الباب الرابع عشر
صيانة المحركات Machinery maintenance

14- مقدمة .

عندما يتم تشغيل محركات الديزل البحرية برعاية وإهتمام مناسبين وتجهيزها بمستويات عالية تحت جميع الأحوال القياسية للخدمة البحرية ، وتعرضها لإجهادات الزحف fatigue الميكانيكية والحرارية بالرغم من اليقظة المستمرة الواجبة من المصممين والقائمين على التشغيل لكل أجزاء المحرك عند التشغيل .
وعلى الرغم من ذلك يكون التآكل هو النتيجة المباشرة عند التشغيل وأحياناً إنتظار الأعطال .
وهذه الأعطال تعتمد على أماكنها والنتائج عموما ما تكون مؤثرة على حالة الإسطوانة ، ولو أن جميع الترتيبات تمت عند تجهيز قطع الغيار الضرورية لأمكن تغير أى قطعة فى حينه .
وتكون التكلفة محصورة فقط فى ثمن القطعة ، وفى هذه الحالة لا تتعرض السفينة إلى التأخير .

14.1- البرى والتمزق Wear and Tear :

وبالرغم من الإختلافات الكبيرة فى المقدرة على المراقبة عند كل بدء حركة بالهواء البارد والذى يسبب التغير السريع فى درجة الحرارة وتكون النتيجة التغير فى الإجهادات الحرارية وبالتالى يترتب عليه تمزق بعض الأجزاء ، وأيضًا كل لفة من المحرك تعمل فى المساهمة على البرى .
وكل التأثيرات السيئة فى التشغيل ربما لا تكون غير واضحة فى المراحل المبكرة وكل معدلات الزيادة فى التدهور تظهر فى حينها وبالتالى يكون هناك نقص فى معدلات القدرة القصوى .
ويجب أن يكون التدريب العملى لأطقم السفن هو الدراية بمعلومات خاصة عن الأعطال وخاصة الأعطال المتكررة ويجب أن تتوسع المسئولية الفنية لتشمل مصممى المحركات .
حينئذن يكون مهندس الوردية هو المراقب الوحيد الحقيقي ، وفى فترات الإصلاح يتم معرفة نجاح تصميم المحرك من عدمه ، والمعيار العملى لمصممى المحركات هو تزويد كبير المهندسين بالكتب والخرائط الفنية للتشغيل والصيانة لجميع أجهزة الدفع المناسبة لكل طرازات المحركات .

عادة ما تحفظ كتب التصميم والخرائط بعناية عند كبير المهندسين وياحبذ أن توجد صورة منها بغرفة المحركات ليتثنى للمهندسين الإطلاع عليها .
وهذا الباب يعتبر دليل ضرورى للتشغيل والصيانة الكلية .

14.2- بعض ملاحظات التشغيل Some operational Notes :

Preparations for Starting engine

الإعداد لبدء دوران المحرك .
التوصيات السابقة هى خلاصة الخطوات التمهيدية ويجب أن تكون هذه الخطوات مرتبة ترتيبًا سليماً كالآتى .
1- يجب العمل على رفع درجة حرارة قمصان الإسطوانات تدريجيًا وببطئ وذلك بمرور المياه الساخنة لمحركات الديزل المساعدة " مولد الكهرباء "خلال دائرة المحرك الرئيسى قبل إدارته ويجب إختبار النظام دائما والتأكد من عدم تسريب المياه .
2 – التأكد من عدم وجود زيوت فى تنك الخدمة اليومى للمياه العذبة .
3- إختبار فلاتر الوقود ذو الضغط المنخفض ونظافتها إذا ما احتاج الأمر، وفتح جميع البلوف لطلمبة الوقود التى فى الخدمة قبل إدارتها .
4 – إختبار فلاتر زيت التزيت ونظافتها عند الضرورة .
5 – يجب إدارة طلمبة زيت التزيت والتأكد من أن جميع بلوفها مفتوحة بطريقه سليمة والتأكد من مرور زيت التزيت فى مبرد الزيت وكذلك التأكد من عدم تسريب الزيت من خطوط مواسير زيت التزيت وملاحظة تدفق زيت تبريد المكابس من الراجع .
6 - إدارة مروحة سحب بخار الزيوت من صندوق المرفق أن وجدت .
7 – يجب إدارة طلمبة زيت تزييت كراسى الشاحن الجبرى مع مراقبة درجة حرارة زيت التزيت أو مراقبة تدفق زيت التزيت إذا كان ذاتيًا .
8 – يجب تزويد زيت بطارية التزييت للإسطوانات وإدارتها قليلاً ومراقبة أى تسرب من المواسير الخاصة بها .
9 – تزييت جميع النقط الخاصة بأذرع المناورات وعكس الحركة .
10 – يجب تحريك بلف هواء التقويم الأوتوماتى بواسطة اليد المجهزة له وتجربة مكبس تشغيل موزع الهواء بواسطة ذراع الإختبار والتأكد من أنه حر الحركه مع تزييته .

11 - من الأهمية جدًا فتح جميع جذرات العادم وإدارة المحرك على الأقل لفة واحدة بواسطة جهاز التقليب وخاصة إذا كان المحرك متوقف لفترة طويلة خوفاً من تجمع مياه التبريد لسبب أو لآخر على رأس المكبس داخل الإسطوانات وذلك لتجنب أى تلف لأجزاء المحرك .

12 – يجب أخذ الهواء من دائرة الوقود كتعليمات مصممى المحرك فى كتاب التشغيل .

13 – يجب إدارة ضاغط الهواء وملئ إسطوانة الهواء بالضغط المطلوب لإدارة المحرك .

14 – يجب فصل جهاز تقليب المحرك .

15 – يجب إدارة مروحة هواء الشحن المساعدة إن وجدت .

16 – يجب فتح بلف زجاجة الهواء وبلف موزع الهواء وبلف الهواء الرئيسى للمحرك وفتح جميع جذرات تصفية المياه .

17 – يجب إدارة المحرك للأمام والخلف بالهواء فقط بعد التأكد من أن السفينة فى أمان مع إبلاغ غرفة القيادة قبل تجربة المحرك .

18 - المحرك الآن جاهز للتشغيل عند تحريك التلغراف من غرفة القيادة وقبل بدء التشغيل يجب قفل جميع جذرات العادم .

14.3 - إدارة المحرك Starting the Engine :

يحرك ذراع المناورة حسب طلب غرفة القيادة بواسطة التلغراف للأمام أو الخلف وذلك بدفع زراع المناورة لإدارة المحرك وهذه الحركة سوف تسمح لهواء صمام المرشد بالمغادرة إلى بلف هواء القويم الأوتوماتى ثم إلى موزع الهواء وبالتالى إلى بلوف التقويم الموجود على رأس الإسطوانة .

وفى الحال يأخذ المحرك سرعته بالهواء وفى نفس الوقت يتم تحريك يد المناوره لتغذية المحرك بالوقود .

وعند بدء الحريق فى الإسطوانات يضبط وضع الذراع على السرعة المطلوبة.

14.4- فشل إدارة المحرك بسبب الوقود :

يجب مراعات البند السابق رقم 3 وإذا لم تنجح الإدارة فى المرة الثانية يجب أخذ الهواء من دائرة الوقود والتأكد من وصول الوقود إلى الرشاشات .

عندما يدار المحرك ببطئ يجب مراقبة جميع العدادات وخاصة درجات حرارة العادم بعناية ، وعند التأكد من أن جميع الإسطوانات تعمل بحالة مرضية يجب جس جميع مواسير بلوف التقويم للتأكد من عدم إرتفاع درجة حرارتها ، وعند ملاحظة وجود حرارة يدل ذلك على أن بلف التقويم فى وضع الفتح ، يجب إيقاف المحرك فى الحال ومعالجة العيب أو تغيير بلف هواء التقويم ويجب إيقاف مروحة الهواء المساعدة وقفل صمام هواء التقويم الرئيسى وفتح جميع جذرات العادم .

14.5- مراقبة النوبة -الوردية – Keeping Watch :

يجب ملاحظة ماسورة العادم ودرجة حرارة عادم الإسطوانات للتأكد من أن جميع الأحمال متساوية فى جميع الإسطوانات .

يجب ملاحظة درجات حرارة مياه التبريد الخارجة من الإسطوانة وأيضًا ضغوطها وأخذ الهواء من جذرات الهواء الموجودة على ماسورة التبريد الخارجة من المحرك ومراقبة مستوى مياه التبريد فى التنك العلوى للمحرك .

عند ملاحظة إرتفاع درجة حرارة ماسورة صمام بدء الحركة أعلى من مثيلاتها يجب تغير الصمام فى أقرب وقت .

يجب مراقبة ضغط زيت التزييت لكراسى الشاحن الجبرى ومستواه وكذلك درجة الحرارة قبله وبعده .

يجب التأكد من كمية الوقود الموجودة فى تنك الخدمة اليومى وتعويضها دائمًا بواسطة منقى الوقود .

يجب إختبار مزيتة الإسطوانات والتأكد من أنها تعمل بحالة مرضية .

التأكد من عدم تسرب زيت التبريد للمكابس من الماسورة التيلسكوبية وجلندات كشط الزيت لعمود المكبس .

مراقبة جميع الضغوط ودرجات الحرارة لعدادات وثرمومترات التشغيل المختلفة.

عند وجود فلتر زيت أتوماتى يجب إدارة اليد لبضع مرات كل فترة .

يجب مراقبة درجات حرارة المياه العذبة والزيت وضغوطهما .

يجب تصفية المياه والرواسب من تنك الخدمة اليومى للوقود وعند وجود تنك آخر يجب ملؤه فى الحال .

يجب نظافة فلاتر الزيت مرة كل أسبوع ويمكن تكرار النظافة حسب حالة الوقود المورد .
يجب ضبط درجة حرارة مياه التبريد العذبة فى وقت المناورة .
يجب فتح بلف البحر لمياه التبريد المالحة العلوى فى المياه الضحلة .
الإهتمام التام لأى تسريب ومعالجته فورًا .
عند فتح أبواب صندوق المرفق يجب التأكد من عدم وجود لهب حتى يتم تهويته .
يجب الإهتمام بنظافة العدة المستخدمة وحفظها فى أماكنها .

14.6- إيقاف المحرك Stopping the Engine .

فى نهاية كل رحلة وقبل إخطار غرفة المحركات للإستعداد للوصول من غرفة القيادة يجب عمل الآتى .
تزييت جمع بلوف التقويم وبلف الهواء الأتوماتى وكذلك موزع الهواء وإختبارهم وعند إستلام إخطار الوصول يجب فتح بلف الهواء الرئيسى وقفل جميع جذرات تصفية المياه وتشغيل مروحة الهواءالمساعدة إن وجدت .
يجب تجربة أجهزة الإتصال بين غرفة القيادة وغرفة المحركات قبل البدء فى المناورة مباشرة .
يجب تخفيض سرعة المحرك تدريجيا وفى نفس الوقت يجب المحافظة على درجة حرارة مياه التبريد فى معدلها الطبيعى .
وفى خلال فترة المناورة يجب على أحد المهندسين مراقبة تشغيل صمامات الحقن – الرشاشات – وملاحظة أى أخطاء عند تشغيلها مع ضعف الحريق لبعضها أو زيادة درجة حرارة الإسطوانة عن المعدل .
الإهتمام المستمر بدرجة حرارة مياه تبريد الإسطوانات والتحكم فى كمية مياه التبريد المالحة لمبرد المياه العذبة والمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة وعند إستلام إخطار التوقف يجب قفل صمام الهواء الرئيسى وفتح جميع جذرات التصفية وإيقاف مروحة الهواء المساعدة ، وإيقاف طلمبة تزييت محامل الشاحن الجبرى فى حالة وجود تزييت منفصل ، وقفل صمام الوقود الرئيسى للمحرك ، قفل الصمام الرئيسى لإسطوانة الهواء مع تكملتها بالهواء
يجب إستمرار تدفق زيت التزيت للمحرك لمدة لا تقل عن 15 دقيقة من الإيقاف وبالمثل يجب عدم إيقاف طلمبة تبريد المياه العذبة إلا بعد 15 دقيقة من الإيقاف للمحافظة على معدلات التغير فى درجة الحرارة .

مراقبة درجة حرارة مياه التبريد العذبة الخارجة من المحرك عندما تكون السفينة بالميناء أو على المخطاف .
عند عدم المقدرة المحافظة على درجة غرفة المحركات أكثر من 2 مئوية يجب تصفية مياه التبريد من المحرك وجميع مواسير التبريد وأيضًا مبردات وطلمبات مياه التبريد .

7-14-عكس الحركة من الأمام للخلف Reversing from Ahead to Astern

عند طلب غرفة القيادة عكس حركة المحرك عندما تكون السفينة فى المناورة داخل الميناء أوخارجه عادة ما تكون السفينة تسير بسرعة منخفضة وعند السرعة المنخفضة يتم عكس الحركة بدون صعوبة ، ولوأن وصول السفينة كان بسرعة عالية فإن عزم الحركة للخلف سوف يكون كبيرًا ، وبناءًا على ذلك تأخذ السفينة وقتاً لكى تؤثر قوة الدفع فى تحريكها وهذا لا يكون مناسبًا فى حالات عكس الحركة ويجب أن تكون إجراءات عكس الحركة كالآتى :
(a) – يجب وضع ذراع المناورة فى المكان السليم للإيقاف .
(b) – يجب تحريك ذراع المناورة ببطئ من الوضع للأمام إلى الوضع للخلف.
(c) – تدفع يد المناورة إلى وضع التشغيل لتحريك المحرك بهواء البدء .
(d) – بعد عدد قليل من لفات المحرك يجذب ذراع المناورة للخلف لوضع الإيقاف .
(e) – يتم تكرار بند رقم 3 , 4 وذلك باستخدام هواء البدء .
(f) – وفى المرة الثالثة للإستخدام يتم دفع يد المناورة إلى الوضع المراد التحرك فى إتجاهه ويجب التأكد من ذلك قبل تزويد المحرك بالوقود .
(g) - فى المرة الرابعة لدفع الهواء يدور المحرك ببطئ فى الإتجاه المطلوب ويجب دفع ذراع الوقود بسرعة بقدر الإمكان من وضع التقويم إلى وضع التشغيل.
ولعكس الحركة من الخلف إلى الأمام يجب إتباع الإجرآت السابقة ومن المحتمل أن نحتاج عند إستخدام عكس الحركة والتشغيل نسبة هواء قليلة ، ويحتاج المحرك لعكس الحركة عند السير من الخلف إلى الأمام ليس أكثر من 30 إلى 35 ثانية ومن الخطورة تقليل هذه المدة وعادة ما يزيد هذا الزمن ويتوقف هذا على حالة المحرك والرفاص .

14.8- بعض مشاكل التشغيل :

من الخبرة العملية يوجد بعض المشاكل فى التشغيل وهى مدونة أسفل .

14-8a-عدم بدء دوران المحرك When an Engine Will not Start :

يدار المحرك بالهواء ولكن فى عكس الإتجاه السبب هو واحد أو أكثر من بلوف التقويم يوجد بها تسريب أو إلتصاق .

عدم دوران المحرك بالهواء عند بدء التشغيل ربما يكون لأحد الأسباب الآتية .

ضغط هواء بدء الحركة قليلا جدًا ، الصمام الرئيسى لهواء بدء الحركة لإسطوانة الهواء مغلق ، إلتصاق موزع الهواء أو بلوف هواء التقويم ، إلتصاق بلف المرشد أو تسريب الهواء من أحد صمامات بدء الحركة لأحد الإسطوانات عند صعود المكبس إلى أعلى ، رباط فرملة المحرك ، الرباط على الكراسى الرئيسية أو كراسى النهاية الكبرى لذراع التوصيل أكثر من الازم ، أو بسبب عرقلة الرفاص أو تعشيق جهاز التقليب للمحرك .

14-8b- دوران المحرك ببطئ عند بدء الحركة When an Engine Turns Slowly at Starting .

يلاحظ دوران المحرك ببطئ شديد عند إدارته بالهواء ولا يوجد حقن ربما يكون من أحد الأسباب الآتية .

ضغط هواء التقويم أقل من الازم ، صمام بدء الحركة الأتوماتى لايعمل أو يوجد به تسريب أو يوجد تسريب فى صمامات بدء الحركة ، أو إلتصاق صمام المرشد أو عدم فتح صمام الهواء الرئيسى بما فيه الكفاية .

14.8c- عدم وجود حريق للمحرك When an Engine Will not Fire .

المحرك يدور بالهواء ولا يوجد حريق عند التحويل للوقود ومن هذه الأسباب الآتى : بلف الوقود بين طلمبة الشحن وتنك الترسيب مغلق ، وجود هواء بطلمبة الشحن ، تسريب الوقود من صمام الحقن ، الوقود غير مرضى ربما لزيادة لزوجته أو بسبب وجود مياه بالوقود ، دليل أخذ الهواء من الرشاش مفتوح ، وجود هواء فى دائرة الوقود أواتساخ فلتر الوقود ، لايوجد وقود فى تنك وقود الخدمة اليومى .

ضغط الإنضغاط أقل من اللازم لعيوب فى شنابر المكبس أو تآكل الإسطوانة ، فقد ضغط هواء الشحن ، فقد الحريق لأحد الإسطوانات عند الدوران ، ربما يوجد هواء فى طلمبة أو مواسير الوقود .

عند التجهيز لإدارة المحرك يؤخذ الهواء من دائرة الوقود حتى تكون الدائرة جاهزة لإمداد الرشاش بالوقود، إنسداد فونية صمام الحقن ومن الضرورى تغيره

14.9- غاز عادم المحرك عديم اللون Engine Exhaust not smokeless .

من الطبيعى أن يكون غاز العادم عديم اللون إذا كانت عملية الحريق جيدة وعند رؤية غاز العادم رمادى أو اسود اللون يدل ذلك على وجود حمل زائد للمحرك ، الوقود غير مناسب ، أقطار أخرام فونية الرشاش غير مناسبة ، إنسداد جزئى لأخرام فونية الرشاش ، كسر سستة صمام الوقود .

ضغط الرشاش منخفض جدًا بسبب تسرب الوقود من صمام الحقن ، وجود هواء فى دائرة الوقود ، المسافة التى ترتفع عندها إبرة الرشاش غير سليمة ويجب الا تزيد عن 0.6 ملليمتر ، تأخير حقن صمام الوقود ، إتساخ المصفاه الداخلية لصمام الحقن ، توقف أحد طلمبات الوقود أو أكثر أو لاتعمل بطريقة سليمة .

فقد توقيت الحقن بسبب إنزلاق كلمة الوقود للخلف وذلك بسبب أحمال زائدة على الإسطوانات الأخرى .

إنخفاض ضغط الإنضغاط أكثر من اللازم بسبب تسرب الغازات من شنابر المكبس أو خلل فى هواء الكمح .

الضغط الخلفي لغازات العادم أكبر من اللازم ، درجة حرارة العادم مرتفعة أكثر من اللازم بسبب لزوجة الوقود الزائدة .

عادة ما يظهر دخان أزرق بغازات العادم ويشير ذلك على وجود حريق زيت التزييت مع الوقود فى غرفة الإشتعال بسبب زيادة زيت تزييت الإ سطوانات ، وعادة ما يشير الدخان الأبيض لعدم إحتراق أحد الإسطوانات .

14.10- خبط المحرك Engine Knocking :

عند سماع خبط بالمحرك عند إدارته بالسرعة المنخفضة أو عند إدارته وهو بارد ربما تكون خصائص الخبط معظمها بسبب إرتفاع فى ضغط الحريق أو بعض الحالات الآتية .

- من المحتمل عدم بلوغ سرعة الدوران العادية ودرجات الحرارة على الرغم من أن الخبط ثابت حدوثه بينما يعمل المحرك بعدد لفات عادية ويجب تشخيصه فى الحال .
- إذا كانت عملية الخبط تصدر من إسطوانة واحدة فقط من الممكن تقليل الوقود عليها .
- الخبط يكون إما بسبب خلل فى الحريق أوبسبب ميكانيكى عند التشغيل ومن الممكن حدوث الخبط عند الحمل العالى .
- يحدث الخبط نتيجة التوقيت المبكر .

- يحدث الخبط نتيجة ضغط صمام الحقن العالى جدًا .
- تسييل أو إلتصاق صمام الحقن .
- تذرير الوقود غير مرضى .
- الحقن متأخر كثيرًا .
- عدم توزيع حقن الوقود بالتساوى لجميع الإسطوانات .

14.11- إنخفاض عدد لفات المحرك فجاه وهو يعمل

Slowing – Down of Engine

من الممكن إنخفاض عدد لفات المحرك وهو فى العمل وذراع المناورة فى الوضع الطبيعى ربما يكون من الأسباب الآتية .

- قفش أو تسريب كباس طلمبة الحقن .
- وجود خلوص بين تروس التعشيق .
- تسريب من وصلات مواسير صمام الحقن .
- وجود هواء بدائرة الوقود .
- تسريب فى قواعد دليل أخذ الهواء من الرشاش .
- مشوار إبرة صمام الوقود أقل من المعدل .
- إنسداد فلتر الوقود .
- إنفجار فى ماسورة صمام الحقن .
- إنسداد أخرام فونية صمام الحاقن .
- وجود مياه فى الوقود .
- تسريب فى بلف التحويل By Bass لطلمبة الوقود .
- وجود هواء فى فلاتر الوقود .
- إنخفاض ضغط الإنضغاط بسبب تفويت شنابر المكبس .
- قصور فى ضغط هواء الكسح .
- قفش فى أجزاء المحرك .
- زيادة حمل المحرك عن اللازم .
- وجود حشف على الرفاص أو تعلق شئ غريب به .
- زيادة إنزلاق الرفاص بسبب الطقس السيئ وخاصة الرياح الأمامية .
- زيادة زاوية دفة السفينة فى وقت الدوران .

14.12- عدم إنتظام تشغيل المحرك . Irregularity of Running

عدم إنتظام دوران المحرك عند الإدارة ربما يكون من الأسباب الآتية .

- عيب فى منظم السرعة أو فى تروس المناوله .
- وجود هواء فى زيت تزييت منظم السرعة .
- وجود هواء فى خطوط وقود التغذية .
- وجود مياه فى الوقود .
- وقود ذو لزوجة عالية .
- إنسداد فى فلاتر الوقود .

عيب فى صمام الحقن أو بلوف تغذية الوقود .

14.13- حريق فى ماسورة الهواء . Scavenge – belt Fires

من المتوقع حدوث حريق فى ماسورة الهواء نتيجة لتسريب زيت التزييت وخاصة فى المحركات ثنائية الأشواط ، ويجب أخذ الإحتياطات الآتية .

- يجب أن يوضع فى الإهتمام حالة شنابر المكبس الجيدة لمنع نفخ المحرك ويرتبط هذا بالتوقيت السليم لحقن الزيت داخل الإسطوانة .
- على الرغم من أن زيت تزييت الإسطوانة يكون عادى ومناسب إلا أن جفاف الإسطوانة يؤذى الشنابر ويجب الإهتمام بشنابر المكبس وفى حالة كسرها يجب تغييرها فورًا .
- من الناحية العملية يجب أن تكون مواسير سحب الهواء نظيفة جدًا وخالية من الزيوت والمواد الكربونية .
- يجب أن تكون فتحات العادم خالية من البقايا الكربونية .
- يجب الإهتمام بعدم وجود زيادة فى أحمال إسطوانة عن الإسطوانات الأخرى
- يجب تصفية الزيوت من حيز الهواء لإحتمال تقليل حدوث الحريق .
- فى حدوث الحريق يجب تعليق طلمبة الوقود ويقفل صمام دخول الوقود الخاص بها .
- يجب قفل جذرة تصفية الزيوت .
- زيادة تزييت المكبس الرئيسى .

14.14- ألمنحنيات البيانية : Indicator Diagrams

يجب أخذ الإحتياطات الآتية عند أخذ الكروت البيانية .

- قبل تركيب جهاز المبين على جذرة المبين يجب نفض الغاز للتخلص من بعض الكربون وأى مواد مترسبة أخرى .
- يجب حل مكبس جهاز المبين لنظافته وتزييته من حين لآخر .
- عند الصيانة يجب الكشف على كامة المبين .
- يجب أخذ منحنى بيانى من غير وقود وذلك بقفل الوقود عن الطلمبة .
- يجب ملاحظة أن خطى الضغط والتمدد منطبقين .
- عند وجود إرتخاء فى حبل المبين أو فى وصلاته ربما يتقاطع الخطين مع ظهور مساحة صغيرة وربما يوضح هذا خطأ شغل بالموجب أو السالب للإسطوانة .
- الشغل الحقيقى للمنحنى البيانى عند وجود حريق بالإسطوانة يكون محصور أو كامل .
- ضغط المبين الموجب عادة ما يكون سليمًا عند تأخير الكامة بقدر ضئيل .
- المنحنى البيانى السالب يكون بسبب تقدم الكامة باتجاه الدوران .
- الكارت البيانى الموجب يكون فيه خط التمدد فى الأمام أو فوق خط الضغط أو الوصول إلى أقرب ما يمكن من بعض .
- الكارت البيانى السالب يظهر فيه إقتراب خط التمدد من خط الإنضغاط ومتصل به فى ما قبل المنتصف .
- الكارت البيانى الموجب يكون فيه خط ضغط الإنضغاط وخط التمدد كل على حده لفترة طويلة .
- عندما ينطبق خط ضغط الإنضغاط وخط التمدد فى الجزء الأعلى والجزء الأسفل بمقدار طفيف حتى قرب المنتصف حينئذن فى هذه الحالة يكون الكارت مقبولا أو مرضى .
- اى تأخير فى كامة المبين ربما يساعد على تشكيل الخطوط على شكل أنشوطة فى نهاية شوط التمدد .
- يجب أخذ الكارت البيانى لمعرفة إرتفاع ضغط الحريق وكذلك ضغط الإنضغاط بانتظام .
- إذا وصل إرتفاع ضغط الحريق وضغط الإنضغاط إلى الإرتفاع المسموح به دل ذلك على أن المحرك يعمل بحالة طبيعية .
- إذا كان إرتفاع الكارت أعلى من اللازم والضغط المتوسط أعلى من المعدل حينئذن يتم تقليل كمية الوقود من طلمبة الوقود .

- عادة ما يكون إنخفاض مستوى الكرت البيانى بسبب صغر شوط إبرة الرشاش ، إنسداد أخرام فونية الرشاش ، تسييل فونية الرشاش ، عدم دوران بكرة Roller الكامة باستمرار ، عدم إحكام كباس طلمبة الوقود .
- يؤخذ الكارت بسسته ذات ضغط منخفض لتحديد ضغط الإسطوانة من خلال شوط العادم وفترة دخول الهواء إلى الإسطوانة .

هذه الطريقة تكون مفيدة أحيانًا لمعرفة إرتفاع ضغط غاز العادم عند خروجه من الإسطوانة بالنسبة للضغط الجوى ، ومن هذه السجلات يجب معرفة مثلاً .

متى يجب نظافة فتحات الهواء فى المحركات ثنائية الأشواط أو الإهتمام بتبريد الهواء أو صيانة صمامات سحب الهواء فى المحركات رباعية الأشواط .

14.15- كروت الإنضغاط : Compression Cards

يبين الشكل رقم 1 منحنى الإنضغاط الميثالى ويوضح فيه طول الكارت وخط منحنى الإنضغاط والتمدد منطبقين .

وفى الشكل رقم 2 من المحتمل أن تكون الكامة فى وضعها السليم ولكن توجد انشوطة – عقدة – تدل على وجود فترة تعويق عند الدوران بسبب الرباط القوى لأجزاء المبين أو إرتخاء ذراع القلم ، وفى الشكل رقم 3 يوجد به مساحة موجبة ويظهر فيها خط منحنى التمدد أمام منحنى خط ضغط الإنضغاط بطول الكارت .

والعلاج يكون بتأخير كامة المبين من 5 إلى 6 ملليمتر ، وفى الشكل رقم 4 يوضح رسم تخطيطى سالب وفيه خط منحنى التمدد خلف خط منحنى الإنضغاط بحوالى طول الكارت . ويجب تصحيح كامة المبين وتقديمها من 3 إلى 4 ملليمتر.

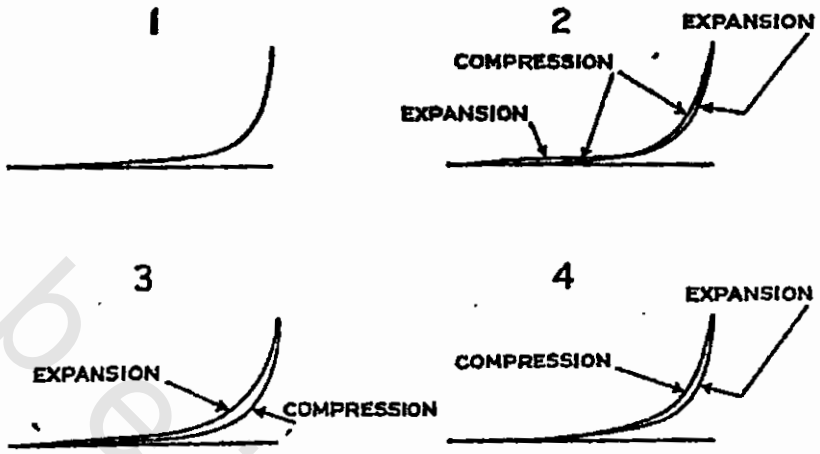

Figure 14-1 Compression cards

14.16 ألكروت البيانية للمحركات ثنائية الأشواط

Tow –Stroke Engine Indicator Cards

يوضح المنحنيات البيانية شكل رقم 5 ، 6 منحنيات الكارت العادى لمحركات أحادية التأثير ثنائية الأشواط وفى شكل رقم 5 يوضح أن الضغط المتوسط البيانى حوالى 7.6 كيلوجرام قوة /السنتيمتر المربع وإرتفاع الضغط حوالى 38 ملليمتر ، وإرتفاع ضغط الحريق 56 ملليمتر والمقياس لكل المنحنيات الطبيعية فى الرسم البياني يكون 1 ملليمتر = 1كيلوجرام قوة /السنتيمتر المربع .

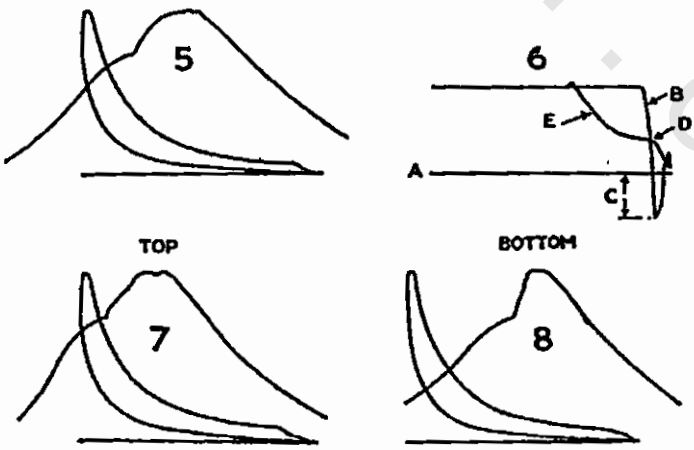

Figure 14-2 Two- stroke engine indicator cards

المنحنى البيانى للزنبرك الخفيف فى رقم 6 ويكون المقياس النسبى للمنحنى 45 ملليمتر = 1 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع .

وخط الضغط الجوى يعرف بالحرف A ، B خط هبوط ضغط العادم ، الخط C يبين أقصى إنخفاض للضغط فى الإسطوانة خلال فترة الكسح ، الخط D الضغط عند بداية الإنضغاط ، E خط الإنضغاط .

المنحنى البيانى 7 ، 8 منحنى طبيعى لمحرك ثنائى الأشواط أحادى التأثيرفى المنحنى 7 فى أعلى الإسطوانة الضغط المتوسط المؤثر يكون حوالى 7.1 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع ، وأعلى إنضغاط حوالى 34 ملليمتر ، وإرتفاع ضغط الحريق حوالى 47.5 ملليمتر ، وعند أسفل الإسطوانة الضغط المتوسط البيانى حوالى 6.7 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع وأعلى ضغط إنضغاط حوالى 35 ملليمتر ، وإرتفاع ضغط الحريق حوالى 48 ملليمتر .

وفى منحنى الحمل الكامل شكل 9 يبين تأثير تسريب كباس طلمبة الوقود ، وخطوط المنحنى الكامل تكون طبيعية وكذلك الخطوط المنقوطة ، ويكون إرتفاع الإنضغاط طبيعى للكرت البيانى وإنخفاض ضغط الحريق ، ويتم تعديل ذراع طلمبة الوقود وضبطة لزيادة كمية الوقود لتعويض التسريب ، ولو أن فلتر الوقود أو الرشاش به إنسداد سوف نشاهد تسييل فى كل من مواسير الوقود والرشاش ، وفى هذه الحالة يفقد المنحنى إرتفاعه وظهور الكارت مثل الكارت رقم 9 .

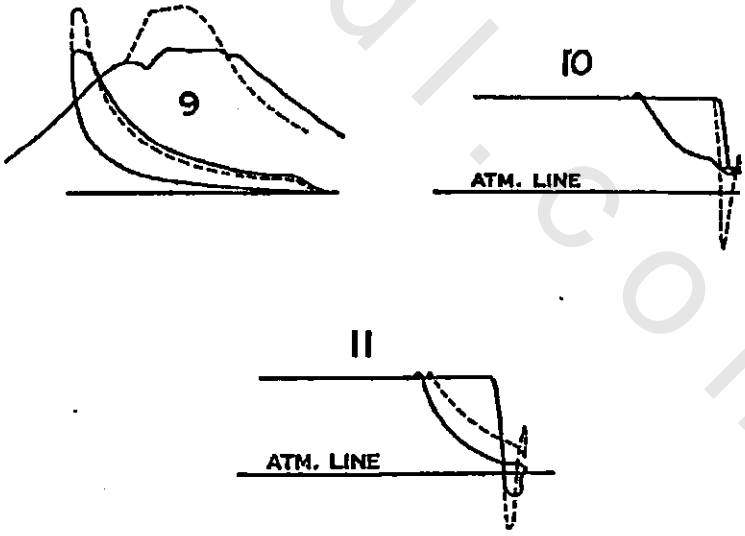

Figure 14-3 Two-stroke engine indicator cards

ومنحنى الزمبرك منخفض الضغط فى الكارت رقم 10 والذى ربما يكون فى أعلى أو أسفل فى المحركات ثنائية الأشواط أحادية التأثير يوضح الكارت الطبيعى بالخطوط المنقوطة ، والكارت الحقيقى بالخطوط الكاملة وذلك فى حالة فتحات العادم وإنسدادها الجزئى بواسطة الكربون أو وجود مقاومة كبيرة جدًا فى نظام خروج العادم .

ويبين الكارت رقم 11 فقد فى هواء الكسح من الحتمل وجود تسريب فى بلوف شاحن الهواء أو عدم قفلها بطريقة سليمة .

14.17- الكروت البيانية للمحركات رباعية الأشواط Four-Stroke Engine Indicator Cards .

يبين شكل 4-14 الكروت البيانية الطبيعية فى رقم 12, 13 لمحرك رباعى الأشواط أحادى التأثير عند الحمل الكامل .

الشغل فى الكارت رقم 12 عند النقطة y يبين مكان إبتداء فتح بلف العادم فى الكارت المأخوذ عند سحب حبل المبين باليد وتبين النقطة x مكان إبتداء حقن الوقود فى أعلى نهاية شوط الإنضغاط .

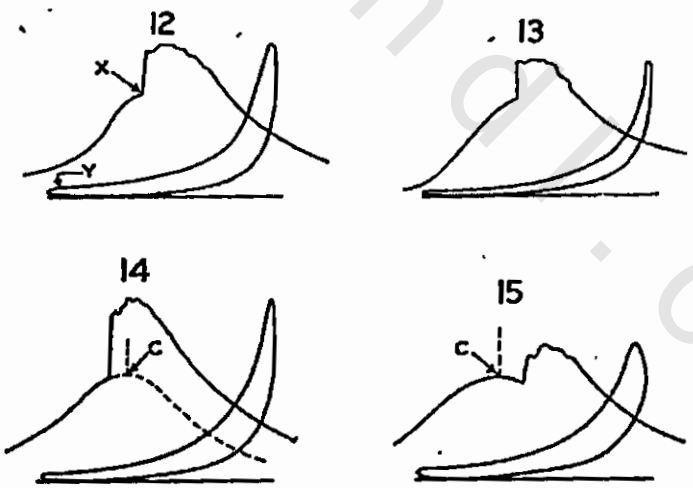

Figure 14-4 Four – stroke engine light spring cards

والكارت رقم 13 بين الكارت عند الحمل الخفيف .

ويبين المنحنى البيانى رقم 14 تأثير الحقن المبكر early Ignition ومن المحتمل أن يكون بسبب توقيت الحقن المبكر لطلمبة الوقود أو بتأثير زنبرك صمام الطرد لطلمبة حقن الوقود ، ضغط الوقود عالى جدًا ، المنحنى المنقوط فى منحنى الضغط يبين مكان الحريق قبل النقطة الميتة العليا C .

ويبين الكارت رقم 15 تأثير الحقن المتأخر Late Ignition وأقصى ضغط منخفض جدًا ، ويبين الكارت وجود الحريق بعد النقطة الميتة العليا C وربما يكون توقيت حقن الوقود متأخرًا جدًا أو وجود عيب فى فلتر الوقود أو بلوف صمامات الوقود .

ويوضح شكل 5-14 منحنيات الزنبرك الخفيف فى المنحنى رقم , 17 , 18 , 19 16 ، وفى المنحنى 16 حيث أن منحنى القدرة مأخوذ بواسطة الزنبرك الخفيف للمبين بمقياس 12 ملليمتر = 1 كيلوجرام /السنتيمتر المربع ، وتبين النقطة A خط ضغط سحب الهواء ، النقطة B خط الإنضغاط ، النقطة C خط التمدد ، والنقطة D خط ضغط غاز العادم ، ويفتح صمام العادم عند النقطة E ، ويمثل الضغط الجوى خط منقوط .

وفى الكارت 17 يفتح صمام العادم متأخرًا جدًا ويقفل فى الحال ويكون خلوص الكامة كبيرًا جدًا .

وفى الكارت رقم 18 تكون مقاومة غازات العادم عالية جدًا عند الهروب ربما بسبب إعاقة لغاز العادم الخارج من الإسطوانة .

وفى الكارت رقم 19 وجود إعاقة كبيرة جدًا عند دخول هواء السحب للإسطوانة ربما يكون نتيجة إعاقة فى مصفاة الهواء أو صغر فتحة صمام الحر أو خلوص الكامة ربما يكون كبيرًا جدًا .

حجم الهواء فى الإسطوانة يساوى V ويكون أقل بالقيمة S عند وصول الكبس إلى ما قبل نقطة الضغط الجوى ، ويبين الخط الرأسى المنقوط مكان خط الإنضغاط C عندما يتقاطع مع خط الهواء الجوى المنقوط .

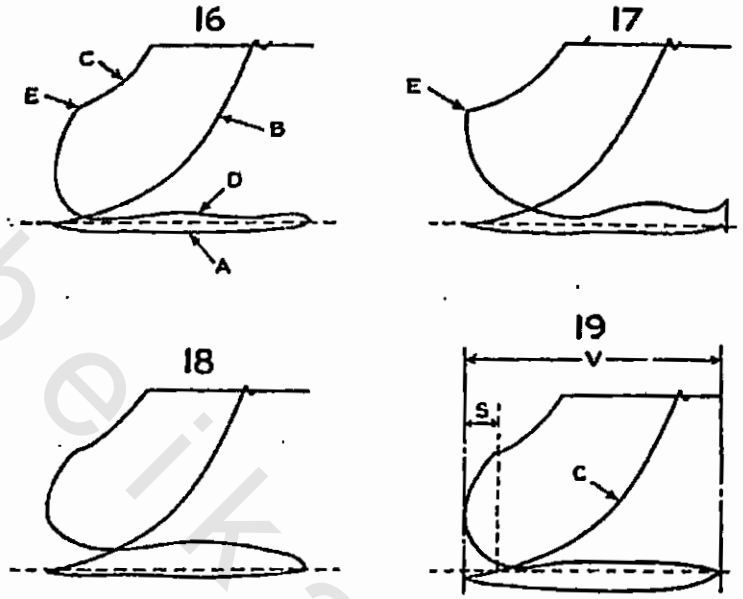

Figure 14-5 Four – stroke engine Light spring cards

وفى شكل 6-14 الكارت رقم 20, 21 تبين الشعل الطبيعى لمنحنيات الحمل الحقيقى لمحرك رباعى الأشواط أحادى التأثير مع شاحن جبرى، وفى الكارت رقم 20 يكون الضغط المتوسط البيانى حوالى 9.1 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع ، وإرتفاع ضغط الحريق حوالى 46 ملليمتر ، وإرتفاع ضغط الإنضغاط حوالى 35 ملليمتر .

وفى الكارت 21 يكون الضغط المتوسط البيانى حوالى 4.5 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع وإرتفاع ضغط الحريق حوالى 39 ملليمتر ، وإرتفاع وضغط الإنضغاط حوالى 30 ملليمتر ، والرسم البيانى لزنبرك خفيف ومقياس الضغط 45 ملليمتر = 1 كيلوجرام / السنتيمتر المربع ، وموضحًا فى الكرت 22, 23 حيث أن النقطة A هى شوط سحب الهواء ، والنقطة B شوط الإنضغاط ، والنقطة C هى بدية شوط العادم . وخط العادم C يختلف فى الرسم البيانى للإثنين ويعتمد على عدد الإسطوانات وطول مواسير عادم المحرك وكل من الإثنين طبيعى .

والكارت رقم 24, 25 هى نفسها فى المحرك رباعى الأشواط أحادى التأثير وشحن الهواء من أسفل المكبس ، والرسم البينى 24 فى حالة الحمل الزائد مع متوسط ضغط بيانى حوالى 10.5 كيلوجرام / السنتيمتر المربع ، وضغط

إنضغاط عالى يصل إلى 35.5 ملليمتر ، وإرتفاع ضغط الحريق يصل إلى 45 ملليمتر .

كارت الرسم البيانى العادى والخفيف لهذا المحرك يكون هو نفسه كما فى عادم محركات الشحن الجبرى .

والرسم البيانى رقم 25 هو لزنبرك خفيف مقياسه 20 ملليمتر = 1 كيلوجرام / السنتيمتر المربع لشحن جبرى أسفل المكبس ، وفيه النقطة A تمثل خط سحب الهواء ، النقطة B خط ضغط الإنضغاط ، والنقطة C خط العادم ، وفى هذا النوع من الشحن الجبرى للمحركات يوجد به هبوط للخط A (إذا ما قورن بالرسم البيانى رقم 22) فإن الضغط فى البداية يكون أعلى عن الضغط الجوى بمقدار 0.25 كيلوجرام قوة/ السنتيمتر المربع .

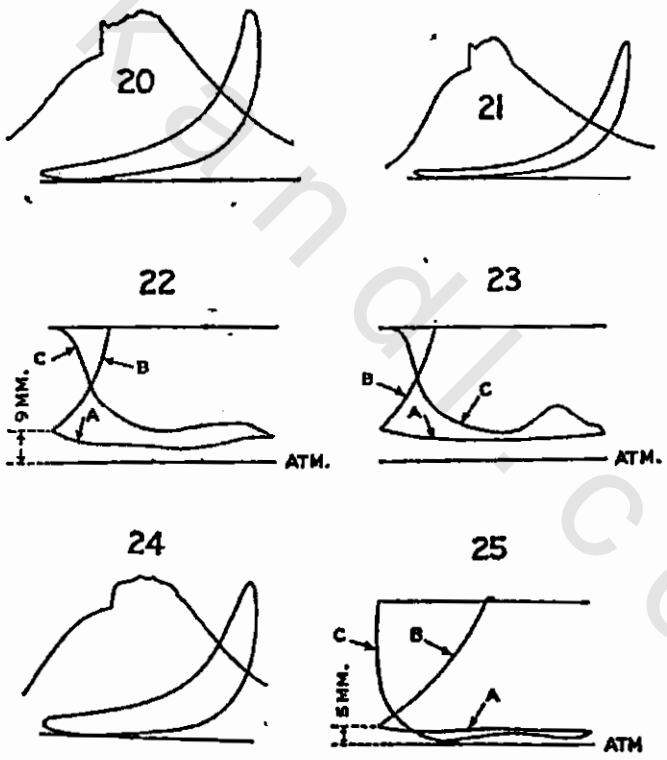

Figure 14-6 Four – stroke engine indicator cards

14-18- الضغط المتوسط البيانى Mean Indicated Pressure :

إذا كان هناك شك فى كارت الرسم البيانى أنظر إلى الضغط المتوسط السليم فى حالة أن يكون مبين الكارت البيانى يعمل بحالة مرضية ، ويكون واضح فى أول لحظة ويعتمد على درجة الحرارة المبينة فى الثرموستات الحرارى للوحدة ، وللمساعدة فى إزالة الشك يجب مراعات أن درجة حرارة عادم الإسطوانة يجب أن يقارن بالإسطوانات الأخرى ، ويجب أن يكون جهاز قياس الحرارة هو نفس النوع لجميع الإسطوانات وفى هذه الحالة يمكن المقارنة بين الكروت البيانية .

وأى إسطوانة يظهر فيها متوسط الضغط البيانى منخفض مع وجود درجة حرارة عالية عادة ما يكون التفسير وجود قصور فى هواء الشحن وربما يحدث هذا نتيجة إنسداد فتحات الهواء أو كسر شنابر المكبس .

14.19- الإصلاح والصيانة : Overhauling And Maintenance :

14.19a- إصلاح مجموعة التشغيل .

صيانة مجموعة التشغيل منها أوناش غرفة المحركات وهى من المسائل المهمة الحقيقية والإستعجال فى الصيانة لها مطلوب ومتفق عليها بدرجة عالية من أعمال الأمان ، وهذه الأوناش مصممة حسب أحجام وأوزان أجزاء المحرك كل على حده وتعمل على رفع الأجزاء وتداولها بسهولة ويسر حيث يكون عندها المقدرة برفع المكبس الرئيسى وأذرع التوصيل والإسطوانة وأيضاً عمود المرفق بإستقامة رأسية ونقله من مكان لآخر .

14.19b- صيانة المكبس . Piston Maintenance :

المكبس وشنابر مكبس المحركات الجزعية . ترتبط حالة الشنابر بحالة معدن وتصميم الإسطوانة وفى حالة تصميم وتصنيع شنابر المكبس يراعى أن يكون الإحتكاك والبرى أقل ما يمكن ، وعند تجهز الإسطوانة يراعى فى معدن الإسطوانة أن يكون ذات مسامية للإحتفاظ بطبقة رقيقة من زيت التزييت على سطح الإسطوانة ليساعد على التزييت الذاتى .

يتم حل جميع ملحقات رأس الإسطوانة وجميع المواسير الموصلة لها ، حل جميع صواميل الرباط مع وضع علامات عليها وعلى رأس الإسطوانة ، يتم رفع رأس الإسطوانة وفى نفس الوقت يتم حل أبواب صندوق المرفق ، يتم سحب تيل صامولة مسمار رباط النهاية الكبرى يتم وضع علامات على كل من الصواميل والنصف العلوى لكرسى ذراع التوصيل ثم حل الصواميل ، يتم وضع ركبة عمود المرفق فى الوضع الرأسى لأعلى وسحب النصف الأسفل للنهاية الكبرى

مع السبيكة ، يتم تعليق المكبس من أعلى ورفعه رأسيا مع مراعات رفع السبيكة العلوية ، يتم وضع المكبس وذراع التوصيل فى الوضع المخصص له ، يتم فحصهما بالعين المجردة ، ترفع جميع الشنابر بالزرجينة الخاصة لها ، ينظف المكبس وجميع الشنابر وتوضع الشنابر فى الإسطوانة من الداخل ويتم قياس الخلوص بين حافتى الشنبر ويكون من 0.3 إلى 0.4% من قطر الإسطوانة فى المحركات ذات الأقطار حتى 400 ملليمتر ومن 0.1 إلى 1% للأقطار الكبيرة عن 600mm ، تنظف مجارى المكبس جيدًا ويقاس إرتفاعها ويوضع الشنبر بداخلها ويؤخذ الخلوص Vertical clearance بالفلر ويصل حوالى من 0.165 إلى 0.2mm للشنبر العلوى للأقطار حتى 400mm و من 0.08mm ، 0.2 mm للشنبر العلوى والشنابر الأخرى 0.4mm للأقطار الكبيرة عن 600mm ، يتم الإعتناء بشنابر الزيت ونظافتها ، يجب مراعات وضع الحافة المشطوفة لشنبر الزيت إلى الإتجاه الأسفل وذلك لكشط الزيت إلى صندوق المرفق ، أما الشفة العليا تشطف بميل طفيف للداخل حتى يتثنى لها تجميع الزيت وتوزيعه بانتظام على جدران الإسطوانة ، يتم فحص صندوق المرفق بالعين المجردة مع عمل إختبار طرقى لجميع صواميل الرباط الخاصة بتثبيت كتلة الإسطوانة مع فرش المحرك وكذلك صواميل رباط الكراسى الثابتة والمتحركة ، إختبار صمام هروب الضغط Relieve Valve الموجود على أبواب صندوق المرفق للتأكد من أنها تعمل جيدًا ، أخذ مقاسات قطر الإسطوانة الداخلى بواسطة الميكروميتر لمعرفة البرى ومعدل البرى يختلف تبعا لظروف التشغيل ويمكن القول أن معدل البرى المقبول هو 0.1mm لكل 1000 ساعة تشغيل ويزيد.هذا المعدل إذا عمل المحرك لمدد أطول على الحمل الزائد أو الوقود الثقيل ، أقصى تآكل مسموح به يجب ألا يزيد عن 0.7% من القطر الأصلى ، يتم تجميع جميع الأجزاء بعكس خطوات الحل السابق للجزء الذى تم حله فى الآخر يتم تركيبه أولا مع مراعات قوة الرباط الموصى بها من قبل الصناع أو العلامات الموضوعة من قبل .

14.19c- جلبة الإسطوانة وحيز التبريد Cylinder Liner and Jackets .

قبل سحب المكبس وملحقاته من داخل الإسطوانة يجب مراعات نظافة حيز غرفة الإحتراق من الرواسب الكربونية .

بعد سحب المكبس لخارج الإسطوانة يتم نظافة فتحات دخول الهواء من الزيوت والكربون وجميع الشوائب العالقة ، حيز تبريد الإسطوانة مجهز بأبواب كشف للكشف على نظافته كل 6 شهور ، يتم تحرير جلبة الإسطوانة من وصلات

التزييت ، يتم تعليق جلبة الإسطوانة وسحبها من داخل كتلة الإسطوانات رأسيًا ، يجب وضعها فى مكان واضح ونظافتها من الخارج من الأملاح والشوائب العالقة ، الكشف على مجارى الزيت وكذلك حلقات الكاوتش المانعة للمياه ويتم تغيرها إذا تطلب الأمر ،يتم الكشف على Metal Ring الموجود بين جلبة الإسطوانة وكتلة الإسطوانات ونظافة الأسطح الملاصقة به .

14-19d- صمام حقن الوقود Injection Valve .

فائدة صمام حقن الوقود: يعمل صمام حقن الوقود على تذرير وقود الديزل ليسهل إختلاطه بطبقات الهواء المضغوط وكذلك إختراقها لأقصى مسافة ممكنة فى غرفة الإحتراق ويساعد هذا على عملية الإحتراق الكامل للوقود .

ولكى نحصل على هذه المتطلبات يجب ضغط وقود الديزل ضغطاً عاليًا بواسطة طلمبة الوقود وفونية يتوافر بها ميل الأخرام وأقطارتكون مصممة بطرق مناسبة وذلك لتتناسب مع عملها وفى الوقت نفسه يراعى عدم إرتطام الوقود بجدران الإسطوانة .

ويختلف صمام الوقود باختلاف أنواع المحركات ، وعادة ما تستخدم المحركات ثنائية الأشواط عدد إثنين من صمامات حقن الوقود .

وعادة من الناحية العملية فإن الفونية وإبرة الفونية قواعدهما مستوية ما عدا المحركات الصغيرة تكون على شكل مخروطى .

وفى بعض المحركات يتم تبريد صمامات الوقود بنظام دوائر تبريد منفصلة ، ويجهز صمام حقن الوقود بدليل ببلف كروى وذلك لإخراج الهواء وتحضيره للعمل وعادة ما يكون هذا الدليل محكم ، لايوجد أى صمام أو صمام رجاع على ماسورة الضغط العالى ومن الضرورى الا يوجد تسريب من هذه الوصلات وخلافًا لذلك فإن صمام الوقود قد لا يعمل جيدًا .

يجب تحضين Lapping سطح الفونية على سطح بدن الرشاش جيدًا وكذلك قاعدة الفونية مع قاعدة إبرة الفونية . وفى نفس الوقت يتم إختبار الإبرة داخل دليلها وذلك بغسلهم بوقود الديزل ووضع الإبرة بداخل الدليل ووضعها بميل 45 درجه لأسفل مع ملاحظة إنزلاق الإبرة ببطئ إلى الخارج .

يجب نظافة أخرام فونية الرشاش وتجميع أجزاء الرشاش جيدًا مع عدم السماح بتسريب الوقود من أى من هذه الأجزاء .

فونية صمام حقن الوقود تصنع من جزئين ما عدا فونية المحركات الصغيرة تصنع من قطعة واحدة ، والفونية التى تتكون من جزئين يوجد بالجزء الأسفل أخرام التذريروالجزء الأعلى يعمل كدليل للإبرة ذات السطح المستوى ويجب

عمل تحضين جيد بين الإبرة والفونية وكذلك دليل الإبرة ، وتربط الأجزاء الثلاثة تربيطاً جيدًا .
ويوجد فى دليل الإبرة ثقوب محورية لدخول الوقود وكذلك ثقبين يمر فيهما وقود الديزل للتبريد فى حالة عدم تبريدها بواسطة دائرة خارجية ، ويجب العناية بعدم كسر الدليل عند التربيط .
وتوجد سستة صمام حقن الوقود بالجزء العلوى الداخلى من البدن ويوجد دليل أعلى الإبرة لنقل ضغط السستة إلى صمام الوقود وعن طريق هذه السستة يتم ضبط ضغط صمام الوقود على طلمبة الإختبار وبذلك يمكن معرفة الضغط والتذرير من عدمه .

14.19e- فحص صمام حقن الوقود Fuel Valve Examination :
بعد حل أجزاء صمام الوقود يجب غسله جيدًا بالسولار وتركه فى مكان دافئ لتجفيفه وعدم إستعمال أى شيئ لتجفيفه خاصة الأقمشة وذلك لعدم زيادة الإحتكاك بين أجزائه وإنسداد أخرام الفونية .
وفى رحلة السفينة الأولى يجب حل فلتر صمام الوقود ونظافته لعدة مرات حتى ولو كان الرشاش يعمل جيدًا ويجب نظافة صمام حقن الوقود من الخارج وخاصة الفونية وإختباره فى مدة من 6 إلى 8 أسابيع ، وعند حل فونية الرشاش يجب العناية بعدم تلف إبرة الفونيه أو قاعدة الإبرة والأسطح ، يجب نظافة أخرام الإبرة بواسطة سلك صلب رفيع خاص بها ، وأى تنقير او تلف لسطح الفونيه أوأسطح جسم الرشاش العاملة يجب التخلص منها ولا تستخدم مطلقاً .
يمنع منعًا باتًا عدم تغيير إبرة الفونيه وعند الحاجة تنظف ويعمل لها تحضين مع قاعدتها جيدًا ، وعند ضبط ضغط الرشاش بواسطة طلمبة الإختبار يجب إتباع توصيات المصنع لعدم تلف سستة الرشاش ، وكذلك عند إنخفاض ضغط الرشاش إلى حوالى 75% يعمل ذلك على الإضرار بالحريق وفى هذه الحالة سوف تشاهد إنخفاض الضغط الأقصى للكرت .
يجب إختبار صمام حقن الوقود عند رفعه من المحرك مباشرة وملاحظة عيوبه ، وبعد ذلك يتم النظافة حول أخرام الفونية وغسله من الخارج والعمل على ضبطه مرة أخرى ، وذلك بخفض أو رفع مسمار الضبط حسب ما هو مطلوب وتثبيت وضعه بواسطة صامولة الزنق .

14.19f- إختبار صمام حقن الوقود Fuel Valve Testing :

عند إختبار ضغط صمام حقن الوقود يتم توصيله بطلمبة الإختبار بواسطة ماسورة صلب ضغط عالى ويضغط وقود الديزل عدة مرات لأخذ الهواء من الرشاش عن طريق دليل أخذ الهواء ويقفل ، وبضغط وقود الديزل يجب مراقبة الضغط بواسطة عداد الضغط المركب على طلمبة الإختبار عند عمل الرشاش ، ويجب مطابقة الضغط مع ضغط تعليمات المصنع ، وبتحريك مسمار الضبط إلى أعلى أو إلى أسفل يمكن ضبط الرشاش على القيمة المطلوبة .

وبتحريك يد الطلمبة يبدأ ضغط وقود الديزل فى حيز الفونية فى الإرتفاع ويضغط على المخروطى الثانى للإبرة فترتفع الإبرة ضد ضغط السستة ويجب تحريك مسمار الضبط حتى الوصول إلى الضغط المطلوب والتذرير الجيد ثم يتم ربط صامولة الزنق وإذا لوحظ أن الفونية مبتلة من أسفل يجب تنظيفها وإعادة ضغط الوقود إلى أقل من ضغط التشغيل بحوالى 10 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع ويجب ملاحظة ثبوت الضغط لدقائق قليلة وعندما لا يوجد وقود على الفونية يدل ذلك على أن إبرة الرشاش محكمة وعند ملاحظة وجود نقط من وقود الديزل على الفونية أو تسييل يجب حل أجزاء صمام الوقود وعمل تطبيع للإبرة على قاعدتها ، وإذا ما لوحظ إرتفاع درجة الحرارة لماسورة الضغط العالى مع عدم تسييل للرشاش ربما يوجد إنسداد فى ثقوب الفونية أو إتساخ فلتر صمام الوقود أو صغر شوط الإبرة ، يجب تسجيل جميع الأعمال والمشاهد التى تمت لصمامات حقن الوقود العاملة والإحتياطية للمحافظة على حالتها السليمة .

14.19g- طلمبة حقن الوقود Fuel Injection Pump :

الصمام الوحيد فى خط الوقود هو الصمام الغير رجاع لطلمبة الوقود ولذلك فإن الحجم بين أعلى كباس طلمبة حقن الوقود والصمام الغير رجاع كبيرًا نسبيًا ، وكفاءة سحب الوقود الداخل يعتمد على التخلخل الموجود خلال شوط نزول الكباس ، وعندما تبدأ حافة الكباس العلوية فى الكشف عن فتحات دخول الوقود يندفع الوقود ليملئ حيز الإسطوانة ولو أن بعض الهواء تسرب إلى الحيز خلال فترة التخلخل من أى من وصلات الدائرة سوف تنخفض كمية الوقود الداخلة إلى طلمبة الوقود ، وفى خلال شوط الكباس إلى أعلى سوف ينضغط الهواء قبل ضغط الوقود إلى حيز غرفة الإشتعال ، ولو أن الهواء المتسرب إلى طلمبة الوقود كبيرًا نسبيًا سوف لا تنجح طلمبة الوقود فى عملها وسوف يتوقف الصمام الرجاع عن العمل .

كما أن الدائرة لا يمكن أن تتخلص من الهواء ذاتيًا ، ولو لأى سبب تم قفل بلف الوقود قبل طلمبة الوقود يجب تعليقها لمنع تشغيل كباس طلمبة الوقود بدون وقود مما يسبب قفش الكباس ، ويجب فتح دليل صمام الحقن العلوى the priming V.V لطرد الهواء المتجمع فى الدائرة وداخل صمام الوقود ، ولو أن كباس طلمبة حقن الوقود توقف فجأة بسبب القفش من الطبيعى أن يتوقف دفع الوقود إلى صمام الوقود ويجب فى هذه الحالة تغيير طلمبة الوقود .

بعد حل طلمبة الوقود وعمل الصيانة لها يجب التأكد من مسافة شوط الكباس وذلك من خلال جدّ أول ضبط المصنع للمحرك .

حينئذن يتطلب ضبط طول ذراع طلمبة الوقود وضبط وضع الإيقاف على الجريدة المسننة والمؤشر الخاص بها والذى يشير إلى مقياس الدرجات ، وعند تشغيل المحرك يجب مراقبته بواسطة المقارنة بين إرتفاع مساحة الكروت البيانية ودرجة حرارة العادم للإسطوانات الأخرى .

14.19h- طلمبة تغذيت الوقود Feed Pump :

عادة ما تقع طلمبة تغذية الوقود بين تنك الخدمة اليومى وطلمبة حقن الوقود وفى أغلب الأحيان تدار بواسطة المحرك الرئيسى مباشرة أو بوسيلة كهربائية ويركب عليها صمام تحويل By Bass Valve يفتح عند ضغط 2.5 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع وهذه الطلمبة ترسية وعند إدارتها يجب التأكد من فتح بلف السحب والطرد وعدم وجود هواء فى الدائرة قبل بدء حركة المحرك والوقود الراجع من صمام التحويل يرجع إلى تنك الخدمة اليومى وعادة ما تركب طلمبة التغذيه فى مقدمة المحرك ، ويوضع فلتر للوقود قبل طلمبة التغذيه مباشرة وفى جميع الأحوال فإنه من الممكن نظافة فلتر الوقود دوريًا ويجب أن تحافظ الطلمبة على ضغط تشغيل حوالى 2 كيلوجرام قوة / السنتيمتر المربع ويتم ضبطه بواسطة صمام التحويل .

14.19i- كامة الوقود Fuel Cam :

عادة ماتتكون كامة الوقود من كامتين رئيسيتين محدبتين أحدهما للسير للأمام والأخرى للخلف ومركبتين على عمود للكامات بواسطة مشقبية بالكامة وخابور إسفينى وتربط بمسامير قلووظ ، وعلى فرشة المصنع يتم تحديد وضع الكامة للحصول على حريق جيد ، وبعد الإنتهاء من الإختبار يجب الرباط الجيد للكامة لعدم إنزلاقها عند التشغيل ، توضع وردة الزنق لمنع الصامولة من الحل .

لضبط كامة الوقود يجب حل صواميل التثبيت ووردة الإحكام Locking Washer ثم رفع الخابور الإسفينى الموجود بجانب كامة السير للأمام أو جانب السير للخلف أو الجانبين معًا ويعتمد ذلك على الكامة المطلوب ضبطها ، ويتم تحريك الكامة فى وضع يتناسب مع وضع المكبس الرئيسى فى أعلى نقطة حينئذن يتم تثبيت الخابور الإسفينى ووضع ورد الزنق فى مكانها الطبيعى وإعادة ربط الكامة .

1419j- خلوصات المحامل Bearing Clearance :

يجب أن يتم إختبار خلوص كراسى النهايات الكبرى والصغرى لذراع التوصيل كل ستة أشهر ، وفى نهاية الرحلات الطويلة يجب عمل إختبار طرقى لجميع الصواميل داخل صندوق المرفق والتأكد من رباطها جيدًا . ويتم إختبار خلوص الكراسى الرئيسية مرة كل سنة ويتم معرفة التآكل بمقارنتها بنتائج القراءات السابقة لإنحراف عمود المرفق .

14.19k- توقيت حقن زيت تزييت الإسطوانة :

الفرق بين التوقيت الحقيقى لكباسات بطاريات تزييت الإسطوانات – ولقد تم إنجاز هذا – وحقن زيت التزييت الغير محدد يكون إنعكاسا لمعدلات البرى لقميص الإسطوانة وتكون ترسيبات مواد كربونية على فتحات شحن الهواء ، وحوادث حريق حيز الهواء ، والوقت السليم لحقن زيت التزييت للإسطوانة عندما يتحرك المكبس ببطئ شديد يتناسب مع الحركة الزاوية لعمود المرفق ، ويحدث هذا عندما يترك المكبس النقطة الميتة العليا T. D. C .

وبالقرب من النقطة الميتة العليا يكون ضغط الغاز كبيرًا جدًاعن ضغط حقن طلمبة الزيت وبانخفاض المكبس لأسفل فإن ضغط الغاز ينخفض خلف شنابر المكبس مما يساعد كباس بطاريات زيت التزييت من دفع زيت التزييت لداخل الإسطوانة ، ومن هنا يفضل نهاية شوط الهبوط للنقطة الميتة السفلى وهذه المنطقة من الناحية العملية هى الأحسن لهذا الغرض ، وبسبب عدم تحديد ميعاد الحقن فإن كثيرًا من مصممى المحركات لم يحاولواعمل توقيت لكباسات بطاريات الزيت ، وفى المحركات رباعية الأشواط أحادية التأثير والمحركات ذات الرأس المنزلقة فإنة من الممكن أن نحصل على ميعاد حقن للإسطوانة عندما يصل كباس طلمبة الزيت إلى النقطة التى يكون فيها وضع عمود المرفق حوالى 30 درجة قبل النقطة الميتة السفلى ، وتبين الخبرة عند الدوران الطبيعى للمحرك عند عدد اللفات من 110 لفة / دقيقة إلى 120 لفة / دقيقة أنه يوجد تأخير زمنى

فى توقيت حركة الكباس وحقن الزيت تقريبًا يكون حوالى 20 درجة من زوايا عمود المرفق بمعنى يتم حقن الزيت كاملا فى نفس الوقت الذى يصل فيه المكبس الرئيسى إلى حوالى 10 درجات من زوايا عمود المرفق بعد النقطة الميتة السفلى ، وفى بعض الحالات فى المحركات رباعية الأشواط والتى تعمل عند عدد لفات 135 لفة / دقيقة يكون حقن الزيت بعد النقطة الميتة السفلى بحوالى 30 درجه من زوايا عمود المرفق .

وفى حالات السفن التى تعمل فى أجواء دافئة وتنتقل إلى أجواء باردة وبالعكس دائما ماتحتاج ضبط كمية الزيت المحقون بسبب إختلاف لزوجة الزيت والتى تتأثر بتغيير درجة الحرارة المحيطة ، ويوجد على الدائرة بلف غير رجاع يوضع على ماسورة الطرد ويجب أن يكون بالقرب من إسطوانة كباس طلمبة الزيت ليساعد على تحريك الزيت فى الوقت المناسب وعدم رجوعه عكسيًا .

14.20- تفاصيل فحص المحرك Inspection of Engine Details .

المفردات المذكورة أدناه الغرض منها فقط توجيهات عامة تتناسب مع جميع المحركات ويتم إمدادها بواسطة مصممى المحركات .

بعد فترة 6 إسابيع :

صمام حقن الوقود : يتم رفعه من المحرك ونظافته بوقود الديزل وخاصة حول أخرام الفونية وتسليك الأخرام بسلك خاص ومورد من قبل الصناع ، يتم إختبار اسطح التحضين وذلك بتعليق الرشاش على طلمبة الإختبار وإذا وجد أن حالته جيدة يتم تركيبه فى المحرك مرة ثانية .

بعد فترة شهر : ألكشف على شنابر المكبس فى المحركات ثنائية الأشواط والتى تستخدم فتحات الشحن إذا أمكن ، وفى الستة أشهر الأولى إذا إستمرت الحالة مرضية يمكن مد الفترة إلى ستة أشهر .

بعد فترة 6 اشهر : فى المحركات مضادة المكابس .

المكبس العلوى : إذا كان المكبس من النوع الذى يتم تبريده يتم الكشف على الترسبات الكربونية لحيز التبريد وكذلك مواسير التبريد .

حيز مواسير العادم والهواء : ألكشف على الترسيبات الكربونية وكذلك عند ملاحظة إرتفاع الضغط الخلفى لغازات العادم فى الكارت البيانى .

قميص الإسطوانة : بعد حل رأس الإسطوانات يتم الكشف على الإسطوانة مع إزالة جميع الرواسب الكربونية من غرفة الإشتعال ، يتم قياس البرى للإسطوانة

والتأكد من أن مدى البرى فى المسموح به ولا يزيد عن 0.7% من القطر ، وإذا زاد عن ذلك يتم تغيير الإسطوانة .

تجهيزات تبريد المكبس : يتم فحصها جميعًا .

مبردات المياه العذبة :يتم الكشف على حيز المياه العذبة .

أذرع التوصيل : يتم أخذ خلوصات كل من كراسى النهايات الكبرى وجلبة بنز المكبس .

صمامات هواء بدء الحركة : يتم حل أجزاؤها ونظافتها وإختبارها ويتم تحريك أعمدة الصمامات مرتين كل أسبوع .

بعد فترة 12 شهر: يجب إختبار جميع الوصلات والأذرع والأعمدة لمجموعة تشغيل جهاز المناورة وتزيتها .

مجموعة تشغيل الحاكم : يجب إختبار الحاكم Governor مع حرية حركة أجزائه ووصلات التشغيل الخاصة به .

عمود المرفق : يتم أخذ إنحراف عمود المرفق Crankshaft deflection بواسطة جهاز الإنحراف Deflection Gauge وضبط إستقامة عمود المرفق إذا تطلب الأمر ، يتم نظافة مجارى الزيت من الرواسب .

الكراسى الرئيسية لعمود المرفق :تؤخذ الخلوصات ويقاس الهبوط بواسطة جهاز Bridge Gauge نتيجة البرى وتسجل قراءآته .

كرسى الدفع :يتم الكشف عليه وأخذ خلوصاته .

زجاجة الهواء وجميع مواسير هواء بدء الحركة :

يتم نظافتها وتصفيتها من المياه وعدم تسرب الهواء من أى من وصلاتها .

ملحوظة : دائرة زيت التزييت يتم نظافتها من الرواسب والكشف على أى تسريب بها وهذا الكشف يتم على فترات متكررة ومناسبة .

طلمبة الوقود : تختبر ويتم ضبط ضغوطها .

صمام بدء الحركة الأوتوماتى : يتم تحريكه من حين لآخر .

المكابس : تختبر لمعرفة الشروخات .