الباب العاشر

زيوت التزييت lubricating oils

10- مقدمة .

زيادة الكفاءة الحرارية هى من التحسينات المهمة لمحركات الديزل فى الآونة الأخيرة كذلك الإقتصاد فى إستهلاك الوقود ومقدرة الوقود الثقيل على الحريق ويعمل هذا على التطور العظيم للمحركات بطيئة السرعة ذو الراس المنزلقة والمحركات الجذعية متوسطة وعالية السرعة عند تصميمها فى العشرين عام الماضية وأيضًا التقدم فى الأداء الجيد على مدى العمر .

ومن المتوقع إستغلال ضغوط الحريق العالية وخصائص الحريق الجيد . مما سبق نجد أنه يوجد تحدى مستمر لقوانين زيوت التزييت مع وجود الضغوط العالية ، والحرارة تعمل على صعوبة تحسين الطبقة الرقيقة للزيت oil film بين الأسطح المتحركة والخلوص البسيط الذى يصل إلى $o.1_{mm}$ وطول الشوط (والإتجاه إلى تصميمات أخرى) يؤدى إلى المشاكل .

والأجيال الحديثة من المحركات يعتمد نجاحها على نوع الزيت المستخدم . والزيوت تكون مركبة من الزيوت الرئيسية والإضافات الكيمائية .

ويتم توريد الزيوت الرئيسية من معامل تكرير زيوت معينة من الخام وبخواص متمثلة فى إتزان الزيت عند درجات الحرارة العالية وتعتمد اللزوجة على نوع الخام الطبيعى وعملية الإنتاج .

إما أن تكون تحسينات للخواص الأساسية لزيوت جديدة تحت التصنيف ، أو زيوت بحرية بها أنواع كثيرة من الإضافات وإسخداماتها كالآتى:

- تستخدم الإضافات مثل المشتتات والمطهرات لنظافة المحركات ويكون معظم التأثير بالمطهرات فى المساحات الساخنة مثل المكبس حيث أنها تقوم بتدمير الكربون المترسب وتمنع تكوينه ، وكذلك المشتتات التى تحافظ على الجزيئات (مثل بقايا الحريق) العالقة فى الزيت ليتم التخلص منها عن طريق الفلاتر أو فواصل الزيوت .
- وتسهم الإضافات لمقاومة البرى والضغوط العالية فى صيانة الزيت تحت جميع الظروف القاسية للبرى .
- الإضافات الخاصة لمقاومة تأكسد الزيت تعمل على تأخير المشاكل الفنية نتيجة الظواهر الحرارية وكذلك عند الضغوط العالية مع إطالة عمره .

ومن أشكال الإضافات إضافات مقاومة الرغوية ، ومقاومة التآكل ، ومقاومة الصدأ ، وعامل مقاومة التجمد .

وقد تصتدم قوانين البيئية بتركيبة الزيوت ، وتخفيض الكبريت المحتوى عليه الوقود ، والتأثير على مستوى الرقم القاعدى الكلى (TBN) ويسمى بالإتزان الجيد لإضافات المطهرات والمشتتات.

وتؤخذ قياسات تخفيض إنبعاثات NO_x من المحركات كما هو موجود فى تأخير حقن الوقود ، وحقن المياه للإسطوانة ومستحلب الوقود ونظام العامل المخفض المساعد selective catalytic reduction system (SCR) وأساسه عنصر الأمونيا .

وأيضًا النظر إلى فرض المطهرات ومقاومتها للتحلل ومواءمتها للتحضير، والإضافات تتكون من عدد من العناصر متنوعة الأداء.

وحصة واحدة من جزيئ كميائى لكل المطهرات يعمل على نظافة المحرك ، وإضافات أخرى لمعادلة نواتج الحريق ، وإمكانية تبادل رد الفعل الداخلى للمطهرات مع الآخر إما بالموجب أو السالب ، والتقليد المتبع لكفاءة زيوت التزييت يكون فى الإختيار الأمثل لأحسن الزيوت القاعدية والتى تتناسب مع الإضافات المختلفة لمهمة معينة .

وسواء كانت المحركات مصممة بنظام ثنائى أو رباعى الأشواط وتعمل بالوقود الحفيف أو الثقيل تكون مهمة زيوت التزييت واحدة وتعمل على الآتى:

- المساعدة على منع مرور الغاز بين كل من شنابر المكبس والإسطوانة .
- إستبعاد أو الإقلال من تلامس معدن شنابر المكبس مع المكبس والإسطوانة .
- العمل على تحمل زيت التزييت للضغوط الكبيرة مع نظام الإضافات القلوية.
- يعمل كوسيط لنقل مخلفات الحريق بعيدًا عن شنابر المكبس للإبقاء على حرية حركتها داخل مجارى المكبس .
- إنخفاض تراكم الرواسب على أسطح المكبس والإسطوانة .

والمهمة المثالية للزيت أن يؤدى جميع المهام الصعبة لكل المحركات وهى كاللآتى :

أولا : يكون هناك متطلبات مختلفة لزيت التزييت تعتمد على نوع المحرك أحادى أو ثنائي الأشواط ، مثل مكان الحقن داخل الإسطوانة ، والمعدل المناسب لتغذية زيت التزييت ونوع الوقود المستخدم .

ثانيا : فى أحوال كثيرة تكون المتطلبات مخالفة للواقع .

مثال ذلك من الضرورى خضوع اللزوجة العالية للزيوت للأحمال التى تعمل على مقاومة الزيت للإنتشار .

10.1- زيوت الإسطوانة Cylinder oils :

تفرض على تصميمات المحركات الحديثة ذو السرعة البطيئة والرأس المنزلقة ضغوط كبيرة جدًا وذلك لإرتفاع الضغط المتوسط المؤثر ودرجة حرارة الإسطوانة العالية عن محركات الأجيال السابقة بالإضافة إلى المزج بين طول شوط المكبس وسرعة دوران المحرك والتى تعمل على تعرض الطبقة الرقيقة للزيت لدرجات الحرارة العالية لفترات طويلة من الوقت .

وتختلف تصميمات المحرك على حسب حالات التشغيل وتنوع الوقود على مستوى العالم بمعنى أنه وبأمانة لا يمكن وجود رتبة مثالية للزيت .

وفى الحالات الخاصة والمحدودة لزيوت التزييت الأخرى ربما يكون ذات أداء أفضل أو على الأقل متأثر بزيادة متساوية لزيوت الإسطوانة للمحركات ذات الرأس المنزلقة الحديثة وتتعادل مع أنواع الزيوت الرئيسية الجيدة مع مجموعة الإضافات التى تؤدى إلى مهام متنوعة من خلال الإسطوانة ويجب أن يكون المنتج بمقدار كافى وأن تكون اللزوجة مناسبة لدرجات حرارة التشغيل العالية .

ومع ذلك يكون مقدار الزيت كافى عند الإنتشار السريع على أسطح التشغيل .

ويجب أن يملك المعدن خواص جيدة للبلل ، وشكل مؤثر للإحكام بين شنابر المكبس والإسطوانة ، ويجب أن ينتج عنه إحتراق نظيف مع وجود مستوى قليل من الشوائب بقدر الإمكان .

وأدت المؤشرات لنتائج رحلة التجربة مع فحوصات لزيت التزييت إلى إستخدام .

10.2- نوع زيت الإسطوانة 70 BN / SAE 50 .

ويعتبر إختيار زيوت الإسطوانة طلبات خاصة لنوع من المشاكل المتعددة مثل إستخدام السفن لنوعية وقود عالى أو منخفض الكبريت بلا تغيير .

أنتجت شركة شل زيوت إسطوانة عالية TBN هو زيت Alexia 50 وزيت شل Alexia بتوليفة خاصة عند 100 TBN وذلك من أجل المحركات ذات السرعات البطيئة والتى تعمل تحت المعدلات العالية مع إستخدام وقود رديئ جدًا بنسبة كبريت عالية تصل إلى 3.5% .

ولقد تم كتابة تقرير عن زيت كاسترول البحرى كالتك 80 TBN لتزييت إسطوانة محرك ذو الرأس المنزلقة فى الخدمة وبرهن على أنه تم تخفيض مستوى البرى لكل من الإسطوانة وشنابر المكبس .

ولقد إنخفضت تكلفة الزيت نتيجة خفض إستهلاكه عن طريق خلطة بزيت عالى القلوية TBN وإكتساب خواص جيدة ضد البرى .

ولقد تم إنتاج زيت كالتيك AW 80 علم 2000 وثبتت مقاومته القوية ضد البرى والتلآكل بالإحتكاك مع مقاومته الكبيرة للإنهيار عند درجات الحرارة العالية ، وبإضافة خاصية AW تحمى المعادن من البرى وعدم الإنهيار عند الحالات القصوى للتشغيل نتيجة إحتكاك المعادن بعضها ببعض وتخفيض معدل البرى تحت حالات التشغيل العادية والقصوى وزيادة حد الأمان ضد التلآكل بالإحتكاك وتكفل هذه الخاصية أقل معدل تغذية لزيت التزييت وبالتالى تنخفض تكلفة الزيت على مدار السنة ، ويلاحظ نظافة منطقة مجارى شنابر المكبس وزيادة الحماية ضد التآكل بالبرى .

وبإنتاج زيت كالتيك 70 فى نفس الوقت تم إستبداله بالزيت البحرى كاسترول S/DZ 70 castrol وتوصف بأنها أكثر جودة من زيت الإسطوانة BN 70 مع الإستفادة بنفس مقاومة الإنهيار عند إرتفاع درجات الحرارة مثل زيت كالتيك AW 80 حيث أن الرقم القاعدى العالى يكون أقل خطورة .

وفى عام 1990 أجريت تجارب وأبحاث بواسطة شركة كاسترول البحرية تشمل بعض السفن عند تجربتها البحرية لزيوت منتجة وكان الرقم القاعدى الكلى يتراح بين TBN 30 , TBN 130 مع مراقبة أداء بطارية مزايت الإسطوانات تحت حالات مختلفة للتشغيل ولقد تم التقييم لزيت التزييت ذى الرقم القاعدى 130 TBN لمدة ثلاث أشهر فى محرك بطيئ السرعة لشركة سولزر sulzer طراز RLB 90 6 مركب على سفينة حاويات container ship وتعمل عند معدلآت قصوى بنسبة من 80 إلى % 90 والهدف من التجربة هو زيادة خبرة شركة كاسترول لزيوت التزييت ذات الرقم القاعدى العالى ، ومعرفة مدى التحسن فى التآكل والبرى الميكانيكى .

وكان تقييم زيت التزييت ذو الرقم القاعدى TBN 30 عند تجربته فى محرك ثنائى الأشواط ومركب على سفينة تعمل فى بحر البلطيق Baltic sea وتستخدم وقود نسبة الكبريت به قليلة وعند لزوجة CST 180 وكان الهدف الرئيسى تحديد العلاقة بين الحمضية والتلآكل بالبرى ونظافة وتطهير المكبس من الرواسب .

ويلآحظ أن إنتاج شركات Chevro / Texaco FAMM لزيوت التزييت التجارية للإسطوانة تكون تحت درجة 5 TBN SEA 70 وتم التنبيه على القائمين بالتشغيل أن يكونوا على دراية بالمنتجات المختلفة وكذلك إختلاف التحا ليل الكميا نية وتأثيرها على حماية الإسطوانة من التآكل والبرى.

وإختبارات وسلوك محرك Bolnes لمجموعة مختبرات R&D لسلسلة زيوت تزييت الإسطوانات SEA 50 TBN / 70 ومع التركيز على قياس التآكل (ومعامل البرى الشائع لمعظم المحركات بطيئة السرعة) والفرق الكبير يصل

إلى % 100 لأقصى برى للإسطوانة موجود ، وتوصى مجموعة FAMM أن يكون مقياس التآكل بالبرى مناسبًا لأقل رقم ويجب إتباع الآتى :
- عدم الإحتفاظ بدرجة حرارة الإسطوانة أقل من نقطة ندى حامض الكبريتيك.
- المحافظة على وجود نسبة من بخار الماء فى هواء الشحن فى المناطق الإستوائية ويراقب دائما نسبة بخار الماء فى هواء الشحن بإنتظام .
زيادة معدل تغذية مزايت زيت التزييت الكافى لعمل طبقة مناسبة من الزيت على سطح الإسطوانة مع زيادة القلوية المناسبة .
- تستخدم زيوت التزييت للحماية من التآكل بالبرى ، ويجب بذل الجهد من المتخصصين لضبط معدل التغذية لزيت التزييت بعناية مع عمل معايرة لجميع مزايت الإسطوانات بالنسب السليمة ، وأى إنحراف عن توصيات الصناع لمعدل التغذية من الممكن أن يسبب خطورة كبيرة بينما الإستهلاك العالى يسبب خسارة للربحية .
قامت شركة BP Marine بتحسين الأنرجول
Energol CLO 50m 70BN .
لزيوت الإسطوانات مع الوضع فى الإعتبار سعر التكلفة والقيمة المؤثرة لمستويات الأداء العالى ، ونتائج التشغيل المنخفض الذى ينتج عنه تخفيض التآكل بالبرى ، والتشغيل النظيف ، وإيجاد حد آمن لإعطاء معدلات منخفضة لتغذية زيت التزييت ، وإتساع الوقت بين مواعيد الصيانة والتحكم الجيد ضد التآكل بالإحتكاك .
والأجيال الجديدة لزيوت الإسطوانات من شركة Exxon Mobil ، Mobil Gard570 تتطلب الحماية القصوى من الإحتكاك والتآكل بالبرى عند التشغيل بدرجات الحرارة العالية والمفروضة بواسطة المحركات ثنائية الأشواط ويجب أن يتحمل الزيت الأحمال عند تخفيض لزوجته بالإضافة إلى طول شوط المكبس ، وقدرة الزيت للمقاومة عند درجة حرارة الإسطوانة القاسية والتآكل نتيجة حامض الكبريت.
والإضافات الجديدة والإتزان الحرارى الكبير واللزوجة المثالية لزيت (21 CST at 100 c^0) وتوزيع تغذية زيت الإسطوانات والمحافظة على طبقة الزيت film وحماية الشنابر والإسطوانة وكتابة التقارير بواسطة شركة Mobil عن زيت Mobil Gard 570 TBN 70 (لمستوى القلوية) بجانب النظافة تحت حالات التشغيل مع الوقود المحتوى على نسب أقل من % 5 to 0.5 كبريت .

10.3- أنواع برى الإسطوانة Types of Cylinder wear :

زيوت تزييت الإسطوانة هى المكون الجوهرى للتحكم فى برى الإسطوانة وشنابر المكبس فى المحركات بطيئة السرعة ذات الرأس المنزلقة Slide shoe ومعدلات البرى العالية تكون بسبب التآكل الكميائى نتيجة الصدأ corrosion ، والتآكل بالإحتكاك abrasive والإتصاق adhesive وتنتشر حالات البرى لكونها مفتاح التأثيرعلى نوع البرى .

وفى المحركات المصممة قديما يوضح Castrol Marine أن البرى يكون نتيجة الإحتكاك ولكن فى تصميمات المحركات الحديثة يحدث البرى نتيجة الإحتكاك الكبير .

وزيوت الإسطوانات التقليدية عالية القلوية تعمل على الحماية ضد تآكل البرى ويعتبر زيت التزييت 70 BN هو المعيار الصناعى لزيوت الإسطوانات لإرتفاع الرقم القاعدى للزيت ويكون عندها مقدرته على الأمان والحماية العالية والآداء العالى للمحرك وبالأخص عند إرتفاع درجة حرارة الإسطوانة ، وتصميم وبناء المحركات بكفاءة هندسية يقلل من التآكل بالبرى .

وأخيرًا فى عام 1990 تم تصميم وبناء إسطوانة تتحمل مقدار عالى من الحرارة بما يكفى لمنع التآكل بالبرى ، وبإستخدام زيت تزييت 70 BN غالبًا ما يكون معظمه إقتصاديًا بمعنى تغذية الإسطوانة بالزيت مع حمايتها ، وفى ذات مرة إرتفعت درجة حرارة الإسطوانة أكثر من $250c^0$ وكان آداء مزايت الإسطوانات قياسى وأصبح عند الحد الأعلى للحماية ولوحظ زيادة البرى لكل من الإسطوانة وشنابر المكبس ، وفى هذه الحالة يكون نوع البرى الإحتكاك الكبير نتيجة الإلتصاق ، مع أداء زيوت الإسطوانة التى تملك قابلية تخفيض التآكل لأقل ما يمكن ، وبالرغم من أن مشاكل التآكل بالبرى يمكن أن تستبعد كليًا ، ولكن البيانات المسجلة بواسطة إختبارات المحركات التى صممت بضغوط مرتفعة جدًا تشير إلى زيادة إحتمال التآكل كلما زادت نسبة الكبريت وتحويله إلى ثالث أكسيد الكبريت ولوكان هواء الشحن محمل بنسب كبيرة من بخار المياه حينئذن تتحد المياه بالكبريت مكونة أشكال من حامض الكبريتيك بكميات كافيه تؤدى إلى عملية التآكل .

والبرى بالإلتصاق أحياناً يؤدى إلى التآكل بالإحتكاك ويحدث هذا عندما يتلامس معدن شنابرالمكبس مع معدن الإسطوانة (معدن بمعدن) وعندما تتصل المعادن تكون النتيجة عمل لحام موضعى ويتم تشويه المعدن وكلما زادت مساحة الإتصال

زادت الأسطح الخشنة مع زيادة معدل البرى ، ومع الخبرة فإن الإحتمال الكبير فى حالة البرى بالإلتصاق تحدث خلال فترات التشغيل القاسية .
وأساس فصل المعادن هو وجود طبقة رقيقة من زيت التزييت (oil film) واللزوجة العالية وسمك طبقة الزيت ، ومع الخبرة فإن درجة حرارة الإسطوانة العالية فى المحركات الحديثة وفى مكان قريب من Top dead center TDC تنخفض درجة لزوجة زيت التزييت بحوالى 2cST ، وتكون النتيجة إنخفاض سمك طبقة زيت التزييت إلى واحد ميكرون أو أقل وحتى فى هذه الحالة لا ينتج التآكل بالبرى وعدم تغيير الأسطح إلى الأسطح الخشنة للإسطوانة وشنابر المكبس ، ويتاثر الحمل عند بداية البرى بالإلتصاق وخشونة الأسطح وإنخفاض قدرة المحرك ، والأسطح الخشنه تتطلب طبقة سميكة من زيت التزييت . (أو زيوت ذات لزوجة عالية) لتتحمل نفس الحمل.
ومعنى عبارة التزييت الحدى (المتاخم) توصف بالحالة القصوى لأحد الأسطح الخشنة بأنها إتصال المعادن بعضها ببعض ، وطبقة زيت التزييت بين الأسطح سمكها غير كافى لمنع اتصال معدن باللآخر ، والفصل التام بين المعادن يتم عندما تكون نسبة تخانة طبقة الزييت أكثر من قيمة الخشونة بثلاث مرات .
وتكون درجة الصقل لأسطح الإسطوانة فى المحركات الحديثة حوالى 0.5 ميكرون بينما سمك طبقة زيت التزييت تصل إلى حوالى ثلاث مرات هذه القيمة أى 1.5 ميكرون – وذلك لمتطلبات فصل الأسطح – وربما لا تكون هذه القيمة ثابتة عند نزول المكبس من النقطة الميتة العليا .
والتحكم فى إجتياح البرى بالإلتصاق يتم ذلك بوجود طبقة زيت تزييت سميكة مناسبة ويمكن تحسين خواص زيت التزييت بالإضافات الكيماوية .
والإضافات لها تأثير فى خفض الإحتكاك بالتفاعل الكيمائى على سطح المعدن وبتشكيل الزيت على هيئة طبقات رقيقة مستوية تخفض من قوة القص .
ومن الضرورى إستبدال هذه الطبقة بأخرى من بطارية الزيت للتحكم فى البرى ، وتأثير الإضافات يتوقف على درجة الحرارة ويتمثل فى زيادة درجة حرارة سطح المعدن ، والربط الكميائى بين الإضافة والأسطح المتصدعة .
وتعمل الإضافة على عدم إمتصاص أسطح المعدن للزيت .
ونظام الإضافات يتوقف فقط على إمتصاص درجات الحرارة الزائدة عن $250c^0$ ويكون تأثيرها فى إمداد طبقة الزيت الرقيقة بالحماية ضد إجتياح البرى بالإلتصاق .
ويستخدم إضافة عنصر الكلسيوم فى نظافة الإسطوانة مع إمداد زيت التزييت بالقلوية التى تؤثر على تخفيض معامل الإحتكاك.

وفى الوقت الحاضر فإن السلسلة الطويلة لمعادلة الأحماض مثل المنظفات يكون إنحلالها بطيئ خلال التفاعل ووصولها إلى سطح المعدن وتعديل شكل الإحتكاك على الأسطح .

وبناءًا عليه فإن الرقم القاعدى العالى لزيت تزييت الإسطوانات يعمل على تحسين الأداء عند التحميل بالأحمال العالية ، وربما يعمل على تخفيض كمية البرى عند الأحتكاك .

ومكونات الأسطح النشطة كميائيًا تعطى أقصى حماية ضد هجوم البرى بالإلتصاق بواسطة زيادة إنخفاض جهد القص للطبقة الرقيقه (oil film) وبين الأسطح الماصة للزيت فى الفترة الزمنية للحماية من البرى ، وبناءًا على ذلك فإن هذه الإضافات تعادل إستخدام زيوت الإسطوانة عالية اللزوجة مثل زيت 80BN 19 cST والإحتفاظ بدرجات الحرارة العالية للإضافات ضد البرى وتكون مكافئة لزيت 23 cST والرقم القاعدى القياسى 70 BN .

والبرى بالإلتصاق يكون ثابت فى حالات عديدة وعند ذلك تقاس سرعة حدوث البرى ، ومعدل سرعة البرى يزيد عند الحالات القاسية ، وتؤدى إلى العطب وقفش seizure المحرك عندما يمتص المعدن درجة الحرارة الداخلية والتى تكون أكثر من درجة الحرارة الطبيعية للزيت أو درجة حرارة الأسطح وتكون درجة حرارة زيت الإسطوانات هو نفس درجة حرارة الإسطوانة وتكون درجة الحرارة ما بين $400c^0$ to $500c^0$.

ويوجد طريقة واحدة للتحكم فى البرى بالإلتصاق هى عدم الإلتحام الموضعى وتشوة طبقة الزيت ، ويتم هذا بإستخدام الأداء العالى للمطهرات عند درجة الحرارة العالية ، وتكون الإختيارات الخاصة بتعديل سلوك إختبار زيوت المحرك والتى يكون عندها درجة حرارة الإسطوانة عالية وأكثر من $300c^0$ وتحت هذه الظروف سوف يحدث التآكل بالبرى بشدة خلال المئة ساعة الأولى مع إستخدام زيت الإسطوانة 70BN .

ويمكن إستخدام زيت رقمه القاعدى BN 80 ويحتوى على إضافات ضد درجة الحرارة العالية والبرى ، وبالرغم من قلة كمية البرى بالإحتكاك نشاهد أن إختيارات أخرى لتوليفة الرقم القاعدى العالى BN ضد التآكل من الممكن أن تعمل على تخفيض كمية البرى بالإحتكاك لأكثر من % 50 ، والتآكل العنيف بالبرى نتيجة الإحتكاك سوف يؤدى إلى خشونة السطح للشنابر وجلبة الإسطوانة ، والأحمال الطبيعية تؤدى إلى عدم إجتياح التآكل بالبرى والعمل على تخفيضه .

10.4- خلاصة الأداء لمقاومة البرى Anti-wear performance summery

- اللزوجة هى المؤثر الرئيسى عند الأحمال العالية ، وبداية التآكل بالبرى ، ورقم اللزوجة العالية لزيوت الإسطوانة تكون هى السبب فى الحماية عن لزوجة الزيوت الخفيفة والأسطح الخشنة هى البداية لمدخل التآكل بالبرى واللزوجة العالية هى المطلب لتجنب التآكل بالبرى فى هذه الحالة .
- والأسطح الخشنة هى البداية لمدخل التآكل بالبرى فى هذه الحالة .
- وبداية التآكل بالبرى تتأثر بواسطة المطهرات القلوية ودرجة الحرارة عند الأحمال العالية.
- وزيت الإسطوانة القياسي BN مع اللزوجة 23cST ودرجة الحرارة $100c^0$ سوف يؤدى نفس الحماية ضد هجوم تآكل البرى بالإلتصاق مثل أداء زيت 80 BN مع إرتفاع درجة الحرارة العالية وأداؤه ضد البرى عند درجة حرارة $100c^0$ ولزوجة 19cst .
- والحدود العملية للزوجة زيت الإسطوانات (أحادية الدرجة) يسبب فاعليتها للضخ ، والتداول ، وإنتشارها على جدار جلبة الإسطوانة وتكون لزوجتها 21cST عند درجة حرارة $100c^0$.
- بداية التآكل بالبرى مع الحرارة العالية عند الحمل لزيت الإسطوانات80BN أفضل بنسبة 30% إذا ما قورن بزيت 70 BN .

10.5- نظام زيوت تزييت المحرك متوسط السرعة :

. medium speed engine system oils

زيت الإسطوانة للمحركات متوسطة السرعة ذات المكبس الجذعى Trunk piston ذو جودة أكثر من زيت الإسطوانة للمحركات بطيئة السرعة ذات الرأس المنزلقة crosshead engine .

ويوضع فى الحسبان منتجات الكبريتوز الناتجة عن حرق الوقود المحتوى على نسبة عا لية من الكبريت ويتم زيادة الكميات الأساسية للإضافات لتعطى قلوية عالية. وتقاس بواسطة الرقم القاعدى الكلى T.B.N .

وعملية الإضافات القلوية ليس ببسيط وهين ، ومع البحث نجد أن إنتاج الزيوت يعتمد على تأسيس مزيج متوازن لمهام كثيرة مختلفة لهذه الإضافات .

مثال ذلك : الإضافات ضد أكسدة الزيت ، وعوامل البرى والتآكل الكميائى ، وعوامل النظافة ، وعوامل التشتيت ، والعامل ضد الرغوية ، ومخفض نقطة الإنسكاب .

وأداء زيت التزييت فى المحركات متوسطة السرعة يتجة إلى قياس مقدرته للحفاظ على مستوى T.B.N فى الخدمة ، والرقم القاعدى الكلى يتأثر ببقاء عوامل مثل إحتواء الوقود للكبريت ونوعية الحريق ، وتركيبة زيت التزييت ، ونفخ المكبس وتلوث المياه .

ويختص الزيت بتأثره المباشر بنسب إضافات التعادل وكمية الإضافات المستخدمة ، وبالرغم من أن الزيوت البحرية سوف يكون إعتمادها كبيرًا على أنواع الإضافات لتأكيد نجاحها لفترات طويلة ، والتوصيف المقترح كثير المغالطات المؤثرة فى التعديلات المتوقعة ، وزيوت التزييت من الممكن أن تعيش بطول عمر المحرك فى المستقبل .

10.6- طلاء الإسطوانة بمحلول الشيلاك (الك) liner lacquering :

مع الخبرة فى السنوات الحديثة لعدد محدود من طرازات المحركات متوسطة السرعة ذات المعدلات العالية وجد أن بها مشاكل تكون الشيلاك (الك) lacquer على جدران الإسطوانة الداخلية وكذلك تراكمه داخل مجارى المكبس ومجارى زيوت الإسطوانة وتعمل على سنفرة الإسطوانة وتكون النتيجة أن يصبح سطح الإسطوانة أملس بسبب صقل هذه المادة ، ويدل هذا على زيادة إستهلاك زيت التزيت إذا ما ترك بدون كشف أو معالجة الأسباب ، ومن الممكن أيضًا لمحلول الشيلاك أن يتوافق مع الترسيبات الصلبة المحتوية على الكربون والذى يؤدى إلى حزوز أو صقل الإسطوانة وبالتالى زيادة تكلفة التشغيل للمحرك .

وأرقام كثيرة شائعة مرتبطة بأمثلة لبعض المحركات التى وجد بها طبقة الشيلاك على جدران الإسطوانة ، وذلك للإختلاف الكبير للأحمال (مثال ذلك تكرار فترات التشغيل الطويلة للحمل المثالى ويتبعها أحمال عالية)

والتى تظهر فى الضغط المتوسط المؤثر للمحرك متوسط السرعة ، والوقود منخفض الكبريت وعلى الأخص المقطر ، والطلاء بالك ممكن أن يحدث للإسطوانة فى محركات الدفع لسفن تموين ما وراء الشاطئ off shore supply ، والسفن ذات الخطوط الملاحية القصيرة .

ومن خصائص محلول الشيلاك أنه يحتوى على مواد عضوية وغير عضوية (أملاح معدنية) وتختلف الوانه من البريق إلى اللون البنى الداكن وينتشر على جدران الإسطوانة بكميات غير متساوية .

والعمل الباهر للمحركات الحديثة ذات المعدلات العالية هى ضغوط الرشاش العالية للوقود وفترات الحقن القصيرة .
وفى جميع الأحوال تأخذ عملية الحقن وإشتعال الحريق ، وعمية الحريق تحدث فى درجات قليلة من زوايا عمود المرفق crank shaft ، بالإضافة إلى الحريق الجيد ويتوقع التكسير الحرارى لمكونات الوقود ، ولو وصلت درجة حرارة تكسير مكونات الوقود على سطح الإسطوانة إلى البرودة نسبيًا سوف تتكثف وبتركيزها يبدأ تكون أشكال من الشيلاك الراتنجى بواسطة عملية البرملة Polymerization (تضاعف الأصل) شكل 1-10 .

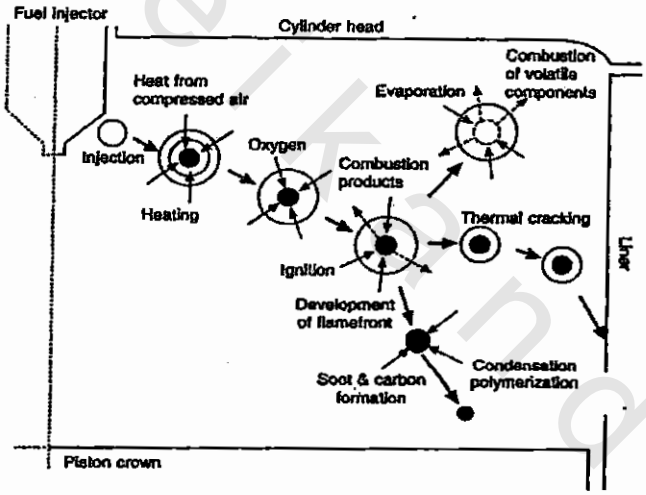

Figure 10-1 Formation of resinous lacquer on the cylinder liner (shell Marine) .

وأنواع الوقود لا تعانى من خطوات التغيير فى الأعوام الحديثة ويؤخذ فى الحسبان الإتجاه نحو مشاكل الشيلاك (الك) للإسطوانة .
وعلى الرغم من زيادة التعقيدات فى عملية التقطير فى العقد الماضى ، وبناءًا على ذلك فإن التعقيدات فى مكونات كل من الوقود الخفيف والوقود الثقيل قد زادت .
وتبين التجارب إختلاف المنتج من زيوت الوقود (السولار ، والمازوت) وإختلاف توزيع الرواسب بين الإسطوانة والمكبس فى الحالات المعروفة لزيادة الك بينما الوقود يتأثر بوضوح بتكون لك الإسطوانة ، وبالرغم من ذلك فإن الإرتباط بين مصادر الوقود ليست واضحة .
وبالنظر إلى كيفية مساهمة الوقود فى طلاء الإسطوانة بالك وذلك من الخبرة فى وقت التشغيل وخدمة السفينة وبالأحرى فى وقت التشغيل بالوقود الثقيل عن التشغيل بالوقود الخفيف ، وبتموين الوقود من التقطير العالى الجودة ، والوقود

الثقيل الذى يحتوى على نسبة عالية من الكبريت فى رحلة العودة ، ومع جداول الرحلات المنتظمة دائمًا ما تكون النتائج العملية تكون رواسب الك فى زيت حيز صندوق المرفق السفلى أو فى تنك منفصل لتزييت المحرك ويكون طلاء الك فى رحلة العودة .

وعلى الرغم من أن الوقود الخفيف لا يظهر بنفس الحساسية فى الميثال السابق ولكن مع مزج الوقود يتكون الك ، ومنذ ظهور الطلاء بالك فى هذا المجال يقترح فى معامل المحركات تكوين آلية للتخلص من عامل الطلاء بالك بواسطة الخطوات الاتية .

- يعمل رذاز الوقود المحقون عند الضغط العالى على إحتراقه بسرعة . والإحتراق السريع يؤدى إلى عدم الإحتراق الكامل لبعض القطيرات الكبيرة من الوقود ومع زيادة القطرات الكبيرة تعمل على زيادة درجة الحرارة .
- وحدات التكسير لبعض مكونات الوقود تحدث من خلال القطيرات الكبيرة.
- بعض القطيرات تصتدم بجدار الإسطوانة مما يؤدى إلى تفاعلات مستمرة لتكسير الوقود نتيجة درجة حرارة الإسطوانة وتفاعل أشكال من الوقود الغير مشبع يؤدى إلى إنتاج الهيدروجين .
- عملية التكثيف والبرمله ينتج عنها بخارغير مشبع على جدران الإسطوانة مع اشكال راتنجية ورواسب عضوية .
- تنتشر الرواسب الراتنجية اللزجة على جدران الإسطوانة بواسطة شنابر المكبس المتحرك .
- يصبح زيت التزييت المحتوى على الإضافات الخاصة بالمعادن مدخل لتكوين الرواسب .
- والرواسب المستمرة من الحريق والأبخرة النهائية المشتعلة وإحتكاك المكبس بواسطة الحركة كل هذا يعمل على تكون مادة صلبة متبقية من محلول الك.
- زيادة الك يعمل على سنفرة مجارى الشنابر ويؤدى إلى زيادة إستهلاك الوقود . وتكرار المقترحات لأى وقود ساهم فى تكوين ظهور طلاء الإسطوانة بالك عند حالات تشغيل المحرك مثل نماذج الحريق الغير التام والإنهيار الحرارى للوقود رغم اتحاد الجذينات يكون هذا سبب رئيسى لطلاء الإسطوانة بالك فى المحركات متوسطة السرعة ، والتزييت من الممكن أن يؤثر فى تكوين الك .
- ومن أبحاث شركة شل الخاصة بالزيوت البحرية Shell Marine ترى أن مكونات الزيوت البحرية يجب أن تكون سليمة ومتعادلة لعوامل النظافة والتشتيت والقلوية ومضادات الأكسدة ، وهذه الخصائص تعمل على منع

حدوث تكون الك ومعظم حدوث تكون الك فى تكرار تشغيل المحرك تحت ظروف صعبة وأحمال عالية .

- من الضرورى عمل صيانة جادة للمحرك والآتى إرشادات لمنع تكونالك التأكد من سلامة توقيت حقن الوقود للرشاش .
- التأكد من عدم تآكل أجزاء الرشاش .
- يجب الا تكون درجة حرارة الهواء الداخلة للمحرك منخفضة كثيرًا .
- فحص شركة شل أظهر أن الأداء الجيد للزيت يساهم فى تقليل الك ما يمكن وكذلك نسبة إستهلاك الوقود .

10.7 - تكون الروبة السوداء Black sludge formation :

ربما تكون مشاكل المحركات متوسطة السرعة هى زيوت تزييت ملوثة بسبب عدم أحكام شنابر المكبس وهروب غازات العادم لصندوق عمود المرفق أو الوقود الممزوج بالماء والضغوط العالية لمضخات الوقود فى المحركات الحديثه التى تساعد على تسرب الوقود إلى حيز صندوق المرفق .

ومع عمل التحاليل لزيت التزييت المستخدمة فى تشغيل المحركات التى تستخدم الوقود الثقيل تشير إلى زيادة نسبة التلوث بالوقود الثقيل ويجب ألا تزيد نسبتة عن 2% فى جميع الأحوال ، ومعظم تموين السفن من الوقود الثقيل فى هذه الأيام يخرج من منشآت التكرير للمواد الأسفلتية الناتجة من مواد التقطير ومتأصلة فى التموين ولا تذوب فى زيوت تزييت المحرك ولكنها تتجلط وتكون مواد أسفلتية تطفو على سطح زيت التزييت بطبقة سمكها من 2 إلى 5 ميكرون .

هذه الجزينات كثيرة اللزوجة وتكون مادة رسوبية سوداء على جميع أسطح المعادن للمحرك .

وتشمل كذلك حيز عمود الكامات Cam shaft وحيزعمود المرفق crank shaft والخليط المترسب من الوقود وبعض من زيوت التزييت ربما يؤدى إلى أجزاء دقيقة أسفلتية تسبب تكون أشكال الروبة فى المحركات وتتجمع الرواسب فى مجارى شنابر المكبس ، وربما تسبب هذه الرواسب حمل زائد على منقيات الزيوت والفلاتر وربما تعمل على إنسدادها وتسمى هذه الروبة بالروبة السوداء أو الطلاء الأسود – الخليط اللزج المتكون من الوقود المحترق – والذى يؤدى إلى تكون الرواسب ، ويعمل على تحفيز موردى زيت التزييت للعمل على تحسين النظام الجديد الذى يكون قادرًا على تثبيت الرواسب ذات التركيز العالى للأسفلت ، والمنتج الجديد يعمل على تحسين الأداء من الروبة التى تعمل على سواد المحرك ، والترسيبات تحت تاج المكبس ، وتآكل تاج المكبس ، وإتساخ سخان

الزيت ، وزيادة إستهلاك الزيت ، وعدم تخلص حيز مجارى الشنابر من الرواسب ، وإنسداد مجارى الزيت ، وزيادة تكون الرواسب على المكبس .
والإضافات تمنع تلوث الزيت وتكون الروبة السوداء ، وإضافات الزيت تعمل على إستمرار الشوائب عالقة بالزيت لإمكان التخلص منها بواسطة منقى الزيت ذات الطرد المركزى ، ويتطلب من الزيت تشتيت الرواسب المحتوية على المستويات العالية للأسفلت ومن نتائجها نظافة المحرك (وخاصة نظافة المكبس) وتخفيض فترات نظافة منقى الزيت وإستهلاك الفلاتر ، ونظافة حيز سخان الزييت للمنقى .

10.8- الزيوت الصناعية Synthetic lubricants :

الأعداد الرئيسية لمنتجات الزيت يكون هدفها الزيوت المعدنية الأساسية ولكن تطور الأداء الجيد للزيوت الصناعية هدفه تحسين التشغيل الآمن للمحرك ، والتحميل ، ومدد فترات التغيير ، ومثل هذا المنتج الخاص والمستعمل بإتساع فى الطائرات ، والقطارات العالية السرعة ، و سيارات السباق .
وتصنع الزيوت الصناعية من المنتج الخام مع تفاعل كيمائى من منتج أو أكثر وملحقة بواسطة وحدة ضم لإضافات خاصة تعزز بأداء خاص .
وربما يكون أساس هذا الزيت قاعدى من مركبات الهيدروكاربون. وأسترة عضوية ، وجلوكولات متعدده القلوية ، وأسترة فوستانية ، وسلكات ، والسليكون ، والفلورى سلكون ، وأسترات بولى فينيل ، والفلوروكاربون .
والصناعات البحرية تتنوع فى تطبيقاتها لتشمل ضواغط الهواء ، وضواغط الغاز الطبيعى للغاز المسال ، ومنقيات الطرد المركزى ، وبعض المحركات السريعة للسفن العابرة للقنوات وكلها تستخدم الزيوت الصناعية.
الزيوت الكربونية المخلقة لشركة إكسون موبل SHC وهى زيوت كيمائية نقية مع إضافات خاصة لتحسين خواصها أكثر من الزيوت المعدنية والآتى يبن خواص هذه الزيوت :

- حرية التشمع ، وتتعهد بتخفيض درجة الحرارة .
- التغيير القليل نسبيا فى لزوجة الزيت مع درجة الحرارة العالية والإستقرار الكامل لجهد القص لطبقة الزيت .
- المقاومة الممتازة لأكسدة الزيت ، وتزويده بالحماية الجيدة ضد البرى .
- زيادة عمر الزيت عند التشغيل .

قابليته لتحمل الأحمال الكبيرة ، والسرعات العالية ، وأقصى درجة حرارة وهذه الإستفادة كتبت فى تقرير أظهرت فيه إنخفاض تكلفة التشغيل الكلية مع الزمن وإنخفاض الكلور والزنك الحر فى زيوت Mobil Gard SHC 1 أساسية لزيوت حيز عمود المرفق عند أستخدام الوقود المقطر للمحركات متوسطة وعالية السرعة وذلك لمنع المشاكل بسبب إنخفاض درجة الحرارة المفاجئ ، وتعدد مرات إدارة المحرك ، وسرعة زيادة الحمل بعد إدارة المحرك مباشرة ، والتوقف المفاجئ بعد إعطاء المحرك السرعة القصوى .

ويطلب من زيوت التزييت وجود طبقة مانعة للإحتكاك بين الأسطح .

ويمكن إستخدام زيوت Mobil Gard SHC 1 فى صناديق التروس .

10.9- زيوت تزييت الإسطوانة والوقود منخفض الكبريت cylinder lubricants and low sulpher fuel

فى مناطق تحكم إنبعاثات أكاسيد الكبريت Emission lubricant low SE CA_S SO_x sulpher fuel - وتأثير زيوت الإسطوانات فى المحركات متوسطة السرعة منذ أن فرض عليها نظام التحكم فى الإنبعاثات وذلك بتخفيض نسبة الكبريت فى الوقود إلى 1.5 % وخاصة زيوت الإسطوانات (سواء أكان 70 BN أو أقل) وينبغى أن تكون الأخيرة والأمثل للخدمة مع الوقود منخفض الكبريت ، ويكون هذا إستفسار لشركة MAN B &W وشركة BPMarine وكانت الإجابة على هذا الإستفسار الآتى .

يحذر ملاك السفن أنه من الخطورة عدم وجود مرونة فى سحب وطرد الوقود منخفض الكبريت فى المستقبل ، ولقد إتفق على أن تكون رسومات السفن محتوية على نظام ثنائى أو متعدد لتنكات التخزين وهذا أفضل من وجود تنك واحد فقط .

ماذا يجب عمله عند التحويل إلى وقود منخفض الكبريت خلال فترة قصيرة لتموين عشوائى ؟

لو كان هناك إختبارات منتظمة نجد أن الزيت 70BN أداؤه مرضى ، وتعتبر الكمية المتبقية من هذا الزيت إحتياطية بالرغم من التحذير بتجنب التشغيل بالوقود منخفض الكبريت مع زيت 70BN إذا أمكن ذلك .

ماذا يجب أن نفعله عندما يتم التحويل بانتظام بين وقود عالى ووقود منخفض الكبريت فى خط ملاحى منتظم ؟ .

لو أن هناك نوعين من زيت التزييت على السفينة مثل (زيت 70 BN) وزيت آخر أقل فى درجة BN حينئذن يتم التحويل على أن يكون الزيت مناسب وبالمتابعة وجد أن النتائج جيدة وبالتالى أصبحت سياسة مناطق التحكم فى إنبعاثات غازات أكاسيد الكبريت شائعة الإنتشار . ويبين شكل 2-10 وحدة لمزيتة إسطوانات ألفا .

ماذا يجب أن نفعله عندما تطول فترة التشغيل مع وقود منخفض الكبريت ؟ .
يتم التشغيل بزيت منخفض BN ويتم متابعته للتاكد أنه يعطى نتائج مرضية .

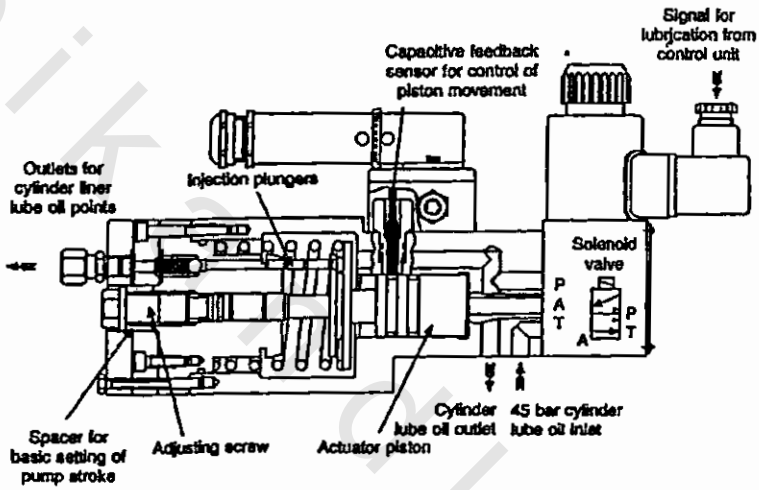

Figure 10-2 Alpha cylinder lubricator unit (MAN B & W) Diesel

- معدلات تغذية زيت الإسطوانة cylinder lubricant feed rates
يجب أن تكون معدلات تغذية زيت الإسطوانة مقبولة وفى حدود آمنة كما هو موصى بها من قبل مصممى المحركات ، والمعدلات العالية لتغذية الزيت لأكثر من 150 % تكون كمية وهميه ونادرًا ما يتطلب خلاف ذلك لمدد قصيرة خلال التشغيل وربما يبرر ذلك فى حالات خاصة .

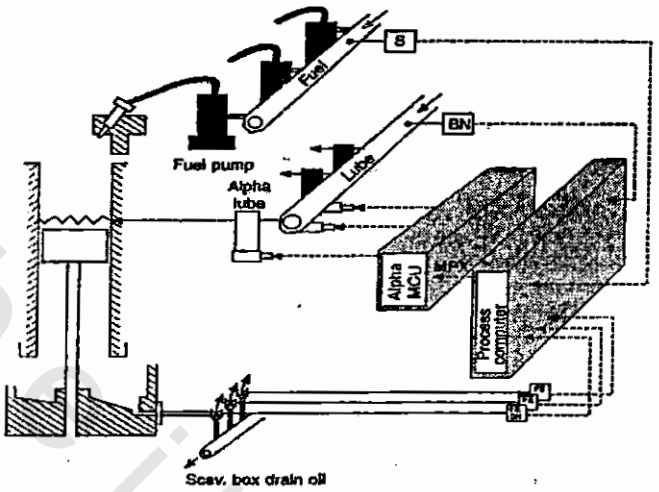

Figure 10-3 Arrangement of Alpha electronic cylinder lubricant system(MAN B & W)

ويبين شكل 3-10 نظام مزيتة الإسطوانات ألفا إلكترونك .

وهناك تقارير من شركة MAN B&W وشركة Wartsila Sulzer للمحركات بأن التغذية بكميات كبيرة من الزيت فى الحقيقة ضارة وسيئة إلا إذا كان هناك حالات غيرعادية ، وتنصح شركة MAN B &W ديزل أن مدة التشغيل الطويلة غير مجدية مع تغذية الزيت الزائد عن 2 جرام لكل حصان فرملى (2.72 G/KWH) وخاصة إذا ما كان الوقود منخفض الكبريت ومع زيت تزييت الإسطوانة 70BN.

ومجموعة المحركات المصممة والمحسنة ضد التلآكل بالبرى لا تحتاج إلى زيادة فى التزييت بالزيوت العالية القلوية BN ، وأيضًا الإضافات العالية لنظافة الزيت ، والزيادة فى إستهلاك زيت التزييت تؤدى إلى زيادة تكون كربونات الكلسيوم المترسبة على حافة وتاج المكبس بسبب درجات الحرارة العالية (الزيوت التجارية BN للإسطوانة تؤدى إلى تكون كميات كبيرة من كربونات الكلسيوم) وحالات الضرر التى تحدث أحياناً ليست نتيجة إضافات الزيوت ولكن بالأحرى أن يكون هناك تكون كميات كبيرة من ترسيبات كربونات الكلسيوم .

ولقد استخدمت شركة MAN B&W نفوذها مع شركة BP Marine لمعرفة المشاكل الممكنة خلال التشغيل نتيجة المعدلات العالية لتغذية زيت التزييت

والزيادة فى تكون كربونات الكلسيوم المترسبة مع الوقود منخفض الكبريت عند التشغيل .

ودفع هذا لإنتاج زيت إسطوانات CL – DX 405 الجيد .

وفى مثل هذه الحالة ومع إستخدام التخفيض إلى زيت 40BN ينخفض تكون كربونات الكلسيوم بينما يتم الإحتفاظ بالنسب العالية للمطهرات الأخرى .

ومع إهتمام مصممو المحركات بتصميم محركات جيدة ضد التآكل بالبرى ولكنها سريعة التأثيروالزيادة بمعدل التغذية العالى لزيت 70BN عند حرق الوقود المحتوى على كميات كبيرة من الكبريت .

يكون هذا بسبب عدم إستخدام زيوت BN ، وعدم إستخدام BN يعمل على تكون ترسيبات كربونات الكلسيوم الصلبة (ونتيجة إستخدام زيوت BN تعمل على تكون كربونات كلسيوم رخوية) وكذلك المعدلات العالية لتغذية زيت التزييت .

وتضيف شركة WARTSILA أنه يسبب هبوط الضغط خلف شنابر المكبس ويعمل على التأثير السلبى للشنابر .

ويراعى أن الزيادة فى تغذية الزيت تعمل على الزيادة فى الترسيبات المختلفة على تاج المكبس ، وتكون أشكال المواد التى تكس تاج المكبس إما مادة صلبة أو ماده رخوية وتعتمد هذه أيضًا على إضافات الزيوت ، ونوع الوقود المستخدم ، وكمية الكبريت المحتوى عليها الوقود ، وأيضًا خصائص الحريق.

وفى الحقيقة فإن الزيادة فى معدل التغذية يؤدى إلى مشاكل فى الإسطوانة .

وتوجد أسباب أخرى لتجنب الزيادة فى معدل التغذية فى المحركات الحديثة هام وقوى جدًا وهو زيادة حرق الوقود ، والزيادة فى إستهلاك الزيت لكل أسطوانة ، والزيادة فى تراكم الرماد تكون 15 ضعف إذا ما قورن بالمحركات المصنعة من عام 1970 إلى 1980 .

10.10- زيت الإسطوانة الذكى Intelligent cylinder lubrication

الطلب على زيت الإسطوانة للمحركات ثنائية الوقود متسع ومتنوع ويعتمد على حالات التشغيل .

يتم تغذية الإسطوانات ذات الأقطار الكبيرة للمحرك بزيت التزييت وتحدد بواحد جرام من الزيت خلال كل شوط ، وهذه الكمية البسيطة يجب أن تنتشر بطريقة صحيحة وكاملة لتفى بكل متطلبات التزييت .

وبدراسة العلاقة بين التآكل بالبرى وبين جرعة زيت التزييت تكون واضحة التفاعل عند عوامل التشغيل – كما هو موجود عند إختلاف التحميل ، ونوعية

الوقود وزيت التزييت ، ورطوبة الجو – والتأثير القوى المبذول فى معدلات البرى لشنابر المكبس ومجارى الشنابر وجلبة الإسطوانة .
ويصبح زيادة التزييت واضحًا وتأثيرة السلبى يكون كبيرًا لحالآت برى الشنابر والإسطوانة .
والنظام التقليدى لتزييت الإسطوانة والذى يتم فيه حقن زيت التزييت بمعدل ثابت يتناسب مع عدد لفات المحرك فى الدقيقة أو الضغط المتوسط المؤثر وربما يتم الإتفاق أساسا على أن يتم التحكم فيه عند فتحات الكسح .
وربما تكون المحصلة هى الحالة المتوسطة المعقولة كهذه الحالة.
ومع ذلك سوف تكون النتيجة زيادة تغذية الزيت لفترات طويلة ، والفترات القصيرة تسبب مشاكل لأن عوامل التأثير سوف تتغير يوميا وأحياناً كل ساعة.
علاوة على ذلك هناك خطورة على حالة الإسطوانة غير مستحبة ولآ تكتشفها عوامل التشغيل ، ومعدل حالات التشغيل الأعلى لامفر منها .
وببساطة فإن كثيرًا من ملاك السفن تعتبر زيادة التزييت للمحرك مفيد ولكنه إدعاء كاذب ودائمًا ما يكونوا فى جانب الأمان .
وزيادة التزييت لا تكون مكلفة فقط ولكن يكون مردودها زيادة فى الإحتكاك نتيجة تكون الكربون المترسب وكذلك صقل أسطح التشغيل .
وبدراسة التآكل بالبرى تم تركيب مزايت للإسطوانة تتناسب مع حمل المحرك وكمية الكبريت فى الوقود مع التحكم فى معدل نسب التغذية مع الحمل وهذا أحد معيارين مختارين لشركة MAN B &W ديزل لنظام مزيتة ألفا Alpha Lubricator System والأخير يتم من خلاله التحكم النسبى فى التزييت مع الضغط المتوسط المؤثر .
وتتحكم المزيتة عند تغذيتها مع نسب المحتوى الكبريتى للوقود وربما يكون تحكم أوتوماتيكى .
-أساس التغذية فى اتجاه واحد بإشارة من الخط الداخل للوقود – ربما أن يتم يدوى على أساس المحتوى الكبريتى للوقود المخزون أو من بيانات الوقود المورد .
- وتحسين الأداء فى التحكم الإكترونى لمزيتة الفا alpha عند حقن الزيت داخل الإسطوانة وفى نفس الوقت خلف شنابر المكبس تعتبر طريقة مثلى .
ومن سمات هذا النظام عدد المزايت التى تقوم على حقن كمية معينة من زيت تزييت الإسطوانة لكل (5 او 6) لفات للمحرك .

وللقدرة على حقن الزيت يزود النظام بمزيتة quiii تعمل بضغط متولد من كباس صغير من مجمع الكباسات (وتسمى بطارية التزييت) يدفع الزيت إلى جلبة الإسطوانة شكل 2-10 , 3-10 .

وخواص زيت الإسطوانة المكشوط من على جدران جلبة الإسطوانة يعكس الطبيعة الكيميائية للإسطوانة وأيضًا الحالة الطبيعية لشنابر المكبس وتكون هناك علاقة مباشرة بين بعض المعالم لزيت الإسطوانة المكشوط وحالته الحقيقية ، وعلم الإنسياب اللوغارتمى للزيت - أساس كشط الزيت إلى أسفل ، وتحليل بياناته ، وتحديد جرعة الزيت ، وحمل المحرك ومعدل التآكل – وجرعة زيت التزييت الأوتوماتيكية المثلى ، وكفاءة تزييت الإسطوانة وسهولة المراقبه وتركيبة الزيت المكشوط لإسفل من كل إسطوانة ، ونتائج التغذية داخل الكمبيوتر ، ومن جميع هذه البيانات يتم إرسال الإشارات لكل بطارية تزييت ألفا Alpha لتحديد الكمية .

والتحكم فى التآكل بالبرى يكون أساسه التحكم فى معدل التغذية والتحكم فى الرقم القاعدى لزيت الإسطوانة ويتطلب الأخير عدد 2 أو أكثر من تنكات زيت التزييت وبطارية التزييت ألفا - تسمح بتخفيض معدلات التغذية أكثر من بطاريات التزييت الميكانيكية – مخصصة للمحركات MC ,MC-C بطيئة السرعة لشركة MAN B&W وتم أيضًا التعديل للمحركات الموجودة بالخدمة ، وفى المحركات ذات الأقطار الكبيرة للإسطوانة يتم تركيب عدد 2 بطارية تزييت لكل إسطوانة بينما المحركات ذات الأقطار الصغيرة يتم تركيب عدد واحد بطارية لكل إسطوانة .

وبالرغم من أن تخفيض إستهلاك زيت التزييت يكون فى المسموح مع متطلبات تداول الكبريت والتى تقترن بنظام ألفا ومع تغذية زيت التزييت التى تتناسب مع كمية الكبريت الداخلة للإسطوانة (تتحكم مزيتة ألفا فى زيت التزييت المناسب) .

ويعتمد الحمل على عدد الفات / د أو الضغط الموسط المؤثر وعلى نظام التزييت وتتكون المتطلبات الرئيسية من خطوتين :

الأولى : يجب ألا تقل جرعة زيت التزييت للإسطوانات على أقل مما تحتاجه الإسطوانة من زيت التزييت ، و كمية الإضافات من خلال الرقم القاعدى ويجب أن تكون القلويات المحتوى عليها كافية لقوة التأثير مع المحافظة على نظافة الحيز خلف شنابر المكبس .

كما أن المعيار الثانى عادة ما يتمثل فى الآتى :

أن تكون جرعة زيت تزييت الإسطوانة مناسبًا مع حمل المحرك (ومع كمية الوقود الداخلة للإسطوانة) وتتناسب مع نسبة الكبريت الموجود فى الوقود %.

وأقل جرعة من زيت تزييت الإسطوانة يجب أن توضع فى الإعتبار الإلتزامات الأخرى للزييت مثل كفاية الأمان لعامل نظافة الطبقة الرقيقة للزيت OIL FILM .

10.11- إختبارات الزيوت Lubricant testing :

الزيوت هى المؤشر الحقيقى لمهام عمل المحرك وسبب تآكله بالبرى ويكون تلوث زيت تزييت المحرك تحت حالة التشغيل الطبيعية قليلا جدًا.
ولكن تحت الحالات الصعبة للتشغيل يسوء أداء المحرك وتقل جودة الزيت بسرعة ويجب مراقبة أداء الزيت وتحليله بإستمرار .
وتكون النتائج ليس فقط فى تحديد حالته ولكن منفعة للمحركات الرئيسية والمساعدة.
وكل الموردين الرئيسيين للزيوت البحرية توفر خدمة للعملاء لإختبار الزيوت عن طريق إرسال العينة لمعاملها وموافاة العملاء والسفن بالنتائج عن طريق E-Mail أو الفاكس أو البريد .
ويراعى مدى مطابقة نتائج التحاليل لزيت التزييت وهى كالآتى :

10.11a- المحتوى المائى Water contents :

إحتواء الزيوت على الماء حتى ولو كانت بكمية صغيرة دائماً غير مرغوب فيها لأنها فى الحقيقة تعمل على إفساده ، ويبين إختبار المحتوى المائى لزيت التزييت عيوب المحرك الرئيسى ، وفواصل الزيت ، والمحركات المساعدة ، ونوعية المياه إما أن تكون مياه عذبة أو مياه مالحة .

10.11b-المنتجات التى لا تذوب Insoluble products :

تتلوث زيوت تزييت المحركات بواسطة عدد من المنتجات التى لا تذوب .
والمراقبة الجيدة تعطى إنطباع جيد لحالة تشغيل المحرك والتأثير الحسن لمنقى الوقود والفلاتر، وأيضًا أمان ضد الأعطال ، والزيادة المفاجئة للمنتجات التى لا تذوب والإشارة إلى الأداء السيئ .

10.11c اللزوجة Viscosity :

وهى قابلية الزيت للسريان ، واللزوجة لا تستخدم فى الفصل المفروض فى حالة الزيوت ، ولكن بنتائج المعلومات المفيدة المقرونة بعوامل محدودة مثل عوامل الأكسدة أو تلوث الوقود بالمياه أو عناصر أخرى .

10.11d نقطة الوميض Flash point :

هى درجة الحرارة التى عندها يشتعل البخار الناتج من العينة عند الحالات القياسية تحت قيم محدودة تكون عندها الخطورة عالية الحدوث عند الخدمة ، وتشمل حالة إنفجار حيز عمود المرفق ، ونقطة الوميض يجب أن تراقب بعناية .

الرقم القاعدى (BN) Base number :

وهى حفظ قلوية المحرك خلال عملية الحريق لمحتوى الكبريت فى الوقود لكى لا ينتج عنها منتجات حمضية بإستطاعتها تدمير المحرك ، وهذه الأكاسيد يجب أن تكون مجردة من قوة التأثير لتجنب البرى فى جلبة الإسطوانة وشنابر المكبس .

وقوة التأثير يكون لها دور عند نوعية الإضافات للوقود ، وكمية ونوع الإضافات التى تقاس بواسطة الرقم القاعدى والتى تمثل القلوية المتبقية ، والمراقبة عن قرب للرقم القاعدى يكون ضرورى للتأكد من أن قلوية الزيت مازالت كافية وتؤدى عملها السليم .

10.12 عناصر المعادن المسببة للتآكل

Wear metal elements .

المراقبة المختلفة لعناصر المعدن (تقاس بوحدة PPM) تمدنا بمعلومات جوهريه لكيفية تطور التآكل داخل المحرك .

والمراقبة المنتظمة تعمل على إكتشاف أى زيادة مفاجأة فى تآكل المعدن .

مثل الحديد والنحاس، والتى تشير إلى حدوث زيادة فى التآكل .

والتفسير السليم لنتائج التحاليل المفروضة على النظام الأساسى لدرجة أن المنحنى المخطط والممتد خارجياً يشير إلى إتجاهه .

وأى قياسات هامة تنحرف من المنحنى يجب أن تساعد على الفحص .

وتطبيقات التحاليل القريبة تقلل من الخطورة على المحرك وأدائة السيئ وإنهيارة ، وعندما يؤدى المحرك أداء سيئ لآ توجد توصية محددة له ، ويقترح أن يكون متوسط أزمنة التحاليل لعينات الزيوت الآتى .

المحركات الرئيسية من 3 إلى 6 شهور .

المحركات المساعدة من 6 إلى 12 شهر .

نظام الهيدرولك 12 شهر .

الشاحن الجبرى 6 شهور.

التروس 12 شهر .

ضواغط الهواء وضواغط الغاز 12 شهر .

10.13- التلوث المكروبى للوقود وزيوت التزييت .

Microbial contamination of fuel and lubricants

توجد ميكروبات على السفينة تعمل على تكون ترسبات الأوساخ والتآكل ويصبح مكان عام لزيادة نمو الطحالب ومن المحتمل الزيادة فى النمو نتيجة تداول زيت الوقود ، وتلوث مياه الموانى .

وينصح مهندسوا بناء السفن بعمل نظام فى الموانى يؤدى إلى الإقلال من تكون الكائنات الدقيقة والزيادة فى التوسع ببساطة فى النظافة عند وجود مشاكل تلوث .

ويشمل على وجود أجهزة إختبار على السفن لإكتشاف وتحديد كمية ميكروبات التلوث لمراقبة نجاح قياس منع التلوث ، ويؤدى التلوث بالميكروبات إلى تلوث الوقود ، والزيوت ، والمياه العذبة للتبريد ، ومياه السنتينة (Bilge) ، ومياه الإتزان.

وتكون نتائجها أعطال المحرك (سرعة تآكل الإسطوانة وشنابر المكبس والمكبس) وإنسداد الفلاتر وفوانى الرشاشات فى خلال ساعات قليلة فى بعض الأحيان مع سرعة تآكل التنكات بالتنقير .

وعموما يعمل التآكل على تلف مواسير السنتينة وقاع بدن السفينة وفى بعض الحالات يؤدى هجوم الميكروبات الداخلية والخارجية إلى عمل ثقوب فى بدن السفينة .

ومن المحتمل أن تتعلق البكتيريا بالمصافى وربما تكون خطرة على حياة الطاقم . كما أن التداول الغير سليم للمبيدات الحيوية تسبب خطورة على صحة العاملين بالسفينة .

وتوجد أنواع كثيرة وعديدة من الأحياء الدقيقة (الميكروبات) والبكتيريا والعفن ، والفطريات المسببة للتخمير .

وتوجد البكتيريا على هيئة نوعين بكتيريًا هوائية التى تستخدم الأكسيجين في أكسدة الطعام والبكتيريا اللاهوائية والتى لا تحتاج لوجود أكسيجين .

أحداها بكتيريا مصافى المياه وتسمى سلفات تخفيض البكتيريا sulphate reducing bacteria (SRB) وتكون دقيقه وسامة وينتج عنها تآكل كبريتى وتعيش البكتيريا الحيوية على الأسطح وتعمل على إنحلال الزيت والمياه بين الأسطح المتلامسة مما يسبب تكون مستحلب يكتشف عند نظافة الزيت بواسطة منقى الوقود .

وإذا كانت العدوى شديدة مع عدم الإستقرار فإن البكتيريا الهوائية تستهلك كل الأكسيجين وتسبب مشكل SRB سلفات تخفيض البكتيريا .

وتحتاج الميكروبات إلى المياه ومصدر للتغذية للبقاء وتزود بعناصر جوهرية بواسطة الهيدروكاربونات والإضافات الكيميائيه فى الوقود .

وتتطلب أيضًا درجة حرارة ما بين $15\ c^o$ إلى $40\ c^o$.
ودرجة حرارة غرفة المحركات الدافئة تقدم سلالآت ميكروبية أرضية ، وحمولة السفينة والخدمة المتقطعة تسبب إقتحام وهجوم الميكروبات لعدم حبها للحركة ونظام الوقود الساكن ربما يكون الأشد تكثيف وترسيب للمياه .
ومع تعدد فنون الإدارة لمقدرتها على تخفيض المشاكل ، ولكن يجب أن تكون الحلول أمنة ومقبولة فى البيئة المحيطة .
وتحتاج إلى تفاصيل لبناء هذه الإستراجيات لتفعيل هذه الإتفاقيات وتعتمد على الحالآت الشخصية ، والوقت المتاح والعامل الفردى المحرك لمقاومة الميكروبات يوجد هناك كثيرًا من المشاكل المختلفة نتيجة الأحياء المجهرية
(الميكروبات) والتى تحتاج أن يقابلها تحاليل معينة ويوجد هناك مبدأ مشترك يحقق الممارسات الجيدة التى بإستطاعتها أن تكون أداه كالآتى :
الموانع الطبيعية : منع التلقيح بالميكروبات ، خصوصًا التطبيق السابق لنمو البكتيريا فى البيئة المناسبة وتجنب إنتشار التلوث بمرور السائل النظيف خلال المواسير والفلاتر الملوثة إلى داخل تنك الأوساخ وهذه من الحالات القليلة التى تسبب زيادة الميكروبات .

- التطهير الطبيعى : وهى حالات الترسيب ، والحرارة ، والتنقية وإجراءات الفصل بالطرد المركزى كل ذلك يكون هدفه النظافة ، ويعتمد على الإختبار العملى للجهاز والإلتزام بالوقت .
- الحماية ضد التلوث المحدود والجمع بين الإدارة السليمة بدلا من معالجة العدوى .

المنع الكيمائى: المجال الواسع لإستخدام المبيدات الكيمانية الحشرية يكون هو الأنفع ، ولكن القليل منه يكون المناسب لكل إستخدام معين (عموما لايوجد هناك إستاصال للسائل) وتكون كلها سامة ويجب أن يكون إستخدامها لانقا بخصوص الصحة والأمان على التأثير البينى ، والأصل فإن مشاكل الميكروبات فى صناعة السفن محصورة فى تقطير الوقود والزيوت ولكن الإتساع الأكبر والعارض المنتشر فى الزمن الحديث هو الوقود المتبقى، والسناتين ، ومياه الصابورة ومياه الشرب وإقتراحات المتخصصين تساهم فى حل هذه المشاكل وعوامل المساهمة الآتى :

- المستويات المتدنية لخبرة الأفراد عند تجهيز السفينة وكذلك التقويض الشديد لمستويات الإدارة .
- حالات التجارة البينية العكسية التى تلازم السفن والتى تنتشر فى أوقات متقطعة ولمدد طويلة وتحتوى على فترات هادئة تتناسب مع حضانة الكائنات الحية الدقيقة

- تشريعات التلوث البحرى فى معاهدة ماربول Marpol 73/78 وقوانينها لمنع ضخ مياه السناتين (Bilges) إلى الخارج مما يؤدى إلى ركود المياه لفترات طويلة.
- قوانين البيئه المقيدة لإستخدام المواد الكيمائية (المبيدات الحشرية السامة) التى توضع فى مياه السناتين و تنكات الوقود والمشاكل المشتركه للتلوث بالمبيدات الحشريه .
- إفتقار المعرفة بالعوامل المسببة للتلوث بالمبيدات الحشرية والتشخيص الدقيق لمشاكل التشغيل والخبرة .
- قصور فى تصميمات تنكات مياه السناتين ونظام المواسير المناسب والتى تكفل التأثيرعلى مياه الصرف والمعالجة المثالية .

وبالتالى سوف يكون هناك مصدرأولى لتلوث الوقود على السفن كما هو فى تنكات التجميع ، وخطوط المواسير الملوثة ، وسيارات تموين الوقود ، وتلوث التنكات بالغسيل والتلوث عن طريق الهواء من أماكن تهوية التنكات وهذا أقل إحتمال . وكذلك تجميع المياه فى تنكات الإتزان فى حالة عدم وجود نظام تنكات للتجميع أو التصريف ، وحيث أن المياه لا تصل إلى أقل مستوى فى التنك ، وعندما لا يكون التصريف بقوة والتنكات التى تقع فى غرفة المحركات أو فى أى مكان دافئ آخر ، والتنكات التى تستقبل الوقود الراجع من الرشاشات

كل هذا يعتبر حضانات مثالية للميكروبات وكذلك تنكات القاع المزدوج نتيجة إنخفاض درجة حرارتها تكون أقل عرضة لتكاثر الميكروبات .

والعلامات المرئية لتلوث الوقود بالمبيدات الحشرية كالآتى :

- تجمع الميكروبات على هيئة كتل حيوية ، وإستحالة تمييزألوانها مع الإتساخ والعكارة .
- النجاح فى إنتاج ونشاط البكتيريا على الأسطح فى الأماكن المظلمة مما يشجع إنتشار الأحياء الدقيقة .
- ربما يسيء أداء المنقيات التى يعتمد عليها نظافة الوقود والمياه الملامسة للأسطح
- تآكل التنكات بالتنقير .

وهذا بيان لتأثيرالتشغيل بالوقود الملوث بالميكروبات وهو كالاتى :

- ربما تعمل بكتيريا بوليمر Polymer على إنسداد الفلاتر والفتحات خلال ساعات قليلة .
- إتساخ وفشل آداء الفلاتر وطلمبات الوقود والرشاشات .
- عدم تساوى تدفق الوقود وإختلاف الحريق ربما يعجل من معدل تآكل جلبة الإسطوانة وشنابر المكبس مما يؤثر على عزم دوران المحرك .

- عند تلوث الوقود بشدة يواجة مهندسوا السفينة بعض الظواهر خلال ساعات قليلة ، مبدئيا من المحتمل مواجهة إنسداد الفلاتر ، والإحتياج للوقود ، وإتساخ الرشاشات وسوء الأداء للأجهزة التى تستخدم الوقود.

والإجراءات الأتية تستخدم لأخذ عينات لتحليل الوقود :

1- شطف وغسيل زجاجات العينات بالمياه المغلية ويجب أخذ العينات من مكان التصريف فى أسفل تنك الخدمة وتنكات التخزين .

2 – الميكروبات الملونة فى العينة تظهر على هيئة سحابة ضبابية وردية فى عينة الوقود وتتشتت الروبة فى الوقود عندما تتعرض العينة لحركة دوامية . وفى هذا الوقت يظهر على جدار زجاج العينة مادة لاصقة وربما تظهر قشور متلاصقة مع عكارة المياه وربما يكون هناك روبة فى قاع الزجاجة .

3 - والآن بإستطاعة مهندس السفينة معرفة الأماكن المختلفة للوقود الملوث وإتباع إستراتيجية طارئة لإستخدام وقود نظيف .

ومع أن الوقود شديد التلوث فى أمكان التعامل معه بتركه ليترسب لمدد طويلة بقدر الإمكان ويتم سحبه من أعلى وبعد ذلك ينظف التنك ويفضل عن طريق الفلتروفاصل الطرد المركزى (المنقى) أوالجهازالمستخدم للمبيد الحشرى فى هذى المرحلة .

4 – وكانت تؤخذ العينة فى السابق من جذرات التصريف فى أسفل التنك ، ويجب أن يحتفظ المورد بالعينة لتقديمها إلى معامل التحاليل إذا ما طلب منه ذلك.

10.14- تلوث زيت التزييت Lube oil Contamination :

درجة حرارة التشغيل لزيت التزييت للمحركات التى تحتفظ بالزيت فى صندوق المرفق crank case oil (يسمى بصندوق المرفق المبتل) عادة ما يكفى لعدم الإنزعاج .

حيث أانه عند إيقاف المحرك يسمح بانخفاض درجة حرارة زيت صندوق المرفق مع تجمع نسبة قليلة من المياه ، ويوجد هناك آلاف من الميكروبات ولكن يوجد منها قليل يكون قادرًا على النمو فى درجة حرارة التشغيل المرتفعة لزيت التزييت المستخدم ، وتمنع أجهزة المعالجة من القيام بأداء عملها ، وتعمل سخانات منقيات الزيوت على الإحتفاظ بدرجة حرارة الزيت وأقل كمية من المياه ، ولذا فإن نظام زيت التزييت سيكون عاجزًا عن التغذية ومنع تكاثر الميكروبات وسوف يحدث تلوث شديد للدائرة . ويكون التحكم الميكانيكى غير قادرًا على منع التكاثر الميكروبى شكل 4-10 ولحسن الحظ أنه لا يحدث تلوث للزيت على الفور والسماح للمهندسين بإستخدام أجهزة المعالجة الطبيعية أو الإحتياج لعمل برامج لإزالة التلوث بالمواد الكيميائية .

والعلامات المرئية للتلوث الميكروبى لزيوت التزييت تكون كالآتى :

- ظهور الزيت الرخوى (اللازب) والزيت الرخوى يترسب على أسطح أبواب صندوق المرفق .
- تكون طبقات رقيقة من الصدأ .
- تكون أسطح مصقولة ملونة على البنوز الرئيسية لعمود المرفق وأخيرًا ظهور تنقير .
- طلاء السبيكة البيضاء وبنوز النهايات الكبرى وبنوز الكراسي الرئيسية بمادة سوداء .
- ظهور ترسبات سوداء أو بنية أو رمادية على الأجزاء المعدنية .
- يعمل على تآكل حلة منقى الزيوت .
- يعمل على تجميع الروبة فى حيز صندوق المرفق مع رؤية زيادة الروبة فى طرد منقى الزيت .
- يعمل على نزع طبقة الطلاء لصندوق المرفق .

وملاحظة علامات التشغيل بالزيوت الملوثة بالميكروبات الآتى :

- إستنزاف الإضافات الكيمائية .
- زيادة حمضية الزيت أو الفقد المفاجئى للقلوية .
- إزالة الطلاء لحيز عمود المرفق .

يحدث النمو الميكروبي بسبب المياه المخلوطة بالزيت ، وبناءًا على ذلك فإن الخصائص الطبيعية للزيوت فى الصندوق المبتل لمرفق المحركات وخاصة عند إحتوائه على مياه تبريد المكابس ومن الممكن أن يتحقق بسبب تكون غشاء رقيق لزج على أبواب صندوق المرفق ، وربما يكون هناك ترسبات ذات رائحة وربما تلطخ أجزاء السبائك البيضاء بالسواد .

بينما تتفاقم المشاكل مثل إنسداد الفلاتر ، وتكوين الأحماض العضوية ، وتتسبب فى إنتاج الزيوت المستحلبة .

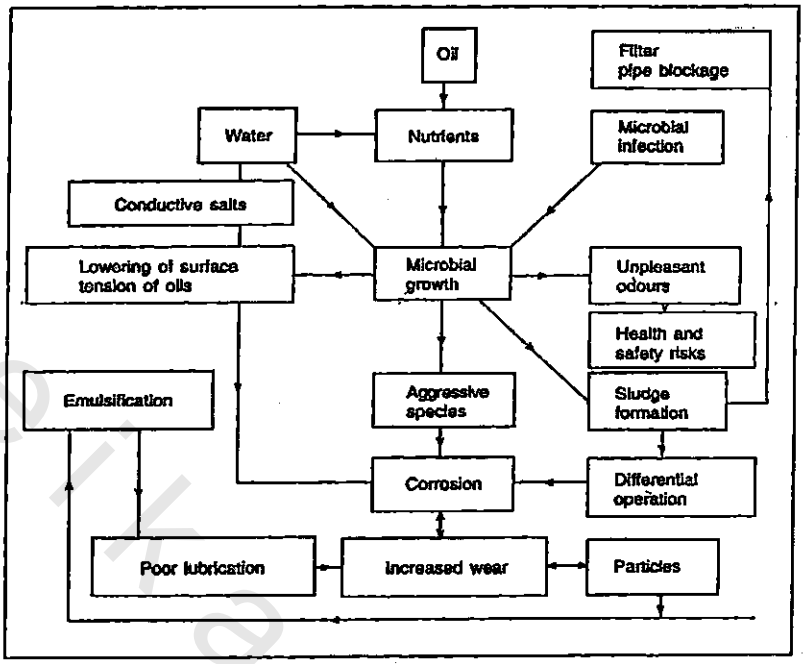

Figure 10-4 Interactive Problems associated with microbial corrosion (Lloyds register)

ولو وجدت سلفات تخفيض البكتيريا sulphate reducing Bacteria (SRB) فإن المشكلة تحتوى على أطنان من الزيوت الموجودة – يظهر تنقير غزير لمعادن الحديد شكل 5-10 وبما أن الأحياء العضوية الدقيقة تتغذى على إضافات الزيت مما يسبب تلف وتغيير لزوجة الزيت ، والإحتمال الكبير إنتاج الحمضية ومن المحتمل زيادة الإستحلاب والتآكل ، وربما ينتج أيضًا سولفيد الهيدروجين كناتج فرعى . ومشاكل التآكل الخطيرة سوف تبدأ بعد سبعة أيام من بداية التلوث ومع ذلك فإن هذه العوامل تحدث فى نفس الوقت ، ويكون مصدر تلوث الزيت من خلال الوقود ومياه التبريد العذبة والمالحة خصوصًا إذا ما كان من سمات مياه التبريد الشائعة تلوث زيت صندوق المرفق عند إختلاطها بالزيت عند درجات حرارة التشغيل.

ومنذ إستخدام الكرومات كموانع للتآكل وهو فى نفس الوقت سام .

وإستخدام الكرومات فعال ومؤثر ضد الحشرات الميكروبية.

ومن المستحسن منع الإصابة من حدوثها بمنع نمو الميكروبات بواسطة القلوية الشديدة .

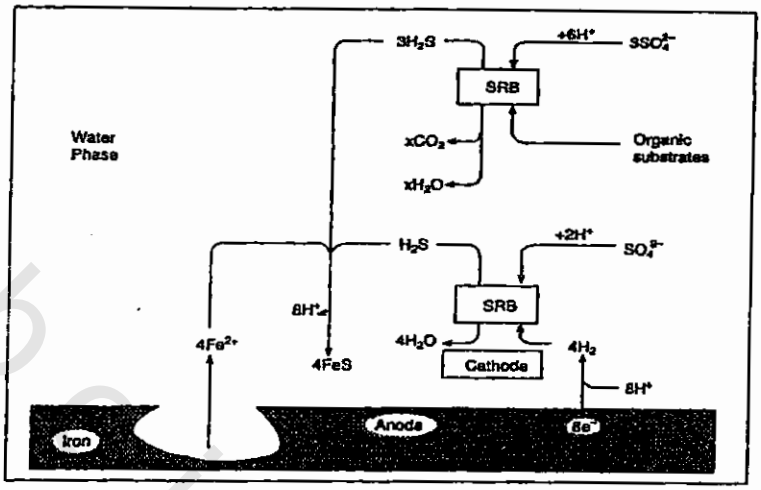

Figure 10-5 Anaerobic corrosion sulphate reducing bacteria (SRB)

وللآن لا توجد تقارير للمشاكل الميكروبية فى المحركات متوسطة السرعة من خلال التشغيل عند إستخدام قلوية زيت عالية مثل BN12 to 40.

وعند إرتفاع درجة حرارة زيت التزييت يكون الزيت معقم ذاتيًا ولسوء الحظ مازال يوجد هناك إنزعاج من تلوث مياه السناتين وتنكات الصابورة والتى ربما تسبب تسرب المياه لدائرة الزيت .

ولما كانت غالبية التشغيل بالزيوت الملوثة بالميكروبات تسبب مشاكل تنشأ نتيجة العدوى من مبردات مياه التبريد المالحة وطفح مياه السناتين الملوثة يكون تأثير كفاءة المنظومة هام مع الإجراء العلاجى للمعالجة .

والإجراءات التالية يوصى بها لتجنب مشاكل الأحياء الميكروبية :

- التأكد من أن نسبة المياه فى زيت التزييت للمحرك لا تزيد عن 0.5 % بالوزن ، والتأكد من أن مستوى ماسورة سحب الزيت فى صندوق مرفق المحرك قريبة من القاع بقدر الإمكان .
- المحافظة على أن تكون درجة حرارة الزيت بعد الفاصل ليست أقل عن 70 c^o بعد 20 ثانية على الأقل او $80c^o$ بعد 10 ثوانى .
- زمن دوران كمية زيت صندوق المرفق عن طريق منقى الزيت مرة كل من 8 إلى 10 ساعات .
- الإنتظام في إختيار تركيز موانع الصدأ حسب القيم التى يوصى بها المصمم .

- مراقبة الميكروبات فى مياه التبريد والتحكم فى عدم تسرب المياه إلى دائرة زيت التزييت .
- الإختبارات الدورية لتلوث قلوية زيت التزييت ومراقبة سلامة الزيت الخارخ من المنقى من الميكروبات .
- مراقبة عدم دخول مياه السناتين الملوثة إلى دائرة الزيت .
- فحص وإختبار تنكات التخزين بانتظام وتأكد خلوها من المياه .

والمعلومات السابقة نصائح أساسية من الهيئة الإستشارية لهيئة اللويدز البريطانية لخدمة تحليل الموانع fluid Analytical consultant services (FACS) *Lloyd's Register's* وهو القطاع الذى يملك الخبرة النظرية والعملية وحلول مشاكل التلوث بالميكروبات للزيوت والوقود على ظهر السفن .

obeikandl.com