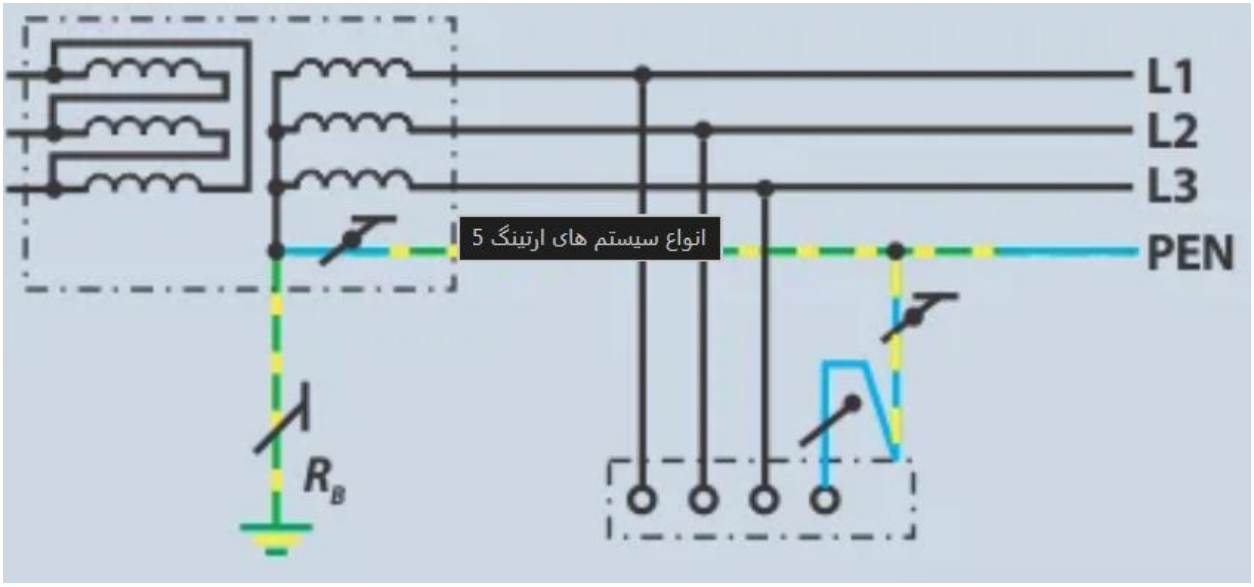
در چنین سیستمی حفاظتی PE و هادی خنثی N در کل سیستم ترکیب شده و به صورت یک هادی مشترک به نام PEN عمل می‌کنند.ویژگی‌های اصلی سیستم TN-C عبارتند از:

- نقطه ستاره منبع تغذیه مستقیماً به زمین متصل است.
- هادی PEN هم نقش هادی خنثی و هم نقش هادی حفاظتی را ایفا می‌کند.
- تمام قسمت‌های رسانای در دسترس تجهیزات به هادی PEN متصل می‌شوند.

مزیت اصلی سیستمTN-C ، کاهش تعداد هادی‌ها و ساده‌تر شدن کابل‌کشی است. اما به دلیل ترکیب هادی حفاظتی و نول:

- در صورت قطع یا آسیب هادیPEN ، تمام قسمت‌های هادی به زمین می‌تواند حامل ولتاژ خطرناک شود.
- حفاظت ایمنی و عملکرد تجهیزات نیازمند دقت بالای طراحی و نگهداری است.

سیستم TN-C معمولاً در شبکه‌های توزیع برق شهری و شبکه‌های فشار ضعیف صنعتی بزرگ به کار می‌رود، جایی که طول مسیر کوتاه و شرایط بهره‌برداری تحت کنترل است. استفاده از TN-C در تأسیسات حساس و مصرف‌کننده‌های صنعتی مهم معمولاً توصیه نمی‌شود و در این موارد سیستم‌های TN-Sیا TN-C-S ایمنی بیشتری فراهم می‌کنند.



انواع سیستم های ارتینگ 5

٥- سیستم اتصال زمین نوع TN-C-S

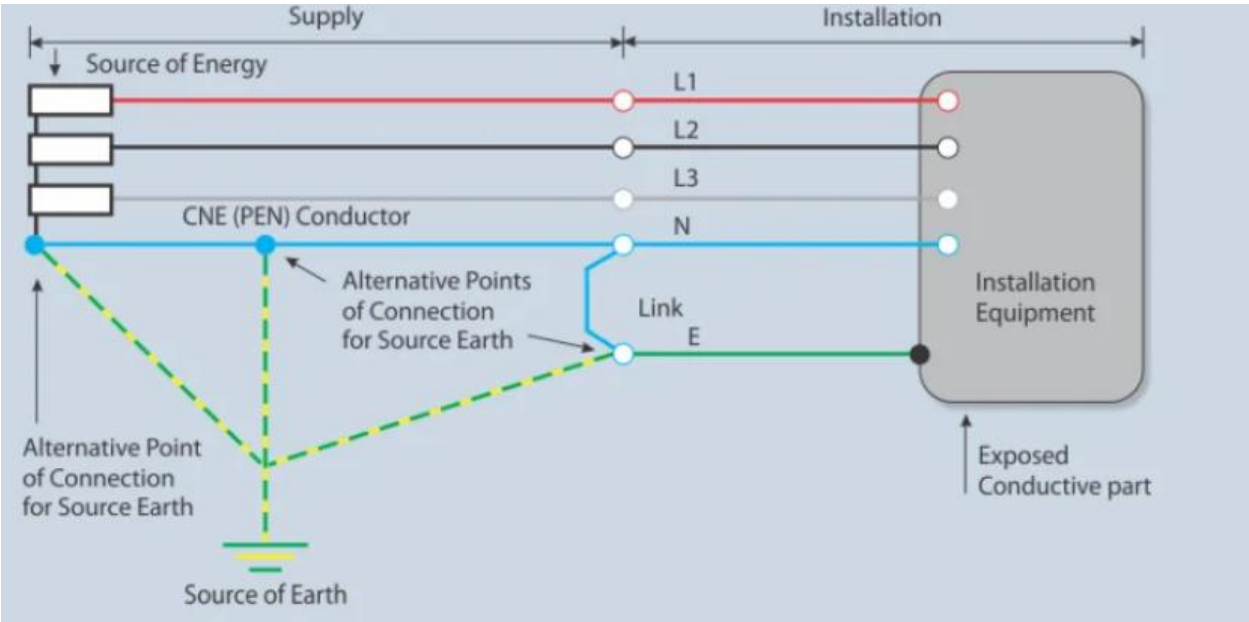
در سیستم ارتینگ TN-C-S، در بخشی از شبکه هادی حفاظتی (PE) و هادی خنثی (N) در یک هادی واحد به نام PEN ترکیب می‌شوند و در بخش دیگر سیستم، این دو هادی از هم جدا شده و هادی حفاظتی و خنثی به‌صورت مستقل ادامه می‌یابند. به همین دلیل، TN-C-Sگاهی به نام سیستم ارتینگ حفاظتی چندگانه نیز شناخته می‌شود .ویژگی‌های مهم این سیستم عبارتند از:

- هادی PEN در نقاط مشخصی به زمین متصل می‌شود و در صورت نیاز، یک الکترود زمین محلی در نزدیکی محل مصرف‌کننده نصب می‌گردد.
- تمام قسمت‌های رسانای در دسترس تجهیزات مصرف‌کننده از طریق ترمینال اصلی زمین (MET) و ترمینال نول به هادی PEN متصل می‌شوند. این پایانه‌ها با هم مرتبط هستند تا مسیر ایمن بازگشت جریان خطا فراهم گردد.

ترکیب اولیه هادی PE و N در بخشی از شبکه باعث کاهش تعداد هادی‌ها و هزینه کابل‌کشی می‌شود، در حالی که جداسازی در بخش مصرف‌کننده ایمنی و عملکرد حفاظت‌های جریان خطا را تضمین می‌کند. مزایا و کاربردها:

- سیستم TN-C-S تعادلی بین صرفه‌جویی در کابل‌کشی سیستم TN-C و ایمنی بالای TN-S ایجاد می‌کند.
- معمولاً در شبکه‌های توزیع شهری و صنعتی با تجهیزات حفاظتی استاندارد به کار می‌رود.
- عملکرد صحیح سیستم TN-C-S نیازمند ارت‌های متعدد و نصب صحیح ترمینال‌ها و هادی‌ها است.

نکته مهم: همانند دیگر سیستم‌هایTN ، قطع هادی PEN در بخش ترکیبی می‌تواند خطرناک باشد و باید در طراحی و نگهداری به دقت کنترل شود.



در ژنراتورهای اضطراری ساختمان‌ها، سیستم TN-Sمتداول‌ترین گزینه است که در آن نول و ارت از ابتدا از یکدیگر جدا هستند.

کابل‌کشی ژنراتور

کابل‌کشی ژنراتور یکی از بخش‌های کلیدی در نصب الکتریکی دیزل ژنراتور محسوب می‌شود که نقش تعیین‌کننده‌ای در ایمنی سیستم، کیفیت توان، کاهش تلفات و عملکرد صحیح تجهیزات حفاظتی دارد. انتخاب نادرست نوع کابل، سطح مقطع یا روش نصب می‌تواند منجر به افزایش افت ولتاژ، گرم‌شدن بیش‌ازحد کابل‌ها، عملکرد ناپایدار ژنراتور و حتی خطر آتش‌سوزی شود. در طراحی و اجرای کابل‌کشی ژنراتور، رعایت اصول زیر الزامی است:

- تطابق کامل کابل‌ها با جریان نامی ژنراتور
- رعایت افت ولتاژ مجاز در مسیر انتقال
- تفکیک کابل‌های قدرت و کابل‌های فرمان
- مهار مکانیکی مناسب برای جلوگیری از تنش بر ترمینال‌ها
- رعایت فاصله ایمن از منابع حرارتی و ارتعاشی

کابل‌های مورد استفاده در ژنراتور عمدتا از هادی مسی و همچنین عایق PVC برای درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد و و از عایق XLPE برای دمای ۹۰ درجه سانتیگراد استفاده میگردد. سطح مقطع کابل‌ها برا اساس پارامترهای زیر انتخاب می‌شود:

- جریان نامی ژنراتور
- طول مسیر کابل
- دمای محیط
- روش نصب (سینی، کانال، دفنی)
- ضریب هم‌جواری کابل‌ها

افت ولتاژ مجاز:

- حداکثر ۳٪ در بهره‌برداری دائم
- حداکثر ۵٪ در شرایط اضطراری

تابلو کنترل و حفاظت ژنراتور

تابلو کنترل و حفاظت ژنراتور به‌عنوان بخش اصلی سیستم بهره‌برداری و ایمنی دیزل‌ژنراتور، وظیفه کنترل، پایش، حفاظت و مدیریت عملکرد الکتریکی و مکانیکی مجموعه ژنراتور را بر عهده دارد. این تابلو تضمین‌کننده عملکرد پایدار، ایمن و مطمئن ژنراتور در شرایط عادی و اضطراری بوده و نقش کلیدی در افزایش عمر مفید تجهیزات و حفاظت از مصرف‌کننده‌ها ایفا می‌کند.تابلو کنترل و حفاظت ژنراتور وظایف زیر را انجام می‌دهد:

- راه‌اندازی و توقف ژنراتور به‌صورت دستی یا اتوماتیک
- پایش مداوم پارامترهای الکتریکی ژنراتور
- دریافت و پردازش سیگنال‌های حفاظتی موتور
- صدور فرمان قطع یا وصل کلید قدرت ژنراتور
- تشخیص شرایط خطا و صدور آلارم یا تریپ
- ثبت خطاها و نمایش وضعیت کاری سیستم
- امکان کارکرد در حالت‌های Standby ، Prime، Continuous
- ارتباط با ECU موتور (در موتورهای الکترونیکی)
- قابلیت سنکرون و پارالل در مدل‌های پیشرفته
- کنترلرها معمولاً از برندهای معتبر نظیر Deep Sea Electronics (DSE)، ComAp، Cummins PowerCommand و مشابه آن انتخاب می‌شوند. کلید قدرت برای اتصال یا قطع ژنراتور از بار استفاده می‌شود و بسته به ظرفیت سیستم از انواع زیر انتخاب می‌گردد:
- MCCB برای توان‌های متوسط
- ACB برای توان‌های بالا

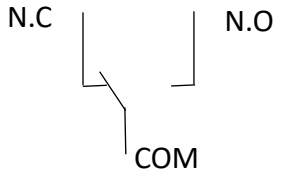
این کلیدها دارای حفاظت‌های اضافه‌جریان و اتصال کوتاه بوده و قابلیت تریپ توسط کنترلر را دارند.

سیستم‌های حفاظتی ژنراتور

- حفاظت‌های الکتریکی: شامل (اضافه ولتاژ، افت ولتاژ، اضافه یا افت فرکانس، اضافه جریان، اتصال کوتاه توان معکوس)است.
- حفاظت‌های فازی: شامل (عدم تعادل جریان بین فازها، قطع فاز، توالی نادرست فاز) است.
- حفاظت‌های مکانیکی موتور: حفاظت‌های مکانیکی معمولاً از طریق سنسورها یا ECU موتور به کنترلر منتقل می‌شوند که شامل افت فشار روغن، افزایش دمای آب یا روغن، افزایش بیش از حد دور موتور، خطای استارت یا عدم روشن شدن موتور می شود.

تابلو چنج آور[1]

عبارت لاتین چنج آور changeover به معنی تغییر وضعیت بوده و اغلب در بیان خصوصیات کنتاکت ها و سیستم های برق اضطراری استفاده می شود. به صورت کلی اصطلاح چنج آور برای کنتاکت یا کلیدهایی به کار برده می شود که دارای یک ترمینال مشترک، یک نرمال باز و یک نرمال بسته هستند. به عنوان مثال یک کلید قدرت چنج آور می تواند حالت یک، صفر و دو داشته باشد. Change Over اغلب دارای دو وضعیت بوده و در رله های کنترلی مانند تایمر، کنترل فاز، کنترل بار بی متال و غیره استفاده می شوند. در تصویر زیر علامت مداری یک پلاتین چنج آور را مشاهده می کنید.



چنج آور یک سیستم یا تجهیزی در شبکه‌های قدرت اضطراری است که مسئول انتقال کنترل شده بارها بین دو منبع تغذیه (معمولاً شبکه اصلی و ژنراتور اضطراری) است. هدف اصلی آن تأمین برق بدون وقفه برای مصرف‌کننده‌ها در صورت قطع یا نوسان برق شبکه است. کلید چنج اورها به دلیل قابلیت تغییر منبع تغذیه به صورت سریع و آسان، در سیستم‌های برق بسیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، در سیستم‌های اضطراری، در مواقعی که منبع اصلی تغذیه قطع شده است، کلید چنج اور می‌تواند منبع تغذیه را به یک منبع پشتیبان تغییر دهد و سیستم را از قطعی جلوگیری کند. همچنین در سیستم‌های تامین برق آنلاین، کلید چنج اور به منظور توزیع بار و تعادل بار بین ژنراتورهای مختلف استفاده می‌شود. وظایف اصلی یک چنج آور:

- تشخیص قطع برق یا افت ولتاژ در شبکه اصلی.
- راه‌اندازی خودکار یا دستی ژنراتور اضطراری در صورت نیاز.
- انتقال بارها از شبکه به ژنراتور با حداقل تاخیر و بدون ایجاد شوک الکتریکی.
- بازگرداندن بار به شبکه اصلی پس از پایدار شدن آن.

نحوه عمکرد کلید چنج آور بدینگونه است که با تغییر وضعیت پلاتین یا کلید چنج آور ترمینال مشترک از حالت نرمال بسته جدا شده و به حالت نرمال باز متصل می شود. مزیت این روش این است که پلاتین مشترک نمی تواند در یک لحظه به هر دو خروجی باز و بسته متصل باشد. از طرفی هنگام تغییر وضعیت ابتدا کنتاکت بسته، باز شده و بعد از آن کنتاکت باز، بسته می شود. از معایب پلاتین چنج آور فرمان این است که حالت قطع نداشته و نمی توان از پلاتین باز و بسته در مدارهای متفاوت با ولتاژ مختلف استفاده کرد. برای رفع این مشکل در تجهیزات کنترلی اغلب یک ترمینال نرمال باز و یک ترمینال نرمال بسته قرار داده می شود. کلیدهای دوطرفه یا چنج آور نیز بر مبنای پلاتین های چنج آور ساخته شده اند. می توان از این کلیدها برای جابجایی بار بین دو منبع اصلی و اضطراری، انتخاب حالت های مختلف و غیره در انواع مدار استفاده کرد. همانطور که می دانید کلیدهای چنج آور در مدل های بسیار متنوع فرمان، قدرت تک فاز و قدرت سه فاز ساخته می شوند. تفاوت این گروه ها در میزان جریان عبوری، تعداد پلاتین ها و نوع بار متصل شده به آن ها است. چنج آور ها می توانند با وضعیت

1. Changeover

قطع، بدون وضعیت قطع، برگشت فنری، دائم کار، موتور دار و یا ترکیبی از موارد ذکر شده باشند. در آمپراژ پایین و متوسط از کلیدهای چنج آور گردان و در آمپراژ بالا از چنج آورهای قدرتمندی استفاده می شود که داخل تابلو برق ها قرار می گیرند. کلیدهای گردان کاملا دستی بوده و امکان بهره برداری خودکار در آن ها وجود ندارد. این مشکل در نسل جدید چنج آورهای قدرت که داخل تابلو قرار می گیرند حل شده است. در این کلیدها قابلیت استفاده از موتور برای تغییر وضعیت کلید در نظر گرفته شده است. با این روش می توان سیستم های خودکار، منعطف و بسیار هوشمندی طراحی کرد. انواع چنج آور عبارتند از:

دستی یا Manual Changeover (MCO)

- جابجایی بارها توسط اپراتور انجام می‌شود.
- ساده و ارزان، ولی نیازمند حضور انسانی.
- مناسب سیستم‌های کوچک، ساختمان‌های اداری یا بارهای غیرحیاتی.



اتوماتیک یا Automatic Transfer Switch (ATS)

- قابلیت تشخیص قطع یا افت ولتاژ و راه‌اندازی خودکار ژنراتور.
- زمان تاخیر قابل تنظیم برای جلوگیری از قطع و وصل مکرر.
- مناسب بیمارستان‌ها، دیتاسنترها و صنایع حساس.



در یک سیستم چنج آور میبایست زمان انتقال چنج اور باید مطابق استاندارد، معمولاً ≤ ۰,۵ تا ۱ ثانیه برای برق اضطراری عمل کند و باید بتواند جریان نامی ژنراتور و شبکه را بدون آسیب تحمل کند. همچنین ایمنی و حفاظت شبکه هنگام قطع خودکار در شرایط اضافه‌بار یا خطا، و جلوگیری از هم‌زمانی شبکه و ژنراتور را فراهم نماید. یکی از قابلیت های سیستم ATS سنکرون کردن دیزل ژنراتورها است. سنکرون کردن فرآیندی است که طی آن یک یا چند دیزل ژنراتور به صورت همزمان با شبکه برق یا با یک ژنراتور دیگر راه‌اندازی شده و توان خروجی آن‌ها به طور هماهنگ به سیستم تزریق می‌شود. این عملیات برای جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی و الکتریکی به ژنراتورها، افزایش عمر تجهیزات و تضمین کیفیت توان خروجی ضروری است. سنکرون کردن باعث افزایش عمر ژنراتور و جلوگیری از شوک مکانیکی و حرارت اضافی، کاهش نوسانات ولتاژ و فرکانس و تضمین عملکرد تجهیزات حساس، امکان افزودن یا حذف ژنراتورهای اضطراری بدون خاموشی شبکه می شود. برای سنکرون کردن موفق، چند پارامتر حیاتی باید کنترل شوند:

۱. ولتاژ[۱]:
ولتاژ ژنراتور دیزل باید تقریباً برابر ولتاژ شبکه یا ژنراتور مرجع باشد تا جریان هجومی شدید ایجاد نشود.

۲. فرکانس[۲]:
فرکانس ژنراتور دیزل باید با فرکانس سیستم مقصد یکی باشد. اختلاف فرکانس باعث جریان‌های ناخواسته و شوک مکانیکی به شافت ژنراتور می‌شود.

۳. فاز[۳] :
زاویه فاز ژنراتور دیزل باید با زاویه فاز شبکه یا ژنراتور مرجع منطبق باشد. معمولاً اختلاف زاویه فاز باید کمتر از چند درجه باشد تا اتصال ایمن انجام شود.

۴. ولتاژ و فرکانس ثانویه[۴] :
ترتیب فازهای ژنراتور و شبکه باید یکسان باشد تا از بروز خطا و اتصال کوتاه جلوگیری شود.

سیستم‌های ATS یا کنترلرهای پیشرفته دیزل، پارامترهای ولتاژ، فرکانس و فاز را اندازه‌گیری کرده و به صورت خودکار کلید اصلی ژنراتور را در زمان مناسب می‌بندند.

نکات زیر جهت سنکرون کردن شبکه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد:

- اختلاف ولتاژ و فرکانس :ولتاژ دیزل نباید بیش از ±۵٪ و فرکانس بیش از 0.5Hz ± با شبکه اختلاف داشته باشد.
- کنترل بار :پس از سنکرون شدن، تقسیم بار بین ژنراتورها باید بر اساس ظرفیت نامی و توان راکتیو انجام شود.
- محافظت :از تجهیزات حفاظت اضافه‌بار، عدم تعادل فاز و اتصال کوتاه برای جلوگیری از آسیب ژنراتور استفاده می‌شود.

در اتصال زمین ژنراتور وATS میبایست فقط یک نقطه اتصال نول به زمین صورت گیرد و اتصال هم‌زمان نول به زمین در ژنراتور و شبکه باعث ایجاد حلقه جریان و خطا می‌شود در صورت استفاده از 4-Pole ATS، زمین‌کردن نول ژنراتور الزامی است.

AVR دیزل ژنراتور[۵]:

رگولاتور ولتاژ اتوماتیک (AVR) یکی از اجزای کلیدی سیستم کنترل دیزل ژنراتور است که وظیفه آن کنترل و تثبیت ولتاژ خروجی آلترناتور در شرایط مختلف بار و سرعت موتور می‌باشد .عملکرد صحیح AVR نقش مستقیمی در کیفیت توان الکتریکی، پایداری سیستم و حفاظت تجهیزات مصرف‌کننده دارد. وظیفه اصلیAVR اندازه‌گیری ولتاژ خروجی ژنراتور و مقایسه آن با مقدار مرجع، جریان تحریک سیم‌پیچ میدان آلترناتور را تنظیم می‌کند تا جبران افت ولتاژ هنگام افزایش بار یا جلوگیری از افزایش بیش از حد ولتاژ در کاهش بار و حفظ ولتاژ در محدوده ±۱ تا ±۲ درصد
فراهم نماید. همچنین AVR مسئول تقسیم توان راکتیو و پایداری ولتاژ باس مشترک در سنکرون کردن را بر عهده دارد.

1.Voltage Matching
2. Frequency Matching
3. Phase Angle Matching
4. Phase Sequence
5. Automatic Voltage Regulator



سیستم های خنک‌کاری دیزل ژنراتور و نیروگاه:

گاورنر یکی از اجزای اصلی سیستم کنترل دیزل ژنراتور است که وظیفه آن کنترل سرعت موتور دیزل و در نتیجه تثبیت فرکانس خروجی ژنراتور می‌باشد. عملکرد صحیح گاورنر تضمین‌کننده پایداری فرکانس، تقسیم مناسب بار و کارکرد ایمن دیزل ژنراتور در شرایط مختلف بهره‌برداری است. وظیفه اصلی گاورنراین است که با اندازه‌گیری سرعت موتور RPM و مقایسه آن با مقدار مرجع، میزان سوخت تزریقی به موتور را تنظیم می‌کند. افزایش یا کاهش سوخت باعث تغییر گشتاور موتور شده و سرعت موتور در مقدار نامی ثابت نگه داشته می‌شود. از آنجا که فرکانس خروجی ژنراتور مستقیماً تابع سرعت موتور است، گاورنر نقش کلیدی در تثبیت فرکانس (معمولاً ۵۰ یا ۶۰ هرتز) دارد. گاورنر باید بتواند تغییرات ناگهانی بار را بدون نوسان شدید فرکانس جبران نماید. همچنین گاورنر مسئول تقسیم توان اکتیو بین ژنراتورها در سیستم‌های سنکرون است. تنظیم صحیح Droop Speed باعث می‌شود بار اکتیو به صورت یکنواخت بین دیزل‌ها توزیع شود و از ناپایداری سیستم جلوگیری گردد.

1. Governor



تست و راه‌اندازی الکتریکی

تست و راه‌اندازی الکتریکی ژنراتور مرحله‌ای حیاتی در فرآیند تحویل و بهره‌برداری از مجموعه دیزل‌ژنراتور است که به‌منظور اطمینان از صحت نصب، عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی، هماهنگی سیستم‌های کنترلی و حفاظتی، و انطباق با استانداردهای فنی انجام می‌گیرد. انجام صحیح این مرحله، تضمین‌کننده عملکرد ایمن، پایدار و قابل اطمینان ژنراتور در شرایط بهره‌برداری عادی و اضطراری می‌باشد. اهداف اصلی تست و راه‌اندازی الکتریکی عبارت‌اند از:

- اطمینان از صحت سیم‌کشی و اتصالات الکتریکی
- بررسی عملکرد صحیح تابلو کنترل و حفاظت
- تطابق مشخصات خروجی ژنراتور با مقادیر نامی
- اطمینان از صحت عملکرد سیستم‌های حفاظتی
- کاهش ریسک خرابی در زمان بهره‌برداری
- آماده‌سازی سیستم برای تحویل نهایی به بهره‌بردار

قبل از راه اندازی دیزل ژنراتور میبایست بازرسی‌های زیر:

- بررسی صحت کابل‌کشی قدرت و فرمان
- کنترل سفت بودن اتصالات الکتریکی و ترمینال‌ها
- بررسی اتصال صحیح سیستم زمین
- تطابق مشخصات کابل‌ها با جریان نامی ژنراتور
- بررسی نسبت و پلاریته ترانس‌های جریان

- کنترل صحت تنظیمات کلید قدرت و رله‌های حفاظتی
- اطمینان از انطباق تابلو با نقشه‌های تأییدشده

صورت گیرد . در این مرحله ژنراتور بدون اتصال به بار مورد آزمایش قرار می‌گیرد:

- راه‌اندازی اولیه ژنراتور
- اندازه‌گیری ولتاژ خروجی در هر سه فاز
- بررسی فرکانس نامی و پایداری آن
- کنترل توالی فازها
- بررسی عملکرد AVR و تنظیم ولتاژ
- اطمینان از عدم وجود نویز یا نوسان غیرمجاز

پس از تأیید تست بدون بار، ژنراتور تحت بار قرار می‌گیرد تا :

- اتصال تدریجی بار تا ظرفیت نامی
- اندازه‌گیری جریان هر فاز
- بررسی تعادل بار بین فازها
- کنترل افت ولتاژ و تغییرات فرکانس
- بررسی عملکرد سیستم خنک‌کاری در شرایط بار
- ثبت مقادیر توان اکتیو، راکتیو و ضریب توان

سپس میبایست تست سیستم‌های حفاظتی و عملکرد تجهیزات مرتبط با این امربررسی گردد و سپس تست تابلو ATS، که عبارتند از:

- تست اضافه ولتاژ و افت ولتاژ
- تست اضافه فرکانس و افت فرکانس
- تست اضافه بار
- تست قطع فاز و عدم تعادل جریان
- تست تریپ کلید قدرت توسط کنترلر
- بررسی ثبت و نمایش آلارم‌ها و خطاها در کنترلر
- بررسی زمان استارت ژنراتور
- انتقال بار از شبکه به ژنراتور
- پایش پایداری ولتاژ و فرکانس
- شبیه‌سازی بازگشت برق شبکه
- انتقال مجدد بار و خاموش شدن ژنراتور پس از زمان تأخیر تنظیم‌شده

- شبیه‌سازی قطع برق شبکه

در صورت وجود تابلو سنکرون:

- بررسی صحت ولتاژ، فرکانس و زاویه فاز
- تست سنکرون دستی یا اتوماتیک
- بررسی تقسیم بار اکتیو و راکتیو
- تست خروج یک ژنراتور از مدار بدون ایجاد اختلال
- بررسی عملکرد سیستم حفاظت سنکرون

واحد کنترل الکترونیکی مرکزی ECU[1]:

ECU یا واحد کنترل الکترونیکی، مغز کنترلی موتور دیزل ژنراتور است که وظیفه پایش، کنترل و مدیریت عملکرد موتور را بر عهده دارد. ECU با دریافت اطلاعات از حسگرهای مختلف موتور و ارسال فرمان به عملگرها، عملکرد بهینه، ایمن و پایدار موتور را تضمین می‌کند. واحد کنترل الکترونیکی موتور است که وظیفه کنترل، پایش و حفاظت عملکرد موتور دیزل را مطابق با پارامترهای تعریف‌شده سازنده بر عهده دارد. این واحد با دریافت سیگنال از سنسورهای موتور از جمله سرعت دوران، فشار و دمای روغن، دمای مایع خنک‌کننده، فشار هوای ورودی و موقعیت میل‌لنگ، وضعیت لحظه‌ای موتور را ارزیابی کرده و بر اساس منطق کنترلی برنامه‌ریزی‌شده، فرامین لازم را به عملگرهای مرتبط صادر می‌نماید. در دیزل ژنراتورهای مدرن، از جمله محصولات Cummins، ECU جایگزین سامانه‌های مکانیکی متداول نظیر گاورنر مکانیکی و کنترل سنتی تزریق سوخت شده و کنترل دور موتور و توان خروجی را به‌صورت الکترونیکی و پیوسته انجام می‌دهد. این کنترل دقیق موجب پایداری فرکانس و ولتاژ خروجی ژنراتور در محدوده‌های تعریف‌شده استاندارد ISO 8528 ، به‌ویژه در شرایط تغییرات ناگهانی بار، می‌گردد. ECU همچنین به‌عنوان بخش اصلی سیستم حفاظت موتور عمل کرده و در صورت بروز شرایط غیرمجاز از قبیل افزایش بیش از حد دمای مایع خنک‌کننده، افت فشار روغن، اضافه‌دور موتور یا بروز خطا در سیگنال‌های حسگرها، مطابق سطوح حفاظتی تعریف‌شده، اقدام به صدور هشدار یا توقف خودکار موتور می‌نماید. به‌کارگیری ECU امکان ثبت خطاها، عیب‌یابی دقیق، تبادل داده با واحد کنترل ژنراتور و سیستم‌های مانیتورینگ را فراهم کرده و نقش مهمی در افزایش قابلیت اطمینان، ایمنی بهره‌برداری و انطباق عملکرد دیزل ژنراتور با الزامات استانداردهای بین‌المللی ایفا می‌کند .وظایف اصلی ECU در دیزل ژنراتور عبارتند از:

- کنترل سرعت موتور
  ECUبا تنظیم مقدار و زمان تزریق سوخت، سرعت موتور را در حالت‌های بی‌باری، بار جزئی و بار نامی ثابت نگه می‌دارد. معمولاً 1500 rpm یا 1800 rpm
- کنترل تزریق سوخت
  - تعیین مقدار سوخت تزریقی
  - تنظیم زمان‌بندی تزریق
  - جبران تغییرات بار، دما و ارتفاع از سطح دریا
- پایش پارامترهای حیاتی موتور
  ECUبه‌صورت مداوم پارامترهای زیر را مانیتور می‌کند:
  - فشار روغن موتور
  - دمای آب خنک‌کننده
  - دمای هوای ورودی

1. Electronic Control Unit

- فشار منیفولد
- دور موتور
- ولتاژ تغذیهECU

- حفاظت و ایمنی موتور
در صورت بروز شرایط غیرمجاز، ECUاقدامات حفاظتی انجام می‌دهد:
  - هشدار
  - کاهش توان
  - خاموشی اضطراری
- مدیریت استارت و توقف موتور
ECUفرآیندهای:
  - پیش‌گرمایش
  - استارت
  - پایدارسازی دور
  - توقف عادی یا اضطراری
را کنترل می‌کند.

در موتورهای دیزلی مدرن، ECUخود نقش گاورنر الکترونیکی را ایفا می‌کند و دیگر نیازی به گاورنر مکانیکی یا مستقل وجود ندارد. کنترل دور و گشتاور موتور مستقیماً توسط ECU و عملگرهای تزریق سوخت انجام می‌شود ECU. از طریق پروتکل‌های ارتباطی مانند:

- CAN Bus (SAE J1939)
- یا ورودی/خروجی‌های آنالوگ و دیجیتال

نصب تابلو کنترل

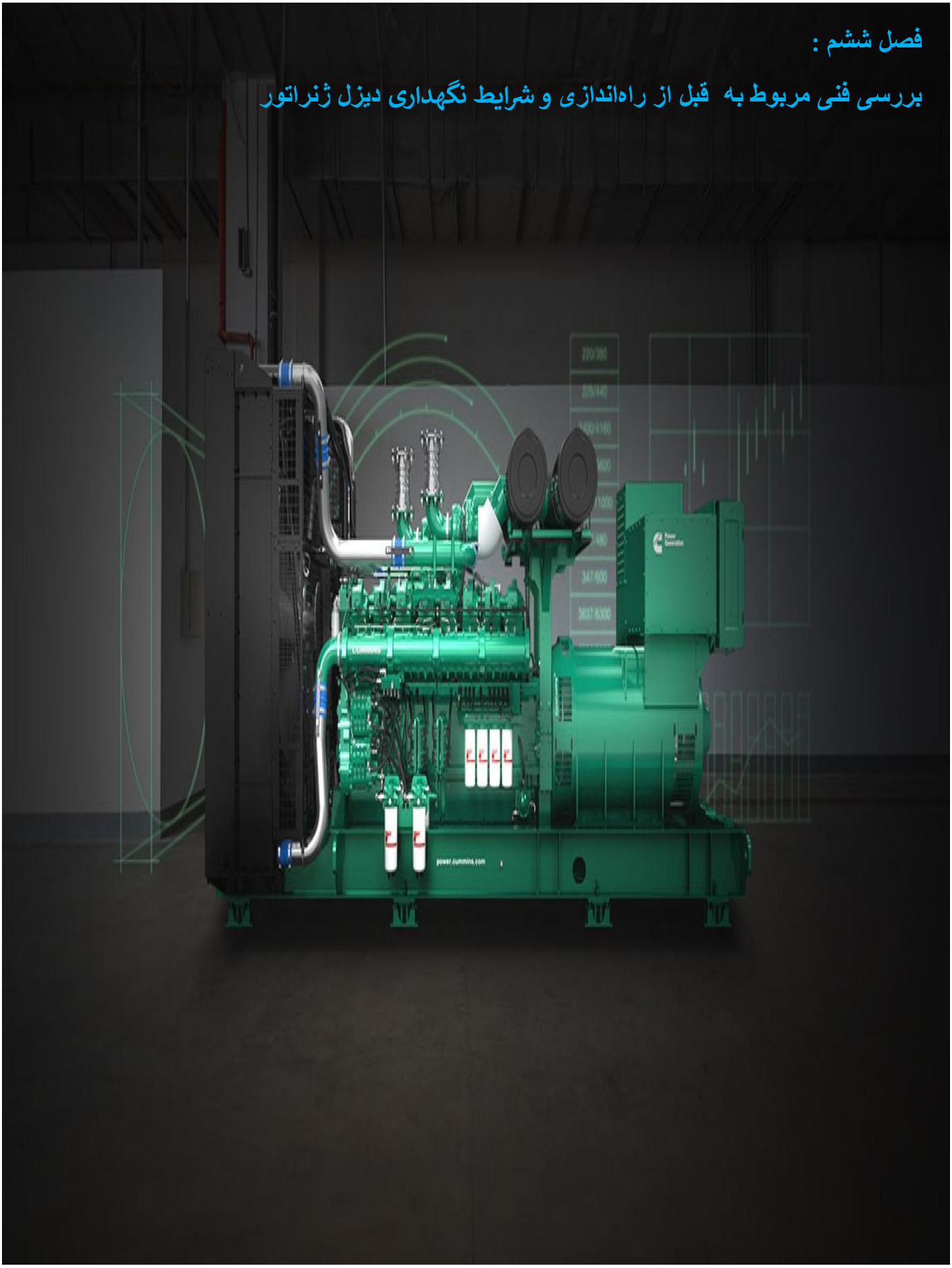
با کنترلر ژنراتور مانندDSE ، ComAp، DEIF در ارتباط است و اطلاعاتی مانند:

- دور موتور
- وضعیت آلارم‌ها
- ساعات کارکرد
- خطاهای موتور

را به تابلو کنترل ارسال می‌شود و فرمان‌های استارت/استاپ از تابلو به ECU منتقل می‌گرد.

فصل ششم :

بررسی فنی مربوط به قبل از راه‌اندازی و شرایط نگهداری دیزل ژنراتور



فصل ششم - بررسی‌های فنی مربوط به قبل از راه‌اندازی دیزل ژنراتور

بررسی سطح روغن موتور

- پیش از راه‌اندازی دیزل ژنراتور، سطح روغن موتور باید با استفاده از گیج اندازه‌گیری و در شرایطی که موتور خاموش و سرد است، کنترل گردد.
- سطح روغن باید در محدوده مجاز مشخص‌شده توسط سازنده بین علائم MIN و MAX روی گیج قرار داشته باشد.
- در صورت پایین بودن سطح روغن، از روغن موتور با گرید و مشخصات توصیه‌شده توسط Cummins استفاده شده و از اختلاط روغن‌های با مشخصات متفاوت خودداری گردد.
- افزایش بیش از حد سطح روغن مجاز نبوده و می‌تواند موجب افزایش فشار داخلی، کف کردن روغن و آسیب به آب‌بندها شود.
- وضعیت ظاهری روغن از نظر آلودگی، تغییر رنگ غیرعادی یا وجود ذرات فلزی بررسی گردد.
- پس از افزودن روغن، درپوش پرکن به‌طور کامل بسته شده و از عدم نشتی اطمینان حاصل شود.
- هرگونه کاهش غیرعادی سطح روغن باید پیش از راه‌اندازی بررسی و علت‌یابی فنی گردد.

بررسی سیستم خنک‌کاری

- پیش از راه‌اندازی، سطح مایع خنک‌کننده باید در محدوده مجاز MIN–MAX روی مخزن یا رادیاتور بررسی گردد.
- مایع خنک‌کننده باید از نوع و ترکیب توصیه‌شده توسط سازنده باشد و مطابق دما و شرایط محیطی پروژه انتخاب گردد.
- کلیه اتصالات شلنگ‌ها، بست‌ها، رادیاتور و پمپ آب باید از نظر نشتی، ترک یا شل بودن کنترل شوند.
- اطمینان حاصل شود که مسیر جریان مایع خنک‌کننده مسدود یا محدود نشده باشد و رادیاتور، لوله‌ها و پمپ به درستی نصب شده‌اند.
- فن‌های خنک‌کننده (در صورت استفاده از فن موتور یا فن برقی) باید آزاد و بدون مانع حرکت کنند و شلنگ‌ها و پروانه‌ها از تماس با سایر اجزا محافظت شوند.
- هرگونه نشتی، خوردگی یا آسیب مکانیکی در سیستم خنک‌کننده باید پیش از راه‌اندازی رفع گردد.
- در صورت نیاز به تعویض یا پر کردن مایع خنک‌کننده، حتماً از مایع تازه و مطابق استانداردهای سازنده استفاده شود.
- پس از راه‌اندازی، دمای مایع خنک‌کننده و فشار سیستم باید تحت نظارت قرار گیرد تا عملکرد مناسب سیستم خنک‌کاری تایید گردد.

بررسی سوخت و هواگیری

- قبل از راه‌اندازی، سطح سوخت در مخزن باید بررسی شود و از وجود سوخت کافی و سالم مطابق مشخصات توصیه‌شده توسط سازنده اطمینان حاصل گردد.
- در صورت وجود خطوط سوخت جدید یا پس از تعمیر سیستم سوخت‌رسانی، لازم است هواگیری کامل سیستم سوخت انجام شود تا از ورود هوا به پمپ و انژکتورها جلوگیری گردد.
- فرآیند هواگیری باید مطابق دستورالعمل سازنده انجام شود و شامل باز کردن پیچ‌های هواگیری، پمپاژ دستی یا اتوماتیک و بررسی خروج سوخت بدون حباب هوا باشد.

- از استفاده سوخت آلوده یا دارای ذرات معلق خودداری شود؛ در صورت نیاز، فیلترهای سوخت باید پیش از راه‌اندازی تعویض یا تمیز شوند.
- بعد از هواگیری، اطمینان حاصل شود که تمام پیچ‌ها و اتصالات سوختی محکم و بدون نشتی هستند.
- هرگونه نشتی یا حباب هوا در خطوط سوخت باید قبل از راه‌اندازی رفع گردد تا از اختلال در عملکرد موتور و آسیب به پمپ یا انژکتورها جلوگیری شود.
- در دیزل‌های مجهز به سیستم سوخت تحت فشار ، پس از هواگیری، باید پارامترهای سیستم سوخت و فشار راه‌اندازی توسط ECUیا ابزار مانیتورینگ کنترل شود.

بررسی باتری‌ها و شارژر

- پیش از راه‌اندازی، وضعیت باتری‌ها باید از نظر ولتاژ، ظرفیت، ترمینال‌ها و اتصال زمین بررسی گردد.
- ترمینال‌های باتری باید تمیز، بدون خوردگی و محکم باشند و از هرگونه اتصال شل یا ناایمن جلوگیری شود.
- سطح الکترولیت در باتری‌های قابل سرویس باید مطابق دستورالعمل سازنده در محدوده مجاز نگهداری شود و در صورت نیاز، آب مقطر اضافه گردد.
- ولتاژ باتری‌ها باید با استفاده از مولتی‌متر یا ابزار مانیتورینگ توصیه‌شده کنترل شود و از شارژ کامل قبل از راه‌اندازی اطمینان حاصل گردد.
- سیستم شارژر باتری باید بررسی شود تا از عملکرد صحیح، ولتاژ خروجی و جریان شارژ مطابق مشخصات سازنده اطمینان حاصل شود.
- کابل‌ها و اتصالات شارژر باید به‌درستی متصل و ایمن باشند و از آسیب یا سایش آن‌ها جلوگیری شود.
- هرگونه نشتی اسید، خوردگی ترمینال یا عملکرد غیرطبیعی شارژر باید پیش از راه‌اندازی رفع گردد.
- پس از راه‌اندازی موتور، عملکرد شارژر و وضعیت ولتاژ باتری باید تحت نظارت قرار گیرد تا از شارژ صحیح و آماده بودن سیستم استارت و ECU اطمینان حاصل شود.

بررسی نشتی‌ها و شرایط محیطی

- قبل از راه‌اندازی، تمامی سیستم‌های سیالاتی موتور شامل روغن موتور، مایع خنک‌کننده، سوخت و روغن هیدرولیک (در صورت وجود) باید از نظر نشتی، ترک، شل بودن اتصالات یا آسیب مکانیکی بررسی شوند.
- مسیرهای سوخت و شلنگ‌های مایع خنک‌کننده باید از هرگونه سوراخ، ترک یا پوسیدگی عاری باشند و بست‌ها و اتصالات محکم شده باشند.
- سیستم اگزوز باید از نظر نشتی دود یا اتصالات لق کنترل شود.
- سطح زیر دستگاه باید پاک و خشک بوده و از وجود هرگونه مواد قابل اشتعال، روغن، آب یا خاک جلوگیری گردد.
- محیط اطراف دیزل ژنراتور باید فضای کافی برای تهویه و دسترسی ایمن داشته باشد و از قرارگیری اجسام خارجی یا موانع نزدیک پروانه‌ها، رادیاتور، تابلو کنترل و مسیر هوای ورودی جلوگیری شود.
- هرگونه رطوبت بیش از حد، گرد و غبار یا مواد خورنده در محیط انبار یا اتاق ژنراتور باید کنترل گردد تا از آسیب به موتور، ECU، تابلو کنترل و تجهیزات الکتریکی جلوگیری شود.
- در صورت وجود نشتی‌های قبلی یا محیط آلوده، رفع مشکل قبل از راه‌اندازی الزامی است.

- انجام بررسی محیطی و رفع موارد خطرساز به ایمنی پرسنل و سلامت دستگاه کمک کرده و از وقوع خرابی‌های زودهنگام جلوگیری می‌کند.

اصول و شرایط نگهداری دستگاه دیزل ژنرتور

دیزل ژنراتورها ابزارهای حیاتی در تأمین انرژی الکتریکی در بسیاری از صنایع و پروژه‌ها هستند. نگهداری صحیح از این تجهیزات، علاوه بر افزایش عمر مفید دستگاه، به حفظ کارایی و پیشگیری از خرابی‌های غیرمنتظره کمک می‌کند. این بخش از کتاب به بررسی اصول و شرایط نگهداری دستگاه دیزل ژنراتور پرداخته و مهم‌ترین جنبه‌های آن را به تفصیل شرح می‌دهد.

۱- بررسی و تعویض روغن موتور

روغن موتور در دیزل ژنراتورها نقش اساسی در روانکاری اجزای داخلی موتور دارد. عدم تعویض به‌موقع روغن می‌تواند منجر به افزایش اصطکاک و در نتیجه خرابی‌های جدی در موتور شود.

- نحوه انتخاب روغن مناسب :انتخاب روغن با ویسکوزیته مناسب طبق دستورالعمل سازنده موتور ضروری است. برای موتورهای دیزل، معمولاً از روغن‌های با استاندارد API [1] و ACEA [2] استفاده می‌شود.
- نظارت بر کیفیت روغن :کیفیت روغن با گذشت زمان کاهش می‌یابد. یکی از روش‌های ساده برای بررسی کیفیت روغن، بررسی رنگ آن است. روغن کهنه معمولاً تیره‌تر و غلیظ‌تر می‌شود. همچنین، آزمایش‌های آزمایشگاهی برای سنجش سطح آلودگی و وجود ذرات معلق در روغن نیز توصیه می‌شود.
- زمان‌بندی تعویض روغن :روغن موتور معمولاً بعد از ۲۵۰ ساعت کارکرد یا هر شش ماه باید تعویض شود. اما در شرایط سخت کاری (کار در دماهای بالا یا محیط‌های آلوده)، ممکن است نیاز به تعویض زودتر از این زمان باشد.

۲- بازرسی و نگهداری سیستم سوخت‌رسانی

سیستم سوخت‌رسانی دیزل ژنراتور، که شامل مخزن سوخت، پمپ سوخت و فیلترها است، باید همواره در وضعیت بهینه قرار گیرد تا از بروز اختلالات در عملکرد دستگاه جلوگیری شود.

- نظارت بر کیفیت سوخت :سوخت دیزل باید از آلودگی‌هایی مانند آب، رسوبات و ناخالصی‌ها پاک باشد. استفاده از سوخت‌های با کیفیت و در دماهای مناسب (حداقل دمای سوخت ۱۵ درجه سانتیگراد) از اهمیت زیادی برخوردار است.
- سیستم فیلتر سوخت : فیلترهای سوخت باید به‌طور دوره‌ای تعویض شوند. فیلترهای اولیه معمولاً ذرات درشت را حذف می‌کنند، در حالی که فیلترهای ثانویه قادر به فیلتر کردن ذرات ریزتر و مواد شیمیایی مضر هستند.
- پاکسازی پمپ سوخت : پمپ سوخت باید به‌طور منظم از نظر وجود رسوبات و اختلالات بررسی شود. یکی از علائم خرابی پمپ سوخت، کاهش فشار سوخت در موتور است که می‌تواند باعث کاهش قدرت ژنراتور یا حتی خاموش شدن آن گردد.
- مخزن سوخت : مخزن سوخت باید از نظر آب‌زدگی و وجود رسوبات مورد بررسی قرار گیرد. در صورت وجود آب، مخزن باید تخلیه و تمیز شود. همچنین، مخزن باید از دماهای بالاتر از ۲۵ درجه سانتیگراد محافظت شود تا از تبخیر و هدررفت سوخت جلوگیری گردد.

۳- سیستم خنک‌کاری و دمای موتور

سیستم خنک‌کاری یکی از اجزای اصلی دیزل ژنراتور است که از داغ شدن بیش از حد موتور جلوگیری می‌کند. خرابی این سیستم می‌تواند منجر به آسیب‌های جدی به موتور شود.

- مایع خنک‌کننده : مایع خنک‌کننده باید به‌طور منظم بررسی شود. کیفیت مایع خنک‌کننده باید طبق دستورالعمل‌های سازنده موتور باشد. در صورتی که مایع خنک‌کننده بیش از حد رقیق یا غلیظ شود، باید تعویض گردد. همچنین، مایع خنک‌کننده باید بدون نشانه‌ای از خوردگی یا رسوب باشد.

- پمپ آب و رادیاتور : پمپ آب باید به‌طور منظم چک شود تا از عملکرد صحیح آن اطمینان حاصل گردد. انسداد در لوله‌ها یا رادیاتور می‌تواند باعث کاهش کارایی سیستم خنک‌کاری شود.
- شیلنگ‌های خنک‌کننده :شیلنگ‌ها باید از نظر ترک خوردگی یا نشت بررسی شوند. هرگونه نشتی مایع خنک‌کننده می‌تواند منجر به کاهش عملکرد سیستم خنک‌کاری و آسیب به موتور شود.

۴- سیستم باتری و شارژ

باتری‌ها به‌عنوان منبع تغذیه برای شروع عملیات دیزل ژنراتور و نگهداری سیستم‌های کنترلی ضروری هستند. نگهداری صحیح از باتری‌ها باعث افزایش عمر مفید آنها و جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی می‌شود.

- بررسی و نظارت بر سطح شارژ باتری :ولتاژ باتری باید به‌طور منظم بررسی شود.
- تمیزکاری قطب‌های باتری: قطب‌های باتری باید از هرگونه خوردگی و آلودگی تمیز شوند. استفاده از محلول جوش‌شیرین و آب برای تمیز کردن قطب‌ها توصیه می‌شود.
- جایگزینی باتری :در صورتی که باتری عملکرد مناسبی نداشته باشد یا سن آن به ۲-۳ سال رسیده باشد، باید تعویض شود.

۵- بازرسی و نگهداری سیستم اگزوز

سیستم اگزوز دیزل ژنراتور وظیفه انتقال گازهای خروجی از احتراق را بر عهده دارد. در صورت خرابی این سیستم، می‌تواند باعث انتشار گازهای سمی و کاهش کارایی ژنراتور گردد.

- نظارت بر لوله‌ها و فیلترهای اگزوز: لوله‌های اگزوز باید از نظر انسداد، نشتی یا خوردگی مورد بررسی قرار گیرند. همچنین فیلترهای اگزوز (در صورت وجود) باید به‌طور دوره‌ای تعویض شوند تا از انتشار آلاینده‌ها به محیط جلوگیری شود.
- پاکسازی سیستم اگزوز: سیستم اگزوز باید به‌طور منظم تمیز شود. رسوبات سوخت یا روغن می‌تواند باعث کاهش جریان گازهای خروجی و آسیب به موتور شود.

۶- بازرسی و نگهداری سیستم کنترل و سنسورها

سیستم‌های کنترلی و سنسورهای دیزل ژنراتور اطلاعات حیاتی مانند دما، فشار و عملکرد دستگاه را نظارت می‌کنند.

- بررسی سنسورها: سنسورهای دما، فشار و سطح باید به‌طور منظم کالیبره شده و از دقت عملکرد آنها اطمینان حاصل گردد. خرابی در سنسورها می‌تواند منجر به اخطارهای اشتباهی شده و عملکرد ژنراتور را تحت تأثیر قرار دهد.
- بازرسی نمایشگرها: نمایشگرها و پنل‌های کنترلی باید از نظر عملکرد صحیح و عدم وجود مشکلات نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری بررسی شوند.

۷- آزمایش‌های عملکردی و تست بار

به‌منظور اطمینان از عملکرد صحیح ژنراتور، باید آزمایش‌های مختلف عملکردی به‌طور منظم انجام گیرد.

- آزمایش بارگذاری: انجام آزمایش بارگذاری به‌صورت ماهانه یا فصلی کمک می‌کند تا از صحت عملکرد ژنراتور در هنگام بارگذاری کامل اطمینان حاصل شود.

- تست اضطراری: در صورتی که ژنراتور به‌عنوان منبع برق اضطراری مورد استفاده قرار گیرد، باید به‌طور منظم تحت شرایط بار کامل مورد آزمایش قرارگیرد.

فصل هفتم :

بررسی‌های فنی مربوط به سرویس و نگهداری دیزل ژنراتور



- **برنامه زمان‌بندی نگهداری موتور**

عملیات نگهداری	روزانه یا هر ۸ ساعت	هر ۲۵۰ ساعت	هر ۵۰۰ ساعت	هر ۱۰۰۰ ساعت
بررسی سطح روغن موتور	●			
بررسی نشتی روغن، سوخت و مایع خنک‌کننده	●			
بررسی نشانگر محدودکننده فیلتر هوا	●			
تخلیه آب و رسوبات از فیلتر سوخت	●			
بررسی تسمه‌ها	●			
روانکاری یاتاقان‌ها و نقاط گریس‌کاری		●		
تعویض روغن موتور		●		
تعویض فیلتر روغن		●		
تعویض فیلتر سوخت		●		
تمیزکاری یا تعویض فیلتر هوا		●		
بررسی و تنظیم لقی سوپاپ‌ها			●	
بررسی سیستم خنک‌کاری موتور			●	
بررسی توربوشارژر			●	
بررسی سیستم ورودی هوا و اگزوز			●	
بررسی سیستم سوخت‌رسانی				●
بررسی انژکتورها				●
بررسی پمپ سوخت				●
بازدید کلی موتور و متعلقات				●

برنامه زمان‌بندی نگهداری بر اساس شرایط کارکرد عادی موتور تنظیم شده است. در شرایط کاری سخت یا محیط‌های آلوده، فواصل سرویس باید کاهش یابد.

استفاده از روغن، سوخت و فیلترهای توصیه‌شده توسط سازنده الزامی است.

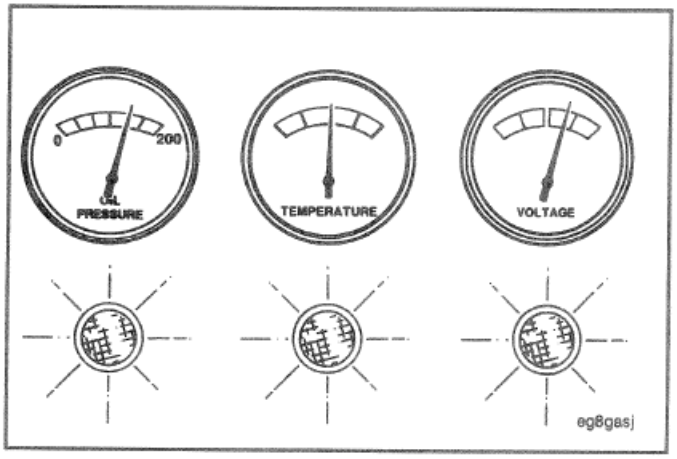
قبل از انجام هرگونه عملیات نگهداری، موتور را خاموش کرده و اجازه دهید خنک شود.

کلیه عملیات سرویس و تعمیر باید توسط پرسنل فنی آموزش‌دیده انجام شود.

در صورت مشاهده هرگونه صدای غیرعادی، افت توان یا افزایش دمای موتور، بازرسی فوری انجام گیرد.

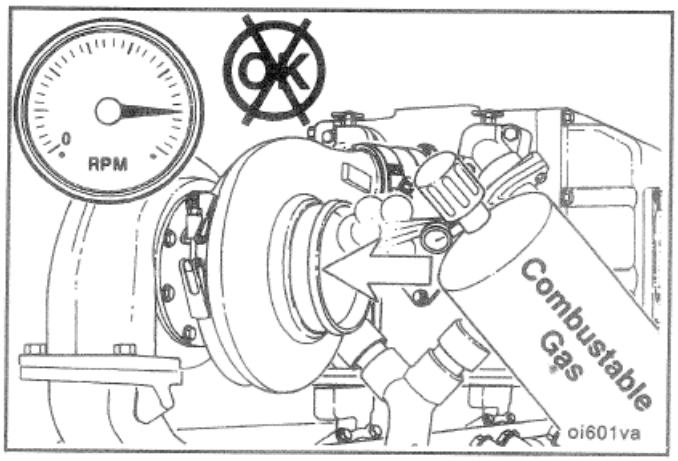
نگهداری صحیح و اصولی از موتور، موجب افزایش طول عمر مفید، بهبود عملکرد و بهره‌برداری اقتصادی‌تر آن خواهد شد .بازرسی‌ها و کنترل‌های روزانه نگهداری که در *راهنمای نگهداری بخش ۲* مشخص شده‌اند، باید به‌طور کامل و منظم اجرا شوند.

شاخص‌های فشار روغن نشان‌دهنده‌های دما، چراغ‌های هشدار و سایر گیج‌ها را به صورت روزانه کنترل کنید تا از عملکرد صحیح آن‌ها اطمینان حاصل شود.



(Warning) هشدار ⚠

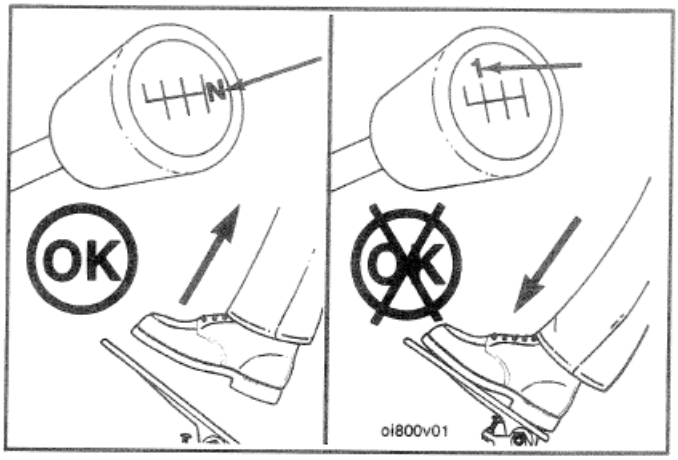
هرگز موتور دیزل را در محیطی که بخارات قابل اشتعال وجود دارد یا احتمال وجود آن‌ها هست، به کار نیندازید.
این بخارات ممکن است از طریق سیستم ورودی هوا به داخل موتور مکیده شده و باعث شتاب‌گیری ناخواسته و افزایش بیش‌ازحد دور موتور شوند که می‌تواند منجر به آتش‌سوزی، انفجار و خسارات گسترده به تجهیزات و اموال گردد .تجهیزات ایمنی متعددی برای کاهش خطر افزایش بیش‌ازحد دور موتور در دسترس هستند؛ از جمله سیستم قطع‌کن هوای ورودی به‌ویژه در مواردی که موتور به دلیل نوع کاربرد خود ممکن است در محیط‌های دارای مواد قابل اشتعال کار کند، مانند شرایط ناشی از نشت سوخت یا گاز . توجه داشته باشید که شرکت Cummins از نحوه و شرایط استفاده شما از موتور آگاهی ندارد؛ بنابراین مسئولیت ایمنی بهره‌برداری از تجهیزات در محیط‌های خطرناک، به‌طور کامل بر عهده مالک و اپراتور دستگاه می‌باشد.



روش استاندارد راه‌اندازی موتور

در دمای بالاتر از ۰ درجه سانتی‌گراد[32°F]

- واحد متحرک را از درگیری خارج کنید، یا در صورت تجهیز، گیربکس را در وضعیت خلاص قرار دهید.
- موتور را با اهرم گاز در موقعیت دور آرام استارت بزنید.



موتورهایی که به استارتر بادی مجهز هستند، به حداقل فشار هوای فشرده ۴۸۰ کیلوپاسکال نیاز دارند. به‌منظور جلوگیری از آسیب به استارتر:

- مدت زمان درگیری استارتر نباید بیش از ۳۰ ثانیه باشد
- بین هر تلاش برای راه‌اندازی، دو (۲) دقیقه صبر کنید. *این مورد فقط برای موتورهای دارای استارتر الکتریکی صدق می‌کند.*

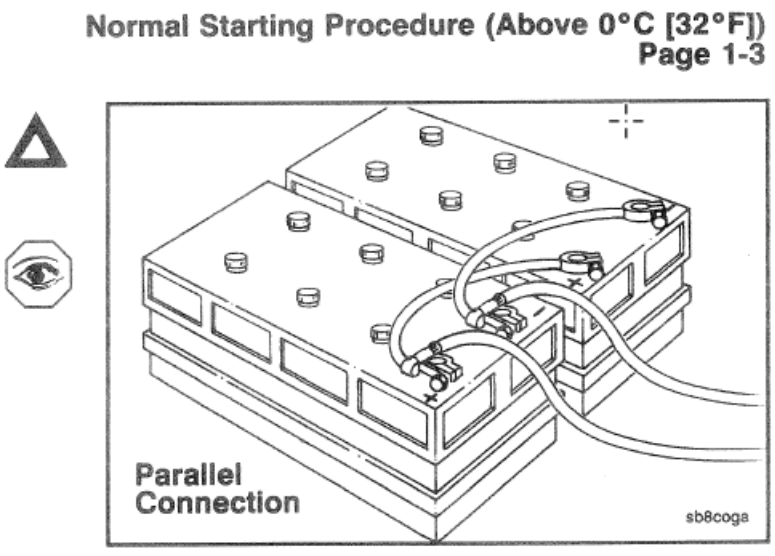
– دستورالعمل‌های بهره‌برداری دیزل ژنراتور

⚠️ هشدار: در هنگام استفاده از کابل‌های کمکی (جامپر) برای راه‌اندازی موتور، اطمینان حاصل کنید که کابل‌ها به‌صورت موازی متصل شده‌اند:

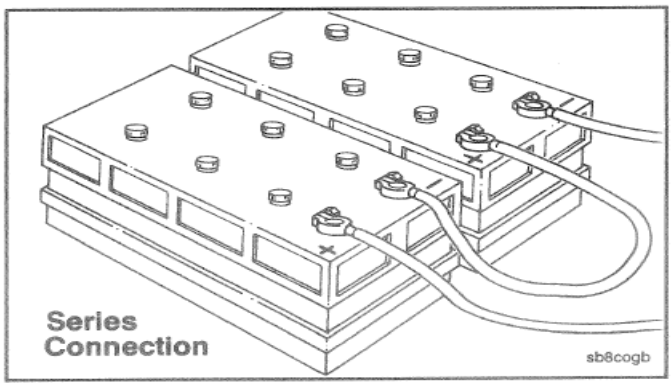
- قطب مثبت (+) به مثبت(+)
- قطب منفی (–) به منفی(–)

در صورت استفاده از منبع الکتریکی خارجی برای استارت موتور، کلید قطع‌کن را در وضعیت (OFF)خاموش قرار دهید.
پیش از اتصال کابل‌های جامپر، کلید استارت را خارج کنید.

تصویر همراه، آرایش معمول اتصال موازی باتری‌ها را نشان می‌دهد. این نوع اتصال باعث دو برابر شدن جریان استارت می‌شود.

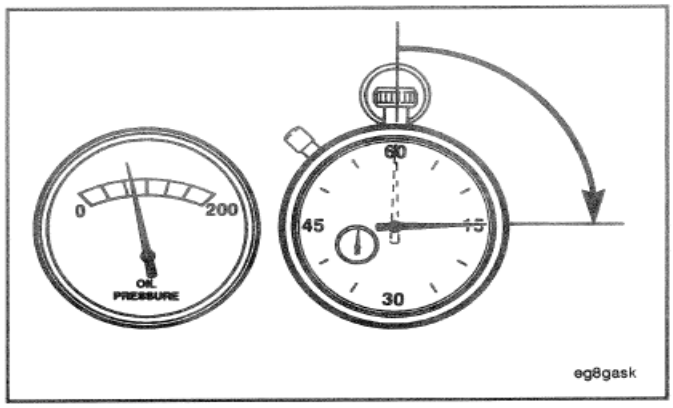


این شکل، آرایش متداول اتصال سری باتری‌ها را نشان می‌دهد.
در این نوع اتصال، قطب مثبت به قطب منفی متصل شده و در نتیجه، ولتاژ خروجی دو برابر می‌شود.

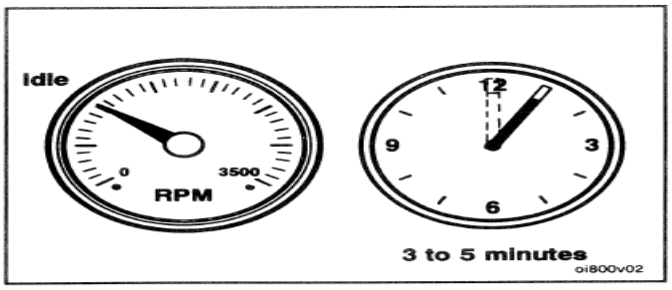


فشار روغن موتور باید حداکثر تا ۱۵ ثانیه پس از راه‌اندازی روی نشان‌دهنده (گیج) روغن مشاهده شود.

در صورتی که فشار روغن ظرف ۱۵ ثانیه ثبت نشود، به‌منظور جلوگیری از آسیب به موتور، فوراً موتور را خاموش کنید . سپس سطح صحیح روغن در کارتل (محفظه روغن موتور) را کنترل و تأیید نمایید .



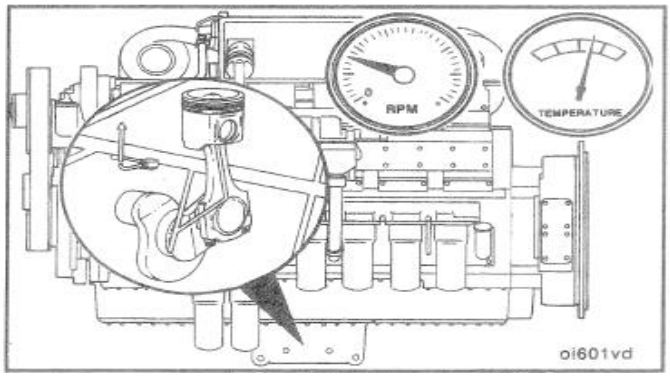
پیش از اعمال بار، موتور را به مدت سه (۳) تا پنج (۵) دقیقه در دور آرام و با سرعت تقریبی ۱۰۰۰ دور در دقیقه (RPM) روشن نگه دارید.



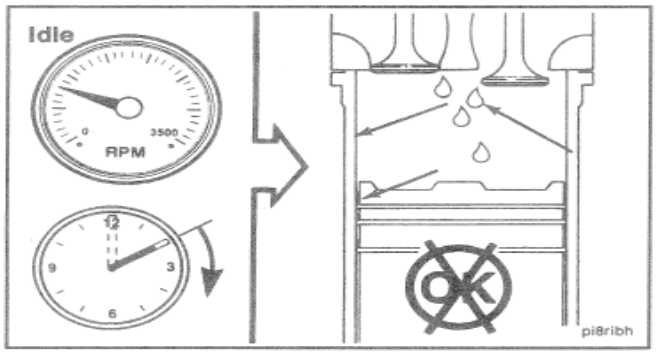
راه اندازی دیزل ژنراتور در هوای سرد:

هنگام راه‌اندازی موتور سرد، سرعت موتور را به‌تدریج افزایش دهید تا روانکاری کافی برای یاتاقان‌ها فراهم شود و فشار روغن فرصت پایدار شدن داشته باشد.

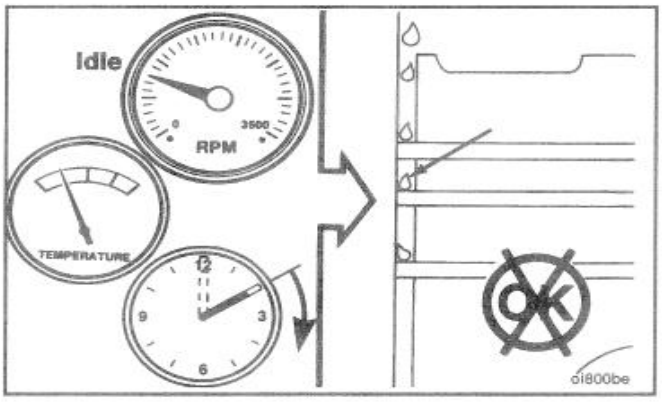
Cold Weather Starting
Page 1-4



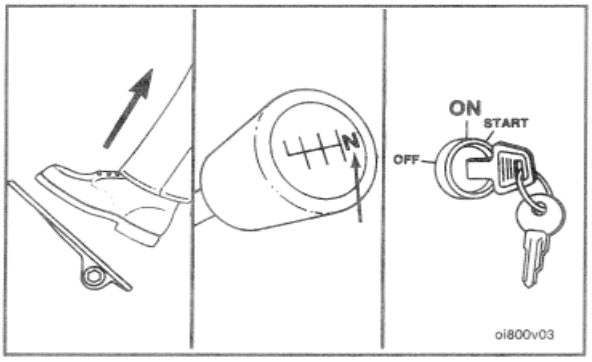
موتور را برای مدت‌های بیش از حد در حالت دور آرام نگه ندارید. دور آرام طولانی‌مدت (بیش از ۱۰ دقیقه) می‌تواند به موتور آسیب برساند، زیرا دمای محفظه احتراق آن‌قدر کاهش می‌یابد که سوخت به‌طور کامل نمی‌سوزد. این وضعیت موجب تجمع کربن، گرفتگی سوراخ‌های پاشش انژکتور و رینگ‌های پیستون شده و همچنین می‌تواند باعث چسبیدن سوپاپ‌ها شود.



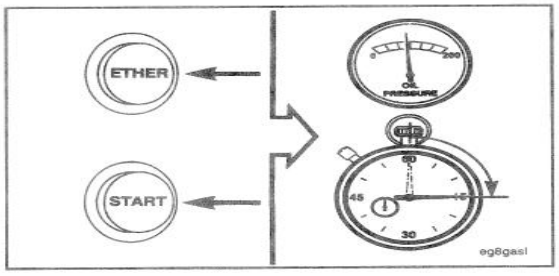
اگر دمای مایع خنک‌کننده موتور بیش از حد پایین بیاید (۶۰ درجه سانتی‌گراد / ۱۴۰ درجه فارنهایت)، سوخت خام روغن روانکار را از روی دیواره‌های سیلندر شسته و باعث رقیق شدن روغن کارتل می‌شود؛ در نتیجه، قطعات متحرک موتور روانکاری صحیح و کافی را دریافت نخواهند کرد.



راه‌اندازی در هوای سرد با استفاده از سیال راه‌انداز با تجهیزات اندازه‌گیری مکانیکی یا الکتریکی :



- دریچه گاز را در وضعیت دور آرام قرار دهید.
- واحد محرک را از درگیری خارج کنید یا در صورت وجود، گیربکس را در وضعیت خلاص قرار دهید.
- کلید مربوطه را فعال کنید تا شیر قطع‌کن پمپ سوخت باز شود
- درحین استارت زدن موتور، مقدار اندازه‌گیری شده‌ای از سیال راه‌انداز را تزریق کنید.
- فشار روغن موتور باید حداکثر ظرف ۱۵ ثانیه پس از راه‌اندازی روی نشان‌دهنده (گیج) مشاهده شود.

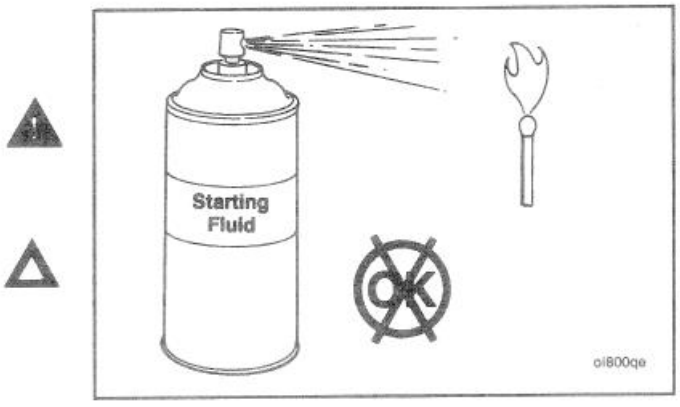


استفاده از سیال راه‌انداز بدون تجهیزات اندازه‌گیری

هشدار: از مواد فرّار راه‌اندازی سرد در عملیات معادن زیرزمینی یا تونل‌ها استفاده نکنید، زیرا خطر بالقوه انفجار وجود دارد. برای دریافت دستورالعمل‌ها با بازرس محلی اداره معادن ایالات متحده مشورت کنید.

احتیاط :هنگام راه‌اندازی موتور از مقدار بیش از حد سیال راه‌انداز استفاده نکنید. استفاده بیش از اندازه از سیال راه‌انداز باعث آسیب دیدن موتور خواهد شد.

به دلیل افزایش مخاطرات ایمنی و احتمال آسیب به موتور، شرکت Cummins Engine Company, Inc.استفاده از سیال راه‌انداز بدون تجهیزات اندازه‌گیری را توصیه نمی‌کند.



احتیاط :هنگام راه‌اندازی موتور از مقدار بیش از حد سیال راه‌انداز استفاده نکنید. استفاده بیش از اندازه از سیال راه‌انداز باعث آسیب دیدن موتور خواهد شد.به دلیل افزایش مخاطرات ایمنی و احتمال آسیب به موتور، شرکت Cummins Engine Company, Inc. استفاده از سیال راه‌انداز بدون تجهیزات اندازه‌گیری را توصیه نمی‌کند.

عملکرد موتور در هوای سرد

عملکرد رضایت‌بخش یک موتور دیزل که در شرایط دمای محیط پایین کار می‌کند، مستلزم اعمال اصلاحاتی در خود موتور، تجهیزات پیرامونی، روش‌های بهره‌برداری و دستورالعمل‌های نگهداری است. هرچه دماهای محیطی پایین‌تر باشند، میزان اصلاحات موردنیاز بیشتر خواهد بود. با این حال، حتی پس از اعمال این اصلاحات، موتور باید همچنان قادر به کار در شرایط آب‌وهوایی گرم‌تر و بدون نیاز به تغییرات اساسی باشد. اطلاعات زیر برای مالکان موتور، اپراتورها و پرسنل تعمیر و نگهداری ارائه شده است تا نحوه اعمال این اصلاحات جهت دستیابی به عملکرد رضایت‌بخش از موتورهای دیزل مشخص شود.

سه هدف اساسی باید محقق گردد:

۱. قابلیت راه‌اندازی مناسب به‌همراه گرم‌شدن عملی، مطمئن و قابل‌اعتماد موتور و تجهیزات پس از استارت.
۲. طراحی یا نصب یک مجموعه یا سیستم که تا حد امکان از تأثیرات عوامل خارجی مستقل باشد.
۳. اعمال اصلاحاتی که دماهای کاری مناسب را حفظ کنند، در حالی‌که افزایش نیاز به نگهداری تجهیزات و متعلقات به حداقل برسد.

در صورتی که دمای کاری رضایت‌بخش موتور حفظ نشود، هزینه‌های نگهداری به‌دلیل افزایش سایش موتور، افت عملکرد و تشکیل بیش از حد کربن، لاک و سایر رسوبات افزایش خواهد یافت. اتخاذ تمهیدات ویژه برای غلبه بر دماهای پایین کاملاً ضروری است؛ در حالی که تغییر به شرایط آب‌وهوایی گرم‌تر معمولاً تنها به حداقل بازبینی نیاز دارد. بیشتر تجهیزات جانبی به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که امکان جدا شدن آن‌ها وجود داشته باشد، به‌طوری‌که در زمان عدم استفاده، تأثیر ناچیزی بر عملکرد موتور داشته باشند.

کمک‌های راه‌اندازی در هوای سرد دیزل ژنراتور

دو اصطلاح رایج که در ارتباط با آماده‌سازی تجهیزات برای کار در دماهای پایین به‌کار می‌روند عبارت‌اند از :زمستانی‌سازی و مشخصات قطبی.

زمستانی‌سازی موتور و یا اجزای آن، به‌گونه‌ای که امکان راه‌اندازی و بهره‌برداری در پایین‌ترین دمای مورد انتظار فراهم شود، مستلزم موارد زیر است:

۱. استفاده از مواد و متریال مناسب.
۲. روانکاری صحیح با روغن‌های روانکار مناسب دماهای پایین . به مشخصات روغن روانکار، بخش V مراجعه شود.
۳. محافظت در برابر هوای با دمای پایین. دمای فلز تغییر نمی‌کند، اما نرخ دفع حرارت تحت تأثیر قرار می‌گیرد.
۴. استفاده از سوخت با گرید مناسب برای پایین‌ترین دمای مورد انتظار.
۵. تأمین گرمایش به‌منظور افزایش دمای بلوک موتور و اجزا تا حداقل ۳۲ °C برای راه‌اندازی در دماهای پایین‌تر.

۶. در دسترس بودن منبع مناسب گرمایش خارجی.

۷. تجهیزات الکتریکی قادر به عملکرد در پایین‌ترین دمای پیش‌بینی‌شده.

مشخصات قطبی به طراحی متریال و مشخصات اجزایی اطلاق می‌شود که برای عملکرد رضایت‌بخش موتور در دماهای بسیار پایین تا ۵۴°C ضروری هستند. برای دریافت تجهیزات ویژه موردنیاز، با شرکت Cummins Engine Company, Inc.یا سازنده تجهیزات تماس بگیرید.

برای اطلاعات تکمیلی درباره بهره‌برداری در هوای سرد، بولتن خدماتی شماره 3379009با عنوان *Engine Operation in Cold Weather* را از نزدیک‌ترین نمایندگی یا توزیع‌کننده کامینز دریافت کنید. در صورت آماده‌سازی و نگهداری صحیح، امکان بهره‌برداری از موتورهای دیزل در محیط‌های بسیار سرد وجود دارد. استفاده از روغن‌ها، سوخت‌ها و مایع خنک‌کننده مناسب با محدوده دمای هوای سردی که وسیله در آن کار می‌کند الزامی است. برای توصیه‌ها در محدوده‌های مختلف بهره‌برداری، به جدول ارائه‌شده در ادامه مراجعه کنید.

زمستانی‌سازی از ۰ تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد

- استفاده از ضدیخ اتیلن‌گلایکول برای حفاظت تا دمای ۲۹ -درجه سانتی‌گراد (۲۰- درجه فارنهایت)
- استفاده از روغن‌های چنددرجه‌ای مطابق با مشخصات API CE یا CF4
- استفاده از سوختی که نقطه کدری و نقطه ریزش آن حداقل درجه سانتی‌گراد (۱۰ درجه فارنهایت) پایین‌تر از دمای محیط کاری موتور باشد.

زمستانی‌سازی از ۲۳ -تا ۳۲- درجه سانتی‌گراد

- استفاده از مخلوط ٪۵۰ ضدیخ اتیلن‌گلایکول و ٪۵۰ آب
- استفاده از روغن‌های چنددرجه‌ای مطابق با مشخصات API CE یا CF4
- استفاده از سوختی که نقطه کدری و نقطه ریزش آن حداقل ۶ درجه سانتی‌گراد (۱۰ درجه فارنهایت) پایین‌تر از دمای محیط کاری موتور باشد

مشخصات قطبی ۳۲ - تا ۵۴- درجه سانتی‌گراد

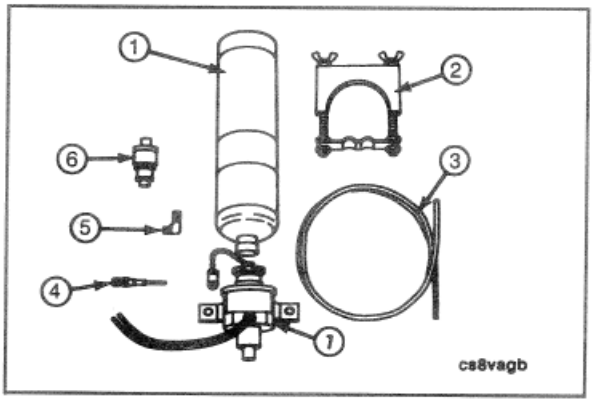
- استفاده از مخلوط ٪۶۰ ضدیخ اتیلن‌گلایکول و ٪۴۰ آب
- استفاده از روغن مخصوص شرایط قطبی مطابق با مشخصات API CE یا CF4
- استفاده از سوختی که نقطه کدری و نقطه ریزش آن حداقل ۶ درجه سانتی‌گراد (۱۰ درجه فارنهایت) پایین‌تر از دمای محیط کاری موتور باشد.

کمک‌های راه‌اندازی در هوای سرد
سیستم‌های راه‌اندازی با اتر

هشدار :سیال راه‌انداز حاوی اتر بوده و به‌شدت قابل اشتعال است. استفاده نادرست یا جابه‌جایی غیراصولی آن می‌تواند منجر به انفجار شود.
هرگز سیال راه‌انداز را در نزدیکی شعله باز استفاده یا نگهداری نکنید.
هرگز از سیال راه‌انداز همراه با پیش‌گرم‌کن، شمع گرم‌کن، شعله‌افکن یا سایر تجهیزات راه‌اندازی الکتریکی استفاده نکنید.
از استنشاق بخارات آن خودداری کنید، زیرا می‌تواند باعث آسیب جدی به سیستم تنفسی انسان شود. سوخت اتر یا سایر مواد فرّار راه‌اندازی سرد نباید در عملیات معادن زیرزمینی یا تونل‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

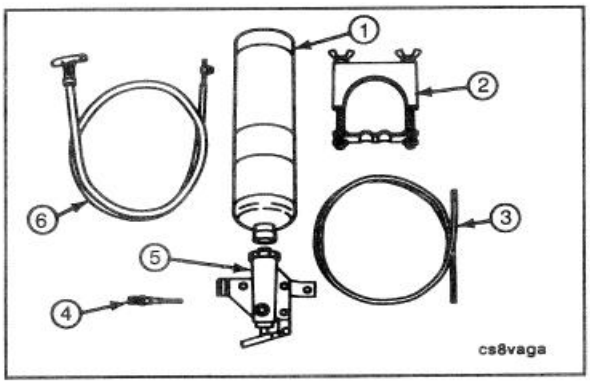
احتیاط :استفاده بیش از حد از سیال راه‌انداز باعث ایجاد فشارهای بسیار بالا و احتراق انفجاری در سیلندرهای موتور شده و در نتیجه به قطعات سیلندر و یاتاقان‌ها آسیب می‌زند. همچنین مقدار زیاد سیال راه‌انداز می‌تواند موجب آسیب ناشی از بیش‌دور شدن موتور گردد.

شیر اتر با عملکرد دستی



شیر اتر با عملکرد دستی شامل مجموعه بدنه شیر(5) ، بست (2) و لوله نایلونی (3) می‌باشد .سیلندر سوخت (1)، اتصال اتمایزر (4) و کنترل کششی (6) باید به‌صورت جداگانه سفارش داده شوند.

Cold Weather Starting Aids
Page 1-7



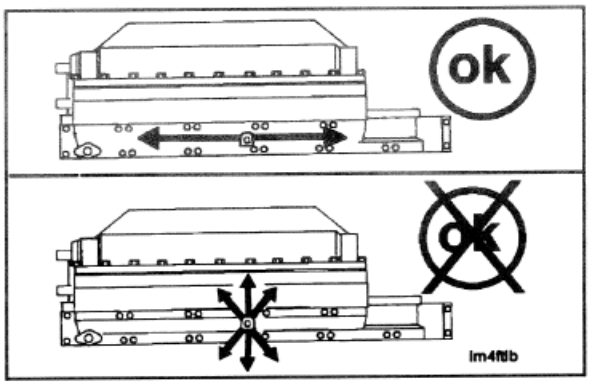
شیر اتر با عملکرد الکتریکی

شیر اتر با عملکرد الکتریکی شامل بدنه شیر(7) ، زانویی ۹۰ درجه(5) ، بست(2) ، کلید فشاری (6) و لوله نایلونی (3) می‌باشد. یک ترموستات بر روی بلوک سیلندر یا مجرای مایع خنک‌کننده نصب می‌شود و زمانی که موتور گرم است، برق ورودی به سلونوئید اتمایزر را قطع می‌کند.

برای اطلاع از مشخصات سیلندر سوخت (1) و اتصالات اتمایزر سوخت (4) به کاتالوگ قطعات مراجعه کنید. این قطعات بسته به نیاز، باید به‌صورت جداگانه سفارش داده شوند.

توصیه‌های نصب

اتصالات اتمایزر باید روی منیفولد ورودی هوای موتور نصب شوند تا توزیع یکنواخت سیال راه‌انداز به هر سیلندر تأمین گردد. سوراخ‌های اتمایزر ۱۸۰ درجه مقابل یکدیگر قرار دارند و باید به‌گونه‌ای نصب شوند که پاشش در امتداد طولی منیفولد انجام گیرد. در صورت نصب نادرست، پاشش به‌صورت عرضی در منیفولد انجام خواهد شد که توزیع صحیح را مختل می‌کند.

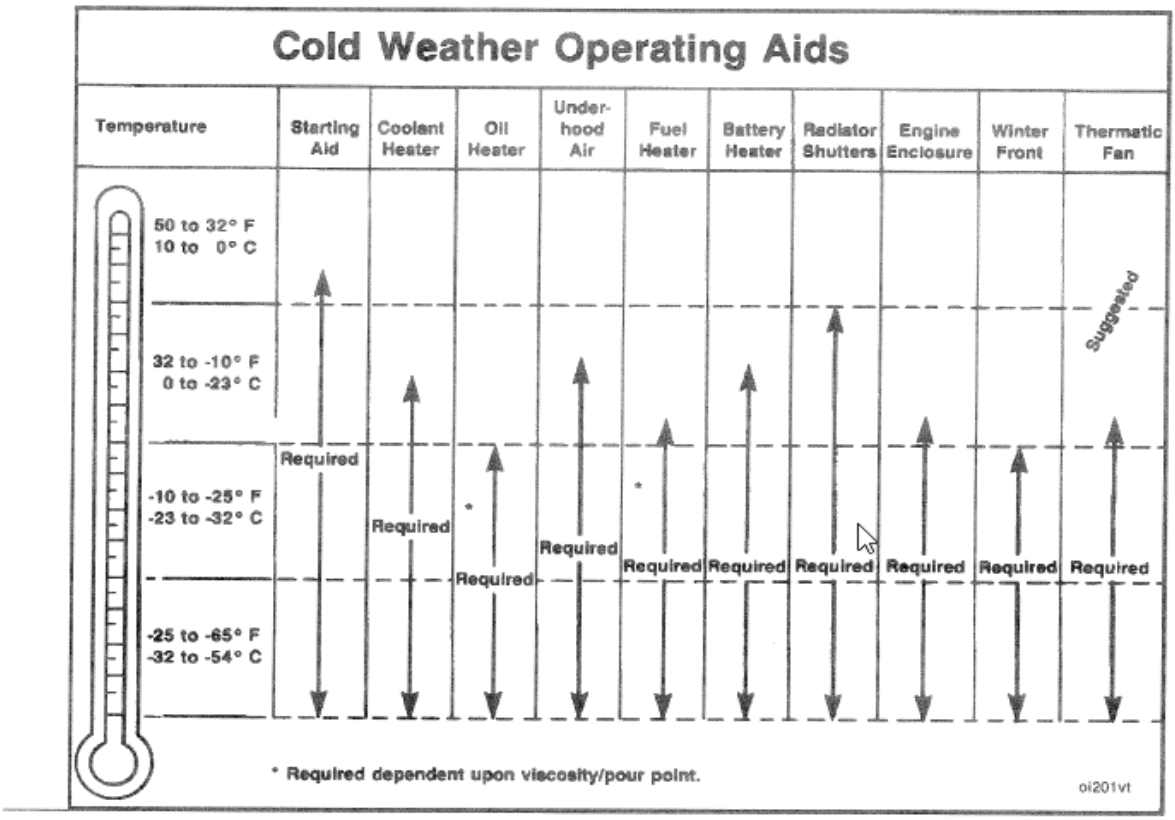


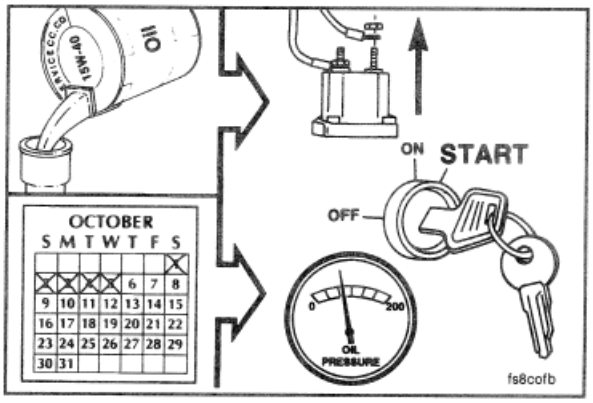
روش راه‌اندازی – پس از توقف طولانی‌مدت یا تعویض روغن

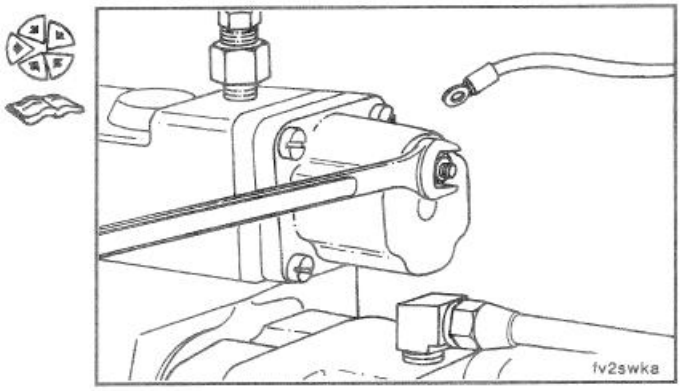
پس از هر بار تعویض روغن، یا در صورتی که موتور بیش از پنج (۵) روز خاموش بوده است، مراحل زیر را انجام دهید تا از رسیدن جریان صحیح روغن در سیستم روانکاری موتور اطمینان حاصل شود:

- سیم الکتریکی را از شیر سلونوئیدی پمپ سوخت جدا کنید.
- با استفاده از موتور استارت، میل‌لنگ را بچرخانید تا زمانی که فشار روغن روی گیج ظاهر شود یا چراغ هشدار فشار روغن خاموش گردد.
- سیم الکتریکی را به شیر سلونوئیدی پمپ سوخت متصل کنید.
- موتور را راه‌اندازی نمایید .برای این کار به روش‌های عادی راه‌اندازی در همین بخش مراجعه کنید.

کمک‌های بهره‌برداری در هوای سرد زیر برای شرایط هوای سردکه در شکل ذیل نشان داده شده است الزامی هستند.

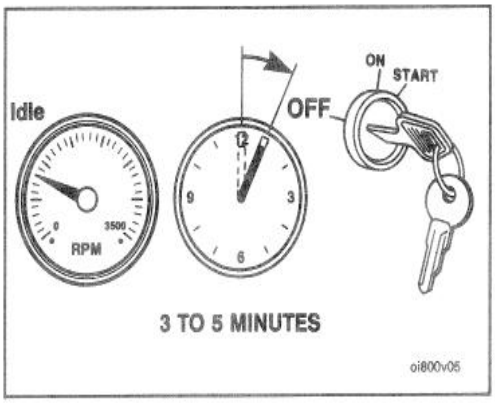

Cold Weather Operating Aids
Temperature
Starting Aid
Coolant Heater
Oil Heater
Under-hood Air
Fuel Heater
Battery Heater
Radiator Shutters
Engine Enclosure
Winter Front
Thermatic Fan
50 to 32° F
10 to 0° C
32 to -10° F
0 to -23° C
-10 to -25° F
-23 to -32° C
-25 to -65° F
-32 to -54° C
Suggested
Required
* Required dependent upon viscosity/pour point.
oi201vt


OIL
15W-40
ON
START
OFF
OCTOBER
S M T W T F S
OIL PRESSURE
fs8cofb


fv2swka

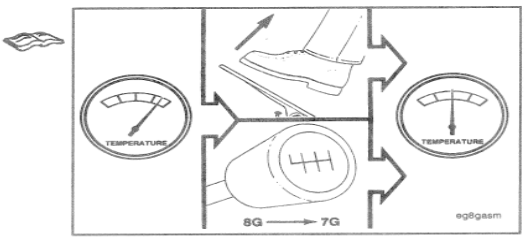
بهره‌برداری از دیزل ژنراتور

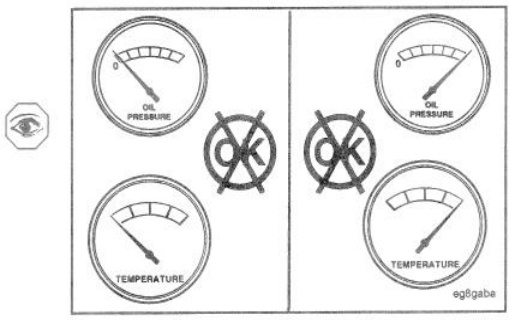
- پس از کارکرد موتور با بار کامل، پیش از خاموش کردن، اجازه دهید موتور به مدت سه (۳) تا پنج (۵) دقیقه در دور آرام کار کند .این کار موجب خنک‌کاری مناسب پیستون‌ها، بوش‌های سیلندر، یاتاقان‌ها و اجزای توربوشارژر می‌شود.



توجه :کارکرد مداوم موتور با دمای پایین مایع خنک‌کننده کمتر از ۱۴۰°C (یا دمای بالای مایع خنک‌کننده) بیش از ۲۱۲°C می‌تواند به موتور آسیب برساند.

- گیج‌های فشار روغن و دمای مایع خنک‌کننده را به‌طور منظم کنترل کنید .برای مقادیر توصیه‌شده فشار و دمای کاری، به مشخصات سیستم روغن‌کاری یا مشخصات سیستم خنک‌کاری در بخش V مراجعه نمایید. در صورتی که هر یک از مقادیر فشار یا دما با مشخصات تعیین‌شده مطابقت نداشته باشد، موتور را خاموش کنید.



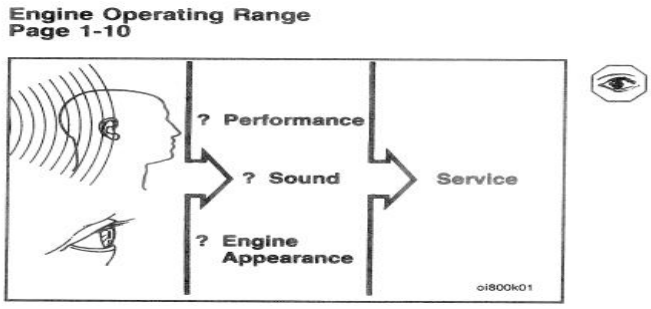


در صورت شروع وضعیت افزایش بیش از حد دمای موتور ، با کاهش فشار دریچه گاز یا تعویض دنده به دنده سبک‌تر، یا هر دو، توان خروجی موتور را کاهش دهید تا دما به محدوده عادی عملکرد بازگردد.

چنانچه دمای موتور به حالت نرمال بازنگردد، موتور را خاموش کرده و به بخش عیب‌یابی (Section T) مراجعه نمایید یا با مرکز تعمیرات مجاز کامینز تماس بگیرید.

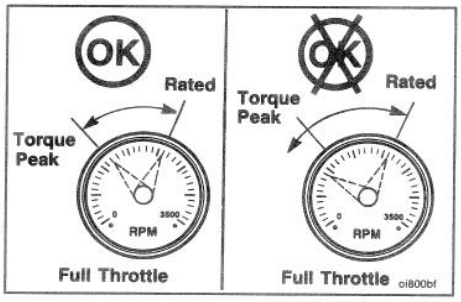
بیشتر خرابی‌ها دارای علائم هشداردهنده اولیه هستند .به تغییرات در عملکرد، صدا یا ظاهر موتور توجه کرده و به آن‌ها گوش دهید، زیرا این موارد می‌توانند نشان‌دهنده نیاز به سرویس یا تعمیر موتور باشند. برخی از تغییراتی که باید مورد توجه قرار گیرند عبارت‌اند از:

—بدسوزی موتور
—لرزش
—صداهای غیرعادی موتور
—تغییرات ناگهانی در دمای کاری یا فشار موتور
—دود بیش از حد
—کاهش توان
—افزایش مصرف روغن
—افزایش مصرف سوخت
—نشتی سوخت، روغن یا مایع خنک‌کننده

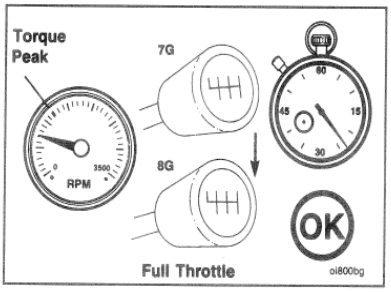


محدوده کاری موتور

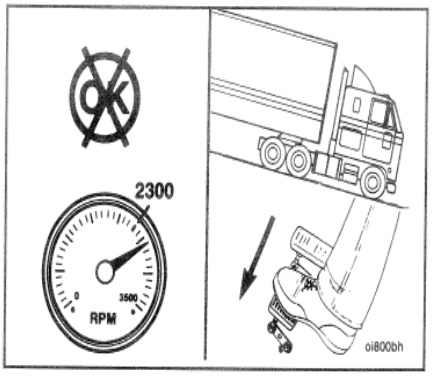
کارکرد موتور با دریچه گاز کاملاً باز در دورهای پایین‌تر از دور گشتاور بیشینه موجب کاهش عمر مفید موتور شده، می‌تواند باعث آسیب‌های جدی به موتور گردد و به‌عنوان سوءاستفاده از موتور تلقی می‌شود.موتورهای کامینز به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در شرایط گذرا بتوانند با دریچه گاز کاملاً باز تا رسیدن به دور موتور متناظر با گشتاور بیشینه به‌طور ایمن و موفق عمل کنند.



کارکرد موتور در دورهای کمتر از دور گشتاور بیشینه ممکن است هنگام تعویض دنده و به‌دلیل اختلاف ضرایب دنده‌های گیربکس رخ دهد؛ با این حال، کارکرد موتور با دریچه گاز کاملاً باز در دوری پایین‌تر از دور گشتاور بیشینه نباید بیش از ۳۰ ثانیه ادامه یابد.

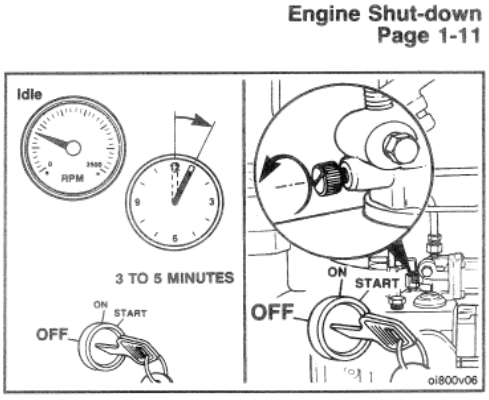


احتیاط :کارکرد موتور در دوری بالاتر از دور آرام بالا می‌تواند موجب آسیب‌های شدید به موتور شود .سرعت موتور تحت هیچ شرایطی نباید از ۲۴۰۰ دور در دقیقه (RPM) تجاوز کند .هنگام پایین آمدن از شیب‌های تند، برای کنترل سرعت خودرو و موتور از ترکیبی از دنده‌های گیربکس و سیستم ترمز خودرو استفاده نمایید.



خاموش کردن دیزل ژنراتور

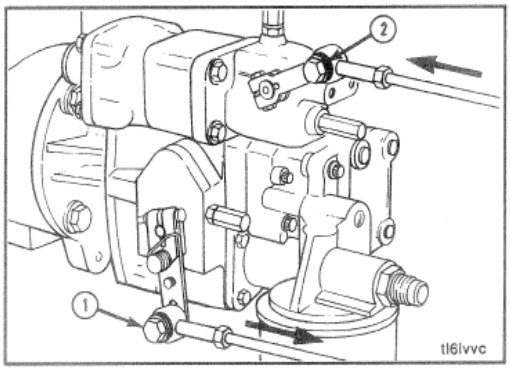
- پس از کارکرد موتور با بار کامل، پیش از خاموش کردن، اجازه دهید موتور به مدت سه (۳) تا پنج (۵) دقیقه در دور آرام کار کند .این کار باعث می‌شود موتور به‌صورت تدریجی و یکنواخت خنک شود.
- سوئیچ استارت را در وضعیت خاموش (OFF) قرار دهید .در صورتی که موتور همچنان به کار ادامه داد، پیچ دستی قطع سوخت را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا اطمینان حاصل شود شیر توسط پیچ دستی در حالت باز نگه داشته نشده است.



کاربرد توان‌گیری (PTO) با کنترل سرعت متغیر

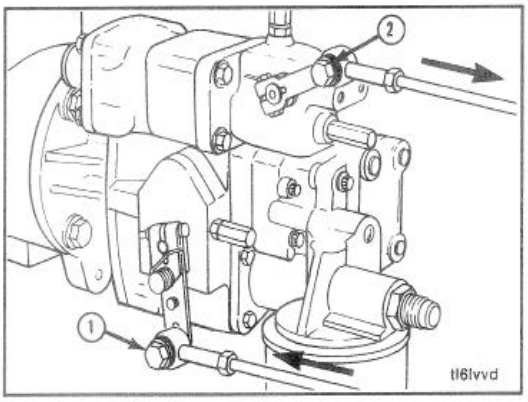
گاورنر سرعت متغیر در کاربردهای توان‌گیری برای کنترل دور موتور در مقدار RPM موردنظر استفاده می‌شود.

برای درگیر کردن گاورنر سرعت متغیر در حالی که موتور با دریچه گاز استاندارد در دور آرام کار می‌کند:



- اهرم کنترل سرعت متغیر (2) را در وضعیت دور آرام قرار دهید.
- اهرم دریچه گاز استاندارد (1) را در وضعیت کاملاً باز قفل کنید.
- اهرم کنترل سرعت متغیر (2) را تا رسیدن به سرعت موردنظر تنظیم نمایید.

برای بازگشت به عملکرد دریچه گاز استاندارد :



- اهرم دریچه گاز استاندارد (1) را به وضعیت دور آرام بازگردانید.
- اهرم کنترل سرعت متغیر (2) را در وضعیت حداکثر سرعت قفل کنید.

کنترل زمان‌بندی پله‌ای(STC) [1]

برخی از مدل‌های موتور به سیستم کنترل زمان‌بندی پله‌ای (STC) مجهز هستند که پیش‌تر با نامHVT [2] شناخته می‌شد. این سیستم به موتور اجازه می‌دهد بلافاصله پس از استارت و در شرایط بار سبک با زمان‌بندی پیش‌افتاده تزریق سوخت کار کند و در شرایط بار متوسط و سنگین به زمان‌بندی عادی بازگردد.

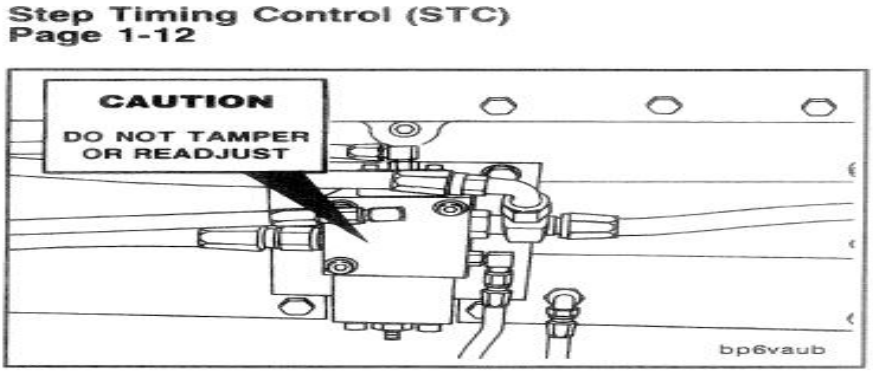
مزایا شامل موارد زیر است:

بهبود ویژگی‌های کارکرد در دور آرام در هوای سرد

کاهش دود سفید در هوای سرد

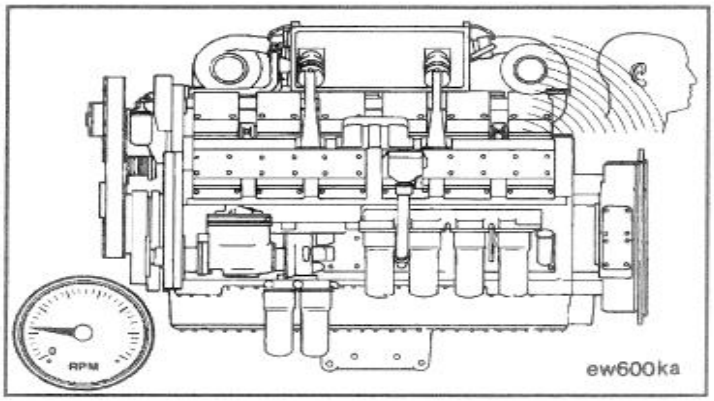
بهبود مصرف سوخت در شرایط بار سبک

از دور زدن یا هرگونه دستکاری در شیر کنترل روغن سیستم STC یا لوله‌کشی آن خودداری کنید .این کار منجر به کاهش هم‌زمان بازده مصرف سوخت و دوام موتور خواهد شد. عملکرد صحیح شیر برای حفظ فشارها و دماهای قابل‌قبول در سیلندرها و دستیابی به اقتصاد سوخت بهینه در شرایط بار سنگین ضروری است. همچنین عملکرد صحیح این سیستم برای کنترل دود سفید در دور آرام الزامی می‌باشد.

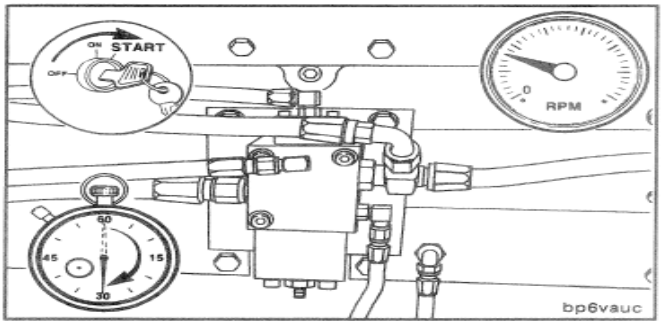


هنگام کارکرد موتور در حالت پیش‌افتاده ، ممکن است صدای تیک‌تیک خفیفی از قسمت بالای موتور شنیده شود . این صدا طبیعی بوده و ناشی از عملکرد (فعال‌شدن) تاپت‌های هیدرولیکی سیستم STC در هر چرخه تزریق سوخت می‌باشد.

1.Step Timing Control
2.Hydraulic Variable Timing



برای کنترل بهینه دود سفید در موتورهای مجهز به سیستمSTC ، در هنگام راه‌اندازی موتور تا زمانی که فشار روغن کافی فراهم نشده و تاپت‌های سیستم STC تمامی انژکتورها را به حالت زمان‌بندی پیش‌افتاده منتقل نکرده‌اند، سرعت موتور را بالاتر از دور آرام افزایش ندهید.



شیر کنترل سوخت – تک‌بانک

برخی از مدل‌های موتور به شیر کنترل سوخت تک‌بانک در دور آرام مجهز هستند. این موتورها به سیستم کنترل زمان‌بندی پله‌ای (STC) مجهز نمی‌باشند. شیر دور آرام تک‌بانک این امکان را فراهم می‌کند که موتور در زمان راه‌اندازی و کار در دور آرام تنها با بانک سمت راست سیلندرها کار کند و در شرایط بار عادی به حالت کارکرد با تمام سیلندرها بازگردد. کارکرد موتور با یک بانک سیلندر باعث می‌شود سیلندرهای فعال به دمای مناسب برای احتراق کامل برسند.

مزایا شامل موارد زیر است:

- بهبود عملکرد دور آرام در هوای سرد
- کاهش دود سفید در هوای سرد
- بهبود مصرف سوخت در دور آرام

- **دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات**

در صورتی که موتور به‌طور مداوم در دماهای محیطی کمتر از ۱۸- درجه سانتی‌گراد یا بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد کار می‌کند، انجام عملیات نگهداری باید در فواصل کوتاه‌تر صورت گیرد. همچنین در صورت کارکرد موتور در محیط‌های پرگردوغبار یا در شرایطی که توقف و راه‌اندازی‌های مکرر وجود دارد، کاهش فواصل سرویس ضروری است. برای اطلاع از فواصل پیشنهادی، با مرکز تعمیرات مجاز کامینز تماس بگیرید.

برای ثبت سوابق عملیات نگهداری انجام‌شده، از جدول ارائه‌شده در صفحه ۶-۲ به‌عنوان روشی مناسب استفاده نمایید.

ابزارهای موردنیاز

بیشتر عملیات نگهداری توضیح‌داده‌شده در این دفترچه را می‌توان با ابزارهای دستی معمولی آچارهایSAE ، بکس‌ها و پیچ‌گوشتی‌ها انجام داد.

در ادامه، فهرستی از ابزارهای سرویس ویژه که برای برخی عملیات‌های نگهداری موردنیاز هستند آورده شده است:

شماره قطعه ابزار — شرح

- 3375049 آچار فیلتر روغن
- 3376592 آچار ترک‌متر اینچ-پوند
- 3376807 آچار فیلتر آب / سوخت
- 3822524 گیج کشش تسمه نوع کلیکی
- 3822525 گیج کشش تسمه نوع کلیکی
- 3823348 / 3822648 ابزار تنظیم تاپت بالایی ویژه موتورهای مجهز بهSTC
- ST-1293 گیج کشش تسمه ، تسمه‌هایV
- ST-1274 گیج کشش تسمه

- **برنامه زمان‌بندی نگهداری دیزل ژنراتور**

Engine Maintenance Schedule

Maintenance Schedule

Equipment No. _____ Engine Serial No. _____
Mechanic _____ Hours, Calendar _____
Time Spent _____ Check Performed _____
Parts Order No. _____ Date _____

K38 and K50 Series Cummins Diesel Engines

Check each operation as performed.

Daily (Section 3)	Weekly (Section 4)	250 Hours or 6 Mos. (Section 5)	1500 Hours or 1 Year (Section 6)	6000 Hours or 2 Years (Section 7)	Other (Section 8)
	Repeat Daily Check	Repeat (Daily/Weekly)	Repeat Previous Intervals	Repeat Previous Intervals	
☐ Check operator's report ☐ Check engine: • Oil Level • Coolant level (If make-up coolant is required, DCA4 concentration must be checked.) ☐ Visually check engine for damage, leaks, loose or frayed belts and listen for unusual noises ☐ Drain water/sediment from fuel tanks and fuel filters ☐ Check/Clean air cleaner precleaner and dust pan ☐ Clean raw water strainer ☐ Check Engine Monitor System	☐ Check air cleaner: • Check piping, hoses, and clamps • Check restriction indicator • Replace air cleaner element as required ☐ Drain air tanks	☐ *Change engine oil ☐ Change filters • Oil full flow • Oil by-pass • Fuel filter • Water filter • Air compressor air cleaner element ☐ Check/Clean • Crankcase breather tube/hose • Air compressor air filter ☐ Check belt ☐ Check belt tension ☐ Check Cooling System Additives ☐ Check all belts ☐ Check cooling fan condition	☐ Steam clean engine ☐ **Adjust valves and injectors ☐ Adjust Fan Idler Pulley Tensioner ☐ Check engine protection system ☐ Grease • Fan idler pivot arm • Front engine support ☐ Check/replace hoses as required ☐ Check cold start aids (seasonal) ☐ Check batteries ☐ Tighten mounting bolts ☐ Inspect crankshaft end clearance ☐ Check heat exchanger zinc plugs annually or as required (marine only) ☐ Clean/replace Crankcase breather element	☐ Clean and calibrate injectors and fuel pump ☐ Inspect the following assemblies: • Turbocharger • Vibration damper • Water pump ☐ Clean and flush cooling system ☐ Calibrate engine protection system ☐ Rebuild • Fan hub • Fan idler pulley • Air compressor	☐ + Alternator ☐ + Generator ☐ + Starter ☐ + Air compressor (Non-Cummins) ☐ + Electrical connections ☐ + Batteries ☐ + Fan Shaft Bearings ☐ + Clutch or Marine Gear ☐ + Freon compressor ☐ + Hydraulic governor + On these components follow the manufacturer's recommended maintenance procedure

Note: Under circumstances where hours of operation are not accumulated at a fast rate, use calendar time. In other words, use hours, or calendar time, whichever comes first.

***Cummins Engine Company, Inc., recommends the use of dry type air cleaners.**

یادداشت مهم

در شرایطی که ساعات کارکرد به‌سرعت افزایش نمی‌یابد، زمان تقویمی ملاک انجام سرویس است.
به‌عبارت دیگر، هرکدام زودتر فرا برسد (ساعت کارکرد یا زمان تقویمی)، همان مبنای سرویس خواهد بود.

برای روش جایگزین تعیین فواصل ایمن تخلیه روغن، به بخش V مراجعه نمایید.

شرکت Cummins دریافته است که در اغلب کاربردها، موتورها پس از انجام تنظیم اولیه سوپاپ‌ها و مجموعه انژکتورها در ۱۵۰۰ ساعت کارکرد، دچار سایش قابل‌توجه در مجموعه سوپاپ/انژکتور نخواهند شد . پس از انجام این تنظیم اولیه، توصیه می‌شود که تنظیم مجدد سوپاپ‌ها و انژکتورها تا زمان کالیبراسیون بعدی انژکتورها در فاصله ۶۰۰۰ ساعت کارکرد یا ۲ سال (هرکدام زودتر فرا برسد) انجام شود. با توجه به اینکه قطعات مجموعه انژکتور معمولاً هنگام تعویض انژکتورها

بین سیلندرها جابه‌جا می‌شوند، توصیه می‌شود که ۱۵۰۰ ساعت پس از هر بار تعویض کامل انژکتورها، تنظیم سوپاپ‌ها و انژکتورها مجدداً انجام گیرد.

برنامه نگهداری موتور

به‌منظور سهولت استفاده، در فهرست زیر دستورالعمل‌های مشخص برای انجام بازرسی‌ها و عملیات نگهداری ذکرشده در برنامه نگهداری موتور می‌باشند.

روزانه

پیش‌تمیز کننده فیلتر هوا و سینی گردوغبار –بازرسی / تمیزکاری

- سطح مایع خنک‌کننده –کنترل
- سیستم پایش موتور – کنترل
- گزارش عملکرد موتور
- جداکننده آب از سوخت
- سطح روغن موتور –کنترل
- صافی آب خام – تمیزکاری
- صدای غیرعادی موتور –بررسی

هفتگی

- المنت فیلتر هوا –تعویض
- شلنگ‌ها، لوله‌ها و بست‌های ورودی هوا –بازرسی
- تخلیه مخازن هوا
- نشانگرهای محدودیت ورودی هوا –مکانیکی / خلأ

هر ۲۵۰ ساعت یا ۶ ماه ۵

- المنت فیلتر هوای کمپرسور هوا –تعویض
- کشش تسمه –کنترل
- تسمه‌ها –بازرسی
- المنت کاغذی بندیکس–وستینگهاوس –تعویض
- المنت اسفنجی بندیکس–وستینگهاوس –تعویض
- فیلتر مایع خنک‌کننده –تعویض
- فن خنک‌کننده –بازرسی
- لوله/شلنگ تهویه کارتر – بازرسی / تمیزکاری

- ویژه موتورهای دو سیلندر کامینز – تعویض
- افزودنی‌های سیستم خنک‌کاری –کنترل
- فیلتر سوخت –تعویض
- روغن موتور و فیلتر روغن روانکاری –تعویض

هر ۱۵۰۰ ساعت یا ۱ سال

- باتری‌ها –کنترل
- سیستم‌های کمکی استارت سرد –بازرسی
- لقی انتهای میل‌لنگ –بازرسی
- پیچ‌های نصب موتور –کنترل
- سیستم حفاظت موتور –اطلاعات عمومی
- بازوی محور هرزگرد فن
- تنظیم کشش پولی هرزگرد فن
- پایه جلویی موتور
- پلاگ‌های روی-فداشونده مبدل حرارتی (ویژه کاربرد دریایی) –بازرسی
- شلنگ‌ها –بازرسی / تعویض
- شست‌وشوی موتور با بخار
- سوپاپ‌ها و انژکتورها –تنظیم / کنترل

هر ۶۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر دو سال

- کمپرسور هوا —بازرسی
- سیستم خنک‌کاری —شست‌وشوی کامل سیستم و تعویض ضدیخ
- سیستم حفاظت موتور —کالیبراسیون (تنظیم و صحت‌سنجی)
- توپی فن— بازرسی
- مجموعه پولی هرزگرد فن —بازسازی / تعمیر اساسی / تعویض
- پمپ سوخت —تمیزکاری / نصب / جداسازی / کالیبراسیون
- انژکتورها —تمیزکاری / کالیبراسیون / بازرسی / نصب / جداسازی
- ترموستات‌ها و آب‌بندها (سیل‌ها) —تعویض
- حرکت دریچه گاز / سیلندر هوای دریچه گاز —بازرسی

- توربوشارژر —بازرسی
- دمپر ارتعاشی— بازرسی
- پمپ آب —بازرسی

سایر موارد

قطعات یا تجهیزات غیرتولیدی شرکت کامینز

- کمپرسور هوا (غیرکامینز)
- آلترناتور
- باتری‌ها
- کلاچ و گیربکس دریایی
- اتصالات الکتریکی
- یاتاقان‌های شفت فن
- کمپرسور فریون (سیستم تبرید)
- ژنراتور
- گاورنر هیدرولیکی
- استارتر (راه‌انداز)

یادداشت

دستورالعمل‌های نگهداری توصیه‌شده توسط سازنده قطعه باید برای این اجزا رعایت شود.

سوابق نگهداری

عنوان (فارسی)	عنوان (انگلیسی)	محل ثبت اطلاعات
شماره سریال موتور	Engine Serial No.	
مدل موتور	Engine Model	
نام مالک	Owner’s Name	
نام / شماره تجهیز	Equipment Name / Number	

Date	Km [Miles], Hours or Time Interval	Actual Km [Miles] or Hours	Maintenance Check Performed	Check Performed By	Comments

- دستورالعمل‌های نگهداری روزانه

نگهداری پیشگیرانه با آگاهی روزمره از وضعیت موتور و سیستم‌های آن آغاز می‌شود. پیش از راه‌اندازی موتور، سطح روغن و مایع خنک‌کننده را بررسی نمایید. موارد زیر را کنترل کنید:

- وجود هرگونه نشتی
- شل‌شدگی یا آسیب‌دیدگی قطعات
- سایش یا خرابی تسمه‌ها
- هرگونه تغییر غیرعادی در ظاهر موتور

گزارش عملکرد موتور

برای دستیابی به حداکثر رضایت از عملکرد موتور، لازم است موتور همواره در بهترین وضعیت مکانیکی نگهداری شود.
واحد نگهداری و تعمیرات نیازمند دریافت گزارش روزانه عملکرد موتور از اپراتور می‌باشد تا بتواند:

- تنظیمات لازم را در زمان مناسب انجام دهد.
- بر اساس گزارش‌ها، تمهیدات لازم برای انجام تعمیرات و نگهداری گسترده‌تر را در صورت نیاز فراهم نماید.

مقایسه و تفسیر صحیح گزارش روزانه، همراه با اقدامات اصلاحی عملی، موجب حذف بخش عمده‌ای از خرابی‌ها و تعمیرات اضطراری خواهد شد.

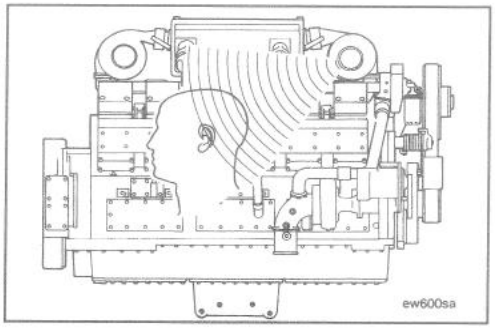
در صورت مشاهده هر یک از شرایط زیر، موضوع را به واحد نگهداری و تعمیرات گزارش نمایید:

- پایین بودن فشار روغن روانکار
- کاهش توان موتور
- دمای غیرعادی آب یا روغن
- صدای غیرمعمول موتور
- دود بیش از حد
- مصرف غیرعادی مایع خنک‌کننده، سوخت یا روغن روانکار
- هرگونه نشتی سوخت، مایع خنک‌کننده یا روغن روانکار

صدای غیرعادی موتور

بازرسی / کنترل

در جریان بازرسی‌های روزانه نگهداری، به هرگونه صدای غیرعادی موتور گوش دهید؛ این صداها می‌توانند نشان‌دهنده نیاز موتور به سرویس یا تعمیر باشند.

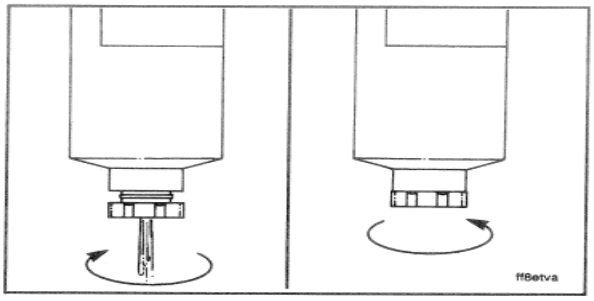


جداکننده سوخت . آب

در صورتی که موتور به جداکننده سوخت آب مجهز باشد، روزانه آب و رسوبات موجود در جداکننده را تخلیه نمایید.

- موتور را خاموش کنید.
- با دست، شیر تخلیه را باز کنید.
- شیر را حدود ۱/۵ تا ۲ دور در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (پادساعتگرد) بچرخانید تا تخلیه آغاز شود.
- آب و رسوبات موجود در محفظه پایینی فیلتر را تخلیه کنید تا زمانی که سوخت شفاف و بدون آب مشاهده شود.

⚠هشدار:
از سفت‌کردن بیش از حد شیر خودداری نمایید.
سفت‌کردن بیش از حد می‌تواند موجب آسیب به رزوه‌ها شود.

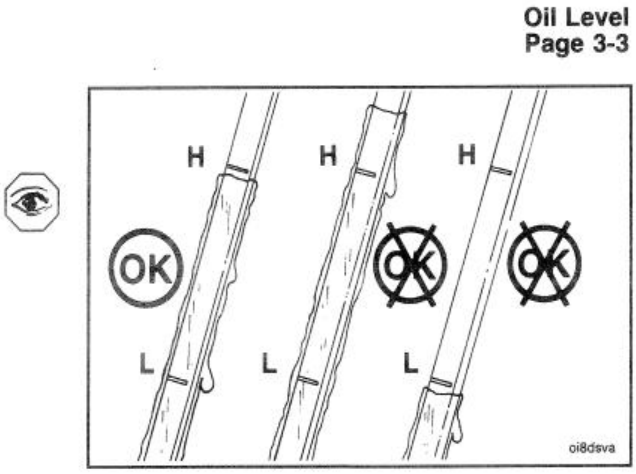


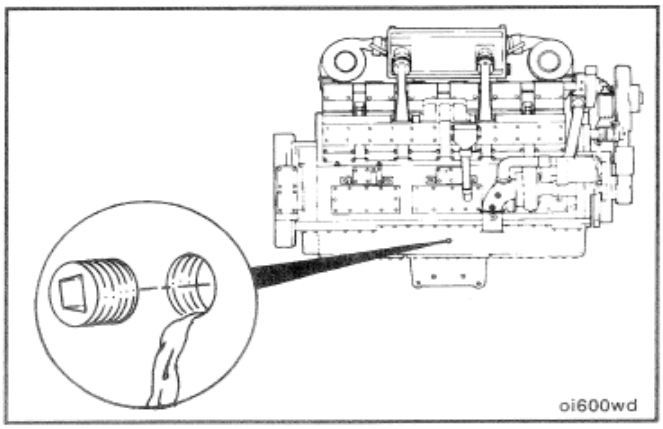
- برای بستن شیر تخلیه، آن را حدود ۱/۵ تا ۲ دور در جهت عقربه‌های ساعت (ساعتگرد) بچرخانید.

سطح روغن

بازرسی

- سطح روغن را به‌صورت روزانه بررسی کنید.
- هرگز موتور را در حالتی که سطح روغن پایین‌تر از علامت L یا بالاتر از علامت H باشد، راه‌اندازی یا بهره‌برداری نکنید.
- پس از خاموش کردن موتور، حداقل ۵ دقیقه صبر کنید و سپس سطح روغن را بررسی نمایید. این زمان به روغن اجازه می‌دهد تا به کارتل بازگردد.
- هنگام بررسی سطح روغن، وسیله/موتور باید روی سطح کاملاً تراز قرار داشته باشد تا از صحت اندازه‌گیری اطمینان حاصل شود.





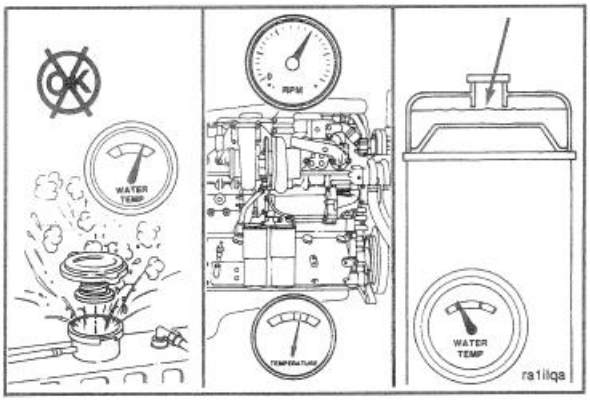
در صورت پر شدن روغن تا سطح بالای مجاز، روغن دقیقاً شروع به جریان یافتن از درپوش لوله‌ای واقع در نزدیکی مرکز آداپتور کارتل روغن خواهد کرد.

سطح مایع خنک‌کننده یا کنترل

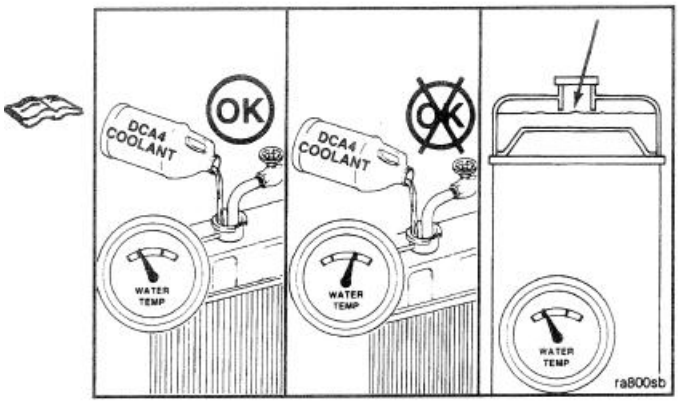
هشدار:
هرگز درپوش رادیاتور را در زمانی که موتور داغ است باز نکنید. پیش از باز کردن درپوش فشار، صبر کنید تا دما به کمتر از (120°F) 50°C برسد. عدم رعایت این دستور می‌تواند باعث آسیب‌دیدگی افراد در اثر پاشش مایع خنک‌کننده داغ یا بخار شود. برای کاهش فشار سیستم خنک‌کاری، درپوش رادیاتور را به‌آرامی باز کنید.

هرگز از افزودنی‌های آب‌بندی برای متوقف کردن نشتی‌ها در سیستم خنک‌کاری استفاده نکنید. این مواد می‌توانند باعث گرفتگی سیستم خنک‌کاری و کاهش یا اختلال در جریان مایع خنک‌کننده شوند.

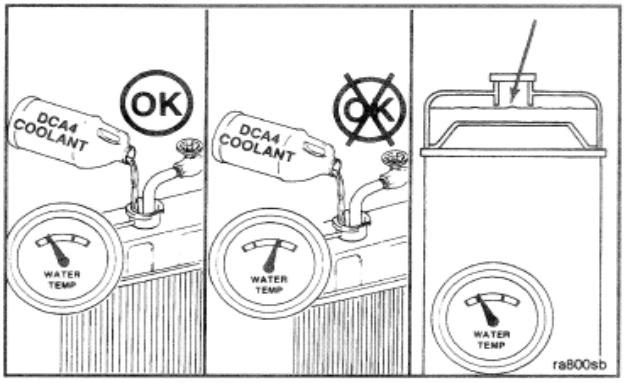
سطح مایع خنک‌کننده باید به‌صورت روزانه بررسی شود.



شرکت Cummins Engine Co., Inc. استفاده از آب و DCA را بدون وجود ضدیخ توصیه نمی‌کند . برای آگاهی از مشخصات و الزامات مربوط به ضدیخ، آب و DCA ، به بخش V تحت عنوان
Coolant Recommendations / Specifications
(توصیه‌ها و مشخصات مایع خنک‌کننده) مراجعه کنید.



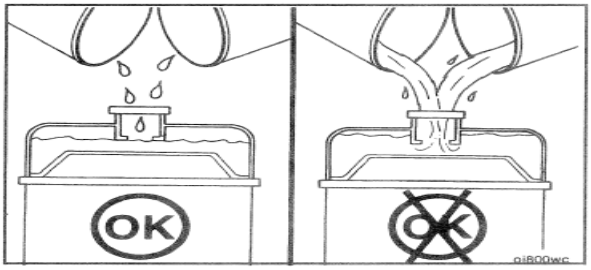
هشدار:
از افزودن مایع خنک‌کننده سرد به موتور داغ خودداری کنید. این کار می‌تواند باعث آسیب دیدن قطعات ریختگی موتور شود.
قبل از افزودن مایع خنک‌کننده، اجازه دهید دمای موتور به کمتر از ۱۲۰°C کاهش یابد.



پر کردن سیستم خنک‌کاری

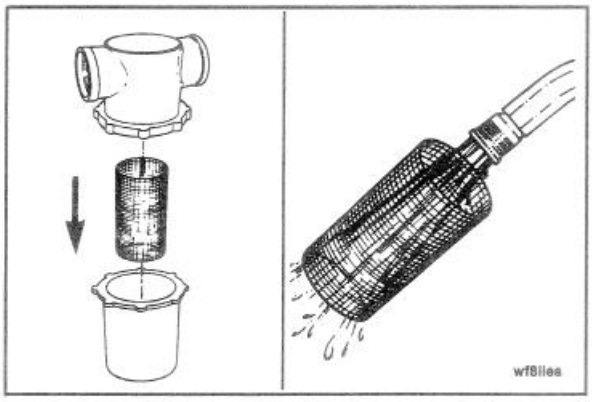
سیستم خنک‌کننده را با مایع خنک‌کننده تا پایین‌ترین لبه دهانه پرکن در رادیاتور یا مخزن انبساط پر کنید.

نکته:
برخی رادیاتورها دارای دو دهانه پرکن هستند که در این صورت، هنگام تخلیه سیستم خنک‌کاری، هر دو دهانه باید پر شوند.



هشدار:
هر زمان که مقدار قابل‌توجهی مایع خنک‌کننده به سیستم اضافه می‌شود، غلظت افزودنی خنک‌کننده دیزل (DCA) باید حتماً کنترل شود . در صورت پایین بودن غلظتDCA ، آسیب به موتور اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

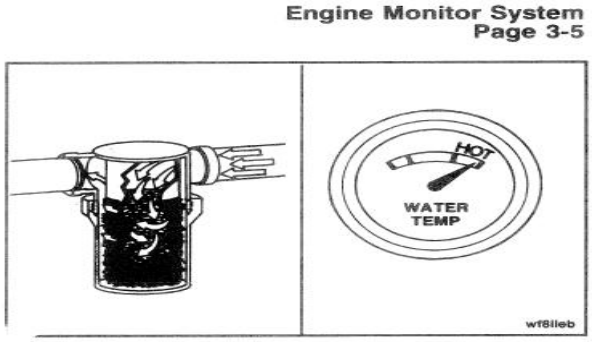
پیش‌تمیزکننده فیلتر هوا و سینی گردوغبار



بازرسی / تمیزکاری

در شرایط بسیار آلوده و پرگردوغبار می‌توان از پیش‌تمیزکننده هوا استفاده کرد.
بسته به شرایط کاری، مخزن پیش‌تمیزکننده و سینی گردوغبار فیلتر هوای خشک را روزانه یا در صورت نیاز با فواصل کوتاه‌تر تمیز نمایید.

صافی آب خام



تمیزکاری

این تصویر، یک صافی آب خام معمولی را نشان می‌دهد.
بسته به شرایط محیطی و کاری، صافی آب خام را روزانه یا در صورت نیاز تمیز کنید.
برخی واحدها می‌توانند تا حداکثر ۶ ماه بدون تمیزکاری کار کنند، اما بیش از این مدت مجاز نیست و باید صافی تمیز شود.

هشدار:
محدود شدن جریان یا گرفتگی صافی باعث می‌شود دمای مایع خنک‌کننده موتور و روغن گیربکس دریایی از حد نرمال بالاتر رفته یا موتور دچار افزایش دما شود.

سیستم پایش موتور

سیستم پایش موتور را به‌صورت روزانه بررسی کنید.
برای آزمون عملکرد، دکمه تست را فشار دهید. طبق توصیه‌های سازنده عمل کنید تا از عملکرد صحیح سیستم اطمینان حاصل شود.

- <u>روش‌های نگهداری هفتگی</u>

برنامه نگهداری موتور و بازه‌های سرویس برای

- ۸ هر ساعت یا روزانه
  - بررسی سطح روغن موتور
  - بررسی سطح مایع خنک‌کننده
  - بازرسی نشتی‌های روغن، سوخت و مایع خنک‌کننده
  - بررسی نشانگر محدودیت فیلتر هوای ورودی
  - بررسی وضعیت تسمه‌ها
  - بررسی کلی موتور از نظر صداها و ارتعاشات غیرعادی
- هر ۱۰۰ ساعت
  - تمیزکاری المنت فیلتر هوای اولیه
  - بررسی شلنگ‌ها و بست‌های سیستم هوا
  - بازرسی سیستم اگزوز
  - بررسی اتصالات الکتریکی
- هر ۲۵۰ ساعت
  - تعویض روغن موتور
  - تعویض فیلتر روغن
  - بررسی و تنظیم کشش تسمه‌ها
  - بررسی سیستم سوخت
  - بررسی عملکرد ترموستات
- هر ۵۰۰ ساعت
  - تعویض فیلتر سوخت
  - تعویض فیلتر ثانویه هوا (در صورت وجود)
  - بررسی لقی سوپاپ‌ها (در صورت نیاز)
  - بررسی توربوشارژر
  - بررسی وضعیت باتری و اتصالات
- هر ۱۰۰۰ ساعت
  - تعویض مایع خنک‌کننده (در صورت لزوم یا طبق شرایط کاری)

- شست‌وشوی سیستم خنک‌کاری
- بازرسی کامل سیستم هوا، سوخت و اگزوز
- بررسی و تست انژکتورها

یادداشت‌ها:

- کلیه عملیات سرویس باید مطابق دستورالعمل‌های فنی ذکرشده در بخش‌های مربوطه این راهنما انجام شود.
- فواصل نگهداری ممکن است بسته به شرایط کاری، محیطی، کیفیت سوخت و روغن تغییر یابد.
- انجام بازرسی‌های روزانه علاوه بر فواصل ذکرشده الزامی است.

اطلاعات عمومی

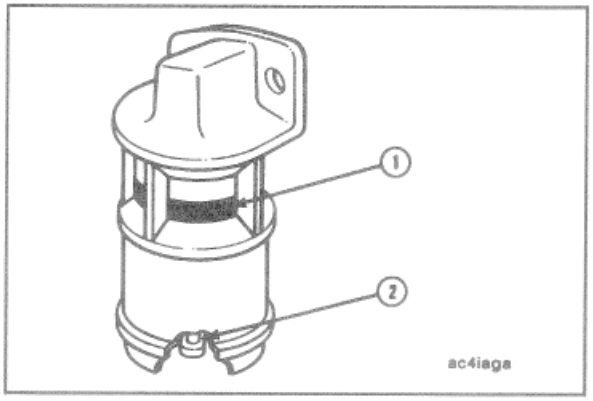
کلیه بازرسی‌ها و کنترل‌هایی که در بازه نگهداری روزانه ذکر شده‌اند، علاوه بر موارد مشخص‌شده در این بازه نگهداری، باید در این زمان نیز به‌طور کامل انجام شوند.

نشانگرهای محدودیت هوای ورودی

نشانگر مکانیکی

یک نشانگر مکانیکی محدودیت برای نمایش افزایش بیش از حد افت فشار / محدودیت جریان هوا در عبور از فیلتر هوای خشک در دسترس است. این ابزار می‌تواند روی خروجی فیلتر هوا یا روی صفحه آمپر و نشان‌دهنده‌های وسیله نقلیه نصب شود. با افزایش آلودگی المنت فیلتر، پرچم قرمز (1) در پنجره مدرج به‌تدریج بالا می‌آید. پس از تمیزکاری یا تعویض المنت فیلتر، نشانگر را با فشردن دکمه ریست (2) به حالت اولیه بازگردانید. نشانگرهای محدودیت یا خلأ باید تا حد امکان نزدیک به ورودی هوای توربوشارژر نصب شوند تا نمایش واقعی و دقیق میزان محدودیت هوا حاصل شود.

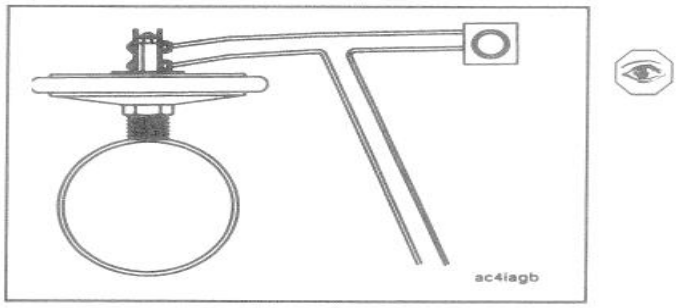
یادداشت:
هرگز واشر نمدی را از داخل نشانگر خارج نکنید. این واشر نمدی رطوبت را جذب می‌کند.



نشانگر خلأ (وکیوم)

کلیدهای خلأ زمانی که محدودیت جریان هوا بیش از حد مجاز شود، یک چراغ هشدار را روی صفحه آمپر فعال می‌کنند.

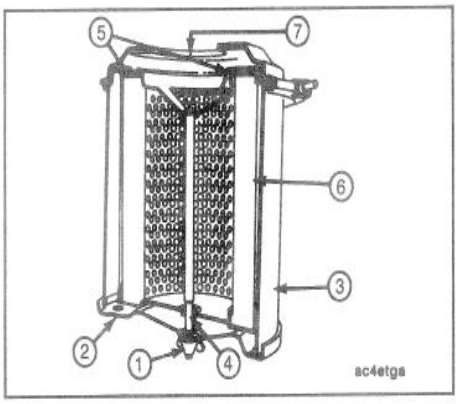
میزان محدودیت هوای ورودی در موتورهای توربوشارژ در شرایط حداکثر توان نباید از ۶۳۵ میلی‌متر ستون آب (۲۵ اینچ آب) یا ۴۶ میلی‌متر ستون جیوه (۱٫۸ اینچ جیوه) تجاوز کند.



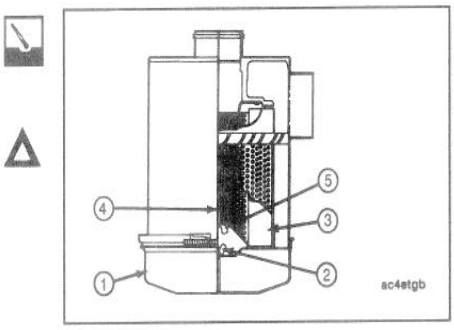
المنت فیلتر هوا – تعویض

یادداشت:
تصاویر ارائه‌شده در این بخش، قطعات متداول فیلتر هوای خشک را نشان می‌دهند. قطعات مربوط به هر موتور ممکن است متفاوت باشند. در صورتی که محدودیت هوای ورودی یا میزان خلأ در شرایط حداکثر توان بیش از ۲۵ اینچ ستون آب باشد، المنت فیلتر باید تعویض شود. تعویض بی‌مورد فیلترها یا آسیب‌زدن به آب‌بندی (سیل) سیستم هوای ورودی باعث ورود بیش از حد آلودگی به موتور شده و باید از آن اجتناب شود.

یادداشت:
شرکت Cummins Engine Co., Inc. تمیزکاری المنت‌های کاغذی فیلتر هوا را توصیه نمی‌کند.
المنت‌هایی که تمیز شده‌اند، دچار گرفتگی شده و جریان هوای ورودی به موتور محدود خواهد شد.



هشدار:
وجود سوراخ‌ها، شل شدن آب‌بندی انتهایی، فرورفتگی سطوح آب‌بندی و سایر انواع آسیب‌ها، باعث غیرقابل‌استفاده شدن المنت فیلتر شده و تعویض فوری المنت را الزامی می‌سازد.



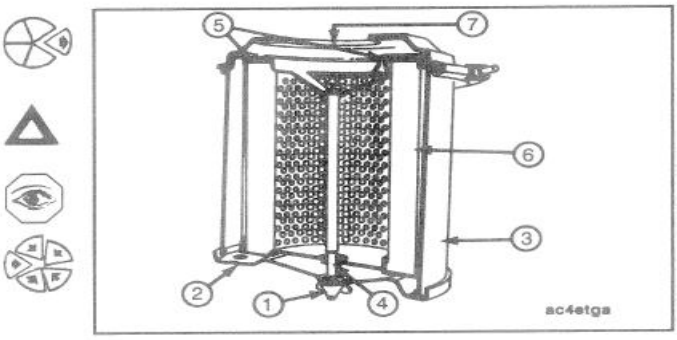
مهره پروانه‌ای (1)را که درپوش پایینی (2) را به بدنه فیلتر (3) محکم می‌کند، باز کنید. درپوش را خارج نمایید.

المنت (6)را از پیچ/پیچ‌مرکزی (4) به سمت پایین بیرون بکشید.

هشدار:
هنگام خارج کردن درپوش و المنت از بدنه، آن‌ها را به‌صورت مستقیم و بدون انحراف بیرون بکشید تا از آسیب‌دیدن المنت جلوگیری شود.

واشر (گسکت) (5) را از انتهای خروجی (7) بدنه خارج کنید. گسکت را بازرسی نمایید و در صورت نیاز آن را تعویض کنید. سپس درپوش پایینی را مجدداً به بدنه فیلتر نصب نمایید.

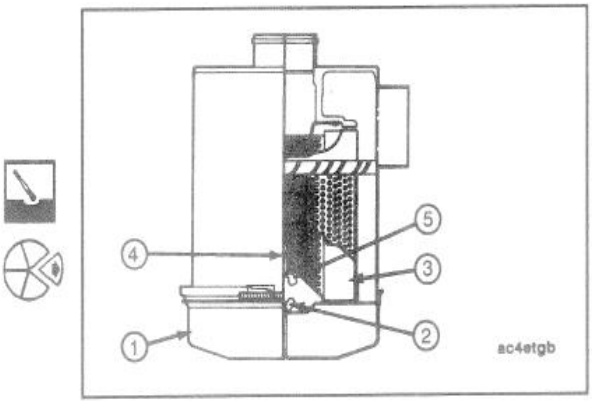
المنت خشک سنگین تکی– تعویض



فیلترهای هوای سنگین ، تمیزکاری گریز از مرکز را با فیلتراسیون المنتی ترکیب می‌کنند، پیش از آنکه هوا وارد موتور شود.

پیش از باز کردن قطعات، گرد و آلودگی را از روی درپوش و بخش بالایی فیلتر هوا پاک کنید.

پیچ پروانه‌ای را شل کرده و بست نواری که سینی گردوغبار (1) را مهار می‌کند، باز نموده و سینی را خارج کنید.



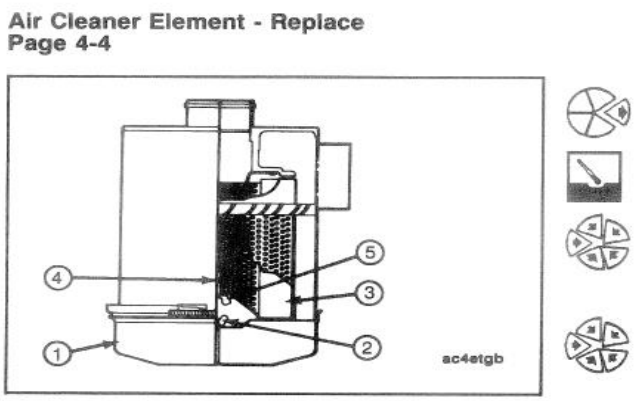
مهره پروانه‌ای (2)را شل کنید .محافظ گردوغبار (3) را از سینی گردوغبار (1) جدا کنید. سینی و محافظ گردوغبار را تمیز نمایید.

مهره پروانه‌ای (5)را که المنت اولیه فیلتر هوا را در بدنه فیلتر هوا محکم می‌کند، باز کنید .واشر آب‌بندی لاستیکی زیر مهره پروانه‌ای (4)را بازرسی نمایید .المنت کثیف فیلتر را خارج کنید.

المنت اولیه جدید را نصب نمایید.

پیش از سفت کردن، اطمینان حاصل کنید که واشر آب‌بندی لاستیکی در محل صحیح زیر مهره پروانه‌ای قرار گرفته باشد.

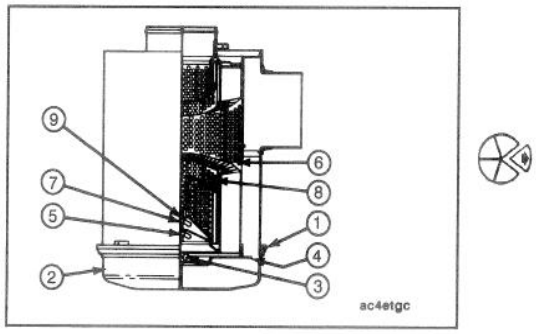
محافظ گردوغبار و سینی گردوغبار را مجدداً مونتاژ کنید.
آن‌ها را در محل خود روی بدنه فیلتر هوا قرار داده و با بست نواری محکم نمایید.



المنت خشک سنگین دوگانه – تعویض

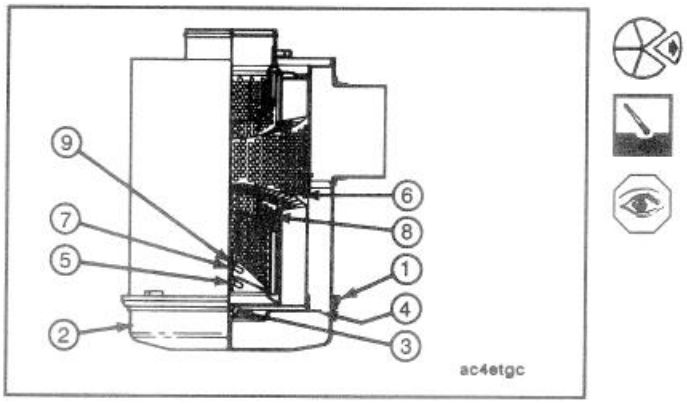
فیلترهای هوای سنگین ، تمیزکاری گریز از مرکز را با فیلتراسیون المنتی ترکیب می‌کنند، پیش از آنکه هوا وارد موتور شود. پیش از باز کردن قطعات، گردوغبار و آلودگی را از روی درپوش و بخش بالایی فیلتر هوا پاک کنید.

مهره پروانه‌ای (3) را شل کرده و بست نواری (1) را که سینی گردوغبار (2) را مهار می‌کند، باز نمایید.



مهره پروانه‌ای (3)را شل کنید .محافظ گردوغبار (4) را از سینی گردوغبار (2) جدا نمایید. سینی و محافظ گردوغبار را تمیز کنید.

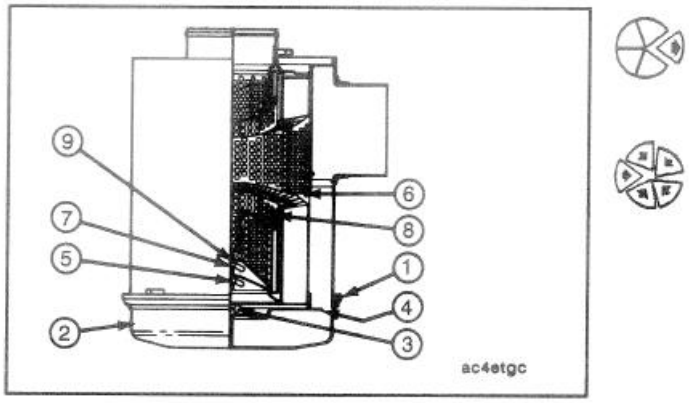
مهره پروانه‌ای (5)را که المنت اولیه فیلتر هوا (6) را در بدنه فیلتر هوا محکم می‌کند، باز کنید .واشر آب‌بندی لاستیکی روی مهره پروانه‌ای را بازرسی نمایید.



المنت اولیه کثیف فیلتر (6) را خارج کنید. در صورتی که المنت ایمنی داخلی (8) بر اساس محدودیت بالای هوای ورودی نیاز به تعویض دارد، مهره پروانه‌ای (7) را باز کرده و المنت ایمنی داخلی را تعویض نمایید.

المنت ایمنی داخلی (8) را نصب کرده و با مهره پروانه‌ای (7) محکم کنید .آب‌بندی‌ها (سیل‌ها) را کنترل نمایید.

سینی گردوغبار (2) و بست نواری (1) را نصب کنید. موتور را در دور و توان نامی به کار انداخته و میزان محدودیت هوای ورودی را ثبت نمایید.

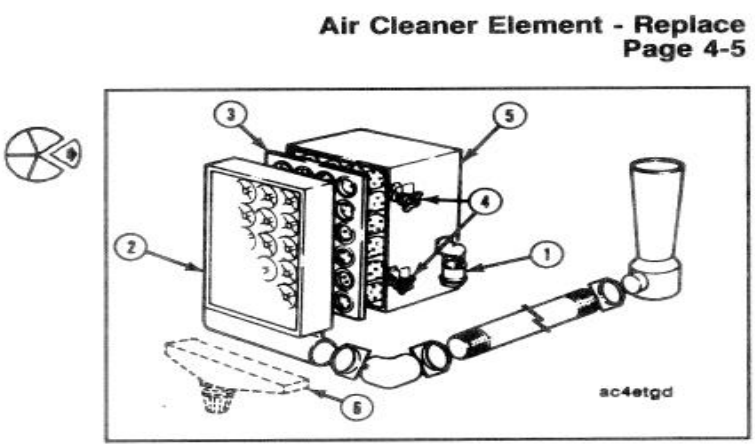


المنت نوع کارتریجی – تمیزکاری

مهره‌های پروانه‌ای (4)روی بدنه فیلتر هوا (5) را شل کنید تا پنل پیش‌تمیزکننده داخل سینی گردوغبار (6) خارج شود.
برای خارج کردن پنل پیش‌تمیزکننده (2) که به اگزوز آسپیراتور مجهز است، بست پیچ-U شکل متصل‌کننده پیش‌تمیزکننده به لوله آسپیراتور را شل نمایید.

کارتریج پامیک کثیف (3) را با قرار دادن انگشتان در دهانه کارتریج خارج کنید (چهار گوشه کارتریج را به‌صورت جداگانه شل کرده و سپس آن را کاملاً مستقیم بیرون بکشید.

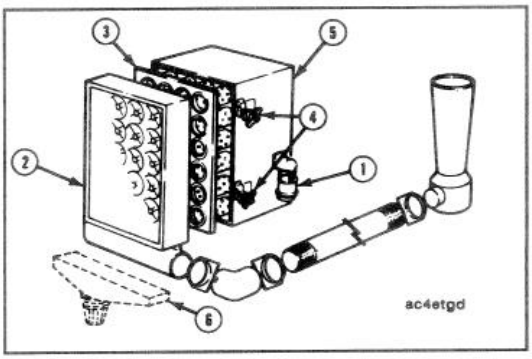
در مورد کارتریج‌های بزرگ‌تر، ممکن است لازم باشد آب‌بندی (سیل) در امتداد لبه‌های کارتریج شکسته شود. پس از شکستن آب‌بندی، کارتریج را به‌صورت مستقیم و کمی به سمت بالا بیرون بکشید تا کارتریج از فریم آب‌بندی و لبه‌های بدنه فیلتر هوا عبور کرده و خارج شود.



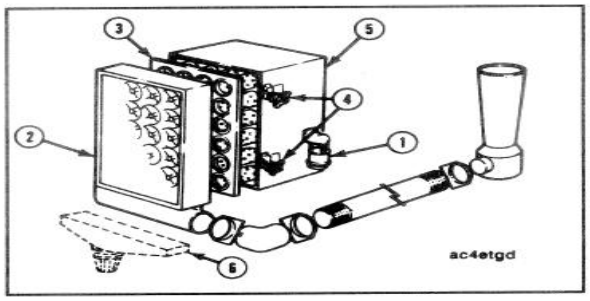
تمیزکاری و بازرسی

دهانه‌های پیش‌تمیزکننده (2) را از هرگونه دوده، لایه روغن و سایر اجسامی که ممکن است در دهانه‌ها گیر کنند، کاملاً تمیز کنید. هرگونه گردوغبار یا آلودگی را از بخش پایینی پیش‌تمیزکننده و لوله آسپیراتور خارج نمایید. داخل بدنه فیلتر هوا را از نظر وجود اجسام خارجی بازرسی کنید.

کارتریج کثیف را از نظر وجود دوده یا روغن بررسی نمایید. در صورت وجود دوده در داخل لوله‌های Pamick ، سیستم اگزوز موتور را از نظر نشتی، بازگشت گازهای اگزوز به ورودی هوا و همچنین ورود گازهای اگزوز از سایر تجهیزات بررسی کنید. اگر کارتریج حالت روغنی دارد، وجود بخارات روغن خروجی از تهویه کارتر را کنترل نمایید.
بخار روغن بیش از حد باعث کاهش عمر هر نوع کارتریج خشک می‌شود. عیب‌یابی صحیح در این مرحله می‌تواند به‌طور قابل توجهی عمر کارتریج جدید را افزایش دهد.

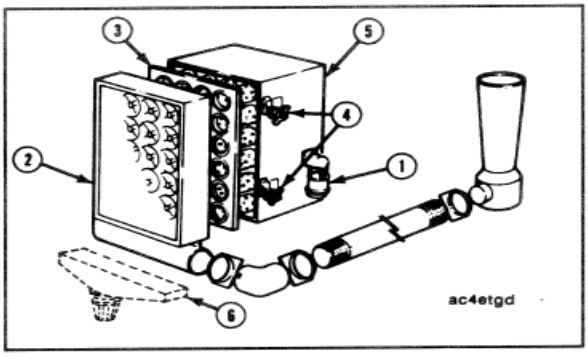


تمیزکاری و استفاده مجدد از کارتریج توصیه نمی‌شود .در صورت بازگرداندن به سرویس، عمر مفید کارتریج تمیزشده تنها کسری از عمر سرویس اولیه خواهد بود. بست‌ها و شلنگ‌ها یا لوله‌های انعطاف‌پذیر را بازرسی کنید تا اطمینان حاصل شود که تمام اتصالات سیستم هوا در فیلترهای مجهز به آسپیراتور اگزوز، کاملاً آب‌بندی و بدون نشتی هستند.



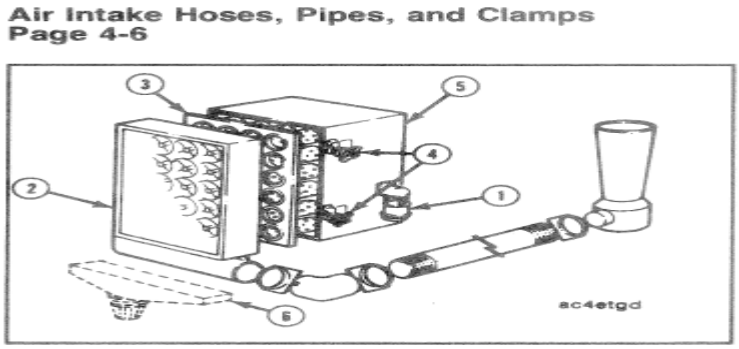
سینی گردوغبار پیش‌تمیزکننده (6) از نوع خودتمیزشونده است .

مونتاژ



پیش از نصب، کارتریج فیلتر جدید را از نظر آسیب‌دیدگی ناشی از حمل‌ونقل بازرسی کنید.

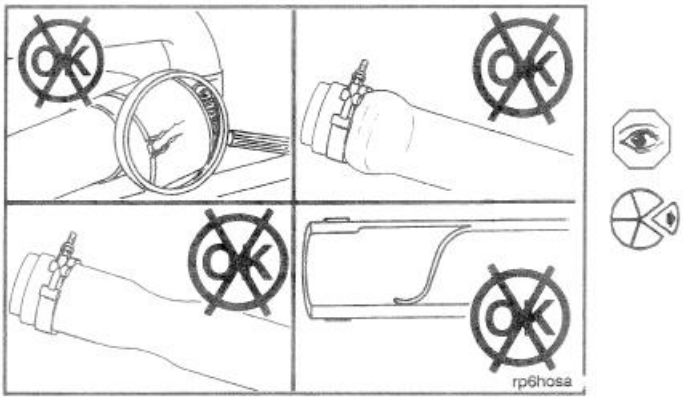
برای نصب کارتریج جدید، کارتریج (3) را به همان روشی که هنگام خارج کردن از بدنه گرفته می‌شد در دست بگیرید.
کارتریج تمیز را داخل بدنه فیلتر قرار دهید و از برخورد لوله‌های کارتریج با فلنج آب‌بندی در لبه‌های بدنه فیلتر هوا جلوگیری نمایید.

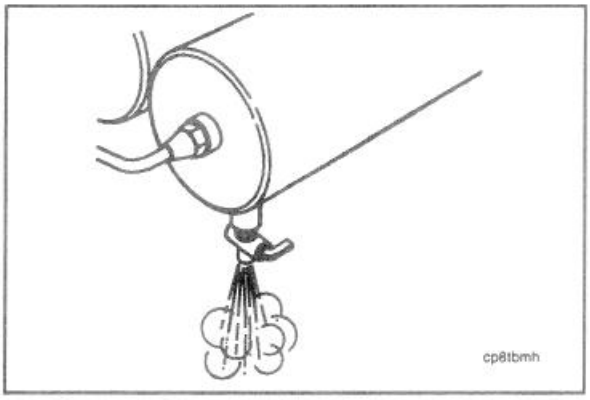


از آنجا که فیلتر هوا به گسکت یا آب‌بندی جداگانه‌ای مجهز نیست، هنگام قرار دادن کارتریج باید دقت شود تا استقرار صحیح آن در داخل بدنه فیلتر هوا تضمین گردد. با استفاده از انگشتان، لبه‌ها و گوشه‌های کارتریج را محکم فشار دهید تا آب‌بندی کامل هوا در برابر فلنج آب‌بندی بدنه ایجاد شود. برای آب‌بندی، نباید به مرکز کارتریج ضربه زده شود یا از فشار مستقیم در مرکز استفاده گردد. پنل پیش‌تمیزکننده (2) را در جای خود قرار داده و مهره‌های پروانه‌ای (4) را با دست سفت کنید. برای سفت‌کاری نهایی، مهره‌های پروانه‌ای را ۱ تا ۱٫۵ دور با آچار قابل تنظیم کوچک بچرخانید. از سفت کردن بیش از حد خودداری کنید. در فیلترهای مجهز به آسپیراتور اگزوز، لوله آسپیراتور را به پنل پیش‌تمیزکننده متصل کرده و پیچ U را سفت نمایید. باید دقت شود که سطح جلویی فیلتر هوا بدون مانع و باز باقی بماند.

شلنگ‌ها، لوله‌ها و بست‌های ورودی هوا

بازرسی لوله‌کشی ورودی هوا را از نظر شلنگ‌های ترک‌خورده، بست‌های شل یا سوراخ‌شدگی‌هایی که می‌توانند به موتور آسیب برسانند، بازرسی کنید. در صورت لزوم، قطعات را سفت یا تعویض نمایید تا اطمینان حاصل شود که سیستم هوای ورودی دچار نشتی نیست. لوله‌های سیستم ورودی هوا را در زیر بست‌ها و شلنگ‌ها از نظر خوردگی بررسی کنید. خوردگی می‌تواند باعث ورود مواد خورنده و آلودگی به سیستم ورودی هوا شود. در صورت نیاز، قطعات را باز کرده و تمیزکاری نمایید. تمام شلنگ‌های سیستم ورودی هوا باید به‌صورت دوبل بست شوند یا از بست‌های نوع پیچ T استفاده گردد.





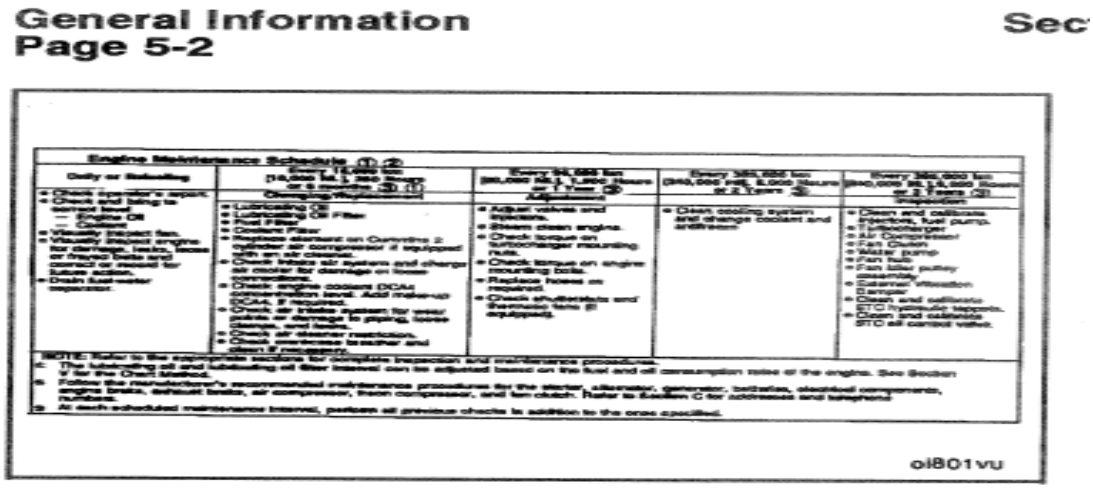
مخازن هوا

رطوبت موجود در مخزن ترِ سیستم هوا را به‌صورت هفتگی تخلیه نمایید.

بخش ۵ – روش‌های نگهداری هر ۲۵۰ ساعت کار یا هر ۶ ماه

اطلاعات عمومی

کلیه کنترل‌ها و بازرسی‌هایی که در بازه‌های نگهداری قبلی ذکر شده‌اند، علاوه بر موارد مشخص‌شده در این بازه نگهداری، باید در این زمان نیز به‌طور کامل انجام شوند.

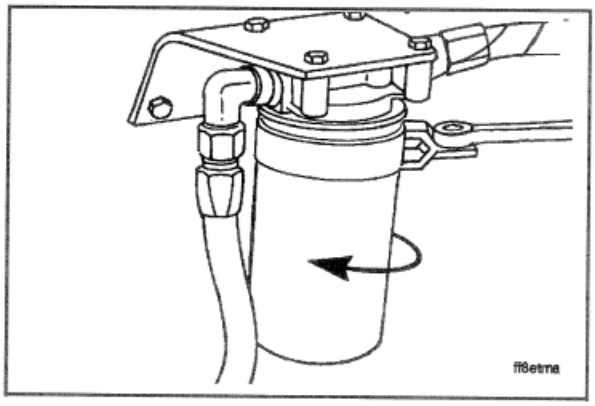


فیلتر(های) سوخت

تعویض

هر ۲۵۰ ساعت کار یا هر ۶ ماه، اطراف هد فیلتر سوخت را تمیز کرده و فیلتر(های) سوخت را تعویض نمایید.

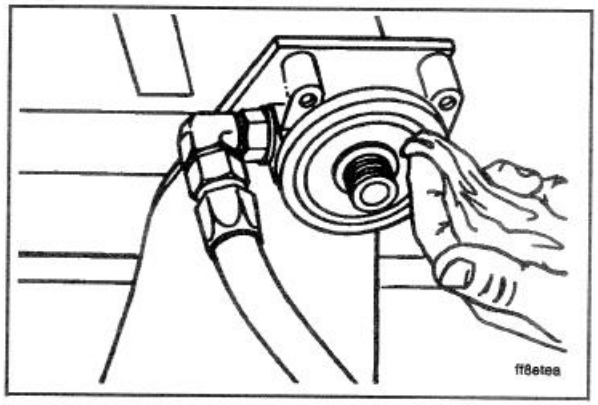
یادداشت:
تصاویر ارائه‌شده در این بخش، قطعات متداول را نشان می‌دهند. قطعات نصب‌شده روی موتور شما ممکن است کمی متفاوت باشند، اما دستورالعمل‌ها در هر صورت قابل اجرا هستند.



برای باز کردن فیلتر سوخت، از آچار فیلتر با شماره قطعه ۳۳۷۵۰۴۹ استفاده نمایید.

از دستمال تمیز و بدون پرز استفاده کرده و سطح گسکتِ هد فیلتر را کاملاً تمیز نمایید.

برای موتور خود فیلترهای صحیح و مورد تأیید را به‌کار ببرید.

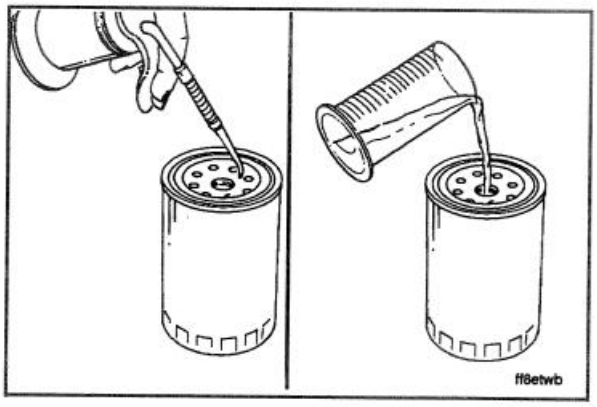


فیلتر سوخت:

- Cummins شماره قطعه 3315844 بدون شیر تخلیه
- Cummins شماره قطعه 3315847 با شیر تخلیه
- ®Fleetguard شماره قطعه FF105D با شیر تخلیه
- ®Fleetguard شماره قطعه FF105 بدون شیر تخلیه

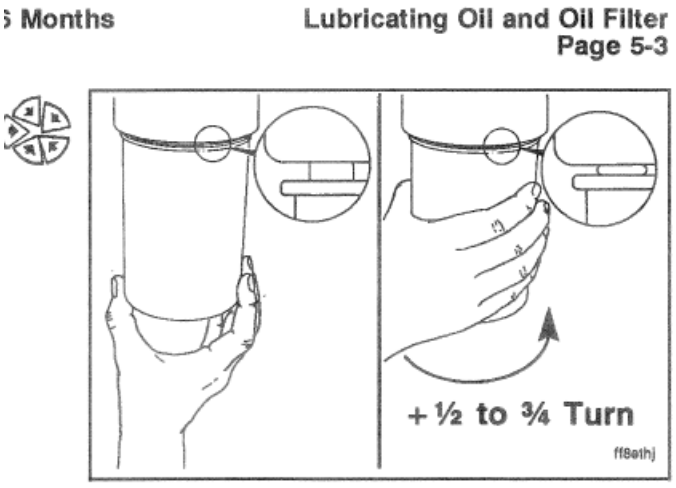
یک لایه نازک از روغن موتور تمیز روی سطح گسکت فیلتر اعمال نمایید.

فیلتر را با سوخت تمیز پر کنید.



فیلتر را روی هد فیلتر نصب کنید و آن را سفت نمایید تا گسکت با سطح هد فیلتر تماس پیدا کند.

سپس فیلتر را مطابق دستورالعمل‌های سازنده فیلتر سفت نمایید.

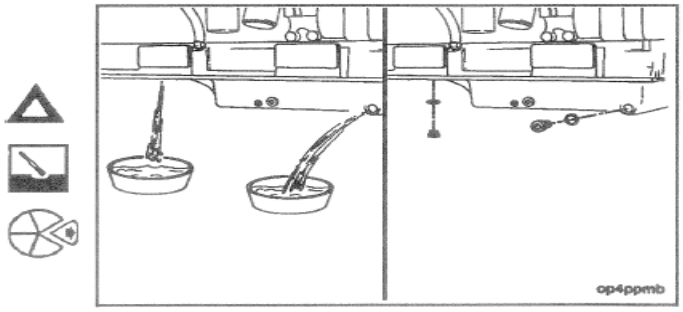


روغن روانکار و فیلتر روغن

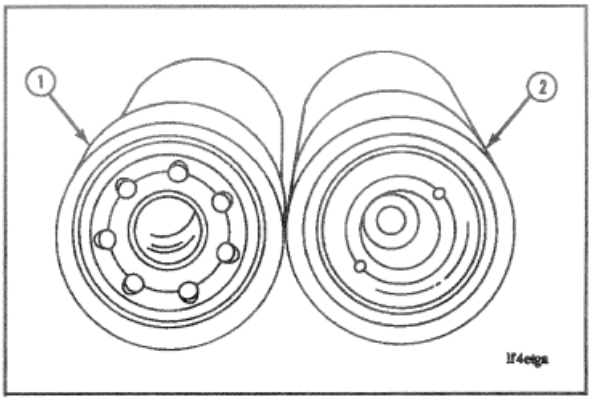
تعویض / جایگزینی

هشدار:
از تماس مستقیم روغن داغ با پوست خودداری کنید. روغن داغ می‌تواند موجب آسیب‌دیدگی و صدمات بدنی شود.

در هر بازه تعویض روغن، روغن روانکار و فیلترهای روغن را تعویض نمایید.



موتور را راه‌اندازی کنید تا دمای آب خنک‌کننده به ۶۰ درجه سانتی‌گراد (۱۴۰ درجه فارنهایت) برسد. موتور را خاموش کنید .پیچ تخلیه روغن را باز نمایید و روغن را بلافاصله تخلیه کنید تا اطمینان حاصل شود که تمام روغن و آلاینده‌های معلق از موتور خارج شده‌اند.

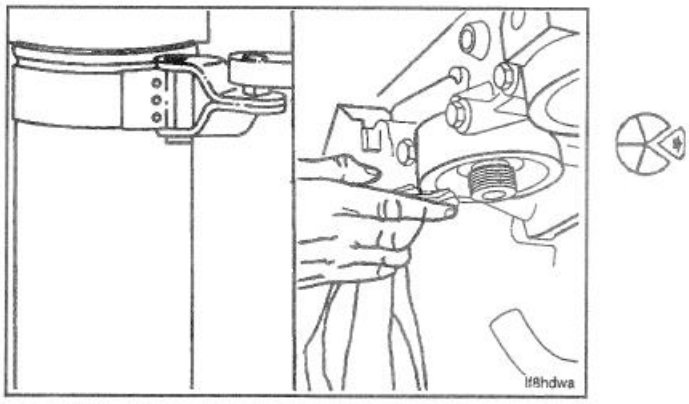


ظاهر خارجی فیلتر جریان کامل (1) و فیلتر بای‌پس (2) یکسان است. تصویر همراه، تفاوت بین این دو فیلتر را مشخص می‌کند.

یادداشت:
فیلتر جریان کامل دارای رزوه ۱-۲/۱ اینچ – ۱۶ دنده است.
فیلتر بای‌پس دارای رزوه ۳-۸/۱ اینچ – ۱۶ دنده می‌باشد.

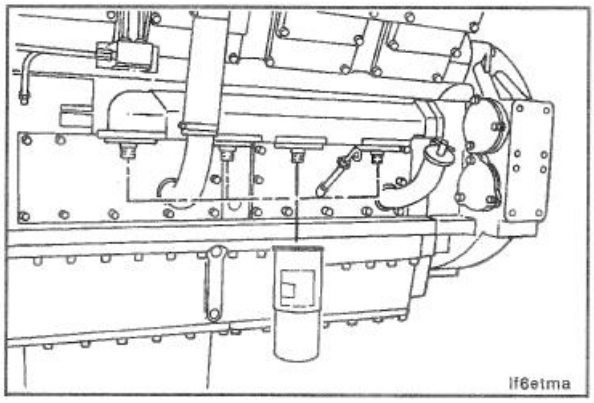
تصاویر زیر فیلتر روغن جریان کامل را نشان می‌دهند. هنگام تعویض فیلترهای روغن بای‌پس نیز از همین روش استفاده کنید. اطراف هد فیلتر روغن روانکار را تمیز نمایید .سطح گسکتِ هد فیلتر را کاملاً پاک کنید.

Lubricating Oil and Oil Filter Section 5 -
Page 5-4



یادداشت:
ممکن است اورینگ به هد فیلتر بچسبد. اطمینان حاصل کنید که اورینگ قبلی کاملاً جدا شده باشد.با استفاده از لوله‌بر یا اره آهن‌بُر، تمام محیط قسمت بالایی فیلتر جریان کامل را برش دهید .المنت کاغذی چین‌دار را از نظر وجود براده یا ذرات فلزی بازرسی کنید. وجود ذرات فلزی در فیلتر می‌تواند نشان‌دهنده خرابی قریب‌الوقوع موتور باشد. در صورت مشاهده براده فلزی، علت آن را شناسایی کرده و تعمیرات لازم را انجام دهید. برای باز کردن فیلترهای روغن جریان کامل، از آچار

فیلتر روغن با شماره قطعه ۳۳۷۵۰۴۹ یا معادل آن استفاده نمایید. در صورتی که فیلترها برای آنالیز خرابی مورد نیاز نیستند، آن‌ها را دور بیندازید. برای موتور خود فیلتر روغن صحیح و مناسب را استفاده نمایید.



فیلتر جریان کامل

K38 *تعداد موردنیاز: ۴ عدد*

- Cummins شماره قطعه 3313279
- ®Fleetguard شماره قطعه LF-670

K50 *تعداد موردنیاز: ۵ عدد*

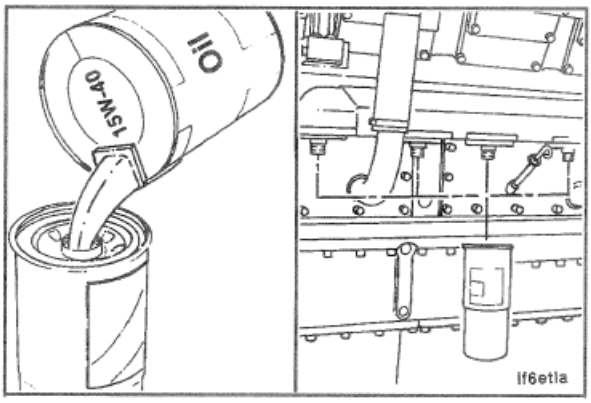
- Cummins شماره قطعه 3313287
- ®Fleetguard شماره قطعه LF-3325

فیلتر بای‌پس

K38 و K50 *تعداد موردنیاز: ۲ عدد*

- Cummins شماره قطعه 3313283
- ®Fleetguard شماره قطعه LF-777

- هشدار:
فیلترهای روغن را با روغن روانکار تمیز پر کنید .کمبود روانکاری در مدت زمانی که فیلترها هنوز از روغن پر نشده‌اند، برای موتور مضر است.
- پیش از نصب فیلترهای جدید، یک لایه نازک از روغن روانکار روی سطح آب‌بندی گسکت اعمال نمایید.



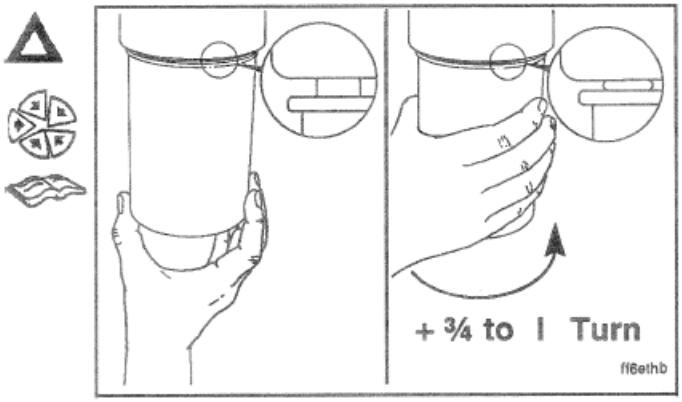
هشدار:
سفت کردن بیش از حد به‌صورت مکانیکی می‌تواند باعث تغییر شکل رزوه‌ها یا آسیب‌دیدگی آب‌بندی المنت فیلتر شود.

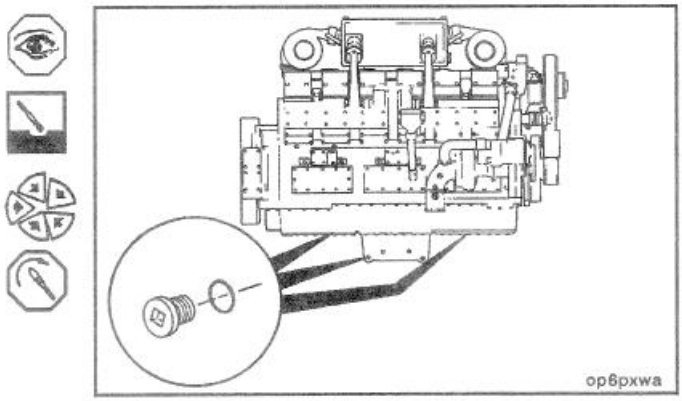
فیلتر را مطابق مشخصات و دستورالعمل‌های سازنده فیلتر نصب نمایید. دستورالعمل‌های سفت‌کاری معمولاً روی بدنه خارجی فیلتر درج شده‌اند.

رزوه‌های پیچ تخلیه روغن و سطح آب‌بندی را بازرسی و تمیز کنید.

پیچ تخلیه روغن را نصب کرده و سفت نمایید.

مقدار گشتاور : ۱۰۰ نیوتن‌متر یا ۷۵ فوت-پوند



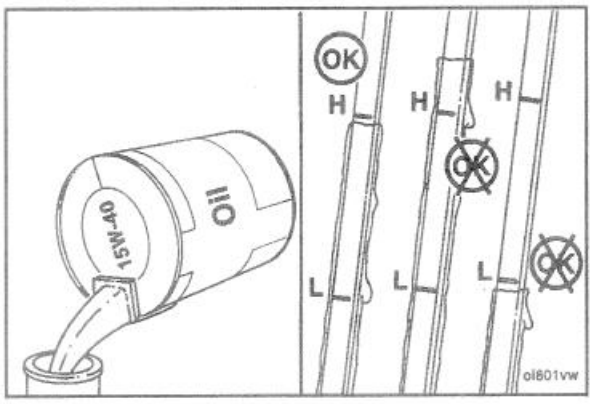


یادداشت:
از روغن چنددرجه‌ای باکیفیت 15W-40 مانند Cummins Premium Blue یا معادل آن در موتورهای کامینز استفاده کنید.
روغن مناسب را با توجه به شرایط اقلیمی محل بهره‌برداری و مطابق با توضیحات ارائه‌شده در بخش V این راهنما انتخاب نمایید.

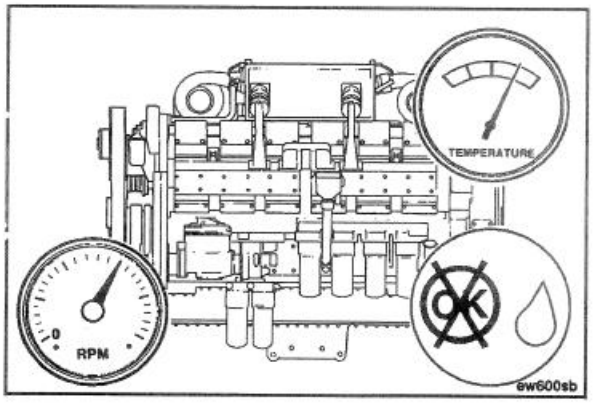


موتور را با روغن تمیز تا سطح صحیح پر کنید.

.

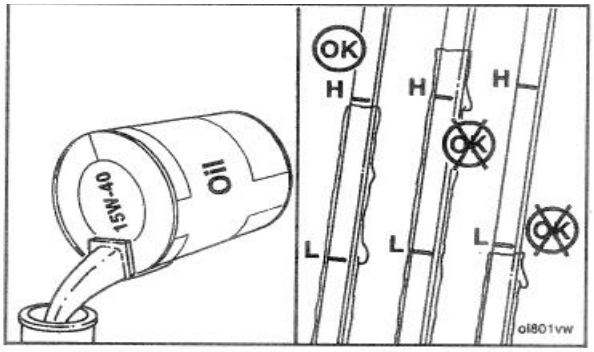


هشدار:
پیش از روشن کردن موتور، مراحل ذکرشده در بخش «روش راه‌اندازی پس از خاموشی طولانی(Section 1)» را به‌طور کامل انجام دهید تا اطمینان حاصل شود موتور روانکاری صحیح دریافت می‌کند .کمبود روانکاری موجب آسیب‌دیدگی موتور خواهد شد .موتور را در دور آرام به کار اندازید و فیلترها و پیچ تخلیه روغن را از نظر نشتی بازرسی نمایید.



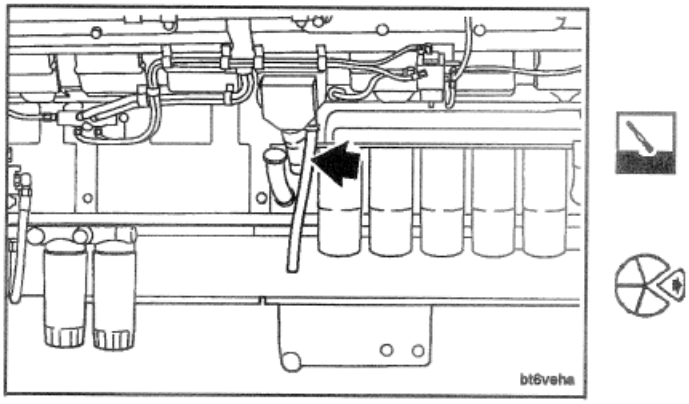
موتور را خاموش کنید. حدود ۵ دقیقه صبر نمایید تا روغن از قسمت‌های بالایی موتور تخلیه شده و به کارتل بازگردد .سپس سطح روغن را مجدداً بررسی کنید.

در صورت نیاز، روغن اضافه نمایید تا سطح روغن به علامت بالایی (H) روی گیج روغن برسد.



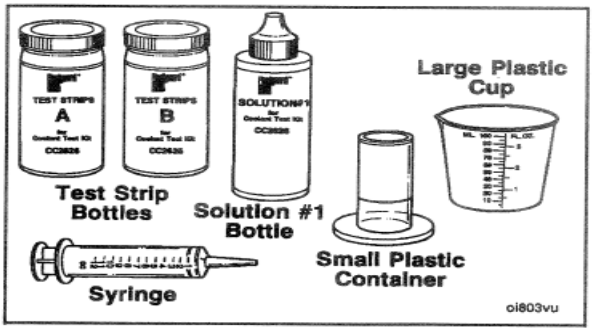
لوله/شیلنگ تهویه کارتل
بازرسی / تمیزکاری

هر ۲۵۰ ساعت کارکرد یا ۶ ماه یک‌بار، لوله/شیلنگ تهویه کارتل را بازرسی و تمیز کنید .لوله/شیلنگ باید باز شده و از نظر گرفتگی داخلی یا تجمع لجن و رسوبات بررسی گردد .در صورتی که لوله/شیلنگ مسدود باشد، باید تمیز یا تعویض شود تا از افزایش بیش‌ازحد فشار داخل کارتل جلوگیری شود.



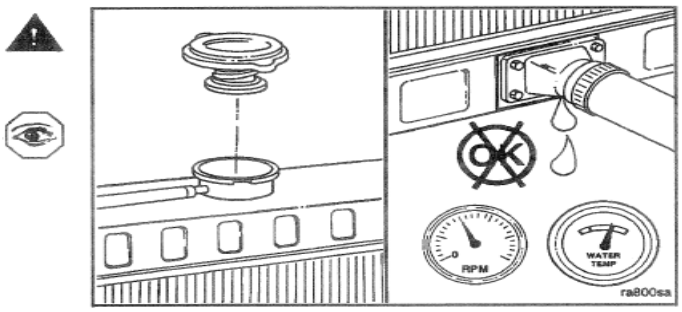
افزودنی‌های سیستم خنک‌کاری

هر زمان که بین دوره‌های تعویض فیلتر، مایع خنک‌کننده به سیستم خنک‌کاری اضافه می‌شود، سطح غلظت DCA4 را بررسی کنید .برای بررسی سطح غلظت، از کیت تست مایع خنک‌کننده ®Fleetguard ، شماره CC2626 استفاده نمایید .دستورالعمل‌های استفاده همراه کیت آزمایش ارائه شده است.



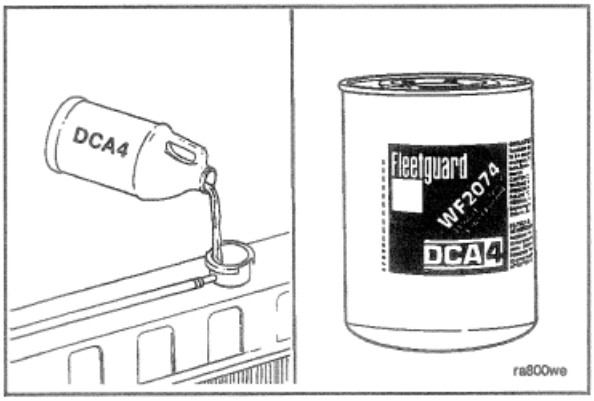
هشدار :سطح مایع خنک‌کننده را فقط زمانی که موتور خاموش است بررسی کنید.
پیش از باز کردن درپوش تحت فشار، صبر کنید تا دمای مایع خنک‌کننده به کمتر از ۵۰°C (120°F) برسد .عدم رعایت این دستورالعمل می‌تواند باعث آسیب بدنی ناشی از پاشش مایع خنک‌کننده داغ شود.

6 Months — Cooling System Additives Page 5-7



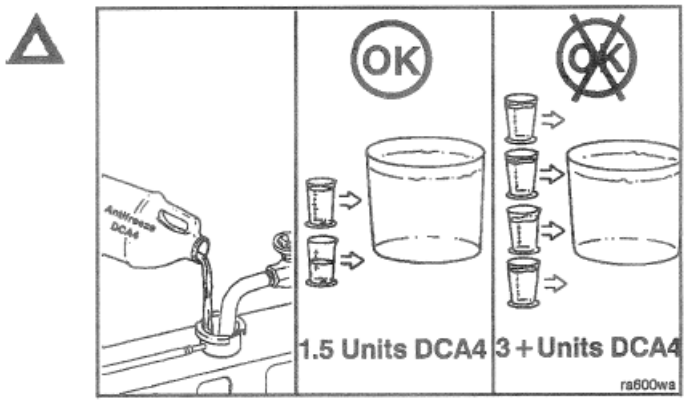
موتور را به کار انداخته و از نظر نشتی مایع خنک‌کننده بررسی نمایید .پس از هواگیری کامل سیستم، سطح مایع خنک‌کننده را مجدداً کنترل کنید.

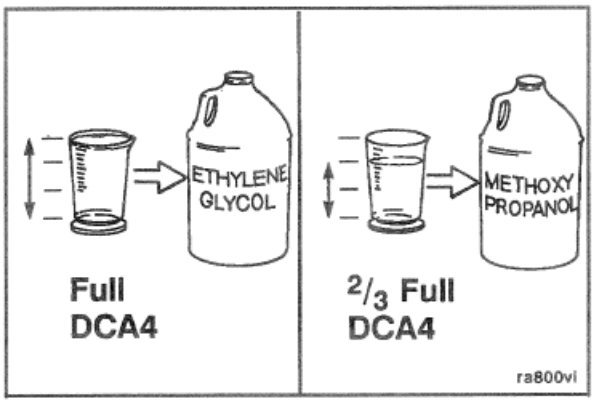
افزودنی‌های سیستم خنک‌کاری DCA4 یا معادل آن برای جلوگیری از تجمع خوردگی و رسوبات ناشی از رسوب‌گذاری در سیستم خنک‌کننده استفاده می‌شوند.



هشدار :کاهش غلظت افزودنی‌های مایع خنک‌کننده می‌تواند منجر به حفره‌دار شدن بوش سیلندر و خوردگی سیستم شود. افزایش بیش از حد غلظت نیز می‌تواند باعث نشتی آب‌بند (سیل) پمپ آب گردد.

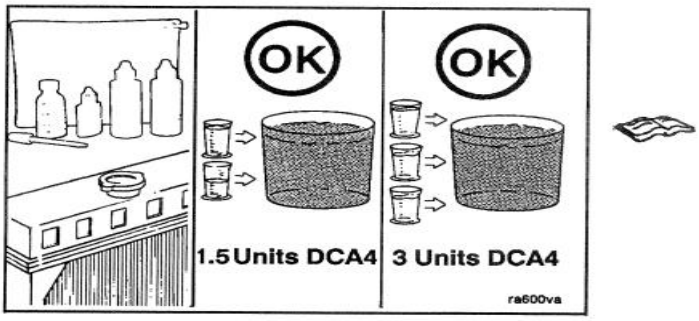
غلظت توصیه‌شده افزودنی مکمل مایع خنک‌کننده ۱/۵ واحد به ازای هر گالن آمریکایی مایع خنک‌کننده است.
میزان افزودنی نباید کمتر از ۱/۲ واحد و بیشتر از ۳ واحد به ازای هر گالن مایع خنک‌کننده باشد.





توجه :افزودنی DCA4 با تمامی ضدیخ‌های دائمی سازگار است، به‌جز متوکسی‌پروپانول.

در صورتی که از ضدیخ حاوی متوکسی‌پروپانول استفاده می‌شود، مقدار DCA4را یک‌سوم کاهش دهید .این کار از کاهش عملکرد بازدارنده ناشی از رسوب‌گذاری که به دلیل ناسازگاری شیمیایی ایجاد می‌شود، جلوگیری می‌کند.



هنگام تعویض مایع خنک‌کننده، غلظت اولیه DCA4(یا معادل آن) باید بین ۱٫۵ تا ۳ واحد در هر ۳٫۸ لیتر (۱ گالن آمریکا) مایع خنک‌کننده باشد (شارژ اولیه).

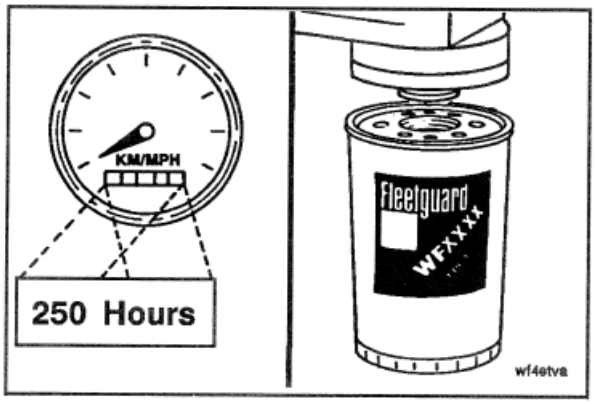
توجه :پیش از افزودن DCA4 (یا معادل آن)، سیستم خنک‌کننده باید کاملاً تمیز باشد.
برای دستورالعمل‌های شستشو و تمیزکاری، به بخش V مراجعه کنید.

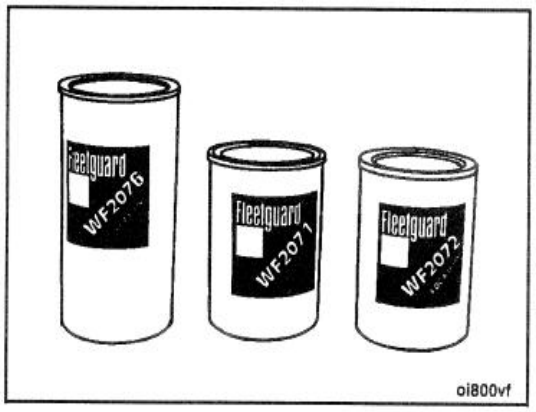
در صورتی که بین فواصل تخلیه، مایع خنک‌کننده اضافه شود، افزودن مقدار اضافی DCA4 (یا معادل آن) الزامی است، مگر اینکه مایع خنک‌کننده افزوده‌شده طبق توضیحات این بخش، از پیش با افزودنی‌ها شارژ شده باشد.

فیلتر مایع خنک‌کننده

برای حفظ غلظت صحیح DCA4 در سیستم، از فیلتر مایع خنک‌کننده ®Fleetguard مناسب استفاده نمایید.

غلظت صحیح را با تعویض فیلتر سرویس مایع خنک‌کننده در هر نوبت تخلیه روغن حفظ کنید.

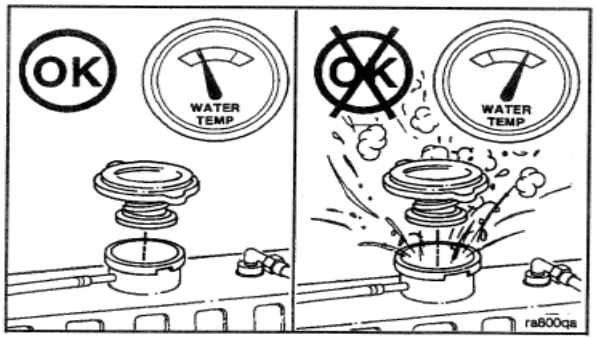




تعویض

فیلتر سرویس مایع خنک‌کننده را در هر نوبت تعویض روغن و فیلتر تعویض نمایید.

انتخاب فیلتر سرویس مایع خنک‌کننده مناسب بر اساس ظرفیت کل سیستم خنک‌کاری و سایر شرایط عملیاتی تعیین می‌گردد.



هشدار:
هرگز در زمانی که موتور داغ است، درپوش رادیاتور را باز نکنید .بخار داغ می‌تواند باعث آسیب جدی به افراد شود.

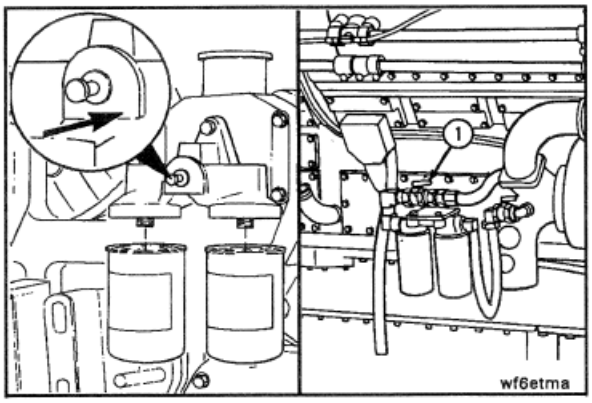
پیش از خارج کردن فیلتر مایع خنک‌کننده، درپوش فشار سیستم خنک‌کاری را باز کرده و در صورت وجود، شیر(های) قطع‌کننده را ببندید.

عدم انجام این موارد می‌تواند منجر به آسیب دیدگی افراد بر اثر پاشش مایع خنک‌کننده داغ گردد.

دکمه روی هد فیلتر را فشار دهید یا در صورت تجهیز بودن، شیر کشویی(1) را ببندید.

nths

Coolant Filter
Page 5-9

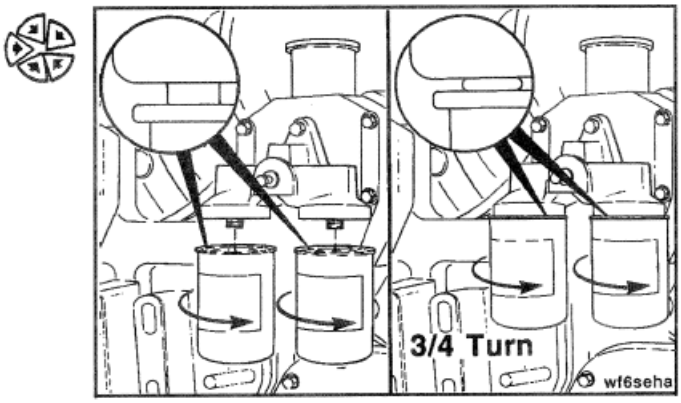




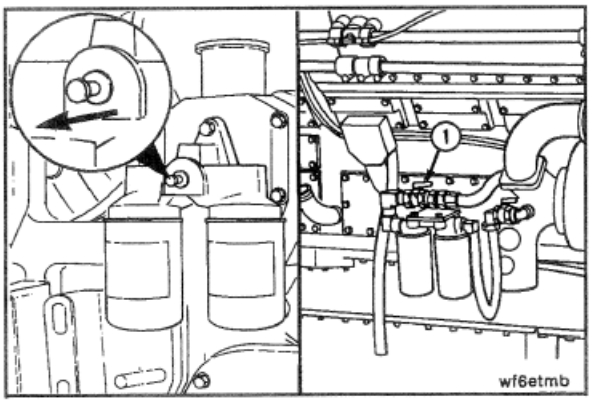
از روغن موتور استفاده کرده و آب‌بند (سیل) فیلتر جدید را روغن‌کاری کنید.

توجه :اجازه ندهید روغن وارد داخل فیلتر شود، زیرا این کار بر عملکرد DCA تأثیر نامطلوب خواهد گذاشت.

فیلتر جدید مایع خنک‌کننده را نصب کنید. فیلتر را بچرخانید تا آب‌بند آن با سطح نشیمن فیلتر تماس پیدا کند. پس از برقراری تماس، فیلتر را به میزان اضافی ۲/۱ تا ۴/۳ دور دیگر سفت نمایید.



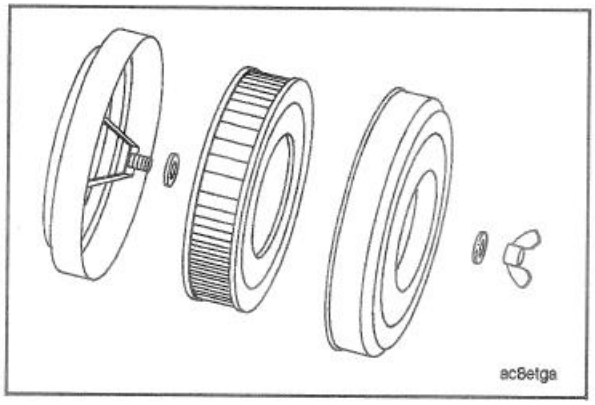
دستگیره روی هد فیلتر را به بیرون بکشید یا شیر کشویی (1) را باز کنید.



المان فیلتر هوای کمپرسور هوا

توجه:
اگر ورودی کمپرسور هوا به سیستم هوای ورودی موتور و در پایین‌دست فیلتر هوای ورودی موتور لوله‌کشی شده باشد، المان فیلتر هوای کمپرسور هوا وجود نخواهد داشت.

Air Compressor Air Cleaner Element **Section 5**
Page 5-10



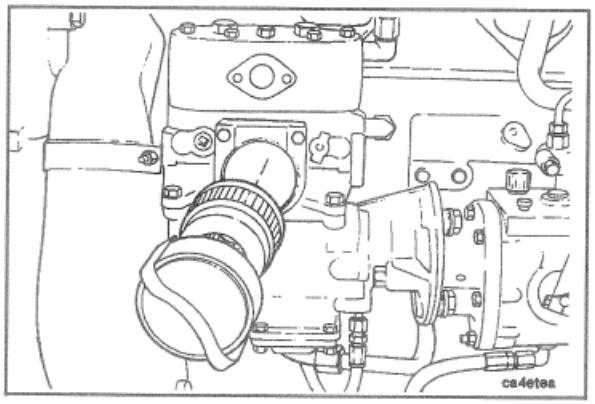
فقط موتور کامینز دو سیلندر – تعویض

هر ۲۵۰ ساعت کارکرد یا ۶ ماه یک‌بار، المان فیلتر هوای کمپرسور هوا را تعویض کنید. مهره پروانه‌ای، درپوش، محفظه فیلتر هوا و المان را باز کنید. درپوش و محفظه را با یک پارچه تمیز پاک نمایید. واشر لاستیکی روی پیچ/پیچ‌محور مرکزی را بازرسی کنید و در صورت آسیب‌دیدگی تعویض نمایید.

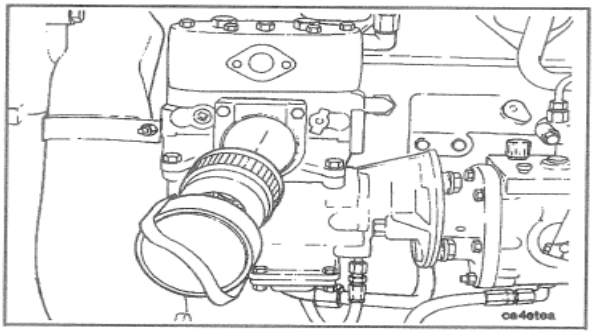
المان جدید را با مشخصات ®Fleetguard شماره قطعه AF-251 یا Cummins شماره قطعه ۲۵۶۸۳۷ در درپوش جلویی نصب کرده و مجموعه را روی پیچ مرکزی سوار کنید. برای نصب و سفت‌کردن مهره پروانه‌ای از انگشتان دست استفاده نمایید.

المان کاغذی–تعویض

درپوش و المان هواکش را باز کنید.
المان را با دمش معکوس هوای فشرده تمیز نمایید.
مجموعه را روی کمپرسور نصب کنید.
در صورتی که المان آسیب‌دیده باشد یا امکان تمیزکاری آن وجود نداشته باشد، المان را دور بیندازید و تعویض کنید.



المان اسفنجی – تعویض

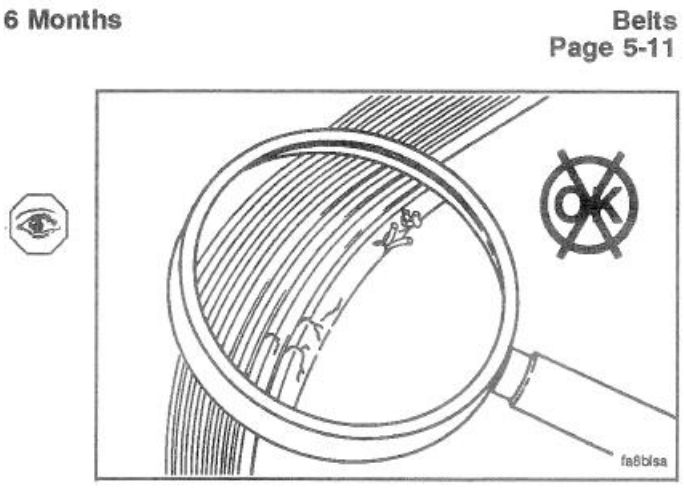


هواکش را از کمپرسور هوا جدا کنید.
هواکش را باز کرده و تمام قطعات فلزی را با حلال شستشو دهید و سپس با هوای فشرده خشک کنید.
المان را با حلال بشویید و حلال باقی‌مانده را از آن خارج کنید.
المان را در روغن موتور تمیز غوطه‌ور نمایید و روغن اضافی را با فشردن از المان خارج کنید.

یادداشت:
در صورتی که از کمپرسورهای دیگری استفاده می‌شود، الزامات و دستورالعمل‌های سرویس‌دهی سازنده را رعایت نمایید.

تسمه‌ها

بازرسی



تسمه‌ها را هر ۲۵۰ ساعت یا ۶ ماه به‌صورت چشمی بررسی کنید.
تسمه‌هایی که ترک‌خورده یا ریشه‌ریشه/ساییده شده‌اند را تعویض نمایید.
تسمه‌هایی را که دارای سطح براق یا صیقلی هستند تنظیم کنید؛ این حالت نشان‌دهنده لغزش تسمه است.
تسمه‌هایی که به‌درستی نصب و با کشش صحیح تنظیم شده‌اند، سایش یکنواخت پولی و تسمه را نشان خواهند داد.

آسیب تسمه می‌تواند ناشی از موارد زیر باشد:

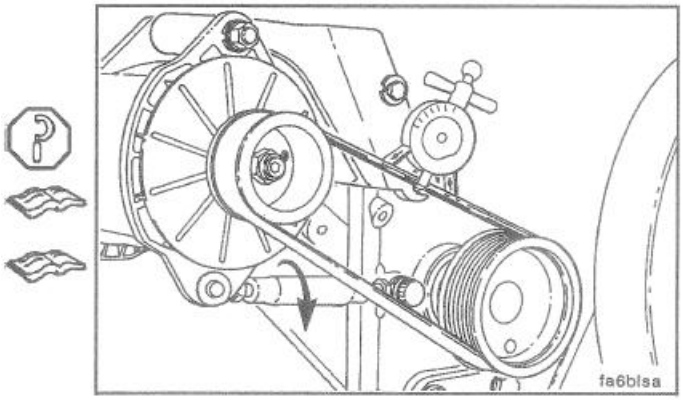
- کشش نادرست
- اندازه یا طول نامناسب
- عدم هم‌راستایی پولی‌ها

- نصب نادرست
- شرایط کاری شدید
- وجود روغن یا گریس روی تسمه‌ها

کشش تسمه

کشش تسمه را در وسط دهانه بین پولی‌ها اندازه‌گیری کنید.
برای استفاده از گیج اندازه‌گیری کشش تسمه به توصیه‌های سازنده مراجعه نمایید.
برای اطلاعات مربوط به گیج و مقادیر کشش، به بخش V این دفترچه مراجعه کنید.

برای انتخاب گیج مناسب و مقدار صحیح کشش متناسب با عرض تسمه مورد استفاده، به کشش تسمه محرک، بخش V مراجعه نمایید.



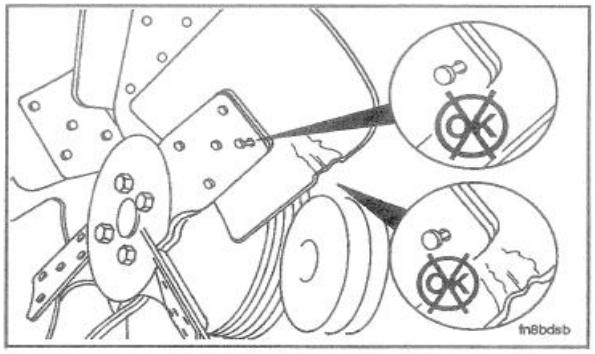
در موتورهایی که فن دارای پولی هرزگرد است (به بخشE ، صفحه ۱۱ مراجعه شود)، نیازی به اندازه‌گیری کشش تسمه فن نیست؛
زیرا هرزگرد فنِ فنردار به‌کاررفته در این طراحی، کشش صحیح تسمه فن را به‌طور خودکار حفظ می‌کند.

در موتورهایی با سیستم محرک فن دوپولی سیستمی که فاقد پولی هرزگرد است، کشش تسمه فن باید اندازه‌گیری شود.

فن خنک‌کننده

بازرسی

هشدار :خرابی پره فن می‌تواند منجر به آسیب‌های جدی جسمی شود. هرگز فن را نکشید یا با اهرم به آن فشار وارد نکنید. این کار می‌تواند باعث آسیب دیدن پره‌های فن و در نهایت خرابی فن شود.



یادداشت :میل‌لنگ را فقط با استفاده از چرخ‌دنده گرداننده موتور بچرخانید.

فن خنک‌کننده را هر ۲۵۰ ساعت کارکرد یا هر ۶ ماه یک‌بار بررسی کنید.
وجود ترک، پرچ‌های شل، و پره‌های خم‌شده یا شل را کنترل نمایید.
فن را از نظر نصب محکم و ایمن بررسی کنید. در صورت نیاز، پیچ‌های سرپوش‌دار را سفت کنید. هر فنی که آسیب‌دیده است باید تعویض شود.

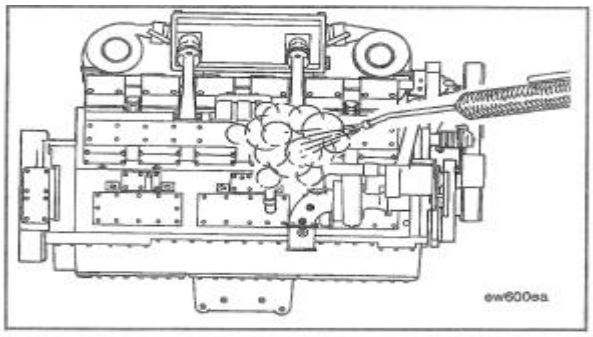
- **رویه‌های نگهداری هر ۱۵۰۰ ساعت**

تمام بررسی‌ها یا بازرسی‌هایی که در فواصل نگهداری قبلی ذکر شده‌اند، باید هم‌زمان با این دوره نگهداری نیز انجام شوند، علاوه بر مواردی که در این فاصله نگهداری خاص ذکر شده‌اند.

تمیز کردن موتور با بخار

احتیاط :تمامی دهانه‌های موتور و تجهیزات الکتریکی را بپوشانید تا از آسیب آب جلوگیری شود .

موتور را قبل از انجام هرگونه نگهداری ۱۵۰۰ ساعته، با بخار شستشو دهید. بخار، بهترین روش برای تمیز کردن یک موتور یا تجهیزات کثیف است. اگر بخار در دسترس نبود، از حلال مناسب برای شستشوی موتور استفاده کنید.
تمام قطعات الکتریکی، دهانه‌ها و سیم‌کشی‌ها را از جریان مستقیم بخار یا آب محافظت کنید.



شیرها و انژکتورها
اطلاعات کلی – بررسی و تنظیم
شیرها و انژکتورها باید به‌طور صحیح تنظیم شوند تا موتور به طور مؤثر کار کند. تنظیم شیر و انژکتور باید با استفاده از مقادیر ذکر شده در این بخش انجام شود.

موتورهای Cummins در اکثر کاربردها، پس از تنظیم اولیه در ۱۵۰۰ ساعت کارکرد، معمولاً فرسودگی قابل توجهی در قطار شیر یا انژکتور تجربه نمی‌کنند .پس از این تنظیم اولیه، Cummins توصیه می‌کند که شیرها و انژکتورها تا فواصل کالیبراسیون انژکتور ۶۰۰۰ ساعت یا ۲ سال بعدی دوباره تنظیم نشوند. چون سخت‌افزار قطار انژکتور معمولاً هنگام تعویض انژکتورها بین سیلندرها جابجا می‌شود، Cummins توصیه می‌کند که ۱۵۰۰ ساعت پس از هر تعویض انژکتور، شیرها و انژکتورها دوباره تنظیم شوند.

۱. ترتیب احتراق موتور:

K38	1R-6L-5R-2L-3R-4L-6R-1L-2R-5L-4R-3L
K50 Standard	1R-1L-3R-3L-7R-7L-5R-5L-8R-8L-6R-6L-2R-2L-4R-4L
K50 Revised	1R-1L-3R-3L-2R-2L-5R-4L-8R-8L-6R-6L-7R-7L-4R-5L

۲. سیلندرها از سمت پوشش چرخ‌دنده جلو موتور شماره‌گذاری می‌شوند .برای تعیین ردیف‌های چپ و راست در موتورهای K38 وK50 ، به پشت موتور بایستید و به سمت جلو نگاه کنید(ردیف چپ این موتورها سمت پمپ سوخت است.)

۳. دو دور کامل میل‌لنگ برای تنظیم همه شیرها و انژکتورها لازم است.

۴. هر سیلندر دارای سه اهرم راکر است. در ردیف چپ (سمت پمپ سوخت موتور)، اهرمی که نزدیک‌ترین به عقب موتور است، اهرم مکش است. در ردیف راست، شیر اگزوز نزدیک‌ترین به عقب موتور است. اهرم وسط اهرم انژکتور است.

۵ . یک جفت شیر و یک انژکتور در هر علامت شاخص پولی قبل از چرخش موتور به علامت شاخص بعدی تنظیم می‌شوند.

۶ .دو روش برای تنظیم انژکتورها در موتورهای K38 و K50 وجود دارد. اگر موتور دارای انژکتورهای STC یا HVTباشد، از روش دایره پایه خارجی (OBC) استفاده می‌شود. اگر موتور دارای انژکتورهای PT (نوعD) باشد، انژکتورها با تنظیم مسیر حرکت پیستون تنظیم می‌شوند.

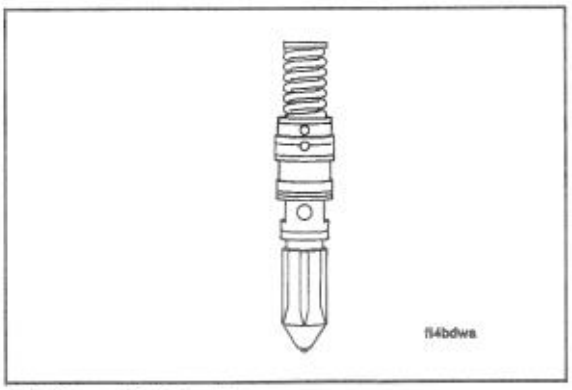
۷ . اگر موتور دارای انژکتورهای PT (نوعD) باشد، شیرها و انژکتورها در همان سیلندر و در همان علامت شاخص تنظیم می‌شوند.

۸ . تمامی موتورهای KTTA38و KTTA50 دارای انژکتورهای STC هستند. برخی موتورهای KTA38و KTA50 دارای انژکتورهای STC هستند.

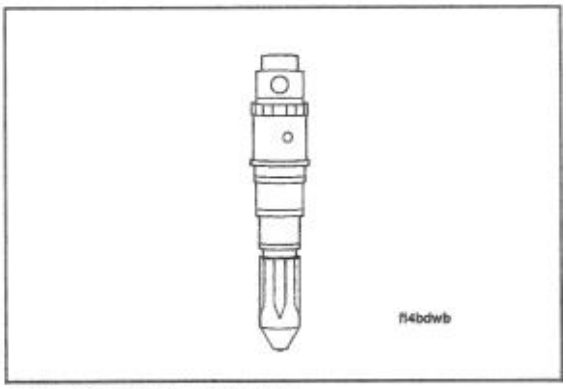
۹ . تمامی موتورهای KT38و اکثر موتورهای KTA38و KTA50 دارای انژکتورهای PT (نوعD) هستند.

۱۰ . موتورهای KTA38-G3, KTA50-G3, KTA50-G4, KTTA50-G2همگی از انژکتورهای Premium K STC استفاده می‌کنند. انژکتورهای Premium K STCاز نظر ظاهر مشابه Full Top Stop STCهستند، اما کل مسیر حرکت پیستون متفاوت است. هر دو نوع انژکتور، Premium K STCو Full Top Stop STCبا روش OBC Injector setتنظیم می‌شوند.

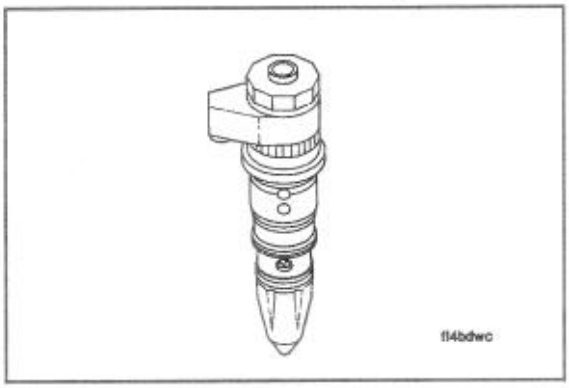
۱۱ . دستورالعمل تنظیم هر دو نوع انژکتور (PT (نوعD) و STC یاHVT)در بخش Injector, Adjust ارائه شده است.



PT (type D) Injector



Early STC/HVT Injector

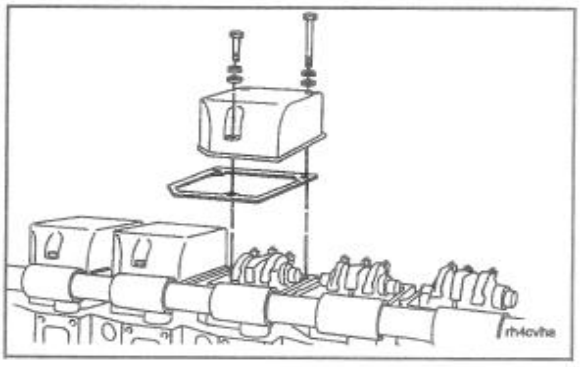


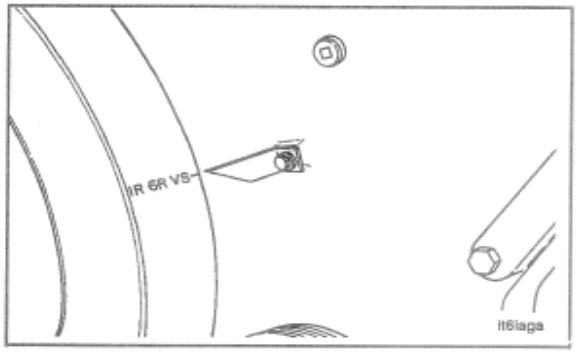
Full Top Stop STC Injector
(Premium K injector is similar.)

PT (نوع D) رویه‌های تنظیم انژکتور و شیرها

اگر قبلاً موتور را تمیز نکرده‌اید، اکنون موتور را با بخار شستشو دهید تا از ورود گرد و غبار به داخل موتور هنگام باز کردن درپوش‌های شیر جلوگیری شود..

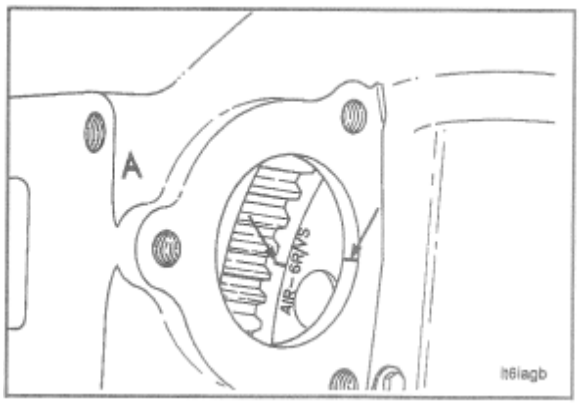
درپوش‌های راکر و تمام اجزای مرتبط را بردارید.





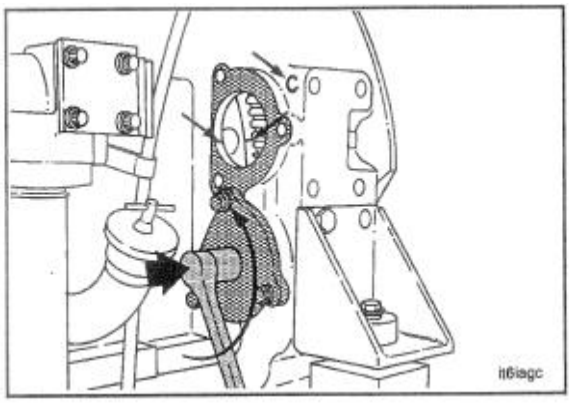
موتورهای K38و K50 دارای علامت‌های تنظیم شیر و انژکتور در سه موقعیت هستند.

علامت‌های تنظیم شیر و انژکتور روی ضربه‌گیر ارتعاش قرار دارند. این علامت‌ها باید با اشاره‌گر هم‌راستا شوند.



برای علامت‌های تنظیم شیر و انژکتور روی فلایویل با استفاده از ابزار حرکت موتور که در ردیف راست قرار دارد:درپوش سوراخ استارت باید برداشته شود تا علامت‌ها دیده شوند.

احتیاط: هنگام استفاده از این علامت شاخص، علامت‌های روی فلایویل که با حرف A شروع می‌شوند باید استفاده شوند، در غیر این صورت شیرها و انژکتورها به‌درستی تنظیم نمی‌شوند و باعث آسیب به پوش‌رادها خواهد شد.

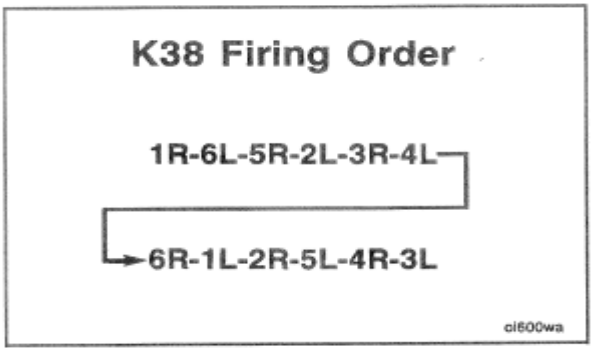


برای علامت‌های تنظیم شیر و انژکتور روی فلایویل با استفاده از ابزار حرکت موتور که در ردیف چپ قرار دارد:

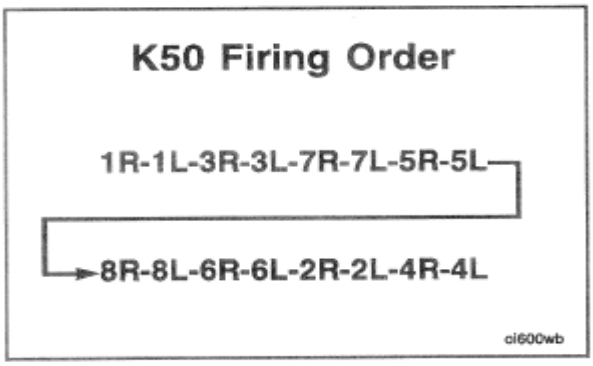
درپوش سوراخ استارت باید برداشته شود تا علامت‌ها دیده شوند.

احتیاط :هنگام استفاده از این علامت شاخص، علامت‌های روی فلایویل که با حرف C شروع می‌شوند باید استفاده شوند، در غیر این صورت شیرها و انژکتورها به‌درستی تنظیم نمی‌شوند و باعث آسیب به پوش‌رادها خواهد شد.

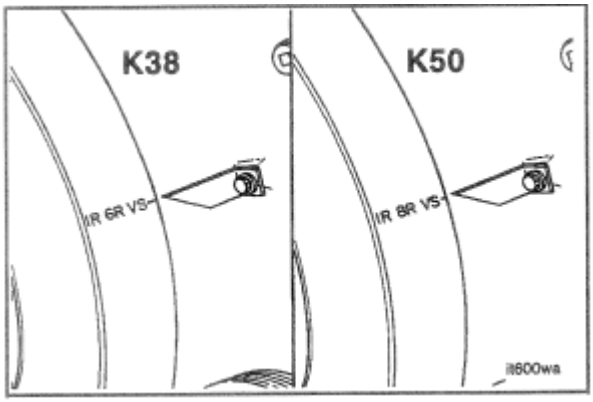
این تصویر همچنین ابزار حرکت موتور را نشان می‌دهد. برای استفاده از ابزار، گیره را بردارید و شافت ابزار را به سمت فلایویل فشار دهید .ابزار حرکت موتور باید در جهت پادساعتگرد چرخانده شود تا فلایویل و میل‌لنگ در جهت چرخش طبیعی موتور حرکت کنند.



این اثر، ترتیب احتراق را برای تمام موتورهای K38 نمایش می‌دهد.

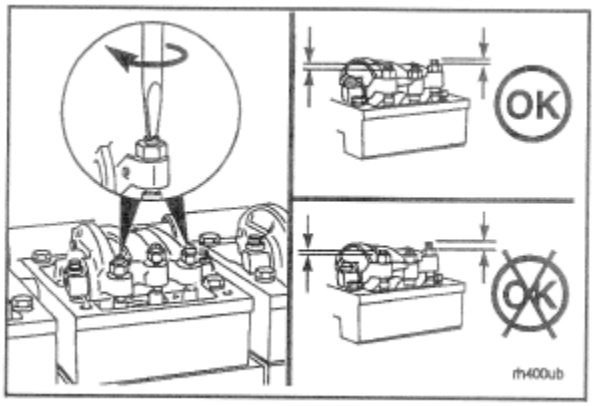


این اثر، ترتیب احتراق استاندارد را برای تمام موتورهای K50 که از انژکتورهای PT (نوع D) استفاده می‌کنند، نمایش می‌دهد.



جهت چرخش عادی موتورهای K38و K50، هنگام مشاهده از جلوی موتور، ساعت‌گرد است.
علامت VSنشان‌دهنده تنظیم سوپاپ‌ها می‌باشد. در هنگام تنظیم سوپاپ‌ها و انژکتورها، تمام علائم TC نقطه مرگ بالا را نادیده بگیرید.
تعیین سیلندر در موقعیت تنظیم سوپاپ
بازوهای متقاطعCrosshead ها و سوپاپ‌ها روی سیلندری آماده تنظیم هستند که تمام سوپاپ‌های آن بسته باشند.

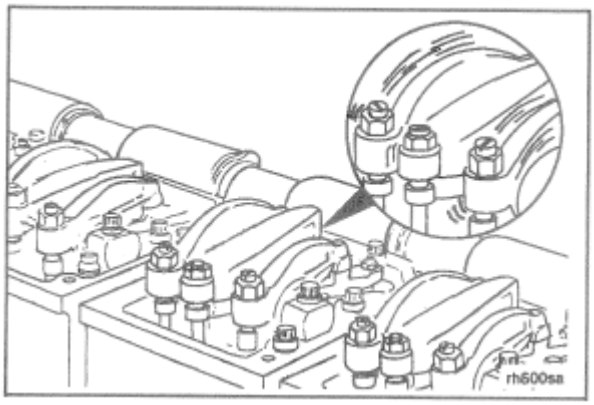
اگر مجموعه‌های راکِر لِوِر باز شده‌اند، از این مرحله برای تعیین سیلندر قابل تنظیم استفاده کنید. تمام پیچ‌های تنظیم روی همه سیلندرها باید شل باشند و میله‌های پوش‌راد باید در راستای صحیح خود باقی بمانند.



توجه :این مرحله را روی هر دو سیلندری که باید بررسی شوند انجام دهید.

هر دو راکر لِوِر را به‌سمت کراس‌هدها نگه دارید. پیچ‌های تنظیم را بچرخانید تا با پوش‌رادها تماس پیدا کنند.
مهره‌های قفل‌کن را بچرخانید تا با راکر لِوِرها تماس یابند.

سیلندری که ارتفاع پیچ‌های تنظیم آن تقریباً یکسان است (پیچ ورودی می‌تواند تا دو رزوه بالاتر از پیچ خروجی باشد)،آماده تنظیم سوپاپ‌ها است.



سیلندر دوم که آماده تنظیم نیست، دارای پیچ تنظیم سوپاپ‌های خروجی خواهد بود که بیش از پنج رزوه بالاتر از پیچ ورودی قرار دارد. در سیلندری که آماده تنظیم سوپاپ است، پوش‌رادها در بالای محفظه راکر لِوِر، تقریباً هم‌ارتفاع خواهند بود. اگر راکِر لِوِرها باز نشده‌اند، راکر لِوِرهای سوپاپ را روی دو سیلندر مورد نظر کمی حرکت دهید. در سیلندری که هر دو راکر لِوِر آن آزاد (شل) احساس می‌شوند، کراس‌هدها و سوپاپ‌ها آماده تنظیم هستند.

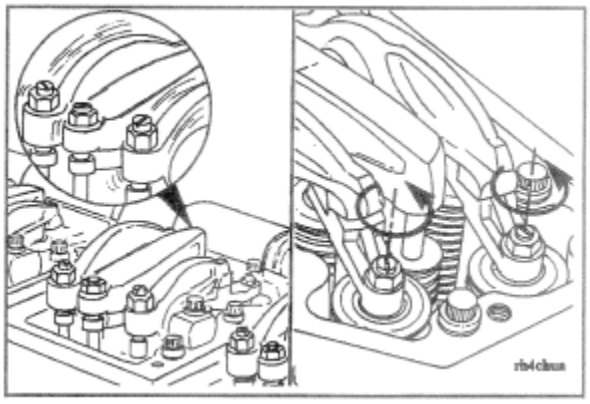
هشدار :برای موتوری که در حال سرویس است، از جدول صحیح استفاده کنید؛ در غیر این صورت قطعات آسیب خواهند دید. پس از شناسایی سیلندری که سوپاپ‌های آن آماده تنظیم هستند، برای ترتیب انجام کار از جداول زیر استفاده کنید. روش کار و مشخصات تنظیم کراس‌هدها، سوپاپ‌ها و انژکتورها پس از جداول آمده است. جداول زیر، توالی تنظیم کراس‌هد، سوپاپ و انژکتور را نشان می‌دهند. توجه :تنظیم می‌تواند از هر علامت (VS) آغاز شود. در این مثال فرض کنید علائم 1R-6R یا 1R-8R هم‌راستا شده‌اند و ارتفاع پیچ تنظیم سوپاپ‌ها روی سیلندر شماره ۱، ردیف راست بسته بوده و آماده تنظیم است.

جدول تنظیم سوپاپ و انژکتور موتور K38 با سیستم PT (نوع D)

تنظیم سوپاپ ها و انژکتورها براساس شماره سیلندر	تعداد سوپاپ های بسته روی سیلندر	علامت VS
1 RB	1 RB	1R-6R VS
6 LB	6 LB	6L-1L VS
5 RB	5 RB	5R-2R VS
2 LB	2 LB	2L-5L VS
3 RB	3 RB	3R-4R VS
4 LB	4 LB	4L-3L VS
6 RB	6 RB	1R-6R VS
1 LB	1 LB	6L-1L VS
2 RB	2 RB	5R-2R VS
5 LB	5 LB	2L-5L VS
4 RB	4 RB	3R-4R VS
3 LB	3 LB	4L-3L VS

جدول تنظیم سوپاپ و انژکتور موتور K50 با سیستم PT (نوع D)

تنظیم سوپاپ ها و انژکتورها براساس شماره سیلندر	تعداد سوپاپ های بسته روی سیلندر	علامت VS
1 RB	1 RB	1R-8R Vs
1 LB	1 LB	1L-8L VS
3 RB	3 RB	3R-6R VS
3 LB	3 LB	3L-6L VS
7 RB	7 RB	2R-7R VS
7 LB	7 LB	2L-7L VS
5 RB	5 RB	4R-5R VS
5 LB	5 LB	4L-5L VS
8 RB	8 RB	1R-8R VS
8 LB	8 LB	1L-8L VS
6 RB	6 RB	3R-6R VS
6 LB	6 LB	3L-6L VS
2 RB	2 RB	2R-7R VS
2 LB	2 LB	2L-7L VS
4 RB	4 RB	4R-5R VS
4 LB	4 LB	4L-5L VS

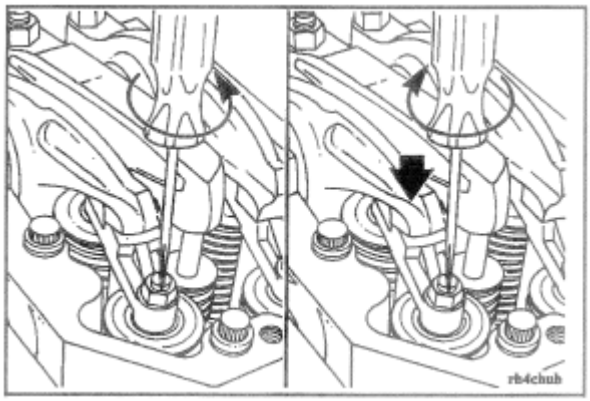


کراس‌هدها – تنظیم

توجه :تنظیم کراس‌هدها باید همیشه قبل از اقدام به تنظیم سوپاپ‌ها انجام شود.

کراس‌هدها را روی سیلندری تنظیم کنید که هر دو سوپاپ آن بسته باشند.

مهره‌های قفل‌کن پیچ تنظیم کراس‌هد را روی کراس‌هدهای سوپاپ ورودی و خروجی شل کنید.



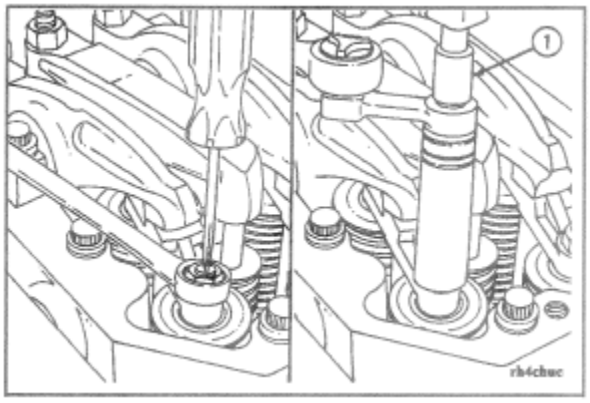
برای تنظیم هر دو کراس‌هد ورودی و خروجی از روش زیر استفاده کنید.

پیچ تنظیم را حداقل یک دور باز کنید.

کراس‌هد را به سمت پایین روی راهنمای خود نگه دارید.

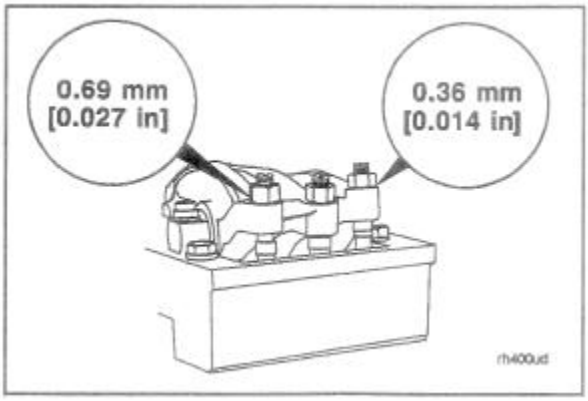
پیچ تنظیم را بچرخانید تا به بالای ساقه سوپاپ برسد، اما کراس‌هد را بالا نیاورد.

پیچ تنظیم را در این موقعیت نگه دارید. پیچ تنظیم نباید حرکت کند زمانی که مهره قفل‌کن به مقدار گشتاور مشخص سفت می‌شود.
مهره قفل‌کن را سفت کنید. مقادیر گشتاور زیر برای حالت با و بدون آداپتور آچار گشتاور شماره قطعه (1) ST-669 ارائه شده است :



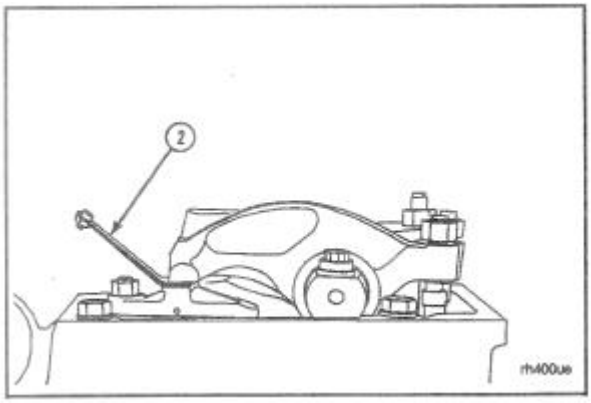
	Torque Values	
	N•m	ft-lb
With Adapter	35	25
Less Adapter	40	30

تنظیم سوپاپ‌ها

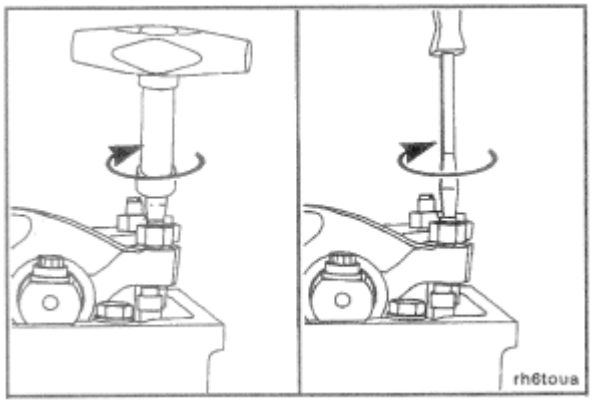


Valve Adjustment (Initial Set)		
mm		in
0.69	Exhaust	0.027
0.36	Intake	0.014

انتخاب ضخامت سنج مناسب برای مشخصات فاصله سوپاپ. ضخامت سنج(2) را بین راکر لِوِر و کراس‌هد قرار دهید.

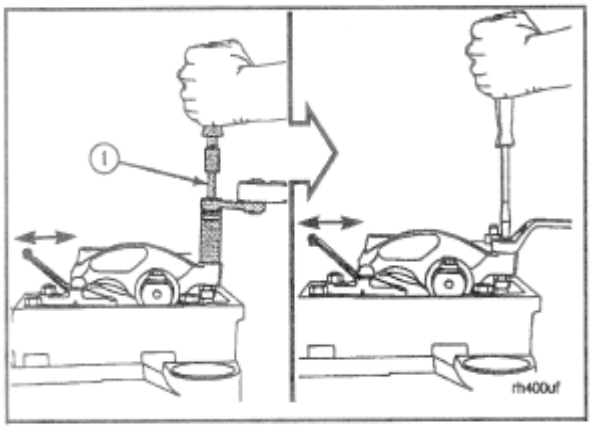


دو روش مختلف برای تعیین فاصله سوپاپ در زیر توضیح داده شده است. می‌توان از هر کدام استفاده کرد؛ با این حال، روش آچار گشتاور ثابت کرده است که ثابت‌ترین نتیجه را دارد.



الف. روش آچار گشتاور :از آچار گشتاور شماره قطعه ۳۳۷۶۵۹۲ اینچ-پوند استفاده کرده و پیچ تنظیم را تا 0.68نیوتن متر [6 in-lb] سفت کنید.

ب. روش فیلر :از یک پیچ‌گوشتی استفاده کرده و پیچ تنظیم را تنها تا زمانی بچرخانید که لِوِر با فیلر گیج تماس پیدا کند.



پیچ تنظیم نباید حرکت کند زمانی که مهره قفل‌کن سفت می‌شود.

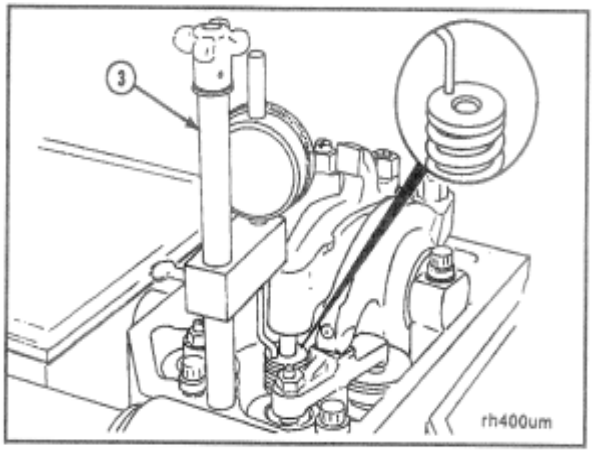
مهره قفل‌کن را به مقدار زیر سفت کنید.

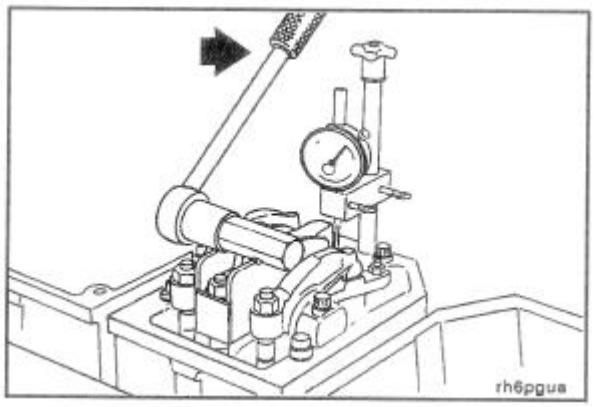
با آداپتور آچار گشتاور،
شماره قطعه (1) ST-669 ۴۵نیوتن‌متر[35 ft-lb]
بدون آداپتور 60نیوتن‌متر[45 ft-lb]

فیلر گیج باید با کمترین مقاومت ممکن به عقب و جلو حرکت کند. سعی کنید یک فیلر گیج 0.03میلی‌متر [۰/۰۰۱ اینچ] ضخیم‌تر وارد کنید. اگر گیج ضخیم‌تر وارد شد، فاصله سوپاپ صحیح نیست.

فرایند تنظیم را تکرار کنید تا فاصله صحیح روی هر دو سوپاپ ورودی و خروجی در سیلندری که در حال تنظیم است، به دست آید.

تنظیم انژکتورPT (نوع D)



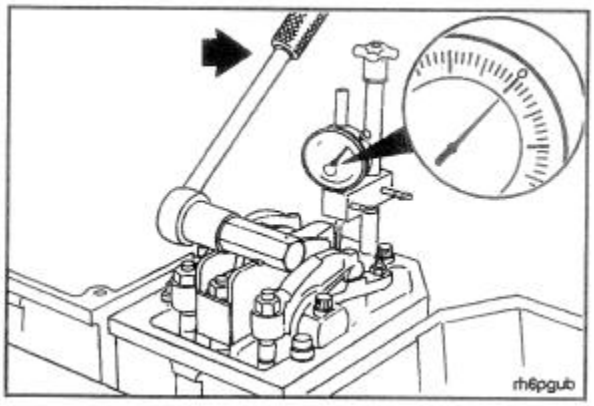


توجه :همه موتورهای KT38و برخی موتورهای KTA38و K50 دارای انژکتورهایPT (نوع D) هستند.برای تعیین اینکه آیا موتور در حال سرویس انژکتور PTD دارد، به پلاک اطلاعات موتور مراجعه کنید. بخش Injector Travel مقدار 0.3075 اینچ را مشخص خواهد کرد.

۱. قطعات یک کیت تنظیم انژکتور و سوپاپ (3)، شماره قطعه ۳۸۲۲۵۷۵ یا معادل آن را مونتاژ کنید. کیت تنظیم را روی سیلندری که باید تنظیم شود نصب کنید، همان‌طور که نشان داده شده است.
۲. اندیکاتور را تنظیم کنید تا نوک آن با بالای پیستون انژکتور تماس داشته باشد.
۳. اندیکاتور را ۱۲/۲۵ میلی‌متر [۰/۵ اینچ] پایین بیاورید تا مسیر حرکت مجاز لحاظ شود .پایه اندیکاتور را روی ستون قفل کنید. هشدار :پیستون انژکتور تحت تنش فنری است. ابزار نباید لیز بخورد؛ در غیر این صورت ممکن است آسیب شخصی رخ دهد. توجه :برای جلوگیری از آسیب به اندیکاتور، اجازه دهید اهرم به آرامی بازگردد.
۴. از فعال‌کننده راکر لِوِر، شماره قطعه ۳۸۲۲۵۷۴ یا معادل آن استفاده کنید. اهرم را فشار دهید تا انژکتور دو یا سه بار به ته برسد .این کار سوخت موجود در فنجان را خارج می‌کند.

بررسی تنظیم موجود

۱. اهرم را با پیستون انژکتور که کاملاً در فنجان ته نشین شده است نگه دارید. اندیکاتور را روی صفر تنظیم کنید.
اهرم را چند بار بالا و پایین ببرید تا صحت مقدار صفر تأیید شود.



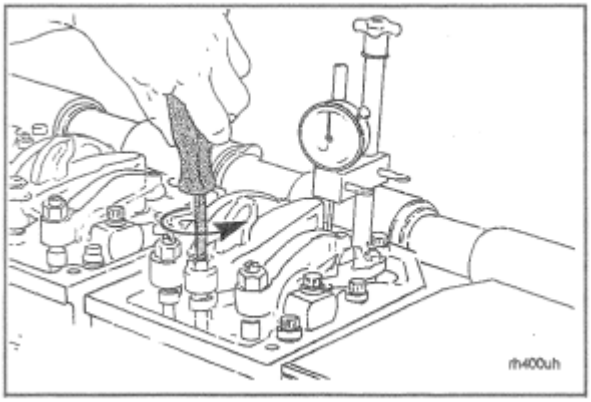
PTD INJECTOR TRAVEL VERIFICATION SPECIFICATION		
mm		[in]
7.80	MIN	[0.307]
7.82	MAX	[0.308]

rt800nb

۲. اهرم را به‌صورت آهسته رها کنید و حرکت اندیکاتور را مشاهده کنید. برای تأیید عدد خوانده شده، پیچ تنظیم را فشار دهید یا به‌آرامی ضربه بزنید.

بازتنظیم

۱. پیچ تنظیم را بچرخانید تا اندیکاتور مقدار حرکت مشخص‌شده را نشان دهد.



PT (type D) Injector Travel Specifications		
mm	Model	In
7.81		0.308

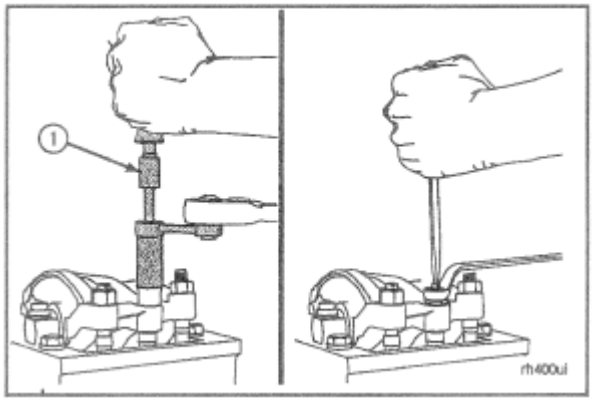
توجه :پیچ تنظیم نباید حرکت کند زمانی که مهره قفل‌کن سفت می‌شود.

۲. مهره قفل‌کن را به مقدار زیر سفت کنید:

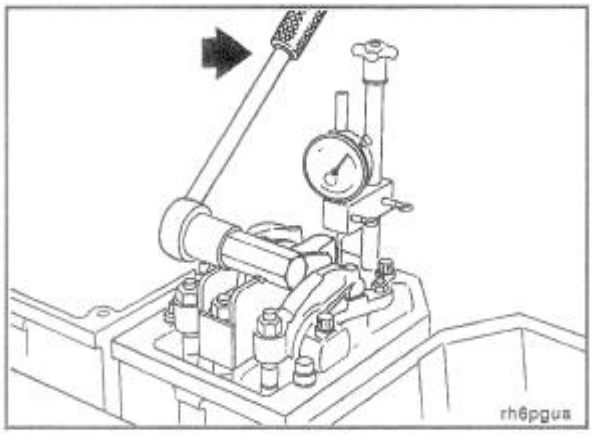
با آداپتور آچار گشتاور

شماره قطعه (1) ST-669 ۴۵ نیوتن‌متر[35 ft-lb]

بدون آداپتور 60 نیوتن‌متر[45 ft-lb]



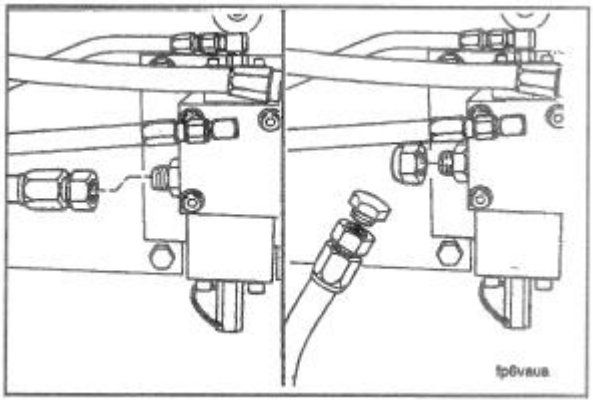
بررسی تنظیم جدید
هشدار :پیستون انژکتور تحت تنش فنری است. ابزار نباید لیز بخورد؛ در غیر این صورت ممکن است آسیب شخصی رخ دهد.
توجه :برای جلوگیری از آسیب به اندیکاتور، اجازه دهید اهرم به آرامی بازگردد.
۱. تنظیم انژکتور را بررسی کنید. از فعال‌کننده راکر لِوِر استفاده کنید.
پیستون انژکتور را به ته برسانید و مقدار صفر روی اندیکاتور را تأیید کنید.



PTD INJECTOR TRAVEL VERIFICATION SPECIFICATION		
mm		[in]
7.80	MIN	[0.307]
7.82	MAX	[0.308]

lit600nb

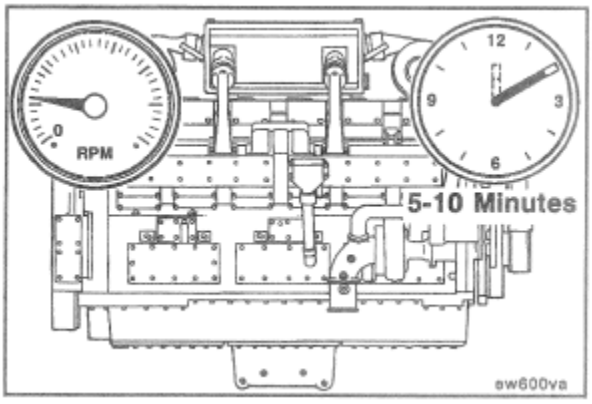
۲. اجازه دهید راکِر لِوِر به آرامی بازگردد .تنظیم انژکتور را بررسی کنید.
اگر تنظیم در محدوده مشخصات نبود، فرایند تنظیم را تکرار کنید.
۳. موتور را چرخانده و علامت بعدی را تراز کنید. سوپاپ‌ها و انژکتورهای مربوطه را تنظیم کنید. این فرایند را تکرار کنید تا تمام سوپاپ‌ها و انژکتورها به‌درستی تنظیم شوند. برای جزئیات بیشتر به بخش تنظیم سوپاپ‌ها در همین بخش مراجعه کنید.
اگر از ابزار باریگینگ استفاده شده است، اجازه دهید فنر شافت را به عقب فشار دهد و چرخ دنده حلقه‌ای آزاد شود .سپس گیره را نصب کنید.



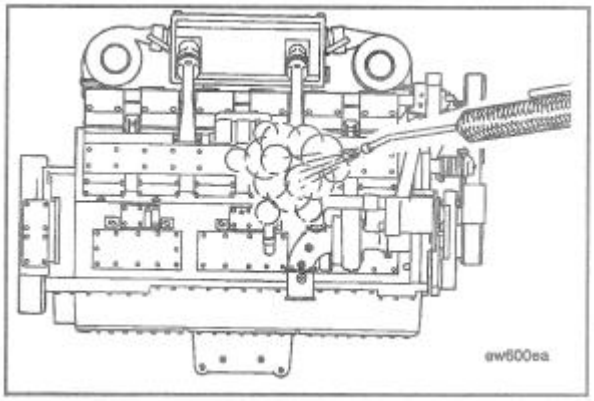
روش تنظیم سوپاپ و انژکتور OBC برای STC یاHVT

قبل از استفاده از روش OBC، موتور را در حالت تأخیر اجرا کنید. این کار روغن موجود در تپت‌ها را خارج می‌کند که می‌تواند باعث تنظیم نادرست شود.

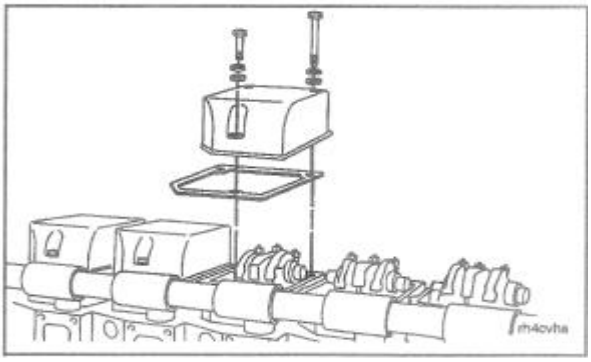
موتورهای K38 و K50 مجهز به سوپاپ هیدرومکانیکی STC هستند.
شلنگ تأمین روغن را از شیر کنترل روغن جدا کنید. شلنگ را مسدود کرده و اتصالات را درپوش کنید. این کار جلوگیری می‌کند موتور به زمان‌بندی پیشرفته برود.



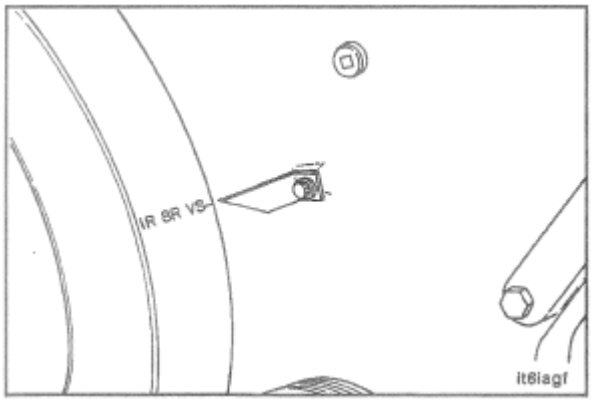
موتور را برای ۵ دقیقه در دور آرام بالا و در حالت تأخیر زمان‌بندی روشن کنید. این کار باعث می‌شود تمام روغن از تپت‌های انژکتور پمپ شود تا تنظیم صحیح انژکتور انجام شود. سپس موتور را خاموش کنید.



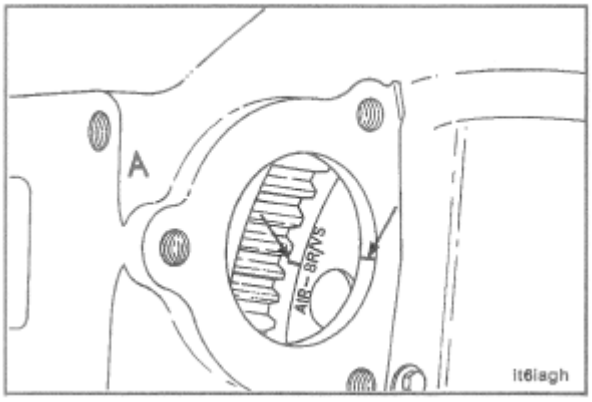
اگر قبلاً موتور را تمیز نکرده‌اید، اکنون موتور را با بخار تمیز کنید تا از ورود گرد و غبار هنگام برداشتن پوشش‌های راکر لِوِر جلوگیری شود.



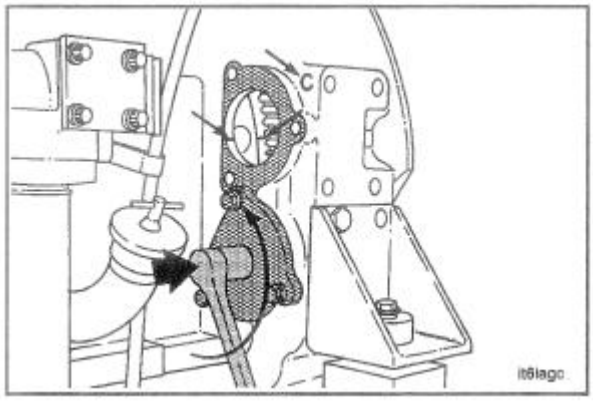
پوشش‌های راکِر لِوِر را بردارید. واشر را دور بیندازید.



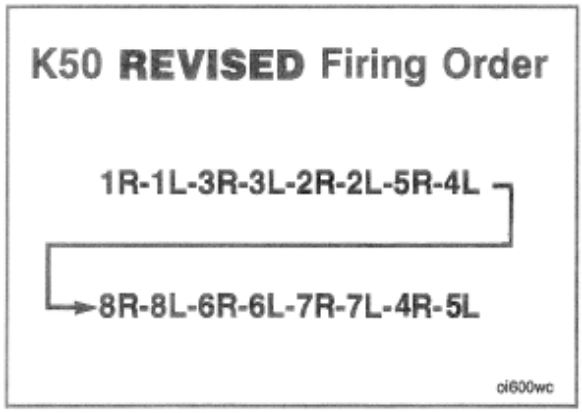
موتورهای K38و K50 دارای علامت‌های تنظیم سوپاپ و انژکتور روی دمپر ارتعاشات و هر دو طرف محفظه فلایویل هستند. علامت‌های تنظیم سوپاپ و انژکتور روی دمپر ارتعاشات قرار دارند این علامت‌ها باید با اشاره‌گر هم‌راستا شوند.



برای علامت‌های تنظیم سوپاپ و انژکتور روی فلایویل با استفاده از ابزار باریگینگ موتور که روی ردیف راست قرار دارد: درپوش حفره استارت باید برداشته شود تا بتوان علامت‌ها را دید.
هشدار :هنگام استفاده از این علامت مرجع ، باید از علامت‌های روی فلایویل که با Aشروع می‌شوند استفاده کنید، در غیر این صورت سوپاپ‌ها و انژکتورها به‌درستی تنظیم نمی‌شوند و باعث آسیب به پوش‌رادها خواهد شد.

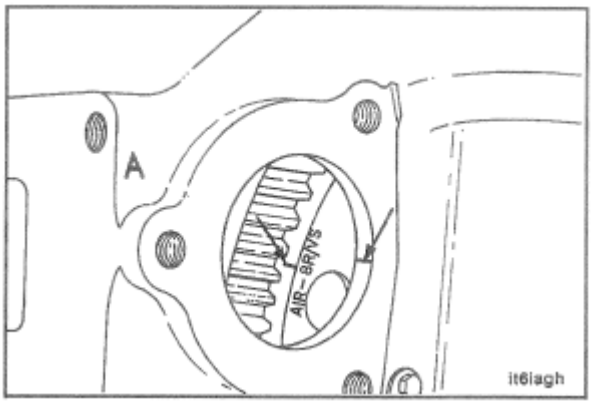


برای علامت‌های تنظیم سوپاپ و انژکتور روی فلایویل با استفاده از ابزار باریگینگ موتور که روی ردیف چپ قرار دارد: درپوش حفره استارت باید برداشته شود تا بتوان علامت‌ها را دید.
هشدار :هنگام استفاده از این علامت مرجع ، باید از علامت‌های روی فلایویل که با C شروع می‌شوند استفاده کنید، در غیر این صورت سوپاپ‌ها و انژکتورها به‌درستی تنظیم نمی‌شوند و باعث آسیب به پوش‌رادها خواهد شد .
این تصویر همچنین ابزار باریگینگ موتور را نشان می‌دهد. برای استفاده از این ابزار، گیره را بردارید و شافت ابزار را به سمت فلایویل فشاردهید. ابزار باریگینگ باید در جهت عقربه‌های ساعت معکوس چرخانده شود تا فلایویل و میل‌لنگ در جهت چرخش عادی حرکت کنند.



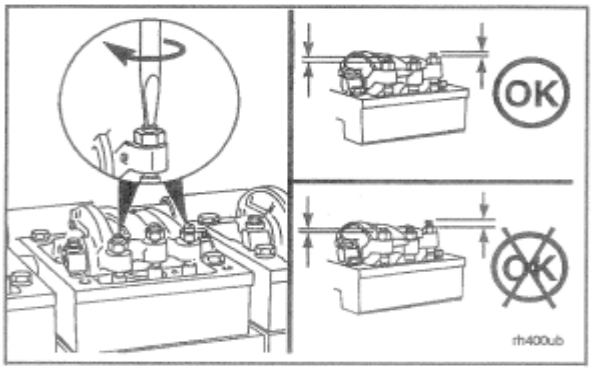
هشدار :همه موتورهای K50 دارای ترتیب احتراق یکسان نیستند. برخی از موتورهای K50که پس از سپتامبر ۱۹۸۶ ساخته شده‌اند، دارای ترتیب احتراق بازبینی‌شده هستند. این موتورها دارای برچسب روی پوشش‌های راکر لِوِر بوده و پلاک اطلاعات موتور با عبارت REVISED FIRING ORDERمهر شده است.

جهت چرخش عادی موتورهای K38 وK50 ، هنگام مشاهده از جلوی موتور، ساعت‌گرد است.
علامت VS نشان‌دهنده تنظیم سوپاپ‌ها می‌باشد. در هنگام تنظیم سوپاپ‌ها و انژکتورها، تمام علائم TC را نادیده بگیرید.



تعیین سیلندر در موقعیت تنظیم سوپاپ
کراس‌هدها و سوپاپ‌ها روی سیلندری آماده تنظیم هستند که تمام سوپاپ‌های آن بسته باشند.
دو سیلندری راکه روی علامت VS نشان داده شده‌اند، بررسی کنید.

اگر مجموعه‌های راکر لِوِر برداشته شده‌اند، از این مرحله برای تعیین سیلندر قابل تنظیم استفاده کنید .تمام پیچ‌های تنظیم روی همه سیلندرها باید شل باشند و میله‌های پوش‌راد باید در راستای خود باقی بمانند.

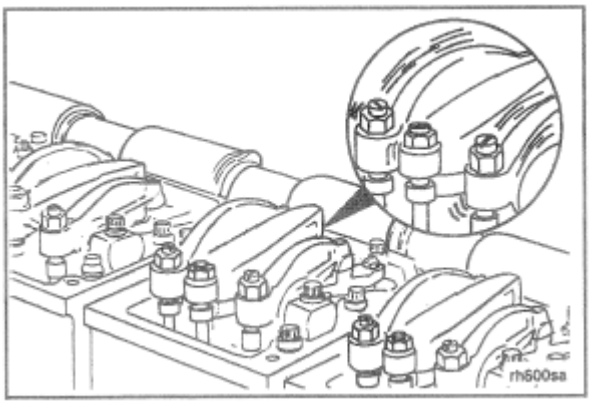


توجه :این مرحله را روی هر دو سیلندری که باید بررسی شوند انجام دهید.

هر دو راکر لِوِر را به سمت کراس‌هدها نگه دارید. پیچ‌های تنظیم را بچرخانید تا با میله‌های پوش‌راد تماس پیدا کنند. مهره‌های قفل‌کن را بچرخانید تا با لِوِرها تماس یابند.

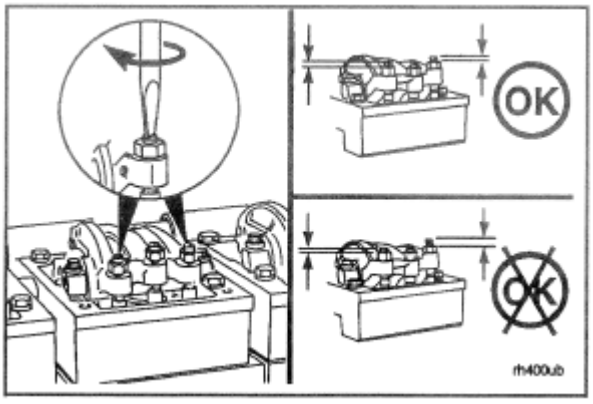
سیلندری که ارتفاع پیچ‌های تنظیم آن تقریباً یکسان است (پیچ ورودی می‌تواند تا سه رزوه بالاتر از پیچ خروجی باشد)، آماده تنظیم سوپاپ‌ها است.سیلندر دوم که آماده تنظیم نیست، دارای پیچ تنظیم سوپاپ‌های خروجی خواهد بود که بیش از پنج رزوه بالاتر از پیچ ورودی قرار دارد .

میله‌های پوش‌راد در سیلندری که آماده تنظیم سوپاپ است، تقریباً هم‌ارتفاع با بالای محفظه راکر لِوِر خواهند بود.



توجه :موتورهای K2000Eو K1800E دارای میل‌سوپاپ منحصربه‌فردی هستند که باعث تفاوت قابل توجه در ارتفاع پیچ‌های تنظیم سوپاپ می‌شود. زمانی که سوپاپ‌ها روی این موتورها به‌درستی تنظیم شده باشند. پیچ تنظیم سوپاپ خروجی تقریباً یک رزوه بالای مهره قفل سفت‌شده دیده می‌شود. پیچ تنظیم سوپاپ ورودی تقریباً سه رزوه بالای مهره قفل سفت‌شده دیده می‌شود.

اگر راکِر لِوِرها برداشته نشده‌اند، راکر لِوِرهای سوپاپ را روی دو سیلندر مورد نظر کمی حرکت دهید. در سیلندری که هر دو راکر لِوِر آن شل و آزاد باشد، کراس‌هدها و سوپاپ‌ها آماده تنظیم هستند.
پس از شناسایی سیلندری که سوپاپ‌های آن آماده تنظیم هستند، از جدول زیر برای تعیین توالی تنظیم استفاده کنید. روش کار و مشخصات تنظیم کراس‌هدها، سوپاپ‌ها و انژکتورها پس از جداول ارائه شده است.
جداول زیر، توالی تنظیم کراس‌هد، سوپاپ و انژکتور را نشان می‌دهند.
توجه :تنظیم می‌تواند از هر علامت (VS) آغاز شود. در این مثال فرض کنید علامت‌های 1R-8R هم‌راستا شده‌اند و پیچ‌های تنظیم سوپاپ روی سیلندر شماره ۱، ردیف راست بسته بوده و آماده تنظیم هستند.



روش تنظیم دایره پایه بیرونیK38 با استفاده از جدول تنظیم سوپاپ و انژکتورSTC			
انژکتورها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید	سوپاپ‌ها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید	سوپاپ‌ها بسته روی سیلندر شماره	علامتVS
2R	1R	1R	1R-6R VS
5L	6L	6L	6L-1L VS
4R	5R	5R	5R-2R VS
3L	2L	2L	2L-5L VS
1R	3R	3R	3R-4R VS
6L	4L	4L	4L-3L VS
5R	6R	6R	1R-6R VS
2L	1L	1L	6L-1L VS
3R	2R	2R	5R-2R VS
4L	5L	5L	2L-5L VS
6R	4R	4R	3R-4R VS
1L	3L	3L	4L-3L VS

هشدار: برای موتورهای K50، دانستن اینکه موتور دارای ترتیب احتراق استاندارد است یا ترتیب احتراق بازبینی‌شده اهمیت زیادی دارد. از توالی ترتیب احتراق استاندارد برای موتورهای ارتقایافته که پس از سپتامبر ۱۹۸۶ تولید شده‌اند و دارای REVISED FIRING ORDERهستند، استفاده نکنید. تمام موتورهایی که دارای ترتیب احتراق بازبینی‌شده هستند، از انژکتورهای STC استفاده می‌کنند و روی پلاک اطلاعات موتور با عنوان Revisedمشخص شده‌اند. این موتورها همچنین دارای برچسب‌هایی روی پوشش‌های راکر لِوِر می‌باشند.

روش تنظیم دایره پایه بیرونی – K50 ترتیب احتراق بازبینی‌شده با استفاده از جدول تنظیم سوپاپ و انژکتور STC یا HVT			
انژکتورها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید	**سوپاپ‌ها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید**	**سوپاپ‌ها بسته روی سیلندر شماره**	**علامتVS**
6R	**1R**	**1R**	**1R-8R VS**
6L	**1L**	**1L**	**1L-8L Vs**
7R	**3R**	**3R**	**3R-6R VS**
7L	**3L**	**3L**	**3L-6L VS**
4R	**2R**	**2R**	**2R-7R VS**
5L	**2L**	**2L**	**2L-7L VS**
1R	**5R**	**5R**	**4R-5R VS**
1L	**4L**	**4L**	**4L-5L VS**
3R	**8R**	**8R**	**1R-8R VS**
3L	**8L**	**8L**	**1L-8L VS**
2R	**6R**	**6R**	**3R-6R VS**
2L	**6L**	**6L**	**3L-6L VS**
5R	**7R**	**7R**	**2R-7R VS**
4L	**7L**	**7L**	**2L-7L VS**
8R	**4R**	**4R**	**4R-5R VS**
8L	**5L**	**5L**	**4L-5L Vs**

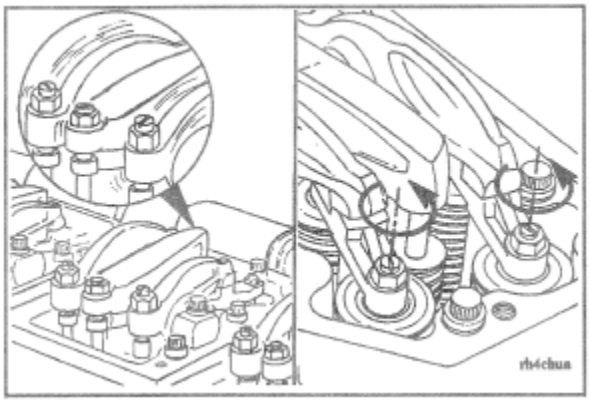
روش تنظیم دایره پایه بیرونی – K50 ترتیب احتراق استاندارد با استفاده از جدول تنظیم سوپاپ و انژکتور STC یا HVT			
انژکتورها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید	سوپاپ‌ها را روی شماره سیلندر تنظیم کنید	سوپاپ‌ها بسته روی سیلندر شماره	علامتVS
6R	1R	1R	1R-8R VS
6L	1L	1L	1L-8L Vs
2R	3R	3R	3R-6R VS
2L	3L	3L	3L-6L VS
4R	7R	7R	2R-7R VS
4L	7L	7L	2L-7L VS
1R	5R	5R	4R-5R VS
1L	5L	5L	4L-5L VS
3R	8R	8R	1R-8R VS
3L	8L	8L	1L-8L VS
7R	6R	6R	3R-6R VS
7L	6L	6L	3L-6L VS
5R	2R	2R	2R-7R VS
5L	2L	2L	2L-7L VS
8R	4R	4R	4R-5R VS
8L	4L	4L	4L-5L Vs

تنظیم کراس‌هدها

توجه :تنظیم کراس‌هدها باید همیشه قبل از اقدام به تنظیم سوپاپ‌ها انجام شود.

کراس‌هدها را روی سیلندری تنظیم کنید که هر دو سوپاپ آن بسته باشند.

مهره‌های قفل‌کن پیچ تنظیم کراس‌هد را روی کراس‌هدهای سوپاپ ورودی و خروجی شل کنید.

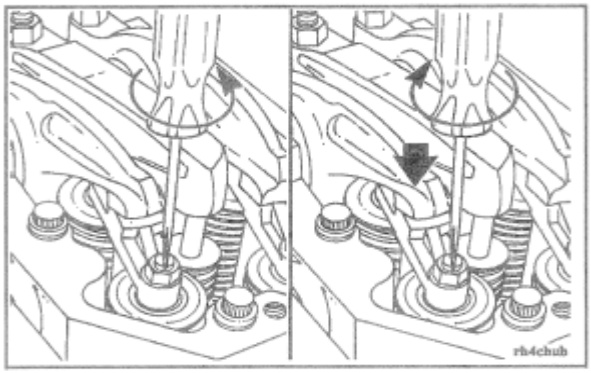


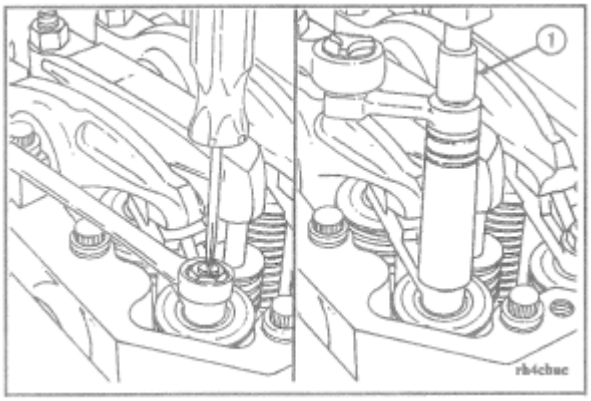
برای تنظیم هر دو کراس‌هد ورودی و خروجی از روش زیر استفاده کنید.

پیچ تنظیم را حداقل یک دور باز کنید.

کراس‌هد را به سمت پایین و روی راهنمای خود نگه دارید.

پیچ تنظیم را بچرخانید تا به بالای ساقه سوپاپ تماس پیدا کند، اما کراس‌هد را بالا نیاورد.





پیچ تنظیم را در این موقعیت نگه دارید. پیچ تنظیم نباید بچرخد هنگامی که مهره قفل‌کن تا مقدار گشتاور تعیین‌شده سفت می‌شود. مهره قفل‌کن را سفت کنید. مقادیر گشتاور زیر برای حالت با و بدون آداپتور آچار گشتاور، شماره قطعه (1) ST-669 ارائه شده است:

Torque Values	N•m	ft-lb
With Adapter	35	25
Without Adapter	40	30

تنظیم سوپاپ‌ها

اگر تنظیم سوپاپ و انژکتور در جریان عیب‌یابی یا پیش از بازه سرویس توصیه‌شده بررسی شود، در صورتی که اندازه‌گیری‌ها در محدوده مجاز بازبینی باشند، نیازی به تنظیم نیست.

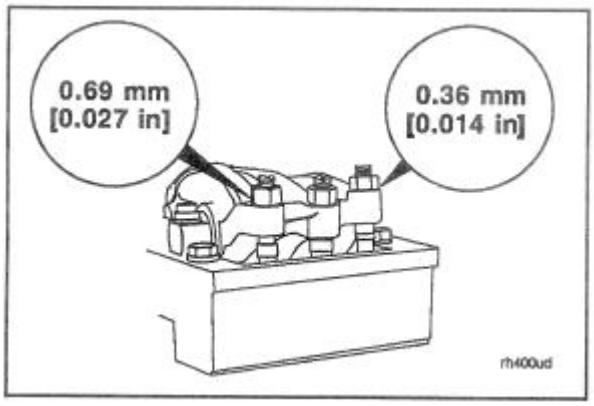
VALVE ADJUSTMENT - RECHECK LIMITS

OBC

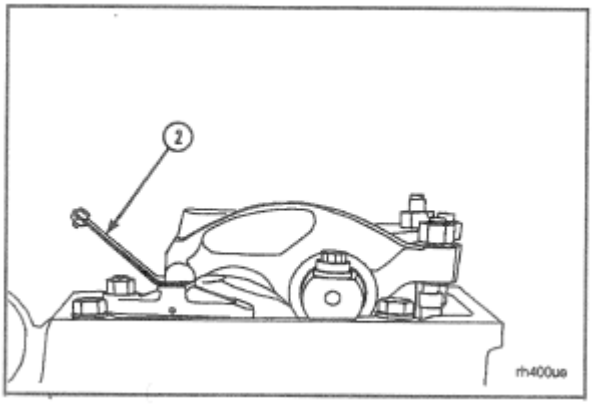
	mm		[in]
INTAKE VALVE	0.28 0.43	MIN MAX	[0.011] [0.017]
EXHAUST VALVE	0.06 0.76	MIN MAX	[0.024] [0.030]

fl6vand

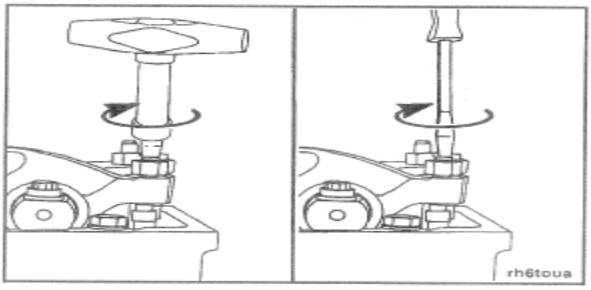
Valve Adjustment (Initial Set)		
mm		in
0.69	Exhaust	0.027
0.36	Intake	0.014



یک فیلر گیج با مشخصات صحیح لقی سوپاپ انتخاب کنید. فیلر گیج (2) را بین راکر لِوِر و کراس‌هد قرار دهید.



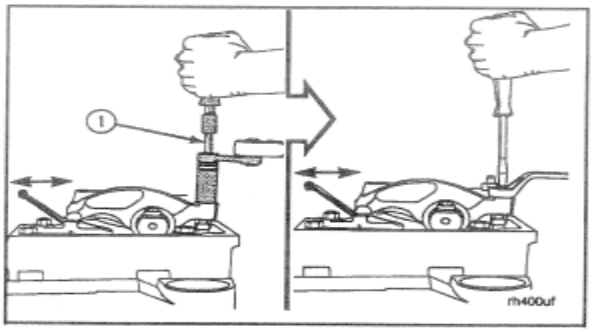
دو روش مختلف برای تعیین فاصله لقی سوپاپ در زیر توضیح داده شده است. می‌توان از هر یک از این روش‌ها استفاده کرد؛ با این حال، روش آچار گشتاور ثابت شده است که بیشترین یکنواختی را دارد.



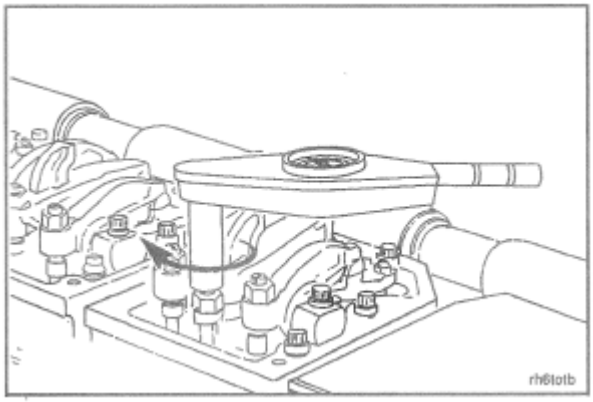
الف. روش آچار گشتاور :از آچار گشتاور اینچ‌پوند، شماره قطعه ۳۳۷۶۵۹۲ استفاده کرده و پیچ تنظیم را تا 0.68 نیوتن‌متر [6 in-lb] سفت کنید.

ب. روش حسی : از یک پیچ‌گوشتی استفاده کرده و پیچ تنظیم را فقط تا زمانی بچرخانید که لِوِر با فیلر گیج تماس پیدا کند.

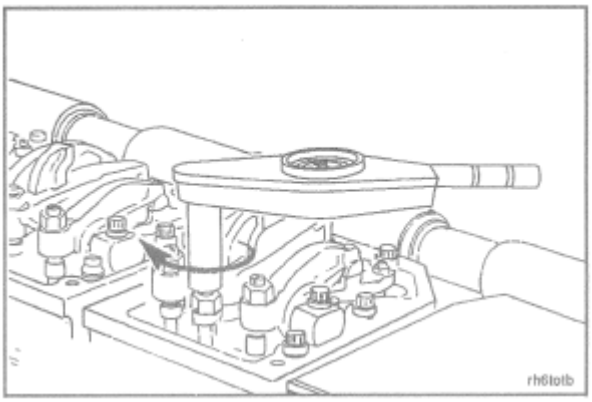
پیچ تنظیم نباید بچرخد زمانی که مهره قفل‌کن سفت می‌شود.
مهره قفل‌کن را به مقدار زیر سفت کنید.
با آداپتور آچار گشتاور،
شماره قطعه ST-669: 45 نیوتن‌متر[35 ft-lb]
بدون آداپتور،
شماره قطعه ST-669: 60 نیوتن‌متر[45 ft-lb]
فیلر گیج باید به جلو و عقب حرکت کند و فقط مقدار کمی گیر (اصطکاک خفیف) داشته باشد .
سعی کنید یک فیلر گیج که 0.03میلی‌متر [۰/۰۰۱ اینچ] ضخیم‌تر است وارد کنید. اگر فیلر ضخیم‌تر وارد شود، لقی سوپاپ صحیح نیست.



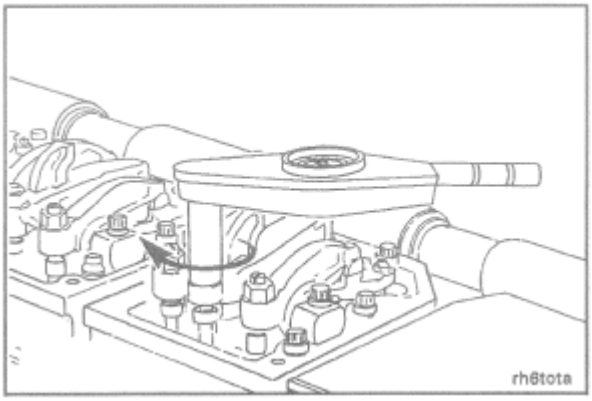
فرایند تنظیم را تکرار کنید تا فاصله لقی روی هر دو سوپاپ ورودی و خروجی در سیلندری که در حال تنظیم است، به‌درستی تنظیم شود.



هشدار :سوپاپ‌ها و انژکتورها روی یک سیلندر در همان موقعیت موتور تنظیم نمی‌شوند.
تنظیم نادرست به دلیل ترتیب یا روش اشتباه می‌تواند باعث آسیب موتور شود.
برای تعیین اینکه کدام انژکتور آماده تنظیم است، جدول تنظیم سوپاپ و انژکتور را بررسی کنید.
از آچار گشتاور نوع عقربه‌ای و سوکت ۱۶/۷ اینچ برای سفت کردن پیچ تنظیم راکر لِوِر انژکتور استفاده کنید. اگر پیچ هنگام تنظیم باعث لرزش یا صدا شد، پیچ و لِوِر را به‌طور مناسب تعمیر کنید.
آچار گشتاور را در موقعیتی نگه دارید که بتوان مستقیماً به عقربه نگاه کرد تا خواندن مقدار روی عقربه به‌درستی انجام شود.

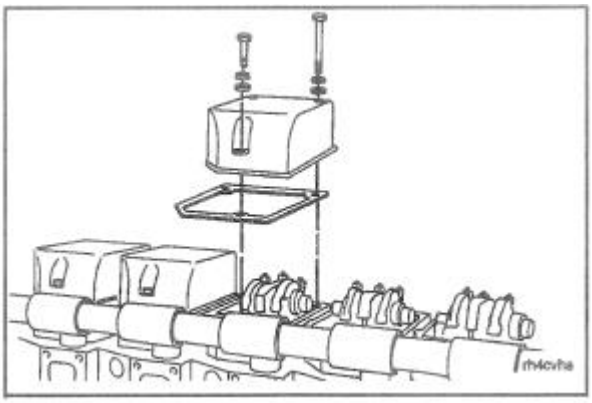


پیچ تنظیم را تا 11نیوتن‌متر [100 in-lb] سفت کنید تا قطعات در راستای صحیح قرار گیرند و روغن از مجموعه سوپاپ‌ها خارج شود.
پیچ تنظیم را حداقل یک دور شل کنید.
سپس پیچ تنظیم را تا 10نیوتن‌متر [90 in-lb] سفت کنید.
آچار گشتاور باید کالیبره شده باشد، رزولوشن ۰/۲۸ نیوتن‌متر-in 2.5] [lbداشته باشد، و محدوده ۱۷ تا ۲۳ نیوتن‌متر [200 in-lb تا 150] را پوشش دهد.
از آچار گشتاور نوع کلیکر استفاده نکنید.
پیچ تنظیم نباید بچرخد زمانی که مهره قفل‌کن سفت می‌شود.
مهره قفل‌کن را به مقادیر زیر سفت کنید.



با آداپتور آچار گشتاور، شماره قطعه ST-669: 45 نیوتن‌متر[35 ft-lb]
بدون آداپتور، شماره قطعه ST-669: 60 نیوتن‌متر[45 ft-lb]
۳. موتور را چرخانده و علامت بعدی را تراز کنید. سوپاپ‌ها و انژکتورهای مربوطه را تنظیم کنید. این فرایند را تکرار کنید تا تمام سوپاپ‌ها و انژکتورها به‌درستی تنظیم شوند. برای جزئیات بیشتر به بخش تنظیم سوپاپ‌ها در همین فصل مراجعه کنید.

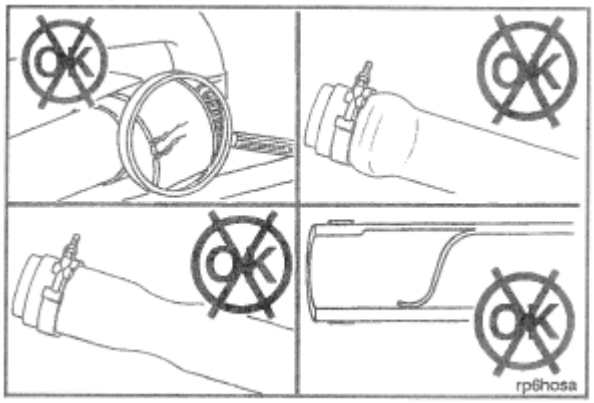
اگر از ابزار باریگینگ استفاده شده است، اجازه دهید فنر شافت را فشار دهد و چرخ دنده حلقه‌ای آزاد شود .سپس گیره را نصب کنید.



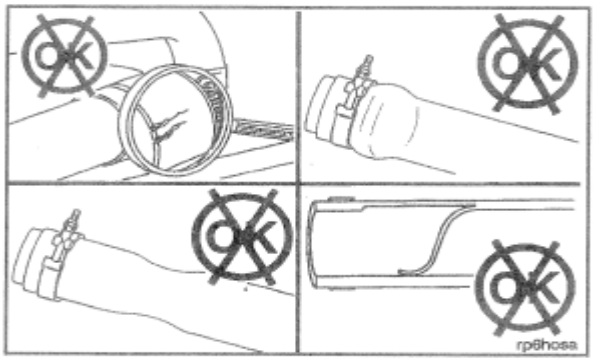
اگر از ابزار باریگینگ استفاده شده است، اجازه دهید فنر شافت و چرخ‌دنده را به سمت بیرون فشار دهد تا چرخ‌دنده حلقه‌ای آزاد شود . سپس گیره را نصب کنید.

پوشش‌های راکر لِوِر و تمام قطعات مرتبط را نصب کنید.
مقدار گشتاور: 40 نیوتن‌متر [30 ft-lb]

شیلنگ‌ها
بررسی/تعویض



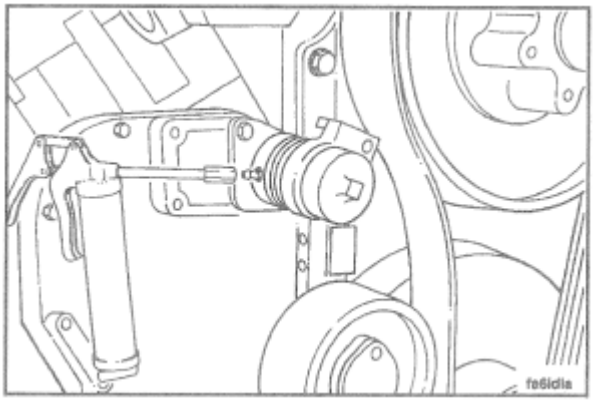
هر سال، شیلنگ‌ها و اتصالات شیلنگ فیلتر روغن دورزدن و سیستم خنک‌کننده را از نظر نشت یا خرابی بررسی کنید. قطعات شیلنگ‌های خراب می‌توانند در سیستم خنک‌کننده یا سیستم روغن‌کاری حرکت کرده و مسیرهای کوچک را مسدود یا محدود کنند، به‌ویژه هسته رادیاتور و رادیاتور روغن. این وضعیت می‌تواند جریان را تا حدی متوقف کند. در صورت نیاز، شیلنگ‌ها را تعویض کنید.
شیلنگ‌های خط آب می‌توانند در صورت استفاده از رادیاتورِ نصب‌شده در محل دوردست و با ارتفاع زیاد، دچار بادکردگی شوند .حداکثر ارتفاع مجاز رادیاتور برابر است با ۱۸/۳ متر [۶۰ فوت] بالاتر از خط مرکز میل‌لنگ.



شیلنگ‌های آب معمولاً دچار فروپاشی نمی‌شوند، اما اگر لوله‌های رادیاتور به‌وسیله رسوب یا آلودگی/ذرات خارجی مسدود شوند، این وضعیت می‌تواند رخ دهد.

بازوی مفصلی هرزگرد فن

برای روانکاری مجموعه بازوی مفصلی، از گریس نوع پمپ آب که در ادامه فهرست شده است، یا معادل آن استفاده کنید. بازوی مفصلی را آن‌قدر روانکاری کنید تا گریس از زیر درپوش خارج شود.



ترکیب(Compound)	تأمین‌کننده
Rykon Premium No. 2	شرکت نفت آموکو
Rykon Premium No. 2 EP	
SRI	شرکت شورون آمریکا
Unirex N2	شرکت اکسون، آمریکا
Dolium R	شرکت نفت شل
Premium RB	شرکت تکزاکو

تنظیم سفت‌کننده پولی هرزگرد فن

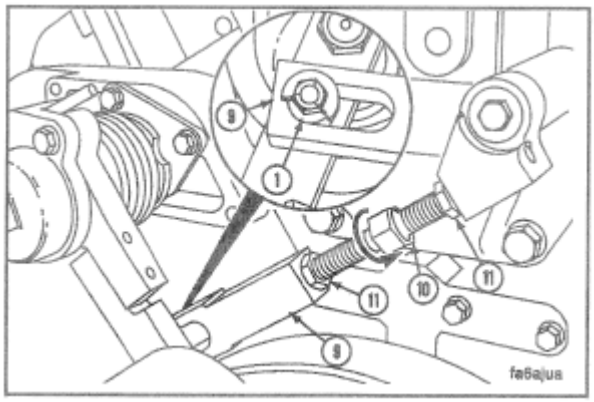
موتورهای مجهز به میله کنترل صلب

برای تنظیم میله کنترل، تسمه فن باید نصب شده و تحت کشش فنر بازوی هرزگرد فن باشد .به‌منظور وضوح، تسمه فن و بخشی از واشر تخت در شکل نشان داده نشده‌اند.

پیچ تنظیم (10) را بچرخانید تا انتهای شیار در سرِ پایینی میله کنترل (9)با فاصله‌دهنده (1) تماس پیدا کند.

توجه :یکی از مهره‌ها دارای رزوه چپ‌گرد است.

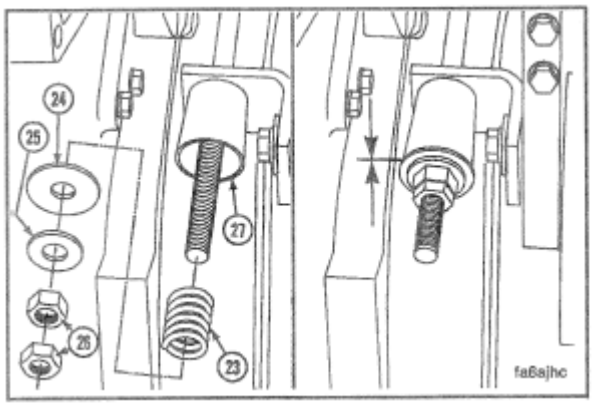
پیچ تنظیم را ثابت نگه دارید و دو مهره قفل‌کن (11) را محکم کنید.



موتورهای مجهز به فنر میله کنترل

هشدار :مهره قفل‌کن داخلی را بیش از حد سفت نکنید. در صورت سفت شدن بیش از حد مهره قفل‌کن، نگهدارنده فنر خم می‌شود و در نتیجه میله کنترل دچار خرابی خواهد شد.

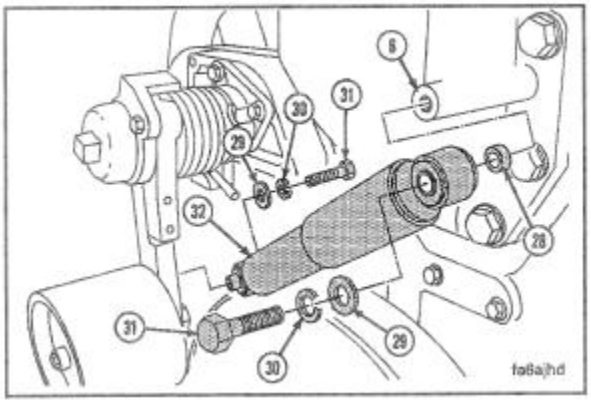
مهره قفل‌کن داخلی را بچرخانید تا واشر نگهدارنده فنر (24) با استوانه موجود در انتهای پایینی میله کنترل (27) تماس پیدا کند. مهره قفل‌کن داخلی را در جای خود نگه دارید و مهره قفل‌کن بیرونی را محکم کنید.



موتورهای مجهز به کمک‌فنر

برای موتورهای مجهز به کمک‌فنر ، هیچ‌گونه تنظیمی مورد نیاز نیست.

پلاگ‌های روی مبدل حرارتی (فقط کاربردهای دریایی)



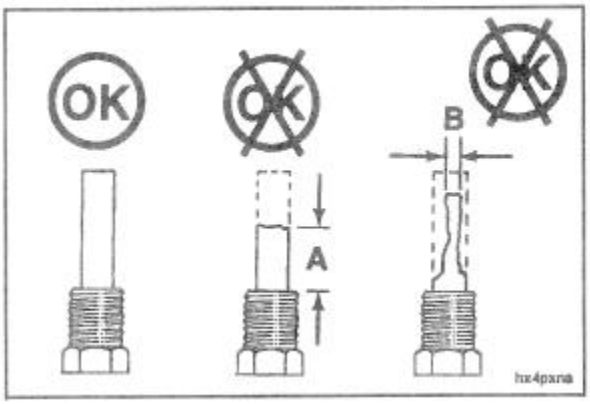
بازرسی
طول تمام پلاگ‌های روی موجود در مبدل حرارتی را بررسی کنید و در صورتی که ۵۰ درصد دچار خوردگی شده‌اند، آن‌ها را تعویض کنید . تناوب تعویض به واکنش شیمیایی آب خام که از مبدل حرارتی عبور می‌کند بستگی دارد.

محدوده‌های خوردگی

تعویض جدید

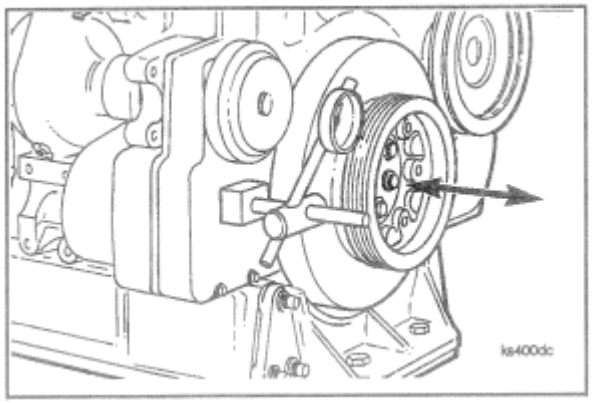
A=تقریبا 19 میلی‌متر (۰/۷۵ اینچ) 51میلی‌متر [۲ اینچ]
B = تقریباً 6.4 میلی‌متر (۰/۲۵ اینچ) 16میلی‌متر (۰/۶۲۵ اینچ)

خلاصه فاصله انتهایی میل‌لنگ

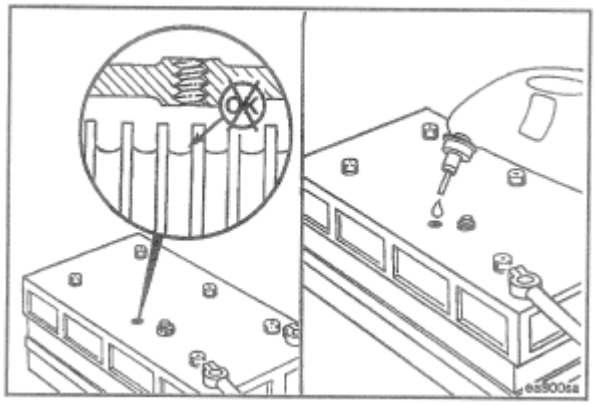


بازرسی
با استفاده از ساعت اندیکاتور، فاصله انتهایی میل‌لنگ را اندازه‌گیری کنید.

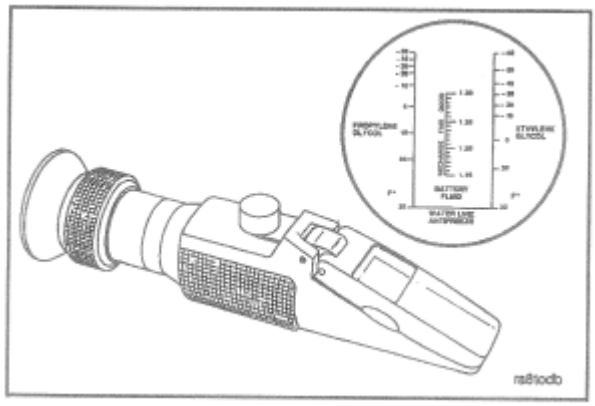
خلاصه فاصله انتهایی میل‌لنگ		
اینچ(in)		میلی‌متر(mm)
0.005	حداقل(MIN)	0.13
0.020	حداکثر(MAX)	0.51



بازرسی می‌تواند با نصب اندیکاتور به‌گونه‌ای انجام شود که روی دمپر یا پولی تکیه کند، در حالی که با اهرم زدن به پوسته جلو و بخش داخلی پولی یا دمپر اقدام می‌کنید .فاصله انتهایی باید در حالی که موتور در واحد نصب شده و به گیربکس یا مبدل متصل است، وجود داشته باشد.
هشدار :هنگام اهرم زدن به دمپر ویسکوز باید بسیار محتاط باشید . استفاده از اهرم‌های تیز می‌تواند پوسته دمپر را آسیب زده و باعث نشت سیال ویسکوز و در نهایت خرابی دمپر شود.
در صورت عدم تطابق فاصله با مشخصات، با مرکز تعمیرات کامینز تماس بگیرید.

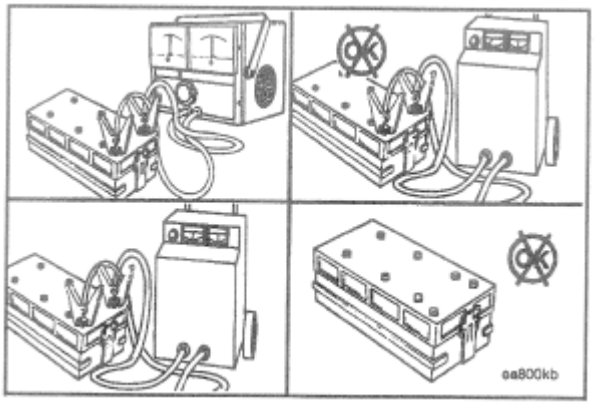


باتری‌ها
بررسی
اگر از باتری‌های معمولی استفاده می‌شود، درپوش یا کاور سلول‌ها را بردارید و سطح الکترولیت (محلول آب و اسید سولفوریک) را بررسی کنید.
باتری‌های بدون نیاز به نگهداری مهر و موم شده‌اند و نیازی به اضافه کردن آب ندارند.
هر سلول باتری را با آب مقطر پر کنید. برای مقدار دقیق، به مشخصات سازنده باتری مراجعه کنید.



از رفرکتومتر®Fleetguard ، شماره قطعه CC-2800 برای بررسی وضعیت باتری استفاده کنید.
با مراجعه به ستون مایع باتری در رفرکتومتر، سطح شارژ هر سلول باتری را تعیین کنید.

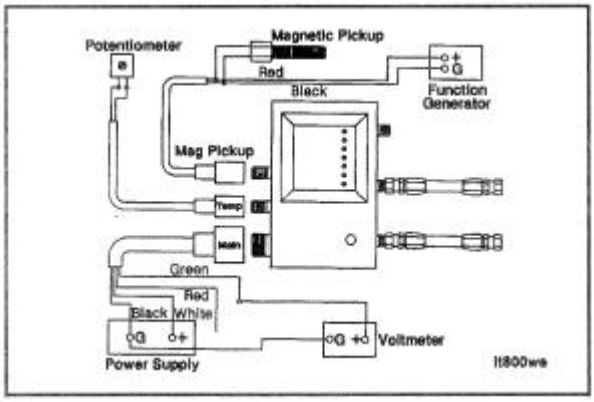
از تستر باتری، شماره قطعه ۳۳۷۷۱۹۳ برای آزمایش سطح شارژ باتری‌های بدون نیاز به نگهداری استفاده کنید.



اگر سطح شارژ پایین باشد، از شارژر باتری برای شارژ باتری استفاده کنید.
برای جزئیات، به دستورالعمل‌های سازنده مراجعه کنید. اطلاعات مربوط به اتصال باتری در بخش A موجود است.
در صورتی که باتری قادر به شارژ شدن تا مشخصات سازنده نباشد یا شارژ خود را حفظ نکند، آن را تعویض کنید.

سیستم حفاظت موتور

اطلاعات کلی



اگر سیستم حفاظت موتور نصب شده باشد، باید هر ۱۵۰۰ ساعت یا سالیانه بررسی شود. دستورالعمل‌های نگهداری توصیه‌شده توسط سازنده را دنبال کنید.

اگر واحد Compusave در حال استفاده است، به راهنمای عملیات و نگهداری مجموعه تست Flight Systems 9560 مراجعه کنید.

اگر Engine Saver شرکت Flight Systems در حال استفاده است، به راهنمای Engine Saver سطح ۷، Bulletin No. 57-ASSO-26مراجعه کنید. برای اطلاعات بیشتر با Flight Systemsبه شماره ۱-۸۰۰-۳۳۳-۱۱۹۴ تماس بگیرید.

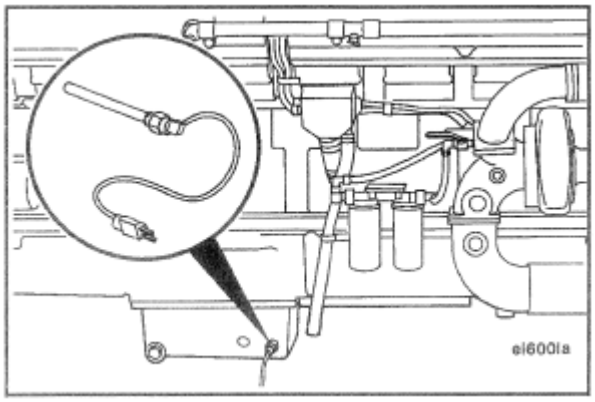
کمک‌راه‌اندازی در سرما

- گرم‌کن کارتل روغن

عملکرد صحیح آن را بررسی کنید. در صورت عملکرد صحیح، کارتل روغن باید گرم باشد.

بررسی کنید که اتصالات شل نشده باشند، سیم‌ها فرسوده نباشند و نشتی روغن وجود نداشته باشد.

در صورت نیاز، تعمیر یا تعویض انجام دهید.

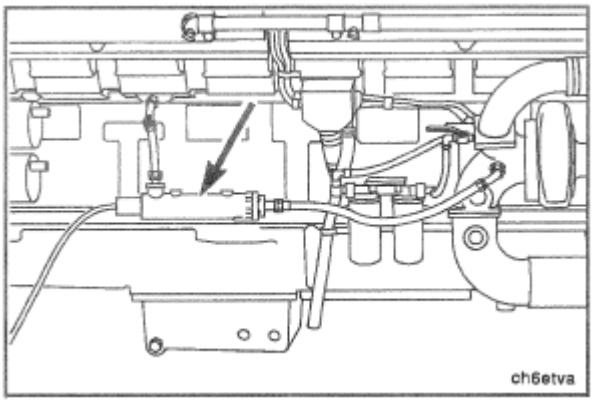


- گرم‌کن مایع خنک‌کننده موتور

عملکرد صحیح آن را بررسی کنید. اتصالات شل، سیم‌های فرسوده و نشتی مایع خنک‌کننده را بررسی کنید. قلیا و لجن موجود در واحد را تمیز کنید.

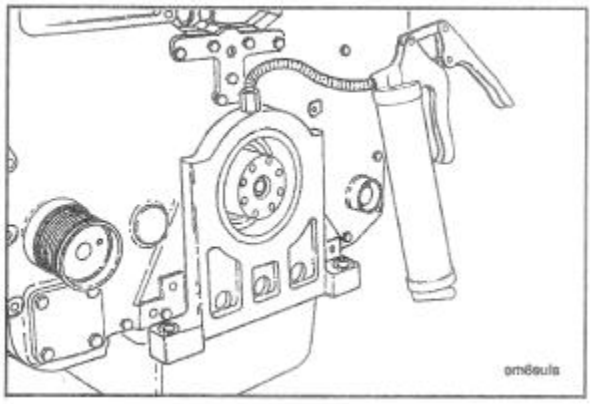
خطوطی که مایع خنک‌کننده را از گرم‌کن به بلوک موتور منتقل می‌کنند بررسی کنید تا مطمئن شوید انعطاف‌پذیر هستند. این خطوط معمولاً از لوله‌های فولادی متصل به شیلنگ سیلیکونی تشکیل شده‌اند.

شیلنگ سیلیکونی را با شیلنگ رادیاتور معمولی جایگزین نکنید، زیرا شکننده شده و می‌شکند.



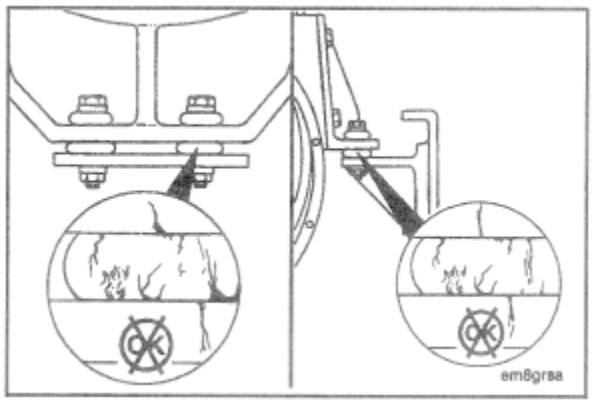
توجه: اتصال خروجی از گرم‌کن مایع خنک‌کننده در معرض تعداد زیادی چرخه حرارتی قرار دارد و باید از کیفیت بالا و قابلیت‌های عملیاتی مشخص برخوردار باشد.

جنس شیلنگ جایگزین برای اتصال گرم‌کن به بلوک موتور باید از سیلیکون تقویت‌شده با پلی‌استر باشد، قادر به تحمل دمای ۱۲۰ °C [۲۵۰ °F] و با حداقل فشار کاری ۶۸۹ kPa [100 psi] .



پایه جلوئی موتور

برای روانکاری پایه جلوئی موتور، از گریس نوع پمپ آب، گریس Chevron SRI یا معادل آن استفاده کنید. پایه را آن‌قدر روانکاری کنید تا گریس از بیرون پایه نمایان شود.



پیچ‌ها و مهره‌های نصب موتور

بازرسی

هر سال گشتاور مهره‌ها و پیچ‌ها را بررسی کنید. هر کدام که شل هستند را محکم کنید.لاستیک‌ها را از نظر خرابی و سخت شدن ناشی از سن بررسی کنید. هر پیچ، درپوش یا لاستیک آسیب‌دیده یا از دست رفته را تعویض کنید.

اندازه و درجه پیچ‌ها بسته به محفظه فلایویل و نحوه نصب موتور متفاوت است. اندازه و درجه پیچ‌های نصب را تعیین کنید. برای مقادیر گشتاور پیچ‌ها به بخش V این دفترچه مراجعه کنید.

روش‌های نگهداری و تعمیرات هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال

برنامه زمان‌بندی نگهداری موتور (۱ از ۲)

بازرسی‌های روزانه

- بررسی سطح روغن موتور
- بررسی سطح مایع خنک‌کننده
- بررسی سطح سوخت
- بررسی نشتی‌ها (روغن، سوخت، آب)
- بررسی وضعیت تسمه‌ها
- بررسی عملکرد نشان‌دهنده‌ها و هشدارها
- تخلیه آب و رسوبات از فیلتر سوخت
- بازدید ظاهری کلی موتور

هر ۲۵۰ ساعت کارکرد یا ۳ ماه

- تعویض روغن موتور
- تعویض فیلتر روغن
- بررسی فیلتر هوا
- بررسی کشش و وضعیت تسمه‌ها
- بررسی سیستم اگزوز
- بررسی اتصالات شل یا آسیب‌دیده

هر ۱٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا ۶ ماه

- تعویض فیلتر سوخت
- بررسی و تمیزکاری فیلتر هوا
- بررسی سیستم خنک‌کاری
- بررسی عملکرد توربوشارژر
- بررسی سیستم شارژ (دینام)

هر ۳٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا ۱ سال

- بررسی انژکتورها
- بررسی پمپ سوخت

- بررسی سیستم حفاظت موتور
- بررسی دمپر ارتعاشی
- بررسی ترموستات‌ها

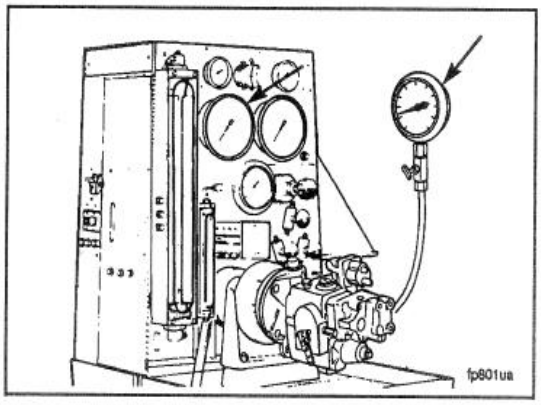
هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا ۲ سال

- تعویض مایع خنک‌کننده
- کالیبراسیون سیستم حفاظت موتور
- بازرسی کامل موتور
- انجام تنظیمات لازم مطابق مشخصات کارخانه

توجه:

- انجام نگهداری در فواصل زمانی مشخص‌شده الزامی است، حتی اگر ساعات کارکرد موتور کمتر از مقدار تعیین‌شده باشد.
- در شرایط کاری سخت (گردوغبار، دمای بالا، بار سنگین)، فواصل سرویس باید کاهش یابد.
- از قطعات و روانکارهای مورد تأیید سازنده استفاده شود.

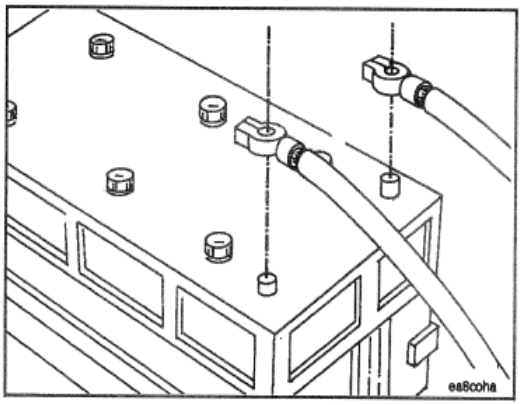
پمپ سوخت



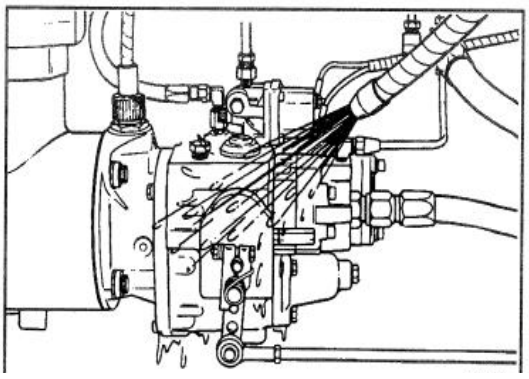
هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال، پمپ سوخت را تمیزکاری و کالیبره نمایید.

برای اطلاعات مربوط به کالیبراسیون، به بخش کالیبراسیون در همین فصل مراجعه کنید.

بازکردن (جداسازی)



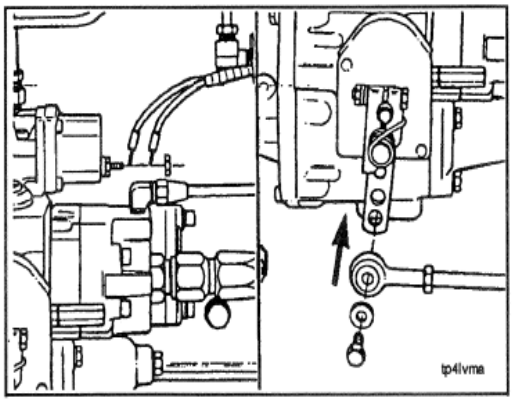
ابتدا کابل منفی (–) باتری را جدا کنید، سپس کابل مثبت (+) را جدا نمایید.



پیش از خارج کردن پمپ سوخت از موتور، پمپ سوخت و ناحیه اطراف آن را کاملاً تمیز کنید.

r 2 Years

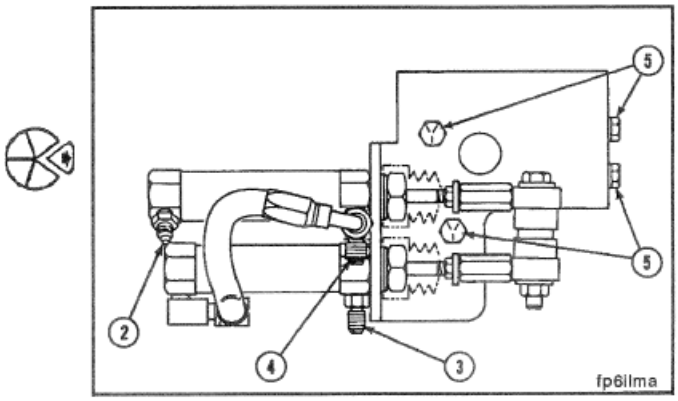
Fuel Pump
Page 7-3



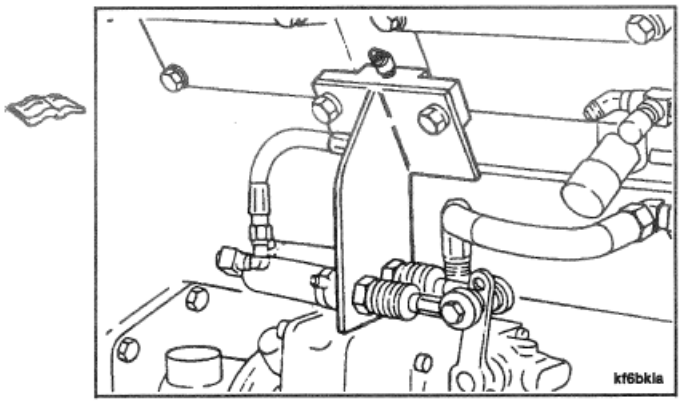
سیم‌های متصل به شیرهای قطع‌کن سوخت را جدا کنید.
اتصال (لینکیج) را از اهرم دریچه گاز جدا نمایید.

در موتورهایی که سیلندر هوای دریچه گاز روی براکت پمپ سوخت نصب شده است، به ترتیب زیر اقدام کنید:
ورودی هوای سیلندر دریچه گاز ۲، ورودی هوای سیلندر ترمز ۳، لوله وِنت ۴ و پیچ‌های نصب براکت ۵ را باز کنید.

مجموعه سیلندر دریچه گاز به‌صورت یک واحد همراه با پمپ سوخت جدا می‌شود.



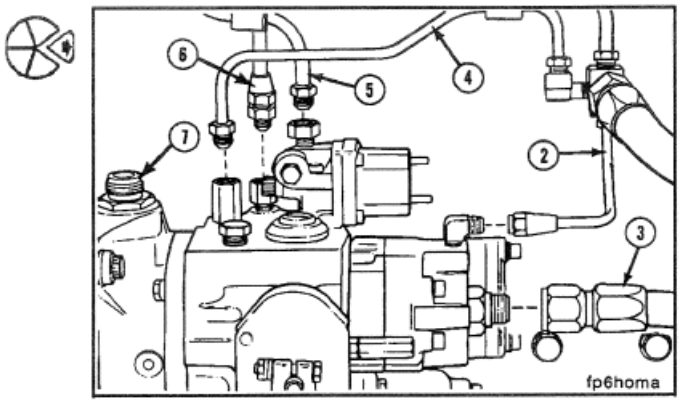
در موتورهای جدیدتر، سیلندرهای هوای دریچه گاز بر روی کاورهای پیرو بادامک نصب شده‌اند.
سیلندرهای دریچه گاز را از نظر سایش شافت و نشتی آب‌بندها بازرسی کنید.



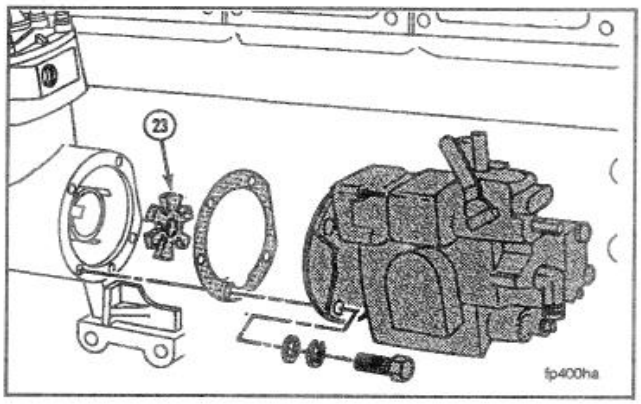
.

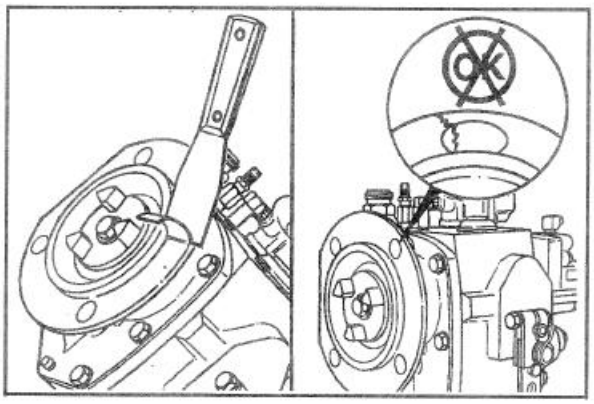
لوله‌های سوخت و شیلنگ هوا را جدا کنید:

- تخلیه خنک‌کاری پمپ دنده‌ای ۲
- خط مکش پمپ دنده‌ای ۳
- تخلیه سوخت AFC ۴
- خط تغذیه سوخت به انژکتورها ۵
- شیلنگ هوایAFC ۶
- کابل تاکومتر ۷



چهار پیچ نصب را باز کرده و پمپ سوخت را خارج کنید.
کوپلینگ محرک ۲۳ را جدا نمایید.
واشر را خارج کرده و دور بیندازید.

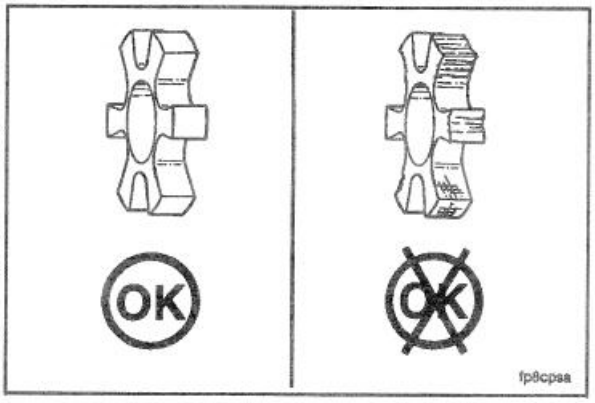




بازرسی

سطوح نصب پمپ سوخت و کمپرسور هوا یا متعلقات سیستم محرک را تمیز کنید.

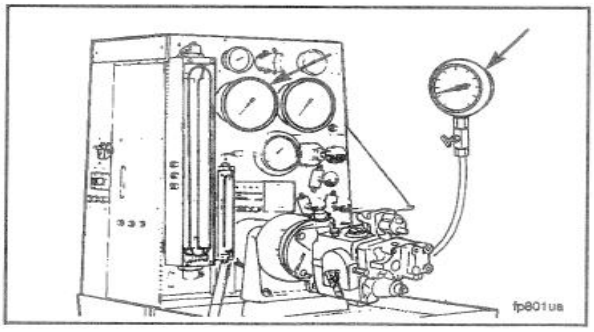
سطوح نصب را از نظر آسیب‌دیدگی بررسی نمایید. در صورت ترک‌خوردگی یا تغییرشکل، قطعه را تعویض کنید.



کوپلینگ اسپایدر را به‌صورت چشمی از نظر آسیب‌دیدگی بازرسی کنید. در صورت ترک‌خوردگی یا تغییرشکل، آن را تعویض نمایید.

کالیبراسیون

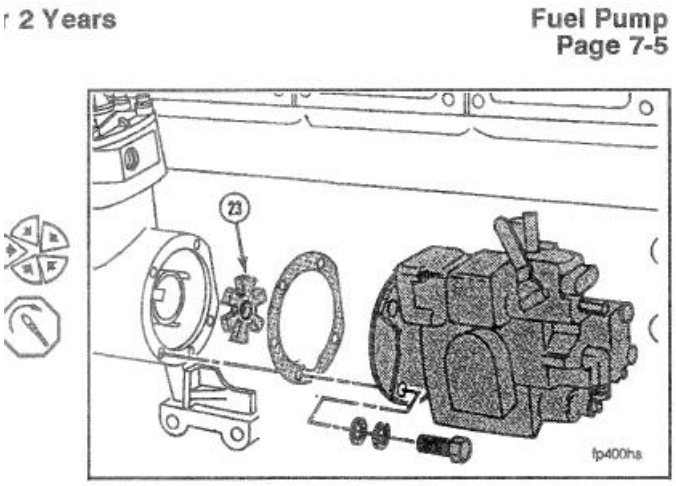
پمپ سوخت را کالیبره نمایید.



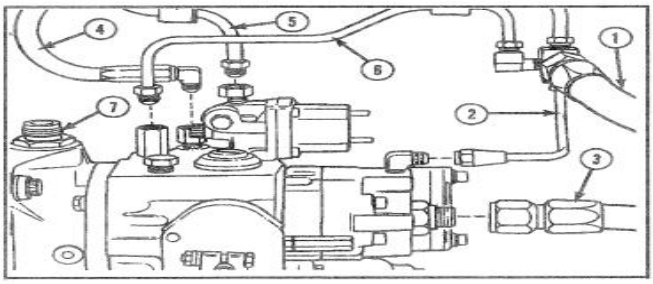
نصب

تمامی موتورهای K38 و K50 از کوپلینگ محرک پمپ سوخت از جنس نایلون سفید یا سبز روشن استفاده می‌کنند.

کوپلینگ محرک ۲۳، واشر، پمپ سوخت و چهار پیچ نصب را نصب کنید.
پیچ‌های نصب را با گشتاور ۴۵ نیوتن‌متر - ۳۵ فوت پوند سفت نمایید.



لوله‌های سوخت و شیلنگ هوا را متصل کنید:



تخلیه سوخت ۱

تخلیه خنک‌کاری پمپ دنده‌ای ۲

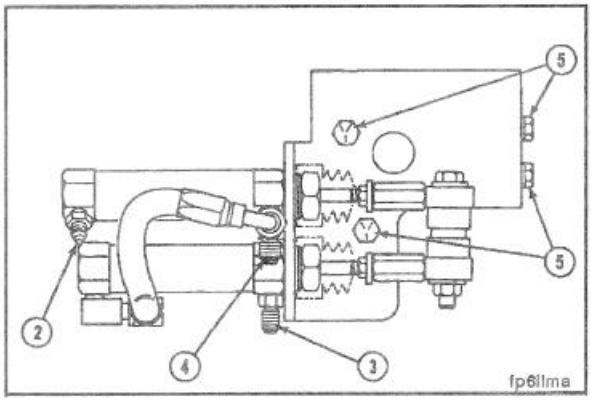
شیلنگ هوایAFC ۴

خط تغذیه سوخت به انژکتورها ۵
تخلیه سوخت AFC ۶

کابل تاکومتر ۷

در موتورهایی که سیلندرهای هوای دریچه گاز روی براکت پمپ سوخت نصب شده‌اند:

- پیچ نصب براکت ۵ را نصب کنید.
- خطوط هوای سیلندر دریچه گاز ۲ و سیلندر ترمز ۳ را نصب نمایید.
- خط وِنت ۴را نصب کنید.



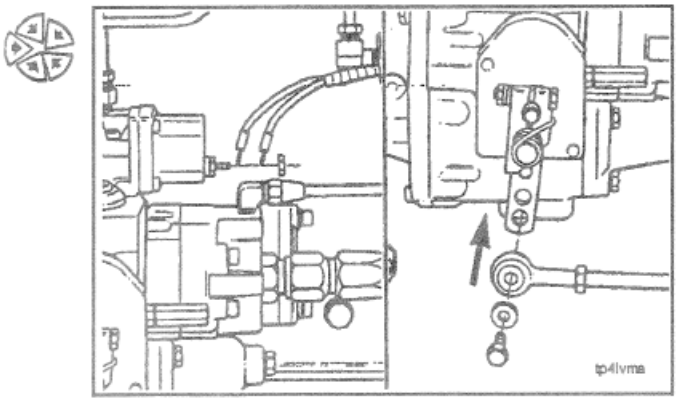
برای اطلاعات بیشتر، به بخش حرکت دریچه گاز / سیلندر هوای دریچه گاز در همین فصل مراجعه نمایید.

در موتورهای جدیدتر، سیلندرهای هوای دریچه گاز بر روی کاورهای پیرو بادامک نصب شده‌اند.

سیم‌های برق را به شیر قطع‌کن سوخت متصل کنید.

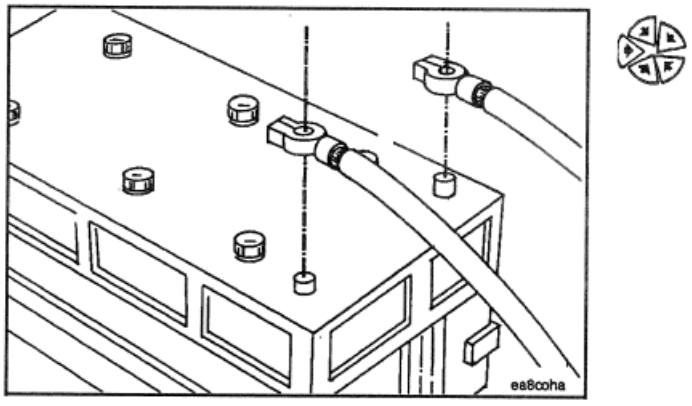
توجه :مهره اتصال سیم و مهره پایه اتصال زمین (ارت) باید تمیز بوده و به‌طور محکم بسته شوند.

اتصال (لینکیج) را به اهرم دریچه گاز نصب نمایید.

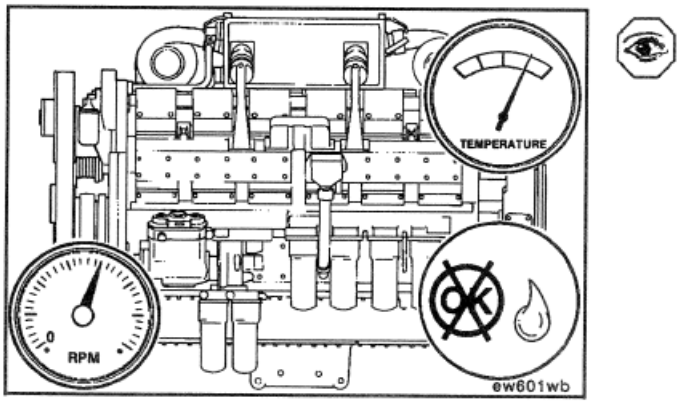


ابتدا کابل **مثبت (+)** باتری را متصل کنید، سپس کابل **منفی (–)** را وصل نمایید.

Throttle Travel/Throttle Air Cylinder **Section 7**
Page 7-6

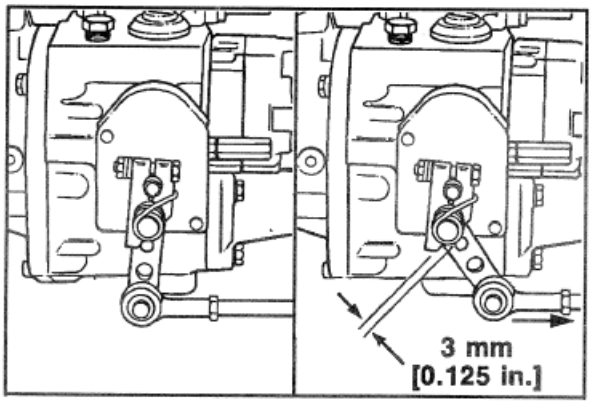


موتور را تا رسیدن به دمای کاری نرمال به کار بیندازید و از نظر وجود نشتی بررسی نمایید.



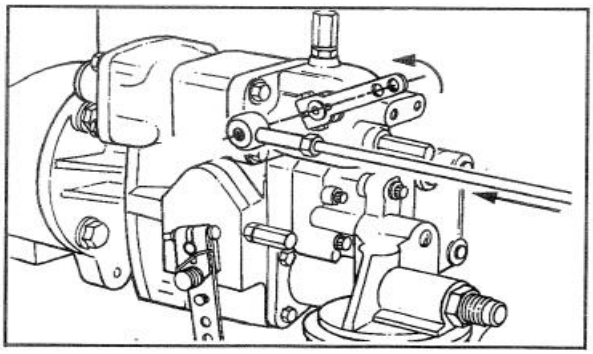
حرکت دریچه گاز / سیلندر هوای دریچه گاز

بازرسی



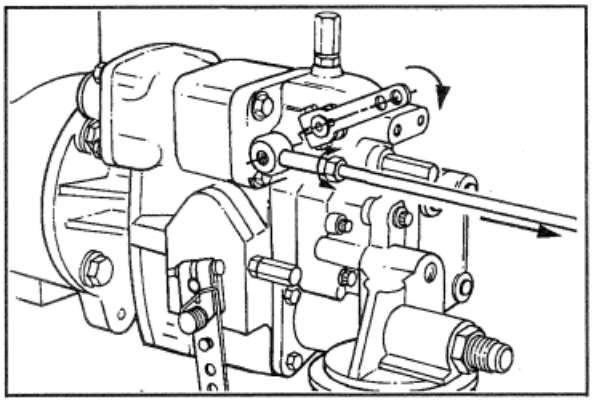
آزادشدن اهرم دریچه گاز – بازرسی

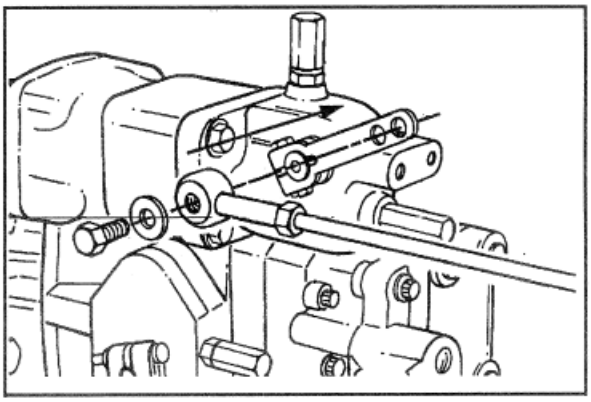
- اطمینان حاصل کنید که لینکیج دریچه گاز به‌گونه‌ای تنظیم شده باشد که در وضعیت تمام‌گاز، اهرم دریچه گاز به میزان ۳ تا ۶ میلی‌متر آزادشدگی داشته باشد.
- ضربه‌گیر اهرم دریچه گاز باید با پیچ حدّ توقف عقب دریچه گاز تماس داشته باشد.



تنظیم لینکیج دریچه گاز با سرعت متغیر(VS)

- لینکیج دریچه گاز را از اهرم دریچه گاز VS جدا کنید.
- اهرم VS را در وضعیت دور آرام نگه دارید و لینکیج را به موقعیت دور آرام منتقل نمایید.
- در حالی که اهرم VS در وضعیت دور آرام قرار دارد، لینکیج را تنظیم کنید.
- اهرم VS و لینکیج را به وضعیت حداکثر سرعت منتقل کنید.
- اگر اهرم و لینکیج هم‌راستا نیستند، لینکیج را تنظیم نمایید.



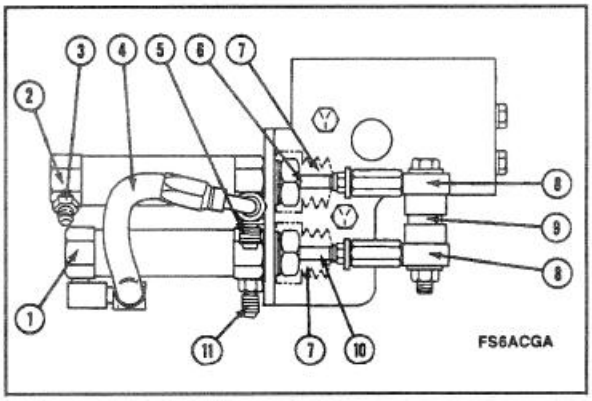


توجه :میزان حرکت دریچه گاز در اهرم VSقابل تنظیم نیست. برای کاهش حرکت دریچه گاز، می‌توان پمپ را با استفاده از فنر گاورنر VS سخت‌تر مجدداً کالیبره کرد.

- لینکیج را روی اهرم نصب کنید.

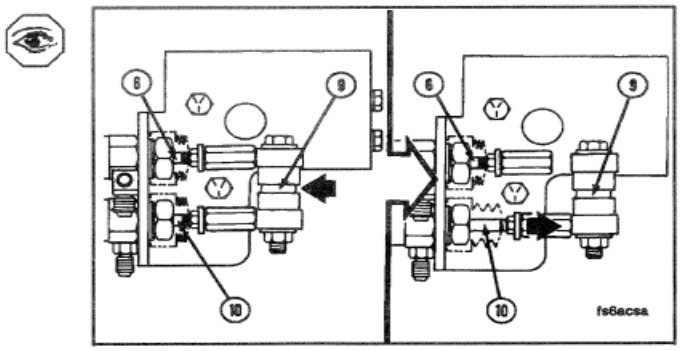
این بخش صرفاً برای موتورهای مجهز به سیلندر هوا کاربرد دارد:

- ۱ سیلندر ترمز
- ۲ سیلندر دریچه گاز
- ۳ ورودی هوای سیلندر دریچه گاز
- ۴ شیلنگ جامپر وِنت سیلندر
- ۵ لوله وِنت به ورودی هوای موتور یا هواکش
- ۶ میله افزایش طول سیلندر دریچه گاز
- ۷ گردگیر
- ۸ تاپت غلتکی و بوش
- ۹ اهرم دریچه گاز
- ۱۰ میله افزایش طول سیلندر ترمز
- ۱۱ ورودی هوای سیلندر ترمز



با استفاده از دست، اهرم دریچه گاز (9) را به سمت سیلندرها وضعیت دور آرام پایین فشار دهید .میله افزایش طول سیلندر ترمز(10) باید به‌صورت نرم و یکنواخت به وضعیت جمع‌شده حرکت کند .فنر سیلندر باید اهرم دریچه گاز را از سمت سیلندرهای هوا تقریباً به میزان نصف فاصله بین موقعیت دور آرام و تمام‌گاز بازگرداند.

اگر سیلندر به‌صورت روان حرکت نکند یا اهرم دریچه گاز را حرکت ندهد، سیلندر باید تعویض شود.

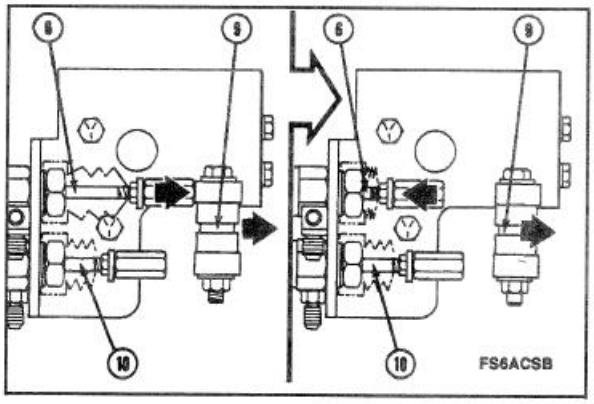


با استفاده از دست، اهرم دریچه گاز(9) را از سیلندر هوا دور کنید وضعیت تمام‌گازمیله افزایش طول سیلندر دریچه گاز(6) را به سمت اهرم دریچه گاز بکشید .درپوش میله افزایش طول باید با تاپت غلتکی روی اهرم دریچه گاز تماس داشته باشد.

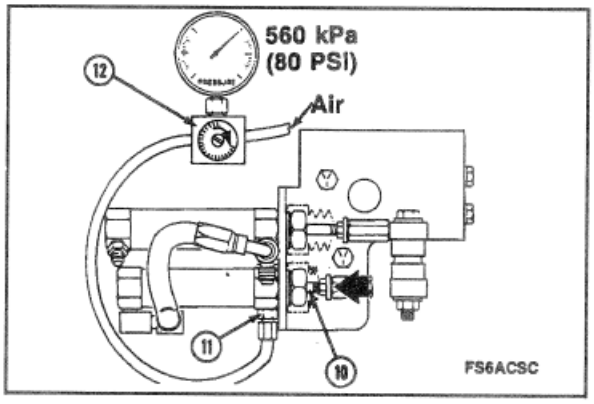
میله افزایش طول سیلندر دریچه گاز را رها کنید. میله باید به سمت سیلندر حرکت کند.

اگر میله به‌صورت روان حرکت نکند یا به وضعیت جمع‌شده بازنگردد، سیلندر باید تعویض شود.

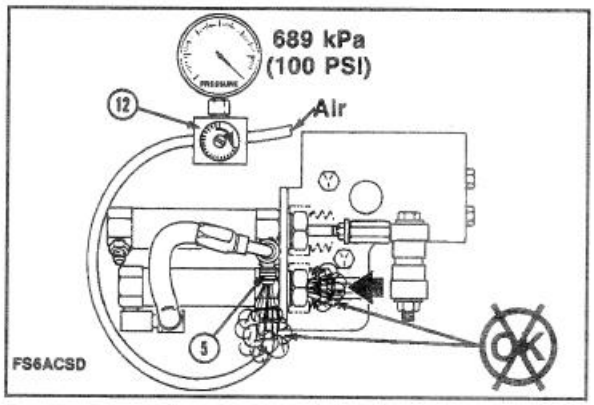
Throttle Travel/Throttle Air Cylinder **Sec**
Page 7-8



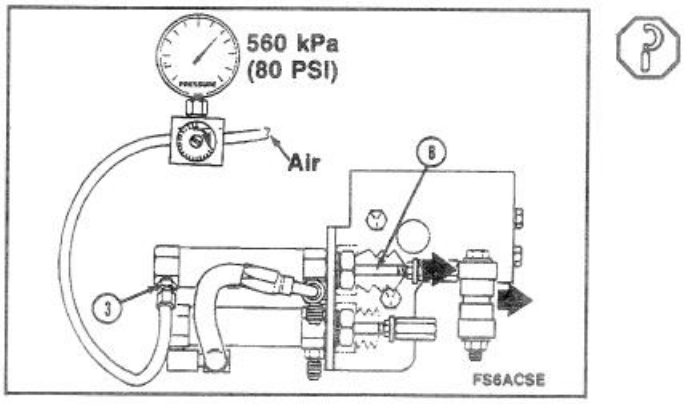
یک منبع هوای فشرده را به گیج فشار و رگلاتور (12)متصل کنید. یک شیلنگ از رگلاتور به ورودی هوای سیلندر ترمز (11) وصل نمایید.



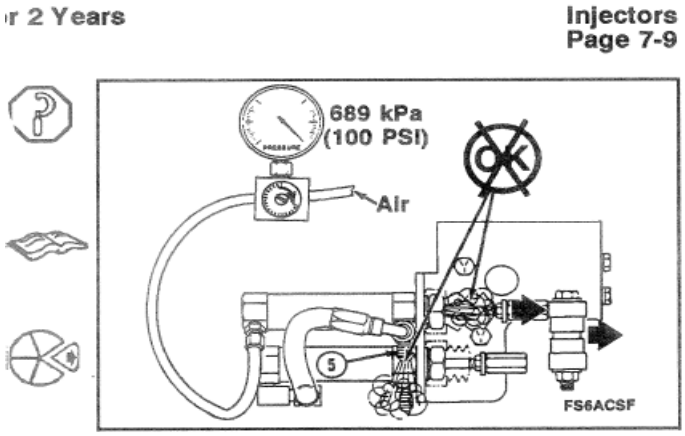
رگلاتور را تنظیم کنید تا ۵۶۰ کیلوپاسکال [80 psi] فشار به سیلندر اعمال شود. هنگام اعمال فشار، میله افزایش طول سیلندر ترمز (10) باید به‌طور کامل در وضعیت جمع‌شده قرار داشته باشد. فشار رگلاتور را به ۶۸۹ کیلوپاسکال [200 psi] افزایش دهید. نباید هیچ‌گونه نشتی هوا از خط وِنت ۵ یا اطراف میله افزایش طول وجود داشته باشد.



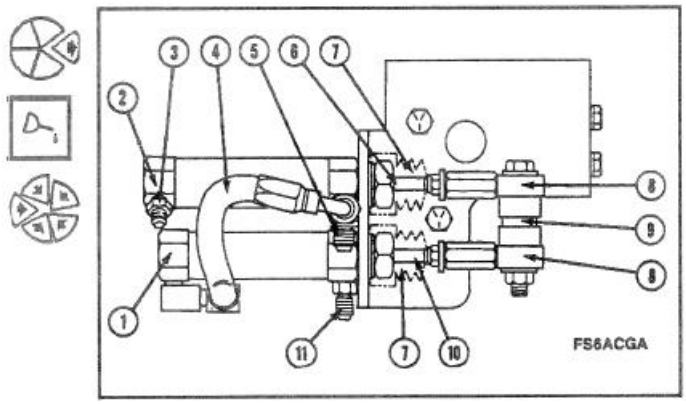
فشار هوا را به« ۰ » کاهش دهید .میله افزایش طول باید تقریباً به میزان نصف طول کورس حرکت خود جابه‌جا شود.



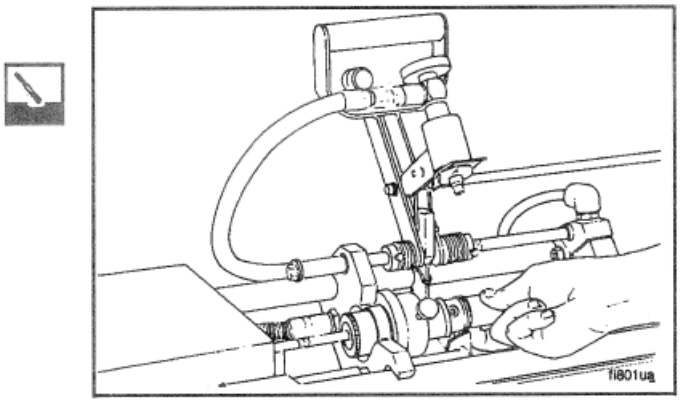
هوای فشرده را به ورودی هوای سیلندر دریچه گاز (3) متصل کنید.
رگولاتور را تنظیم کنید تا فشار ٥٦٠ کیلوپاسکال [80 psi] به سیلندر هوا اعمال شود.
میله خروجی سیلندر (6) باید اهرم دریچه گاز را تا موقعیت تمام سوخت جابه‌جا کند.
اهرم دریچه گاز را بکشید تا اطمینان حاصل شود که اهرم در موقعیت تمام سوخت قرار دارد.



- فشار رگولاتور را تا (100 psi) 689 kPa افزایش دهید.
نباید هیچ‌گونه نشتی هوا از دریچه تخلیه (5) یا اطراف سیلندر هوای دریچه گاز وجود داشته باشد.
- فشار رگولاتور را به صفر کاهش دهید.
میله اکستنشن باید به موقعیت جمع‌شده حرکت کند.
- اگر سیلندر در محدوده مشخصات آزمون هوای فشرده نباشد، باید تعویض گردد.
به روش زیر مراجعه کنید :سیلندر هوای دریچه گاز – بازکردن و نصب در راهنمای کارگاهی K38 وK50 ، بولتن شماره ۳۸۱۰۳۰٤.
- منبع تغذیه هوای سیلندر هوا را قطع کنید.

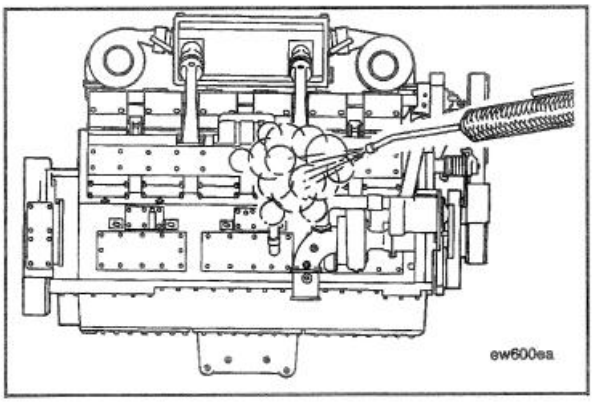


- گردگیرها (7) را از روی مهره‌های قفل سیلندر جدا کنید.
- به هر دو میله اکستنشن سیلندر (6) و (10) گریس بزنید.
- برای روانکاری تپت‌های غلطکی (8) و بوش‌ها، به کناره تپت‌های غلطکی گریس اعمال کنید.
- گردگیرها را روی مهره‌های قفل نصب کنید.
- خط تغذیه هوا را وصل کنید.



انژکتورها

هر ۶۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال یک‌بار، انژکتورها را تمیزکاری و کالیبراسیون کنید.
این عملیات باید در مرکز تعمیراتی مجاز کامینز انجام شود.



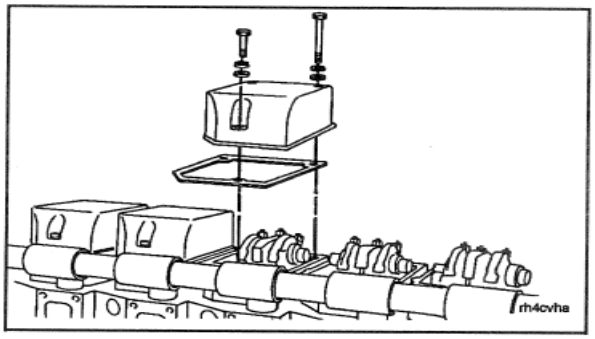
بازکردن

موتور را با بخار تمیز کنید. بخار بهترین روش برای تمیزکاری موتور یا تجهیزات آلوده است.
در صورت در دسترس نبودن بخار، از حلال مناسب برای شست‌وشوی موتور استفاده کنید.

تمام قطعات الکتریکی، اورینگ‌ها و سیم‌کشی‌ها را در برابر فشار کامل نازل پاشش شوینده محافظت نمایید.

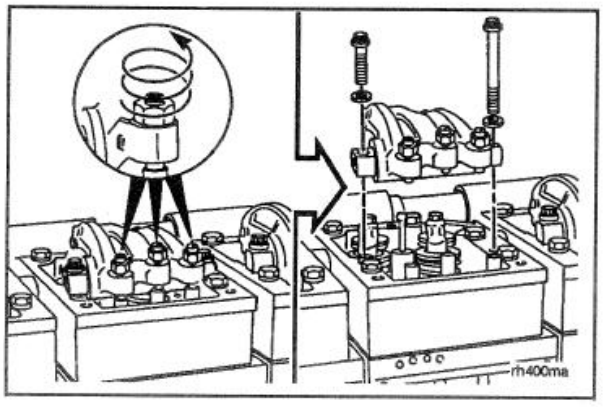
Injectors
Page 7-10

Section 7 -

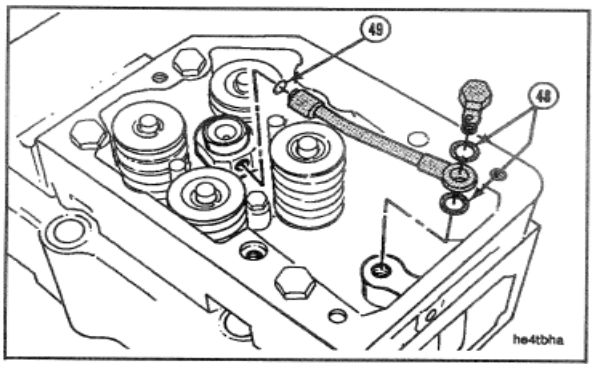


درپوش اسبک را باز کنید.

مجموعه اسبک را باز کنید.

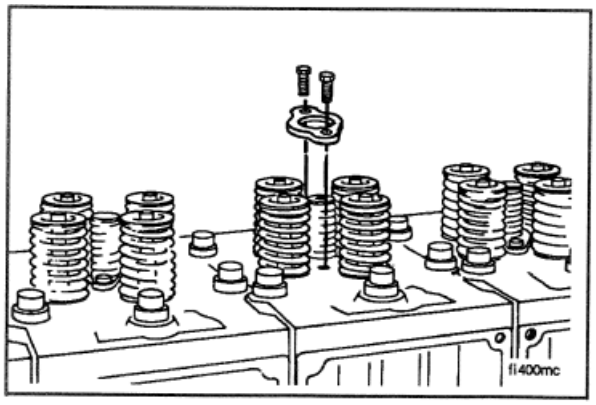


توجه : این مرحله فقط برای موتورهایی که به انژکتورهای STC یا HVT مجهز هستند کاربرد دارد.



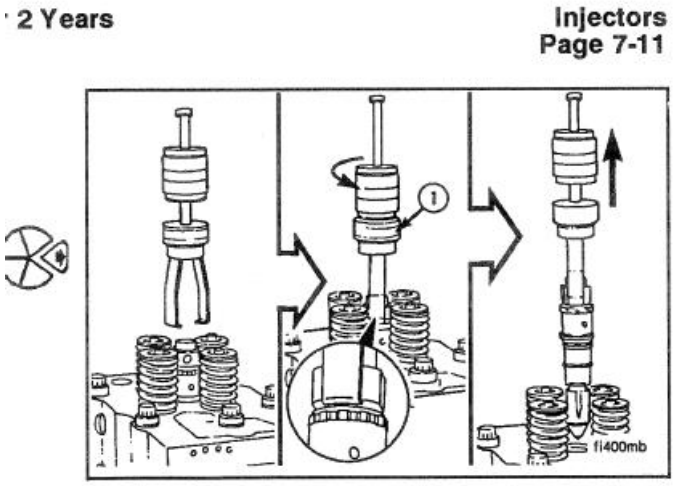
- پیچ نصب کانکتور بنجو را باز کنید.
- لوله انتقال روغن را جدا کنید.
- واشرهای آب‌بندی (48) و اورینگ (49) را خارج کرده و دور بیندازید.

توجه : برای وضوح بیشتر، محفظه اسبک از شکل (تصویر) حذف شده است.

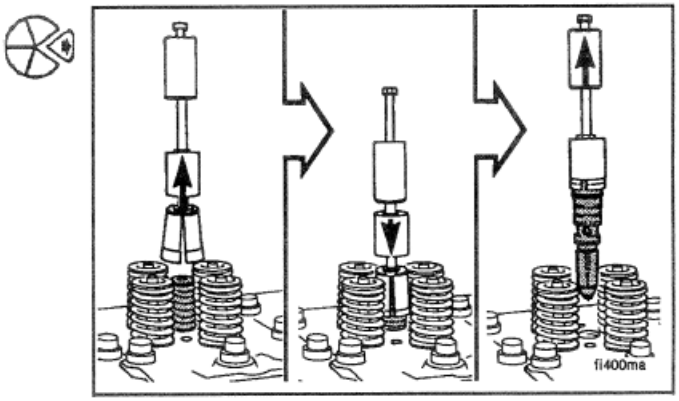


- پیچ‌های نگهدارنده انژکتور را باز کنید.
- بست را خارج کنید.

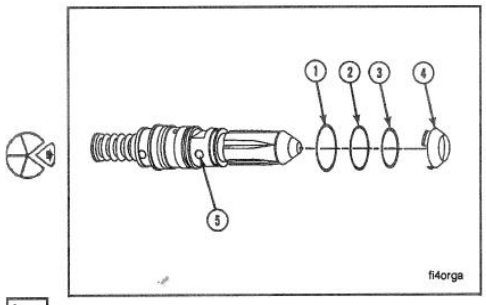
توجه : اجازه ندهید تپت از داخل انژکتور HVT خارج شود؛ در غیر این صورت امکان آسیب‌دیدگی وجود دارد.



برای انژکتورهای STC یاHVT ، از کشنده انژکتور با شماره قطعه ۳۳۷٦٤۹۷ استفاده کنید.
اطمینان حاصل کنید که بازوهای کشنده به‌طور محکم زیر پیچ حد بالایی قرار گرفته باشند.
حلقه گیره (1) را سفت کنید.
برای خارج کردن انژکتور از چکش کشویی استفاده نمایید.



برای انژکتورهای استاندارد، از کشنده انژکتور با شماره قطعه ۳۳۷۶۰۰۰ یا ۳۳۷٦٤۹۷ استفاده کنید.
یقه دوتکه (1) را روی انژکتور قرار دهید.
یقه قفل‌کن را روی یقه دوتکه بلغزانید.
برای خارج کردن انژکتور از چکش کشویی استفاده نمایید.



.

بازرسی

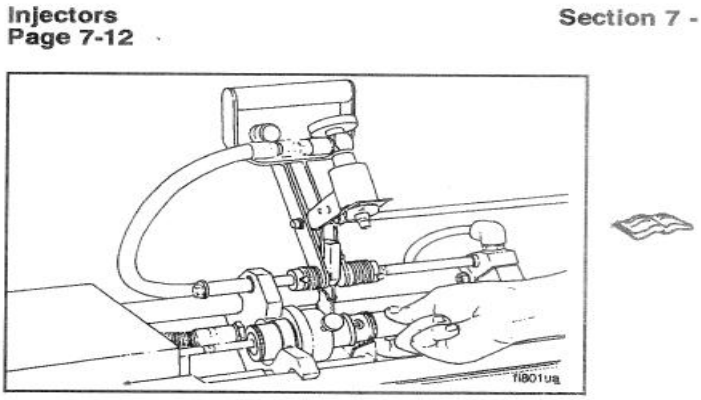
توجه : پلانجرها و بوش‌های انژکتور دارای تلرانس و لقی بسیار دقیق هستند و به‌راحتی آسیب می‌بینند.
پلانجرها را خارج نکنید مگر اینکه آموزش استفاده از روش‌های صحیح را دیده باشید.
اجازه ندهید پلانجر از داخل انژکتور خارج شود.

- اورینگ‌ها ۱ ، ۲ و ۳ را خارج کرده و دور بیندازید.

توجه : رینگ‌های آب‌بندی در ضخامت‌های مختلف موجود هستند تا میزان بیرون‌زدگی انژکتور تنظیم شود.

- رینگ آب‌بندی (4) را خارج کنید و محل سیلندر را یادداشت نمایید.
- با استفاده از دستمال بدون پرز، سطح خارجی انژکتور را تمیز کنید.
  محل تماس رینگ آب‌بندی با انژکتور را با دقت بررسی نمایید.

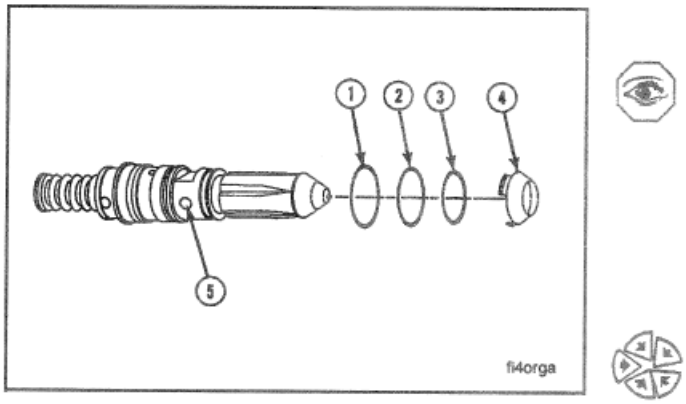
- توری اوریفیس (5)را بررسی کنید؛ باید کاملاً تمیز باشد.
در صورت وجود آلودگی روی توری، خار نگهدارنده و توری را خارج کرده و برای تمیزکاری اقدام کنید.
توری را با حلال شست‌وشو داده و با هوای فشرده خشک نمایید.
سپس توری و خار نگهدارنده را نصب کنید.



کالیبراسیون

انژکتورها را کالیبره کنید. این عملیات به تجهیزات ویژه نیاز دارد و باید در مرکز تعمیراتی مجاز کامینز انجام شود.

- برای انژکتورهایPTD ، به راهنمای بازسازی انژکتورPT ، بولتن شماره ۳۳۷۹۰۷۱ مراجعه کنید.
- برای انژکتورهایHVT/STC ، به راهنمای کارگاهی انژکتور STC نوعPT ، بولتن شماره ۳۸۱۰۳۱۳ مراجعه نمایید.



نصب

اورینگ‌ها را شناسایی کنید تا در شیار صحیح انژکتور نصب شوند.

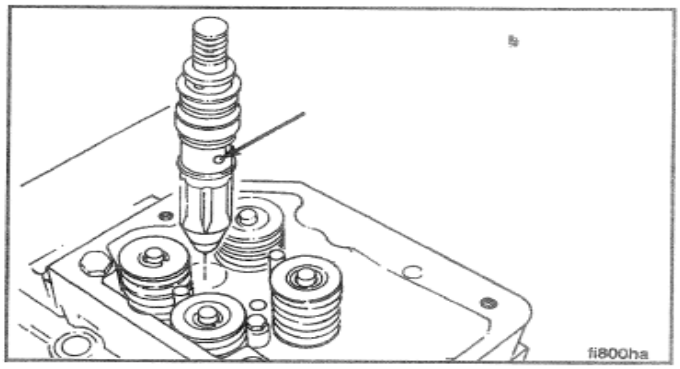
- اورینگ (1) با شماره قطعه ۳۰۱۰۵۱۰ دارای نقطه یا نوار قرمز است. رنگ ظاهری اورینگ خاکستری مات می‌باشد.
- اورینگ (2) با شماره قطعه ۲۰۵۲۱۶ بدون علامت است.

- اورینگ (3) با شماره قطعه ۱۹۳۷۳٦ دارای نقطه یا نوار سبز است. رنگ ظاهری اورینگ مشکی براق می‌باشد.

اورینگ‌ها را با روغن گیاهی روانکاری کرده و روی انژکتور نصب کنید.

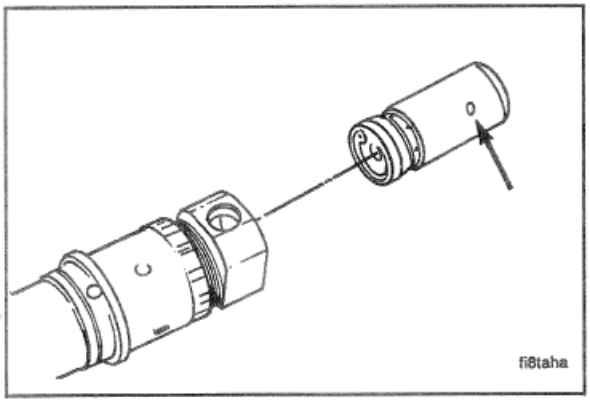
- رینگ آب‌بندی با اندازه صحیح (4)را نصب نمایید.

توجه : انژکتورهای Premium K در هر سه موقعیت 1 ، 2 و 3 از اورینگ یکسان با شماره قطعه ۱۹۳۷۳٦ استفاده می‌کنند.
انژکتورهای Premium K با وجود دو اوریفیس بالانس (5)روی بدنه انژکتور قابل شناسایی هستند.
انژکتورهای STCاستاندارد فقط یک اوریفیس بالانس دارند.



.

انژکتور استاندارد را در داخل نشست قرار دهید.
انژکتور را بچرخانید به‌طوری‌که توری انژکتور به سمت سوراخ پیچ نگهدارنده در سمت ورودی سرسیلندر قرار بگیرد.

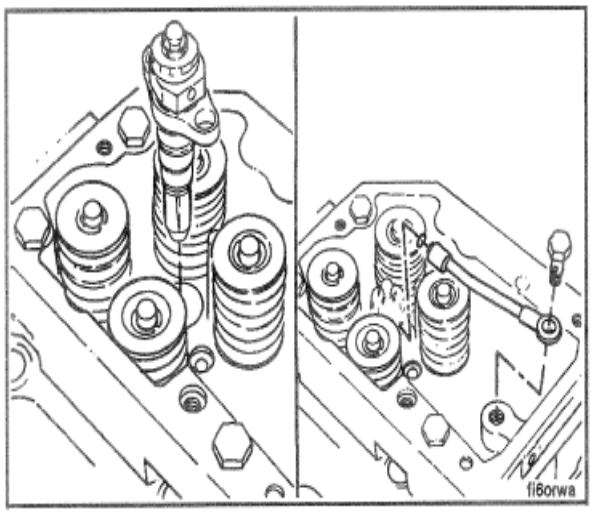


توجه:
از خارج شدن تاپت از انژکتور HVT جلوگیری کنید؛ در غیر این صورت امکان بروز آسیب وجود دارد.

تاپت باید به‌درستی نصب شود .سوراخ‌های بزرگ تعبیه‌شده در کناره تاپت باید در نزدیکی مجموعه اهرم اسبکی قرار داشته باشند.

تاپت قابلیت خارج شدن از انژکتور STC نوع Top Stopرا ندارد.

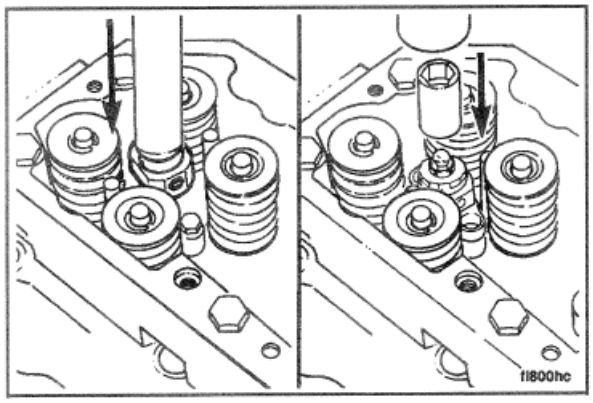
توجه:
تا زمانی که انژکتور به‌طور صحیح هم‌راستا نشده است، آن را بر روی نشیمنگاه فشار ندهید.



انژکتور STC یا HVT را در داخل سوراخ قرار دهید.
انژکتور را بچرخانید به‌گونه‌ای که سوراخ موجود در پیچ Top Stopبه سمت سوراخ تأمین روغن در محفظه اهرم اسبکی قرار گیرد.

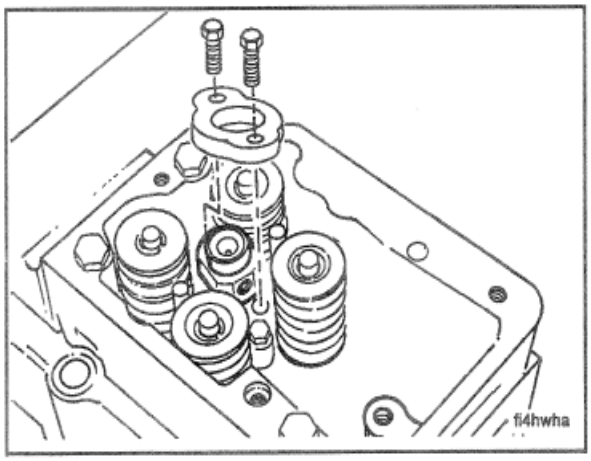
از لوله جامپر روغن و پیچ اتصال به‌عنوان ابزار استفاده کنید. انژکتور را بچرخانید تا سوراخ‌ها کاملاً هم‌راستا شوند. سپس پیچ اتصال و لوله را خارج کنید.

هشدار:
از ابزار چوبی برای جا زدن (نشاندن) انژکتور استفاده نکنید. در غیر این صورت، به‌دلیل جدا شدن تراشه‌ها و خرده‌چوب‌ها و افتادن آن‌ها داخل تاپت، احتمال بروز خرابی وجود دارد.
برای نشاندن انژکتور از بکس با سایز ۱-۴/۱ اینچ یا ۲۷ میلی‌متر استفاده کنید.



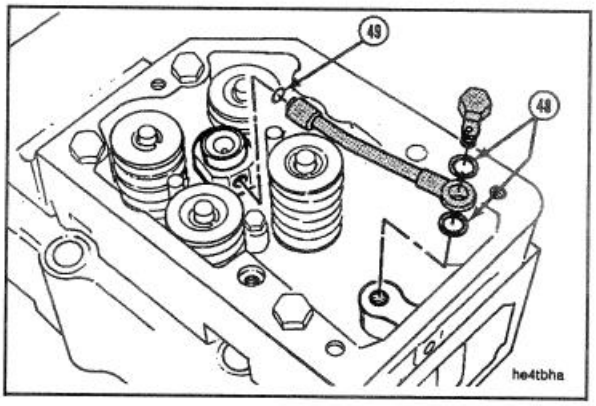
از یک جسم کند که با پیچ Top Stopدر تماس باشد استفاده نمایید. با استفاده از دست‌ها، یک فشار سریع و محکم اعمال کنید تا انژکتور در جای خود بنشیند.
در صورت نشستن صحیح انژکتور، یک صدای «تق»واحد شنیده خواهد شد.

توجه:
بست نگهدارنده انژکتور که در موتورهای مجهز به STC یا HVT استفاده می‌شود، به پیچ‌های سردار نیاز دارد که ۳ میلی‌متر (۸/۱ اینچ) بلندتر از پیچ‌های مورد استفاده در سایر موتورهای K38 و K50 هستند. بست نگهدارنده و پیچ‌های خودقفل‌شونده را نصب کنید. پیچ‌ها را به‌صورت متناوب و یکنواخت سفت نمایید تا بست به‌طور صحیح در مرکز بدنه انژکتور قرار گیرد.
پیچ‌ها را با گشتاور ۱۶ نیوتن‌متر (۱۴۵ اینچ-پوند) سفت کنید.



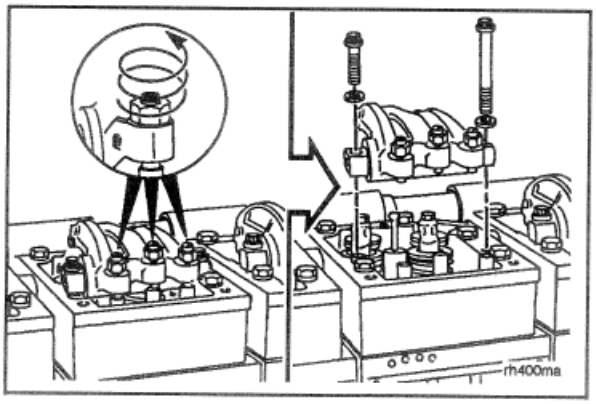
اورینگ (49)را روی لوله جامپر نصب کنید. اورینگ را با روغن موتور روانکاری نمایید. لوله جامپرواشرهای آب‌بندی مسی (48)را نصب کنید. پیچ اتصال را نصب نمایید.
پیچ را با گشتاور ۲۵ نیوتن‌متر (۲۰ فوت-پوند) سفت کنید.

توجه:
لوله جامپر روغن مربوط به انژکتورهای STC نوع Full Top Stopبه اندازه ۸ میلی‌متر (۱۶/۵ اینچ) کوتاه‌تر از لوله مورد استفاده در انژکتورهای اولیه HVTاست.
این لوله‌ها قابل جابجایی و اختلاط با یکدیگر نیستند.

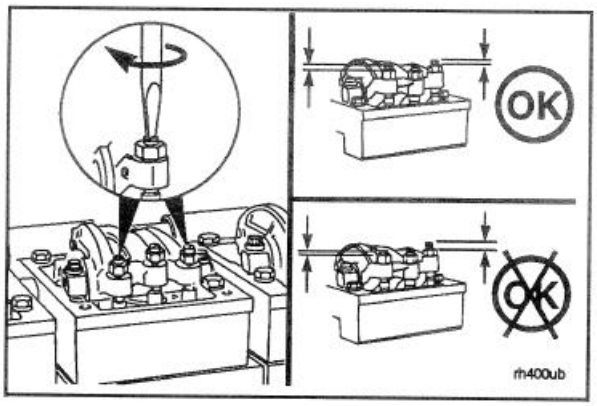


مجموعه اهرم اسبکی و در صورت کاربرد، لینک انژکتور STC را نصب کنید.

مقدار گشتاور:
۹۰ نیوتن‌متر (۶۵ فوت-پوند)

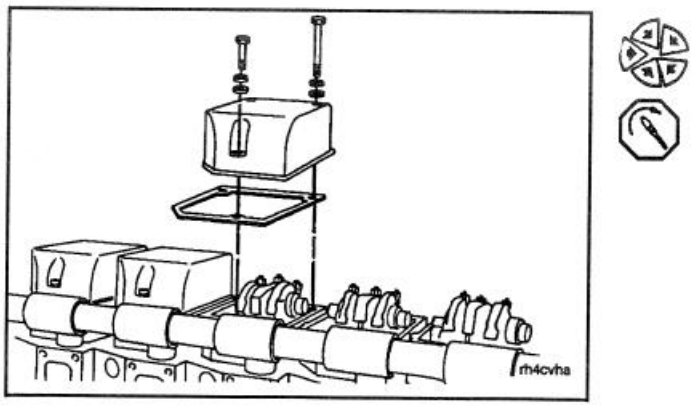


اهرم‌های اسبکی را تنظیم کنید. برای انجام این فرآیند به بخش ۶ مراجعه نمایید.



درپوش اهرم اسبکی را نصب کنید.

مقدار گشتاور:
۴۰ نیوتن‌متر (۳۰ فوت-پوند)



سیستم خنک‌کاری

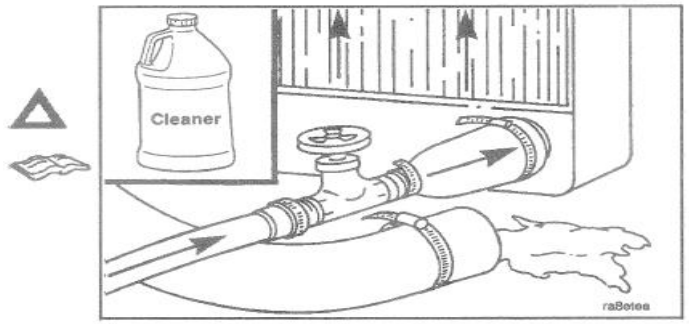
تمیزکاری سیستم و تعویض ضدیخ

هشدار احتیاطی:
از مواد شوینده قلیایی در سیستم خنک‌کاری استفاده نکنید. این مواد باعث آسیب دیدن قطعات آلومینیومی خواهند شد.

توجه:
پیش از اقدام به انجام عملیات نگهداری سیستم خنک‌کاری، بخش ۵ (توصیه‌ها و مشخصات مایع خنک‌کننده) را مطالعه نمایید.

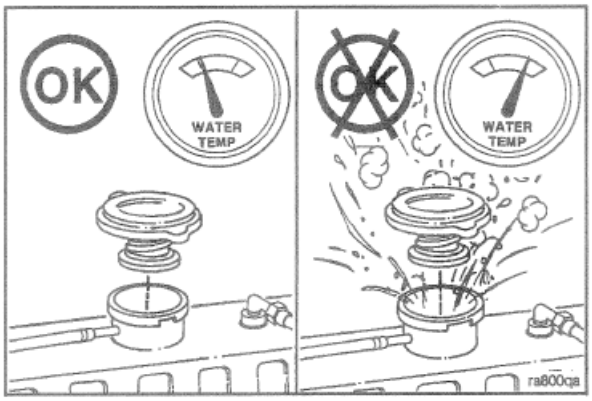
هر ۲ سال یا هر ۶۰۰۰ ساعت کارکرد (هرکدام زودتر فرا برسد)، مایع خنک‌کننده را تعویض کنید.

برای عملکرد صحیح، سیستم خنک‌کاری بایدصحیح صورت گیرد.



هشدار:
پیش از باز کردن درپوش فشار سیستم خنک‌کاری، صبر کنید تا دما به کمتر از ۵۰ درجه سلسیوس یا ۱۲۰ درجه فارنهایت برسد. عدم رعایت این دستور می‌تواند باعث بروز صدمات شخصی ناشی از پاشش مایع خنک‌کننده داغ شود.

توجه:
عملکرد ماده RESTORE به زمان، دما و سطح غلظت بستگی دارد. برای مثال، در سیستم‌هایی که به‌شدت دچار رسوب‌گذاری یا محدودیت جریان هستند، ممکن است به غلظت‌های بالاتر مواد شوینده، دماهای بالاتر، زمان‌های تمیزکاری طولانی‌تر یا استفاده از RESTORE PLUS نیاز باشد.

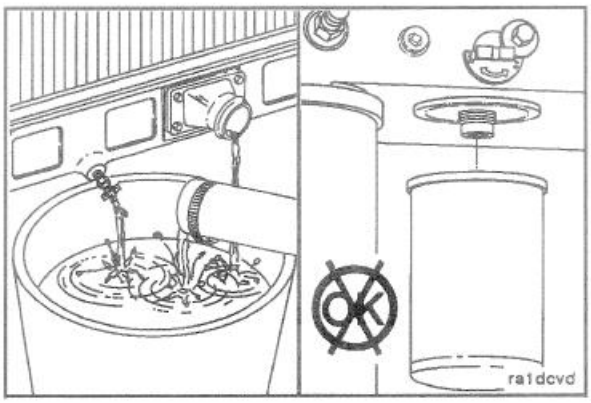


ماده RESTOREرا می‌توان با ایمنی کامل تا دو برابر غلظت توصیه‌شده استفاده کرد.
ماده RESTORE PLUS صرفاً باید در غلظت توصیه‌شده خود مورد استفاده قرار گیرد.
سیستم‌هایی که به‌شدت دچار رسوب یا آلودگی هستند، ممکن است به بیش از یک مرحله تمیزکاری نیاز داشته باشند.

RESTORE — CC2610 (۱ گالن)
RESTORE — CC2611 (۵ گالن)

RESTORE — CC2612 (۵۵ گالن)
RESTORE PLUS — CC2638 (۱ گالن)

سیستم خنک‌کاری را تخلیه کنید. اجازه ندهید سیستم خنک‌کاری خشک شود؛ در صورت خشک شدن، ماده RESTORE اثربخشی لازم را نخواهد داشت. فیلتر مایع خنک‌کننده را خارج نکنید.





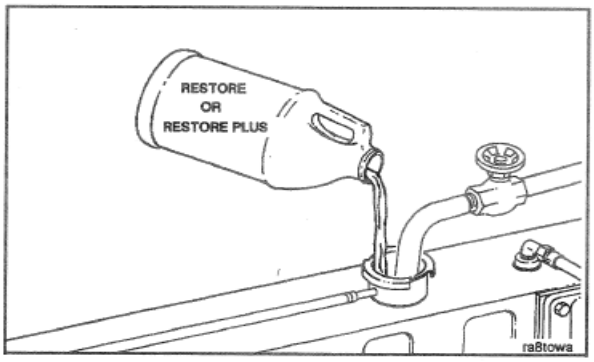
هشدار احتیاطی:
ماده RESTORE ®Fleetguardحاوی ضدیخ است. در طول عملیات تمیزکاری، اجازه ندهید سیستم خنک‌کاری یخ بزند.

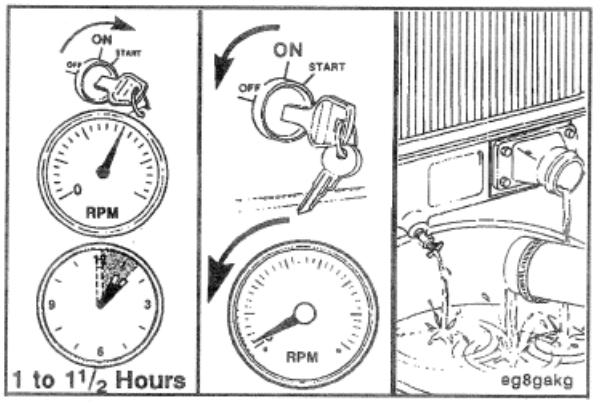
بلافاصله ۳٫۸ لیتر (۱ گالن آمریکایی) از ®Fleetguard RESTOREیا RESTORE PLUS(یا معادل آن) را به ازای هر ۳۸ تا ۵۷ لیتر (۱۰ تا ۱۵ گالن) ظرفیت سیستم خنک‌کاری اضافه کنید و سپس سیستم را با آب معمولی پر نمایید. کلید تنظیم دمای گرم‌کن را روی وضعیت حداکثر قرار دهید تا حداکثر جریان مایع خنک‌کننده از هسته گرم‌کن برقرار شود. روشن بودن فن دمنده الزامی نیست.

موتور را در دمای کاری نرمال (حداقل ۸۵ درجه سانتی‌گراد [۱۸۵ درجه فارنهایت]) به مدت ۱ تا ۱٫۵ ساعت به کار بیندازید. سپس موتور را خاموش کرده و سیستم خنک‌کاری را تخلیه نمایید.

Cooling System
Page 7-16

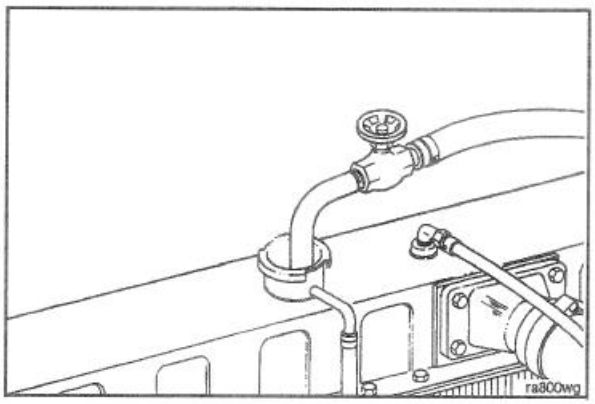
Section 7



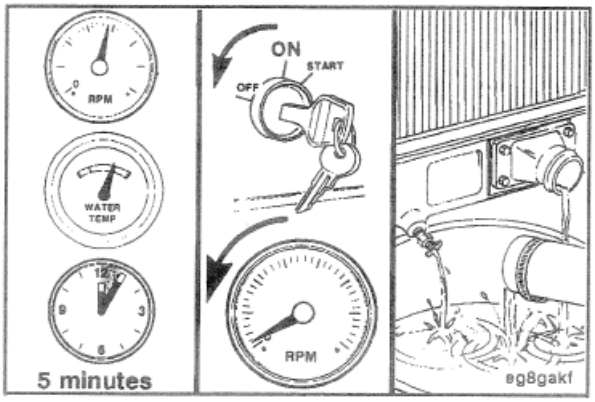


به‌منظور شست‌وشوی سیستم خنک‌کاری، سیستم خنک‌کاری را با آب تمیز پر نمایید.

موتور را به مدت ۵ دقیقه در حالت دور آرام بالا، با دمای مایع خنک‌کننده بالاتر از ۸۵ درجه سانتی‌گراد [۱۸۵ درجه فارنهایت] به کار بیندازید. سپس موتور را خاموش کرده و سیستم خنک‌کاری را تخلیه نمایید.



توجه :اگر آبی که تخلیه می‌شود همچنان کثیف باشد، سیستم باید مجدداً شست‌وشو داده شود تا آب کاملاً تمیز گردد.



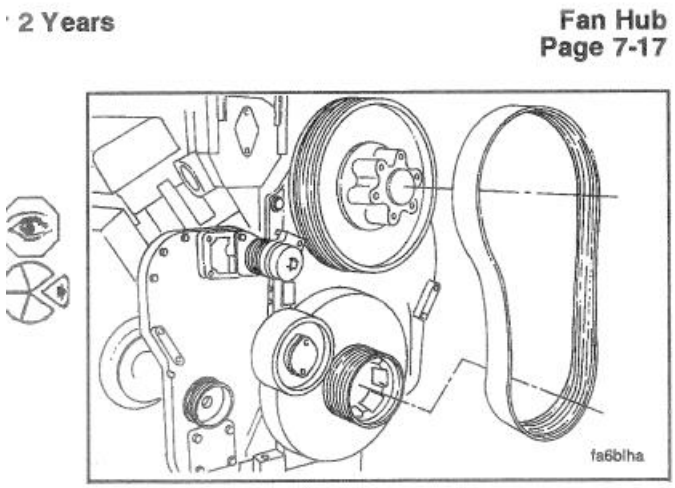
در پایان، سیستم را با مایع خنک‌کننده سنگین‌کار جدید و افزودنی SCA مطابق توضیحات قبلی پر نمایید.

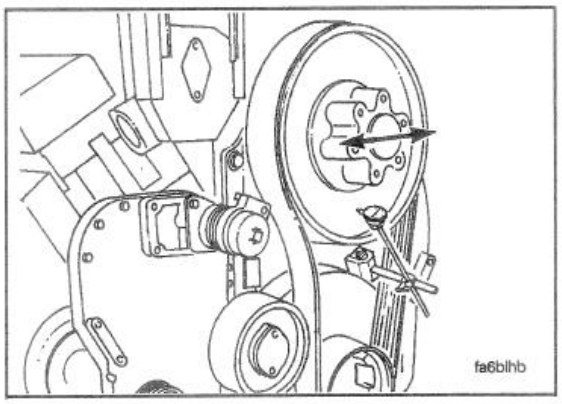
توپی فن

بازرسی:

هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال یک‌بار، توپی فن را از نظر لقی انتهایی مناسب و نشتی گریس بازرسی نمایید. تسمه فن را باز (جدا) کنید. برای انجام این عملیات به بخش A مراجعه نمایید.

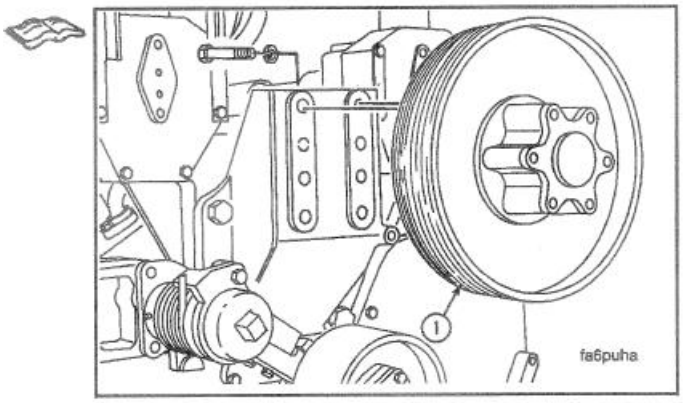
پولی توپی فن را بچرخانید تا از نظر زبری یا آسیب‌دیدگی یاتاقان‌ها بررسی شود. شیارهای پولی را از نظر سایش بیش‌ازحد بازرسی نمایید. وجود نشتی گریس را بررسی کنید. برای اندازه‌گیری لقی انتهایی یاتاقان از ساعت اندازه‌گیری استفاده نمایید.





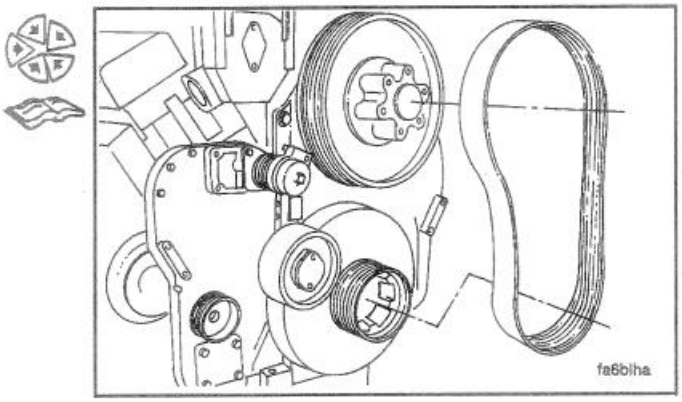
لقی انتهایی یاتاقان:

- حداقل :۰/۰۳ میلی‌متر(۰/۰۰۱ اینچ)
- حداکثر :۰/۱۵ میلی‌متر(۰/۰۰۶ اینچ)



در صورت نیاز، توپی فن را با یک واحد نو یا بازسازی‌شده تعویض نمایید. برای دستورالعمل‌های بازکردن و نصب مجدد، به دفترچه عیب‌یابی و تعمیر موتورهای سری **K38** و**K50** ، بولتن شماره **3810432**مراجعه نمایید.

تسمه فن را نصب نمایید.



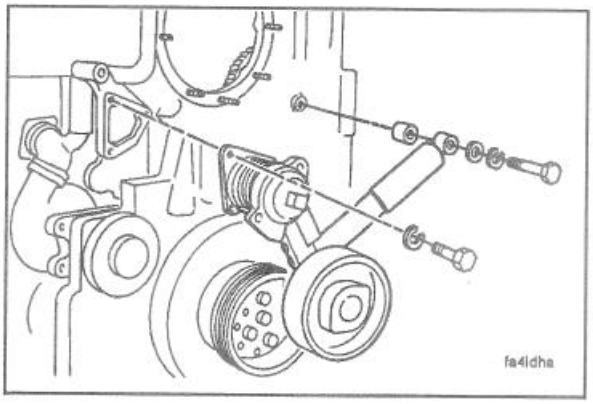
مجموعه پولی هرزگرد فن

Fan Idler Pulley Assembly
Page 7-18

Section 7

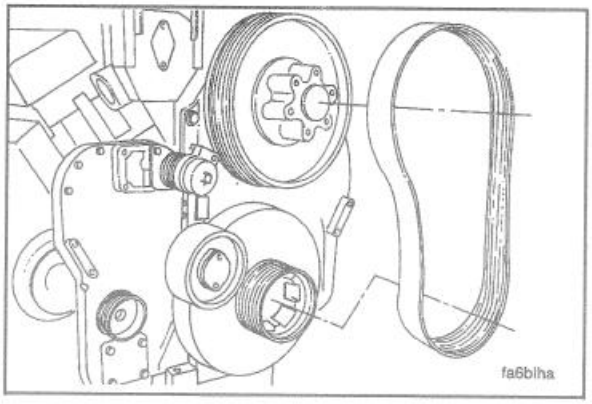
بازسازی / تعویض

هر ۶۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال یک‌بار، مجموعه پولی هرزگرد فن را بازرسی نمایید. در صورت نیاز، پولی هرزگرد را بازسازی یا تعویض کنید.



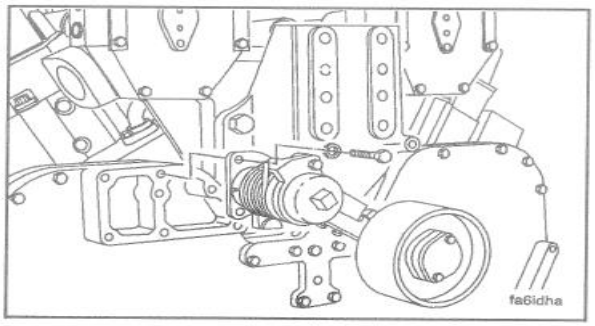
بازسازی

تسمه فن را باز (جدا) نمایید.



سه پیچ سرآلن را باز کنید. مجموعه هرزگرد را جدا نمایید.

توجه :موتورهایی که دارای مرکز فن به قطر ۴۵۷ میلی‌متر [۱۸ اینچ] هستند، دارای یک صفحه آداپتور بین هرزگرد و درپوش جلویی چرخ‌دنده می‌باشند.
صفحه آداپتور را باز (جدا) نمایید.



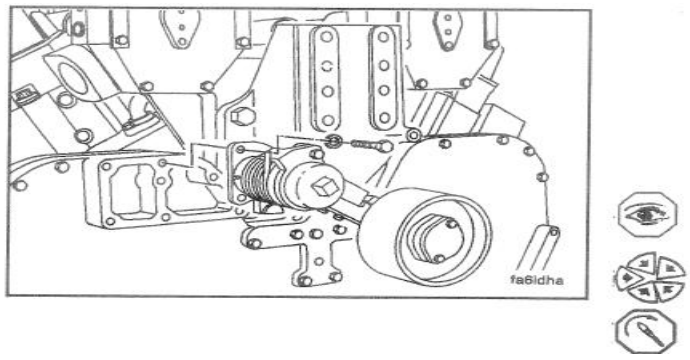
نصب

توجه :اگر موتور دارای دو دمپر ارتعاشی باشد، بازوی هرزگردی بلندتر از نمونه نشان‌داده‌شده مورد نیاز است.
اگر موتور دارای توپی فن با مرکز ۴۵۷ میلی‌متر [۱۸ اینچ] (فن با موقعیت پایین) باشد، وجود یک صفحه آداپتور بین بازوی هرزگرد و درپوش جلوپی چرخ‌دنده الزامی است.

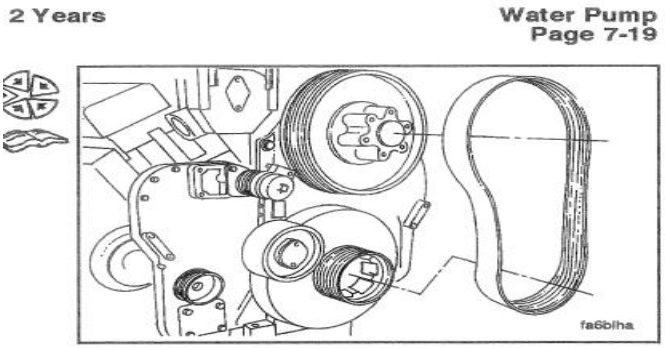
اطمینان حاصل کنید که فنر روی بازوی هرزگرد تحت کشش نباشد. این کار نصب بعدی توپی فن را تسهیل می‌کند.

مجموعه هرزگرد تسمه فن را به همراه سه واشر قفل‌کن و پیچ‌های سرآلن نصب نمایید.

گشتاور سفت‌کاری : ۶۰ نیوتن‌متر [۴۵ فوت–پوند]



تسمه فن را نصب نمایید.

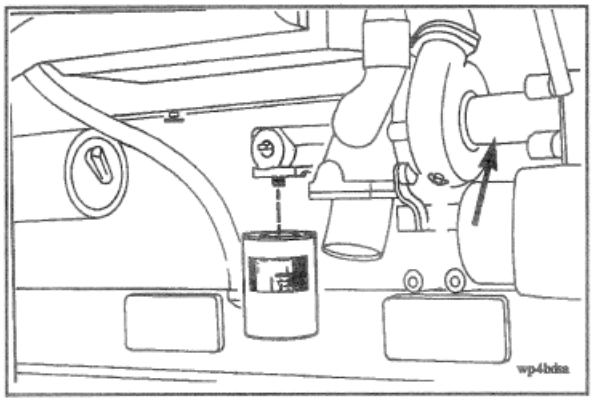


پمپ آب

بازسازی / تعویض

هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال یک‌بار، پمپ آب را بازسازی یا تعویض نمایید.

توجه :ایجاد رسوب شیمیایی جزئی یا ردّ ریزش در سوراخ تخلیه پمپ آب طبیعی است. تا زمانی که نشتی واقعی تأیید نشده باشد، از تعمیر یا تعویض پمپ آب خودداری کنید.
برای اطلاعات بیشتر به دفترچه عیب‌یابی و تعمیر موتورهای سری K38 وK50 ، بولتن شماره 3810432مراجعه نمایید.



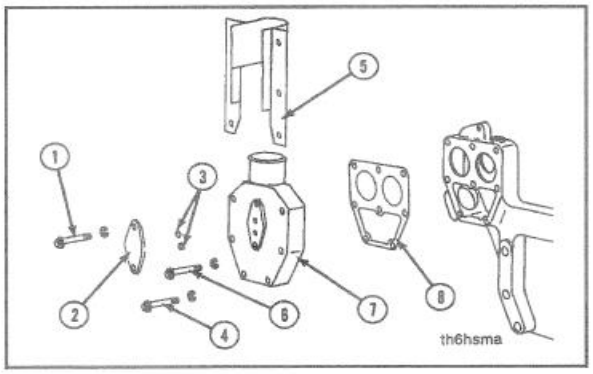
ترموستات‌ها و آب‌بندها

تعویض

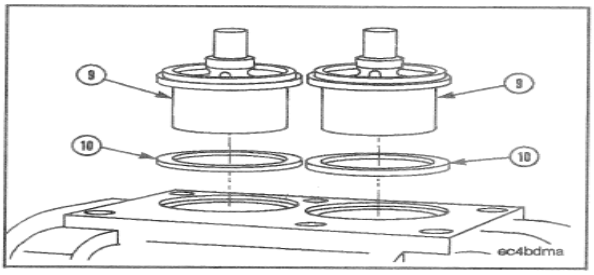
موارد زیر را باز (جدا) نمایید:

۱. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن (هر کدام دو عدد)
۲. صفحه، درپوش یا سر فیلتر آب
۳. آب‌بندها، اورینگ‌ها (هر کدام دو عدد)
٤. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن (هر کدام چهار عدد)
٥. شیلد حرارتی (فقط سمت راست موتور)
٦. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن (هر کدام دو عدد)
۷. پوسته ترموستات
۸. واشر (گسکت)

پایه ترموستات را بررسی نمایید.



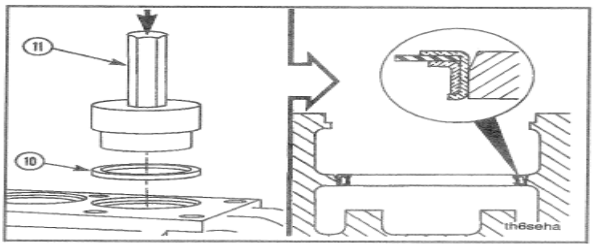
ترموستات‌ها را خارج نمایید. آب‌بندها (۱۰ عدد) را از
پوسته جدا کرده و دور بیندازید.
ترموستات‌ها را از نظر سایش بررسی کنید. در صورتی که
بدنه (سیلندر) ترموستات دچار سایش یا خوردگی (فرسایش) شده باشد، باید تعویض گردد.
تمام سطوح آب‌بندی و نشیمن‌ها (سوراخ‌ها) را تمیز نمایید.
برای تمیزکاری قطعات از حلال یا بخار استفاده کنید.



آب‌بند باید به‌گونه‌ای نصب شود که شماره قطعه رو به بالا قرار گیرد.

برای نصب آب‌بند ترموستات، از چکش پلاستیکی و ابزار نصب آب‌بند ترموستات با شماره قطعه 3375411یا معادل آن استفاده نمایید. آب‌بند را نصب کنید.

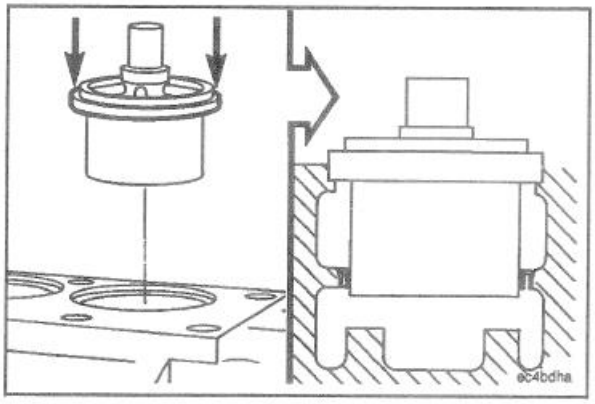
توجه :آب‌بند را حداکثر تا عمق ۰/۵۱ میلی‌متر [۰/۰۲۰ اینچ] پایین‌تر از لبه بالایی قطعه ریخته‌گری‌شده نصب نمایید.



ترموستات را با اعمال نیرو به لبه بیرونی آن نصب نمایید.

توجه :اگر موتور تحت سرویس از نوع K50 است، اطمینان حاصل کنید که ترموستات صحیح نصب شده باشد. ترموستات‌های موتورهای K38 و K50 با یکدیگر متفاوت هستند.

ترموستات‌های K50 دارای نشیمن لاستیکی نیتریلی هستند که به حلقه برنجی در محل نشیمن سیلندر ولکانیزه شده است. این نشیمن از نشت مایع خنک‌کننده و سایش جلوگیری می‌کند. استفاده از ترموستات دارای نشیمن لاستیکی برای موتورهای K50 الزامی است. این نوع ترموستات برای موتور K38 الزامی نیست، اما قابل نصب می‌باشد.



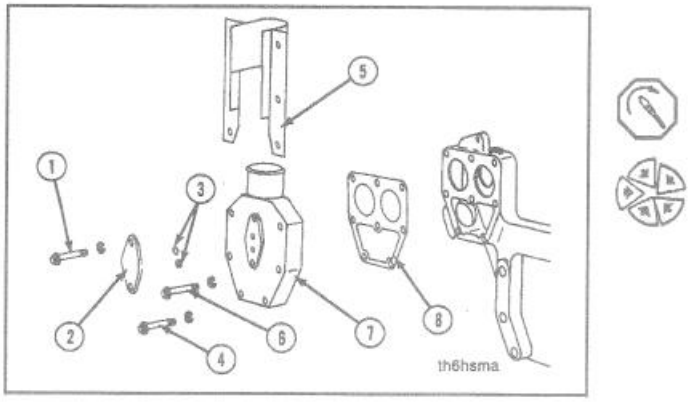
توجه :تا زمانی که مونتاژ به‌طور کامل انجام نشده است، پیچ‌های سرآلن را سفت نکنید.

۱. موارد زیر را نصب نمایید:
۲. واشر (گسکت)
۳. پوسته ترموستات
٤. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن (هر کدام دو عدد)
٥. شیلد حرارتی (فقط سمت راست موتور)
٦. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن (هر کدام چهار عدد)

۷. آب‌بندها، اورینگ‌ها (دو عدد)
۸. صفحه، درپوش (یا سر فیلتر)
۹. پیچ‌های سرآلن و واشرهای قفل‌کن

سپس پیچ‌های سرآلن را سفت نمایید.

گشتاور سفت‌کاری :۴۵ نیوتن‌متر [۳۵ فوت–پوند]



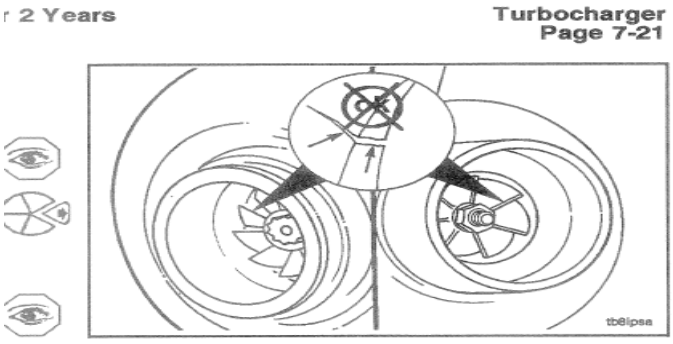
توربوشارژر

بازرسی

توربوشارژر را هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال یک‌بار بازرسی نمایید. ورودی هوای موتور و لوله‌کشی اگزوز را باز (جدا) کنید. توربوشارژر را به شرح زیر بررسی نمایید:

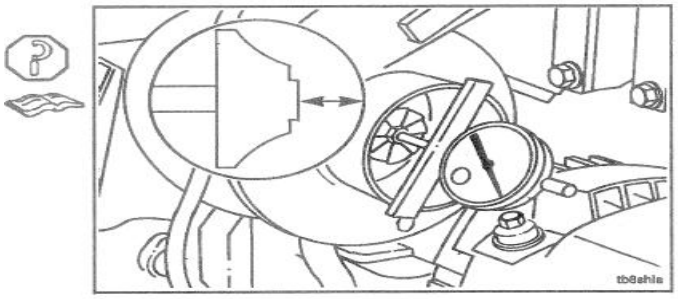
- پره‌های کمپرسور یا توربین را از نظر آسیب‌دیدگی یا ترک‌خوردگی بررسی کنید.
- اطمینان حاصل نمایید که محور توربوشارژر به‌صورت آزادانه می‌چرخد.

توجه :در صورتی که بازرسی‌های چشمی یا کنترل‌های ابعادی وجود مشکل را نشان دهند، برای دریافت پشتیبانی با مرکز تعمیرات مجاز کامینز تماس بگیرید. برای شناسایی دقیق، به شماره مدل درج‌شده روی پلاک مشخصات توربوشارژر مراجعه نمایید.



Holset HC5 و مدلAiResearch T-18A

لقی محوری (از انتها تا انتها) را اندازه‌گیری کنید. در صورتی که حرکت محوری از مقادیر مشخص‌شده در زیر بیشتر باشد، توربوشارژر را بازسازی یا تعویض نمایید.
برای روش‌های بازکردن، به راهنمای عیب‌یابی و تعمیر موتورهای سری K38وK50 ، بولتن شماره 3810432مراجعه شود و برای روش‌های بازسازی به راهنمای بازسازی توربوشارژر، بولتن‌های شماره (T-18A) 3379091، (HC5) 3810243یا 3810386راهنمای کارگاهی HT100 رجوع گردد.



ابعاد لقی انتهایی :

مدل	حداقل	حداکثر
HC5A	0.05 mm	0.13 mm
T18A	0.10 mm	0.23 mm
HT100	0.06 mm	0.16 mm

اندازه‌گیری لقی شعاعی (از طرفی به طرف دیگر)
توجه :برای کنترل این بُعد، شفت را به سمت فیلرگیج نگه دارید.

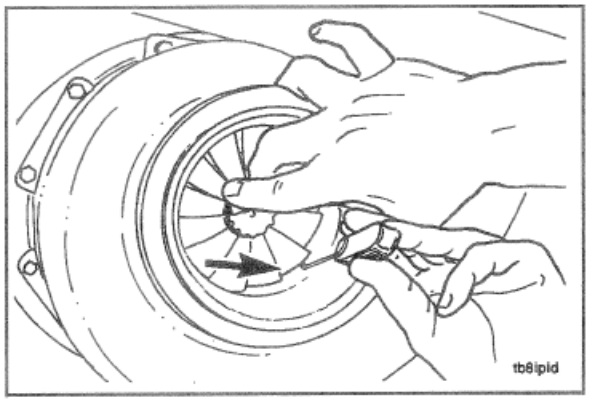
مدلHC5A

ایمپلر کمپرسور

- حداقل 0.15 میلی‌متر (0.006 اینچ)
- حداکثر 0.45 میلی‌متر (0.018 اینچ)

چرخ توربین

- حداقل 0.20 میلی‌متر (0.008 اینچ)
- حداکثر 0.55 میلی‌متر (0.021 اینچ)



مدلT18A

ایمپلر کمپرسور

- حداقل 0.08 میلی‌متر (0.003 اینچ)
- حداکثر 0.18 میلی‌متر (0.007 اینچ)

اندازه‌گیری لقی شعاعی (از پهلو به پهلو)

نکته :برای کنترل این بُعد، شافت را به سمت فیلر گیج نگه دارید.

مدلHT100

پروانه کمپرسور

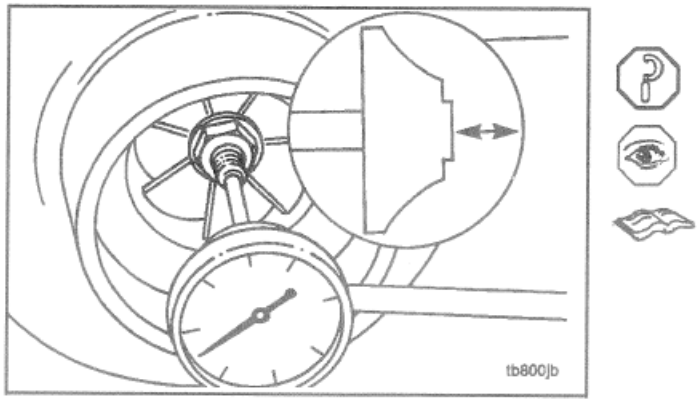
- حداقل 0.25 میلی‌متر (0.010 اینچ)
- حداکثر 0.46 میلی‌متر (0.018 اینچ)

چرخ توربین

- حداقل 0.38 میلی‌متر (0.015 اینچ)
- حداکثر 0.53 میلی‌متر(0.021 اینچ)

براون بووری®، مدل‌های RR-153 وRR-151

برای اندازه‌گیری لقی محوری ، از عمق‌سنج ساعتی با شماره قطعه ST-537یا یک ساعت اندیکاتور استفاده نمایید. مقدار لقی محوری را اندازه‌گیری کنید.

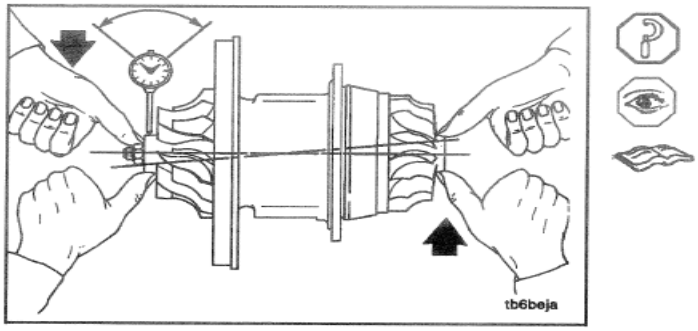


لقی انتهایی BBC (RR-151) و(RR-153)

واحد	حداقل(MIN)	حداکثر (MAX)
mm	0.09	0.13
in	0.004	0.005

چنانچه لقی انتهایی از حدود مشخص‌شده تجاوز نماید، قطعه باید تعویض یا بازسازی شود.
برای اطلاعات بیشتر به بولتن شماره ۳۸۱۰۲۳۵ مربوط به توربوشارژر گاز اگزوز RR-153، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری، یا بولتن شماره ۳۸۱۰۳۲۵ مربوط به توربوشارژر گاز اگزوز RR151-12، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری مراجعه شود.

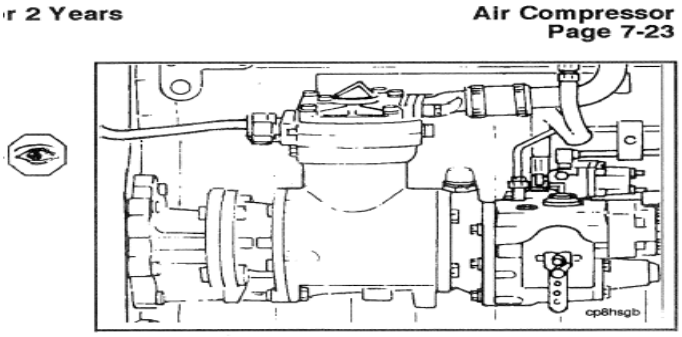
یادداشت :برای اندازه‌گیری لقی شعاعی، نیازی به باز کردن پوسته‌های کمپرسور و توربین نیست. قطعات صرفاً به‌منظور وضوح بیشتر به‌صورت بازشده نشان داده شده‌اند.
از ساعت اندیکاتور استفاده کرده و لقی را اندازه‌گیری کنید.



لقی شعاعی یاتاقان (RR-153) & (RR-151) BBC

	IN	MM	مدل
0.021	حداکثر(MAX)	0.55	RR-153
0.030	حداکثر(MAX)	0.75	RR-151

در صورتی که مقدار لقی از حدود مجاز تعیین‌شده فراتر رود، قطعه باید تعویض یا بازسازی شود.
به بولتن شماره ۳۸۱۰۲۳۵، توربوشارژر گازهای خروجی RR-153، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری، یا بولتن شماره ۳۸۱۰۳۱۵، توربوشارژر گازهای خروجی RR151-12، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری مراجعه شود.

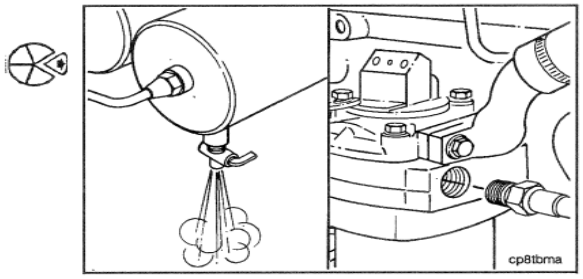


کمپرسور هوا
بازرسی

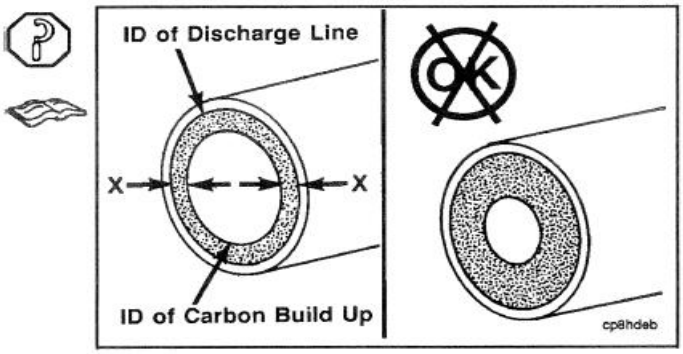
انجام بازرسی کامل کمپرسور هوا هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال الزامی است.

نکته :تمامی کمپرسورهای هوا دارای مقدار کمی انتقال روغن هستند که عمل روانکاری رینگ‌های پیستون و قطعات متحرک را انجام می‌دهد. هنگامی که این روغن در مدت زمان طولانی در معرض دمای کاری عادی کمپرسور قرار می‌گیرد، منجر به تشکیل لاک یا رسوبات کربنی می‌شود.
در صورتی که بازرسی‌های زیر انجام نشوند، رینگ‌های پیستون کمپرسور هوا تحت تأثیر دماها و فشارهای بالای کاری قرار گرفته و عمل آب‌بندی به‌درستی انجام نخواهند داد.

کنترل خروجی کمپرسور هوا

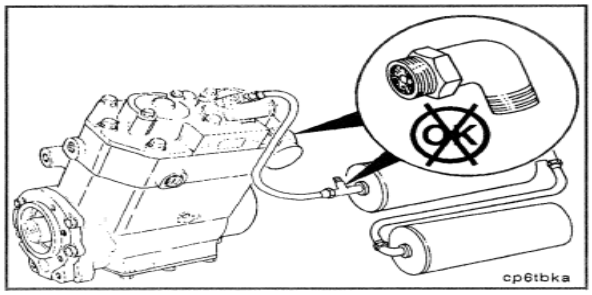


مخزن هوای مرطوب سیستم را تخلیه کنید تا فشار هوای سیستم آزاد شود.
خط خروجی هوای کمپرسور را از کمپرسور هوا جدا نمایید.



ضخامت کل رسوب کربنی داخل لوله تخلیه هوا را مطابق شکل اندازه‌گیری کنید.
اگر مجموع رسوب کربنی (X) بیش از 2میلی‌متر [۱٫۶ اینچ] باشد، سرسیلندر، مجموعه سوپاپ و لوله تخلیه را تمیز کرده و بازرسی نمایید. در صورت لزوم قطعات را تعویض کنید. برای انجام مراحل، به راهنمای تجهیزات هوای مربوطه که در ادامه فهرست شده است مراجعه کنید یا با مرکز تعمیرات مجاز کامینز تماس بگیرید:

- تک‌سیلندر، بولتن شماره 3810242
- دوسیلندر، بولتن شماره 3379056

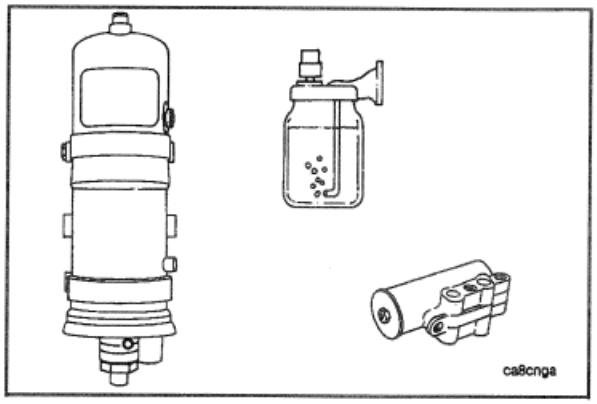


در صورتی‌که میزان کل رسوب کربن از حدود مجاز مشخص‌شده فراتر رود، بررسی خطوط و اتصالات تخلیه هوا را تا مخزن اول ادامه دهید تا میزان کل رسوب کربن به کمتر از ۲ میلی‌متر (۱/۱۶ اینچ) برسد. کلیه خطوط یا اتصالاتی را که میزان رسوب آن‌ها از این حد مجاز تجاوز کرده است، تمیزکاری یا تعویض نمایید.

کلیه خشک‌کن‌های هوا، شیرهای تخلیه ، شیرهای اطمینان فشار و انژکتورهای الکل را از نظر وجود رسوبات کربنی یا عملکرد نامناسب بررسی نمایید. از عدم وجود نشتی هوا اطمینان حاصل کنید. عملیات نگهداری و تعمیر قطعات را مطابق با مشخصات و دستورالعمل‌های سازنده انجام دهید.

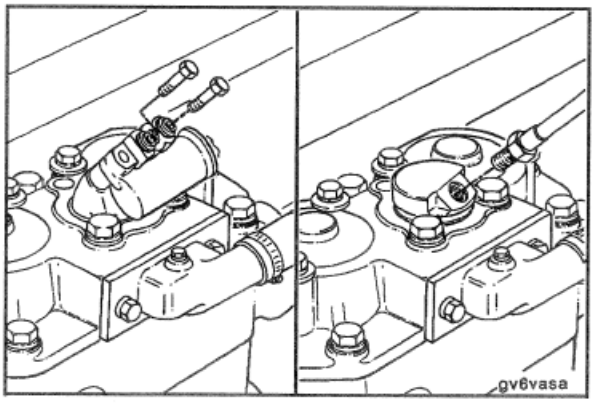
Air Compressor
Page 7-24

Section 7

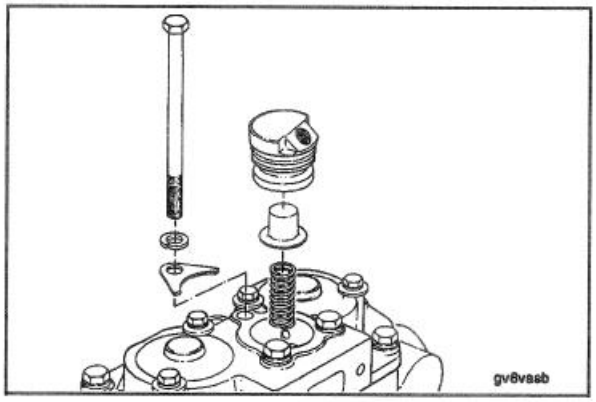


بازرسی ورودی کمپرسور هوا

گاورنر هوا یا خط سیگنال گاورنر هوا را از بدنه آنلودر کمپرسور هوا جدا نمایید.

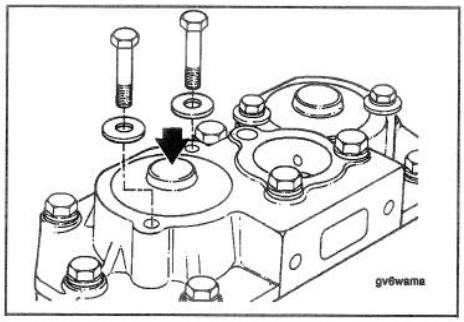


شیر آنلودر مرکزی را خارج نمایید



.

هشدار :بدنه شیر آنلودر تحت تنش فنر نصب شده است. برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی فردی، هنگام باز کردن پیچ‌های درپوش، بدنه آنلودر را در وضعیت فشرده و مهار شده نگه دارید.

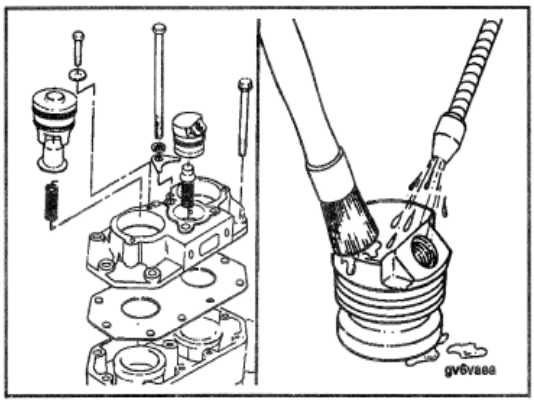


بدنه آنلودر را به سمت پایین نگه داشته و دو عدد پیچ درپوش و واشرها را باز نمایید.

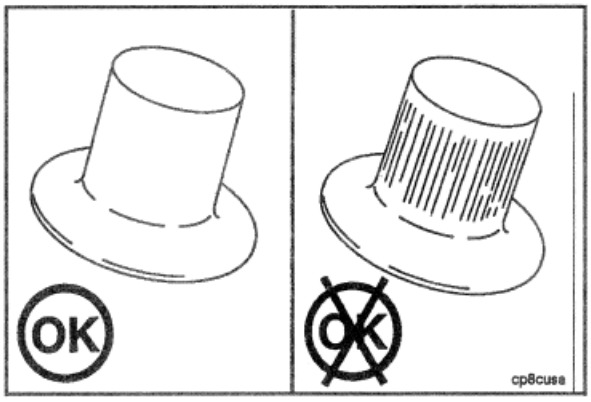
- دو مجموعه آنلودر را خارج کنید. هر مجموعه در بالای هر سیلندر قرار دارد. اورینگ‌ها و آب‌بندها (سیل‌ها) را دور بیندازید.

r 2 Years

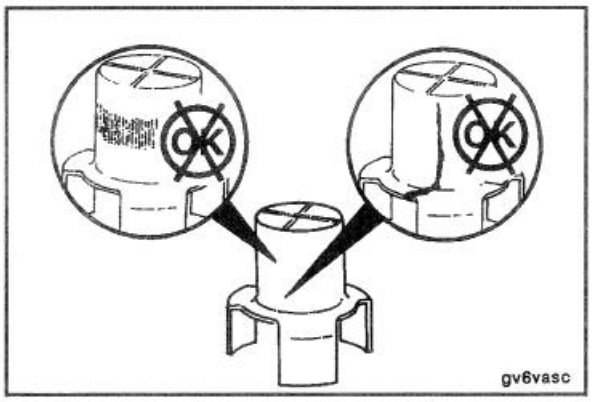
Air Compressor
Page 7-25



سوپاپ‌های تخلیه را با استفاده از حلال و یک برس غیر فلزی تمیز کنید تا رسوبات کربنی تمیز شوند. از به‌کار بردن ابزار یا اجسام تیز خودداری کنید، زیرا سطوح آب‌بندی ممکن است دچار آسیب شوند.



قسمت بالایی درپوش سوپاپ تخلیه مرکزی را از نظر ایجاد شیار یا خراش در محل نشیمن آب‌بند حلقه‌ای مستطیلی بررسی کنید. در صورت وجود خراش یا شیار، قطعه را تعویض نمایید.



سوپاپ‌های تخلیه را به‌صورت چشمی از نظر وجود خراش‌های عمیق یا ترک بررسی کنید. در صورت خراش‌دار شدن یا ترک‌خوردگی، قطعه را تعویض نمایید.

سوپاپ‌های تخلیه را به‌صورت چشمی از نظر تجمع رسوبات کربنی بررسی کنید. در صورت وجود کربن یا لاک‌گرفتگی شدید، قطعات را باز کرده، تمیز نمایید و سرِ کمپرسور و مجموعه سوپاپ را بازرسی کنید. در صورت لزوم، قطعات را تعویض نمایید. برای روش‌های اجرایی به «راهنمای تجهیزات هوا» مربوطه که در زیر فهرست شده است مراجعه کنید:

- تک‌سیلندر، بولتن شماره 3810242
- دوسیلندر مدل ST676، بولتن شماره 3810257
- دوسیلندر مدل ST773، بولتن شماره 3810347

فنر درپوش سوپاپ تخلیه را در کمپرسور هوا نصب کنید.

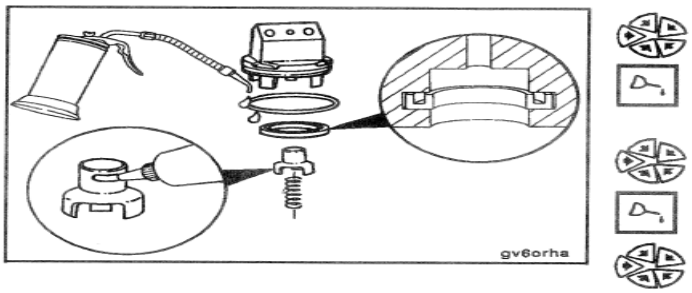
توجه :برخی از بدنه‌های سوپاپ تخلیه به ۲ عدد اورینگ زردرنگ نیاز دارند. اورینگ بدنه سوپاپ تخلیه را با روغن موتور روانکاری کنید.

توجه :آب‌بند حلقه‌ای مستطیلی باید به‌گونه‌ای نصب شود که سمت شیاردار رو به بالا باشد.

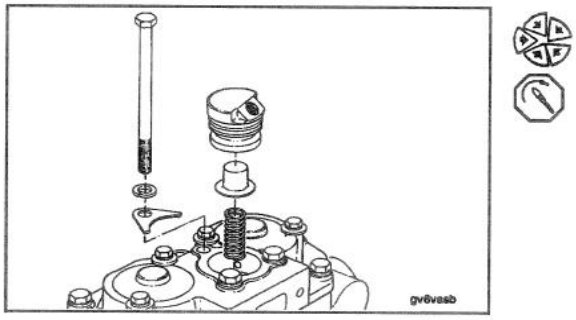
آب‌بند حلقه‌ای مستطیلی را مطابق شکل نصب نمایید.

برای روانکاری قطر خارجی درپوش، از ترکیب ضدگیرکردگی استفاده کنید.

درپوش سوپاپ تخلیه را در داخل بدنه سوپاپ تخلیه نصب نمایید.

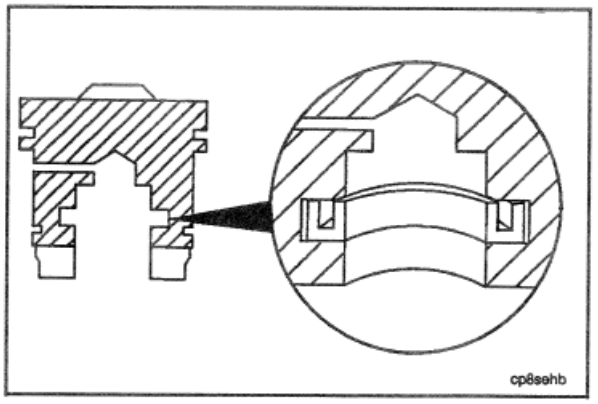


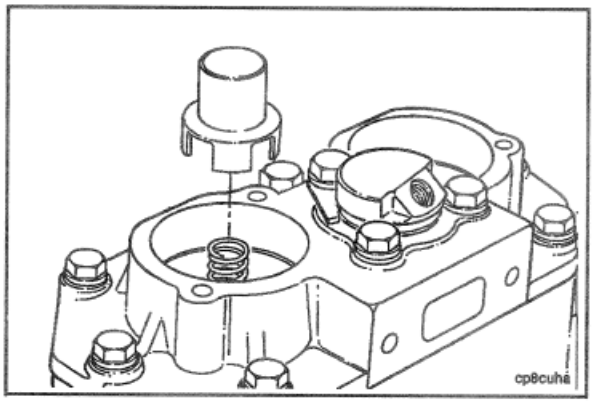
سوپاپ تخلیه مرکزی را نصب کنید. پیچ درپوش را با گشتاور ۴۰ نیوتن‌متر (۳۰ پوند-فوت) سفت نمایید.
درپوش را در داخل کاور نصب کرده و اطمینان حاصل کنید که سه زائده آن در سه شیار نشیمن سوپاپ ورودی به‌درستی قرار گرفته‌اند. سوپاپ تخلیه را با ترکیب ضدگیرکردگی روانکاری نمایید.



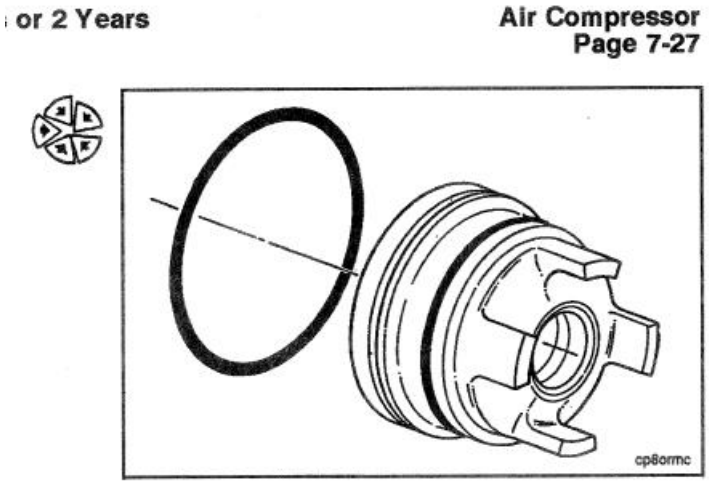
هشدار :آب‌بند حلقه‌ای مستطیلی باید حتماً به‌گونه‌ای نصب شود که سمت شیاردار رو به بالا باشد؛ عدم رعایت این مورد موجب آسیب به سیستم هوا و خرابی ترمز خواهد شد.

آب‌بند حلقه‌ای مستطیلی جدید را در داخل حفره بدنه سوپاپ تخلیه نصب نمایید.

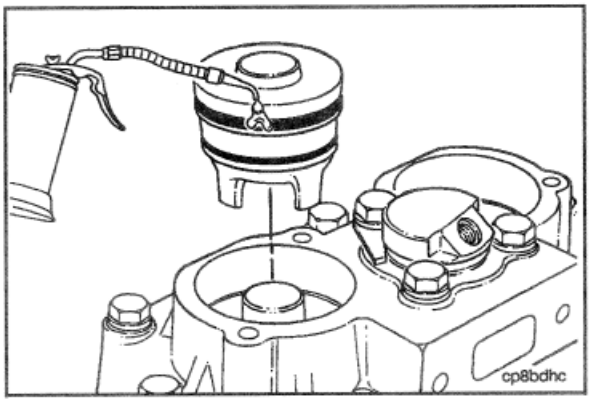




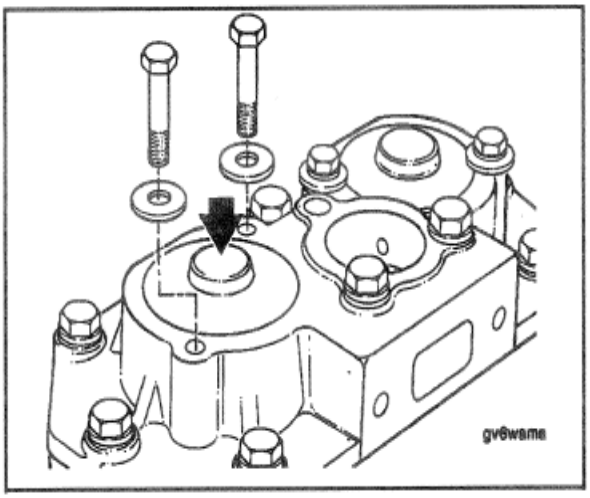
اورینگ‌های آب‌بندی بالایی و پایینی جدید نصب شوند.



از روغن موتور تمیز برای روان‌کاری آب‌بندها (سیل‌ها) استفاده شود.
بدنه آنلودینگ را داخل درپوش نصب نمایید.



بدنه شیر آنلودینگ را نصب کنید.

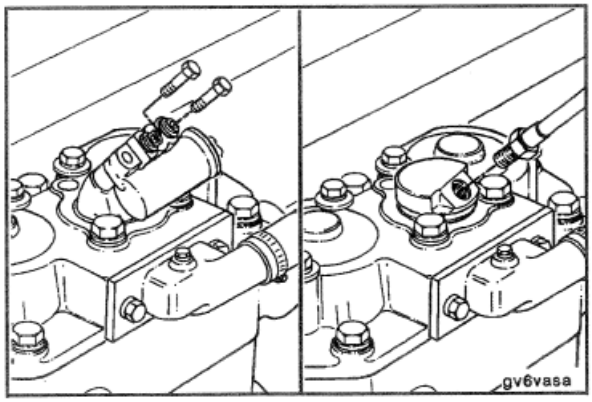


توجه :بدنه شیر آنلودینگ را به سمت پایین فشار دهید تا اطمینان حاصل شود زبانه‌های درپوش شیر آنلودر در سه شیار نشیمن‌گاه سوپاپ ورودی قرار گرفته‌اند. در صورت هم‌راستا نبودن قطعات، کمپرسور به‌درستی عمل نخواهد کرد.

بدنه آنلودینگ را در همان وضعیت نگه داشته و دو واشر ساده و واشر قفلی به‌همراه پیچ‌های کپ‌اسکرو را نصب نمایید.

پیچ‌های کپ‌اسکرو را با گشتاور ۱۵ نیوتن‌متر (۱۲۰ اینچ-پوند) سفت کنید.

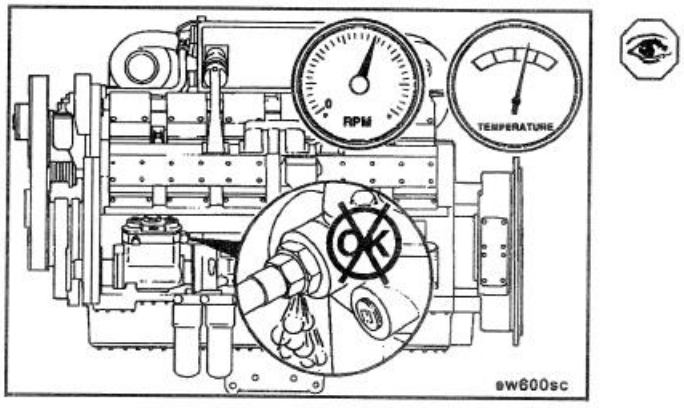
گاورنر هوا یا خط سیگنال گاورنر هوا را به بدنه آنلودر نصب/متصل نمایید.



موتور را به کار انداخته و از نظر نشتی هوا بررسی نمایید.

Vibration Damper
Page 7-28

Section 7

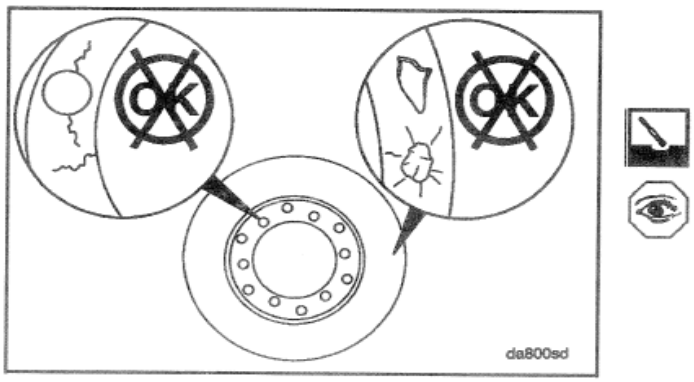


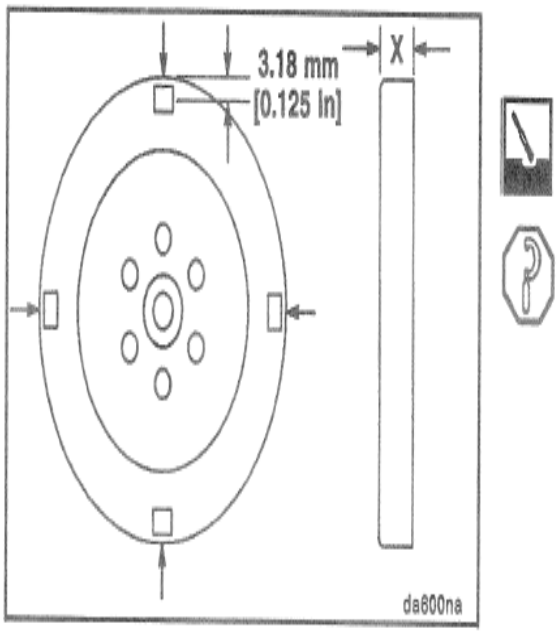
دمپر ارتعاشی
بازرسی

توجه :دمپرهای ارتعاشی دارای عمر سرویس محدود هستند. این دمپرها باید در هر ۶٬۰۰۰ ساعت کارکرد بازرسی شوند و پس از ۲۴٬۰۰۰ ساعت کارکرد تعویض گردند. در موتورهای K2000، دمپرها در هر ۱۲٬۰۰۰ ساعت تعویض می‌شوند.

توجه :از تعمیر یا بالانس کردن دمپر ویسکوز (لزج) در محل کار (میدانی) خودداری کنید.

- از حلال استفاده کنید و سطح خارجی دمپر را تمیز نمایید.
- فلنج نصب را از نظر ترک‌خوردگی بررسی کنید.
- پوسته را از نظر فرورفتگی، برآمدگی یا نشتی بازرسی نمایید.
- در صورت آسیب‌دیدگی دمپر، آن را تعویض کنید.





اندازه‌گیری ضخامت

از حلال رنگ و پارچه سمباده نرم استفاده کنید. رنگ را از سطح جلویی و پشتی پوسته در چهار ناحیه مطابق شکل پاک نمایید.

ضخامت دمپر را حداقل در فاصله ۳ میلی‌متر (۱/۸ اینچ) از محیط بیرونی اندازه‌گیری کنید تا اطمینان حاصل شود قرائت‌ها روی سطحی صاف انجام می‌شوند.

ضخامت (X) را در چهار موقعیت در اطراف دمپر، با فاصله ۹۰ درجه از یکدیگر اندازه‌گیری نمایید .اختلاف قرائت‌ها نباید بیش از ۰/۲۵ میلی‌متر (۰/۰۱۰ اینچ) باشد. برای حد مجاز ضخامت به جدول حداکثر ضخامت دمپر ارتعاشی مراجعه کنید. اگر ضخامت از این مشخصات بیشتر باشد، دمپر باید تعویض گردد.

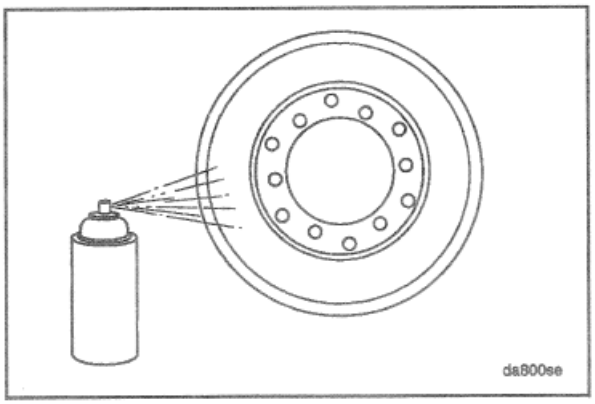
حداکثر ضخامت مجاز دمپر ارتعاشی

سازنده(Vendor)	mm	In
Houdaille®	65.38	۲/۵۴۷
ساخت انگلستان F-82 و بعد ازآن	65.66	۲/۵۸۵
ساخت انگلستان – قبل ازF-82	65.91	2.595

توجه :اگر دمپر ۲۴’۰۰۰ ساعت یا بیشتر در سرویس بوده است، صرف‌نظر از نتیجه اندازه‌گیری ضخامت باید تعویض شود.

دمپرهای موتورهای K2000باید پس از ۱۲’۰۰۰ ساعت کارکرد تعویض گردند.

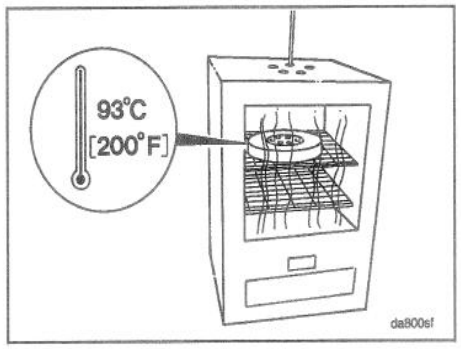
تشخیص نشتی دمپر



در صورتی که در بازرسی چشمی علائمی از نشتی مشاهده شود، انجام تشخیص کامل نشتی الزامی است.

از ماده آشکارساز ترک با شماره قطعه 3375434یا معادل آن استفاده کنید.(ماده را روی لبه نوردشده دمپر اسپری نمایید.)

یادداشت:
کیت تشخیص ترک با شماره قطعه 3375432 شامل پاک‌کننده، مایع نافذ و ماده آشکارساز مورد نیاز برای بررسی ترک‌ها به روش مایع نافذ رنگی می‌باشد.

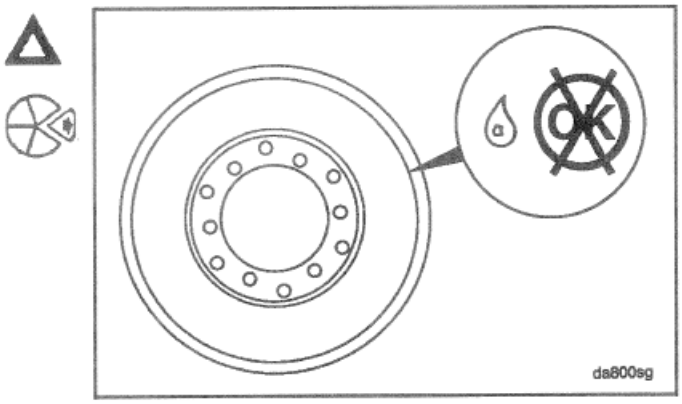


هشدار:
برای جلوگیری از آسیب‌های فردی ناشی از سوختگی، از لباس‌های محافظ استفاده کنید.

دمپر را به‌گونه‌ای داخل کوره قرار دهید که لبه نوردشده آن رو به پایین باشد.

دمای کوره را روی ۹۳ درجه سانتی‌گراد (۲۰۰ درجه فارنهایت) تنظیم کرده و اجازه دهید دمپر به مدت ۲ ساعت داخل کوره باقی بماند.

هشدار:
برای جلوگیری از صدمات فردی ناشی از سوختگی، از لباس‌های محافظ استفاده کنید.



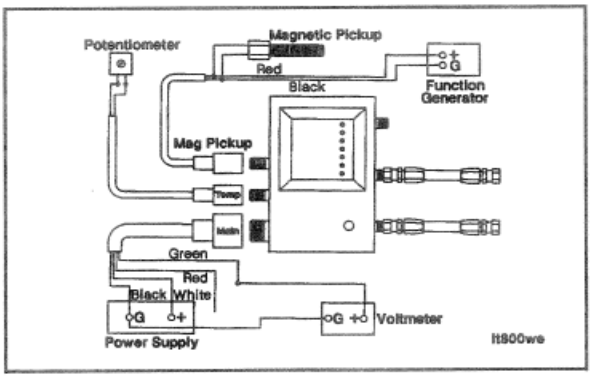
دمپر را خارج کرده و اطراف لبه نوردشده را از نظر وجود نشتی سیال بررسی نمایید.
در صورت مشاهده هرگونه نشتی سیال، دمپر باید تعویض شود.

کالیبراسیون سیستم حفاظت موتور

سیستم حفاظت موتور باید هر ۶۰۰۰ ساعت کارکرد یا هر ۲ سال کالیبره شود. روش‌های کالیبراسیون توصیه‌شده توسط سازنده را دنبال کنید.

در صورتی که از واحد CompuSave استفاده می‌شود، به راهنمای بهره‌برداری و نگهداری مجموعه آزمون Flight Systems 9560، بولتن شماره 57-9560-01 مراجعه نمایید.

در صورتی که از Flight Systems Engine Saver استفاده می‌شود، به راهنمای Engine Saver سطح ۷، بولتن شماره 57-A550-26مراجعه کنید.



سایر روش‌های نگهداری

برای اجزای زیر، دستورالعمل‌های نگهداری توصیه‌شده است:

- آلترناتور
- ژنراتور
- استارتر
- کمپرسور هوا (غیر از Cummins)
- اتصالات الکتریکی
- باتری‌ها
- کمپرسور فریون
- گاورنر هیدرولیک
- یاتاقان‌های محور فن
- کلاچ یا گیربکس دریایی

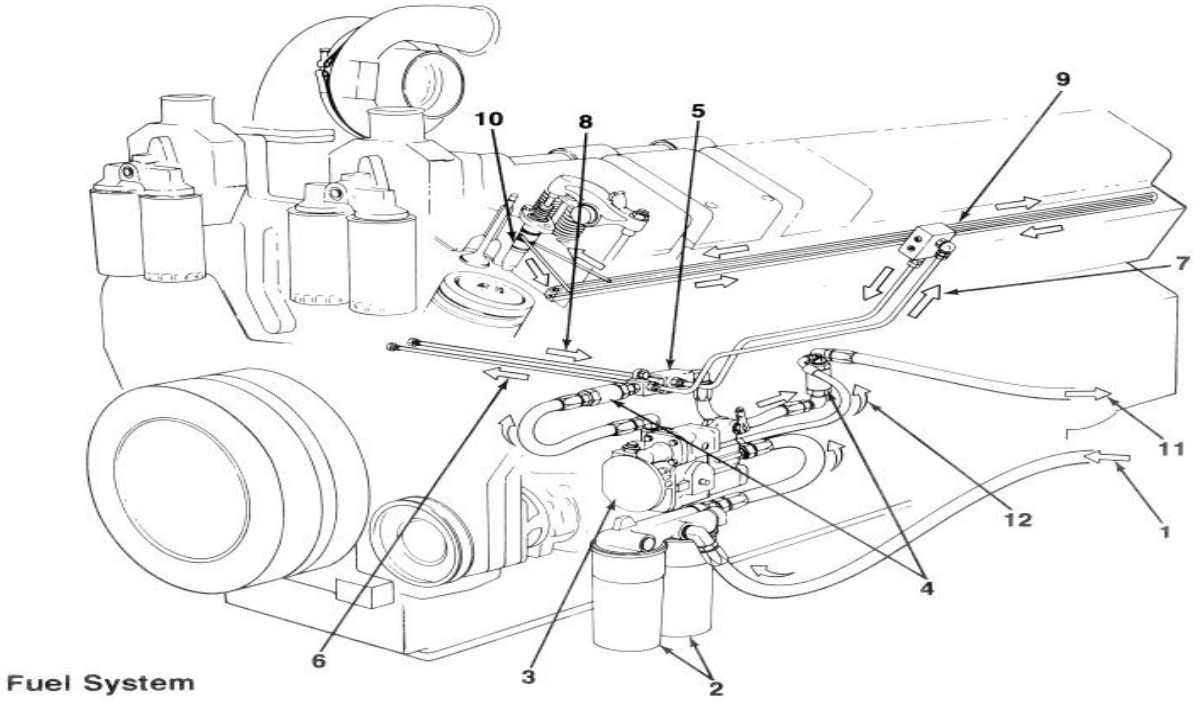
اطلاعات کلی

نقشه‌های زیر جریان در سیستم‌های موتور را نشان می‌دهند. با وجود اینکه قطعات ممکن است بین کاربردها و نصب‌های مختلف متفاوت باشند، جریان یکسان باقی می‌ماند. سیستم‌های نشان داده شده عبارتند از:

- سیستم سوخت‌رسانی
- سیستم روغن‌کاری
- سیستم خنک‌کننده
- سیستم هوای ورودی
- سیستم هوای خروجی
- سیستم هوای فشرده

دانش در مورد سیستم‌های موتور می‌تواند در عیب‌یابی، سرویس و نگهداری عمومی موتور به شما کمک کند.

نمودار جریان سیستم‌های سوخت رسانی



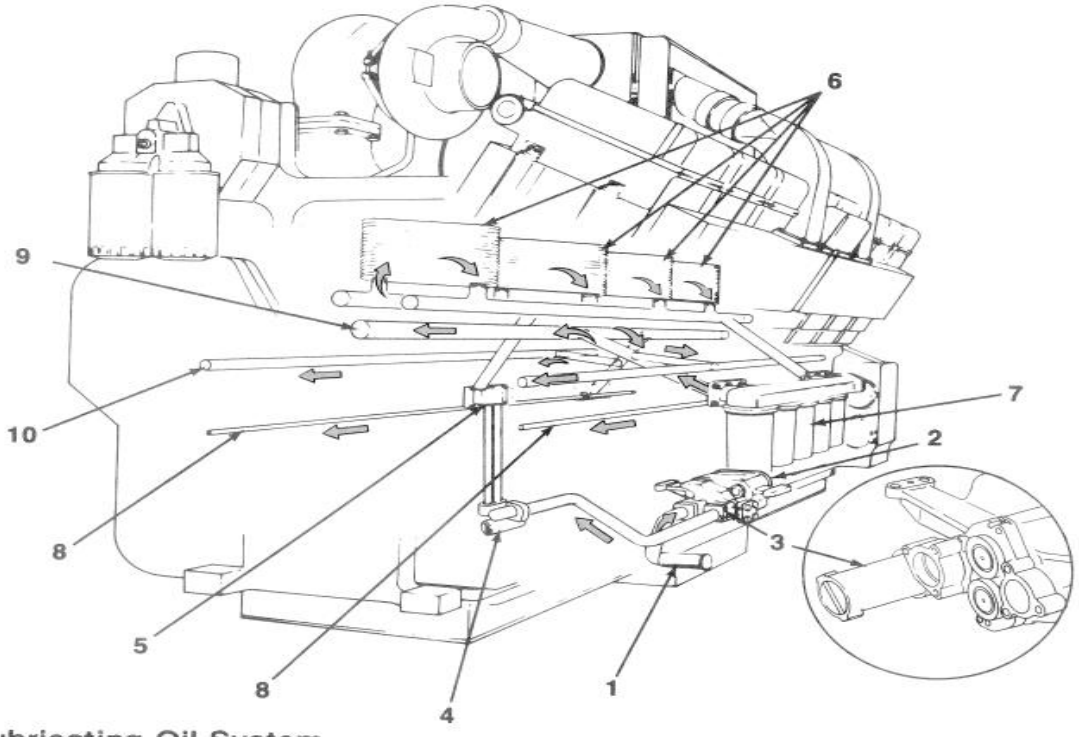
سیستم سوخت‌رسانی

۱. ورودی سوخت
۲. فیلترهای سوخت
۳. پمپ سوخت
۴. شیر یک‌طرفه
۵. بلوک سوخت
۶. تأمین سوخت به منیفولد سوخت بانک راست
۷. تأمین سوخت به منیفولد سوخت بانک چپ
۸. بازگشت سوخت از بانک راست
۹. منیفولد سوخت
۱۰. انژکتور
۱۱. بازگشت سوخت به باک
۱۲. تخلیه خنک‌کن پمپ دنده‌ای

سیستم سوخت PT به‌طور انحصاری در موتورهای دیزل کامینز استفاده می‌شود. حروف شناسایی PT مخفف فشار-زمان هستند.

سیستم سوخت PT شامل پمپ سوخت، خطوط تأمین سوخت، خطوط تخلیه، مسیرهای سوخت و انژکتورها. توجه : برخی موتورهای ساخته شده پس از سال ۱۹۸۶، دارای شیرهای یک‌طرفه تأمین و بازگشت سوخت در داخل بلوک سوخت خواهند بود.

نمودارهای جریان روغن کاری



Lubricating Oil System

سیستم روغن‌کاری

۱. لوله ورودی روغن

۲. پمپ روغن‌کاری

۳. شیر اطمینان فشار بالاK38

۴. شیر اطمینان فشار بالاK50

۵. درپوش رابط

۶. خنک‌کن روغن

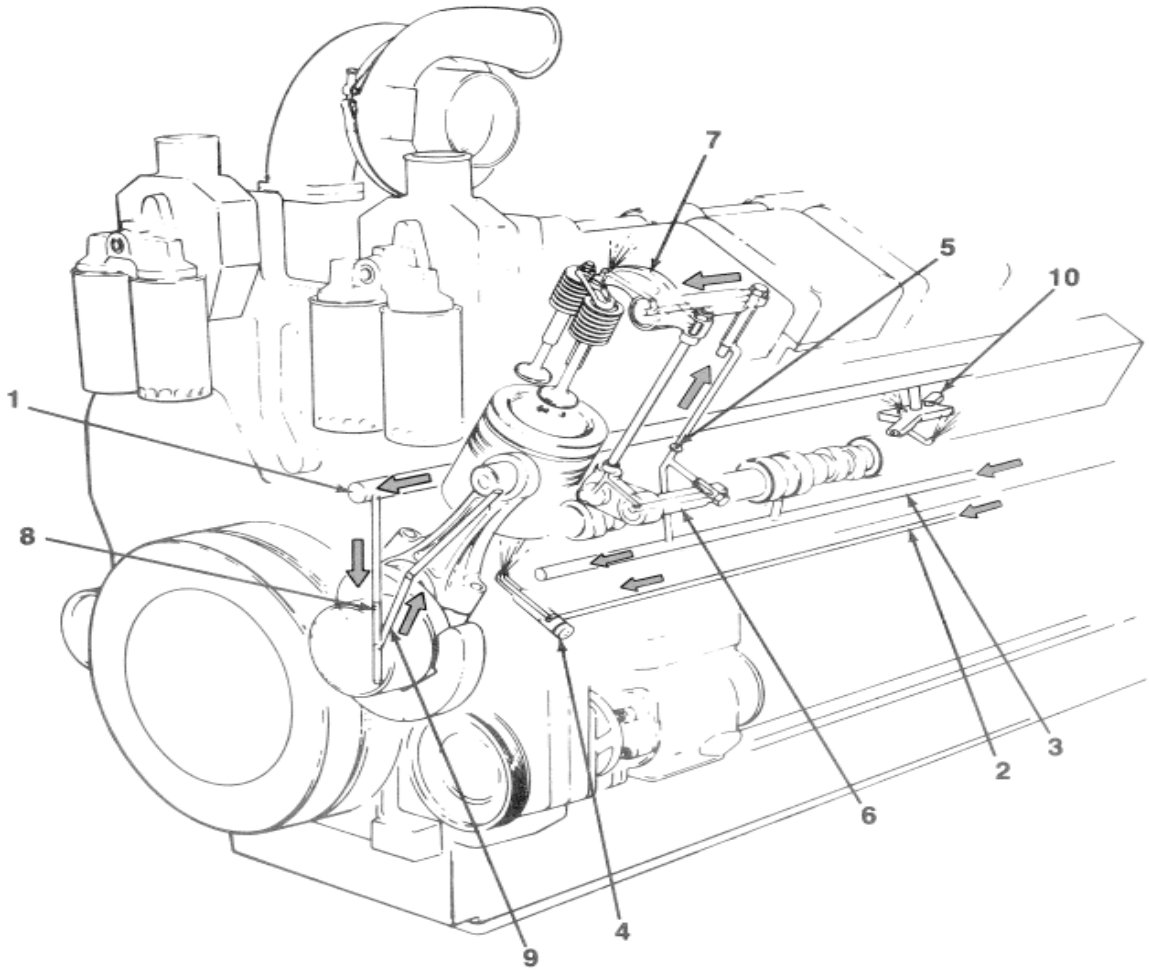
۷. فیلتر روغن

۸. مجرای خنک‌کاری پیستون (خارجی)

۹. مجرای اصلی روغن

۱۰. مجرای روغن میل‌بادامک

توجه :موتورهای قدیمی‌تر K50 دارای شیر اطمینان فشار بالا بودند که به درپوش جلویی پمپ روغن‌کاری متصل می‌شد.



خنک‌کاری پیستون، شاتون، مجموعه بالاسری

۱. مجرای اصلی روغن

۲. مجرای خنک‌کاری پیستون (خارجی)

۳. مجرای روغن میل‌بادامک

۴. نازل خنک‌کاری پیستون (خارجی)

۵. اوریفیس

۶. پیرو میل‌بادامک

۷. اهرم اسبک (اگزوز)

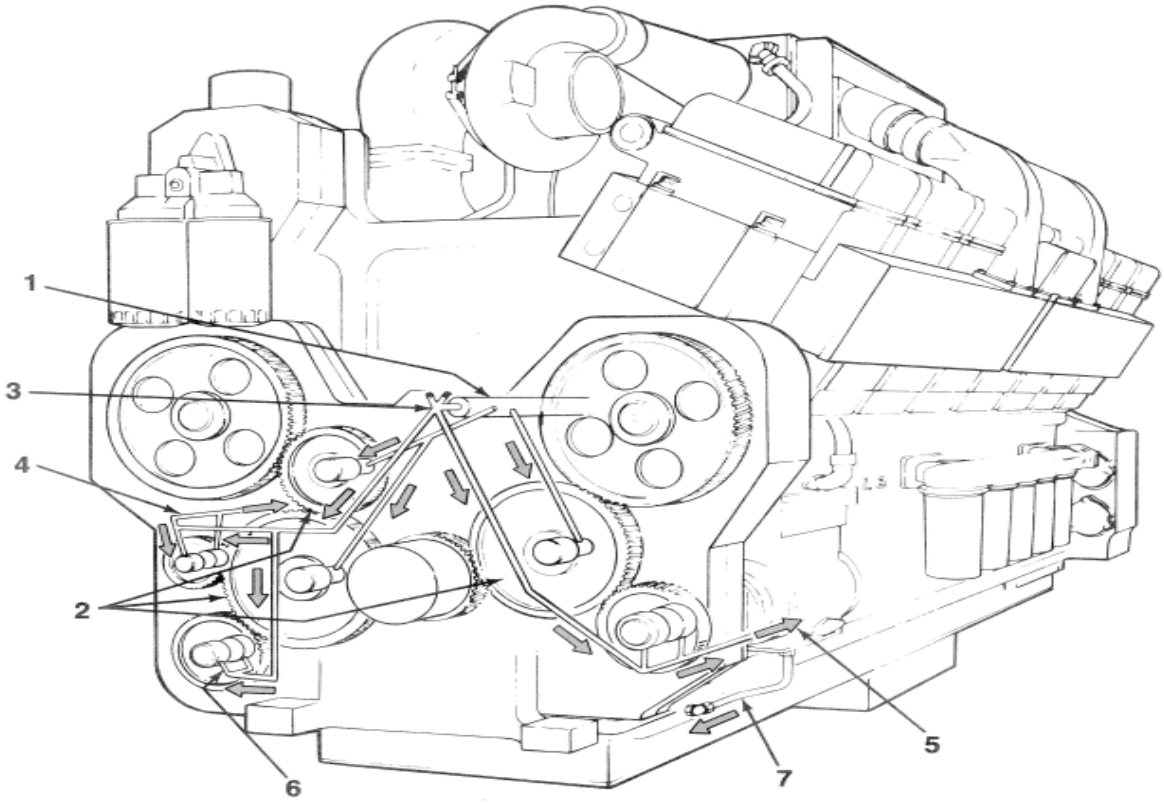
۸. تأمین روغن یاتاقان‌های اصلی

۹. تأمین روغن شاتون

۱۰. نازل خنک‌کاری پیستون (داخلی)

توجه :موتورهای مجهز به نازل‌های خنک‌کاری پیستون داخلی، موارد ۲ و ۴ را ندارند.

موتورهای قدیمی‌تر با نازل‌های خنک‌کاری پیستون خارجی، مورد ۱۰ را ندارند.



مجموعه دنده‌های جلو

۱. مجرای اصلی روغن

۲. دنده هرزگرد

۳. جریان روغن از طریق محفظه دنده به درپوش جلو

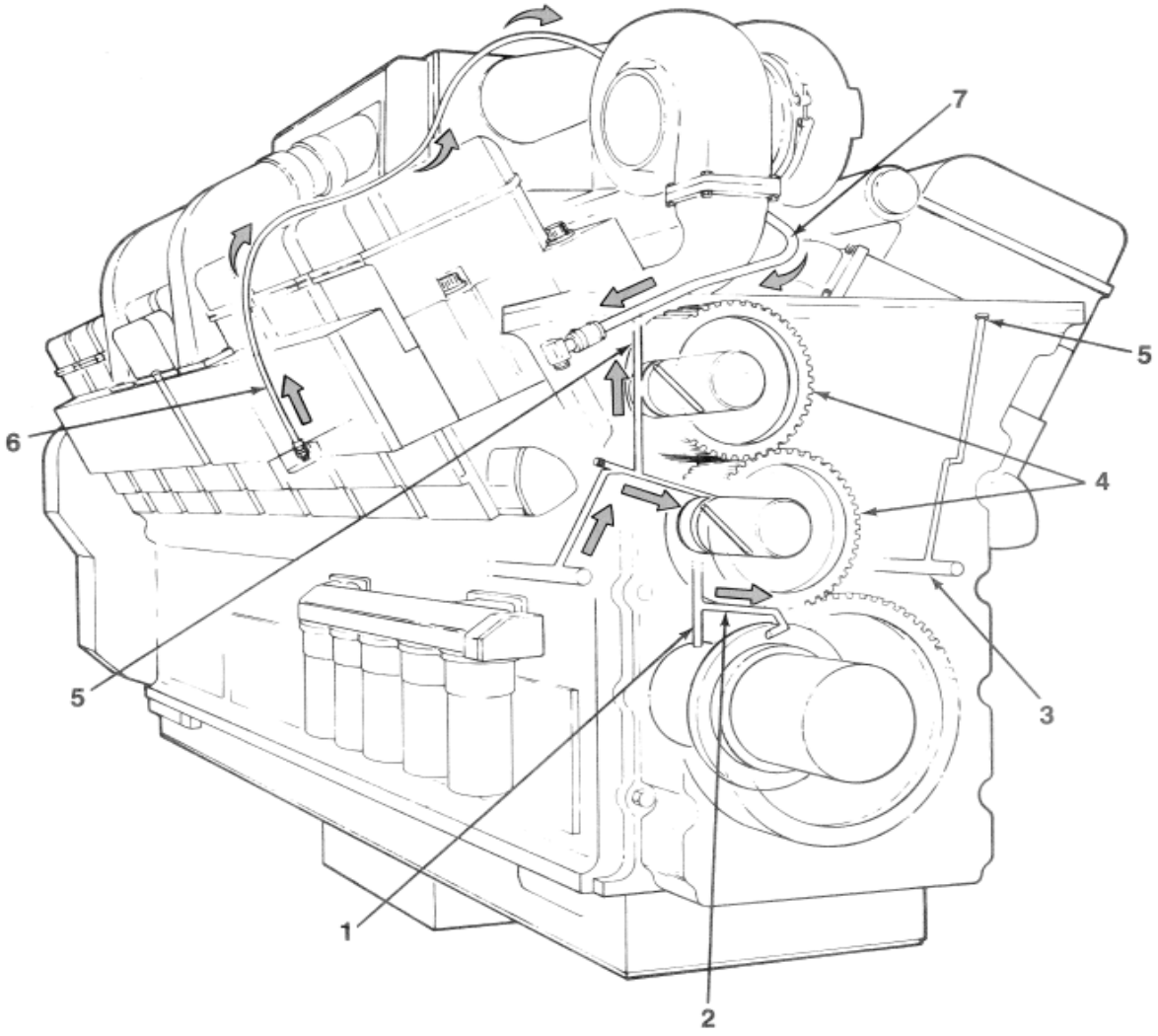
۴. روغن به پمپ آب

۵. روغن به کمپرسور هوا

۶. روغن به محرک پمپ هیدرولیک

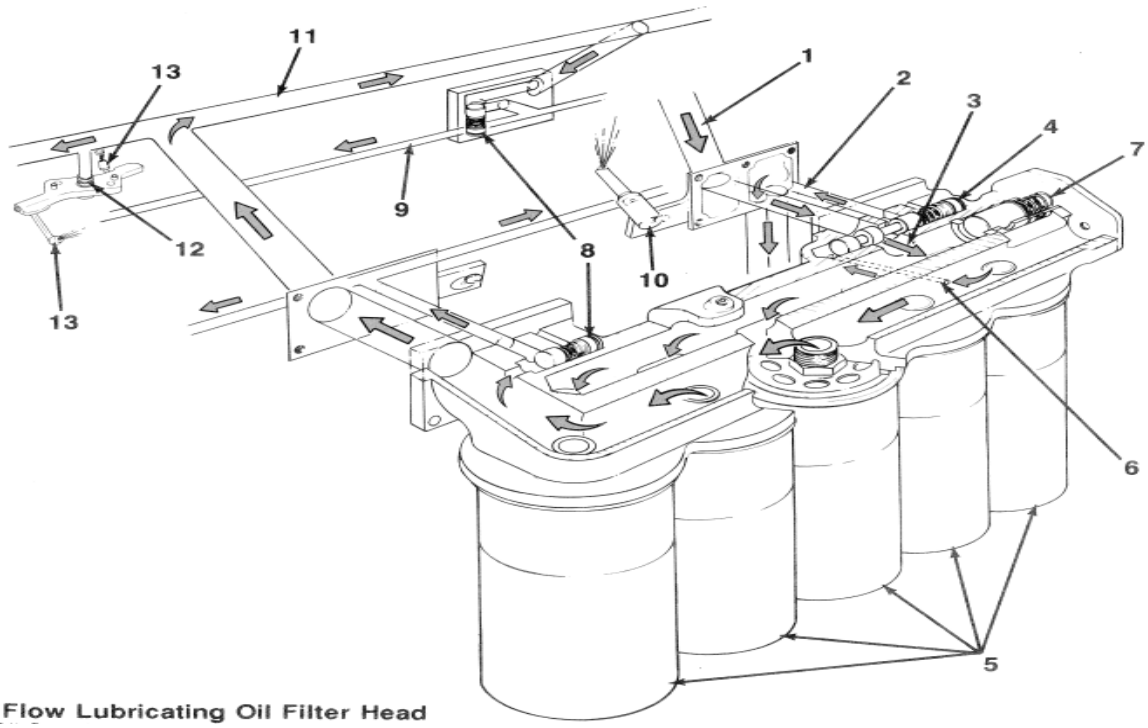
۷. تخلیه روغن کمپرسور هوا (کامینز دو سیلندر)

توجه :جریان روغن به دنده‌های هرزگرد از طریق بلوک سیلندر انجام می‌شود.



مجموعه دنده‌های عقب، توربوشارژر

۱. از مجرای اصلی روغن
۲. تأمین روغن یاتاقان محوری
۳. مجرای روغن میل‌بادامک
۴. دنده هرزگرد
۵. تأمین روغن به محفظه خروجی بالایی
۶. تأمین روغن توربوشارژر
۷. تخلیه روغن توربوشارژر



Full Flow Lubricating Oil Filter Head

سرِ فیلتر روغن روانکاری با جریان کامل

۱. تأمین روغن به سرِ فیلتر

۲. برگشت روغن به کارتل

۳. تأمین روغن به فیلترها

۴. رگولاتور فشار روغن

۵. فیلتر روغن

۶. رایفل کنترل

۷. شیر بای‌پس فیلتر

۸. شیر کنترل خنک‌کاری پیستون (نصب جانبی)

۹. رایفل خنک‌کاری پیستون (نصب جانبی)

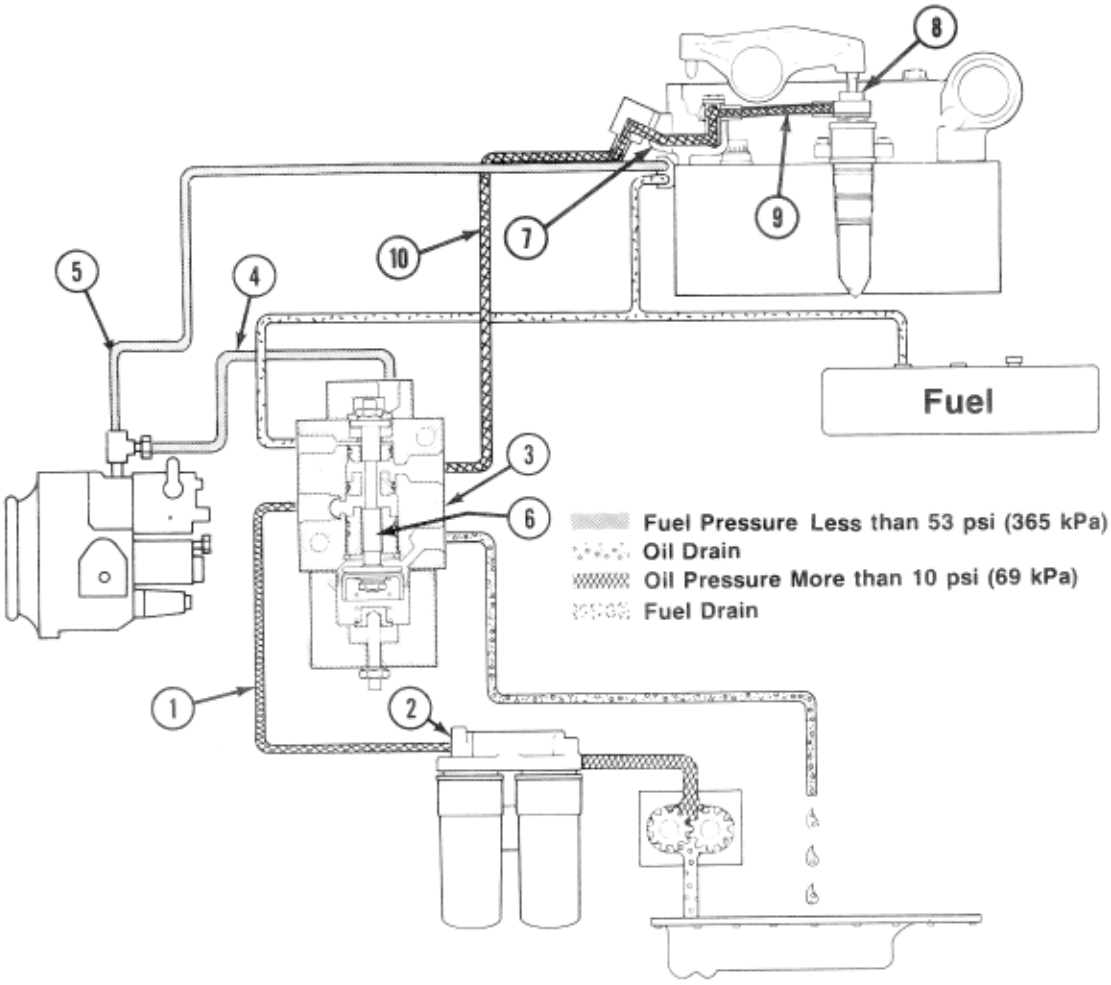
۱۰. نازل خنک‌کاری پیستون (نصب جانبی)

۱۱. رایفل اصلی روغن

۱۲. شیر کنترل خنک‌کاری پیستون (نصب مرکزی)

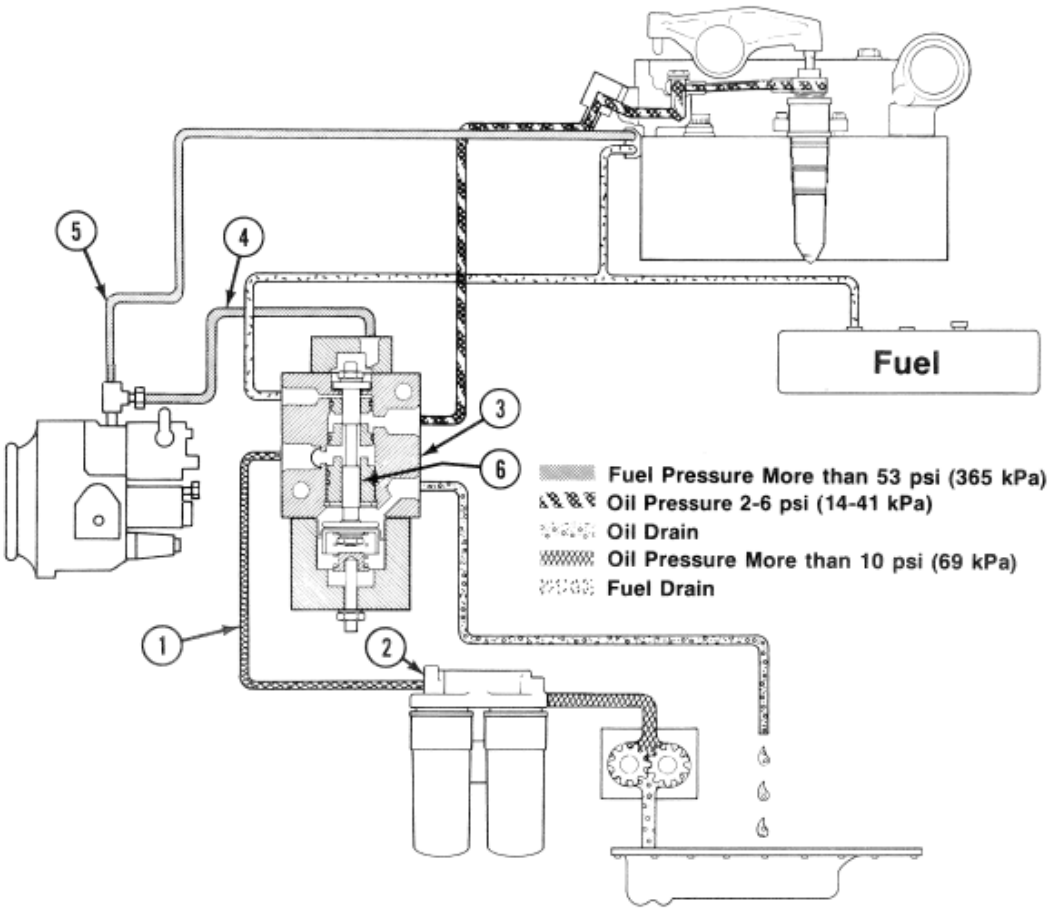
۱۳. نازل خنک‌کاری پیستون (نصب مرکزی)

توجه :موتورهایی که دارای نازل‌های خنک‌کاری پیستون با نصب مرکزی هستند، اقلام شماره ۸، ۹ یا ۱۰ را نخواهند داشت.



جریان روغن روانکاری STC (تایمینگ پیشرفته) با کنترل هیدرومکانیکی

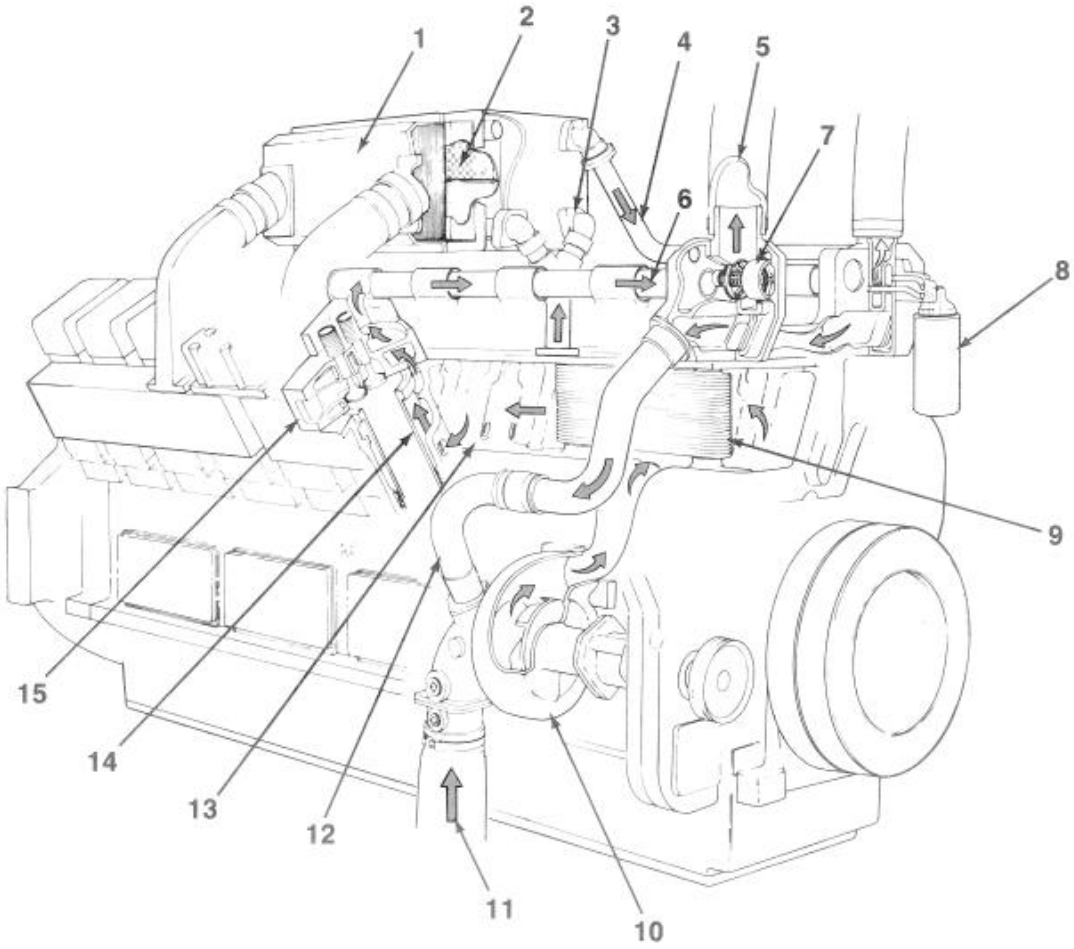
۱. تأمین روغن به شیر کنترل روغن
۲. سرِ فیلتر روغن
۳. نمای برش‌خورده شیر کنترل روغن
۴. سیگنال فشار سوخت به شیر کنترل روغن
۵. تأمین سوخت به انژکتورها
۶. پلانجرِ شیر کنترل روغن
۷. منیفولد روغن
۸. تاپتSTC
۹. اتصال انتقال روغن
۱۰. تأمین روغن به تاپت‌ها



جریان روغن روانکاری STC (تایمینگ عادی) با کنترل هیدرومکانیکی

۱. تأمین روغن به شیر کنترل روغن
۲. سرِ فیلتر روغن
۳. نمای برش‌خورده شیر کنترل روغن (هیدرومکانیکی)
۴. فشار سوخت به شیر کنترل روغن
۵. تأمین سوخت به انژکتورها
۶. پلانجرِ شیر کنترل روغن

نمودارهای جریان سیستم خنک‌کننده



سیستم خنک‌کاری – افترکولر نصب‌شده در بالا

۱. محفظه افترکولر

۲. هسته افترکولر

۳. تأمین مایع خنک‌کننده افترکولر

۴. برگشت مایع خنک‌کننده افترکولر

۵. برگشت مایع خنک‌کننده به رادیاتور

۶. لوله انتقال مایع خنک‌کننده (از سرسیلندر به سرسیلندر)

۷. ترموستات

۸. فیلترهای مایع خنک‌کننده

۹. خنک‌کننده روغن

۱۰. پمپ آب

۱۱. تأمین مایع خنک‌کننده از رادیاتور

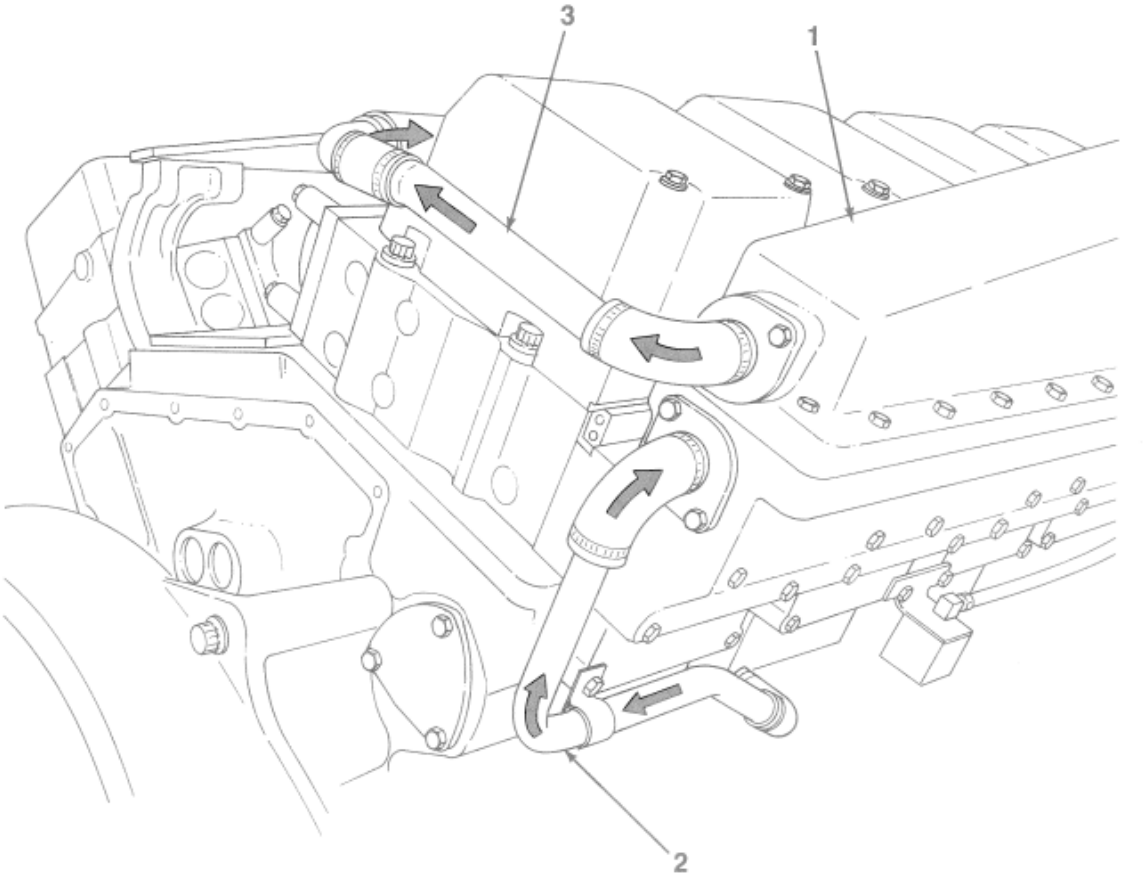
۱۲. لوله بای‌پس

۱۳. مایع خنک‌کننده به بلوکV

۱۴. بوش سیلندر

۱۵. سرسیلندر

جریان سیستم خنک‌کاری (افترکولرهای نصب جانبی)



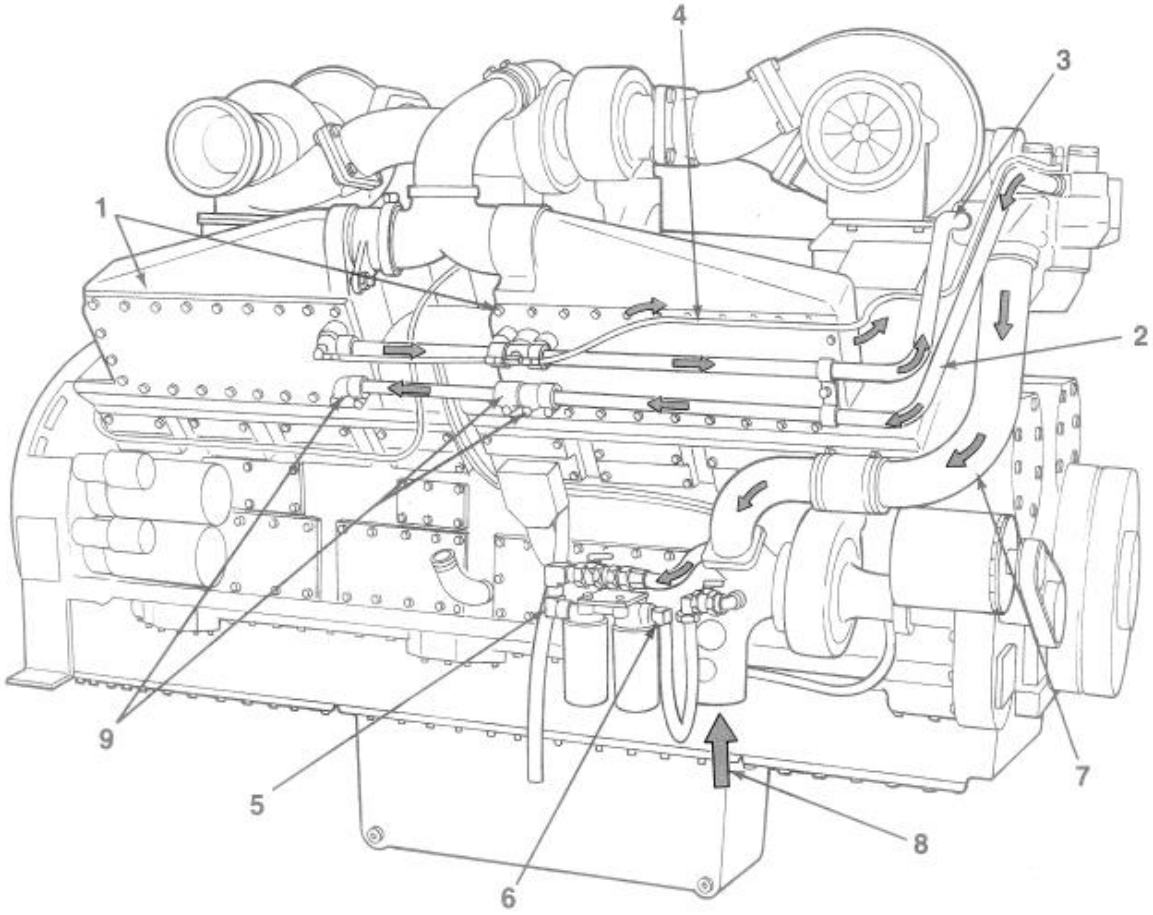
افترکولر نصب جانبی (کناری)

۱. محفظه افترکولر

۲. تأمین افترکولر

۳. برگشت افترکولر

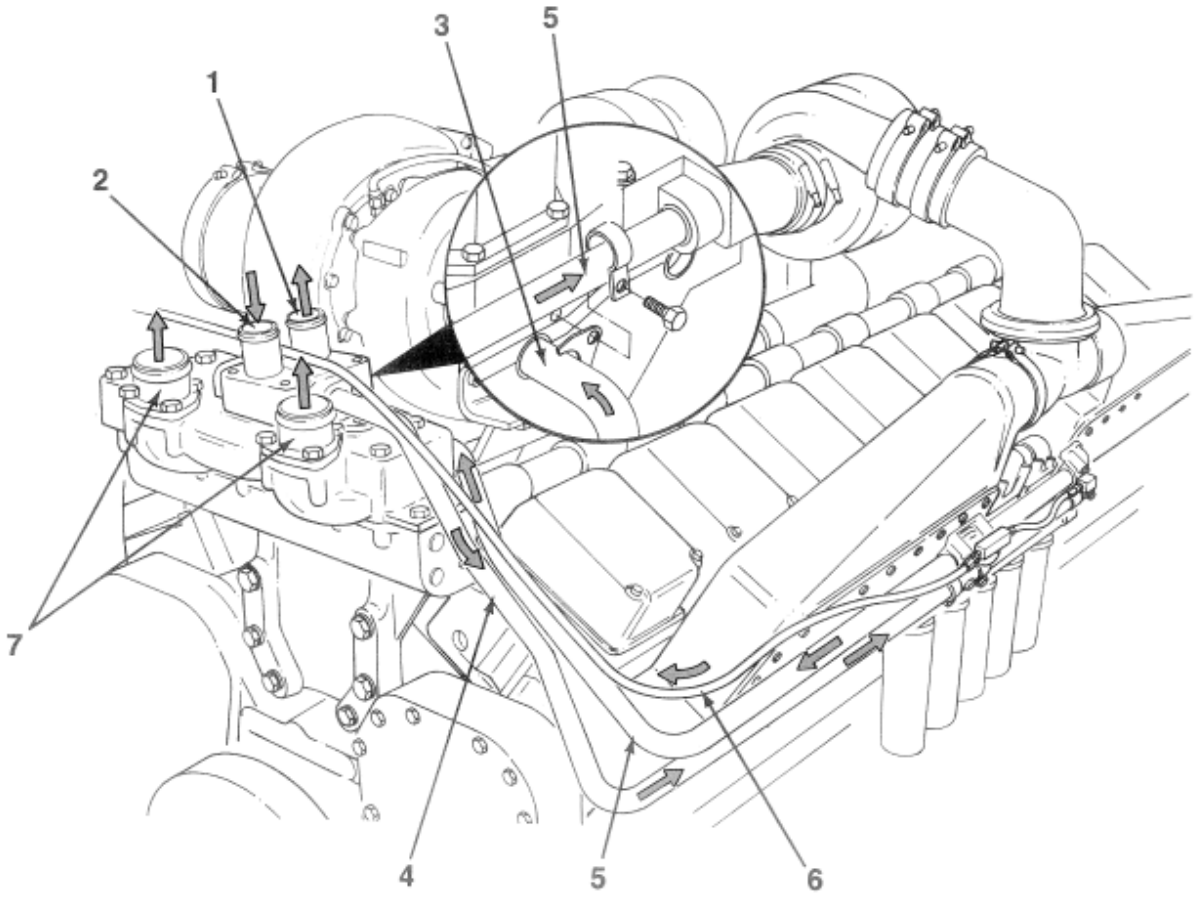
جریان سیستم خنک‌کننده(LTA) - K2000 ، KTTA50-G2، KTA50-G3/G4



افترکولر دمای پایین

۱. محفظه افترکولر
۲. تأمین افترکولر
۳. برگشت هسته افترکولر
۴. وِنت هسته افترکولر
۵. ورودی فیلتر مایع خنک‌کننده
۶. خروجی فیلتر مایع خنک‌کننده
۷. لوله بای‌پس
۸. تأمین مایع خنک‌کننده از رادیاتور
۹. تخلیه هسته افترکولر

جریان سیستم خنک‌کننده(LTA) - K2000 ، KTTA50-G2، KTA50-G3/G4



جریان محفظه ترموستات

۱. به رادیاتورLTA

۲. از رادیاتورLTA

۳. به ترموستاتLTA

۴. تأمین افترکولر

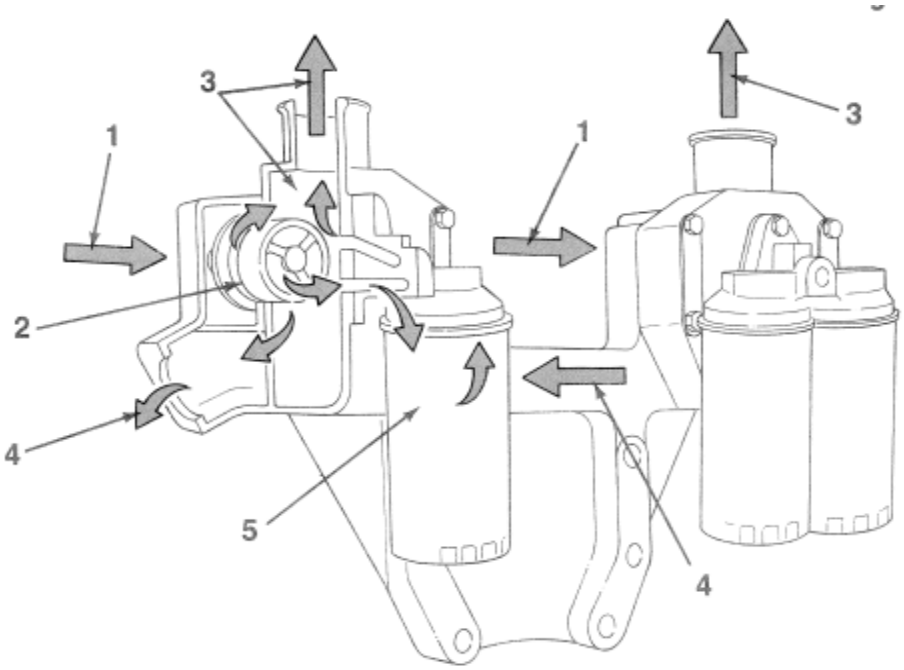
۵. برگشت افترکولر

۶. وِنت هسته افترکولر

۷. برگشت مایع خنک‌کننده به رادیاتور

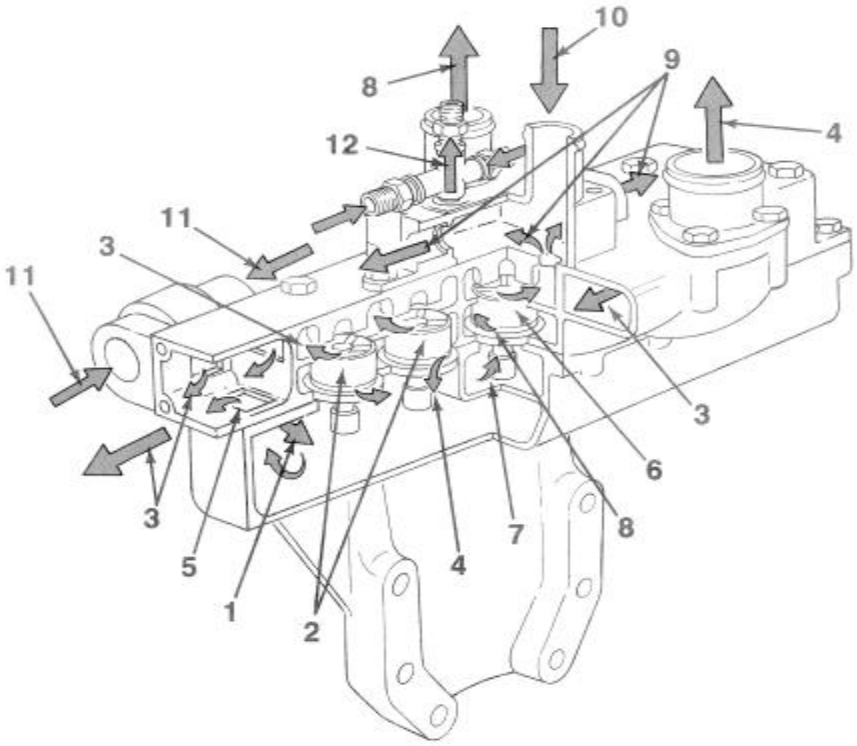
توجه :موتورهای KTA50-G3/G4 و KTTA50-G2 دارای سخت‌افزار LTA هستند، اما افترکول‌شده با دمای پایین نمی‌باشند. این موتورها جریان مایع خنک‌کننده به یا از رادیاتور LTA (شماره‌های ۱ یا ۲) ندارند.

جریان محفظه ترموستات



غیرLTA

۱. از منیفولد مایع خنک‌کننده
۲. ترموستات
۳. مایع خنک‌کننده به رادیاتور
۴. مایع خنک‌کننده بای‌پس
۵. فیلتر مایع خنک‌کننده



۱۲. وِنت به تانک بالایِ رادیاتور

LTA

۱. از منیفولد مایع خنک‌کننده

۲. ترموستات‌های اصلی موتور

۳. مایع خنک‌کننده بای‌پس

۴. مایع خنک‌کننده به رادیاتور اصلی

۵. مایع خنک‌کننده بای‌پسLTA

۶. ترموستاتLTA

۷. مایع خنک‌کننده بلوک

۸. به رادیاتورLTA

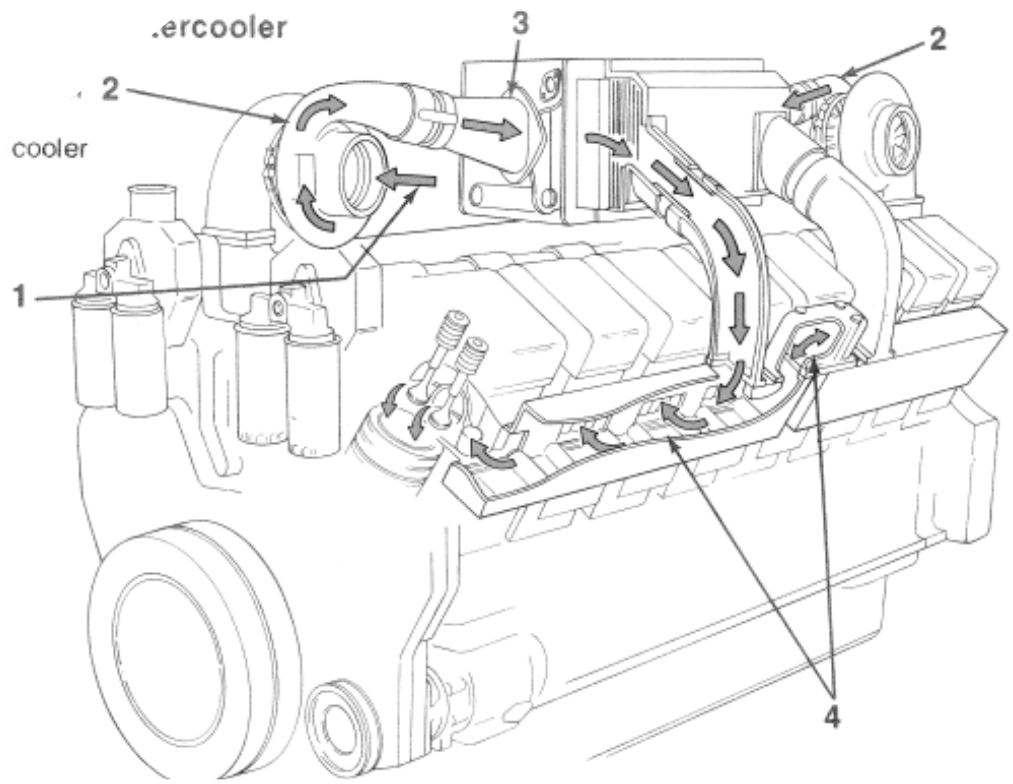
۹. به افترکولرها

۱۰. از رادیاتورLTA

۱۱. از افترکولرها

توجه :موتورهای KTA50-G3، KTA50-G4و KTTA50-G2دارای سخت‌افزار سیستم خنک‌کننده LTAهستند، اما افترکولر با دمای پایین ندارند. در این حالت، ترموستات LTA نصب نمی‌شود و رادیاتور LTA استفاده نمی‌شود. مایع خنک‌کننده مستقیماً از بلوک (۷) به افترکولرها (۹) جریان می‌یابد.

نمودار جریان سیستم هوای ورودی



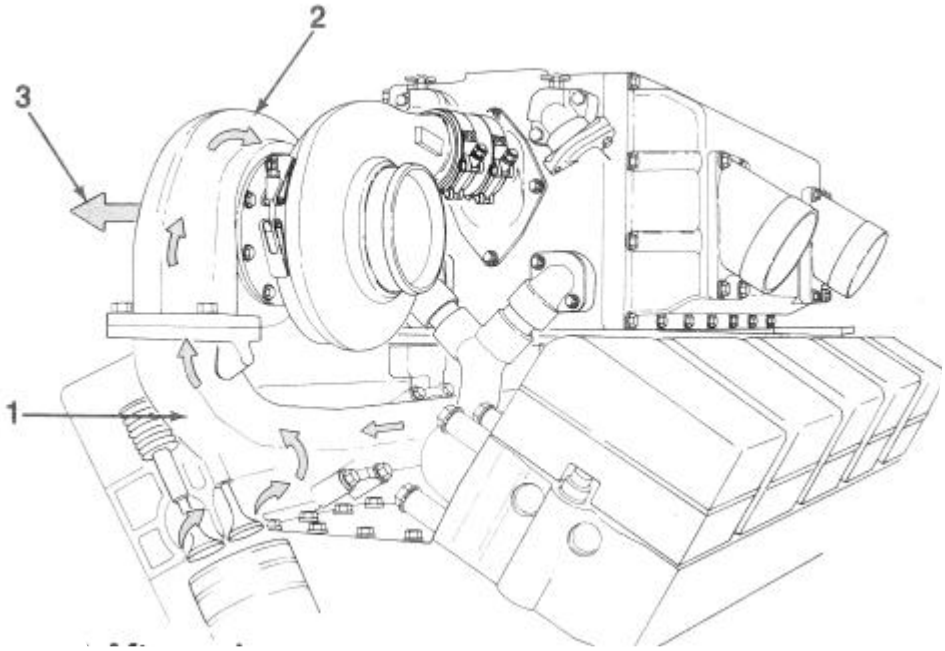
سیستم ورودی – افترکولر نصب مرکزی

۱. ورودی هوای مکش به توربوشارژر

۲. توربوشارژر

۳. هوای توربوشارژ شده به افترکولر

۴. هوای ورودی به سیلندرها



سیستم اگزوز – افترکولر نصب مرکزی

۱. منیفولد اگزوز

۲. توربوشارژر

۳. خروجی اگزوز توربوشارژر

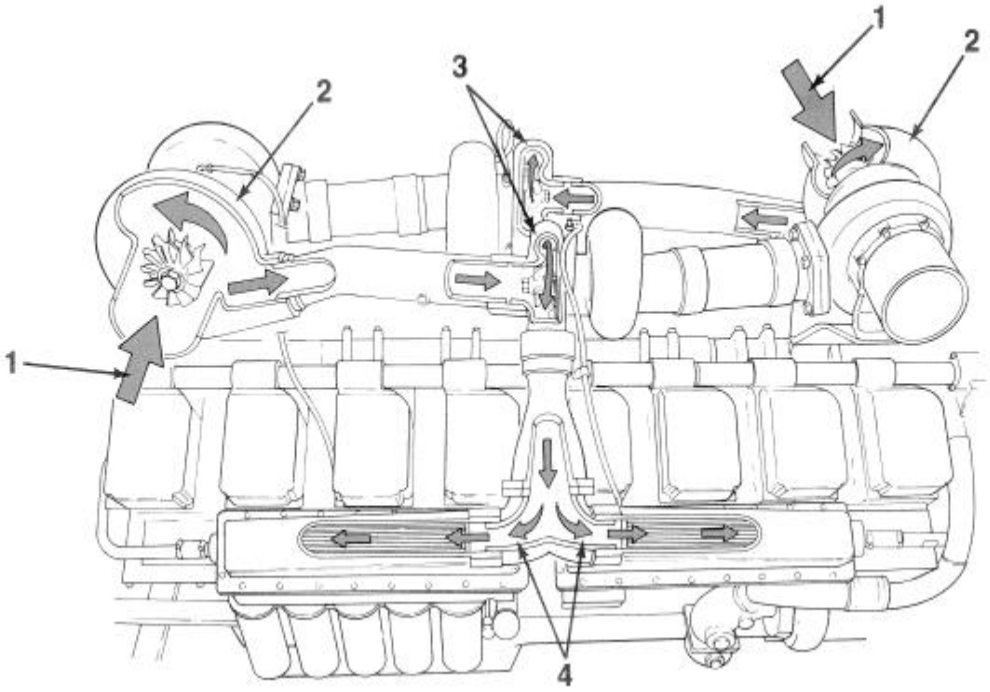
سیستم ورودی – موتورهایKTTA

۱. ورودی هوای مکش به توربوشارژر

۲. توربوشارژر مرحله پایین ۲

۳. توربوشارژر مرحله بالا ۲

۴. هوای توربوشارژ شده به افترکولر



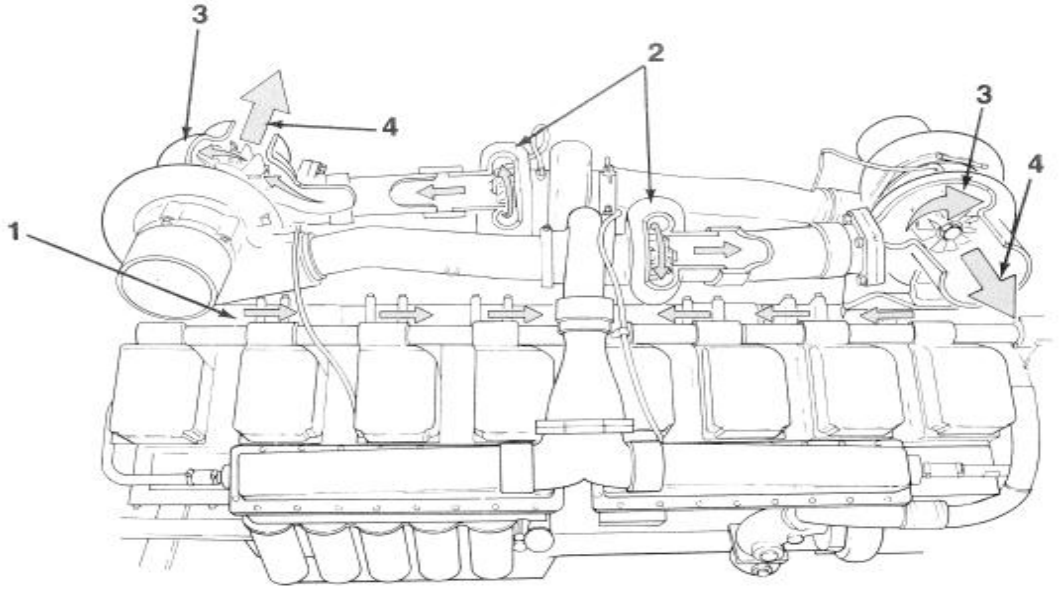
سیستم اگزوز – موتورهایKTTA

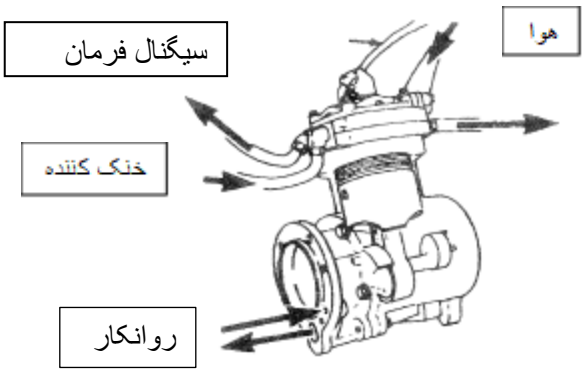
۱. منیفولد اگزوز

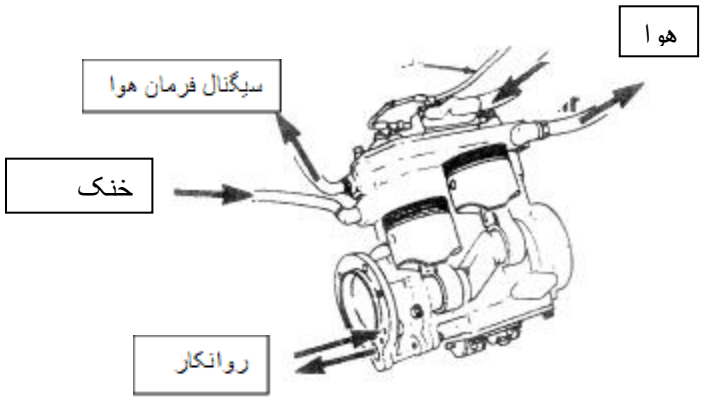
۲. توربوشارژر مرحله بالا

۳. توربوشارژر مرحله پایین

۴. خروجی اگزوز توربوشارژر







تنظیم، تعمیر و تعویض

موتورهای استارت بادی

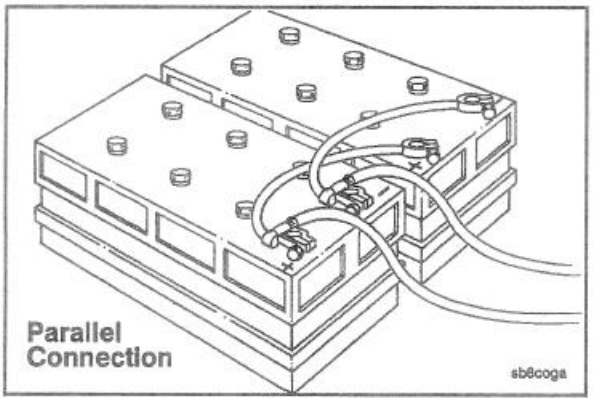
سیستم موتور استارت بادی (شامل مخازن، اندازه خطوط لوله و شیرها) توسط سازندگان تجهیزات اصلی و تأمین‌کنندگان موتور استارت طراحی و نصب شده است. در صورت وجود هرگونه سؤال در خصوص سیستم‌های استارت بادی، به سازنده مربوطه مراجعه نمایید.

نگهداری

- موتور استارت بادی را با فشار هوای کمتر از 480کیلوپاسکال (70 psi) به کار نیندازید.
- کمپرسور هوا را مطابق با توصیه‌های ارائه‌شده در این راهنما نگهداری نمایید.
- برای دستیابی به حداکثر راندمان، شیلنگ‌ها، لوله‌ها و خطوط هوا نباید نشتی داشته باشند.
- برای اطلاعات اختصاصی مربوط به موتورهای استارت، شیرها و سیستم‌ها، به راهنماهای سازندگان تجهیزات اصلی و سازندگان موتور استارت مراجعه نمایید.

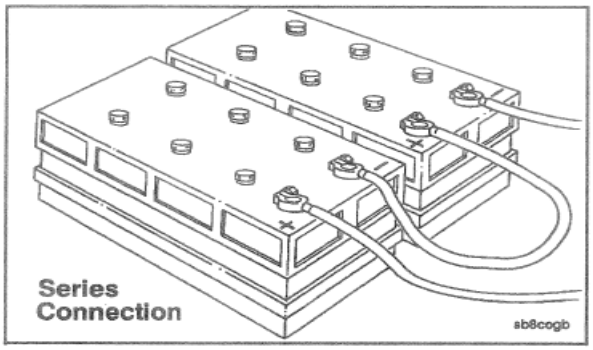
اتصالات باتری

هشدار :هنگام استفاده از کابل‌های کمکی (جامپر) برای راه‌اندازی موتور، اطمینان حاصل کنید که کابل‌ها به‌صورت موازی متصل شوند؛ یعنی مثبت (+) به مثبت (+) و منفی (–) به منفی (–) .



در صورتی که برای راه‌اندازی موتور از یک منبع الکتریکی خارجی استفاده می‌شود، پیش از اتصال کابل‌های جامپر، کلید قطع‌کن را در وضعیت OFF قرار داده و سوئیچ (کلید) را خارج نمایید.

تصویر همراه، یک اتصال معمول باتری به‌صورت موازی را نشان می‌دهد. این نوع آرایش، شدت جریان استارت را دو برابر می‌کند.

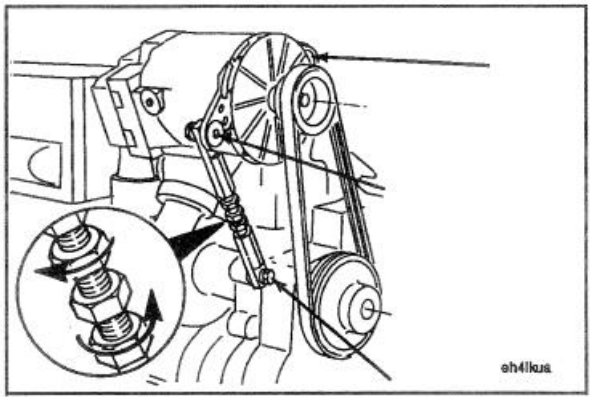


این تصویر، یک اتصال معمول باتری به‌صورت **سری** را نشان می‌دهد. در این آرایش، اتصال **مثبت به منفی** انجام شده و **ولتاژ دو برابر** می‌گردد.

تسمه آلترناتور

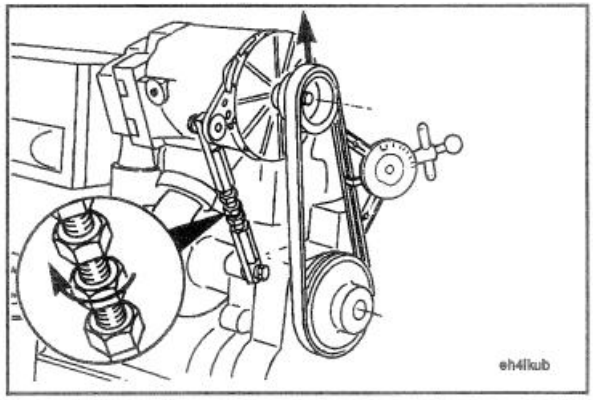
تنظیم

Alternator Belt
Page A-3



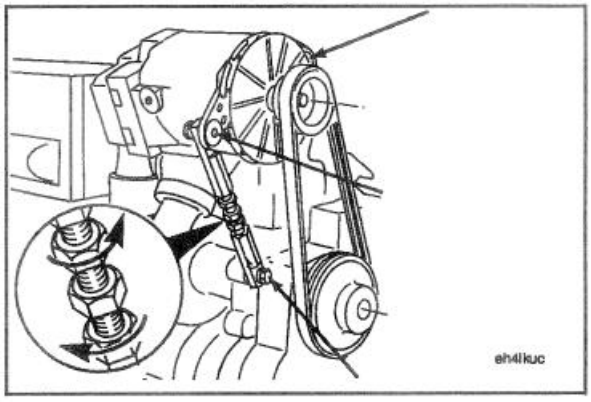
یادداشت :مهره قفلی پایینی دارای رزوه چپ‌گرد می‌باشد.

- پیچ‌های اتصال آلترناتور و بازوی تنظیم را شل کنید.
- مهره‌های قفلی روی پیچ تنظیم را شل نمایید.



- پیچ تنظیم را در جهت ساعت‌گرد بچرخانید تا کشش تسمه افزایش یابد.
- کشش تسمه 356 :نیوتن [80 lbf]
- ابزار اندازه‌گیری کشش :گیج کشش (مدل -ST 1293)

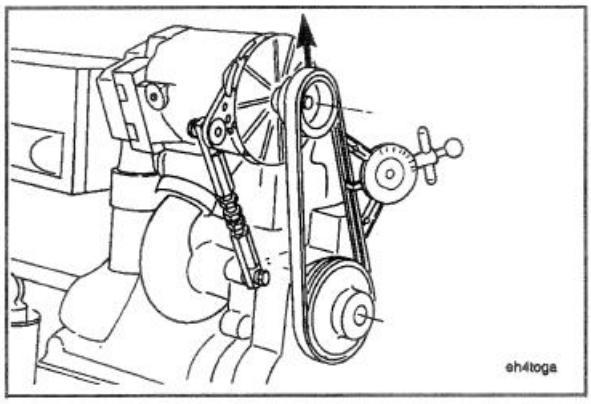
یادداشت :اعمال کشش بیش از حد به تسمه‌های آلترناتور می‌تواند باعث سایش زودرس بوش محرک متعلقات و نشتی آب‌بندها (سیل‌ها) گردد.



یادداشت :مهره قفلی پایینی دارای رزوه چپ‌گرد می‌باشد.

- مهره‌های قفلی روی پیچ تنظیم را تا گشتاور 55نیوتن‌متر [40 ft·lb] سفت کنید.
- پیچ‌های اتصال بازوی تنظیم و آلترناتور را تا گشتاور ۵۵ نیوتن‌متر [40 ft·lb] محکم نمایید.

کشش تسمه را مجدداً بررسی کنید تا از صحیح بودن مقدار کشش اطمینان حاصل شود.

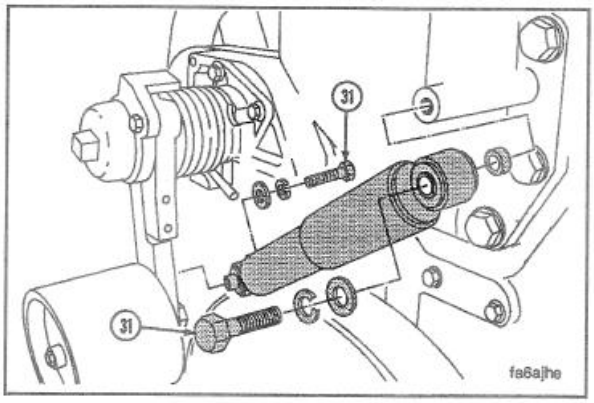


تسمه فن

بازکردن

Fan Belt
Page A-4

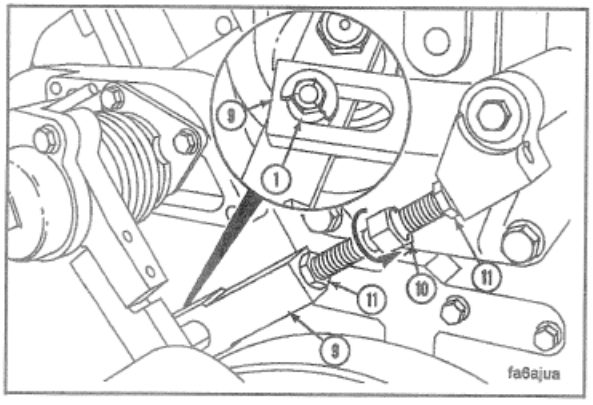
سیستم هرزگرد سمت پشت



- انتهای هرزگرد سمت پشتِ کمک‌فنر، میله کنترل جامد ، یا سفت‌کننده میله کنترل را از مجموعه جدا کنید.

توجه:
سیستم هرزگرد سمت پشت از یکی از دو نوع میله کنترل (ترنباکل) یا یک کمک‌فنر استفاده می‌کند. به دستورالعمل‌هایی که متناسب با موتور در حال سرویس هستند مراجعه نمایید.

- پیچ کپ بالایی (31) را شل کنید. پیچ کپ پایینی (31) را باز نمایید.



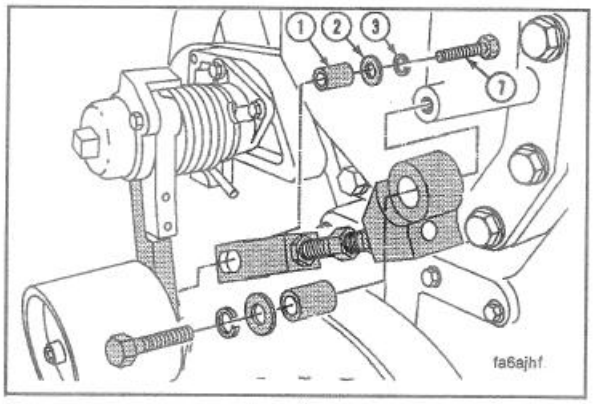
توجه:
یکی از مهره‌های قفلی روی میله کنترل جامد (ترنباکل) دارای رزوه چپ‌گرد می‌باشد.

- مهره‌های قفلی میله کنترل جامد (ترنباکل) (11) را شل کنید.
- پیچ تنظیم (10) را بچرخانید تا فاصله‌دهنده (1) با انتهای شیارِ موجود در میله کنترل (9) در تماس نباشد.

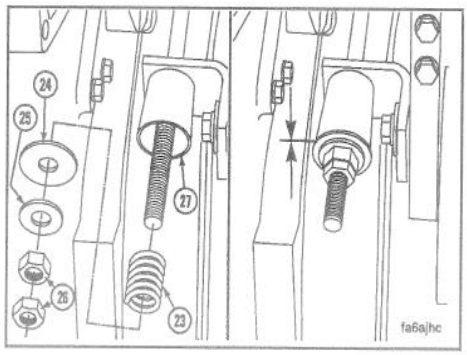
.

پیچ کپ(7) ، واشرها (2، 3) و فاصله‌دهنده‌ها (1) را باز و خارج کنید.

مجموعه میله کنترل را از مجموعه هرزگرد جدا نمایید.



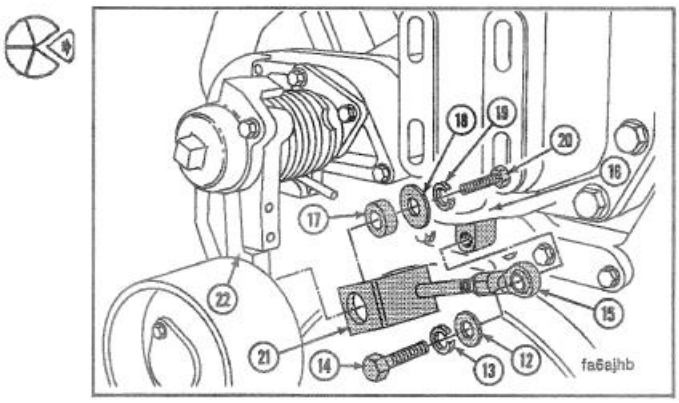
برای خارج کردن میله کنترل مجهز به فنر، دو عدد مهره قفلی(26) ، واشرها (25، 24) و فنر (23) را باز و جدا کنید.



قطعات را باز/جدا کنید:

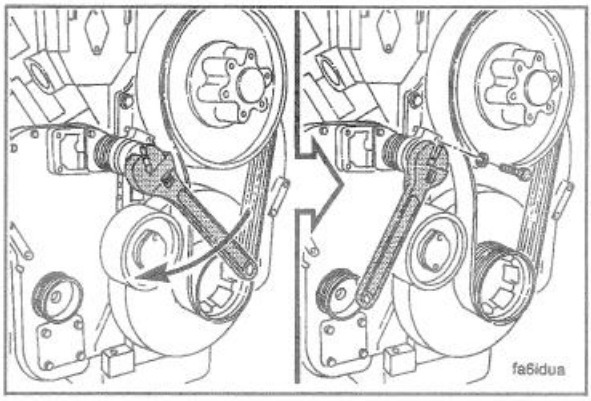
- (20)پیچ شش‌گوش
- (19)واشر قفل‌دار
- (18)واشر
- (17)فاصله‌دهنده
- (14)پیچ شش‌گوش
- (13)واشر قفل‌دار
- (12)واشر
- (15)میله کنترل

Fan Belt
Page A-5



هشدار :هرزگرد تسمه فن تحت کشش قرار دارد .**به** هیچ‌وجه اجازه ندهید دست‌های شما بین هرزگرد و تسمه، یا بین تسمه و توپی فن قرار گیرد؛ در غیر این صورت احتمال آسیب‌دیدگی **شدید** وجود دارد.

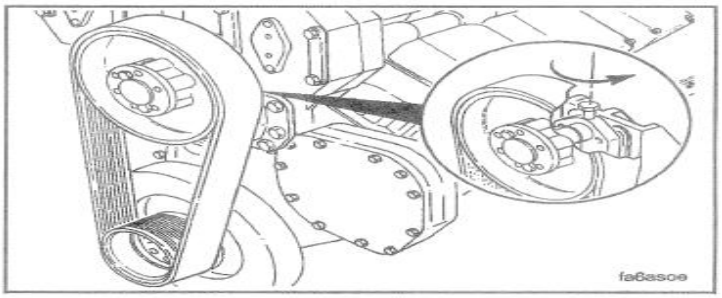
برای نگه‌داشتن هرزگرد در موقعیت خود در برابر نیروی فنر، از **بکس ۸ پر** به‌همراه **دسته بکس** یا آچار بزرگ استفاده کنید.
پیچ‌های شش‌گوش را از درپوش فنر باز کنید.
آچار را به‌آرامی بچرخانید تا کشش فنر آزاد شود.
سپس تسمه **فن** را خارج کنید.



سیستم محرک فن دو پولی (بدون پولی هرزگرد)

توجه : فاصله مرکز فن، فاصله بین مرکز میل‌لنگ و مرکز فن است.

در سیستم‌هایی که از فاصله مرکز فن **۲۰، ۲۲ یا ۲۴** اینچ (بدون پولی هرزگرد) استفاده می‌کنند، پیچ‌هایی را که از سوراخ‌های شیاردارِ **پایه فن** عبور می‌کنند، شل کنید. پیچ تنظیم توپی فن را شل نمایید.



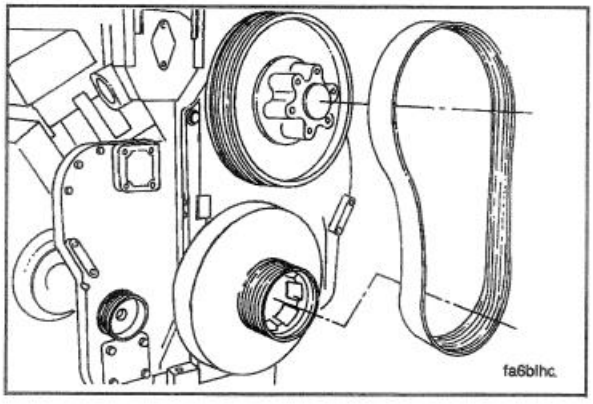
در موتورهایی که از سیستم محرک دو پولی با فاصله مرکز فن **۲۸** اینچ استفاده می‌کنند، پیچ‌هایی را که از سوراخ‌های شیاردار و براکت توپی فن مربوط به سیستم فاصله مرکز فن ۲۸ اینچ عبور می‌کنند، شل نمایید.

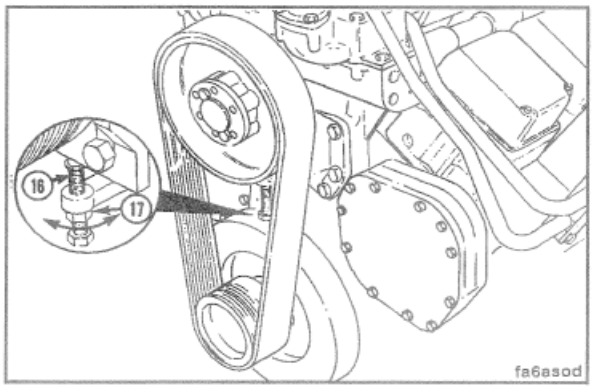
پیچ تنظیم **(16)** در **زیر** توپی فن قرار دارد.
پیش از شل کردن پیچ تنظیم توپی فن، مهره قفل **(17)** را شل کنید.

سپس پیچ تنظیم توپی فن را شل نمایید.

تسمه فن را خارج کنید.

Fan Belt
Page A-6

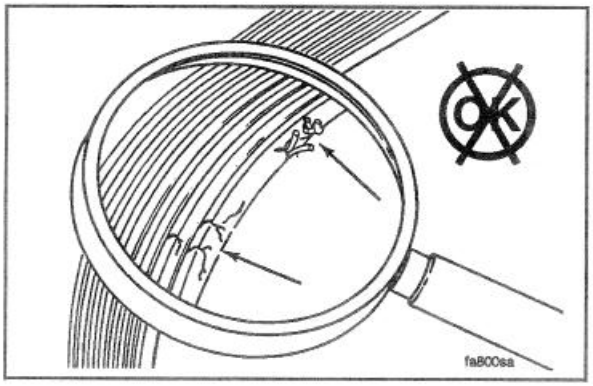




بازرسی

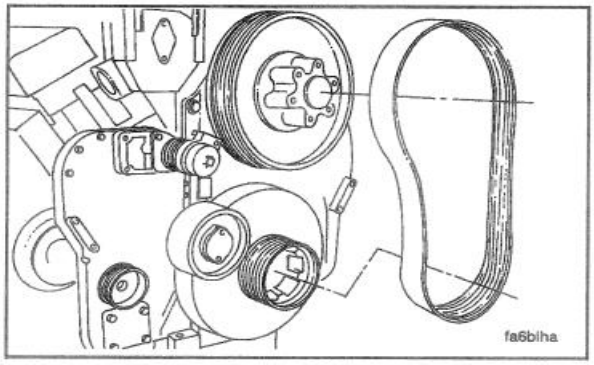
تسمه را از نظر موارد زیر به‌صورت چشمی بررسی کنید:

- ترک‌خوردگی
- براق‌شدگی سطح
- پارگی یا بریدگی

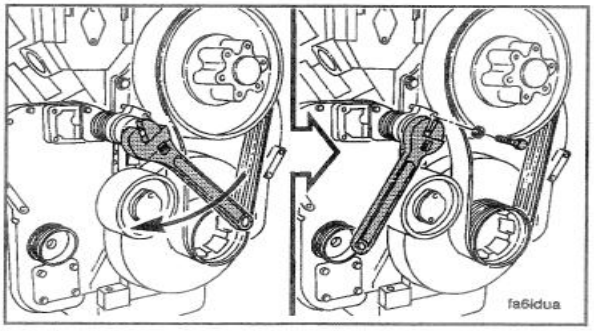


نصب

تسمه را روی پولی میل‌لنگ و پولی توپی فن نصب کنید.
هماهنگ و یکسان نمایید.



سیستم هرزگرد سمت پشت تسمه



پس از نصب تسمه فن، سیستم هرزگرد فن را نصب نمایید.

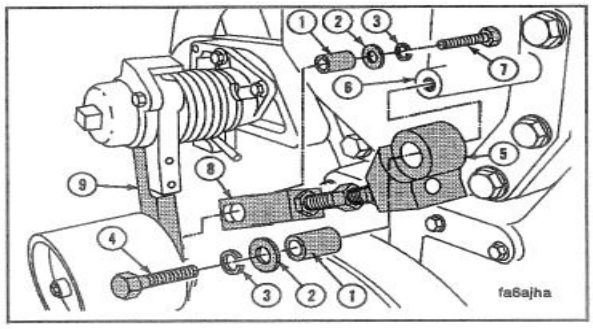
هشدار :هرزگرد تسمه فن تحت کشش قرار دارد .**به** هیچ‌وجه اجازه ندهید دست‌های شما بین هرزگرد و تسمه یا بین تسمه و توپی فن قرار گیرد؛ در غیر این صورت احتمال آسیب‌دیدگی شدید وجود دارد.

هرزگرد را در خلاف نیروی فنر بچرخانید تا سوراخ‌های پیچ هم‌راستا شوند . واشر قفل‌دار و پیچ شش‌گوش را نصب کنید.

گشتاور سفت‌کاری :۴۵ نیوتن‌متر (۳۵ فوت-پوند)

آچار را به‌آرامی بچرخانید تا هرزگرد با تسمه در تماس قرار گیرد.

توجه :برای وضوح بیشتر، پولی توپی فن و تسمه فن در تصویر باز شده‌اند.



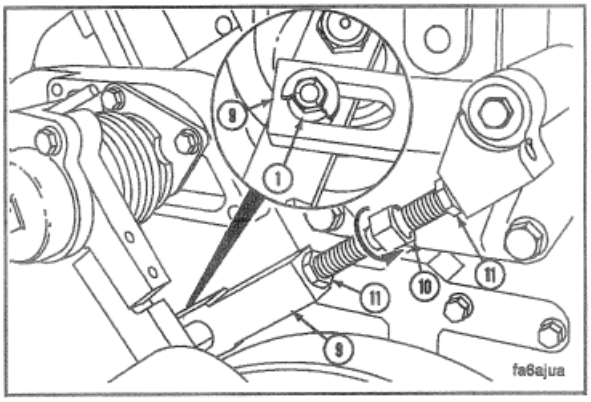
هنگام نصب میله کنترل صلب (ترنباکل) روی موتورهای قدیمی‌تر، طول پیچ‌های آلن (٤ و ٧) برابر با ٦٤ میلی‌متر (۲,۵ اینچ) است. در موتورهای جدیدتر، طول پیچ‌های آلن (٤ و ٧) برابر با ۵۷ میلی‌متر (۲/۲۵ اینچ) می‌باشد. توصیه می‌شود از پیچ‌های آلن گرید ۸ با طول ۵۷ میلی‌متر (۲,۲۵ اینچ) مطابق استاندارد SAE استفاده شود؛ در غیر این صورت احتمال شکست پیچ‌ها وجود دارد.

یک فاصله‌دهنده (1)، یک واشر تخت ضخیم (2) و یک واشر فنری قفل‌کننده (3) نصب کنید. سپس یک پیچ آلن گرید ۸ مطابق (4) SAE با طول ۵۷ میلی‌متر (۲,۲۵ اینچ) در انتهای بالایی میله کنترل (5) نصب نمایید. پیچ را با دست سفت کنید. انتهای بالایی میله کنترل را در تکیه‌گاه توپی فن (6) نصب کنید.

یک فاصله‌دهنده (1)، یک واشر فنری قفل‌کننده (3) و یک واشر تخت ضخیم (2) نصب نمایید. سپس یک پیچ آلن گرید ۸ مطابق (7) SAE با طول ۵۷ میلی‌متر (۲,۲۵ اینچ) در انتهای پایینی میله کنترل (8) نصب کنید. انتهای پایینی میله کنترل را روی بازوی هرزگرد (9) نصب نمایید. پیچ‌های آلن (4 و 7) را سفت کنید.

گشتاور سفت‌کاری : 90 نیوتن‌متر (٦٥ فوت-پوند)

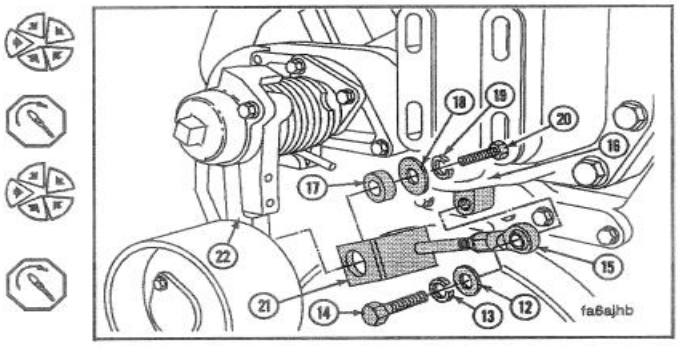
توجه : برای تنظیم میله کنترل، تسمه فن باید نصب شده و تحت کشش فنر بازوی هرزگرد فن قرار داشته باشد. به‌منظور وضوح بیشتر، تسمه فن و بخشی از واشر تخت در تصویر نشان داده نشده‌اند.



پیچ تنظیم (10) را بچرخانید تا انتهای شیار روی میله کنترل پایینی (9) با فاصله‌دهنده (1) در تماس قرار گیرد.
یکی از مهره‌ها دارای رزوه چپ‌گرد است.

پیچ تنظیم را ثابت نگه داشته و دو مهره قفلی (11) را محکم کنید.

برای نصب میله کنترل فنردار، واشر تخت (12)، واشر فنری قفل‌کننده (13) و پیچ آلن (14) را در انتهای بالایی میله کنترل (15) نصب کنید. میله کنترل را در تکیه‌گاه فن (16) قرار دهید.
پیچ آلن را سفت کنید.

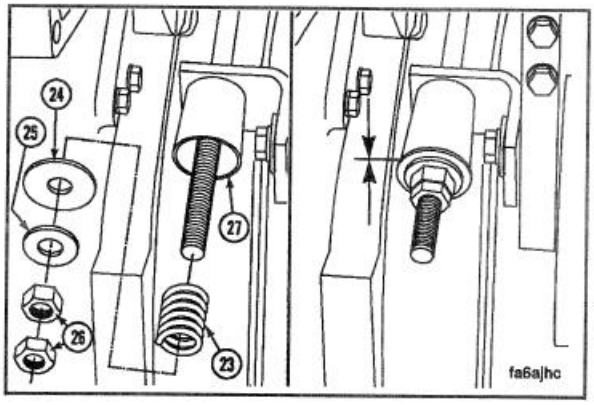


گشتاور سفت‌کاری ۶۰ : نیوتن‌متر (٤٥ فوت-پوند)

بوش فاصله‌دهنده (17)، واشر تخت (18)، واشر فنری قفل‌کننده (19) و پیچ آلن (20) را در انتهای پایینی میله کنترل (21) نصب کنید. انتهای پایینی میله کنترل را روی بازوی هرزگرد فن (22) نصب نمایید. پیچ آلن را سفت کنید.

گشتاور سفت‌کاری ۶۰ : نیوتن‌متر (٤٥ فوت-پوند)

Fan Belt
Page A-8



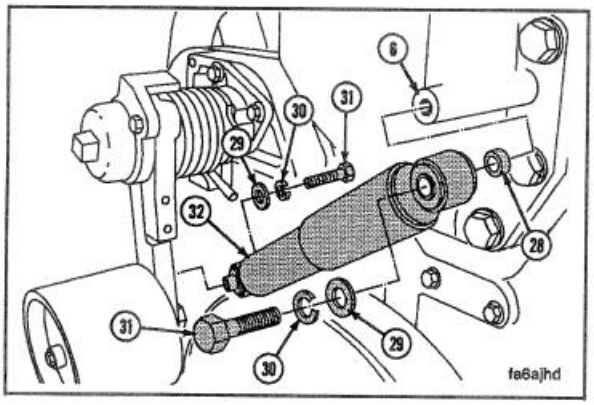
قطعات زیر را نصب کنید:
(23) فنر
(24) واشر نگهدارنده فنر
(25) واشر تخت
(26) مهره‌های قفلی (دو عدد)

توجه :مهره داخلی فن را بیش از حد سفت نکنید. در صورت سفت شدن بیش از حد مهره قفلی، واشر نگهدارنده فنر خم شده و میله کنترلی دچار خرابی خواهد شد.

مهره قفلی داخلی را بچرخانید تا واشر نگهدارنده فنر (24) روی سیلندرِ انتهای پایینی میله کنترل (۲۷) قرار گیرد. مهره قفلی داخلی را ثابت نگه داشته و مهره قفلی خارجی را سفت کنید.

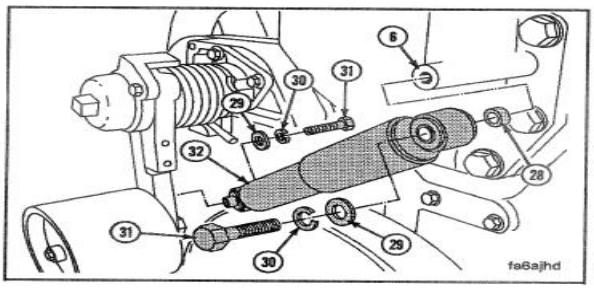
توجه :کمک فنر باید به‌گونه‌ای نصب شود که لوله بیرونیِ بزرگ‌ترِ کمک‌فنر به پایه توپی فن متصل باشد. در صورت نصب نادرست کمک فنر، آلودگی می‌تواند وارد لوله شده و موجب خرابی قطعه گردد.

برای نصب کمک فنر، قطعات زیر را نصب کنید:
(28) فاصله‌دهنده
(29) واشر تخت
(30) واشر قفلی
(31) پیچ آلن
(32) کمک فنر



کمک فنر (32) را در پایه فن (6) نصب کنید.
واشر تخت (29)، واشر قفلی (30) و پیچ آلن (31) را در انتهای پایینی کمک فنر نصب نمایید.
کمک فنر را روی بازوی هرزگرد فن نصب کنید. دو عدد پیچ آلن (31) را سفت نمایید.

مقدار گشتاو: ۶۰ نیوتن‌متر [٤٥ فوت-پوند]

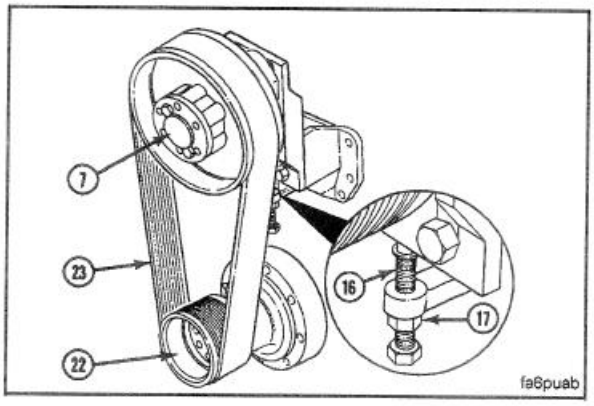


تسمه محرک فن دو پولی – [فاصله مرکز تا مرکز ۲۸ اینچ]

تسمه فن وی‌شکل، سایز ۲۰ ریب، نوع (23) L-Section را روی پولی میل‌لنگ (22) و پولی توپی فن (7) نصب کنید. شیارهای تسمه را با ریب‌های پولی‌ها هم‌راستا نمایید.

اطمینان حاصل کنید که مهره سنگین (17) به‌گونه‌ای در موقعیت صحیح قرار گرفته باشد که امکان چرخش آزاد پیچ تنظیم (16) فراهم شود.

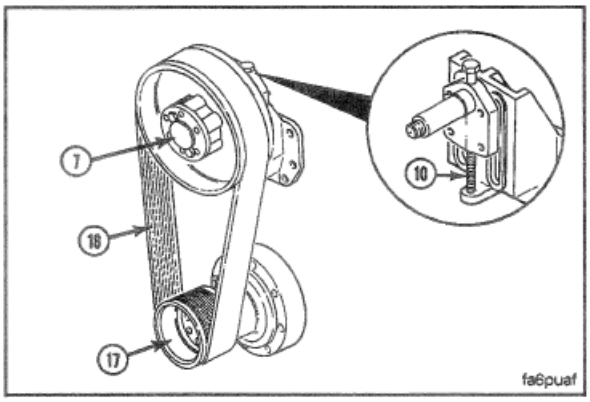
برای حذف لقی تسمه، پیچ تنظیم (16) را در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بچرخانید.



تسمه محرک فن دو پولی – (فاصله مرکز تا مرکز ۲۰، ۲۲ یا ۲٤ اینچ)

تسمه فن وی‌شکل ۲۰ ریب، نوع L-Section (18) را روی پولی میل‌لنگ (17) و پولی توپی فن (7) نصب کنید. شیارهای تسمه را با ریب‌های پولی‌ها هم‌راستا نمایید.

Fan Belt
Page A-9

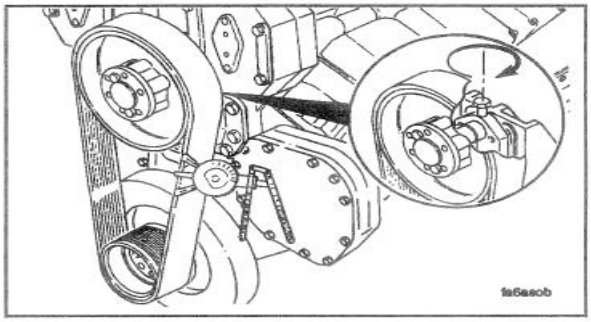


برای حذف لقی تسمه، پیچ تنظیم (10) را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید.

تنظیم

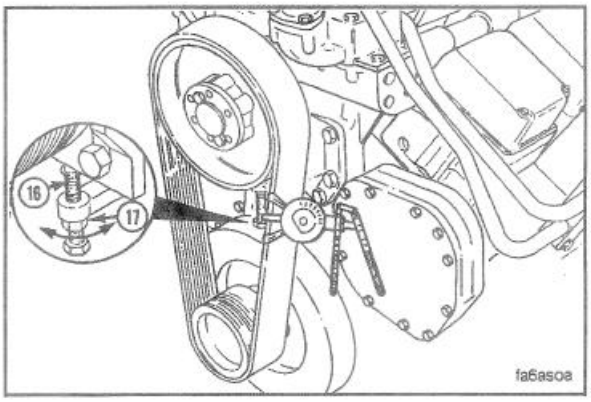
تسمه محرک فن دو پولی

تنها یک روش قابل قبول برای تنظیم کشش تسمه محرک فن دو پولی وجود دارد. روش توصیه‌شده، استفاده از گیج اندازه‌گیری کشش تسمه می‌باشد.



هشدار :روش‌های نادرست تنظیم کشش تسمه می‌تواند باعث خرابی قطعات و آسیب‌دیدگی افراد شود.

گیج کشش تسمه، شماره قطعه **3823875** یا معادل آن، را در وسط تسمه و بین دو پولی نصب کنید.
با سفت کردن پیچ تنظیم، کشش تسمه را تا مقدار **2668.9 تا ۲۸۹۱,۳ نیوتن (۶۰۰ تا ۶۵۰ پوند-نیرو)** افزایش دهید. با سفت شدن پیچ‌ها، کشش تسمه افزایش یافته و مجموعه توپی فن به سمت فنر نگهدارنده حرکت می‌کند. پیچ‌ها را با گشتاور مشخص‌شده سفت نمایید.



مقدار گشتاور:۲۸۵ نیوتن‌متر [۲۱۰ فوت-پوند]

گیج کشش را جدا کرده و آن را در سمت دیگر تسمه قرار دهید. اطمینان حاصل کنید که کشش تسمه صحیح و در بازه **۲۸۹۱٫۳ تا ۳۳۳٦,۲ نیوتن(۶۵۰ تا ۷۵۰ پوند-نیرو)** باشد.
در صورت صحیح نبودن کشش، پیچ‌ها را شل کرده و مجدداً کشش را به مقدار صحیح تنظیم نمایید.

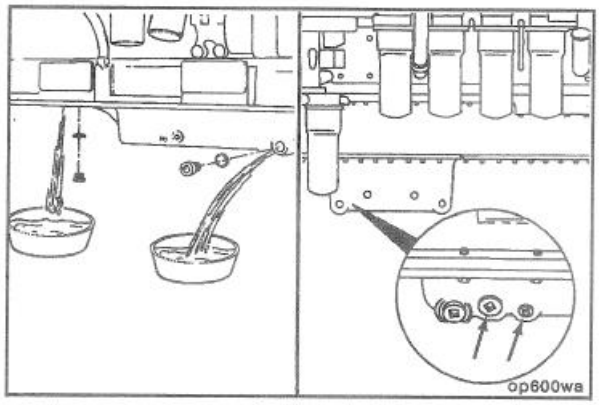
مقدار گشتاور:۲۸۵ نیوتن‌متر [۲۱۰ فوت-پوند]

میله اندازه‌گیری روغن

کالیبراسیون (تنظیم دقیق)

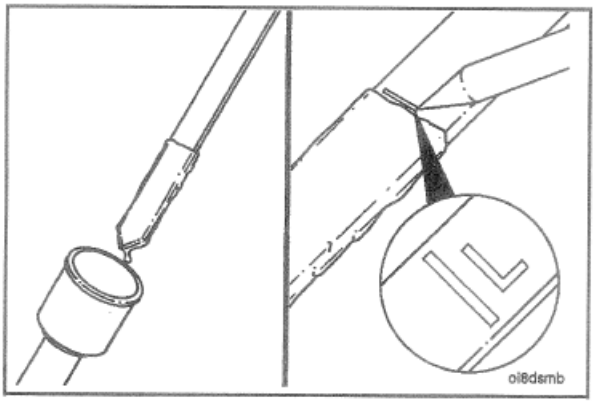
روغن را از کارتل (سینی روغن) تخلیه کنید. به بخش ۵ مراجعه نمایید.

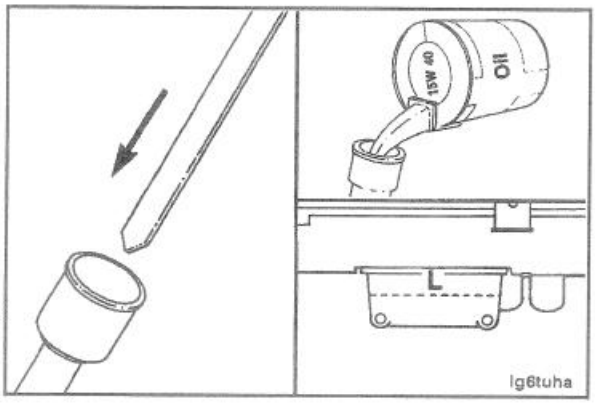
Dipstick
Page A-10

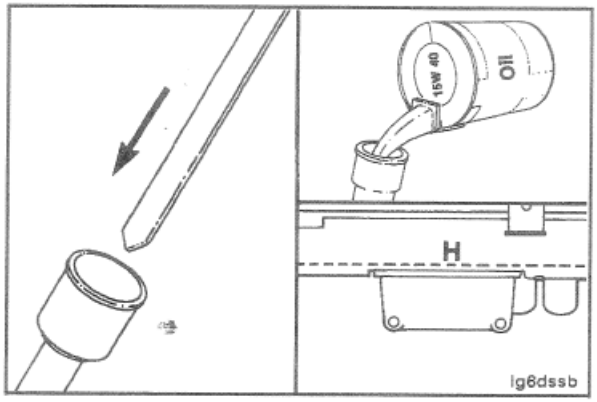


میله اندازه‌گیری روغن را در لوله مربوطه نصب کنید.
از روغن تمیز **15W-40** استفاده کرده و کارتل (سینی روغن) را تا سطح پایین تعیین‌شده پر نمایید.
به مشخصات سیستم روغن‌کاری در **بخش V** مراجعه شود .

توجه : در صورتی که شیار (خط حک شده) بیش از حد عمیق ایجاد شود، میله اندازه‌گیری روغن خواهد شکست.
میله اندازه‌گیری را خارج کرده و در تراز سطح روغن، یک خط حک‌شده عرضی روی میله ایجاد کنید.
سطح پایین را با علامت **L** مشخص نمایید.







میله اندازه‌گیری روغن را نصب کنید.
مقدار بیشتری روغن به کارتل (سینی روغن) اضافه نمایید تا به سطح کامل تعیین‌شده برسد.
به مشخصات سیستم روغن‌کاری در **بخش V** مراجعه شود.

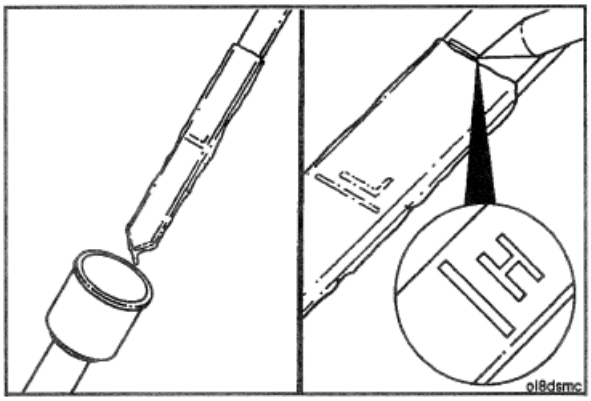
توجه :در صورتی که خط نشانه‌گذاری (خط‌کشیدن با سوزن خط‌کش) بیش از حد عمیق باشد، گیج روغن خواهد شکست.

گیج روغن را خارج کرده و در تراز سطح روغن، یک خط نشانه روی گیج ایجاد کنید. سطح بالای روغن را با حرف **H** علامت‌گذاری نمایید.

در صورت پر کردن روغن تا سطح بالای مجاز، ممکن است روغن از درپوش لوله‌ای واقع در مرکز آداپتور کارتل روغن شروع به خروج کند.

یک درپوش لوله‌ای به قطر **۱/۸ اینچ** در سمت راست بلوک سیلندر آداپتور کارتل روغن قرار دارد. این درپوش در نزدیکی مرکز آداپتور واقع شده و محل آن متناظر با سطح بالای روغن است.

Storage for Engines Out of Service
Page A-11



نگهداری موتورهای خارج از سرویس

نگهداری کوتاه‌مدت
از یک ماه تا ۶ ماه

این دستورالعمل روش صحیح نگهداری کوتاه‌مدت موتور را تشریح می‌کند.

آماده‌سازی برای نگهداری کوتاه‌مدت

- موتور را در حالت دور آرام بالا به کار اندازید تا دمای مایع خنک‌کننده به ۷۰ درجه سانتیگراد یا ۱۶۰ درجه فارنهایت برسد.
- موتور را خاموش کنید.
- خطوط سوخت متصل به فیلتر سوخت موتور و خط برگشت انژکتورها را جدا نمایید.
- از روغن محافظ استفاده کنید. روغن Daubert Chemical NoxRust No. 518یا معادل آن توصیه می‌شود. روغن باید مطابق با استاندارد نظامیMIL-L-644 ، نوع P-9 باشد.
- یک مخزن را با سوخت دیزل و مخزن دوم را با روغن محافظ پر کنید. هر دو خط سوخت را داخل مخزن حاوی سوخت دیزل قرار دهید.
- موتور را استارت بزنید.
- پس از آنکه موتور به‌صورت یکنواخت کار کرد، خط تغذیه سوخت را به مخزن حاوی روغن محافظ منتقل کنید. موتور را به کار ادامه دهید تا روغن محافظ از خط برگشت انژکتورها خارج شود.
- موتور را خاموش کرده و خطوط سوخت را مجدداً به فیلتر سوخت و خط برگشت انژکتورها متصل نمایید.
- کارتل روغن، فیلترهای روغن و فیلترهای سوخت را تخلیه کنید.
- درپوش‌های تخلیه را روی کارتل روغن نصب نمایید. کارتل می‌تواند تا زمان آماده شدن موتور برای بهره‌برداری مجدد، خالی باقی بماند.
- سیم‌کشی الکتریکی را از سلونوئید پمپ سوخت جدا کنید.
- شیر قطع‌کن دستی پمپ سوخت را خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا کاملاً متوقف شود.
- موتور را به‌آرامی بچرخانید . هم‌زمان روغن روانکار را به داخل منیفولد هوا و ورودی کمپرسور هوا اسپری نمایید.
- مایع خنک‌کننده را تخلیه کنید.

توجه : در صورتی که از ضدیخ دائمی مجهز به بازدارنده زنگ‌زدگی استفاده می‌شود، تخلیه مایع خنک‌کننده ضروری نیست.

بر روی موتور برچسب هشدار نصب کنید. متن برچسب باید به‌صورت زیر باشد:

- این موتور فاقد روغن است.
- موتور را به کار نیندازید.

موتور را در محیطی خشک و با دمای یکنواخت نگهداری کنید.

هر ۳ تا ۴ هفته یک‌بار، میل‌لنگ را به میزان ۲ تا ۳ دور کامل به‌صورت دستی بچرخانید.

خارج کردن از حالت نگهداری کوتاه‌مدت

پرایم (آماده‌سازی اولیه) سیستم روانکاری:

- کارتل روغن، فیلترهای روغن و فیلترهای سوخت را پر کنید.
- در صورت نیاز، سیستم خنک‌کاری را پر نمایید.
- سیم برق متصل به شیر سلونوئیدی پمپ سوخت را قطع کنید.
- میل‌لنگ را توسط موتور استارت بچرخانید تا فشار روغن روی گیج ظاهر شود یا چراغ هشدار خاموش گردد.
- سیم برق را مجدداً به شیر سلونوئیدی پمپ سوخت متصل کنید.
- موتور را روشن نمایید. (به روش‌های عادی راه‌اندازی مراجعه شود .)

<u>نگهداری بلندمدت</u>

۶ ماه تا ۲۴ ماه

⚠️ هشدار:
پس از ۲۴ ماه نگهداری، سیستم خنک‌کاری موتور الزاماً باید با یک حلال مناسب یا روغن معدنی سبک و داغ شستشو داده شود. سپس این فرآیند باید تکرار گردد.

این دستورالعمل، روش صحیح نگهداری بلند مدت موتور را تشریح می‌کند.

آماده‌سازی برای نگهداری بلندمدت

- موتور را در حالت دور آرام بالا به کار اندازید تا دمای مایع خنک‌کننده به ۷۰ درجه سانتی‌گراد یا ۱۶۰ درجه فارنهایت برسد.
- موتور را خاموش کنید.
- روغن موتور را تخلیه نمایید. پیچ‌های تخلیه را نصب کنید.

- از روغن محافظ Shell 66202 یا معادل آن استفاده کنید.
روغن باید مطابق با مشخصات نظامیMIL-L-21260 ، نوع P-10 ، گرید ۲، SAE 30 باشد.
موتور را تا علامت HIGH پر نمایید.
- خطوط سوخت را از فیلتر سوخت موتور و خط برگشت انژکتورها جدا کنید.
- از روغن محافظ Daubert Chemical NoxRust No. 518 یا معادل آن استفاده کنید.
روغن باید مطابق با مشخصات نظامی MIL-L-644 ، نوع P9 باشد.
- یک مخزن را با سوخت دیزل و مخزن دوم را با روغن محافظ پر کنید.
هر دو خط سوخت را داخل مخزن حاوی سوخت دیزل قرار دهید.
- موتور را روشن کنید.
- پس از عملکرد یکنواخت موتور، خط تأمین سوخت را به مخزن روغن محافظ منتقل نمایید.
موتور را تا زمانی کار دهید که روغن محافظ از خط برگشت انژکتورها خارج شود.
- موتور را خاموش کنید. خطوط سوخت را مجدداً به فیلتر سوخت و خط برگشت انژکتورها متصل نمایید.
- روغن محافظ را از کارتل روغن موتور، کمپرسور هوا و فیلترهای روغن تخلیه کنید.
- منیفولدهای هوا (ورودی) و اگزوز (خروجی) را جدا کنید.
روغن محافظ را داخل پورت‌های ورودی و خروجی در سرسیلندرها و داخل منیفولدها اسپری نمایید.
- روغن محافظ را داخل پورت ورودی کمپرسور هوا اسپری کنید.
- از ترکیب ضدزنگ مطابق با مشخصات نظامی MIL-C-16173C ، نوعP-2 ، گرید ۱ یا ۲ استفاده کنید.
این ترکیب را به‌صورت قلم‌مو یا اسپری روی تمام سطوح بدون رنگ اعمال نمایید.
- درپوش‌های راکِر آرم را باز کنید.
اهرم‌های راکر، ساق سوپاپ‌ها، فنرها، گاید سوپاپ‌ها، کراس‌هدها و پوش‌رادها را با روغن محافظ اسپری نمایید.
سپس درپوش‌ها را نصب کنید.
- تمام دهانه‌ها و بازشوها را با کاغذ ضخیم و نوارچسب بپوشانید تا از ورود گردوغبار و رطوبت به داخل موتور جلوگیری شود.

⚠️ یک برچسب هشدار روی موتور نصب کنید. برچسب باید موارد زیر را مشخص نماید:
- موتور با مواد محافظ تیمار شده است.
- از اهرم‌کردن یا چرخاندن میل‌لنگ خودداری شود.
- مایع خنک‌کننده تخلیه شده است.
- تاریخ انجام عملیات نگهداری.
- موتور راه‌اندازی نشود.

موتور را در محلی خشک و با دمای یکنواخت نگهداری نمایید.

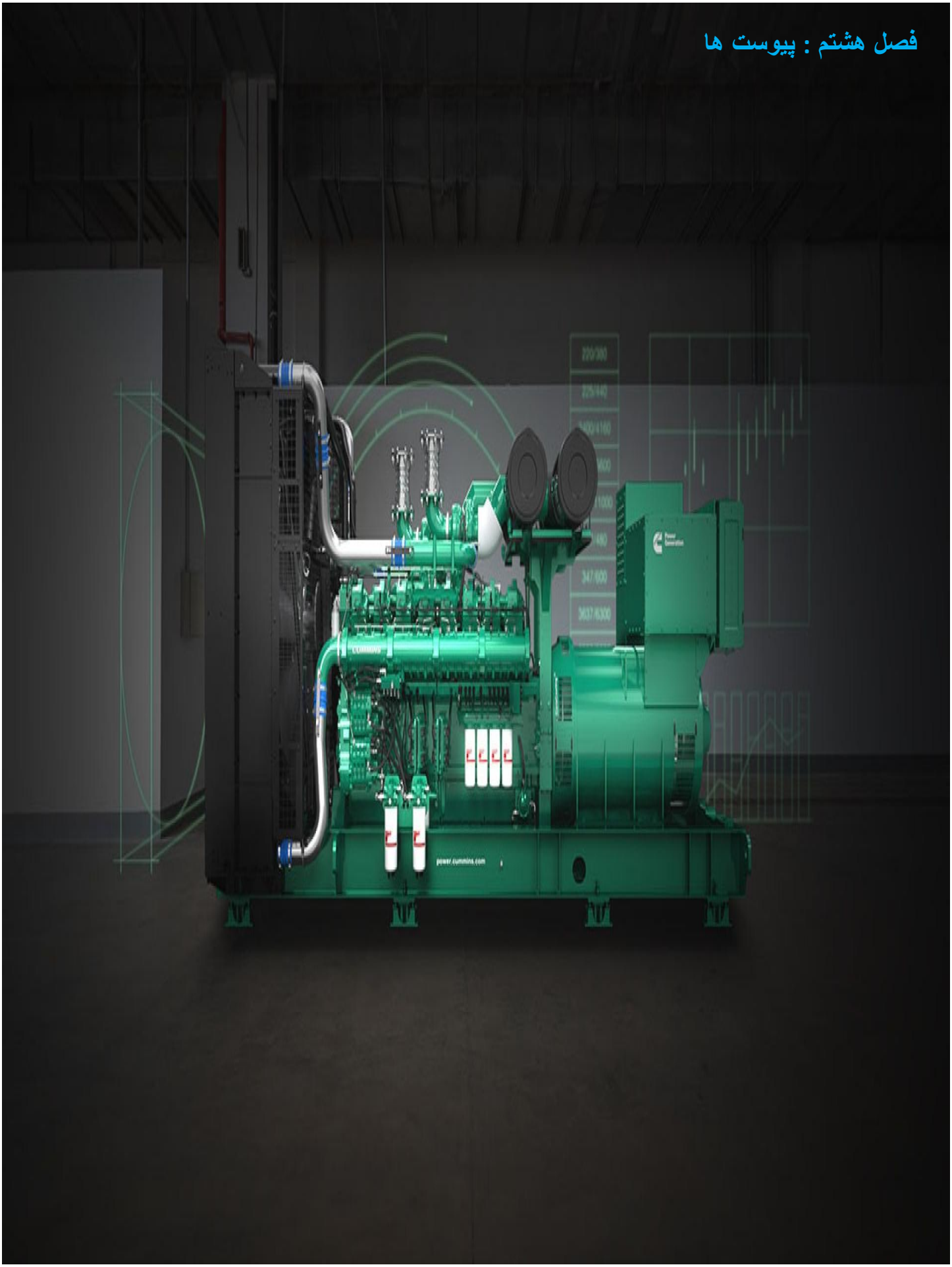
خارج کردن از نگهداری بلندمدت

- درپوش (پلاگ) لوله اصلی توزیع روغن را باز کنید.
- از روغن معدنی سبک و داغ استفاده نمایید.
- تمام روغن محافظ را از موتور شستشو داده و خارج کنید.
- در حین فرآیند شستشو، میل‌لنگ موتور را ۳ تا ۴ دور بچرخانید.
- کارتل روغن، تمام فیلترهای روغن و فیلترهای سوخت را پر نمایید.
- ماده ضدزنگ/محافظ را از سیستم خنک‌کاری تخلیه کنید و سیستم خنک‌کاری را با مایع خنک‌کننده پر نمایید.

پرایم (آماده‌سازی اولیه) سیستم روانکاری:

- سیم برق را از شیر سلونوئیدی پمپ سوخت جدا کنید.
- میل‌لنگ را توسط موتور استارت بچرخانید تا فشار روغن روی گیج ظاهر شود یا چراغ هشدار خاموش گردد.
- سیم برق را مجدداً به شیر سلونوئیدی پمپ سوخت متصل نمایید.
- موتور را روشن کنید. (به روش‌های عادی راه‌اندازی مراجعه شود.)
- از سوخت دیزل تمیز استفاده نمایید.
- سیستم سوخت‌رسانی را با کارکرد موتور در دور آرام پایین شستشو دهید تا روغن محافظ به‌طور کامل خارج شود.
- اضطراری تست شود تا از توانمندی آن در تأمین بارهای سنگین اطمینان حاصل گردد.

فصل هشتم : پیوست ها



پیوست – ۱ :

نمادهای زیر مفهوم و هدف دستورالعمل‌ها را منتقل کنند. هر زمان یکی از این نمادها مشاهده شود، بیانگر معنای مشخص‌شده در زیر می‌باشد:

هشدار- در صورت عدم رعایت دستورالعمل‌های هشدار، امکان بروز آسیب جدی جانی یا خسارت گسترده به اموال و تجهیزات وجود دارد.

احتیاط- در صورت عدم رعایت دستورالعمل‌های احتیاط، ممکن است آسیب جزئی جانی ایجاد شود یا یک قطعه، یک مجموعه یا خود موتور دچار آسیب گردد.



نشان‌دهنده انجام یک مرحله بازکردن یا دمونتاژ می‌باشد.



نشان‌دهنده انجام یک مرحله نصب یا مونتاژ می‌باشد.



بازرسی مورد نیاز است.



تمیزکاری قطعه یا مجموعه را انجام دهید.



اندازه گیری مکانیکی یا زمانی انجام شود.



قطعه یا مجموعه را روغن کاری نمایید.



نشان می‌دهد که اندازه آچار یا ابزار مورد نیاز مشخص خواهد شد.



پیچ یا اتصال را تا گشتاور مشخص‌شده سفت نمایید.



اندازه‌گیری الکتریکی انجام دهید.



برای اطلاعات تکمیلی، به محل دیگری در این دفترچه یا یک نشریه دیگر مراجعه نمایید.



وزن این قطعه ۲۳ کیلوگرم (۵۰ پوند) یا بیشتراست. برای جلوگیری از آسیب جانی، از بالابر استفاده کنید یا از کمک فرد دیگر برای بلند کردن قطعه بهره بگیرید.

پیوست شماره ۲ - دستورالعمل‌های عمومی ایمنی

هشدار

پیش از انجام هرگونه عملیات تعمیراتی، تمامی اقدامات احتیاطی و هشدارهای ایمنی را مطالعه کرده و به‌طور کامل درک نمایید.این فهرست شامل اقدامات احتیاطی عمومی ایمنی است که باید برای تأمین ایمنی فردی رعایت شوند.در صورت لزوم، اقدامات ایمنی ویژه در داخل رویه‌های کاری مربوطه درج شده‌اند.

- اطمینان حاصل کنید که محیط کاری اطراف محصول ایمن است.از وجود شرایط خطرناک احتمالی که ممکن است وجود داشته باشند، آگاه باشید.
- **همواره** هنگام کار، عینک ایمنی و کفش ایمنی بپوشید.
- از پوشیدن لباس‌های گشاد یا پاره خودداری کنید. در هنگام کار، تمامی زیورآلات را خارج نمایید.
- پیش از شروع هرگونه عملیات تعمیراتی، باتری را جدا کرده و هرگونه خازن را تخلیه نمایید.در صورت تجهیز بودن، **موتور استارت بادی** را جدا کنید تا از روشن‌شدن تصادفی موتور جلوگیری شود. یک برچسب« **راه‌اندازی نشود**» در محفظه اپراتور یا روی ادوات کنترلی نصب کنید.
- برای چرخاندن دستی موتور، فقط از روش‌های مناسب مهار موتور استفاده کنید. هرگز سعی نکنید موتور را با کشیدن یا فشار دادن فن بچرخانید. این کار می‌تواند منجر به **آسیب جدی فردی، خسارت به اموال** یا آسیب به **پره‌های فن** و در نتیجه خرابی زودهنگام فن گردد.
- اگر موتور در حال کار بوده و مایع خنک‌کننده داغ است، پیش از باز کردن درپوش پرکننده، اجازه دهید موتور خنک شود و سپس درپوش را به‌آرامی شل کنید تا فشار سیستم خنک‌کاری تخلیه گردد.
- هرگز روی قطعه یا مجموعه‌ای که فقط توسط جک یا بالابر نگه داشته شده است کار نکنید. همواره پیش از انجام هرگونه عملیات سرویس، از بلوک‌های نگهدارنده یا پایه‌های استاندارد برای مهار محصول استفاده نمایید.
- پیش از باز کردن یا جدا کردن هرگونه لوله، اتصال یا اجزای مرتبط، تمام فشار موجود در سیستم‌های هوا، روغن و سیستم های خنک کننده را تخلیه کنید. هنگام جدا کردن هر قطعه از سیستمی که تحت فشار است، نسبت به وجود فشار احتمالی هوشیار باشید. برای بررسی نشتی فشار، **از** دست خود استفاده نکنید. روغن یا سوخت با فشار بالا می‌تواند باعث آسیب فردی شود.
- برای جلوگیری از خفگی یا سرمازدگی، از لباس‌های حفاظتی استفاده کنید و فقط در محیط‌های با تهویه مناسب اقدام به جدا کردن خطوط مبرد مایع (فریون) نمایید.
- برای جلوگیری از آسیب جانی، هنگام بلند کردن قطعاتی که وزن آن‌ها ۲۳ کیلوگرم (۵۰ پوند) یا بیشتر است، از بالابر استفاده کرده یا از کمک افراد دیگر بهره بگیرید. اطمینان حاصل کنید که تمامی تجهیزات بلندکردن از قبیل زنجیرها، قلاب‌ها یا تسمه‌ها در شرایط مناسب بوده و ظرفیت صحیح را دارند. از قرارگیری صحیح قلاب‌ها اطمینان حاصل نمایید. در صورت لزوم، همواره از میله پخش‌کننده استفاده کنید .قلاب‌های بالابر نباید از پهلو بارگیری شوند.
- مواد ضدخوردگی حاوی ترکیبات قلیایی هستند. از تماس این ماده با چشم‌ها جلوگیری کنید. از تماس طولانی‌مدت یا مکرر با پوست خودداری نمایید. از بلعیدن آن جداً خودداری کنید. در صورت تماس با پوست، بلافاصله آن را با آب و صابون بشویید. در صورت تماس با چشم، فوراً چشم‌ها را با مقدار زیاد آب به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شست‌وشو دهید. بلافاصله با پزشک تماس بگیرید. دور از دسترس کودکان نگهداری شود.
- مواد نفتا و متیل اتیل کتون مواد قابل اشتعال هستند و باید با احتیاط استفاده شوند. برای ایمنی کامل هنگام استفاده از این مواد، دستورالعمل‌های سازنده را رعایت نمایید. دور از دسترس کودکان نگهداری شود.
- برای جلوگیری از سوختگی، نسبت به قطعات داغ در محصولاتی که به‌تازگی خاموش شده‌اند و همچنین مایعات داغ موجود در لوله‌ها، مجاری و محفظه‌ها هوشیار باشید.
- **همواره** از ابزارهایی استفاده کنید که در وضعیت مناسب و سالم قرار دارند. پیش از انجام هرگونه عملیات سرویس، اطمینان حاصل کنید که نحوه استفاده صحیح از ابزارها را می‌دانید. فقط از قطعات یدکی اصلی Cummins یا Cummins Recon استفاده نمایید.

هنگام تعویض بست‌ها، همواره از همان شماره قطعه بست (یا معادل آن) استفاده کنید. در صورت نیاز به تعویض، از بست‌هایی با کیفیت پایین‌تر استفاده نکنید.

پیوست شماره ۳ - ساختار موتورهای کامینز سری KT38 , KT50

نام گذاری و شناسایی موتور های کامینز سریKT50 , KT38 بدین شکل که در زیر نشان داده شده است بیان می گردد:

K T T A 38 or 50 - __ (__)

- (__) حداکثر توان ترمزی موتور (اسب بخار ترمزی)
- __ کدهای کاربردی
- 38 or 50 حجم جابجایی بر حسب لیتر
- A موتور دارای افترکولر است
- T موتور دارای چهار توربوشارژر است
- T موتور توربوشارژ است
- K سری (خانواده موتور)

کد های کاربردی هر سری از آنها در زیر عنوان گردیده است:

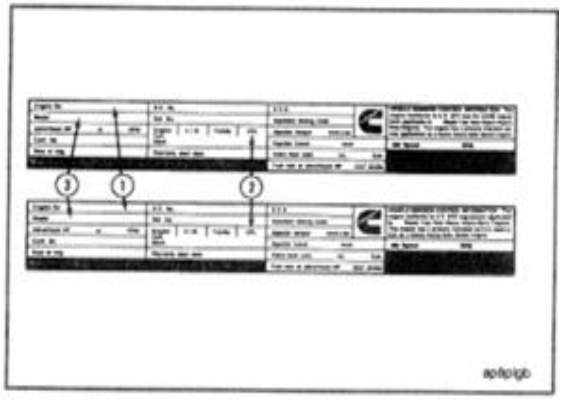
- عمرانی = C
- محرک ژنراتور =D
- پمپ آتش نشانی= F
- مجموعه ژنراتور= G
- لوکوموتیو= L
- دریایی=M
- واحد قدرت=P
- واگن ریلی= R

پلاک مشخصات موتور:

پلاک مشخصات موتور، اطلاعات اختصاصی مربوط به موتور شما را نشان می‌دهد. شماره سریال موتور(۱)(E.S.N.) ، فهرست قطعات کنترلی CPL(۲) ، مدل (۳)، و مقادیر توان اسب بخار و دور بر دقیقه اطلاعات لازم برای سفارش قطعات و نیازهای سرویس را فراهم می‌کنند.

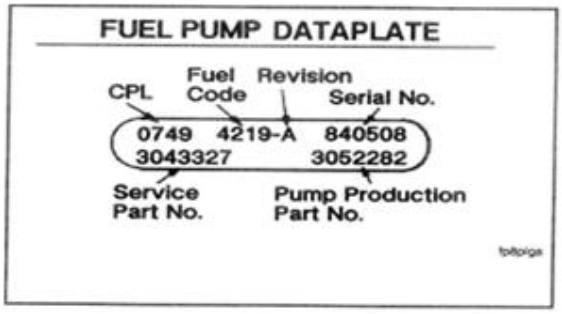
توجه: پلاک مشخصات موتور نباید تغییر داده شود، مگر با تأیید شرکت Cummins Engine Company, Inc .

پلاک مشخصات موتور در موتورهای قدیمی K38 و K50 در قسمت عقب موتور، سمت بانک راست قرار دارد. پلاک مشخصات موتور در موتورهای فعلی K38 و K50 در سمت بانک چپِ پوشش چرخ‌دنده جلویی نصب شده است. به نقشه‌های موتور مراجعه کنید.



پلاک مشخصات پمپ سوخت:

پلاک مشخصات پمپ سوخت در قسمت بالای پمپ سوخت قرار دارد. این پلاک اطلاعات لازم برای کالیبراسیون پمپ سوخت را ارائه می‌دهد.



مشخصات عمومی

متریک [سیستم متداول ایالات متحده]

تنظیمات سوپاپ و انژکتور:

تنظیم سوپاپ هوا	۰٫۳۶ میلی متر (۰٫۰۱۴ اینچ)
تنظیم سوپاپ دود	۰٫۶۹ میلی متر (۰٫۰۲۷ اینچ)
تنظیم کورس حرکت انژکتور PTD بدون محدودکننده بالا	۷٫۸۲ میلی متر (۰٫۳۰۸ اینچ)
تنظیم کورس حرکت انژکتور HVT بدون محدودکننده بالا	۱۰٫۲۳۴ میلی متر (۰٫۴۰۳ اینچ)
تنظیم انژکتور STC با محدودکننده بالا (بر روی موتور)	۰٫۶ تا ۰٫۷ نیوتن متر(۵تا۶ اینچ-پوند)
تنظیم انژکتور Premium K STC (بر روی موتور)	۰٫۶ تا ۰٫۷ نیوتن متر(۵تا۶ اینچ-پوند)

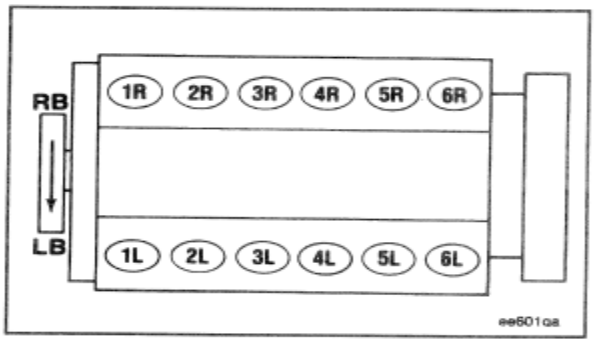
مشخصات کلی موتورK38

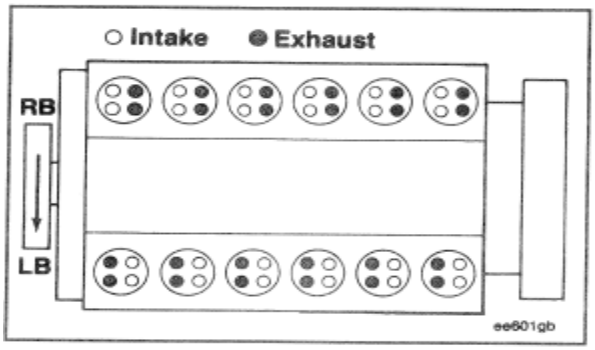
سیستم تنفس:		
KT		توربوشارژ تک‌مرحله‌ای
KTA		توربوشارژ تک‌مرحله‌ای با افترکولر
KTTA		توربوشارژ دومرحله‌ای با افترکولر
قطر سیلندر و کورس پیستون:		۱۵۹ × ۱۵۹ میلی‌متر (۶٫۲۵ × ۶٫۲۵ اینچ)
نسبت تراکم:	KTTA-GS/GC	۱۴٫۵:۱
	KTTA	۱۳٫۵:۱
	KTA-P (1350)	۱۳٫۵:۱
	KTA-G3	۱۳٫۹:۱
	KTA	۱۴٫۵:۱ یا ۱۵٫۵:۱ یا ۱۳٫۸:۱
	KT	۱۵٫۵:۱
حجم جابجایی:		۳۸ لیتر (۲۳۰۰ اینچ مکعب)
ترتیب احتراق:		1R-6L-5R-2L-3R-4L-6R-1L-2R-5L-4R-3L
نوع:		چهار زمانه، ۶۰- درجه وی، ۱۲ سیلندر
وزن:		به بخش وزن موتور در همین فصل مراجعه شود.
جهت چرخش میل‌لنگ (در نمای روبه‌روی موتور):		در جهت عقربه‌های ساعت

ترتیب شماره‌گذاری سیلندرها:

- ردیف **راست** سیلندرها = **RB**
- ردیف **چپ** سیلندرها = **LB**

محل قرارگیری سوپاپ‌های ورودی و خروجی.





مشخصات فنی – موتور عمومیK50

سیستم تنفس :

KTA توربوشارژ تک‌مرحله‌ای با خنک‌کاری پس از توربو (افترکولر)

KTTA توربوشارژ دومرحله‌ای با خنک‌کاری پس از توربو (افترکولر)

نسبت تراکم:

KTTA ۱۳٫۵:۱ یا ۱۳٫۸:۱ یا ۱۳٫۹:۱

KTA ۱۳٫۸:۱ یا ۱۳٫۹:۱ یا ۱۴٫۵:۱ یا ۱۵٫۵:۱

قطر سیلندر و کورس پیستون: ۱۵۹ × ۱۵۹ میلی‌متر [۶٫۲۵ × ۶٫۲۵ اینچ]

حجم جابجایی: ۵۰ لیتر [۳۰۶۷ اینچ مکعب]

ترتیب احتراق (استاندارد اولیه) 1R-1L-3R-3L-7R-7L-5R-5L-8R-8L-6R-6L-2R-2L-4R-4L

توضیح :برخی از موتورهای KTTA50 که پس از سپتامبر ۱۹۸۶ ساخته شده‌اند، ومدل‌های KTA50-G3 وG4 ، دارای ترتیب احتراق متفاوتی هستند. این موتورهادارای برچسب‌هایی روی درپوش‌های اسبک (راکر لیور) می‌باشند که ترتیب احتراق اصلاح‌شده را مشخص می‌کند. همچنین عبارت REVISED FIRING ORDER روی پلاک مشخصات موتور درج شده است.

ترتیب احتراق اصلاح‌شده: 1R-1L-3R-3L-2R-2L-5R-4L-8R-8L-6R-6L-7R-7L-4R-5L

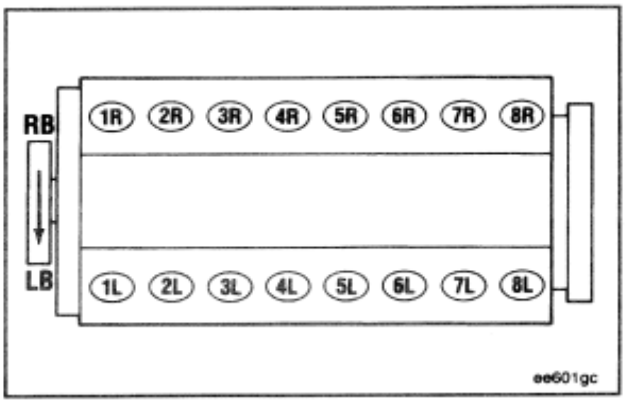
نوع موتور: چهار زمانه، Vشکل با زاویه ۶۰ درجه، ۱۶ سیلندر

وزن: به وزن موتور در این بخش مراجعه شود.

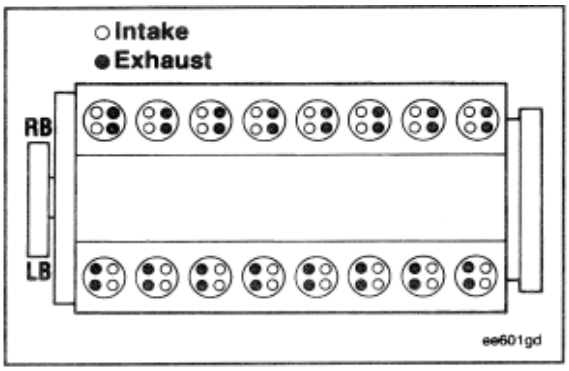
جهت چرخش میل‌لنگ(در صورت مشاهده از جلوی موتور): ساعت‌گرد

ترتیب شماره‌گذاری سیلندرها :

- ردیف راست سیلندرها RB
- ردیف چپ سیلندرها LB



محل قرارگیری سوپاپ‌های ورودی و خروجی



سیستم هوارسانی (مکش هوا)
حداکثر افت فشار مجاز ورودی هوا:

- با المان فیلتر تمیز [15 in H_20] 380 mm H_20.
- با المان فیلتر کثیف [25 in H_20] 635 mm H_20.

سیستم روغن‌کاری

- فشار روغن، مجرای اصلی روغن (روغن ۱۵ Wدر دمای ۱۰۷° C[۲۲۵ ° F]):
- حداکثر در دور نامی: [70 psi] 483 kPa
  حداقل در دور نامی: [45 psi] 310 kPa
- حداقل در دور آرام(Idle) : [20 psi] 138 kPa
- دمای روغن حداکثر [250°F] 120°C
- ظرفیت کارتل روغن به بخش V مراجعه شود.

سیستم خنک‌کاری

ظرفیت مایع خنک‌کننده (فقط موتور)	KT38	[110 Quarts] 104 Liters
بازه عملکرد (مدولاسیون) ترموستات استاندارد		[175°F to 195°F] 80°C to 90°C
ترموستات مدولاسیون LTA		[165°F to 187°F] 74°C to 86°C
حداقل فشار درپوش رادیاتور		[7 psi] 48 kPa
دمای مایع خنک‌کننده		
حداقل مخزن بالایی		[160°F] 70°C
حداکثر مخزن بالایی		[203°F] 95°C

سیستم اگزاست

فشار برگشتی – حداکثر (در دور و بار نامی)..... .....۷۵ میلی‌متر جیوه [۳ اینچ جیوه]
اندازه لوله اگزوز (قطر داخلی معمولاً قابل قبول)

- KT38 ..... [5 in] 127 mm
- KTA38 ..... [5 in] 127 mm
- KTTA38 ..... [6 in] 152 mm
- KTA50 ..... [6 in] 152 mm
- KTTA50 ..... [8 in] 203 mm

سیستم سوخت‌رسانی

توجه :برای مقادیر عملکرد و نرخ مصرف سوخت، به برگه اطلاعات موتور یا کد پمپ سوخت مربوط به مدل موردنظر مراجعه شود.

حداکثر افت فشار مجاز ورودی به پمپ (در توان نامی):

- با فیلتر تمیز ..... ۱۰۰ میلی‌متر جیوه [۴ اینچ جیوه]
- با فیلتر کثیف ..... ۲۰۰ میلی‌متر جیوه [۸ اینچ جیوه]

حداکثر افت فشار مجاز خط برگشت سوخت ..... ۶۳ میلی‌متر جیوه [۲٫۵ اینچ جیوه]

حداکثر افت فشار مجاز خط برگشت با شیر یک‌طرفه و/یا مخزن‌های مرتفع..... ۶۵ میلی‌متر جیوه [۶.۵ اینچ جیوه]

سیستم الکتریکی

حداقل ظرفیت توصیه‌شده باتری:

مدل موتور	بازه دما	ولتاژ سیستم	جریان استارت سرد (CCA)	آمپر-ساعت	ظرفیت ذخیره
K38	-18 to 0°C [0 to 32°F]	24	1800	400	640
		32	1560	340	550
K38	0°C [32°F]	24	1280	260	480
	0°C [32°F]	32	1040	240	390
K50	همه دماها	24	1800	400	640
	همه دماها	32	1560	340	550

- توجه :تعداد صفحات داخلی باتری در یک اندازه مشخص، ظرفیت ذخیره را تعیین می‌کند. ظرفیت ذخیره مدت زمانی است که استارت‌زنی مداوم امکان‌پذیر می‌باشد.
- توجه :مقادیر CCA بر اساس دو باتری ۱۲ ولتی متصل به‌صورت سری محاسبه شده‌اند.

باتری‌ها (وزن مخصوص)

وضعیت شارژ باتری	وزن مخصوص در دمای 27°C [80°F]
100%	1.260 - 1.280
75%	1.230 - 1.250
50%	1.200 - 1.220
25%	1.170 - 1.190
خالی‌شده (دشارژ شده)	1.110 - 1.130

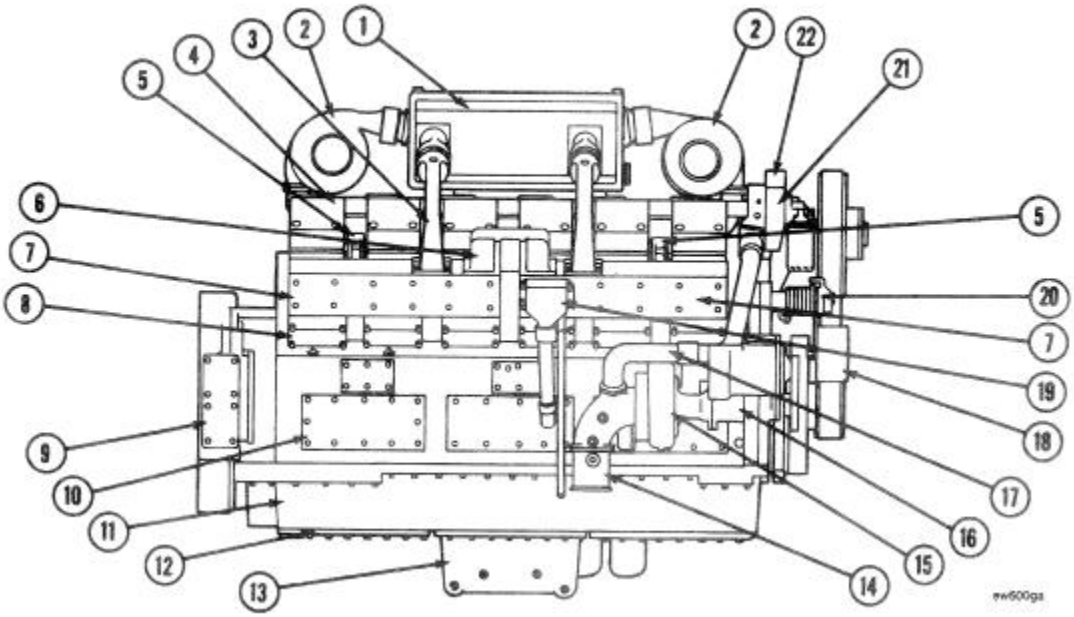
وزن موتور

وزن خشک		
مدل و بسته‌بندی	kg	[ibs]
KTTA38 با رابط کارتل روغن آلومینیومی	4,200	[9,260]
KTTA50 با رابط کارتل روغن آلومینیومی	5,200	[11,465]
KTA38-M با مبدل حرارتی، PTO جلو و ریل‌های پایه	5,143	[11,430]
KTTA50-Mبا مبدل حرارتی، PTOجلو و ریل پایه	6,186	[13,640]
KTA38-Mروی ریل‌های پایه با گیربکس دریایی و PTO جلو	7,018	[15,475]
KTTA38-Pروی ریل‌های پایه با رادیاتور و فیلتر هوای سنگین	5,753	[12,685]
KTTA50-Pروی ریل‌های پایه با رادیاتور و فیلتر هوای سنگین	6,753	[14,890]
KTTA38-GS/GCروی ریل‌های پایه با ژنراتور	7,864	[17,340]
KTTA50-GS/GCروی ریل‌های پایه با ژنراتور	9,016	[19,880]
ماژول کامیون درایو الکتریکی معمولیKTA38	7,978	[17,600]
ماژول کامیون درایو الکتریکی معمولیKTA50	9,066	[20,000]

نقشه موتور- KT38

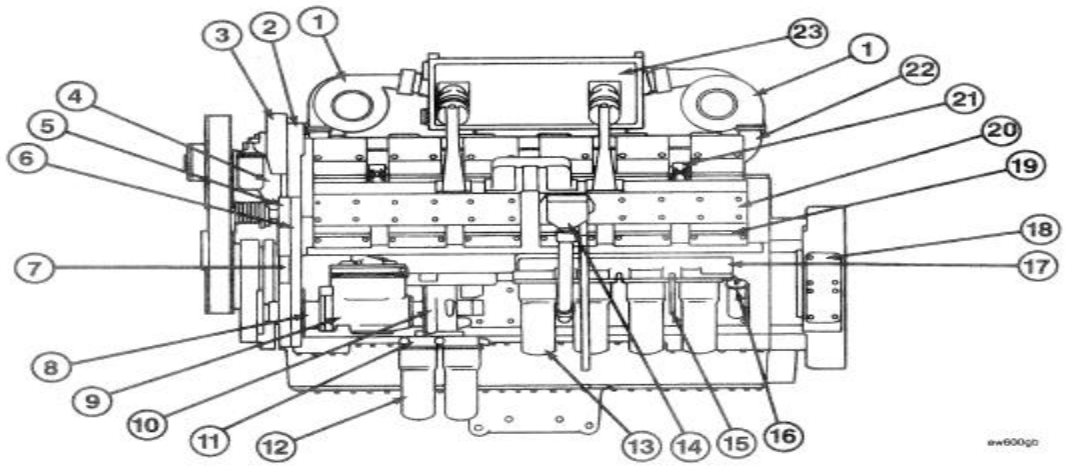
نمای ردیف راست

.محفظه، انتقال هوا
۲ .توربوشارژر
۳ .اتصال، عبور هوا
۴ .پوشش، اهرم راکر
۵ .پایه، بالابری
۶ .اتصال، ورودی هوا
۷ .منیفولد، ورودی
۸ .پوشش، پیرو میل‌بادامک
۹ .محفظه، فلایویل (چرخ طیار)
۱۰ .پوشش، دریچه دستی
۱۱ .رابط، کارتل روغن
۱۲ .صفحه، پوشش رابط کارتل روغن
۱۳ .کارتل روغن
۱۴ .اتصال، ورودی آب
۱۵ .پمپ آب
۱۶ .محرک پمپ آب
۱۷ .لوله، مسیر بای‌پس آب
۱۸ .پولی، غلطک تسمه فن
۱۹ .تنفس‌کن (بریت)، کارتل میل‌لنگ
۲۰ .مجموعه غلطک تسمه فن
۲۱ .محفظه ترموستات
۲۲ .اتصال، خروجی آب



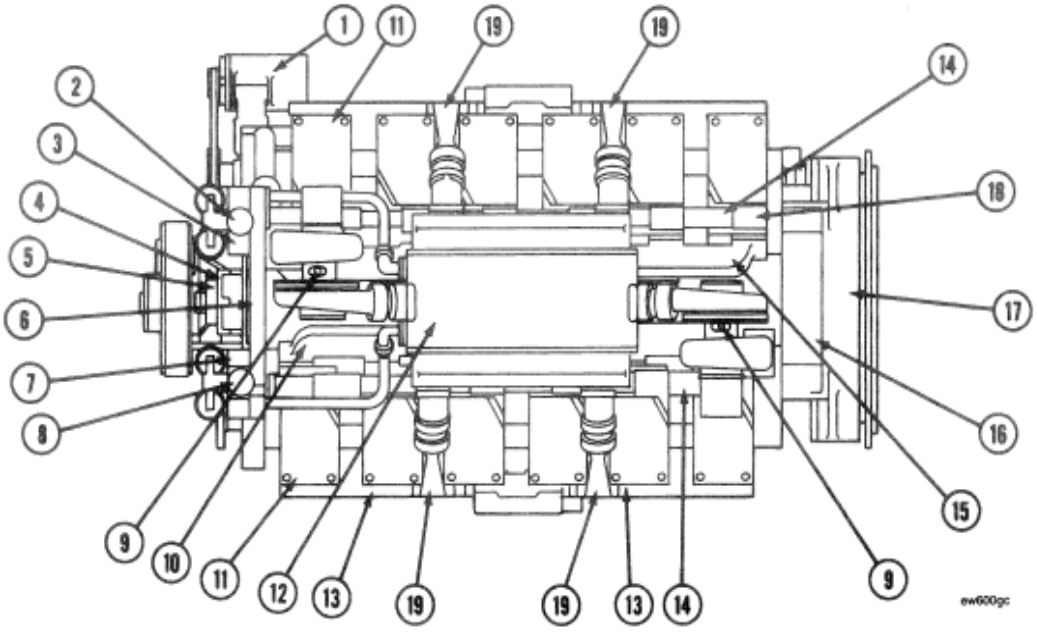
نمای ردیف چپ

۱ .توربوشارژر
۲ .تکیه‌گاه، محفظه ترموستات
۳ .محفظه، ترموستات
۴ .تکیه‌گاه، هاب فن
۵ .پوشش، چرخ‌دنده جلو
۶ .محفظه، چرخ‌دنده جلو
۷ .پلاک مشخصات موتور
۸ .محرک کمپرسور هوا
۹ .کمپرسور هوا
۱۰ .پمپ سوخت
۱۱ .هدر (درپوش) فیلتر سوخت
۱۲ .فیلتر سوخت (دو عدد نشان داده شده)
۱۳ .فیلتر روغن‌کاری جریان کامل (۴ عدد نشان داده شده)
۱۴ .هواکش محفظه میل‌لنگ
۱۵ .گیج سطح روغن
۱۶ .لوله پرکن روغن
۱۷ .هدر (درپوش) فیلتر روغن‌کاری
۱۸ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۹ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۲۰ .منیفولد ورودی
۲۱ .پایه بالابر
۲۲ .منیفولد اگزاست
۲۳ .محفظه انتقال هوا



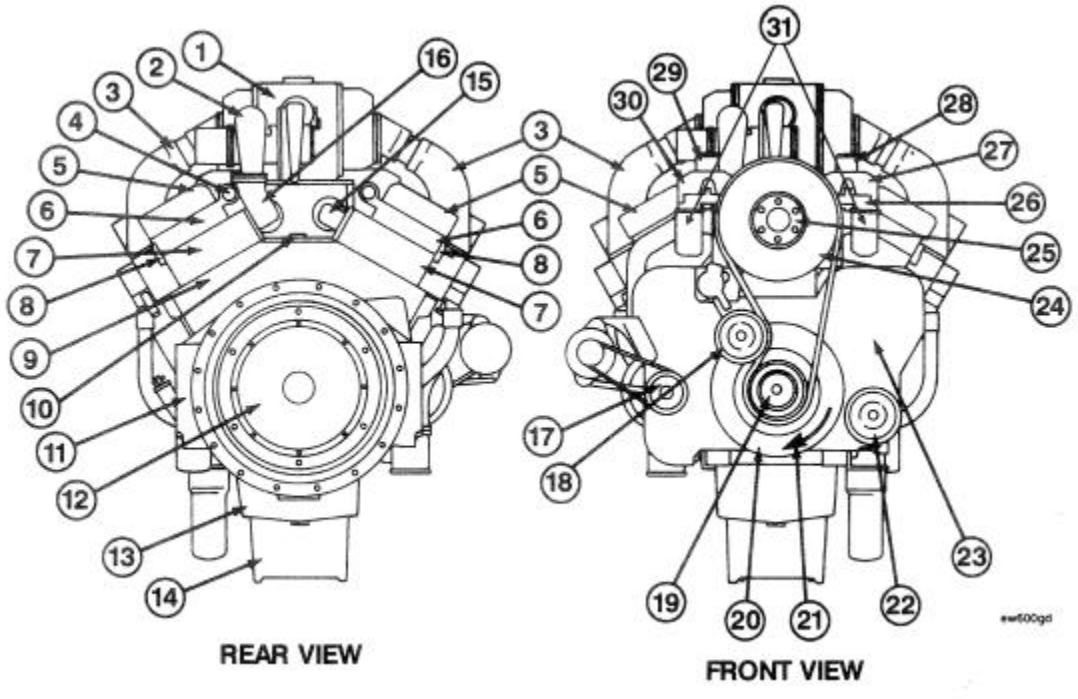
نمای بالا

۱ .آلترناتور
۲ .خروجی آب ردیف راست
۳ .محفظه ترموستات ردیف راست
۴ .پایه هاب فن
۵ .شفت هاب فن
۶ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۷ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۸ .خروجی آب ردیف چپ
۹ .توربوشارژر
۱۰ .منیفولد اگزوز ردیف چپ
۱۱ .پوشش اهرم راکر
۱۲ .محفظه انتقال هوا
۱۳ .منیفولد ورودی
۱۴ .لوله انتقال آب
۱۵ .منیفولد اگزوز ردیف راست
۱۶ .محفظه چرخ‌دنده عقب
۱۷ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۸ .محفظه اهرم راکر
۱۹ .لوله عبور هوا (کراس‌اوور)



نمای عقب و جلو

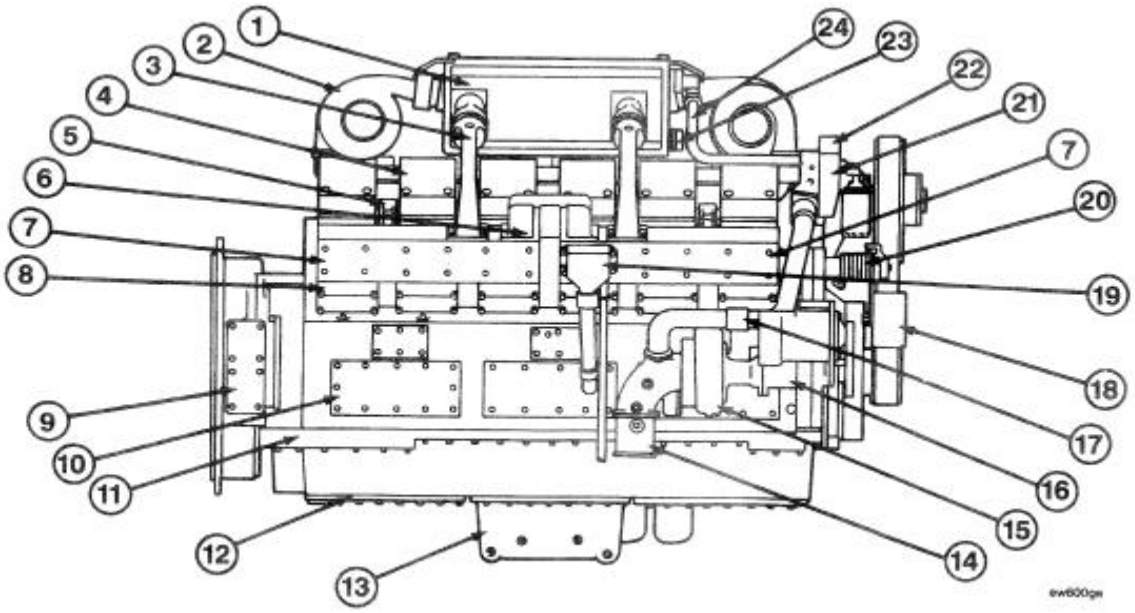
۱ .محفظه انتقال هوا
۲ .توربوشارژر
۳ .لوله عبور هوا (کراس‌اوور هوا)
۴ .مجرای خروجی آب
۵ .پوشش اهرم راکر
۶ .محفظه اهرم راکر
۷ .سرسیلندر
۸ .منیفولد سوخت
۹ .بلوک سیلندر
۱۰ .خنک‌کننده روغن
۱۱ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۲ .فلایویل (چرخ طیار)
۱۳ .رابط کارتل روغن
۱۴ .کارتل روغن
۱۵ .منیفولد اگزوز ردیف راست
۱۶ .منیفولد اگزوز ردیف چپ
۱۷ .پولی محرک آلترناتور
۱۸ .پولی هرزگرد فن
۱۹ .پولی میل‌لنگ
۲۰ .دمپر ارتعاش (لرزش‌گیر)
۲۱ .جهت چرخش
۲۲ .پولی محرک متعلقات جانبی
۲۳ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۲۴ .پولی فن
۲۵ .هاب فن
۲۶ .هدر (درپوش) فیلتر آب
۲۷ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۲۸ .خروجی آب ردیف چپ
۲۹ .خروجی آب ردیف راست
۳۰ .محفظه ترموستات ردیف راست
۳۱ .فیلتر آب (۴ عدد موردنیاز)



نقشه موتور - KTA38 – با افترکولر نصب مرکزی (مشابه KTA50)

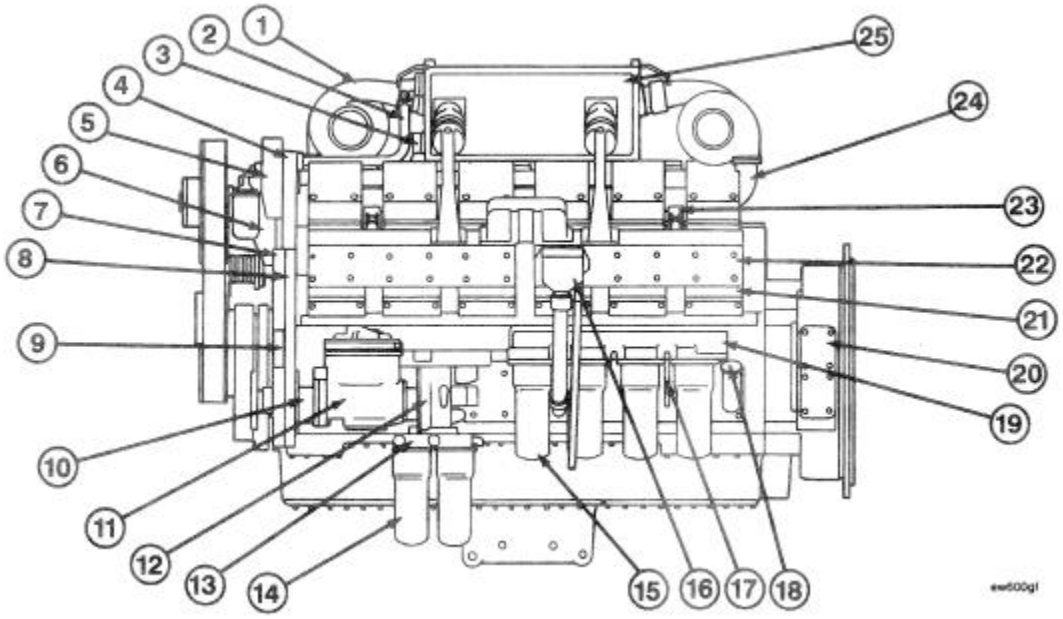
نمای ردیف راست

۱ .مجموعه افترکولر
۲ .توربوشارژر
۳ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۴ .پوشش اهرم راکر
۵ .پایه بالابری
۶ .اتصال ورودی هوا
۷ .منیفولد ورودی
۸ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۹ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۰ .پوشش دریچه دستی
۱۱ .رابط کارتل روغن
۱۲ .پوشش رابط کارتل روغن
۱۳ .کارتل روغن
۱۴ .اتصال ورودی آب
۱۵ .پمپ آب
۱۶ .محرک پمپ آب
۱۷ .لوله مسیر بای‌پس آب
۱۸ .پولی هرزگرد تسمه فن
۱۹ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۲۰ .مجموعه هرزگرد تسمه فن
۲۱ .محفظه ترموستات
۲۲ .اتصال خروجی آب
۲۳ .لوله ورودی آب افترکولر
۲۴ .لوله خروجی آب افترکولر



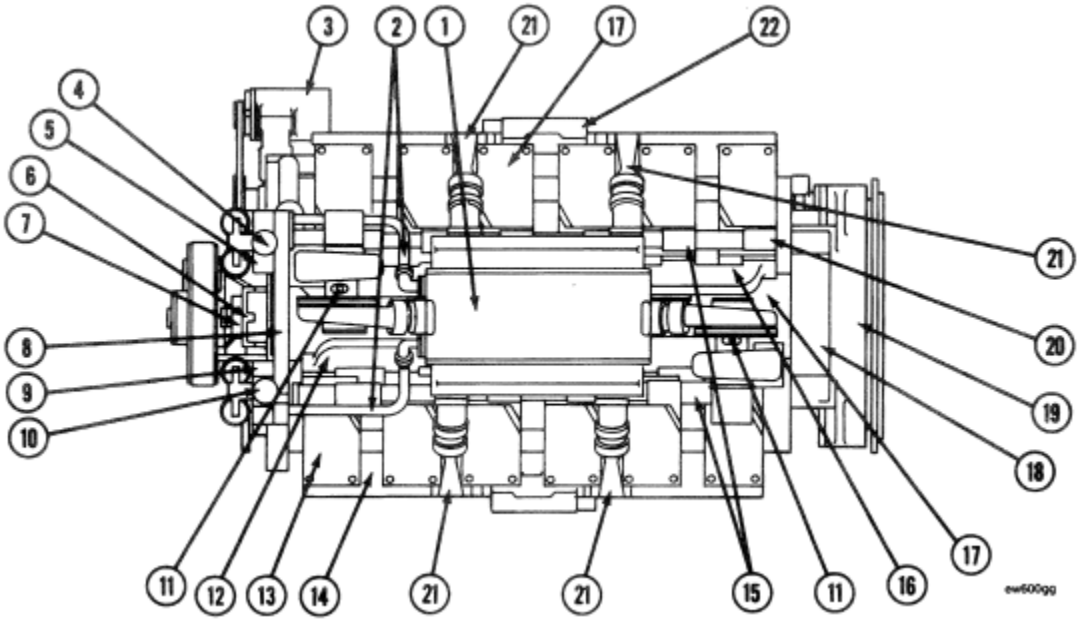
نمای ردیف چپ

۱ .توربوشارژر
۲ .خروجی آب افترکولر
۳ .ورودی آب افترکولر
۴ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۵ .محفظه ترموستات
۶ .تکیه‌گاه هاب فن
۷ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۸ .محفظه چرخ‌دنده عقب
۹ .پلاک مشخصات موتور
۱۰ .محرک کمپرسور هوا
۱۱ .کمپرسور هوا
۱۲ .پمپ سوخت
۱۳ .هدر (درپوش) فیلتر سوخت
۱۴ .فیلتر سوخت (دو عدد نشان داده شده)
۱۵ .فیلتر روغن‌کاری جریان کامل (۴ عدد نشان داده شده)
۱۶ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۱۷ .گیج سطح روغن
۱۸ .لوله پرکن روغن
۱۹ .هدر (درپوش) فیلتر روغن‌کاری
۲۰ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۲۱ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۲۲ .منیفولد ورودی
۲۳ .پایه بالابری
۲۴ .منیفولد اگزوز
۲۵ .مجموعه افترکولر



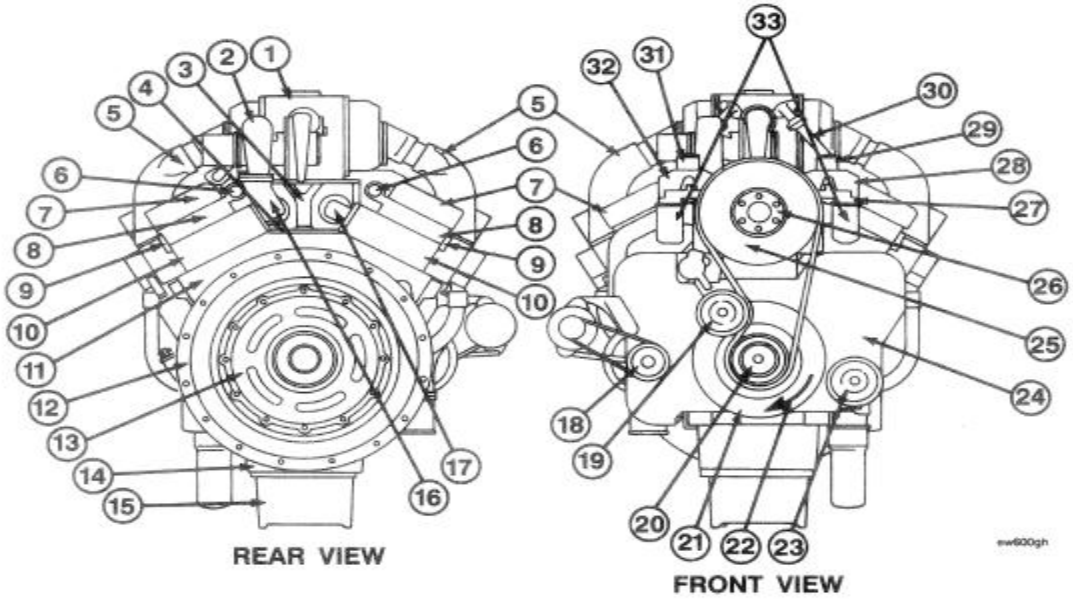
نمای بالا

۱ .مجموعه افترکولر
۲ .لوله خروجی آب افترکولر
۳ .آلترناتور
۴ .خروجی آب ردیف راست
۵ .محفظه ترموستات ردیف راست
۶ .تکیه‌گاه هاب فن
۷ .شفت هاب فن
۸ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۹ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۱۰ .خروجی آب ردیف چپ
۱۱ .توربوشارژر
۱۲ .منیفولد اگزوز ردیف چپ
۱۳ .پوشش اهرم راکر
۱۴ .منیفولد ورودی
۱۵ .لوله آب
۱۶ .منیفولد اگزوز ردیف راست
۱۷ .صفحه خنک‌کننده روغن
۱۸ .محفظه چرخ‌دنده عقب
۱۹ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۲۰ .محفظه اهرم راکر
۲۱ .لوله عبور هوا (کراس‌اوور هوا)
۲۲ .اتصال ورودی هوا



نمای عقب و جلو

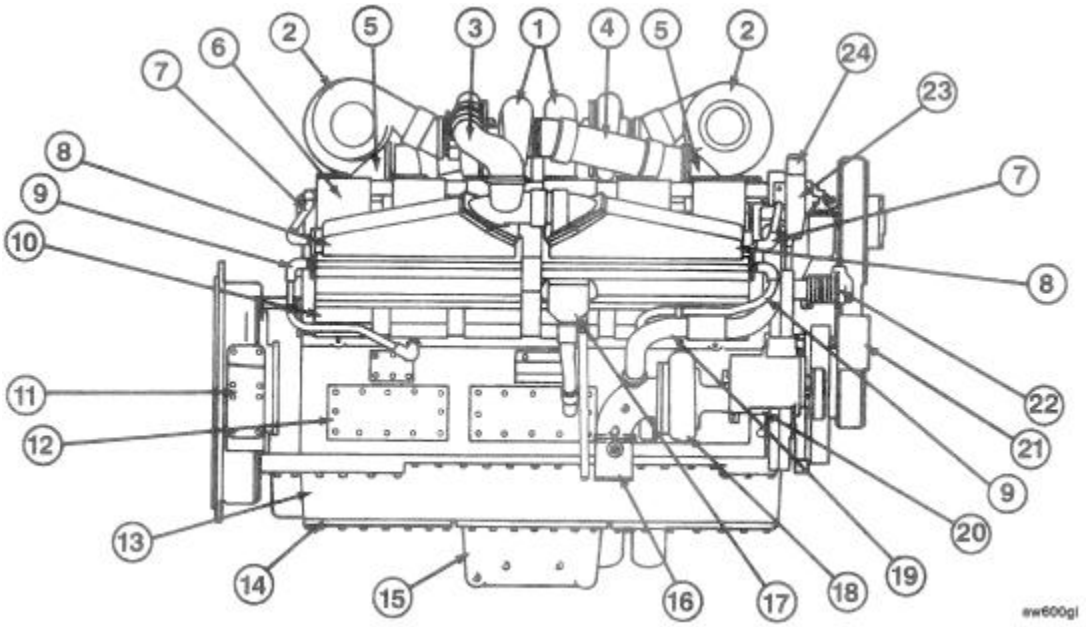
۱ .مجموعه افترکولر
۲ .توربوشارژر
۳ .لوله ورودی آب افترکولر
۴ .صفحه خنک‌کننده روغن
۵ .لوله عبور هوا (کراس‌اوور هوا)
۶ .مجرای خروجی آب
۷ .پوشش اهرم راکر
۸ .محفظه اهرم راکر
۹ .منیفولد سوخت
۱۰ .سرسیلندر
۱۱ .بلوک سیلندر
۱۲ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۳ .فلکس‌پلیت
۱۴ .رابط کارتل روغن
۱۵ .کارتل روغن
۱۶ .منیفولد اگزوز ردیف چپ
۱۷ .منیفولد اگزوز ردیف راست
۱۸ .پولی محرک آلترناتور
۱۹ .پولی هرزگرد فن
۲۰ .پولی میل‌لنگ
۲۱ .دمپر ارتعاش (لرزش‌گیر)
۲۲ .جهت چرخش
۲۳ .پولی محرک متعلقات جانبی
۲۴ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۲۵ .پولی فن
۲۶ .هاب فن
۲۷ .هدر (درپوش) فیلتر آب
۲۸ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۲۹ .خروجی آب ردیف چپ
۳۰ .خروجی آب افترکولر
۳۱ .خروجی آب ردیف راست
۳۲ .محفظه ترموستات ردیف راست
۳۳ .فیلتر آب (۴ عدد مورد نیاز)



نقشه موتور– KTTA38 (مشابه KTTA50)

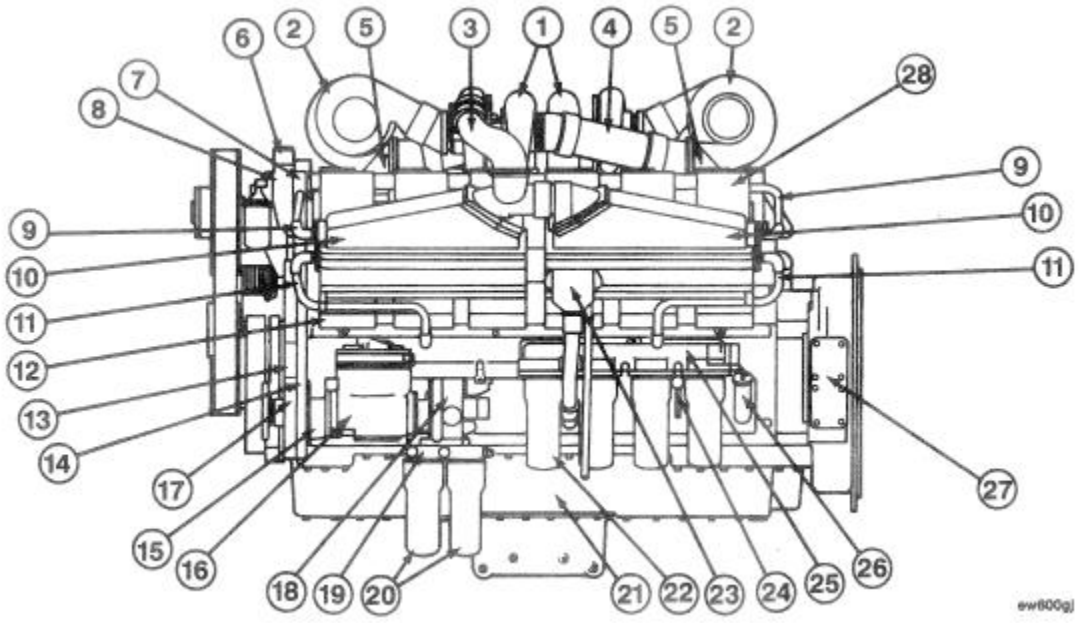
نمای ردیف راست

۱ .توربوشارژر، مرحله بالا
۲ .توربوشارژر، مرحله پایین
۳ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۴ .لوله خروجی اگزوز
۵ .تکیه‌گاه توربوشارژر
۶ .پوشش اهرم راکر
۷ .لوله خروجی آب افترکولر
۸ .مجموعه افترکولر
۹ .لوله آب افترکولر
۱۰ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۱۱ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۲ .پوشش دریچه دستی
۱۳ .رابط کارتل روغن
۱۴ .صفحه پوشش رابط کارتل روغن
۱۵ .کارتل روغن
۱۶ .اتصال ورودی آب
۱۷ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۱۸ .پمپ آب
۱۹ .لوله مسیر بای‌پس آب
۲۰ .محرک پمپ آب
۲۱ .پولی هرزگرد تسمه فن
۲۲ .مجموعه بازوی هرزگرد تسمه فن
۲۳ .محفظه ترموستات ردیف راست
۲۴ .خروجی آب ردیف راست



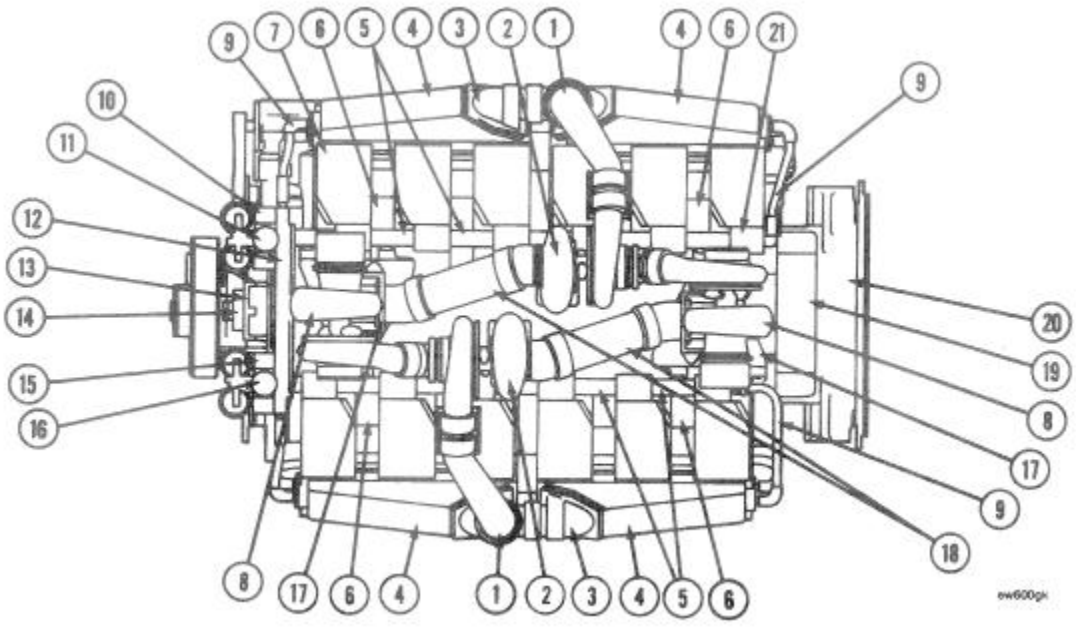
نمای ردیف چپ

۱ .توربوشارژر، مرحله بالا
۲ .توربوشارژر، مرحله پایین
۳ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۴ .لوله خروجی اگزوز
۵ .تکیه‌گاه توربوشارژر
۶ .خروجی آب ردیف چپ
۷ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۸ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۹ .لوله خروجی آب افترکولر
۱۰ .مجموعه افترکولر
۱۱ .لوله ورودی آب افترکولر
۱۲ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۱۳ .پلاک مشخصات موتور
۱۴ .محفظه چرخ‌دنده جلو
۱۵ .محرک کمپرسور هوا
۱۶ .کمپرسور هوا
۱۷ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۱۸ .پمپ سوخت
۱۹ .هدر (درپوش) فیلتر سوخت
۲۰ .فیلتر سوخت (دو عدد نشان داده شده)
۲۱ .رابط کارتل روغن
۲۲ .فیلتر روغن‌کاری جریان کامل (۴ عدد نشان داده شده)
۲۳ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۲۴ .گیج سطح روغن
۲۵ .هدر (درپوش) فیلتر روغن‌کاری
۲۶ .دهانه پرکن روغن
۲۷ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۲۸ .پوشش اهرم راکر



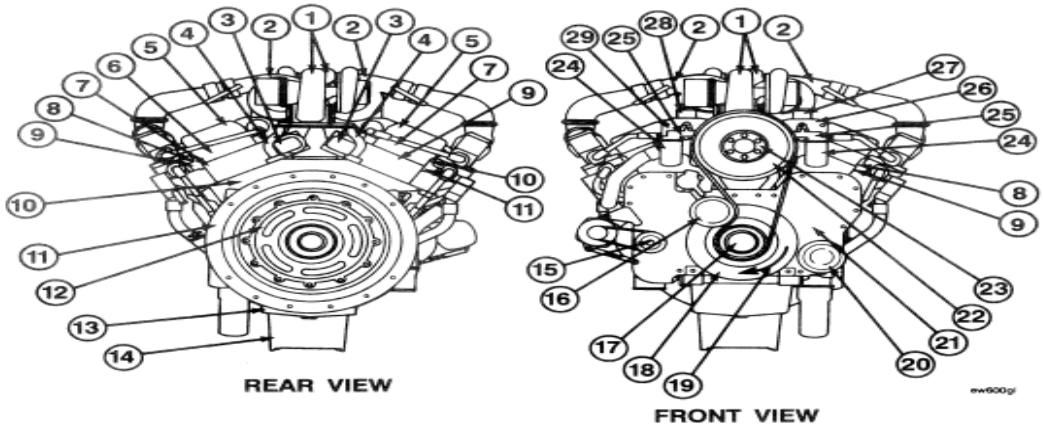
نمای بالا

۱ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۲ .توربوشارژر، مرحله بالا
۳ .اتصال هوا
۴ .مجموعه افترکولر
۵ .لوله انتقال آب
۶ .پایه بالابری
۷ .پوشش اهرم راکر
۸ .توربوشارژر، مرحله پایین
۹ .لوله خروجی آب افترکولر
۱۰ .محفظه ترموستات ردیف راست
۱۱ .خروجی آب ردیف راست
۱۲ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۱۳ .تکیه‌گاه هاب فن
۱۴ .شفت هاب فن
۱۵ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۱۶ .خروجی آب ردیف چپ
۱۷ .تکیه‌گاه توربوشارژر
۱۸ .لوله خروجی اگزوز
۱۹ .محفظه مهر و موم عقب
۲۰ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۲۱ .محفظه اهرم راکر



نمای عقب و جلو

۱ .توربوشارژر، مرحله پایین
۲ .توربوشارژر، مرحله بالا
۳ .منیفولد اگزوز
۴ .تکیه‌گاه توربوشارژر
۵ .پوشش اهرم راکر
۶ .محفظه اهرم راکر
۷ .سرسیلندر
۸ .منیفولد روغنSTC
۹ .منیفولد سوخت
۱۰ .بلوک سیلندر
۱۱ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۲ .فلکس‌پلیت
۱۳ .رابط کارتل روغن
۱۴ .کارتل روغن
۱۵ .پولی محرک آلترناتور
۱۶ .پولی هرزگرد فن
۱۷ .پولی میل‌لنگ
۱۸ .دمپر ارتعاش (لرزش‌گیر)
۱۹ .جهت چرخش
۲۰ .پولی محرک متعلقات جانبی
۲۱ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۲۲ .پولی فن
۲۳ .هاب فن
۲۴ .فیلتر آب (۴ عدد مورد نیاز)
۲۵ .هدر (درپوش) فیلتر آب
۲۶ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۲۷ .خروجی آب ردیف چپ
۲۸ .خروجی آب ردیف راست
۲۹ .محفظه ترموستات ردیف راست

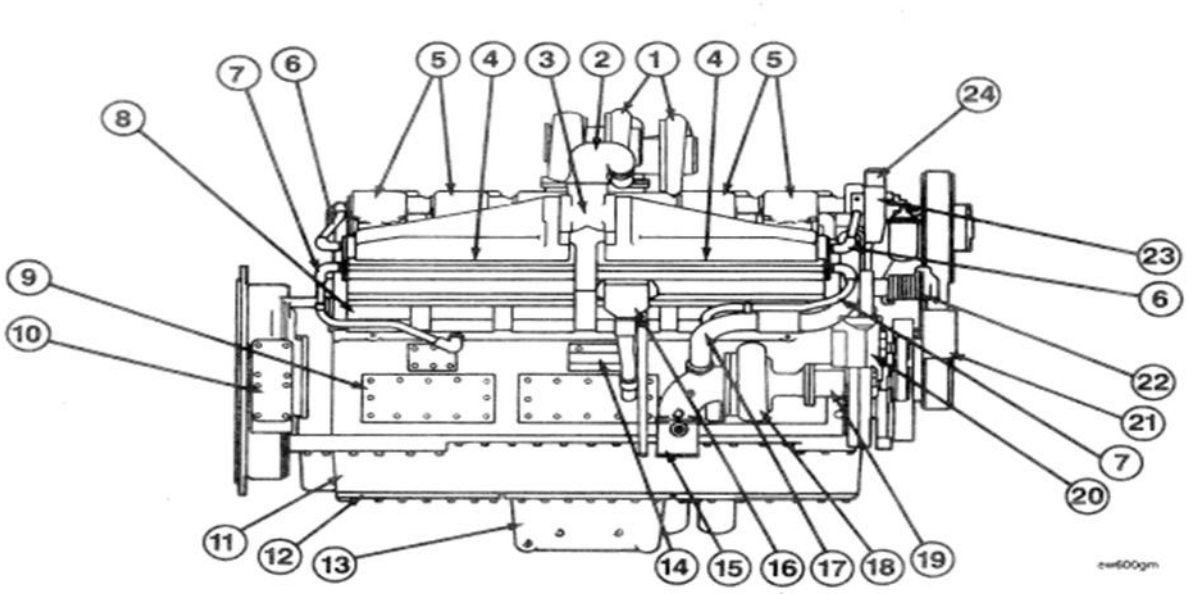


نقشه موتور - KTA38 با افترکولرهای بیرونی (مشابه KTA50)

نمای ردیف راست

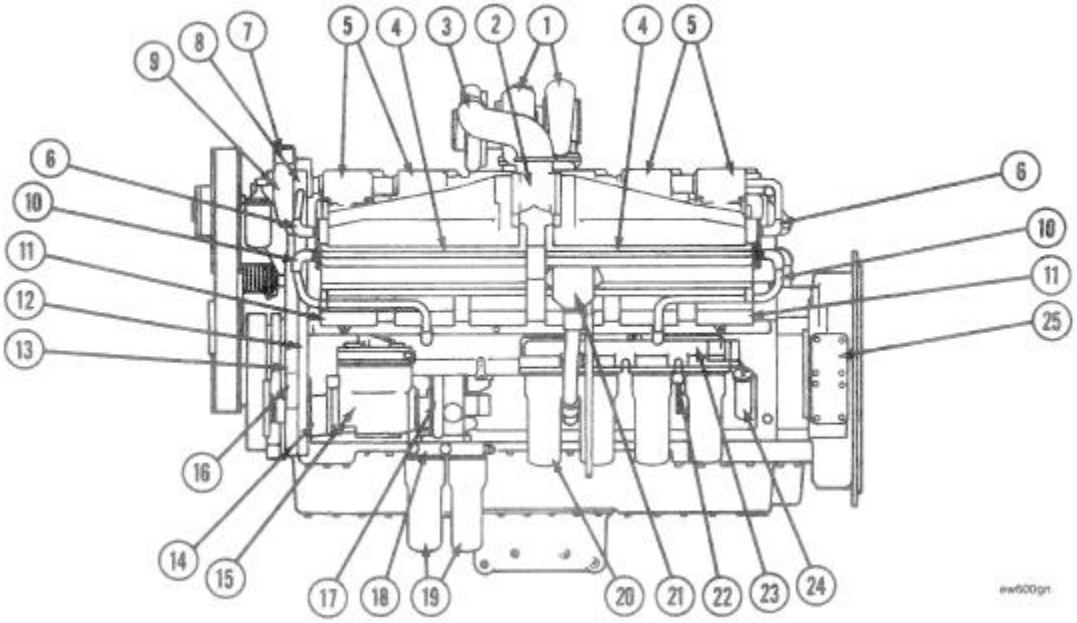
۱ .توربوشارژر
۲ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)

۳ .اتصال هوا
۴ .مجموعه افترکولر
۵ .پوشش اهرم راکر
۶ .لوله خروجی آب افترکولر
۷ .لوله ورودی آب افترکولر
۸ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۹ .پوشش دریچه دستی
۱۰ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۱ .رابط کارتل روغن
۱۲ .صفحه رابط کارتل روغن
۱۳ .کارتل روغن
۱۴ .صفحه جامپر روغن
۱۵ .اتصال ورودی آب
۱۶ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۱۷ .لوله مسیر بای‌پس آب
۱۸ .پمپ آب
۱۹ .محرک پمپ آب
۲۰ .آلترناتور
۲۱ .پولی هرزگرد تسمه فن
۲۲ .مجموعه هرزگرد تسمه فن
۲۳ .محفظه ترموستات ردیف راست
۲۴ .خروجی ترموستات ردیف راست



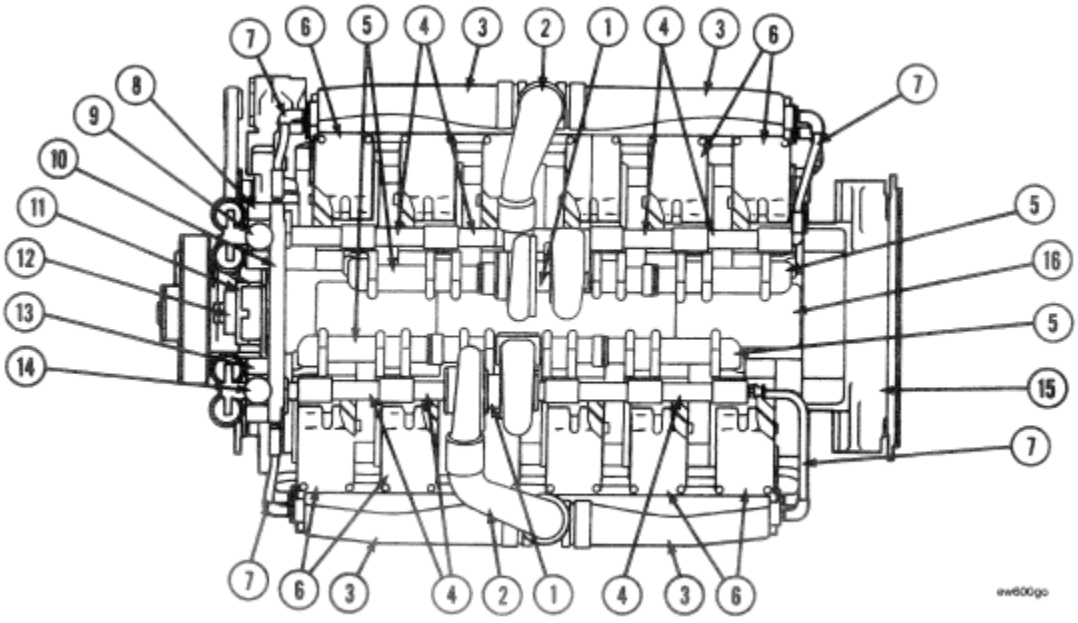
نمای ردیف چپ

۱ .توربوشارژر
۲ .اتصال هوا
۳ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۴ .مجموعه افترکولر
۵ .پوشش اهرم راکر
۶ .لوله خروجی آب افترکولر
۷ .خروجی آب ردیف چپ
۸ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۹ .محفظه ترموستات
۱۰ .لوله ورودی آب افترکولر
۱۱ .پوشش پیرو میل‌بادامک
۱۲ .محفظه چرخ‌دنده جلو
۱۳ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۱۴ .محرک کمپرسور هوا
۱۵ .کمپرسور هوا
۱۶ .پلاک مشخصات موتور
۱۷ .پمپ سوخت
۱۸ .هدر (درپوش) فیلتر سوخت
۱۹ .فیلتر سوخت (دو عدد نشان داده شده)
۲۰ .فیلتر روغن‌کاری جریان کامل (۴ عدد نشان داده شده)
۲۱ .تنفس‌کن (بریت) کارتل میل‌لنگ
۲۲ .گیج سطح روغن
۲۳ .هدر (درپوش) فیلتر روغن‌کاری
۲۴ .دهانه پرکن روغن
۲۵ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)



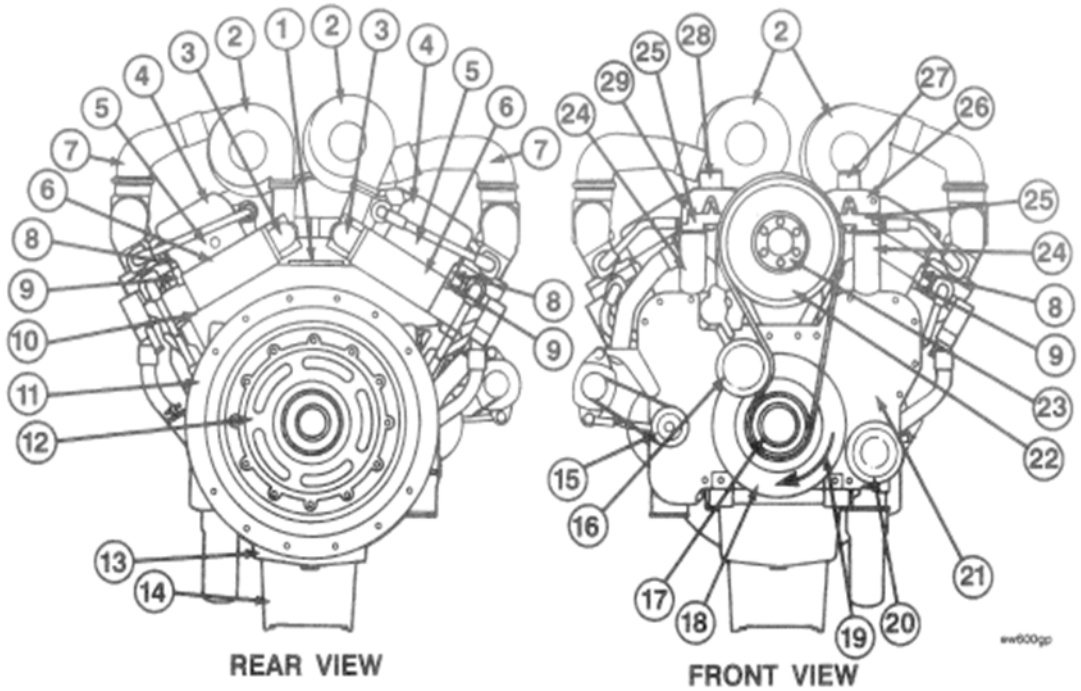
نمای بالا

۱ .توربوشارژر
۲ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۳ .مجموعه افترکولر
۴ .لوله آب
۵ .منیفولد اگزوز
۶ .پوشش اهرم راکر
۷ .لوله خروجی آب افترکولر
۸ .محفظه ترموستات ردیف راست
۹ .خروجی آب ردیف راست
۱۰ .تکیه‌گاه محفظه ترموستات
۱۱ .تکیه‌گاه هاب فن
۱۲ .شفت هاب فن
۱۳ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۱۴ .خروجی آب ردیف چپ
۱۵ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۶ .صفحه پوشش خنک‌کننده روغن



نمای عقب و جلو

۱ .صفحه پوشش خنک‌کننده روغن
۲ .توربوشارژر
۳ .منیفولد اگزوز
۴ .پوشش اهرم راکر
۵ .محفظه اهرم راکر
۶ .سرسیلندر
۷ .اتصال عبور هوا (کراس‌اوور)
۸ .منیفولد(HVT) STC
۹ .منیفولد سوخت
۱۰ .بلوک سیلندر
۱۱ .محفظه فلایویل (چرخ طیار)
۱۲ .فلکس‌پلیت
۱۳ .رابط کارتل روغن
۱۴ .کارتل روغن
۱۵ .پولی محرک آلترناتور
۱۶ .پولی هرزگرد فن
۱۷ .پولی میل‌لنگ
۱۸ .دمپر ارتعاش (لرزش‌گیر)
۱۹ .جهت چرخش موتور
۲۰ .پولی محرک متعلقات جانبی
۲۱ .پوشش چرخ‌دنده جلو
۲۲ .پولی هاب فن
۲۳ .هاب فن
۲۴ .فیلتر آب (۴ عدد مورد نیاز)
۲۵ .هدر (درپوش) فیلتر آب
۲۶ .محفظه ترموستات ردیف چپ
۲۷ .خروجی آب ردیف چپ
۲۸ .خروجی ترموستات ردیف راست
۲۹ .محفظه ترموستات ردیف راست



پیوست شماره ۴ - عیب‌یابی

روش‌ها و فنون

این راهنما برخی از مشکلات معمول عملکرد موتور، علل آن‌ها و برخی اصلاحات قابل قبول برای این مشکلات را شرح می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر در مورد روش‌ها، به کتابچه عیب‌یابی و تعمیر موتورهای سری K38 وK50 ، بولتن شماره ۳۸۱۰۴۳۲ مراجعه کنید. مگر آنکه خلاف آن ذکر شده باشد، مشکلات ذکر شده آن‌هایی هستند که اپراتور می‌تواند آن‌ها را تشخیص داده و تعمیر کند. برای تشخیص و تعمیر مشکلاتی که ذکر نشده‌اند، به مرکز تعمیرات مجاز کامینز مراجعه کنید.

برای عیب‌یابی موارد زیر را رعایت کنید:

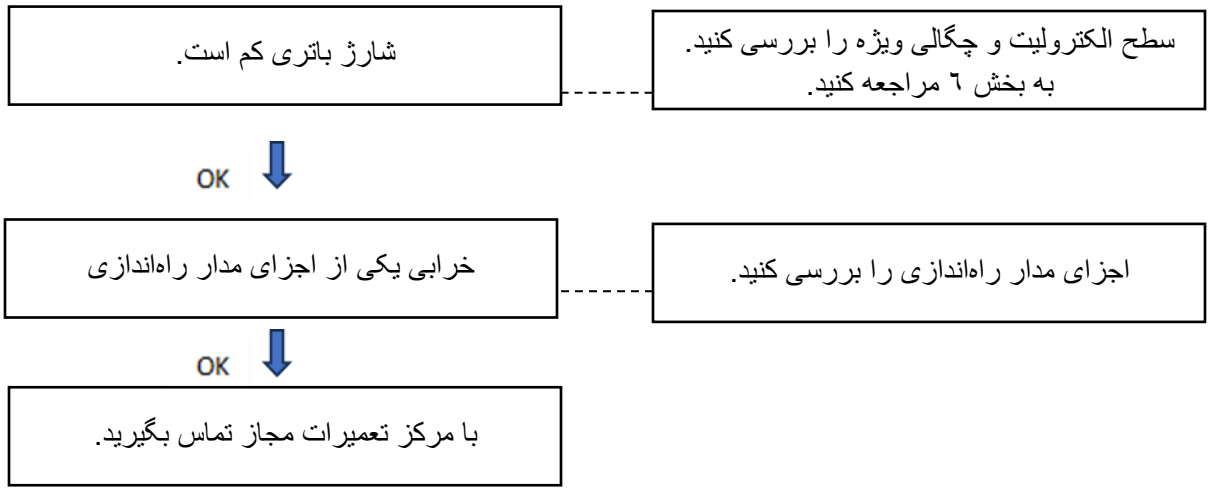
- مشکل را به دقت مطالعه کنید قبل از اقدام.
- به نمودارهای سیستم موتور مراجعه کنید.
- ابتدا ساده‌ترین و منطقی‌ترین کارها را انجام دهید.
- علت مشکل را پیدا کرده و اصلاح کنید.

موتور استارت نمی‌خورد یا به کندی روشن می شود. (استارتر بادی)

اصلاحات	علت
روغن نامناسب برای شرایط کاری	روغن نامناسب برای شرایط کاری
OK ⇩	
نصب گرمکن کارتل روغن.	دمای روغن بیش از حد پایین است.
OK ⇩	
افزایش فشار با استفاده از منبع هوای خارجی.	فشار هوا ناکافی است.
OK ⇩	
به دستورالعمل‌های تولیدکننده مراجعه کنید.	خرابی استارتر یا استارتر نامناسب
OK ⇩	
آسانی چرخش میل‌لنگ موتور را بررسی کنید.	شرایط خارجی یا داخلی مؤثر بر چرخش میل‌لنگ موتور
OK ⇩	
	با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

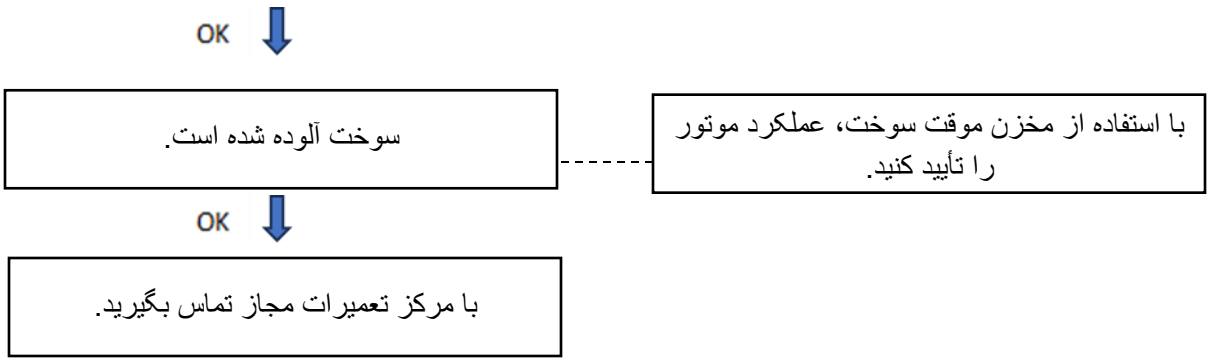
راه‌اندازی موتور دشوار است یا موتور روشن نمی‌شود. (دود از اگزوز مشاهده می‌شود.)

اصلاحات	علت
آسانی چرخش میل‌لنگ موتور را بررسی کنید.	شرایط خارجی یا داخلی مؤثر بر چرخش میل‌لنگ موتور
OK ⇩	
اتصالات باتری را بررسی کنید. به بخش A مراجعه کنید.	اتصالات باتری خراب، شل یا خورده شده‌اند.
OK ⇩	
روغن و فیلترها را تعویض کنید. از نوع توصیه‌شده (15w-40) استفاده کنید.	نوع روغن نادرست است.
OK ⇩	
گرم‌کن کارتل روغن را نصب کنید.	دمای روغن پایین است.
OK ⇩	
با باتری دارای ظرفیت صحیح جایگزین کنید.	ظرفیت باتری بیش از حد کم است.
OK ⇩	
عملکرد گرم‌کن باتری را بررسی کنید.	دمای باتری پایین است.
OK ⇩	


شارژ باتری کم است.
سطح الکترولیت و چگالی ویژه را بررسی کنید.
به بخش ٦ مراجعه کنید.
OK
خرابی یکی از اجزای مدار راه‌اندازی
اجزای مدار راه‌اندازی را بررسی کنید.
OK
با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

راه‌اندازی موتور دشوار است یا موتور روشن نمی‌شود (دود از اگزوز مشاهده می‌شود)

اصلاحات	علت
دور موتور در هنگام راه‌اندازی را بررسی کنید.	سرعت چرخش موتور پایین است. (کمتر از ۱۵۰ دور در دقیقه)
OK ⇩	
واحدهای متصل به موتور را ازگیر خارج کنید.	واحدهای متصل به موتور درگیر هستند.
OK ⇩	
کمک راه‌انداز سرما را نصب کنید. در صورت لزوم بررسی، تعمیر یا تعویض کنید.	کمک‌راه‌انداز سرما مورد نیاز است یا به‌درستی کار نمی‌کند.
OK ⇩	
فیلتر سوخت را تعویض کنید.	فیلتر سوخت مسدود شده است.
OK ⇩	
وجود هوا در سوخت را بررسی کنید، اتصالات و فیلتر سوخت را محکم کنید و لولهٔ ایستادهٔ مخزن سوخت را بررسی کنید.	وجود هوا در سیستم سوخت‌رسانی
OK ⇩	
خط سوخت را برای وجود انسداد بررسی کنید.	خط مکش سوخت مسدود شده است.
OK ⇩	
سیستم هوای ورودی را برای وجود انسداد بررسی کنید.	سیستم هوای ورودی مسدود شده است.


OK
سوخت آلوده شده است.
با استفاده از مخزن موقت سوخت، عملکرد موتور را تأیید کنید.
OK
با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

موتور چرخش می‌کند اما روشن نمی‌شود. (دود از اگزوز خارج نمی‌شود.)

اصلاحات	علت
سوخت را اضافه کنید.	مخزن سوخت خالی است.
OK	
از کنترل دستی استفاده کنید. سیستم الکتریکی را تعمیر کنید.	شیر قطع سوخت بسته است.
OK	
هنگام چرخاندن موتور، خط تأمین سوخت بین پمپ سوخت و سرسیلندر را شل کنید و وجود سوخت را بررسی کنید.	سوخت به انژکتورها نمی‌رسد.
OK	
تمام اتصالات و اتصالات فیلتر سوخت از مخزن سوخت تا پمپ سوخت را محکم کنید.	اتصالات سوخت در سمت مکش پمپ سوخت شل هستند.
OK	
فیلتر سوخت را تعویض کنید و شیلنگ سوخت را برای انسداد بررسی کنید.	فیلتر سوخت مسدود شده یا خط مکش محدود است.
OK	
پمپ سوخت را پرایم (بادگیری) کنید.	پمپ سوخت خالی است.
OK	
سیستم هوای ورودی و اگزوز را برای انسداد بررسی کنید.	سیستم هوای ورودی یا اگزوز مسدود شده است.
OK	
با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.	

موتور روشن می‌شود اما به کار خود ادامه نمی‌دهد.

اصلاحات	علت
وجود هوا در سوخت را بررسی کنید، اتصالات سوخت را محکم کنید، فیلتر را محکم کنید و لولهٔ ایستادهٔ مخزن سوخت را بررسی کنید.	وجود هوا در سیستم سوخت‌رسانی
OK ⇩	
واحدهای متصل به موتور را ازگیر خارج کنید.	واحدهای متصل به موتور درگیر هستند.
OK ⇩	
فیلتر سوخت را تعویض کنید. شرایط جوی ممکن است نیاز به گرم‌کن سوخت داشته باشد.	فیلتر سوخت مسدود شده یا سوخت در اثر سرمای هوا دچار موم‌زدگی شده است.
OK ⇩	
خط سوخت را برای وجود انسداد بررسی کنید.	خط مکش سوخت مسدود شده است.
OK ⇩	
با استفاده از مخزن سوخت موقت، عملکرد موتور را تأیید کنید.	سوخت آلوده شده است.
OK ⇩	
سیستم هوای ورودی و اگزوز را برای انسداد بررسی کنید.	سیستم هوای ورودی یا اگزوز مسدود شده است
OK ⇩	
	با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

موتور خاموش نمی‌شود.

اصلاحات	علت
اطمینان حاصل کنید که پیچ کنترل دستی تا بیشترین حد باز شده باشد.	کنترل دستی پمپ سوخت باز است.
عملکرد باز و بسته شدن اجزای الکتریکی را بررسی کنید.	دیسک شیر قطع پمپ سوخت گیر کرده است.
دهانه‌ها را جدا کرده، تمیز یا در صورت لزوم تعویض کنید.	دهانه‌های تهویه مخزن سوخت مسدود شده‌اند.
خط تخلیه سوخت را برای وجود حلقه‌ها، خم‌شدگی‌ها یا نقاط گیره شده بررسی کنید.	خط تخلیه سوخت مسدود شده است.
منبع بخارات را پیدا کرده و جدا کنید.	موتور با بخارات مکش‌شده از ورودی هوا کار می‌کند.
	با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

OK

OK

OK

OK

فشار روغن روانکاری پایین است.

اصلاحات	علت
وجود نشتی روغن را بررسی کنید. روغن موتور را اضافه یا تخلیه کنید. به بخش ۵ مراجعه کنید. کالیبراسیون میله روغن را بررسی کنید. به بخش A مر اجعه کنید.	سطح روغن نادرست است.
گیج فشار روغن را بررسی کنید.	گیج فشار روغن خراب است.
روغن را تعویض کنید. اگر روغن دوباره رقیق شد، با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.	روغن با سوخت رقیق شده است.
روغن را تعویض کرده و مشخصات روغن را بررسی کنید.	مشخصات روغن نادرست است.
به نمودار دمای مایع خنک‌کننده بالاتر از حد نرمال مراجعه کنید.	دمای روغن بالاتر از حد نرمال است .(۱۲۰°C [250°F])
	با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

OK

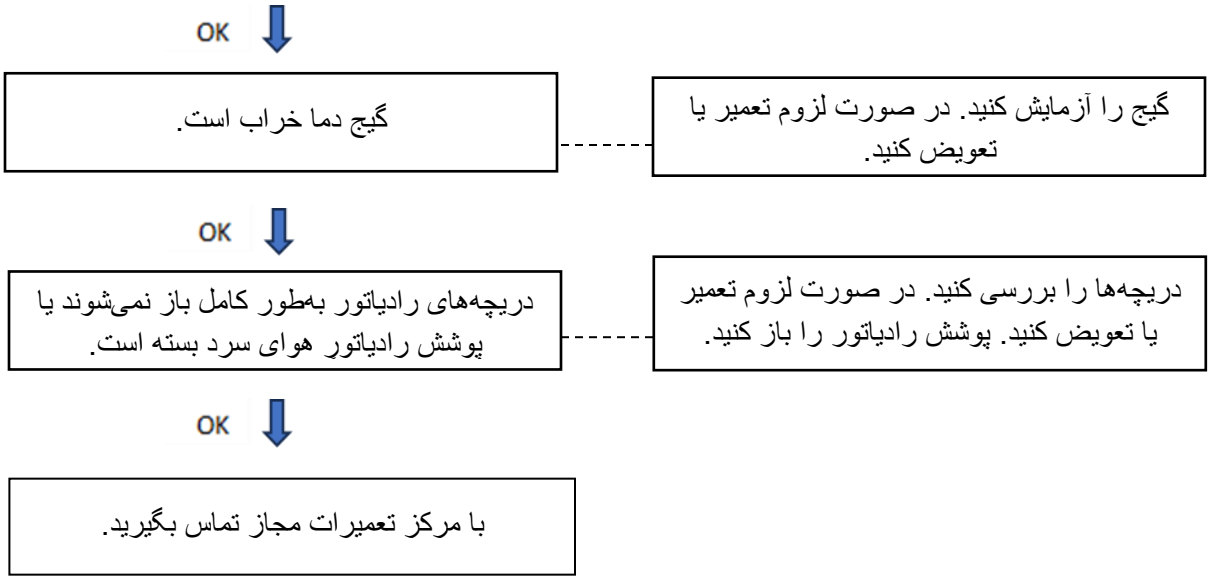
OK

OK

OK

دمای مایع خنک‌کننده بالاتر از حد نرمال است.

علت	اصلاحات
سطح مایع خنک‌کننده پایین است.	مایع خنک‌کننده را اضافه کنید.
OK ⇩	
پره‌های رادیاتور آسیب‌دیده‌اند یا با آلودگی و ضایعات مسدود شده‌اند.	پره‌های رادیاتور را بررسی کنید. در صورت لزوم تمیز یا تعمیر کنید.
OK ⇩	
شلنگ رادیاتور پاره یا مسدود شده است.	پره‌های رادیاتور را بررسی کنید. در صورت لزوم تمیز یا تعمیر کنید.
OK ⇩	
تسمه محرک فن شل است.	سفتی تسمه را بررسی کرده و در صورت نیاز آن را محکم کنید. به بخش ۵ مراجعه کنید.
OK ⇩	
سطح روغن نادرست است.	روغن موتور را اضافه یا تخلیه کنید. به بخش ۵ مراجعه کنید. کالیبراسیون میله روغن را بررسی کنید. به بخش A مراجعه کنید.
OK ⇩	
قاب (شِرود) فن خنک‌کننده آسیب‌دیده یا مفقود است.	قاب (شِرود) فن را بررسی کنید. تعمیر، تعویض یا نصب کنید.
OK ⇩	
درپوش رادیاتور نادرست است یا به‌درستی عمل نمی‌کند.	درپوش رادیاتور را بررسی کنید. در صورت لزوم تعویض کنید.


OK
گیج دما خراب است.
گیج را آزمایش کنید. در صورت لزوم تعمیر یا تعویض کنید.
OK
دریچه‌های رادیاتور به‌طور کامل باز نمی‌شوند یا پوشش رادیاتور هوای سرد بسته است.
دریچه‌ها را بررسی کنید. در صورت لزوم تعمیر یا تعویض کنید. پوشش رادیاتور را باز کنید.
OK
با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

دمای مایع خنک‌کننده پایین‌تر از حد نرمال است.

علت	اصلاحات
دریچه‌های رادیاتور در موقعیت باز گیر کرده‌اند یا زود باز می‌شوند.	دریچه‌ها را بررسی کنید. در صورت لزوم تعمیر یا تعویض کنید.
گیج دما خراب است.	گیج را آزمایش کنید. در صورت لزوم تعمیر یا تعویض کنید.
با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.	

OK

OK

دود اگزوز در حالت بارگذاری بیش از حد است.

اصلاحات	علت
سیستم هوای ورودی را برای انسداد بررسی کنید.	سیستم هوای ورودی مسدود شده است.
OK ⇩	
وجود نشت هوا را بررسی کنید.	نشت هوای ورودی بین توربوشارژر و سرسیلندر وجود دارد.
OK ⇩	
مشخصات سوخت را بررسی کنید.	مشخصات سوخت نادرست است.
OK ⇩	
سوپاپ‌ها یا انژکتورها را بررسی یا تنظیم کنید. به بخش ٦ مراجعه کنید.	سوپاپ‌ها یا انژکتورها به‌طور نادرست تنظیم شده‌اند.
OK ⇩	
سیستم بازگشت سوخت را برای حلقه‌ها، خم‌شدگی‌ها یا نقاط گیره شده بررسی کنید.	خط تخلیه سوخت مسدود شده است.
OK ⇩	
	با مرکز تعمیرات مجاز تماس بگیرید.

توان خروجی موتور پایین است.

علت	اصلاحات
بارگذاری بیش از حد نسبت به توان اسب بخار موتور	کاهش بار خودرو
OK ⇩	
کاهش توان به دلیل ارتفاع زیاد	کاهش توان موتور متناسب با ارتفاع. برای مشخصات فنی به برگه اطلاعات موتور، بولتن شماره ۳۳۸۱۱۹٤ مراجعه شود.
OK ⇩	
خط مکش سوخت یا فیلتر سوخت مسدود شده است.	خط سوخت را از نظر وجود گرفتگی بررسی کنید. فیلتر سوخت را تعویض کنید.
OK ⇩	
سطح روغن روانکاری بیش از حد است.	کالیبراسیون گیج روغن و ظرفیت کارتل روغن را بررسی کنید. به بخش A مراجعه کنید.
OK ⇩	
تنظیم مکانیزم گاز (لینکیج دریچه گاز) نادرست است.	تنظیم اتصال گاز را برای باز شدن کامل اهرم گاز بررسی کنید.
OK ⇩	
سیستم هوای ورودی یا اگزوز مسدود شده است.	سیستم‌های هواگیری و اگزوز را از نظر گرفتگی بررسی کنید.
OK ⇩	
وجود هوا در سوخت – علامت آن نرم شدن دریچه گاز است.	وجود هوا در سوخت را بررسی کنید، اتصالات سوخت و فیلتر را محکم کنید، لوله‌ی ایستاده‌ی مخزن سوخت را بررسی کنید.

توان خروجی موتور پایین است. (ادامه)



موتور هنگام بارگیری به دور نامی نمی‌رسد.

اصلاحات	علت
بار را کاهش دهید.	بار بیش از حد نسبت به ظرفیت اسب بخار موتور
با تاکومتر دستی یا دیجیتال بررسی کنید.	تاکومتر دارای اختلال/خرابی است.
حرکت کامل اهرم گاز را بررسی کنید. به بخش ٦ مراجعه کنید.	تنظیم اتصال گاز نادرست است.
ورودی سوخت را از نظر گرفتگی بررسی کنید.	خط مکش سوخت مسدود است.
با مرکز تعمیر مجاز تماس بگیرید.	

OK

OK

OK

دود سفید یا کارکرد نامنظم موتور در حالت درجا (پس از دوره گرم شدن)

اصلاحات	علت
به نمودار «دمای مایع خنک‌کننده پایین‌تر از حد نرمال» مراجعه کنید.	دمای پایین مایع خنک‌کننده
با راه‌اندازی موتور از یک مخزن موقت حاوی سوخت سالم صحت عملکرد را تأیید کنید.	کیفیت پایین سوخت
	با مرکز تعمیر مجاز تماس بگیرید.

OK

OK