



KOLBENSCHMIDT

مصنع المعرفة

حلقات مكابس محركات الاحتراق الداخلي



MOTORSERVICE
RHEINMETALL AUTOMOTIVE

OUR **HEART** BEATS FOR YOUR ENGINE.

مجموعة صيانة المحركات الجودة والصيانة من مصدر واحد

تعد مجموعة صيانة المحركات مؤسسة التوزيع لمهام ما بعد البيع على مستوى العالم لشركة Rheinmetall Automotive. وهي إحدى الشركات الرائدة في توفير مكونات المحركات في سوق قطع الغيار المفتوح. تقدم مجموعة صيانة المحركات لعملائها مجموعة كبيرة وعريقة من المنتجات بأعلى مستويات الجودة، وذلك من خلال علاماتها التجارية المتميزة Kolbenschmidt و Pierburg و TRW لمكونات المحركات والعلامة التجارية BF. ونظراً لقدرتها على حل المشاكل المتعلقة بالأنشطة التجارية والورش، فإن الشركة تقدم أيضاً مجموعة خدمات واسعة النطاق. يستفيد عملاء مجموعة صيانة المحركات من الخبرة الفنية العريقة التي تتمتع بها واحدة من أكبر شركات توريد السيارات عالمياً.

شركة RHEINMETALL AUTOMOTIVE للسيارات إحدى شركات التوريد ذات الشهرة الكبيرة في مجال صناعة السيارات عالمياً

تعد شركة Rheinmetall Automotive فرع المركبات بمجموعة شركات Rheinmetall Group للتكنولوجيا. تبنّت شركة Rheinmetall Automotive مواقع الصدارة على مستوى العالم في الأسواق التي تستهدفها من خلال علاماتها التجارية المتميزة Kolbenschmidt و Pierburg وصيانة المحركات، وذلك في مجالات الإمداد بالهواء وتقليل انبعاثات المواد الضارة والمضخات، فضلاً عن أنشطتها في مجال تطوير وإنتاج الكيماويات وكتل المحركات والمحامل الانزلاقية وتوريد قطع غيارها. فتقليل انبعاثات المواد الضارة والاستهلاك المنخفض للوقود والاعتمادية والجودة والأمان هي المعايير الأساسية للابتكار لدى شركة Rheinmetall Automotive.



الضمان

جميع البيانات الواردة في هذا الكتيب محسوبة بعناية وموضوعة بكل اهتمام. رغم ذلك فقد تطرأ أخطاء أو قد يتم ترجمة بعض البيانات بشكل خاطئ، أو قد يظهر نقص في بعض المعلومات أو قد يطرأ تغيير أو تعديل على المعلومات الواردة في هذا الكتيب. ومن جهتنا فإننا لا نتحمل أية مسؤولية قانونية أو ضمان على صحة أو اكتمال أو حداثة أو جودة المعلومات الواردة في هذا الدليل. إن كل ضمان من جهتنا على الأضرار، خصوصاً تلك التي تنشأ عن المعلومات المباشرة أو غير المباشرة أو المادية أو غير المادية أو المعلومات غير المكتملة نتيجة للاستخدام أو لسوء الاستخدام أو المعلومات الغير المكتملة أو الخاطئة الواردة في هذا الكتيب، يعتبر لاغياً طالما أنها لم تحدث بسبب تعمد أو إهمال من ناحيتنا.

وبالمثل فإننا لا نتحمل أية مسؤولية عن الأضرار التي تقع نتيجة عدم توافر الخبرة الفنية اللازمة أو الخبرات أو المعارف الضرورية للقيام بأعمال الإصلاح في الفني أو الميكانيكي القائم بإصلاح المحرك. ولا يمكن التنويه بمدى إمكانية تطبيق العمليات الفنية وإرشادات أعمال الإصلاح المشروحة هنا على الأجيال اللاحقة للمحركات، ويجب في جميع الأحوال أن يقوم الفني القائم بإصلاح المحرك أو العاملون في الورشة بالتحقق من ذلك بأنفسهم.

إدارة التحرير:

قسم دعم التسويق الفني لشركة Motorservice

التصميم والإنتاج:

قسم التسويق لشركة Motorservice
شركة NECKARPRINZEN ذات المسؤولية المحدودة، هايلبرون

لا يسمح بإعادة طبع أو نسخ أو ترجمة المطبوعة ولو بشكل جزئي دون تصريح كتابي مسبق موضع فيه بيانات المصدر.

تحتفظ بحق إدخال التعديلات وتغيير الصور.
الضمان مستبعد.

الفاشر:

© MS Motorservice International GmbH

صفحة	المحتوى
٥	١ أسس حلقات المكابس
٥	١-١ متطلبات حلقات المكابس
٦	٢-١ المهام الرئيسية لحلقات المكابس
٨	٣-١ أنواع حلقات المكابس
١٨	٤-١ مسميات حلقات المكابس
١٩	٥-١ تصميم وشكل حلقات المكابس
٢٦	٦-١ الوظيفة والخصائص
٣٩	٢ التركيب والخدمة
٣٩	١-٢ تقييم الأجزاء التركيبية المستعملة
٤٠	٢-٢ تقييم المكابس المستعملة
٤٢	٣-٢ تقييم فجوات الأسطوانات المستعملة
٤٨	٤-٢ تركيب المكابس وحلقات المكابس
٥٥	٥-٢ تشغيل المحرك والتلئين
٥٩	٦-٢ مشكلات في الإحكام وأضرار بحلقات المكابس
٦٨	٧-٢ التزليق واستهلاك الزيت





الموضوع

الكتيب

لقد حرصنا عند تناول موضوع حلقات المكابس في هذا الكتيب على الاقتراب من رؤية المستخدم. استغنيا عن التعمق في التفاصيل التصميمية الدقيقة وركزنا على النقاط العملية. إلا إنه عندما تكون هناك ضرورة للخوض في التفاصيل التقنية والتصميمية، فإننا راعينا أن نكمل ذلك بمزيد من الشروح المبسطة التي تسهل فهمها.

يتناول هذا الكتيب بصفة أساسية شرح حلقات الإحكام في سيارات الركاب والسيارات التجارية والخدمية. كما يشمل هذا الشرح بالطبع أيضاً المحركات المصممة في الأساس للمركبات الأخرى أو غيرها من السفن والقطارات والمركبات التي تستخدم في الأعمال الإنشائية والمحركات التي تستخدم في المحطات الثابتة. وإلى جانب الجزء المتعلق بالتفاصيل الفنية هناك جزء عملي "التركيب والخدمة" يشتمل على معلومات تفصيلية حول تركيب وتغيير حلقات المكابس وأيضاً وشرح موضوعات أخرى مفيدة مثل أعمال التزليق واستهلاك الزيت وتليين المحرك.

أساس الإصلاح ورأب الفجوات الناجح هو المعرفة المعتمدة بكل ما يتعلق بالمكونات داخل المحرك. ونحن نوضح ما هو ضروري لتنفيذ أعمال الإصلاح بنجاح، بالإضافة إلى أننا نبين أيضاً ماذا يمكن أن يحدث في حالة عدم مراعاة بعض التفاصيل.

حلقات المكابس موجودة من نفس فترة نشوء محركات الاحتراق. وعلى الرغم من ذلك فيشيع بين المتخصصين والمستخدمين إلى الآن حالة من عدم المعرفة أو المعرفة الجزئية بحلقات المكابس. وفي حالة حدوث فقدان في القدرة أو استهلاك للزيت، تعتبر حلقات المكابس هي الجزء الأول المعني بذلك. كما أن الفارق بين عمليات الصيانة والأموال التي تنفق على أي جزء أجر من أجزاء المحرك لا يضاهاي الفارق في حالة تغيير حلقات المكابس.

غالباً ما تتراجع الثقة في حلقات المكابس أمام الآمال الكبيرة المنشودة منها. وبالتالي تسود الحقائق المغلوطة والمعلومات غير المكتملة والتصورات الخاطئة والتفكير الخاطئة لدى الورش والعملاء، في حين تتضائل المعرفة بالمعلومات الصحيحة عنها. إلا أن أكثر ما تعاني منه حلقات المكابس هو إجراء أعمال الإصلاح بطرق رخيصة (إعادة استخدام أجزاء متآكلة مثلاً) والتركيب بشكل غير سليم.

١ أسس حلقات المكابس

١-١ متطلبات حلقات المكابس

حلقات مكابس محركات الاحتراق الداخلي يجب أن تلبى جميع الاشتراطات المتعلقة بالإحكام الديناميكي الخطي التام ضد التسريب. ويجب أن تكون مقاومة للتأثيرات الكيميائية والحرارية وتقوم بسلسلة الوظائف. وفي هذا الإطار فإنها تتمتع بالخصائص التالية:

الوظائف

- منع (إحكام) تسرب الغاز من غرفة الاحتراق إلى داخل علبة الكرنك، حتى لا يضيع ضغط الغاز وقدرة المحرك الخاصة
- الإحكام، أي منع تسرب زيت التشحيم من غرفة الكرنك إلى داخل غرفة الاحتراق
- التحقق من سمك طبقة التشحيم المحددة قيمتها بدقة على جدار الأسطوانة
- توزيع زيت التشحيم على جدار الأسطوانة
- اتزان حركة المكبس (انقلاب المكبس) - ولا سيما مع المحركات الباردة والشوط الكبير لحركة المكابس في الأسطوانة
- نقل الحرارة (التصريف الحراري) من المكبس إلى الأسطوانة

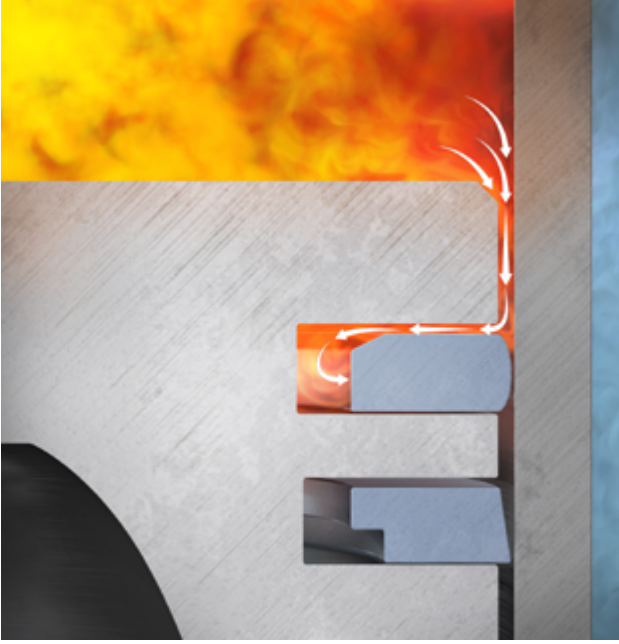
الخصائص

- مقاومة خفيفة للاحتكاك، حتى لا يضيع قدر كبير للغاية من قدرة المحرك
- قدرة جيدة على المقاومة ومقاومة التآكل أمام الإجهاد الميكانيكي الحراري والمؤثرات الكيميائية وآثار التآكل الناتجة عن السخونة
- لا يجوز أن تتسبب حلقة المكبس في حدوث تآكل كبير في الأسطوانة، وإلا فسوف يقل العمر الافتراضي للمحرك بشكل كبير
- العمر الافتراضي الطويل، سلامة التشغيل وفعالية للتكلفة طوال فترة التشغيل بالكامل



٢-١ المهمات الرئيسية لحلقات المكابس

١-٢-١ الإحكام ضد تسريب غازات الاحتراق



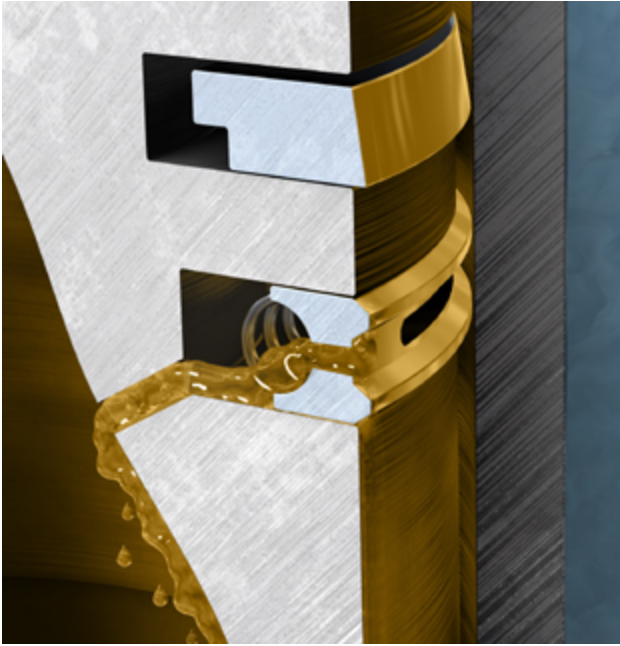
الإحكام ضد تسريب غازات الاحتراق

المهمة الأساسية لحلقات الإحكام تتمثل في منع تسرب غازات الاحتراق بين المكبس وجدار الأسطوانة في علبة المكبس. ويمكن تحقيق ذلك في أغلب المحركات من خلال حلقتين للإحكام تعملان معاً على تشتيت الغاز.

لأسباب تتعلق بالتصميم لا تكون أنظمة إحكام المكابس بمحركات الاحتراق الداخلي محكمة بدرجة ١٠٠٪، حيث تصل دائماً كميات ضئيلة من الغاز المتسرب إلى حلقات المكابس مروراً بعلبة المكبس. غير أن ذلك أمر بديهي وحتمي لأسباب تصميمية.

غير أنه يجب على أي حال تجنب نقل كميات كبيرة من غازات الاحتراق الساخنة مروراً بالمكبس وجدار الأسطوانة. حيث يؤدي ذلك إلى فقدان القدرة وزيادة نقل السخونة إلى الأجزاء وفقدان تأثير مادة التزليق. بل ويأثر بذلك كل من العمر الافتراضي للمحرك وكفاءة أدائه. وسيتم في الفصول التالية شرح الوظائف المختلفة للحلقات ووظائف الإحكام وكذلك انطلاق الغازات الناتجة عن عمليات الاحتراق.

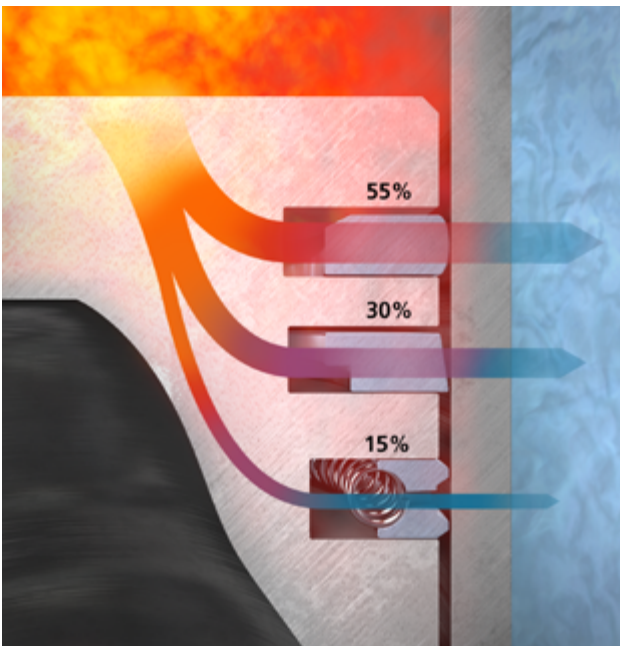
٢-٢-١ إزالة الزيت وتوزيعه



إزالة الزيت وتوزيعه

إلى جانب جوان الإحكام المركب بين غرفة الكرنك وغرفة الاحتراق، فإن حلقات المكابس تقوم أيضاً بالتحكم في طبقة الزيت. حيث تقوم الحلقات بتوزيع الزيت بشكل متساوي على جدار الأسطوانة. أما الزيت الزائد فتقوم حلقة إزالة الزيت (الحلقة الثالثة) بإزالة معظمه، ويشارك في هذه العملية أيضاً حلقات الإحكام المشتركة لإزالة الزيت ومنع التسريب (الحلقة الثانية).

٣-٢-١ تصريف الحرارة



تصريف الحرارة

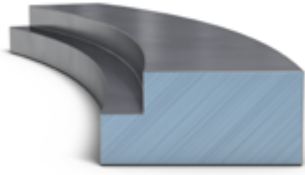
التحكم في درجة حرارة المكابس يعتبر من المهام الحيوية لحلقات المكابس. حيث إن الجزء الرئيسي (حوالي ٧٠٪) من السخونة التي يمتصها المكبس أثناء عملية الاحتراق تنتقلها حلقات المكابس إلى الأسطوانة. وخصوصاً حلقات الإحكام تكون مسؤولة بشكل أساسي عن تصريف الحرارة.

ولولا هذا التصريف المستمر للسخونة عبر حلقات المكابس، لتآكل المكبس في تجويف الأسطوانة في غضون دقائق قليلة ولانصهر المكبس. ومن هذا المنطلق نفهم ضرورة حدوث التلامس الجيد بين حلقات المكابس وجدار الأسطوانة في أي وقت. في حالة وجود مواضع غير منتظمة الاستدارة في الأسطوانة أو في حالة حدوث إعاقة لحلقات المكابس في حوز الحلقات (تفحم، رواسب، تشوه) فعندئذ سيكون من المؤكد بمضي الوقت أن تظراً علامات تدل على فرط السخونة بالمكبس بسبب قصور تصريف السخونة.

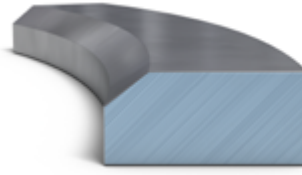
٣-١ أنواع حلقات المكابس

١-٣-١ حلقات الانضغاط

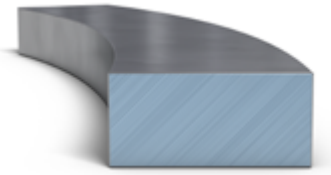
حلقات قائمة الزاوية



الحلقة قائمة الزاوية ذات الزاوية الداخلية



الحلقة قائمة الزاوية ذات الحافة الداخلية



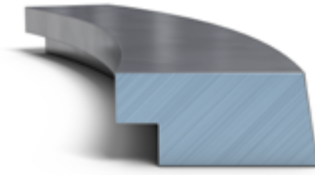
الحلقة قائمة الزاوية

الحلقات قائمة الزوايا هي حلقات ذات مقطع بزوايا قائمة. وتكون حافتي الحلقة متوازيتين. ويعتبر هذا التصميم هو أبسط تصميم للحلقة وهو أكثر الأنواع استخداماً في حلقات الإحكام. وهذا النوع يستخدم اليوم بشكل أساسي كأول حلقة إحكام في جميع محركات البنزين بسيارات الركاب، بينما يستخدم أيضاً بشكل جزئي مع محركات الديزل في سيارات الركاب. الحواف الداخلية والزوايا الداخلية تؤدي إلى الحلقات وهي في حالة مركبة (مشدودة). أما وضع الحافة أو الزاوية الداخلية على الحافة العلوية فلها تأثير "إيجابي للحلقات". لمعرفة طريقة تأثير اللي بالضبط، انظر فصل ٩-٦-١ لي الحلقات.

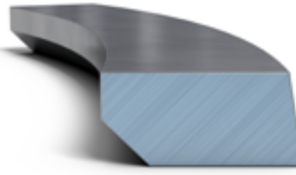


الحلقة قائمة الزاوية

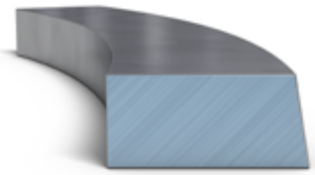
الحلقات الدقيقة – حلقات الإحكام بوظيفة إزالة الزيت



الحلقة الدقيقة ذات زاوية داخلية من أسفل



الحلقة الدقيقة ذات حافة داخلية من أسفل



الحلقة الدقيقة

إلى جانب الوظيفة كحلقة إحكام فإن الحلقات الدقيقة لديها أيضاً خصائص لإزالة الزيت. ويتم ذلك من خلال إرجاع حافة الحلقة العلوية. عند التحرك لأعلى من النقطة الميتة السفلية إلى النقطة الميتة العلوية تنزلق الحلقة على طبقة الزيت. ومن خلال القوي الهيدروديناميكية (تكون مخروط تزييقي) ترتفع الحلقة عن سطح الأسطوانة قليلاً. وعند التحرك في الاتجاه العكسي تغوص الحافة لمسافة أعمق في طبقة الزيت، وبهذه الطريقة تزيل الزيت إلى غرفة الكرنك بشكل أساسي. وفي محركات البنزين يتم تركيب الحلقات الدقيقة أيضاً في حز الفتحة الأول. وضعية الحافة أو الزاوية الداخلية على الحافة السفلية يعمل على لي الحلقة بشكل سلبي (انظر فصل ٦-١-٩ لي الحلقة).

ملحوظة

يتم تركيب الحلقات الدقيقة في جميع طرازات المحركات (سيارات الركاب والمركبات التجارية والخدمية وسيارات البنزين والديزل) في حز الحافة الثاني بصفة أساسية.

هذه الحلقات تؤدي وظيفة ثنائية. فهي تدعم حلقة الإحكام في إحكام الغازات ضد التسريب وتدعم حلقة إزالة الزيت في تنظيم طبقة الزيت.

الحلقات الدقيقة (الشكل ٢) لديها شكل مخروطي على سطح الدوران. الحيوذ الزاوي عن الحلقة القائمة يتراوح من حوالي ٤٥ إلى ٦٠ دقيقة زاوية حسب التصميم. ونظراً لشكل الحلقة فهي تستند على الحافة السفلية فقط وهي جديدة، وتلامس بذلك تجويف الأسطوانة بكل دقة. وبذلك يظهر في هذا النطاق انضغاط ميكانيكي مرتفع بين الأسطح وتآكل معدني مرغوب. وبعد فترة تشغيل قصيرة يؤدي هذا التآكل التليبي المرغوب إلى شكل مستدير تماماً وبالتالي إلى تأثير جيد للإحكام ضد التسريب. وبعد فترة تشغيل تتعدى ١٠٠٠٠٠ كم يحدث تآكل نتيجة لاحتكاك الأسطح المخروطية بحيث تقوم الحلقة الدقيقة بوظيفة الحلقة قائمة الزاوية. أما الحلقة التي كانت مصنعة في الأصل كحلقة دقيقة فتعمل عندئذ كحلقة قائمة الزاوية وتقوم بعملية الإحكام ضد التسريب بشكل جيد. ومن خلال تأثير الضغط الغازي أيضاً على الحلقة من الأمام (يمكن للضغط الغازي أن يتوغل في شق الإحكام بين الأسطوانة وسطح حركة المكبس)، يتم تخفيف شدة الضغط الغازي بعض الشيء. وأثناء فترة تليين الحلقة يقل ضغط الكبس بعض الشيء ويتم التليين بشكل أنعم مع زيادة التآكل قليلاً.



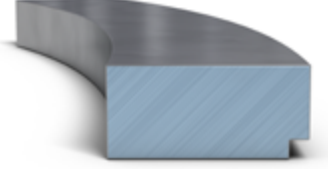
ضغط الغاز في حلقة الدقائق

الحلقات الطرفية

الحلقة الطرفية

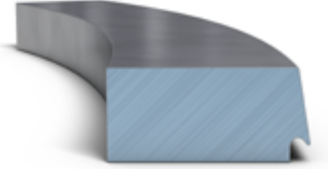
الحافة السفلية لسطح حركة الحلقة الطرفية مزودة بحز قائم الزاوية أو مخروط للخلف، وتتميز بأن لها تأثير مزيل للزيت إلى جانب إحكام الغازات ضد التسريب أيضاً. ولهذا الحز حجم معين يمكن أن يتجمع فيه الزيت المُزال قبل رجوعه إلى حوض الزيت.

وقد كانت الحلقة الطرفية تُركَّب في الماضي كحلقة انضغاط ثانية في الكثير من طرازات المحركات. وفي الوقت الحالي تستخدم حلقات طرفية دقيقة بصفة أساسية بدلاً من الحلقات الطرفية. تستخدم الحلقات الطرفية أيضاً مع مكابس الضغوط لأنظمة المكابح العاملة بالهواء المضغوط - وهناك سيتم استخدامها كحلقة انضغاط أولى.



الحلقة الطرفية الدقيقة

الحلقة الطرفية الدقيقة هي الجيل الأحدث للحلقة الطرفية. حيث يقوم سطح الحركة المخروطي بتقوية تأثير إزالة الزيت. مع ضغوطات المكابس فلن يتم استخدام حلقة الدقيقة الطرفية فقط في حل الحلقة الثاني، بل أيضاً في الحز الأول.

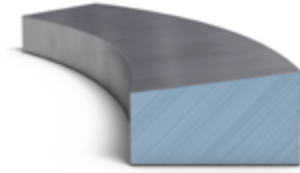


الحلقة الطرفية الدقيقة ذات التصادم المغلق

مع بعض حلقات الدقائق الطرفية فإن التجويف الدائر خلفاً لن يستمر في دورانه حتى نهاية المصد، وذلك لغرض تحسين وظيفة الإحكام ضد تسريب الغاز. وبذلك يتم تقليل انبعاث الغازات الناتجة عن الاحتراق مقارنةً بالحلقة الطرفية الدقيقة المعتادة (انظر أيضاً فصل ١-٦-٥ خلوص التصادم).

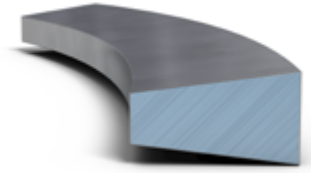


الحلقات شبه المنحرفة



الحلقة شبه المنحرفة أحادية الجانب

ومع الحلقات شبه المنحرفة أحادية الجانب تكون الحافة السفلية للحلقة بلا زاوية وعمودية على سطح حركة الحلقة.



الحلقة شبه المنحرفة ثنائية الجوانب

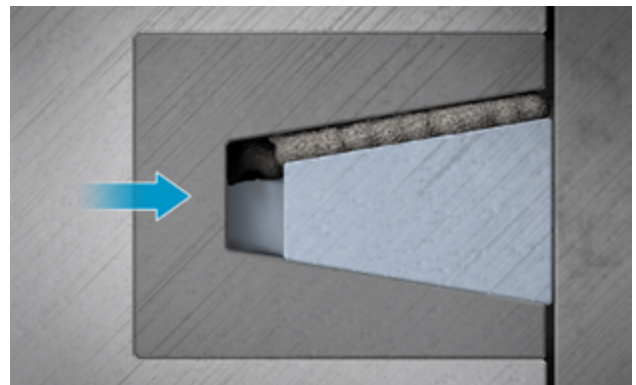
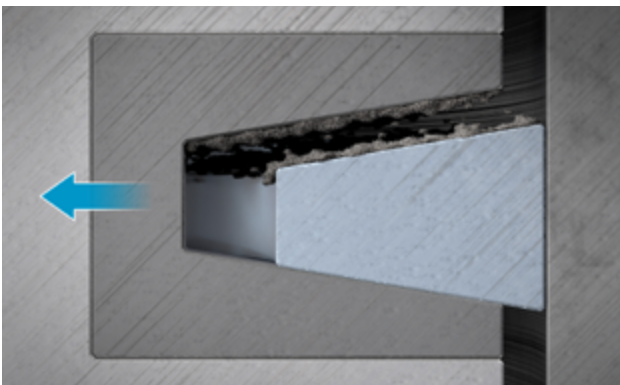
ومع الحلقات شبه المنحرفة مزدوجة الجانبين لا تكون حافتا الحلقة متوازيين، ولكنهما تكونان على شكل شبه منحرف. في المعتاد تبلغ قيمة الزاوية 6° أو 15° أو 20° .

حلقة الإحكام شبه المنحرفة في محركات الديزل في الحز الحلقى العلوي، وأحياناً في الحز الحلقى الثاني.

⚠️ تنبيه

لا يُسمح بتركيب الحلقات الأرجوحية (جانب واحد ومزدوج) في التجاويف مستطيلة الشكل العادية. عند استخدام الحلقات الأرجوحية يجب أن تكون التجاويف الحلقية الجاهزة على المكبس بها أيضاً تصميمات مناسبة.

يتم تركيب الحلقات شبه المنحرفة أو الحلقات شبه المنحرفة أحادية الجانب لمقاومة تفحم الحزوز الحلقية وبالتالي تحجر الحلقات في الحزوز الحلقية. وفي حالة ارتفاع درجة الحرارة بشدة في الحز الحلقى على وجه الخصوص يكون هناك خطر من تفحم زيت المحرك الموجود في الحز نتيجة لتأثير ارتفاع درجة الحرارة. وفي محركات الديزل يتكون السخام نتيجة لذلك إلى جانب احتمال تفحم الزيت. وهو ما يعزز أيضاً تكوّن الترسبات في حز الحلقة. وفي حالة تحجر حلقات المكابس في الحز بفعل الرواسب تتسرب غازات الاحتراق الساخنة بدون عائق ما بين المكبس وجدار الأسطوانة وتؤدي إلى زيادة سخونة المكبس بشكل مفرط. وينتج عن ذلك انصهار رأس المكبس وأضرار بالغة بالمكبس. ونظراً لارتفاع درجات الحرارة وتكون السخام يفضل الكثيرون تركيب



وظيفة التنظيف: نظراً للسمات الشكلية للحلقات شبه المنحرفة وحركتها في الحز الحلقى من خلال حركات المكبس (انظر فصل ١١-٦-١، حركات حلقات المكابس) يتم كشط التفحم المترام بشكل ألي.

١-٣-٢ حلقات إزالة الزيت

الوظيفة



حلقة إزالة الزيت

حلقات إزالة الزيت مصممة فقط لتوزيع الزيت على جدار الأسطوانة وإزالة الزيت الزائد عن جدار الأسطوانة. حلقات إزالة الزيت تحتوي في المعتاد على قضيبين لتحسين عملية الإحكام وإزالة الزيت. ويقوم هذان القضيبان بإزالة الزيت الزائد عن جدار الأسطوانة. وبذلك يتساقط بعض من الزيت على الحافة السفلية لحلقة إزالة الزيت وبين القضيبين، ويتم تصريف هذا الزيت المتساقط من نطاق الحلقة. وانطلاقاً من حركة ميل المكبس داخل تجويف الأسطوانة تتحسن كفاءة الإحكام كلما اقترب القضيبان من بعضهما.

كمية الزيت على وجه الخصوص الذي تتم إزالته من قضيب التصريف العلوي ويتساقط بين القضيبين يجب تصريفه من هذا النطاق، لأنه يمكن أن يصل في بعض الأحيان بأعلى حلقة إزالة الزيت، وإذا حدث ذلك يجب إزالته عن طريق حلقة الإحكام الثانية. ولهذا الغرض يوجد بحلقات إزالة الزيت أحادية أو ثنائية الجانب إما شقوق طولية أو تجاويف بين قضبان الحلقات. ويتم تصريف الزيت المُزال من القضيب العلوي عبر هذه الفتحات في الجسم العلوي للحلقة إلى الجانب الخلفي للحلقة.

ومن هنا يمكن تصريف الزيت المُزال بطريقة مختلفة. ومن هذه الطرق تصريف الزيت عبر التجاويف في حز إزالة الزيت على الجانب الداخلي للمكبس، حتى يمكن إرجاعه من هناك إلى حوض الزيت. ومع ما يسمى فتحات الأغطية (صورة ١)، يتم إرجاع الزيت المُزال عبر الحز حول صرة الخابور على الجانب الخارجي للمكبس. ويمكن أيضاً استخدام تشكيلة تجمع بين التصميمين.

أثبت التصميمان كفاءتهما في تصريف الزيت المُزال. وحسب شكل المكبس وعملية الاحتراق الداخلي والغرض من الاستخدام يمكن تحديد التصميم المناسب. ولا يمكن القول بشكل عام أن أحد التصميمين أفضل من الآخر من الناحية النظرية. لذا فإنه للفصل في تحديد الطريقة الأنسب للمكبس المعني يتم من خلال الاختبارات العملية المختلفة.

ملحوظة

في المحركات ثنائية الدورات يتم تزليق المكبس عبر تزليق مختلط. ولهذا وبسبب تقييد التركيب يمكن التنازل عن استعمال إحدى حلقات سحب الزيت.

حلقات إزالة الزيت أحادية الجزء

لم يعد يتم تركيب حلقات إزالة الزيت أحادية الجزء في المحركات الحديثة. فهي تستمد جهودها بطريقة فريدة من المقطع العرضي للمكبس. لذا فإن هذه الحلقات صلبة نسبياً، ولها خصائص رديئة من ناحية اتخاذ الشكل المناسب للمكبس، وهو ما يجعل قدرتها على الإحكام أقل من حلقات إزالة الزيت متعددة الأجزاء. ويتم تصنيع حلقات إزالة الزيت أحادية الجزء من الحديد الرمادي المسبوك.



حلقة إزالة الزيت

الأشكال التصميمية

حلقة الزيت المفرغة

وهي أبسط تصميم بفضبان متعامدة لإزالة الزيت ومزودة بفتحات لتصريف الزيت.



الحلقة ذات الشطفة العلوية

مقارنةً بحلقة الزيت المفرغة فإن حواف فضبان الحركة مشطوفة لكبس السطح بشكل أفضل.



الحلقة ذات الشطفة المتساوية

مع هذه الحلقة تكون الفضبان الطولية مشطوفة باتجاه جانب غرفة الاحتراق. وبذلك يتم تعزيز تأثير إزالة الزيت عند تحرك المكبس لأسفل.



حلقات إزالة الزيت ثنائية الأجزاء (تصميمات بنوابض أنبوبية)

لزيادة العمر الافتراضي يتم تجليخ الأقطار الخارجية وطبها على مصدم الحلقة بتضيقها أو تغطيتها بخرطوم تفلون. ومن خلال هذه الإجراءات يتم تقليل التآكل بين جسم الحلقة والنايض الحلزوني. أجسام الحلقات ثنائية الأجزاء تُصنع إما من الحديد الرمادي المسبوك أو الفولاذ.

ملحوظة

اتساع الفتحة – وهي مسافة نهايات ذيل جسم الحلقة في حالة التثبيت بدون نوابض التمديد الراقدة خلفها – ليس لها أي أهمية في حلقات سحب الزيت متعددة الأجزاء. وخاصةً في حلقات الصلب يمكن أن يكون اتساع الفتحة حوالي صفر. وهذا الأمر لا يمثل إي عيب أو سبب للاعتراض.

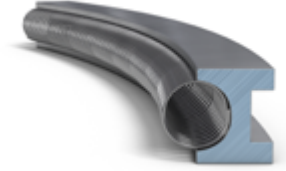
حلقات إزالة الزيت ثنائية الأجزاء تتكون من جسم الحلقة ونايض حلزوني خلفها. ومقارنةً بحلقات إزالة الزيت أحادية الجزء فإن جسم الحلقة مقطعه العرضي أقل بشكل واضح. وبذلك يكون جسم الحلقة مرناً بشكل نسبي ويتمتع بخصائص جيدة جداً لاتخاذ الشكل المناسب داخل المكبس. أما قاعدة النابض الأنبوبي من الجانب الداخلي لجسم الحلقة فهي إما تكون نصف مستديرة أو على شكل حرف V.

وتُستمد قوة الشد الفعلية من نابض انضغاطي حلزوني مصنوع من فولاذ نابضي مقاوم للسخونة. وهو موجود خلف الحلقة ويكسبها باتجاه جدار الأسطوانة. وأثناء التشغيل تكون النوابض ملاصقة للجدار الخلفي لجسم الحلقة ليُكوّننا معاً وحدة واحدة. ورغم أن النابض لا يلتوي باتجاه الحلقة، فإن وحدة الحلقة بالكامل تدور بشكل حر في الحز الحلقي للمكبس، مثل الحلقات الأخرى أيضاً. ويتم توزيع الضغط الشعاعي مع حلقات إزالة الزيت ثنائية الأجزاء دائماً بشكل متماثل، وذلك لأن ضغط الكبس يكون متساوياً دائماً على محيط الزنبرك الحلزوني (انظر أيضاً في هذا الشأن فصل ١-٦-٢، توزيع الضغط الشعاعي).



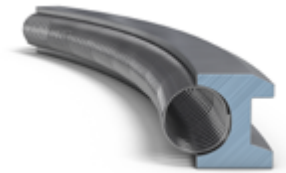
حلقة الزيت المفرغة ذات النابض الأنبوبي

أبسط تصميم بدرجة إحكام أفضل من حلقة الزيت المفرغة أحادية الجزء.



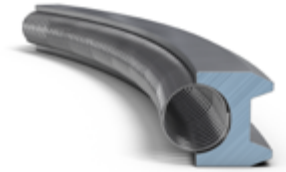
الناضض الأنبوبي متساوي الشطفة

شكل متساوي لسطح الحركة مثل النابض متساوي الشطفة، غير أنه يتميز بقدرة إحكام أفضل.



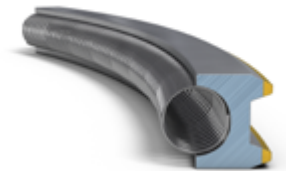
حلقة النابض الأنبوبي متساوي الشطفة

شكل متساوي لسطح الحركة مثل الحلقة ذات الشطفة العلوية، غير أنه يتميز بقدرة إحكام أفضل. وهي أكثر حلقات إزالة الزيت انتشاراً. ويمكن تركيبها في أي نوع من أنواع المحركات.



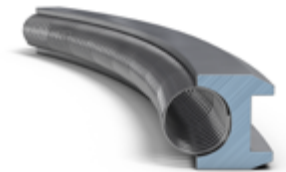
الحلقة ذات الشطفة العلوية ذات قضبان الحركة الكرومية

الخصائص ذاتها للحلقة ذات الشطفة العلوية، ولكنها تتميز بمقاومة أكبر للتآكل وبالتالي عمر افتراضي أطول. ولذلك فهي مناسبة لمحركات الديزل على وجه الخصوص.



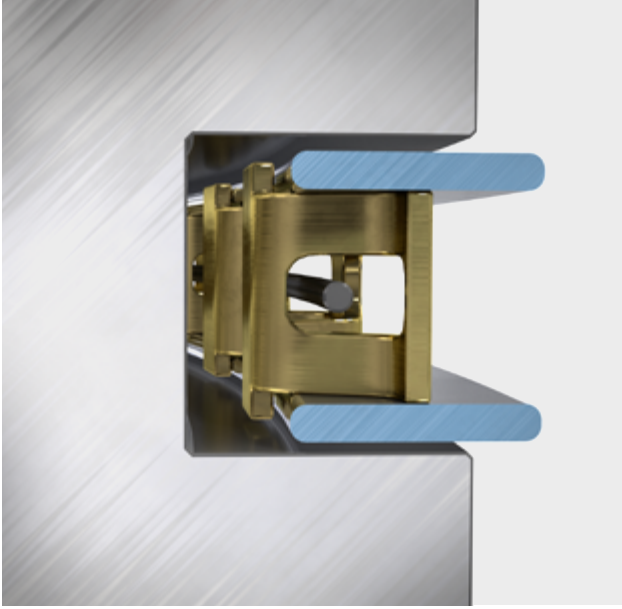
الحلقة ذات الشطفة العلوية مصنوعة من الفولاذ المعالج بالنيترينك

وهذه الحلقة ملفوفة من شريط فولادي مُشكّل ومزودة بطبقة حماية من التآكل من جميع الجوانب. وتتميز بأنها مرنة للغاية وأقل قابلية للكسر من الحلقات المصنوعة من الحديد الرمادي المسبوك. ويتم تصريف الزيت بين المجاري عبر الفتحات المستديرة المُسنبكة. ويتم تركيب هذا النوع من حلقات إزالة الزيت في أغلب محركات الديزل.



حلقات إزالة الزيت ثلاثية الأجزاء

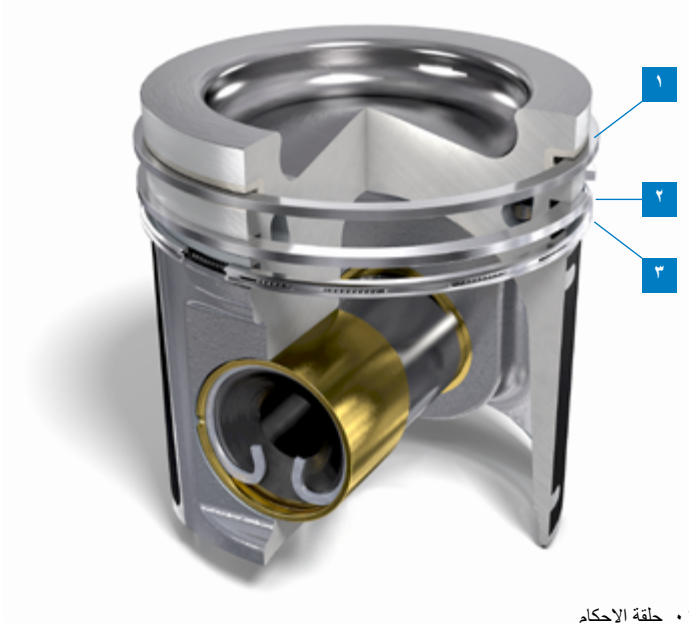
تتكون حلقات إزالة الزيت ثلاثية الأجزاء من شريحتين فولاذيتين رقيقتين يتم كبسهما باتجاه جدار الأسطوانة عن طريق نابض بعادي وامتدادي. وتتوفر حلقات إزالة الزيت المصنوعة من الشرائح الفولاذية إما مزودة بأسطح حركة كرومية أو معالجة بالنيترين من جميع الجهات. والأخيرة تؤدي إلى تحسين خصائص التآكل على سطح الحركة وكذلك بين النابض الامتدادي والشرائح (تآكل ثانوي). حلقات إزالة الزيت ثلاثية الأجزاء تتمتع بخصائص جيدة لاتخاذ الشكل المناسب داخل المناسب ويتم تركيبها في محركات البنزين لسيارات الركاب بشكل أساسي.



حلقة إزالة زيت من ثلاثة أجزاء

٣-٣-١ التجهيز النمطي لحلقات المكبس

لا تستطيع حلقة إحكام واحدة فقط تلبية الاشتراطات المعقدة التي تُفرض على حلقات المكابس. حيث لا يتحقق ذلك إلا بالجمع بين عدة حلقات مكبس من أنواع مختلفة. وفي تصميمات محركات السيارات الحديثة ثبتت كفاءة وفعالية الجمع بين حلقات الإحكام، وتصميم حلقة مشتركة للإحكام وإزالة الزيت وحلقة لجمع الزيت فقط. أما المكابس ذات أكثر من ثلاث حلقات فهي نادرة حسب الظروف في الوقت الحالي.



- ٠١ حلقة الإحكام
- ٠٢ حلقة الانضغاط والإزالة
- ٠٣ حلقة إزالة الزيت

٤-٣-١ حلقة المكبس الأكثر تناسبًا

كما أن الانسجام النهائي بين حلقات المكابس لمحرك حديث التصميم يتحدد في الأساس بعمليات اختبار شاملة تتم على منصة الاختبار – وأيضًا في ظروف التشغيل العادية.

لا يمكن القطع بوجود حلقة مكبس أفضل على الإطلاق، أو بطريقة أفضل للتزود بحلقات المكابس. فكل حلقة إحكام "متخصصة" في مجموعة خصائص معينة. فكل تصميم للحلقات أو تشكيلة منها ما هو إلا موازنة بين متطلبات مختلفة ومتناقضة بشكل جزئي. فإدخال تعديل على حلقة مكبس واحدة فقط يمكن أن يخل بتوازن الانسجام بين مجموعة الحلقات بالكامل.

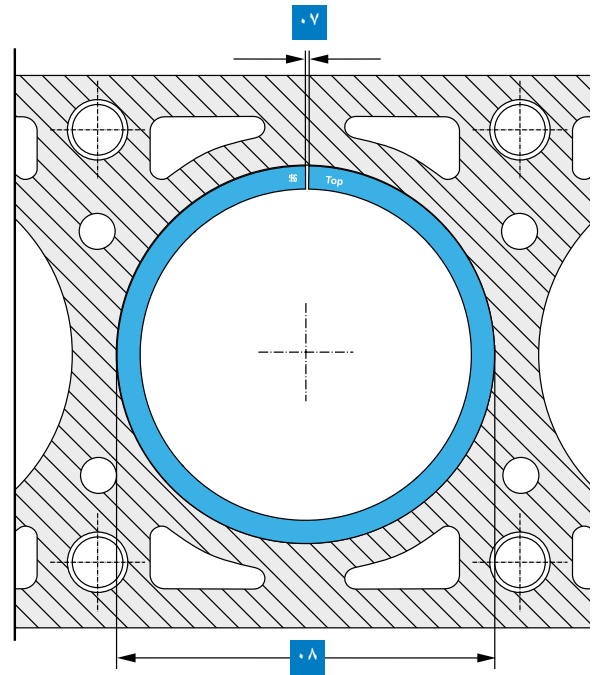
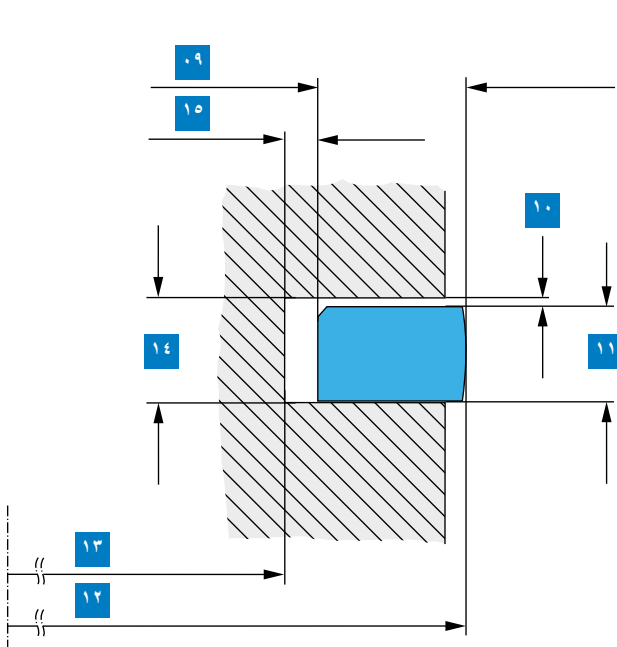
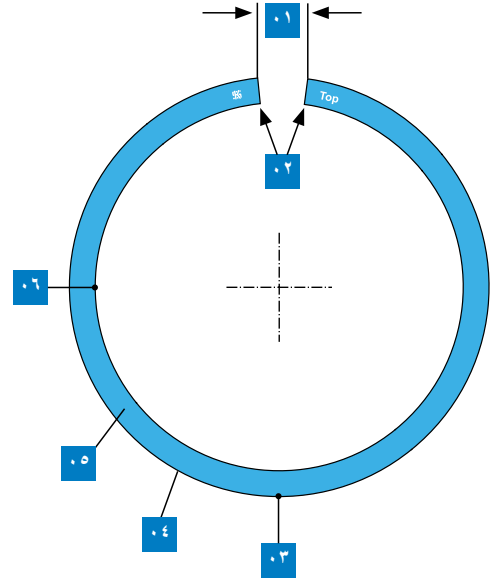
- مناسب – موجب
- متوسط – محايد
- غير مناسب – سلبي

والجدول التالي لا يعني تحقيق الكمال، ولكنه يوضح كيف يؤثر اختلاف خصائص حلقات المكابس على الوظائف المختلفة للحلقات.

المطلب	الإحتكاك	التلدين	العمر الافتراضي
شد عال للحلقة	●	●	●
شد منخفض للحلقة	●	●	●
مادة مقاومة للتآكل	-	●	●
مادة أكثر ليونة	-	●	●
ارتفاع منخفض للحلقة	●	●	●
ارتفاع كبير للحلقة	●	●	●

٤-١ مسميات حلقات المكابس

- ٠١ عرض الفك
- ٠٢ أطراف التصادم
- ٠٣ ظهر الحلقة (مقابل أطراف التصادم)
- ٠٤ سطح حركة الحلقة
- ٠٥ سطح حافة الحلقة
- ٠٦ السطح الداخلي للحلقة
- ٠٧ خلوص التصادم (خلوص بارد)
- ٠٨ قطر الأسطوانة
- ٠٩ سمك الجدار القطري
- ١٠ شوط محوري
- ١١ ارتفاع حلقة المكبس
- ١٢ قطر الأسطوانة
- ١٣ قطر قاعدة الحز
- ١٤ ارتفاع الحز
- ١٥ شوط محوري



٥-١ تصميم وشكل حلقات المكابس

١-٥-١ خامات حلقة المكبس

يتم انتقاء خامات حلقات المكابس حسب خصائص وظروف التشغيل التي تعمل فيها حلقات المكابس. فالمرونة الجيدة ومقاومة الصدا تعتبر عوامل مهمة للغاية مثلها مثل المقاومة العالية للأضرار في ظروف الاستخدام الشاقة. وقد أصبح الحديد الرمادي المسبوك خامة رئيسية لتصنيع حلقات المكابس. ومن وجهة النظر المأخوذة من علم احتكاك الأجسام فإن وجود الحديد الرمادي المسبوك وطبقات الجرافيت الداخلة في التصميم توفر خصائص حركة جيدة جداً (التزليق الجاف بالجرافيت).

وهي خصائص هامة للغاية خصوصاً في حالة عدم ضمان حدوث التزليق بزيت المحرك أو في حالة تدهور خصائص طبقة مادة التزليق على أسطح الحركة. بالإضافة إلى ذلك فإن عروق الجرافيت في بنية الحلقة تعتبر مخازن للزيت وتعوض التدهور الذي يحدث في طبقة مادة التزليق في ظروف التشغيل الشاقة.

وختلافاً للحديد الرمادي المسبوك تستخدم أيضاً الخامات التالية

- حديد الزهر ذو البنية الجرافيتية الشرائحية (الجرافيت الشرائحي)، محسن وغير محسن
- حديد الزهر ذو البنية الجرافيتية الكروية (الجرافيت الكروي)، محسن وغير محسن

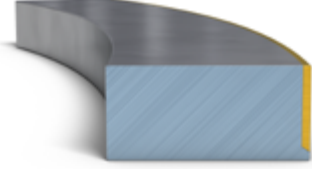
وبالإضافة إلى الخامات الفولاذية يستخدم أيضاً الفولاذ الكرومي ببنية دقيقة وفولاذ نابضي. ولدعم مقاومة التآكل فإن الأسطح مقواة. ويتم ذلك في المعتاد بالمعالجة بالنيترينك*.



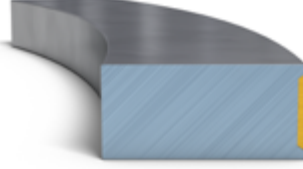
عملية سبك حلقة المكبس

* المعالجة بالنيترينك (النيترزة) يطلق عليها المتخصصون بالمعالجة بالنيتروجين (الإمداد بالنيتروجين) وهي بمثابة عملية لتقوية الفولاذ. وتتم المعالجة بالنيتروجين عادةً في درجات حرارة من ٥٠٠ إلى ٥٢٠°م خلال فترات تتراوح من ساعة واحدة إلى ١٠٠ ساعة. ومن خلال انتشار النيتروجين يتكون على سطح المادة طبقة سطحية متصلة قوية للغاية من نيترينك الحديد. وحسب زمن المعالجة يمكن أن يصل سمك هذه الطبقة إلى ٣٠٠-١٠ ميكرومليتر. ومن العمليات المألوفة بالمعالجة بالنيتروجين في محلول ملحي (مثل أملاح الكرومات) والمعالجة الغازية بالنيتروجين (مثل حلقات المكابس) والمعالجة البلازمية بالنيتروجين.

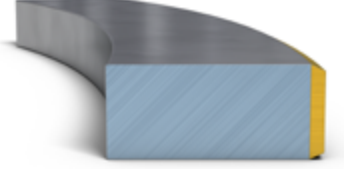
٢-٥-١ خامات تكسية أسطح الدوران



مطلّي أحد جوانب القمة



مطلّي القمة

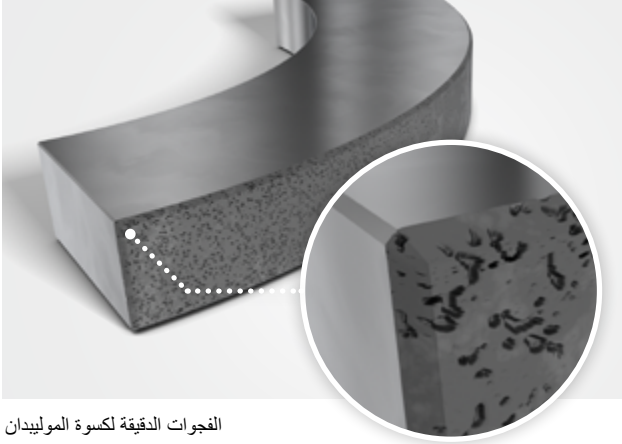


مغطى بطبقة كاملة

يمكن تغطية قضبان أو أسطح حركة حلقات المكابس بطبقة لتحسين خصائصها الاحتكاكية*. وفي ذلك تكون الأولوية بصفة خاصة لزيادة مقاومة التآكل وضمان التزليق والإحكام في ظروف التشغيل الشاقة. يجب عندئذ أن تكون مادة الطبقة الإضافية منسجمة مع خامات صنع حلقات المكابس وجدار الأسطوانة ومع مادة التزليق أيضاً. وقد انتشرت عملية إضافة الطبقات على أسطح حركة حلقات المكابس. وغالباً ما يتم تزود حلقات المحركات القياسية بطبقات من الكروم والموليبدين وأكسيد الحديد.

* علم الاحتكاك (باليونانية: Reibungslehre) مجال البحث وتكنولوجيا السطوح المسببة للتغير مع الحركة النسبية. ويتناول هذا العلم الشرح العلمي للاحتكاك والتآكل والتزليق.

طبقات الموليبدين



الفجوات الدقيقة لكسوة الموليبدين

لتجنب آثار الحريق يمكن تبطين سطح حركة حلقات الإحكام (ليس مع حلقات إزالة الزيت) بطبقة من الموليبدين أو تغطيتها بالكامل بهذه الطبقة. ويمكن أن يتم ذلك بطريقة رش اللهب أو بطريقة رش البلازما. وبفضل ارتفاع درجة انصهار الموليبدين (2620°C) فإنه يضمن قدرة تحمل كبيرة لدرجات الحرارة العالية. ومن خلال طريقة التبطين تصبح بنية المادة مسامية بالإضافة إلى ذلك. ويمكن لزيت المحرك أن يتجمع في الفجوات الدقيقة التي تنشأ من ذلك على سطح حركة الحلقات (صورة ٢)، مما يضمن تواجد زيت المحرك باستمرار لتزليق سطح حركة الحلقات حتى في ظروف التشغيل القاسية.

الخصائص

- مقاومة عالية لدرجات الحرارة
- خصائص جيدة للسير الاضطرابي
- أطرى من الكروم
- مقاومة أقل للتآكل مقارنة بحلقات الكروم (حساس للانساخت)
- أكثر حساسية لاهتزازات الحلقات (وبذلك قد يحدث انكسار للموليبدين في ظروف التشغيل الشاقة، على سبيل المثال مع الاحتراق المصحوب بطرق واختلالات الاحتراق الأخرى)

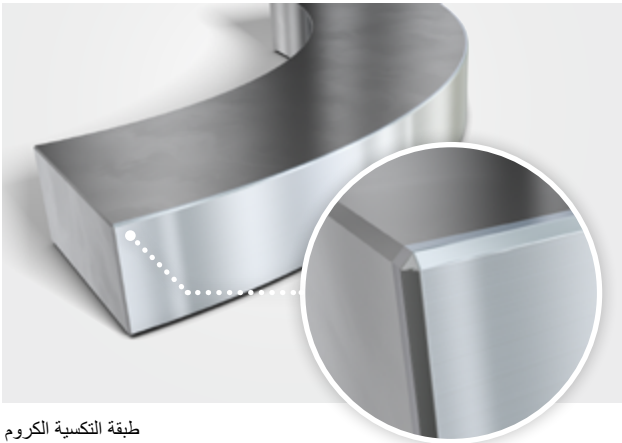
طبقات التغطية الجلفانية

طبقات طلاء الكروم

يتم تنفيذ غالبية طبقات طلاء الكروم من خلال عملية جلفانية.

الخصائص

- زيادة العمر الافتراضي (مقاومة التآكل)
- سطح خارجي صلب ومتين
- تآكل الأسطوانة بدرجة أقل (حوالي ٥٠٪ أقل مقارنةً بحلقات المكابس غير المغطاة)
- مقاومة جيدة لآثار الاشتعال
- خصائص للتشغيل في حالة الطوارئ أقل من طبقات الموليبدين
- مقاومة التآكل بشكل جيد تعنى بتحقيق ما يلي: تكون فترات التلبيس أطول من نظيرتها لدى حلقات المكابس غير المقواة أو حلقات إزالة الزيت المزودة بالشرائح الفولاذية أو حلقات إزالة الزيت U-Flex



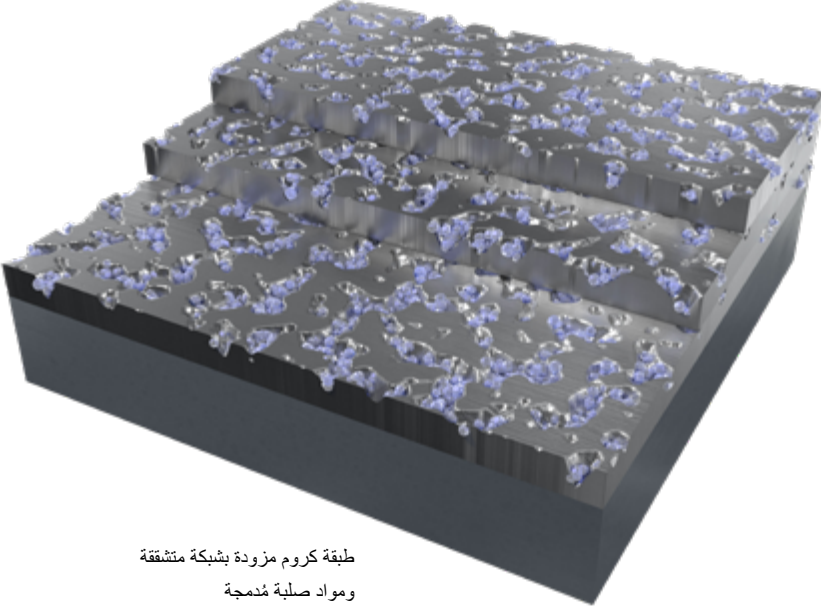
طبقة التغطية الكروم

طبقات طلاء CK (سيراميك الكروم) وطبقات طلاء DC (مطلي بالماس)

تتكون طبقات الطلاء هذه من طبقة كروم مطلية بالجلفنة مزودة بشبكة منشقة يتم إدماجها في المواد الصلبة المترسحة بقوة. يتم استخدام سيراميك (CK) أو ماس صغير للغاية (DC) كمادة إدماج.

الخصائص

- أقل مستوى من خسائر الاحتكاك بسبب السطح المصقول تمامًا
- أعلى مستوى من مقاومة التآكل وعمر افتراضي طويل بسبب المواد الصلبة المدمجة
- مقاومة جيدة لآثار الاشتعال
- تآكل ذاتي محدود لطبقة حلقة المكبس عند ثبات محدودية تآكل الأسطوانة



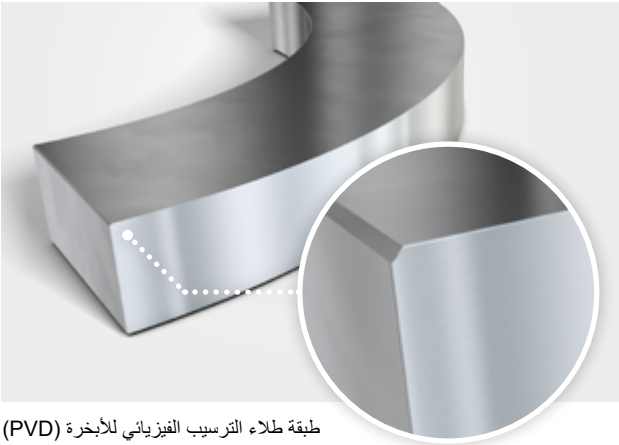
طبقة كروم مزودة بشبكة منشقة
ومواد صلبة مُدمجة

طبقات طلاء الترسيب الفيزيائي للأبخرة (PVD)

يشير الاختصار PVD "الترسيب الفيزيائي للأبخرة" إلى عملية تغطية قائمة على التفرغ، يتم فيها تبخير طبقات المادة الصلبة (CrN – نيتريد الكروم (III)) على سطح حلقة المكبس مباشرةً.

الخصائص

- يتم تقليل معدلات الفقد الناتجة عن الاحتكاك إلى أدنى معدلاتها جراء السطح الخارجي فائق النعومة.
- ينتج عن بنية الطبقة شديدة الرقة وشديدة الإحكام التي تتمتع بدرجة صلادة مرتفعة، مقاومة عالية جدًا للتآكل.
- بسبب شدة مقاومة التآكل تبقى الحافة الخارجية للحلقة مصانة لفترات تشغيل أطول. وبالتالي يتواصل تراجع شد الحلقة مع حلقة إزالة الزيت المطلية بطلاء الترسيب الفيزيائي للأبخرة (PVD) على سبيل المثال، وينشأ عن ذلك مزايا واضحة لقدرة الاحتكاك.



طبقة طلاء الترسيب الفيزيائي للأبخرة (PVD)

٣-٥-١ انفصال الطبقة

يحدث انفصال طبقات سطوح الحركة من أن لآخر مع طبقات الموليدان وأكسيد الحديد المرشوشة. والسبب الرئيسي لذلك هو وجود خطأ عند تركيب حلقات المكابس (فتح الحلقات بقوة أكثر من اللازم عند تركيبها على المكابس، كما هو موضح في صورة ١). وفي حالة تركيب الحلقات على المكابس بشكل خاطئ تنتشفق الطبقة بظهر الحلقة فقط (صورة ٢). وإذا كانت الطبقة متقشرة عند أطراف الاصطدام، فهذا يدل على اهتزاز الحلقة من خلال اختلالات الاحتراق (مثل الاحتراق المصحوب بطرق).



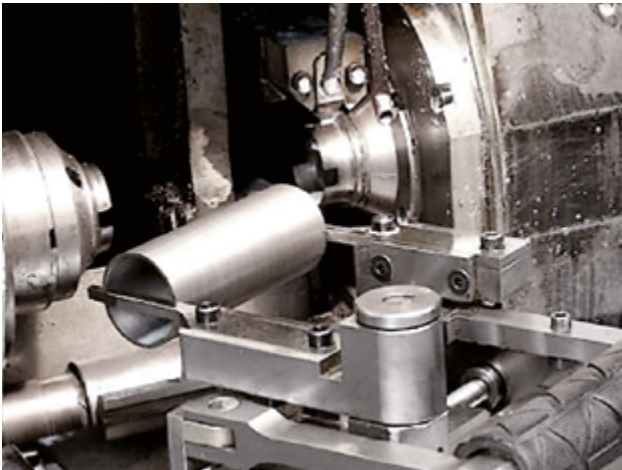
صورة ١: التواء وانفراج حلقات المكابس عند التركيب على المكابس



صورة ٢: طبقة التغطية تنتشفق على ظهر الحلقة.

٤-٥-١ معالجة سطح الحركة (ملتو، متراكب، مجلخ)

في المعتاد تتم خراطة حلقات المكابس غير المقواة المصنوعة من الحديد الزهر على سطح الحركة بشكل دقيق فقط. ونظراً لقصر فترة تليين الحلقات غير المقواة لا يتم شحذ أو صقل سطح الحركة. ومع الأسطح المغطاة بطبقات أو المقواة يتم صقل الأسطح أو شحذها. والسبب في ذلك هو أنه نظراً لمقاومة التآكل العالية تستغرق الحلقات وقتاً أطول إلى أن تأخذ الشكل المستدير وتقوم بعملية الإحكام ضد التسريب بشكل سليم. ربما تكون النتيجة فقدان القدرة وارتفاع معدل استهلاك الزيت.



مخرطة ميكانيكية لمعالجة أسطح الدوران

١-٥-٥ الأشكال الكروية لسطح الحركة

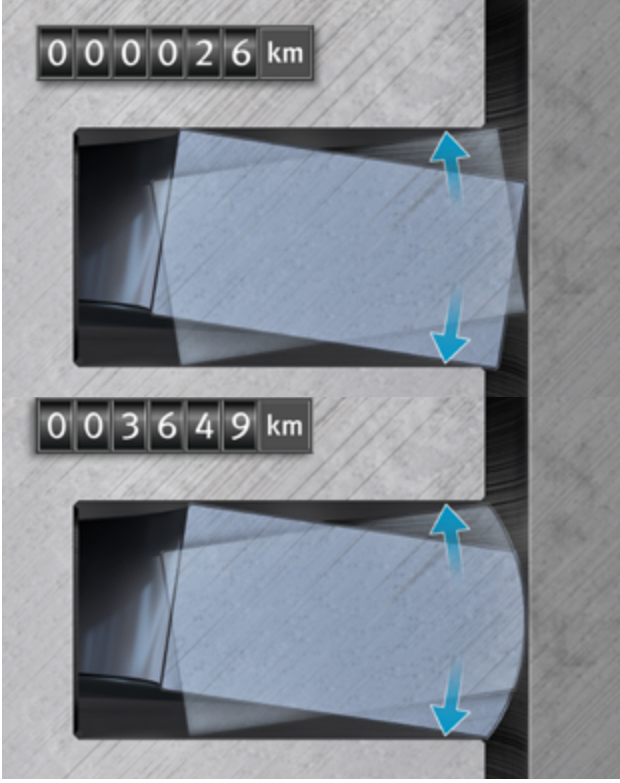
شكل سطح الحركة هو سبب آخر للجوء إلى عمليات الشد والصفل. فأسطح حركة حلقات المكابس المربعة (غير المقواة) تتخذ شكلاً كروياً بعد فترة من الزمن (الشكل ١) - والسبب في ذلك هو حركة الصعود والنزول وحركة الحلقة في الحز (لي الحلقة). ويؤثر ذلك تأثيراً إيجابياً على بنية طبقة التزليق والعمر الافتراضي للحلقة.

وعند إنتاج حلقات المكابس المعالجة بطبقات خارجية يتم إعطاء الحلقات شكلاً كروياً بعض الشيء. وليس من الضروري لهذا السبب تليينها أولاً لتصل إلى هذا الشكل المرغوب، بل إن سطحها يكون مُليناً بشكل مسبق. وبذلك لا يحدث تآكل بدرجة كبيرة لها أثناء التليين كما أنها لا تتسبب بذلك في استهلاك الزيت. ونظراً للتلامس الدقيق لسطح حركة الحلقة بزيادة الضغط النوعي للكبس على جدار الأسطوانة وينعكس ذلك على تحسين كفاءة إحكام الغازات والزيت ضد التسرب. وبالإضافة إلى ذلك يقل الخطر على حاملات الحواف بفعل حواف الحلقات التي تتميز بأنها حادة في بادئ الأمر. وتتميز الحلقات الكروية بانكسار الحافة لمنع توغل طبقة الزيت أثناء التليين. إن طبقة الكروم الصلبة للغاية يمكن أن تؤدي إلى تآكل كبير وأضرار بجدار الأسطوانة المرن للغاية إذا لم يكن تصميمها خالياً من العيوب.

أسطح حركة الحلقات المستديرة المتماثلة (صورة ٢)، سواء التي تنشأ من خلال التليين أو التي تنشأ أثناء عملية الإنتاج لها خصائص انزلاقية جيدة، ومن شأنها أن تصل بسلك طبقة التزليق إلى قيمة محددة. حيث تعمل الاستدارة المتماثلة على تساوي سمك طبقة التزليق أثناء حركة صعود ونزول المكبس. وتكون القوى التي تنشأ حول الحلقة - والتي تجعل الحلقة تعوم على طبقة الزيت متساوية على الجانبين.

إذا كان التكور قد صُمم أثناء عملية الإنتاج بالفعل، يكون هناك احتمال لظهور تكور غير متمثل للتحكم في استهلاك الزيت بشكل أفضل. ولا يكون سميت التكون عندئذ في منتصف سطح الحركة، ولكنه أسفل ذلك بقليل (صورة ٣).

هذا التقسيم غير المتماثل لسطح الحركة تكون نتيجته ظهور سلوك حركة مختلف في حركتي صعود وهبوط الحلقة. في حركة الصعود يتم بسبب المساحة الكبيرة نسبياً لإبعاد الحلقة بالضغط بقوة أكبر من قبل الزيت وكشط كمية زيت أقل. في حركة الهبوط تعمل



صورة ١: التكور جراء تآكل التليين



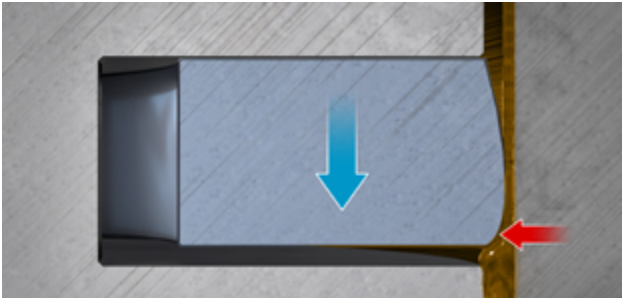
صورة ٢: سطح دوران الحلقة متمثل التكور



صورة ٣: سطح دوران الحلقة غير متمثل التكور



الشكل ٤: تعويم كبير في حركة الصعود



الشكل ٥: تعويم ضعيف في حركة الهبوط

المساحة الصغيرة نسبياً على تعويم حلقة المكبس بنسبة أقل وكشط كمية زيت أكبر (الصورة ٤ و ٥). وبذلك تستخدم الحلقات المتكورة غير المتماثلة أيضاً في التحكم في استهلاك الزيت، خصوصاً في ظروف التشغيل غير المناسبة في محركات الديزل. ويحدث ذلك مثلاً بعد مراحل الدوران المحايد الطويلة حسب التشغيل في ظل التحميل الكامل، والذي غالباً ما يحدث خلاله دفع الزيت إلى مسار العادم، مما يؤدي إلى ظهور الدخان الأزرق عند الضغط على دواسة الوقود مرة أخرى.

٦-٥-١ عمليات معالجة السطح الخارجي

حسب التصميم يمكن أن تكون أسطح حلقات المكابس مجردة أو معالجة بطبقة فوسفات أو نحاس. وتؤثر هذه العملية فقط على خصائص مقاومة الحلقات للصدأ فقط. فالحلقات المجردة تكون لامعة وجذابة وهي جديدة، ولكنها غير محمية تماماً ضد الصدأ. أما الحلقات المعالجة بطبقة فوسفات يكون سطحها أسود مطفأ، ولكنها تكون محمية بطبقة الفوسفات من ظهور الصدأ.

وبالنسبة للحلقات المعالجة بطبقة من النحاس فهي محمية أيضاً من الصدأ بشكل جيد، ومحمية بدرجة ما من ظهور آثار الإشعال أثناء التلدين. حيث يتميز النحاس بأن له تأثير تزيقي جاف وبالتالي خصائص معقولة للتشغيل في حالة الطوارئ أثناء التلدين.

عمليات معالجة الأسطح ليس لها تأثير على وظيفة الحلقات. ولذلك فلن يمكن أيضاً من خلال لون حلقة المكبس إصدار أي تقييم على الجودة.



٦-١ الوظيفة والخصائص

١-٦-١ إجهاد القص

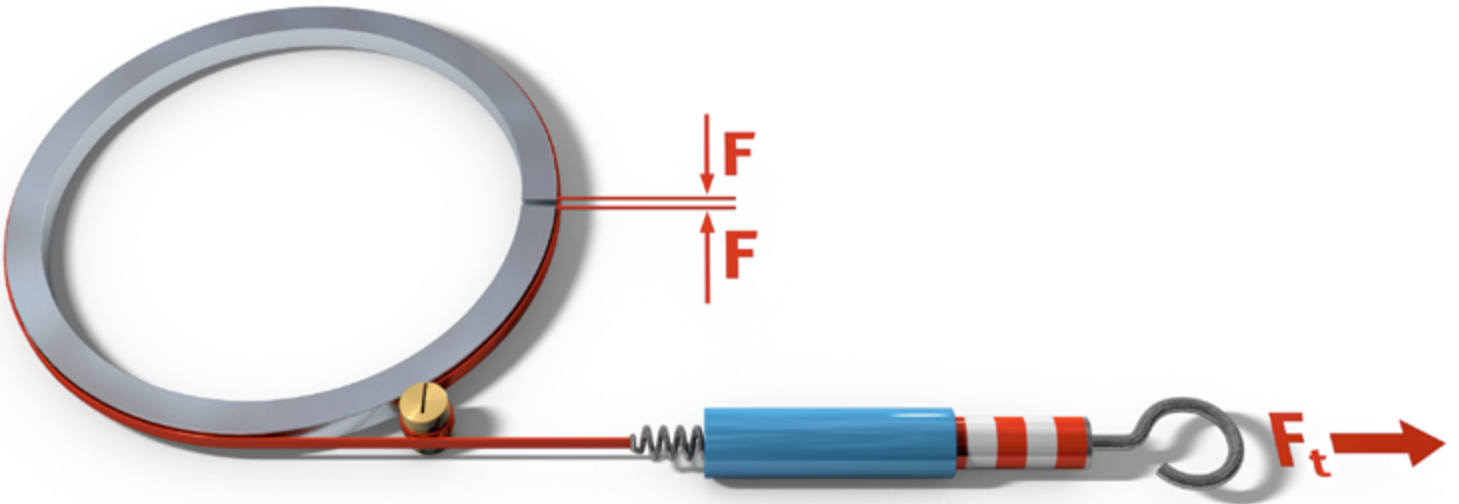
الحلقة. ومع الحلقات النابضية الشرائحية الفولاذية ثلاثية الأجزاء يلزم بالإضافة إلى ذلك تثبيت مجموعة الحلقات بشكل محوري نظراً للتصميم، وإلا فإن الشرائح الفولاذية يمكن أن تنحرف على الجانب، فتتعدى بذلك عملية القياس. وتوضح صورة ١ الشكل التخطيطي لقياس القوة القطرية.

قطر حلقات المكابس وهي بدون شد أكبر منه وهي مركبة. وهو أمر ضروري للوصول إلى ضغط الكبس اللازم على جميع الجوانب داخل الأسطوانة.

ومن الصعب قياس ضغط الكبس داخل الأسطوانة عملياً. لذا يتم تحديد القوة القطرية التي تضغط الحلقة على جدار الأسطوانة عن طريق صيغة للقوة القطرية. فالقوة القطرية هي القوة الضرورية التي تضم طرفي الاصطدام على خلوص الاصطدام (صورة ١). وتقاس القوة القطرية بشريط فولاذي مرن يوضع حول الحلقة. ويتم عندئذ شد طرفي الشريط معاً إلى أن يتم الوصول إلى خلوص الاصطدام المقرر لحلقة المكبس. ويمكن قراءة القوة القطرية عندئذ من خلال مقياس القوة. ويتم قياس حلقات إزالة الزيت في الأساس باستخدام زنبركات تمددية يتم تركيبها. ولضمان القياسات الدقيقة تتم عملية القياس في ظل الاهتزاز حتى يمكن للنابض التمددي أن يأخذ شكله الطبيعي وراء جسم

ملحوظة

حلقات المكابس تتعرض لفقدان الشد القطري بفعل التآكل القطري الناتج عن الاحتكاك المختلط أو نظراً لطول فترة الدوران. ومن المفيد قياس الشد فقط على الحلقات الجديدة ومقطعها العرضي مكتمل.

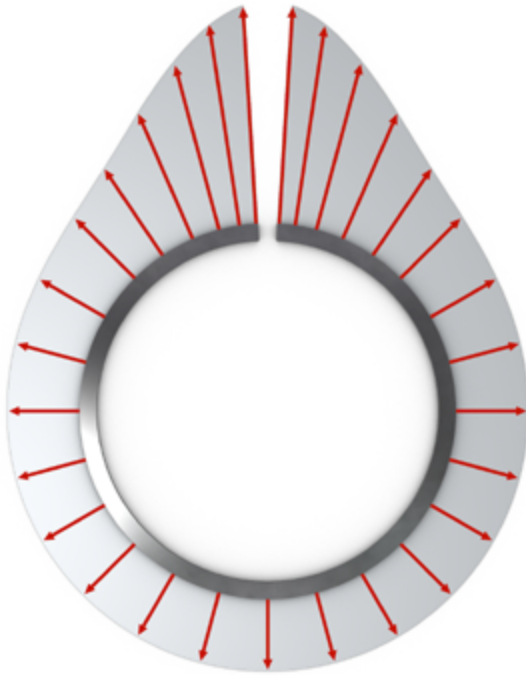


صورة ١: قياس القوة القطرية

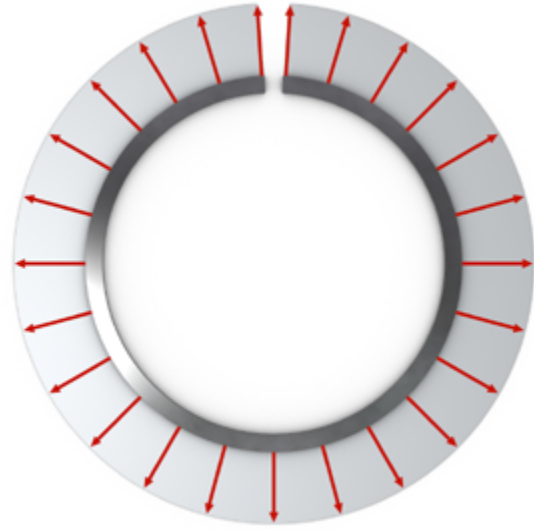
٢-٦-١ توزيع الضغط قطرياً

ومع المحركات رباعية الأشواط يتم مع حلقات الانضغاط الحيود عن التوزيع القطري المتماثل. ويُستخدم بدلاً منها توزيع كمثري الشكل (بيضاوي-موجب) حتى يمكن معادلة ميل أطراف اصطدام الحلقة للاهتزاز مع زيادة عدد لفات المحرك (صورة ٣). ويبدأ اهتزاز الحلقة دائماً من أطراف التصادم لينتقل من خلالها إلى جسم الحلقة بالكامل. وتتم معادلته من خلال زيادة قوة الكبس على أطراف الاصطدام، وذلك لأن حلقات المكابس يتم ضغطها في هذا النطاق بدرجة أقوى على جدار الأسطوانة، وبذلك يتم تخفيف أو منع اهتزاز الحلقات بشكل فعال.

يرتبط الضغط القطري بموديول مرونة الخامة وعرض الفكين بدون شد وليس بمقطع الحلقة. وهناك طريقتان رئيسيتان لتمييز توزيع الضغط الشعاعي. الطريقة البسيطة هي توزيع الضغط الشعاعي أثناء ذلك بشكل متماثل (صورة ٢). ويحدث ذلك بصفة خاصة مع حلقات إزالة الزيت متعددة الأجزاء التي تتكون من حامل مرن للحلقة أو من شرائح فولاذية ذات شد ذاتي منخفض نسبياً. ويقوم النابض التمديدي الموجود خلفها بكبس حامل الحلقة أو الشرائح الفولاذية باتجاه جدار الأسطوانة. ومن خلال النابض التمديدي الذي يستند على الجانب الخلفي لحامل الحلقة أو الشرائح الفولاذية وهو مضغوط (حالة التركيب) يكون الضغط الشعاعي غير متماثل.



صورة ٣:
توزيع الضغط الشعاعي البيضاوي-
الموجب



صورة ٢:
توزيع الضغط القطري المتماثل

٣-٦-١ تعزيز ضغط الكبس بفعل ضغط الاحتراق

ومع زيادة عدد حلقات الإحكام لا تحدث تقوية لضغط الكبس بفعل ضغط غاز الاحتراق بدءاً من حلقة الإحكام الثانية.

حلقات إزالة الزيت الخالصة تعمل فقط بناءً على الشد الخاص بها. ونظراً لشكلها المميز لا يمثل ضغط الغاز لها أية تقوية للكبس. وبالإضافة إلى ذلك يرتبط توزيع القوة على حلقة المكبس بالخصائص الشكلية لسطح حركة حلقات المكابس. مع الحلقات الدقيقة وحلقات الانضغاط المملخة بشكل مكرر يصل ضغط الغاز أيضاً إلى شق الإحكام بين سطح حركة حلقة المكبس وجدار الأسطوانة ويقوم بمعادلة ضغط الغاز الواقع خلف حلقة المكبس (انظر فصل ١-٣-١، حلقات الإحكام).

وتنشأ قوة الكبس المحورية التي تؤثر على حلقة الإحكام على شفة الحز السفلية من خلال ضغط الغاز فقط. الشد الذاتي للحلقات لا يؤثر على الاتجاه المحوري.

تقوية ضغط الكبس من خلال ضغط الاحتراق والتي تؤثر على حلقات الإحكام أثناء تشغيل المحرك أهم بكثير من الشد الخاص لحلقات المكابس.

ويتم توليد ما يصل إلى ٩٠٪ من القوة الإجمالية لحلقة الإحكام الأولى أثناء شوط الشغل الخاص بضغط الاحتراق. ويقع الضغط - كما هو موضح في صورة ١ - خلف حلقات الإحكام ويضغطها بشكل أقوى باتجاه جدار الأسطوانة. وتؤثر تقوية شدة الكبس بشكل أساسي على حلقة الإحكام الأولى وتتواصل بدرجة أضعف أيضاً على حلقة الإحكام الثانية.

ويتم التحكم في ضغط الغاز لحلقة المكبس الثانية من خلال تنوع خلوص التصادم لحلقة الإحكام الثانية. ومن خلال فتحة التصادم الأكبر بعض الشيء يصل على سبيل المثال ضغط احتراق أكبر على الجانب الخلفي لحلقة الإحكام الثانية، وهو ما يسبب هنا تقوية للكبس.

ملحوظة

في الوضع المحايد تقل تقوية كبس الحلقات بفعل تدهور بطانة الأسطوانات. ويتضح ذلك بشكل خاص مع محركات الديزل. المحركات التي تدور في الوضع المحايد لفترة طويلة يزداد استهلاكها للزيت وذلك لتأثر عملية إزالة الزيت بنقص دعم ضغط الغاز. وغالباً ما ينبعث من المحركات سحب زيتية زرقاء اللون من الشكمان بعد الدوران على الوضع المحايد لفترة طويلة عند الضغط على دواسة الوقود، وذلك لأن الزيت يمكن أن يتجمع داخل الأسطوانة ومسار العادم ولا يحترق إلا عند الضغط على دواسة الوقود.



صورة ١: تعزيز ضغط الكبس

٤-٦-١ ضغط الكبس المخصوص



صورة ٢ وصورة ٣: شد الحلقة وقوة الكبس المخصوصة

⚠ تنبيه

لا يمكن لجهد الحلقة بمفرده أن يحكم على ضغط الكبس ومستوى الإحكام. عند مقارنة حلقات المكبس من الضروري دائماً هنا مراعاة حجم سطح الإطار.

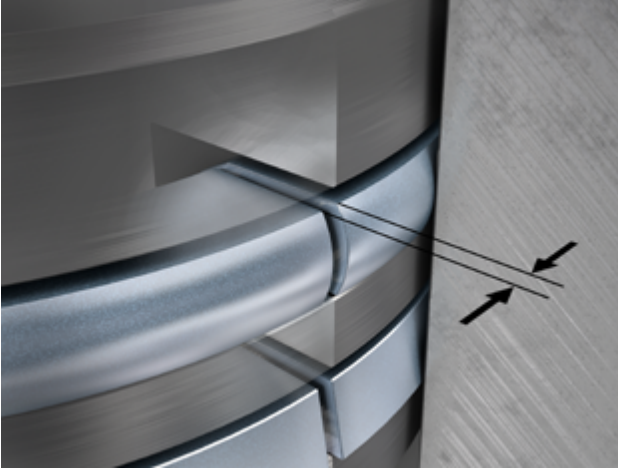
تتعلق قوة الكبس المخصوصة بقوة شد الحلقة وسطح دوران الحلقة على جدار الأسطوانة. وهناك إمكانيتان لمضاعفة ضغط الكبس النوعي: إما مضاعفة شد الحلقة أو تقليل سطح استناد الحلقة في الأسطوانة إلى النصف. ويظهر من خلال الصورة ٢ و ٣ أن القوة الناتجة (ضغط الكبس النوعي = المساحة × القوة)، التي تؤثر على جدار الأسطوانة متساوية دائماً رغم مضاعفة شد الحلقة أو تقليله إلى النصف.

ويميل مصممو المحركات الجديدة إلى الارتفاعات المسطحة للحلقات وذلك لتقليل الاحتكاك الداخلي داخل المحرك. إلا أنه لا يمكن تحقيق ذلك إلا من خلال تصغير مساحة التلامس الفعالة للحلقة مع جدار الأسطوانة. ومع نصف ارتفاع الحلقة يقل أيضاً شد حلقة المكبس وبالتالي الاحتكاك بمقدار النصف.

نظراً لأن القوة المتبقية تؤثر على مساحة أصغر، فيظل ضغط الكبس المخصوص المؤثر على جدار الأسطوانة (القوة × المساحة) مع نصف المساحة ونصف قوة الشد عند نفس القيمة المحققة مع ضعف المساحة وقوة الشد.

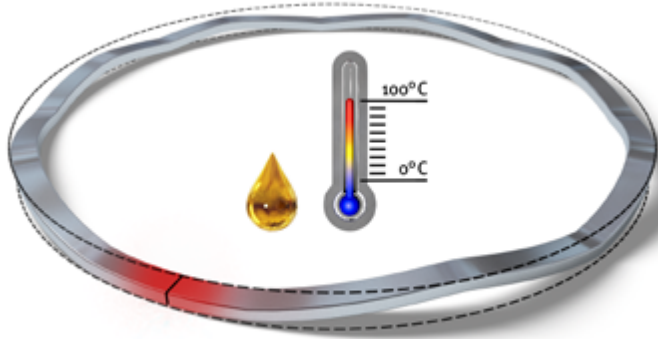
٦-١ الوظيفة والخصائص

٥-٦-١ الشوط الصدمي



صورة ١: خلوص اصطدام في حالة التركيب

يعتبر الشوط الصدمي (الصورة ١) سمة مهمة في التصميم لضمان أداء حلقات المكابس لوظيفتها. ويمكن مضاهاتها في ذلك مع خلوص صمامات السحب والعام. عند سخونة الأجزاء التركيبية فيصّل الأمر تحت تأثير التمدد الطبيعي بفعل السخونة إلى الاستطالة أو إلى زيادة القطر. وحسب الفرق بين درجة الحرارة المحيطة ودرجة حرارة التشغيل فهناك حاجة إلى خلوص بارد أكبر أو أصغر لضمان أداء الوظيفة في درجة حرارة التشغيل.



صورة ٢: تشوه حلقة المكبس عند درجة حرارة التشغيل

الشرط الأساسي لأداء حلقات المكابس لوظيفتها بشكل صحيح هو حرية حركة الحلقات في نتوءاتها. إذا ما حدث وتعرضت حلقات المكابس للانحصار في الحزوز، فقد لا يتم إحكامها ولن تستطيع تصريف الحرارة. خلوص التصادم الذي يجب أن يظل موجوداً حتى في درجة حرارة التشغيل يضمن أن يظل مفاصل محيط حلقة المكبس دائماً أصغر من محيط الأسطوانة من خلال تمدده بالسخونة. وإذا انتفى خلوص التصادم تماماً بفعل التمدد الناتج عن السخونة تتضغظ أطراف التصادم لحلقة المكبس معاً. ومع استمرار الضغط يجب أن تنتهي حلقة المكبس لتعويض تغير الطول بفعل السخونة. وتظراً لأنه لا يمكن لحلقة المكبس أن تنتفخ من خلال التمدد بالحرارة في الاتجاه الشعاعي، فإنه يمكن فقط تعويض تغير الطول في الاتجاه المحوري. وتوضح صورة ٢ كيف يتغير شكل الحلقة إذا ضاق الحيز داخل الأسطوانة.

ويوضح الحساب التالي مثال لحلقة مكبس قطرها ١٠٠ مم كيف يتغير طول محيط حلقة المكبس في درجة حرارة التشغيل.

مثال للحساب

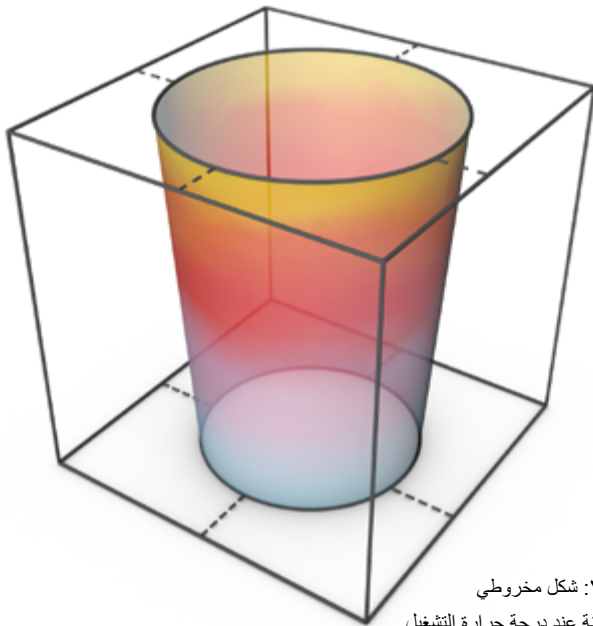
قطر الأسطوانة	$d = 100$ مم
درجة الحرارة المحيطة	$t_1 = 20^\circ \text{م}$
درجة حرارة التشغيل	$t_2 = 200^\circ \text{م}$
رقم التمدد الطولي لسبيكة الحد الرمادي	$\alpha = 0,000010$ ك ^{-١}

محيط حلقة المكبس

$U = d \times \pi$
$U = 314 = 3,14 \times 100 = U$
$U = l_1$

تغير طول حلقة المكبس بفعل درجة حرارة التشغيل

$\Delta l = l_1 \times \alpha \times \Delta t$
$\Delta l = l_1 \times \alpha \times (t_2 - t_1)$
$\Delta l = 180 = 180 \times 0,000010 \times 214 = \Delta l$



صورة ٣: شكل مخروطي للأسطوانة عند درجة حرارة التشغيل

ويلزم توافر خلوص تصادم مقداره ٠,٦ مم على الأقل مع هذا المثال لضمان الأداء الوظيفي الصحيح. غير أن التمدد ليس مقصوداً فقط على المكبس وحلقات المكابس، ولكن قطر تجويف الأسطوانة أيضاً يزداد بفعل السخونة ودرجة حرارة التشغيل. ولهذا السبب يجوز أن يكون خلوص التصادم أقل بعض الشيء. كما أن تمدد تجويف الأسطوانة بفعل السخونة لا يظهر بسرعة مثل حلقة المكبس. فمن ناحية تعتبر بنية كتلة الأسطوانة أصعب من بنية المكبس، ومن ناحية أخرى لا يسخن سطح الأسطوانة مثل المكبس وحلقات المكابس.

كما أن تمدد قطر تجويف الأسطوانة بفعل السخونة لا يحدث بالتساوي على مسار حركة الأسطوانة بالكامل. حيث تتمد الأسطوانة في النطاق العلوي بفعل السخونة الناتجة من الاحتراق أكثر من النطاق السفلي. ونظراً لعدم تساوي التمدد الحراري على نطاق الأسطوانة يظهر هذا الاختلاف على شكل الأسطوانة حيث يصبح شكلها مخروطياً (صورة ٣).

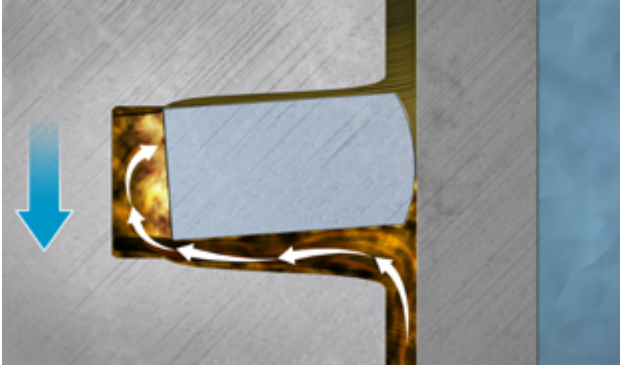
٦-٦-١ أسطح إحكام حلقة المكبس

حلقات المكابس لا تؤدي وظيفة الإحكام ضد التسريب على سطح الحركة فقط، ولكنها تقوم بذلك أيضاً على الشفة السفلية. ويكون تأثير الإحكام على سطح الحركة مسؤولاً عن إحكام الحلقة باتجاه جدار الأسطوانة، في حين تكون شفة الحز مسؤولة عن إحكام ظهر الحلقة. لذا ليس من الضروري فقط وجود تلامس جيد للحلقة مع جدار الأسطوانة، بل ومن الضروري أيضاً وجود تلامس جيد باتجاه شفة حز المكبس (صورة ١). وإذا لم يتوفر هذا التلامس يمكن أن تتسرب غازات الاحتراق والزيت عبر ظهر الحلقة.

من خلال الصور يمكن بسهولة فهم أن التآكل (بفعل الاتساخات أو طول فترة الاستخدام) يؤدي إلى تدهور إحكام الجانب الخلفي للحلقة وإلى نقل كمية متزايدة من الغاز والزيت عبر الحز. لذا فإن تزويد الحزوز المتأكلة بحلقات جديدة يكون بلا جدوى. فالمواضع غير المستوية بشفة الحز لا تقوم بإحكام الحلقة، كما أن ارتفاع الحز المتسع يتيح حيز حركة أكبر للحلقة. ولأن الحلقة لا تستقر بشكل صحيح في الحز نظراً لخلوص الارتفاع الزائد عن الحد تنحرف الحلقة عن شفة الحز بسهولة أكبر، لضخ الزيت (صورة ٢ و ٣)، اهتزاز الحلقات وتدهور القدرة على الإحكام ضد التسريب. وبالإضافة إلى ذلك يحدث تكور زائد لسطح حركة الحلقة. ويتسبب ذلك في زيادة سمك طبقة الزيت وزيادة استهلاك الزيت.



صورة ١: الإحكام من خلال جانب الحز

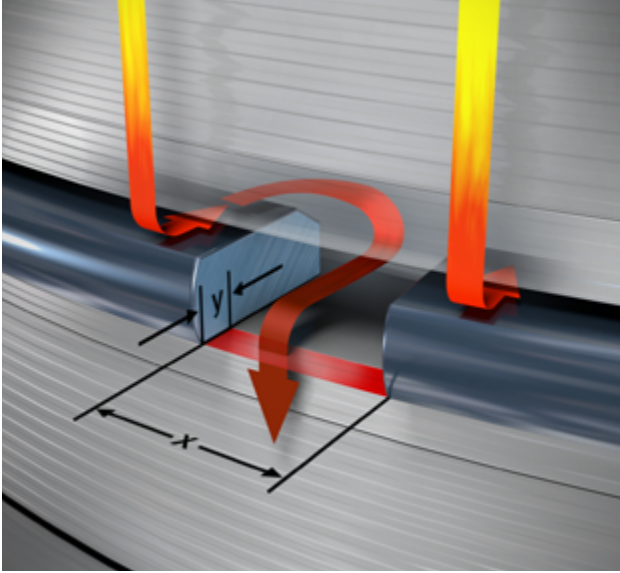


صورة ٢: شوط السحب



صورة ٣: شوط الانضغاط

١-٦-٧ شق الخنق وعلبة الكرنك



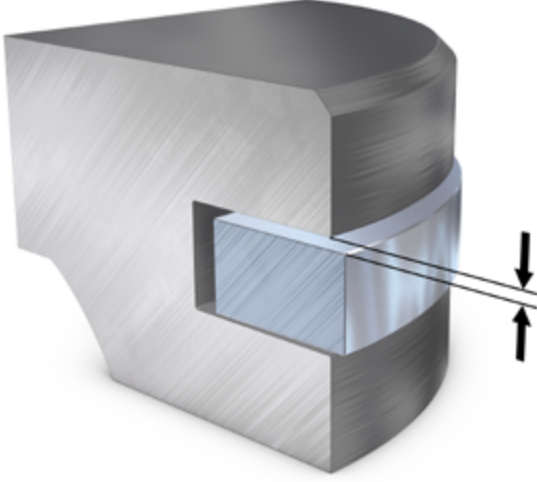
صورة ٤: نافذة الخنق

نظراً لأنه من غير الممكن من الناحية التصميمية تحقيق إحكام ضد تسريب الغازات بدرجة ١٠٠٪ من خلال حلقات الإحكام المستخدمة في تصميم المحرك تتسرب كميات من الغاز تسمى غازات الاحتراق. وتصل غازات الاحتراق من خلال شق الإحكام الصغير للغاية إلى المكبس وحلقات المكابس وتمر منهما إلى غرفة الكرنك. وتتوقف كمية الغازات المتسربة أثناء ذلك على حجم نافذة الخنق (x و y في صورة ٤) التي تنتج عن خلوص التصادم ونصف خلوص حركة المكبس. نافذة الخنق تكون في الواقع ضئيلة مقارنة بالصورة الموضحة. وعموماً فإن أقصى انبعاث لغازات الاحتراق يمكن حسابه بـ ٥,٠٪ تقريباً من كمية الهواء المسحوب. وحسب وضع حلقة المكبس تتولد كمية كبيرة أو صغيرة من غاز الاحتراق أثناء التشغيل. وإذا كانت خلوصات التصادم لحلقة الإحكام الأولى والثانية متطابقة في حوز حلقات المكابس تتولد غازات احتراق أكثر بعض الشيء. يتكرر حدوث ذلك أثناء التشغيل على فترات زمنية منتظمة، لأن الحلقات تدور بضع لفات في الدقيقة بداخل حوز الحلقة. إذا ما كانت الأشواط التصادمية متقابلة بدقة، فسوف تطول المسافة التي يقطعها الغاز المتسرب خلال مسار الإحكام ضد التسريب، بحيث يقل معدل الفقد في الغاز. ويتم توجيه غاز الاحتراق الذي يصل إلى غرفة الكرنك عبر فتحات تهوية غرفة الكرنك رجوعاً إلى مسار السحب والاحتراق. والسبب في ذلك يرجع إلى خصائص الغازات الضارة بالصحة. ومن خلال الاحتراق مرة أخرى في المحرك تُزال الآثار الضارة منه. وبالإضافة إلى ذلك فمن الضروري تهوية غرفة الكرنك، لأن الضغط الزائد بها قد يؤدي إلى زيادة معدل تسرب الزيت في حلقات إحكام الأعمدة نصف القطرية بالمحرك.

إذا ازداد انبعاث غاز الاحتراق فهذا يعني أن هناك تآكل كبير في حلقات المكابس بعد استخدامها لفترة طويلة أو قد يعني أن أرضية المكبس بها تشققات تسمح بوصول غازات الاحتراق إلى غرفة الكرنك. تشوه شكل الأسطوانة (انظر فصل ٢-٥، شكل الأسطوانة وانتظام الاستدارة) يؤدي إلى زيادة انبعاث غازات الاحتراق.

مع محركات المحطات الثابتة أو محركات منصات الفحص يُقاس انبعاث غازات العادم باستمرار ويُراقب، كما يستخدم كمؤشر تحذيري لحدوث أضرار بالمحرك. وإذا زادت كمية غاز الاحتراق المنبعثة عن القيمة المسموح بها يتم إيقاف المحرك أوتوماتيكياً. وبذلك يتم تفادي حدوث أضرار بالغة ومكلفة بالمحرك.

٨-٦-١ شوط ارتفاع الحلقة



صورة ١: خلوص ارتفاع الحلقة

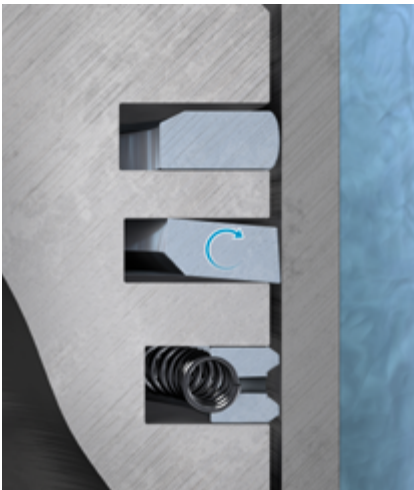
شوط ارتفاع الحلقة (صورة ١) ليس محصلة التآكل في حز الحلقة. شوط الارتفاع يمثل معيارياً وظيفياً هاماً للتحقق من سلامة الأداء الوظيفي لحلقات المكابس. ويضمن خلوص ارتفاع الحلقات حرية حركة الحلقات داخل حوز المكابس (انظر أيضاً فصل ١-٦-١، حركات حلقات المكابس).

ويجب أن يكون كبيراً بحيث لا يمكن للحلقة أن تنحصر في درجات حرارة التشغيل وأن يتاح ضغط احتراق كاف في الحز ليتواجد خلف الحلقة (انظر في ذلك أيضاً فصل ١-٦-٣، تقوية ضغط الكبس من خلال ضغط الاحتراق).

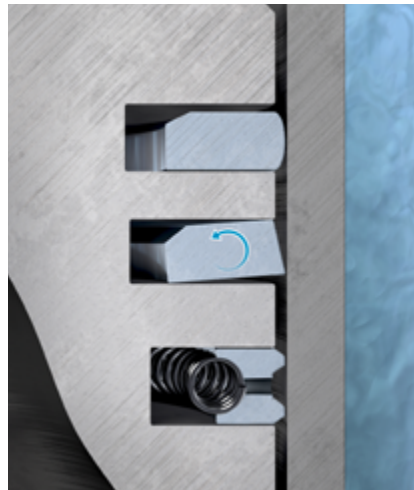
ولكن لا يجوز لخلوص ارتفاع الحلقة أن يكون كبيراً بدرجة أكثر من المطلوب حتى لا يؤدي ذلك إلى تحريك الحلقة حركة محورية بدرجة أقل. وبذلك يتم دعم الميل لاهتزاز الحلقة (فصل ٢-٦-٧، اهتزاز الحلقات) مما يؤدي أيضاً إلى التواء زائد عن الحد. كما يؤدي ذلك أيضاً إلى تآكل غير مرغوب لحلقة المكبس (تكرر زائد عن الحد لسطح حركة الحلقة) وزيادة كبيرة في استهلاك الزيت (فصل ١-٦-٦، أسطح إحكام حلقات المكابس).

٩-٦-١ التواء الحلقة

الزوايا الداخلية والشطافات الداخلية لحلقات المكابس تؤدي إلى حدوث التواء لها وهي مشدودة ومركبة. وعندما تكون مفكوكة وغير مشدودة لا يحدث التواء (صورة ٢). وتستقر الحلقة وهي مستوية في حز الحلقة. عند تركيب الحلقة - أي تعرضها للشد - تجنح الحلقة إلى الجانب الأضعف في الموضع الذي لا توجد فيه الخامة نتيجة للشطفة الداخلية أو الزاوية الداخلية. وتتعرض الحلقة للتواء أو الالتفاف. وحسب موضع الشطفة أو الزاوية على الحافة السفلية أو العلوية يمكن القول بأن حلقة المكبس الملتوية إيجابية أو سلبية (صورة ٣ و ٤).



صورة ٤:
الالتواء السلبي



صورة ٣:
الالتواء الإيجابي



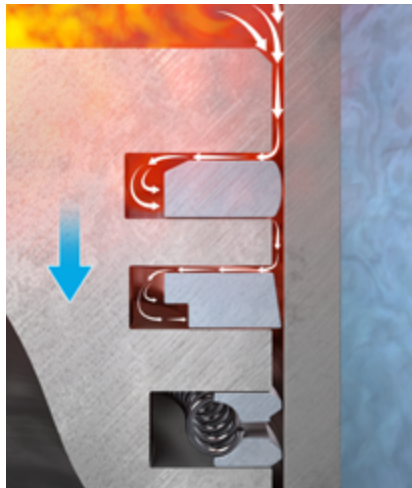
صورة ٢:
حلقات المكابس غير مشدودة - الالتواء لا يزال غير فعال

ليّ الحلقة وظروف التشغيل

مع الحلقات الملتوية إيجابياً وسلبياً يكون الالتواء فعالاً إذا أثر ضغط الاحتراق على الحلقة (صورة ٥). وبمجرد وصول ضغط الاحتراق إلى حز الحلقة يتم ضغط حلقة المكبس بشكل مسطح على شفة الحز السفلية وهو ما يؤدي إلى تحكم أفضل في استهلاك الزيت (صورة ٦).

الحلقات الدقيقة أو المستطيلة الملتوية إيجابياً تتميز في الأساس بقدرة جيدة على إزالة الزيت. عند ظهور الاحتكاك على جدار الأسطوانة أثناء حركة المكبس لأسفل يمكن للحلقة أن ترتفع قليلاً عن شفة الحز السفلية بحيث يصل الزيت رغم ذلك إلى فتحة الإحكام ويساهم في استهلاك الزيت.

الحلقة الملتوية سلبياً تقوم بعملية الإحكام على الشفة السفلية للحلقة من الخارج وعلى الشفة العلوية بالداخل باتجاه حلقة المكبس. ومن خلال ذلك يتم منع دخول الزيت إلى الحز. ولذا يمكن عن طريق الحلقات الملتوية سلبياً التأثير بشكل إيجابي على استهلاك الزيت خصوصاً أثناء التشغيل بتحميل جزئي ومع انخفاض الضغط في غرفة الاحتراق (التشغيل الانزلاقي). ومع الحلقات الدقيقة الملتوية سلبياً تكون الزاوية على سطح الحركة أكبر قليلاً من الحلقات الدقيقة العادية بمقدار ٩٢ تقريباً. وهذا أمر ضروري لأن الالتواء السليبي يعيد رفع الزاوية جزئياً.



صورة ٦:
مع ضغط احتراق



صورة ٥:
بدون ضغط احتراق

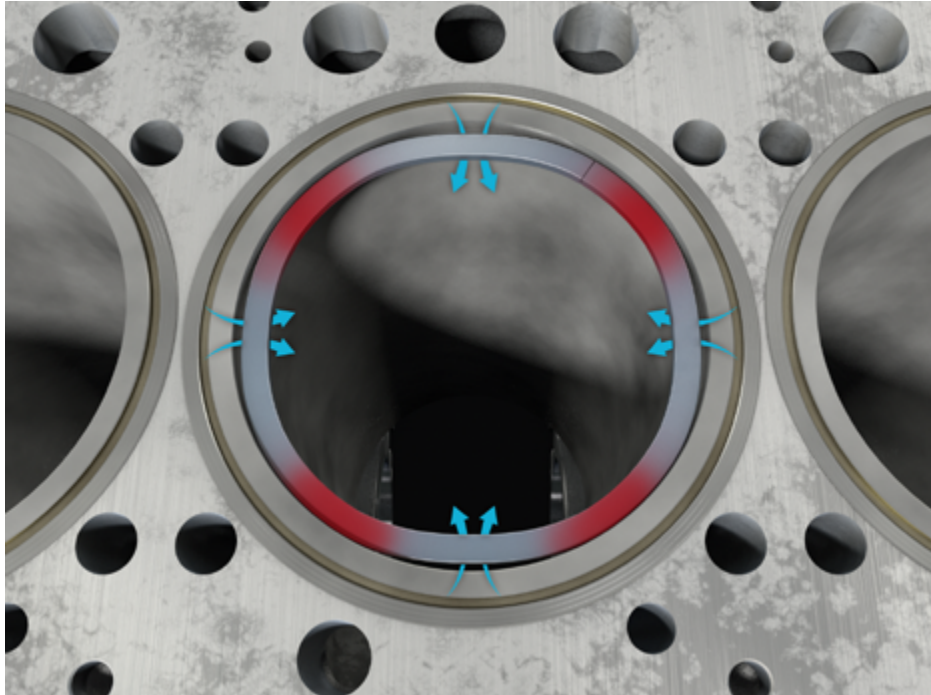
١٠-٦-١ القدرة على اتخاذ الشكل المناسب

حلقات إزالة الزيت متعددة الأجزاء تتمتع بقدرة جيدة جداً على اتخاذ الشكل المناسب لأن جسمها مرن للغاية أو أنها تحتوي على أغشية فولاذية.

كما هو موضح في هذا الكتيب، فيصل الأمر مع حلقات إزالة الزيت متعددة الأجزاء إلى خروج قوة الكبس من النابض الامتدادي المعني. كما أن جسم الحلقة أو الأغشية الفولاذية تتمتع بمرونة عالية وقدرة كبيرة على مواءمة شكلها.

القدرة الجيدة على اتخاذ الشكل المناسب مهمة للغاية في حالة حدوث مواضع استدارة غير منتظمة بالأسطوانات ومواضع غير مستوية داخل الأسطوانات نتيجة للاختلافات الشكلية للحلقات. وينتج ذلك عن ظروف الشد (حرارية وميكانيكية) بالإضافة إلى أخطاء الخراطة والتركيب. في هذا الشأن انظر أيضاً فصل ٢-٣-٥، شكل الأسطوانات وانتظام الاستدارة.

يقصد بالقدرة على اتخاذ الشكل المناسب قدرة الحلقة على مواءمة شكلها مع جدار الأسطوانة لتحقيق تأثير إحكام جيد ضد التسريب. قدرة الحلقة على اتخاذ الشكل المناسب ترتبط بدرجة مرونة الحلقة أو جسم الحلقة (حلقات إزالة الزيت من جزأين) أو شرائح الصلب (حلقات إزالة الزيت متعددة الأجزاء) أو بضغط كبس الحلقة / جسم الحلقة على جدار الأسطوانة. وتزداد القدرة على اتخاذ الشكل المناسب كلما زادت مرونة الحلقة / جسم الحلقة وكلما زاد ضغط الكبس. الارتفاعات العالية للحلقات والمقاطع العرضية الكبيرة لها تنسب بنسبة صلابة عالية وتتسبب بنشوء قوى كتلة عالية نسبياً أثناء التشغيل. لذا نقل القدرة على اتخاذ الشكل المناسب مع انخفاض ارتفاع الحلقات وصغر المقاطع العرضية.



الشكل ١: القدرة السنية على اتخاذ الشكل المناسب

١١-٦-١ حركات حلقة المكبس

دوران الحلقات

الحركة المحورية

في الحالة المثالية تكون الحلقات على الشفة السفلية للحز. ويعتبر ذلك في غاية الأهمية لوظيفة الإحكام ضد التسريب، وذلك لأن الحلقات لا تدور فقط على أسطح دوران الحلقة، بل تدور أيضاً على الشفة السفلية للحلقة. وتقوم الشفة السفلية للحز بإحكام الحلقة ضد تسرب الغاز والزيوت على ظهر الحلقة. ويقوم سطح حركة حلقة الإحكام بإحكام الجانب الأمامي باتجاه جدار الأسطوانة (انظر بدءاً من فصل ١-٦-٦، أسطح إحكام حلقات المكابس).

ومن خلال حركة المكبس لأعلى ولأسفل ومن خلال انعكاس الاتجاه تؤثر قوى للكثلة تؤثر على الحلقات لتحديد الحلقات التي يمكن أن ترتفع عن الشفة السفلية للحز. وتوجد طبقة زيت داخل الحز تقوم بتخميد ارتفاع حلقات المكابس عن الشفة السفلية للحز والذي ينتج عن قوى الطرد المركزي. وبصفة أساسية تظهر بعض المشكلات في حالة اتساع حوز الحلقات بفعل التآكل وزيادة خلوص ارتفاع الحلقات بها من جراء ذلك. ويؤدي ذلك إلى ارتفاع الحلقة عن سطح ارتكازها على المكبس وإلى اهتزاز الحلقة الذي يحدث عند أطراف التصادم على وجه الخصوص. وينتج عن ذلك انخفاض قدرة حلقة المكبس على الإحكام وإلى زيادة التآكل. ويحدث ذلك في شوط السحب على وجه الخصوص عندما ترتفع الحلقات عن قاعدة الحز بفعل حركة المكبس لأسفل وانخفاض الضغط من جراء ذلك في غرفة الاحتراق وبالتالي شفت الزيت على ظهر الحلقة أثناء مروره في غرفة الاحتراق. وفي بقية الأشواط الثلاثة يؤدي ضغط غرفة الاحتراق إلى كسب الحلقات على الشفة السفلية للحلقة.

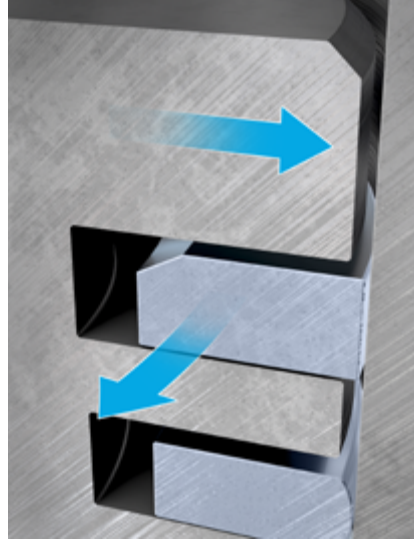
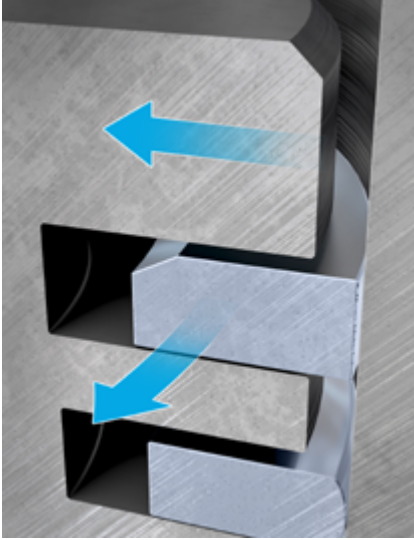
يجب أن يكون بإمكان حلقات المكابس أن تدور في حوز الحلقات حتى تقوم بعملية التليين والإحكام ضد التسريب بصورة مثالية. دوران الحلقة ينشأ من ناحية عن طريق البنية المشحودة (الشحن الصليبي) وكذلك من خلال حركة ميل المكبس في النقطة الميتة العلوية والسفلية للمكبس. زوايا الشحن المنفرجة تتسبب أثناء ذلك في حركة دورانية أقل للحلقة، في حين تتسبب الزوايا الحادة في معدلات لفات أكبر للحلقة. وبالإضافة إلى ذلك يرتبط دوران الحلقة بعدد لفات المحرك. من ٥ إلى ١٥ لفة في الدقيقة هي أعداد فعلية لللفات، للحصول فقط على تصور بشأن تنسيق دوران الحلقات.

في المحركات ثنائية الأشواط تكون الحلقات مؤمنة ضد الالتواء. وبذلك يتم تجنب ارتداد نوابض أطراف التصادم إلى داخل قنوات الغاز. وتستخدم المحركات ثنائية الأشواط بصفة أساسية في الدراجات البخارية وأجهزة تنسيق الحدائق وما شابه. ويمكن غض الطرف فيها عن التآكل غير المتساوي الذي يحدث بفعل إعاقه دوران الحلقات والتفحم الذي قد يظهر في حوز الحلقات وكذلك قصر العمر الافتراضي. وهذا النوع مصمم بناءً على عمر افتراضي أقصر للمحرك. وفي محرك السيارة المعتاد رباعي الأشواط والذي يدفع السيارة على الطرق العمومية توضع متطلبات عالية للحصول على معدلات أداء أعلى.

التواء مصادم الحلقات أثناء تركيبها معاً بمعدل ٥١٢٠ يستخدم فقط لبدء دوران المحرك الجديد بشكل أفضل. وأثناء التشغيل اللاحق يمكن اتخاذ أي وضع لحلقات المكابس داخل حز الحلقات بمجرد إتاحة الدوران بشكل بناء (المحركات ثنائية الأشواط).

الحركة الشعاعية

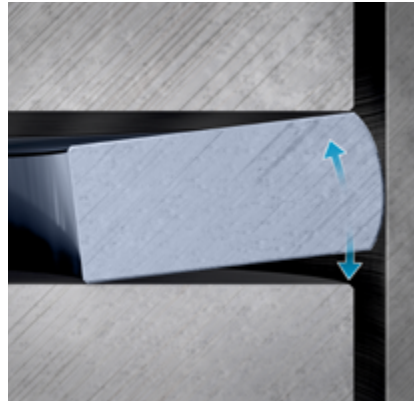
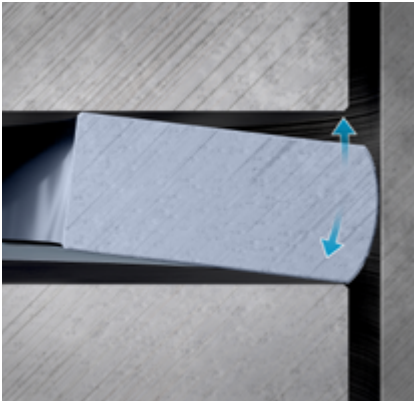
لا تتحرك الحلقات بالفعل بشكل شعاعي، بل إن الذي يحدث هو أن المكبس يتسبب في تغير موضع الارتكاز من جدار أسطوانة إلى آخر بفعل الحركة الانعكاسية داخل قطر الأسطوانة. ويحدث ذلك في كل من النقطة الميتة العلوية والسفلية للمكبس. وبذلك تحدث حركة شعاعية للحلقة داخل الحز الحلقي للمكبس. ويؤدي ذلك إلى إزالة طبقة التفحم الزيتية المتكونة (خصوصاً مع الحلقات شبه المنحرفة) وأيضاً إلى دوران الحلقة ارتباطاً بالشحذ الصليبي.



الحركة نصف القطرية لحلقة المكبس

التواء الحلقة

من خلال قوى القصور الذاتي والتواء الحلقة وخلوص ارتفاعها تحدث حركة للحلقات - كما هو موضح في الصورة. وكما هو موضح في فصل ١-٥-٥، الأشكال الكروية لأسطح الحركة، يتم تلبين حلقات المكابس بمرور الوقت لتأخذ الشكل المستدير.



التواء الحلقات

٢ التركيب والخدمة

١-٢ تقييم الأجزاء التركيبية المستعملة

كجزء من نظام الإحكام الذي يتكون من المكبس والأسطوانة وزيت المحرك وحلقات المكابس، فإن حلقات المكابس يمكنها القيام بمهامها فقط بالقدر الذي تسمح به وظيفة المكونات الأخرى. وفي واقع الأمر تنخفض درجة فعالية عنصر الإحكام بسبب التآكل، وتبعاً لذلك تنخفض درجة الفعالية الكلية لنظام الإحكام.

ينبغي إجراء الفحص الدقيق بإعادة استخدام الأجزاء المنزقة لحلقة المكبس التي تم تشغيلها بالفعل (المكبس والأسطوانة). نظراً لأن نظام الإحكام لا يكون جيداً إلا بقدر العنصر الأضعف الموجود به. ولذلك فإنه من غير المفيد إصلاح المحرك فقط من خلال استبدال حلقات المكابس. وإذا كانت الحلقات متآكلة، فإنه يُستنتج من ذلك أن تكون الأجزاء المنزقة بحلقة المكبس متآكلة هي الأخرى. ولن يؤدي استبدال الحلقة فقط في حالة إعادة استخدام مكبس متآكل أو بطانة أسطوانة متآكلة إلى تحقيق النتائج المرغوبة. وتعتبر محاولة التغلب على فقدان القدرة أو زيادة معدلات استهلاك الزيت مخاطرة مستحيلة، ولا تتجح إلا لفترة قصيرة.

وتجد الأسباب التي تستند إليها هذه الحقيقة مشروحة هي وغيرها في فصل ٦-٦-١
سطح إحكام حلقة المكبس.



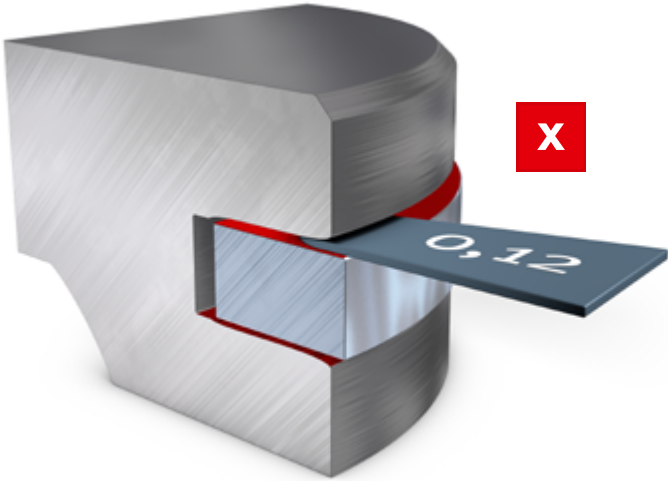
٢-٢ تقييم المكابس المستعملة

١-٢-٢ قياس وتقييم حوز الحلقة

إذا تم تركيب حلقة مكبس جديدة على مكبس مشغل بالفعل، فإن الخلوص العلوي للحلقة يحدد إمكانية إعادة الاستخدام المكبس. يتم إدخال حلقة المكبس المعنية، كما هو موضح في صورة ١، في التجويف الحلقي المنظفة ويتم قياسها باستخدام مقياس حساس. وعند الرغبة في قياس حلقة مكبس جديدة في مكبس مشغل بالفعل، فإن الطريقة الموضحة في الصورة تكون أفضل من تركيب حلقة المكبس على المكبس. وفي حالة تكرار تركيب وخلع حلقة المكبس على المكبس، فإن ذلك قد يؤدي في بعض الأحوال إلى تشوه مادة حلقة المكبس، وهو الأمر الذي يؤثر بالسلب على وظيفتها.






صورة ١: قياس شوط ارتفاع الحلقة

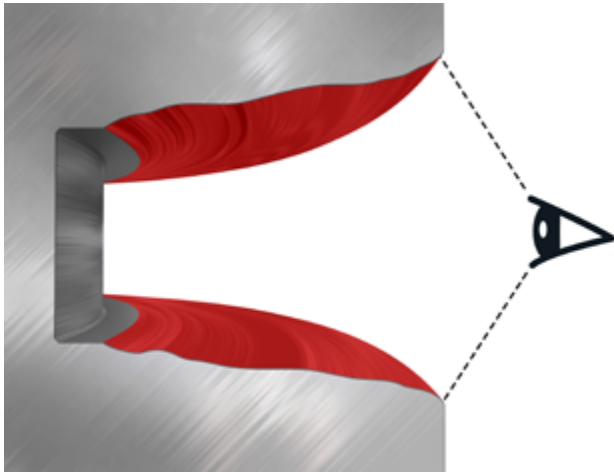


الشكل ٢: جز حلقة متآكل

تنبيه

مقاس التآكل يعتمد على الحواف الخارجية لتجويف الحلقة الذي يجب قياسه، هذا يعني أنه من غير الممكن أن يتم دفع مقياس حساس بسمك ٠,١٢ ملم، كما تظهر الصورة رقم ٢، بين حلقة المكبس والتجويف الحلقي. في تلك الحالة يعتبر التجويف الحلقي متآكل بالفعل.

شوط ارتفاع الحلقة (مم)	إمكانية استخدام المكبس
٠,١٠-٠,٠٥	المكبس قابلة للاستخدام 
٠,١٢-٠,١١	يجب توخي الحرص والحذر المتزايد 
٠,١٢ <	المكبس متآكل ويجب استبداله 



صورة ٣: الفحص البصري للحز

لا يمكن فحص الخلوص العلوي للحلقات الأروحية عند تكون في حالة مُركبة أو غير مشدودة. وبسبب الشكل شبه المنحرف فإنه لا يمكن ضبط الخلوص العلوي الصحيح للحلقة في التجويف إلا عندما تكون حلقة المكبس مضغوطة معاً على مقاس الأسطوانة أو تكون مركبة في الأسطوانة.

ولذلك فإن عملية القياس تتم بصعوبة فقط. ولهذا السبب فإن الفحص ينبغي أن يكون قاصراً على المعاينة بالنظر للتجويف من حيث وجود تآكل به (صورة ٣).

٣-٢ تقييم تجاوير الأسطوانات المشغلة

١-٣-٢ مسارات الأسطوانة فائقة اللمعان (أسطوانة حديد الزهر الرمادي)

أمرأ لا داعي له. وفي هذه الحالة ينبغي استبدال هذه الأسطوانات (بطانات الأسطوانة) أو أن يتم ثقبها وشحذها من جديد (كثل المحرك).

مواضع اللمعان محدودة المكان على سطح الأسطوانة بعد فترة تشغيل قصيرة نسبياً (إزالة بنية التجاوير في هذا النطاق تماماً) تعتبر دليلاً على وجود احتكاك في نطاق موضع اللمعان وبالتالي يؤدي ذلك إلى زيادة معدل التآكل داخل الأسطوانة. وبالنسبة لمواضع اللمعان محدودة المكان فإنها ترجع إلى سببين رئيسيين.

تظهر أسطح الأسطوانة الملساء وفائقة اللمعان، والتي لم يعد موجوداً بها أية تجاوير، نتيجة للتآكل الطبيعي بعد فترة تشغيل طويلة أو بعد فترة تشغيل قصيرة كنتيجة للاحتكاك ووجود اتساخات.

وحقيقة أن جميع التجاوير الصغيرة تم إزالتها بسبب التآكل، تعتبر مؤشراً يقيناً على أن تجوير الأسطوانة متأكل. وعندئذ تكون عملية القياس اللاحق باستخدام أجهزة القياس المناسبة

٢-٣-٢ مواضع لمعان محددة مكانياً بسبب تباطؤ الأسطوانة

المكبس عليه وكذلك الاتصال الدقيق المرتبط به مع جدار الأسطوانة إلى عدم كفاية التزييت والاحتكاك المختلط.

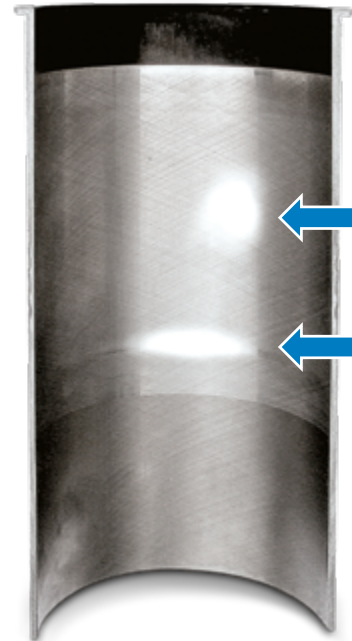
والأسباب هي

- حالات التباطؤ الحرارية جراء حالات فرط السخونة موضعياً – بفعل سوء النقل الحراري (الاتساخات) إلى وسيط التبريد
- عدم الالتزام بقيم عزم الربط المنصوص عليها واستخدام حلقات مستديرة غير سليمة أو ما سواها من تباطؤ شد الأسطوانات

العلاج

- التنظيف الشديد وإذا لزم الأمر المعالجة اللاحقة للتجوير الأساسي في الأسطوانة مع فجوات الأسطوانة المبتلة والجافة
- الالتزام الدقيق بمواصفات الشد عند تركيب رأس الأسطوانة
- التنظيف الدوري المنتظم لمجاري التبريد بأسطوانات الأضلاع المبردة بالهواء
- التحقق من الأداء الوظيفي لنظام التبريد ومن توافقه مع المعايير والمواصفات السارية (سرعة التدوير، النظافة)
- استخدام حلقات الإحكام المنصوص عليها (الأبعاد، تجميع الخامات)

جراء حالات تباطؤ الأسطوانة يصل الأمر إلى ظهور عدم استدارة بمواضع غير محددة داخل الأسطوانة (صورة ١). وفي تلك الأثناء يكون مكان مواضع اللمعان هو نفس المكان الذي يظهر فيه التباطؤ. وتعمل حلقات المكابس عبر هذه التضييقات وتعمل على بري الخامة في هذا المكان. ومن خلال التضييق وتبعاً لدرجة شدته أثناء انزلاق حلقة



الشكل ١: مواضع لمعان محددة مكانياً

٣-٣-٢ المواضع المصقولة واللامعة في النطاق العلوي من الأسطوانة (BORE POLISHING)

العلاج

- تشغيل المحرك طبقاً للمواصفات
- استخدام فئات جودة الزيت المنصوص عليها
- استخدام خامات من علامات تجارية
- الصيانة والفحص والضبط السليم لنظام الحقن

توجد مواضع فارغة في الجزء العلوي من النطاق الذي يتحرك فيه ذراع المكبس داخل الأسطوانة (صورة ٢). والسبب في ذلك يرجع إلى الترسبات الصلبة على ذراع المكبس من خلال عمليات الاحتراق غير المنتظمة أو جودة الزيت الرديئة أو درجات حرارة الاحتراق المنخفضة، والتي تنتج عن تكرار مرحلة الدوران المحايد أو التحميل الجزئي. وتؤدي طبقة الزيت الكربونية (صورة ٣) في تلك الأثناء إلى حدوث تآكل شديد بجدار الأسطوانة وإلحاق أضرار بطبقة الزيت وإلى ظهور احتكاك مختلط وزيادة تآكل حلقة المكبس ونتيجة لذلك يزداد استهلاك الزيت.



صورة ٣: طبقة زيت متفحم على سطح المكبس



صورة ٢: المواضع المصقولة واللامعة في النطاق العلوي من الأسطوانة

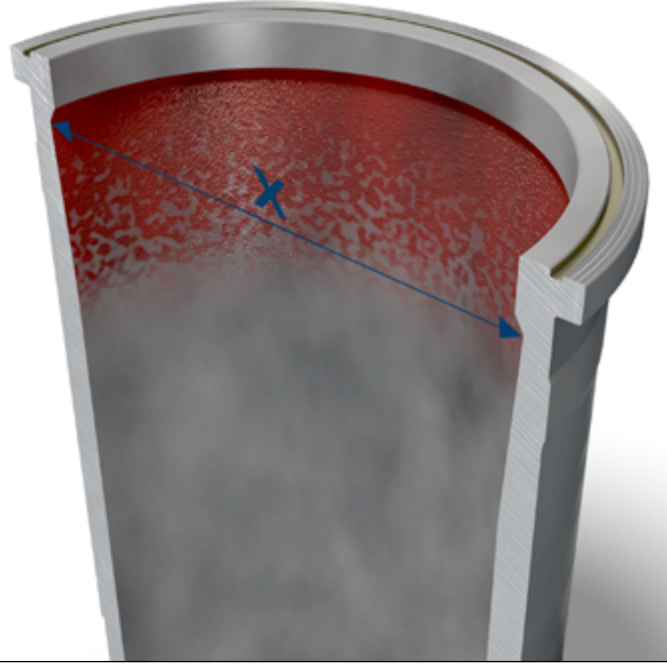
٤-٣-٢ التآكل المخروطي

وارتباطاً بالتصميم يكون التآكل المخروطي في نطاق منطقة تحول حلقة المكبس بالقرب من النقطة الميتة العلوية للمكبس أكبر حجماً، وذلك نظراً لأن سطح الأسطوانة يتعرض هنا للاحتراق الساخن وبالتالي يتأثر التزليق بشكل سلبي.

ويحدد مقياس التآكل المخروطي مدى إمكانية إعادة استخدام بطانة الأسطوانة أو كتلة المحرك. إذا تجاوز التآكل المخروطي القيم المذكورة في الجدول، فإنه يجب استبدال بطانة الأسطوانة أو شحن كتلة الأسطوانات من جديد. وإذا ظهر تآكل كبير مماثل في مواضع أخرى داخل الأسطوانة فسوف تنطبق بالطبع في هذه الحالة أيضاً مقاسات التآكل المذكورة فيما يلي.

توضح الصورة ٣ ماذا يحدث عندما يتم استخدام مكبس جديد في تجويف أسطوانة متآكل. ونظراً لأن المكبس الجديد ليس به أي مظاهر تآكل في تجويف الحلقة فضلاً عن أن حلقات المكابس لا يزال يوجد بها حواف حادة، فإن ذلك يؤدي أثناء التشغيل إلى اصطدام حافة حلقة المكبس بحافة تآكل الأسطوانة. وينتج عن ذلك قوى ميكانيكية كبيرة وزيادة معدل التآكل ورفرفة حلقة المكبس مع زيادة في استهلاك الزيت.

بعد فترة طويلة من التشغيل يظهر تآكل مخروطي (صورة ١) بنقاط تحول حلقات المكابس في النقطة الميتة العليا والسفلى. في هذا النطاق تقل سرعة المكبس حتى إنه يتوقف بنقطة التحول لفترة قصيرة. وبالتالي فإن فعالية التزليق تتأثر بشكل سلبي، نظراً لأن حلقة المكبس لم تعد تعوم لفترة قصيرة على طبقة الزيت بسبب انعدام السرعة النسبية تجاه جدار الأسطوانة وكذلك حدوث اتصال معدني مع جدار الأسطوانة.



صورة ١: تآكل مخروطي

طراز المحرك	حدود التآكل المخروطي "X"
محركات البنزين	≤ ٠,١ مم
محركات الديزل	≤ ٠,١٥ مم



صورة ٣: اصطدام حافة حلقة المكبس في المكبس الجديد



صورة ٢: اصطدام حافة حلقة المكبس في المكبس القديم

٢-٣-٥ هندسة الأسطوانة والاستدارة

انبعاثات غازات علبة الكرنك وإلى ظهور مشكلات في درجة الحرارة والقدرة. وهذه المشكلات بدورها تعتبر أسباباً تؤدي إلى ظهور تآكل بشكل مبكر، بل إنها تتسبب أيضاً في تعرض المكبس لأضرار.

يُشترط للحصول على أفضل إحكام ممكن لحلقة المكبس وجود أشكال هندسية تامة للأسطوانة. وتؤدي الاختلافات في شكل الأسطوانة وعدم الاستدارة وأخطاء المقاس والتباطؤ داخل تجاويف الأسطوانات إلى ظهور مشكلات في الإحكام بحلقات المكبس. وبالتالي فإن ذلك يؤدي إلى زيادة تسرب الزيت إلى داخل الأسطوانات وإلى تزايد

تصنيف معدلات استدارة الأسطوانات

تنشأ غالباً بسبب تحريك البراغي و/أو خطأ في الخراطة، فإنها تؤدي إلى وصول حلقات المكابس بسرعة إلى حدود وظيفة الإحكام الخاصة بها. وتتفاقم مشكلة الإحكام في حالات عدم استدارة تجاويف الأسطوانات بشكل متزايد خاصة مع أحدث تصميمات المكابس، والتي يكون بها ارتفاع حلقة المكبس يقترّب من مليمتر واحد أو أقل من ذلك. ويهدف الخفض التصميمي لارتفاع حلقة المكبس إلى تقليل خسائر الاحتكاك داخل المحرك، وبالتالي يتم الحد من استهلاك الوقود. كما أن تقليل أسطح التصاق مثل هذه الحلقات على جدار الأسطوانة يتطلب شد أقل لحلقة المكبس. وسوف يصبح ضغط السطح المحدد للحلقة كبيراً للغاية، كما تتدهور خصائص الاحتكاك والتزليق. إذا كانت الأشكال الهندسية للفجوات صحيحة فلن تكون هناك أي تأثيرات ضارة لهذه التقليل الهيكلية لشد حلقة المكبس. حيث تكون الحلقات مُحكمة بشكل جيد جداً، وتتسبب فقط في خسائر طفيفة في الاحتكاك ولكنها تتمتع بعمر افتراضي مرتفع. وفي حالة الأسطوانات غير المستديرة أو المتباطئة يؤدي الشد المنخفض لحلقة المكبس إلى عدم موائمة الحلقة أو موائمتها بشكل بطيء جداً مع جدار الأسطوانة، وبذلك فإنه لا يمكنها استيفاء وظيفة الإحكام المقررة بشكل سليم.

تنقسم حالات عدم الاستدارة في هندسة التجويف إلى مستويات الترتيب. في حالة تجويف أسطوانة الكامل بدون أي ظواهر لعدم الاستدارة أو اختلافات الشكل في الاتجاه المحوري، فإنه يُشار إلى تجويف من الترتيب الأول. تجاويف بيضاوية والتي غالباً ما تكون نتيجة لخطأ في الخراطة أو سوء في تصريف الحرارة، ويشار إليها كحالات عدم استدارة من الترتيب الثاني. وتنتج حالات عدم الاستدارة ثلاثية الزوايا من الترتيب الثالث في أغلب الأحيان من تراكم التباطؤ من الترتيب الثاني والرابع. وتظهر حالات عدم الاستدارة من الترتيب الرابع، أي خطأ في الشكل ليصبح على شكل مربع، عادة بسبب التباطؤ والذي يكون مرتبطاً بربط براغي رأس الأسطوانة.

ويمكن أن يتفاوت مقياس عدم الاستدارة ما بين صفر وبضع أجزاء من المئة مليمتر. بالاستناد إلى الأشواط القليلة لتركيّب أو دوران المكابس في بعض المحركات فيمكن أن يتجاوز معدل التباطؤ واحد من مئة مليمتر (٠,٠١ مم) ولذلك فيكون مبالغاً فيه. يمكن إحكام حلقات المكابس بأمان فقط مع حالات عدم الاستدارة الطفيفة من الترتيب الثاني، أي تجاويف الأسطوانات البيضاوية بعض الشيء، والأشكال شبه المنحرفة البسيطة في الاتجاه المحوري. أما حالات عدم الاستدارة من الترتيب الثالث والرابع، مثل التي



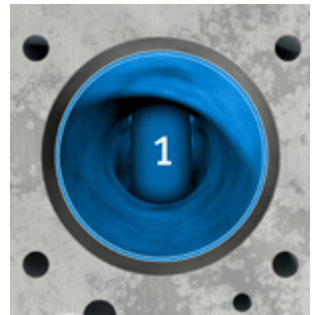
الدرجة الرابعة



الدرجة الثالثة



الدرجة الثانية



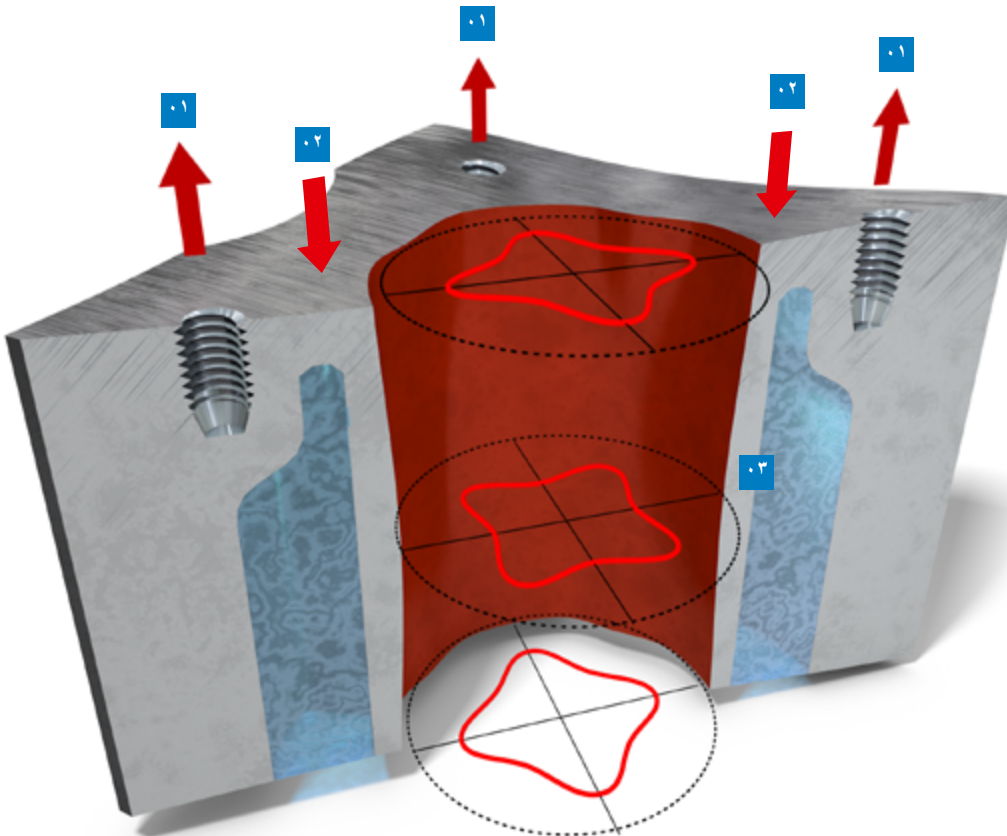
الدرجة الأولى

٢-٣-٦ أسباب عدم انتظام الاستدارة والتباطؤ عند فجوات الأسطوانة

يمكن أن ترجع حالات عدم الاستدارة والتباطؤ داخل فجوات الأسطوانة إلى الأسباب التالية:

- حالات تباطؤ الحرارة التي تنشأ أثناء التشغيل بسبب سوء تصريف الحرارة الناتج عن وجود أعطال في دورة سائل التبريد أو في المحركات المبردة بالهواء بسبب انسداد وتزيت مجاري التبريد و/أو مشكلات التهوية. حالات السخونة المفرطة لسطح الأسطوانة الداخلي التي تظهر موضعياً تؤدي إلى تزايد التمدد الحراري في هذا النطاق وبالتالي إلى تغييرات شكلية في الشكل الأمثل للأسطوانة
- حالات التباطؤ الحراري من النوع الهيكلي التي تنشأ جراء تباين التمدد الحراري أثناء تشغيل المحرك
- حالات التباطؤ الحراري التي تنشأ جراء سوء التزيق والتبريد أثناء معالجة الأسطوانة
- مواضع عدم انتظام الاستدارة الناتجة عن قيم ضغط المعالجة المفرطة أو عن استخدام أدوات خاطئة عند الشد
- حالات تباطؤ شد الأسطوانات الناتجة عن الأشكال غير الدقيقة وربط المسامير بقيم مخالفة للمعايير المنصوص عليها

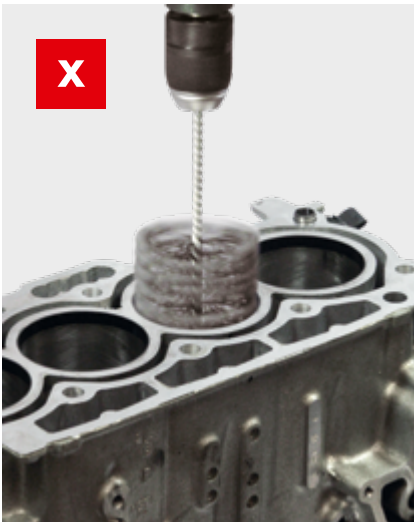
يظهر في الصورة ١ تشوه أسطوانة من النظام الرابع، وهو يحدث بحسب التصميم عند ربط مسامير رأس الأسطوانة بحسب التعليمات السارية.



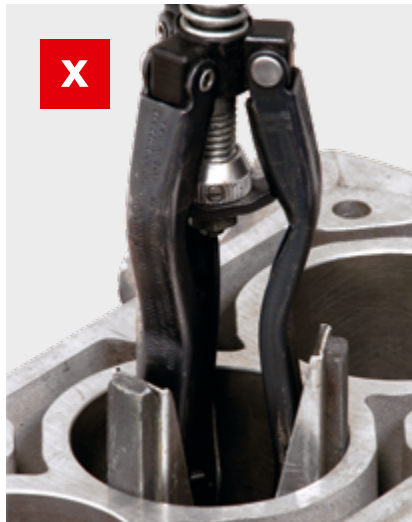
- ٠١ قوة ربط مسامير تثبيت رأس الأسطوانة
- ٠٢ قوة انضغاط رأس الأسطوانة وإحكام رأس الأسطوانة
- ٠٣ تشوه الأسطوانة (موضح بشكل مبالغ فيه إلى حد كبير)

٢-٣-٧ تقييم تجايف الأسطوانات المشغلة

عند استبدال المكبس أو في حالة تغيير حلقة المكبس فإنه يتم إجراء هذه العملية في كثير من الأحيان باستخدام ما تسمى فرشاة الشد أو أحجار الصقل المحملة بنوابض (صورة ٢ و ٣). ولكن هذا الإجراء ليس له أهمية كبيرة مع شحذ الأسطوانة بالشكل الصحيح. وسوف يخضع مسار الأسطوانة المتآكل بدرجة أكبر أو أقل لعملية تنظيف واحدة فقط، وسوف يتم تخشينه بعض الشيء. ولا يمكن أن يؤدي ذلك إلى تحسين هندسة الأسطوانة. ونظراً لأن أجسام الكشط محملة على نوابض، فإنها تتبع كل مواضع عدم الاستدارة والتباطؤ. وعندئذ لن يمكن تحسين هندسة الأسطوانة. وفي هذا الشأن يمكن بالكاد من خلال ضغط الكبس المنخفض تحقيق درجات خشونة معقولة، والتي يمكن أن تساهم في تحسين تأثير التزليق. وبالتالي سوف تكون هناك مقاومة احتكاك متزايدة لبعض الشيء لحلقات المكابس الجديدة، والتي ستتآكل من خلال ذلك بشكل أسرع مع جدار الأسطوانة. التآكل الموجود على سطح الأسطوانة لن يمكن بذلك الرجوع عنه أو تحسينه. لن يمكن عندئذ من خلال فرش الشد و أحجار الصقل المحملة بنوابض إدخال أي تحسينات مستديمة على الأسطح الداخلية للأسطوانات - فقط يمكن تحقيق مظهر أفضل وتليين لفترة أقصر قليلاً. وبذلك لن يسمح باعتبار هذه الطريقة ضمن طرق الإصلاح والصيانة.



صورة ٣: استخدام فرشاة الشد



الشكل ٢: أحجار الصقل المحملة بنوابض

٢-٤ تركيب المكابس وحلقات المكابس



صورة ١: الانفراج المفرط في حلقة المكبس

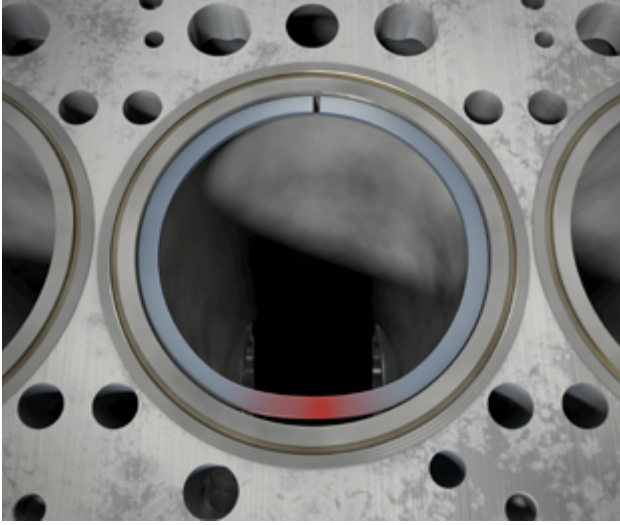
يحدث الجزء الأكبر من المشكلات والأضرار لحلقة المكبس عندما تركيب الحلقة على المكبس بشكل غير مطابق للتعليمات، وهنا تكون حلقة المكبس عرضة لأعلى إجهاد ميكانيكي. ويؤثر التركيب غير السليم بشكل سلبي على الحافة الخارجية الموجود أثناء الإنتاج وكذلك على توزيع الضغط الشعاعي للحلقة. وتبعاً لذلك فإنه لا يمكن ضبط وظيفة الإحكام المرغوبة إلا بشكل محدود أو لا يمكن ضبطها على الإطلاق.

لا يسمح بانفراج حلقة المكبس إلا بالقدر الذي يسمح بامتداد القطر الداخلي ليتجاوز القطر الخارجي للمكبس. ويؤدي الاستمرار في عملية الفرد إلى التواء الحلقة ويظهر بشكل خاص على ظهرها (صورة ١)، وهو ما سيؤدي إلى مشاكل خطيرة في الإحكام أثناء التركيب.

الكسور وحالات انفصال الطبقات (بالدرجة الأولى عند مُليديئُم الحلقات الممتلئة)، وقوى الانضغاط الضعيفة على ظهر الحلقة حتى الفتحات هلالية الشكل الناشئة (صورة ٢)، كلها مشاكل تصيب حلقة المكبس بالضرر أثناء تأدية وظيفتها أو تقوم بتعطيلها بشكل كامل.

⚠ تنبيه

لا تقم مطلقاً بثنى حلقات المكبس بغرض زيادة الجهد! عند مَدّ نهايات الذيل تنتهي الحلقة في موضع واحد فقط – على ظهر الحلقة. وجهد الحلقة لن يزيد من خلال هذا الفعل. على العكس: عند الثني الزائد أو الانثناء تفقد الحلقة شكلها الدائري ولن يعود بإمكانها الإحكام بشكل صحيح.



صورة ٢: تكوّن الفجوات الهلالية جراء الانفراج المفرط

٢-٤-١ تركيب وفك حلقات المكابس



طقم تركيب حلقة المكبس

رقم المنتج 12 00001 16 900 (ملاكي)

رقم المنتج 12 00002 16 900 (نقل)

- احرص على تنظيف المكابس المستعملة بعناية للتخلص من الاتساخات الملتصقة بها. احرص بصفة خاصة على مراعاة خلو حوز الحلقة من الزيوت المتفحمة والاتساخات. قم إذا لزم الأمر بتنظيف فتحات تصريف الزيت باستعمال مقاب أو أداة أخرى مناسبة.
- احرص على مراعاة عدم الإضرار بجوانب التجويف عند إزالة الزيوت المتفحمة. جانب التجويف السفلي هو سطح محكم. الأضرار الناتجة عن الخدوش يمكن أن تتسبب أثناء تشغيل المحرك في ارتفاع معدل استهلاك الزيت أو زيادة انبعاثات غازات الاحتراق المتسربة.
- استخدم بالضرورة كمامة حلقات المكابس لغرض تركيب وفك حلقات المكابس. أي وسائل مساعدة، مثل العراوي السلكية أو المفكات، سوف تضر بحلقة المكبس والمكبس.
- لا تقم بتركيب الحلقات مطلقاً باستخدام اليد (باستثناء: حلقات الزيت الرقيقة المصنوعة من الصلب). لن يكون هناك فقط خطر انكسار الحلقة والانواع وفرط التمدد، بل سيكون هناك أيضاً خطر وقوع إصابات عند انكسار الحلقة أو جراء الحواف الحادة للحلقة.

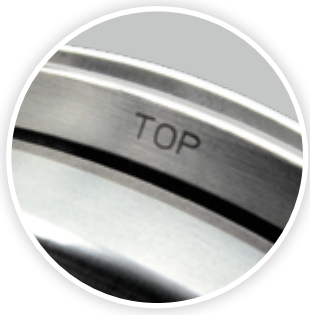
⚠ تنبيه

التركيب السريع لحلقة المكبس باستخدام اليد بدون كسرها، يعتبر دليلاً على مهارة أصابع الميكانيكي ولكنه غالباً يضر حلقة المكبس عند التركيب.





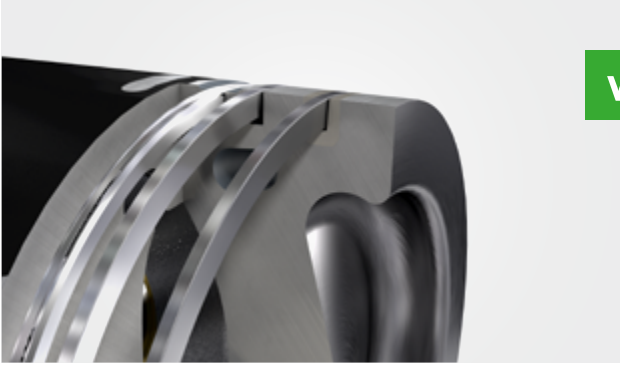
- لا تسحب الحلقة مطلقاً بالطريقة الموضحة أعلى المكبس. عند تعرض الحلقة للاعوجاج وفقدانها لسطحها المستوي داخل الحز، فلن يصبح بالإمكان أن تدور داخل الحز، وسوف تتعرض للتآكل من جانب واحد أو ستفقد قدرتها على الإحكام بالشكل الصحيح. والأسوأ من ذلك يمكن أن يحدث مع طبقة التغطية الموليبدين بالحلقة، وهو تقشر أو كسر طبقة الموليبدين. في حال عدم ظهور الفقد في الطبقة الانزلاقية عند التركيب، فسوف يظهر بحد أقصى عند دوران المحرك. تنفك الطبقة الانزلاقية ملحقة الضرر بالمكبس والأسطوانة، بالإضافة إلى قفص المكبس في فجوة الأسطوانة لأن غازات الاحتراق الملتهبة سوف تهب متخللة المسافة بين المكبس وجدار الأسطوانة. الأجزاء السائبة تكون نتيجتها الإضرار بالمكبس وأسطح دوران الأسطوانات.
- تجنب التركيب والخلع غير الضروري لحلقات المكابس. تلتوي الحلقات قليلاً عند كل عملية تركيب. لا تخلع الحلقات من المكابس سابقة التركيب مرة أخرى لإعادة قياسها مثلاً.
- التزم بترتيب تركيب الحلقات: ركب حلقة إزالة الزيت أولاً، ثم حلقة الإحكام الثانية، ثم حلقة الإحكام الأولى.



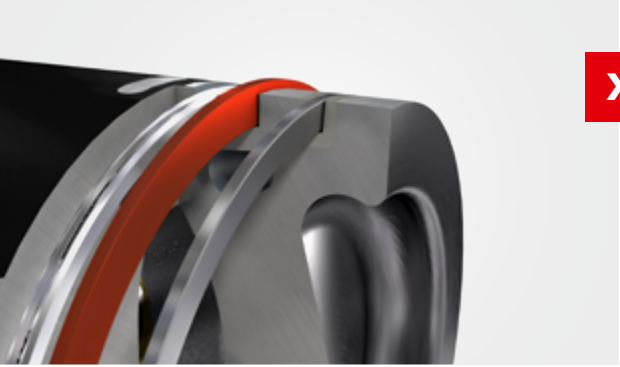
- احرص على ضرورة مراعاة علامات التركيب. العلامة "Top" تعني أن هذا الجانب يجب أن يشير إلى أعلى باتجاه غرفة الاحتراق. إذا لم تكن متأكدًا أو لم تكن هناك علامة "Top" موجودة، فركب الحلقة، بحيث تكون الكتابة بالأعلى.

- تحقق مما إذا كانت الحلقات تدور (تلف) بحرية داخل حوز الحلقة.

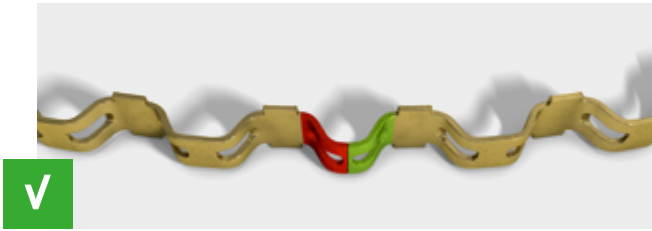
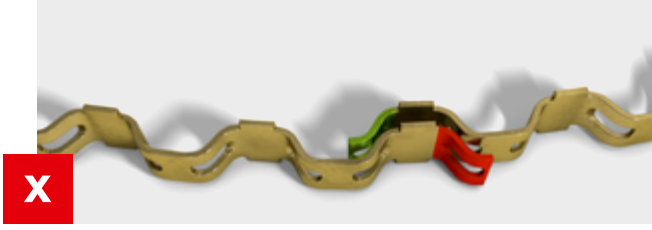




- تحقق مما إذا كانت الحلقة مختفية تمامًا داخل حز الحلقة بأعلى النطاق بالكامل، أي أنه لا يسمح بأن يكون سطح دوران الحلقة بارزًا خارج ساق المكبس. وهو ما يمثل نقطة هامة، لأنه لن يتم ضمان تحقق الأداء الوظيفي السليم للحلقة في غياب شوط أرضية الحز (حلقة خاطئة أو أرضية الحز منقحمة).



- عند تركيب حلقات إزالة الزيت المكونة من جزأين احرص دائمًا على مراعاة موضع النابض الأنبوبي. أطراف النابض الأنبوبي يجب أن تكون دائمًا في وضع مقابل لمصد الحلقة.



- مع الحلقات المكونة من ثلاثة أجزاء يكون الوضع الصحيح للنابض الامتدادي شرطاً أساسياً لضمان تحقق وظيفة إزالة الزيت. قبل تركيب المكبس تحقق من موضع النوابض الامتدادية، حتى في حالة المكابس بالحلقات سابقة التركيب. أطراف النوابض تكون غير مشدودة عند نقلها ويمكن أن تزلق على بعضها البعض. كلتا العلامتين الملونتين على أطراف النابض يجب أن تكونا ظاهرتين بشكل جيد. إن لم تكن ظاهرة فهذا يعني أن النوابض مترابكة وأن الحلقة لا تعمل بالشكل الصحيح. كل المدقات الحلقية لحلقة إزالة الزيت (شريحتي الصلب والنوابض الامتدادية) يجب تركيبها بشكل ملتو في مقابل بعضها البعض بزاوية ١٢٠°.

- قم بلي مدقات حلقات المكابس جاهزة التركيب، بحيث تكون ملتوية في مواجهة بعضها البعض بزاوية ١٢٠°. فهي تساعد المكبس أو الحلقات عند بداية تشغيل المحرك لأول مرة. لأن حلقات المكابس لا يكون قد تم تليينها بعد. من خلال لي أطراف المدقات في مقابل بعضها البعض يتم منع نشوء كمية كبيرة من غاز الاحتراق المتسرب عند بداية تشغيل المحرك لأول مرة، وبالتالي يمكن تجنب تدهور بدء دوران المحرك.

٢-٤-٢ تركيب المكبس في فجوة الأسطوانة



- احرص على تنظيف سطح إحكام كتلة المحرك جيدًا للتخلص من بقايا الإحكام، ما لم يتم إعادة معالجته لاحقًا عند التقادم.
- احرص على تنظيف كل الثقوب الملونة بعناية للتخلص من الاتساخات والزيوت وسائل التبريد التي قد تكون لا تزال موجودة هناك.
- قم بإجراء كل أعمال التنظيف قبل تركيب المكابس في الأسطوانات.
- قم بتبلييل كل أسطح المكابس بزيوت محرك متجدد – ولا تنس مع ذلك خوابير المكابس ومحامل الأذرع.
- احرص على مراعاة اتجاه تركيب المكبس (علامات التركيب على أرضية المكبس، جيوب الصمامات).
- نظّف فجوة الأسطوانة عدة مرات بواسطة منشفة وبللها بزيوت المحرك.
- افحص شريط شد حلقة المكبس للتحقق من عدم وجود أضرار و انبعاجات وتغلب عليها أو استبدل الوحدة إذا لزم الأمر.
- عند تركيب المكبس احرص على مراعاة أن يكون شريط الشد أو جلبية التركيب المخروطية مستقرة في مستوى مسطح على سطح إحكام رأس الأسطوانة.
- لا تقم بتركيب المكابس في المحرك دون استخدام عدة التركيب (خطر الإصابة، خطر انكسار الحلقة).



- عند تركيب المكبس لا يسمح بالاحتياح لضغط عال. إذا لم يتيسر انزلاق المكبس إلى داخل الأسطوانة، فقم بالضرورة بفحص شريط الشد. لا تقم بلي فتحة الشريط بالشكل الذي يصبح معه متساو التغطية مع أطراف مدقات الحلقات.
- إذا تم استخدام مقبض مطرقة للتركيب فلا يُسمح إلا بتأثير الوزن الذاتي للمطرقة على جسم المكبس. لا تستعمل المطرقة مطلقاً لدفع المكبس بقوة إلى داخل الأسطوانة. إذا لم تنكسر حلقات المكبس عند التركيب، فيمكن أن تنتهي على الرغم من ذلك وقد لا تفي بوظيفتها كاملة لاحقاً عند تشغيل المحرك.
- التركيب العنيف لا يضر بالحلقات فحسب، بل يمكنه أيضاً الإضرار بالمكبس. وهو ما يتم بصفة خاصة في حالة مكبس محركات البنزين. وفي هذه الأحوال تصبح أسطح المكابس أو الحلقات خفيفة للغاية وتنكسر بسهولة سطحياً أو خلاليًا عند التعرض لتحميل صدمي. وتكون النتيجة فقدان القدرة وإجراء إصلاحات تالية عاجلة.
- تجنب سقوط الاتساخات والرمل في داخل الأسطوانة بعد الانتهاء من تركيب المكابس. قم إذا لزم الأمر بوضع أو زلق مناشف نظيفة على/في الفجوات لمواجهة الاتساخات التي يمكن تجنبها. ولا سيما، عند العمل في محيط متراب و/أو في الخلاء.



الشكل ١: الشطفة الكبيرة للغاية على فجوة الأسطوانة – تردد حلقة المكبس نابضياً عند التركيب بين شريط شد حلقة المكبس والأسطوانة وينغلق المكبس



الشكل ٢: شطفة صغيرة على فجوة الأسطوانة – حلقة المكبس تنزلق عبر الفجوة

٥-٢ بدء تشغيل المحرك والتليين

١-٥-٢ نقاط عامة

كثيراً ما يسود بين العملاء والفنيين آراء مختلفة حول ما يخص بدء تشغيل وتليين المحركات القديمة. فمن ناحية هناك رأي يقول بأن وقت التليين من ٥٠٠ إلى ١٥٠٠ كم لا يزال مهماً كما كان، ومن جانب آخر هناك أيضاً من يقول أن وقت التليين غير ضروري. والرأي الأخير ينبغي أيضاً على بيانات بعض منتجي المحركات، الذين لم يتفقوا على إجراء تليين خاص للمحرك. كلا الرأيين صحيح وله حججه. يجب هنا التفريق بين المحركات الجديدة من المصنع وتلك القديمة المجددة.

عندما يتحدث المرء عن تليين المحرك، فمن الطبيعي أن يفكر في كل الأجزاء المتحركة التي تتلامح مع بعضها البعض. وهو صحيح بشكل أساسي، ولكن هذا الأمر يخص بشكل خاص حلقات المكبس. حلقات المكابس هي تلك الأجزاء التركيبية التي يتم التحميل الأقصى عليها بسبب المهام التي تؤديها، وهي لا يجب أن تتناسب فقط مع السطح العلوي لجزء المجرى، ولكن أيضاً يجب أن يتم إحكامها تماماً. ولذلك فإن حلقات المكبس هي تلك الأجزاء التي تستفيد من العمل الجيد في حال كونها مطابقة للتعليمات. يتم إنجاز عمل كل الأجزاء التي يتم تغذيتها بالزيت المضغوط عند العمل لأطول وقت، ولكن ليس تحميلات عالية جداً، مثل حلقات المكبس.



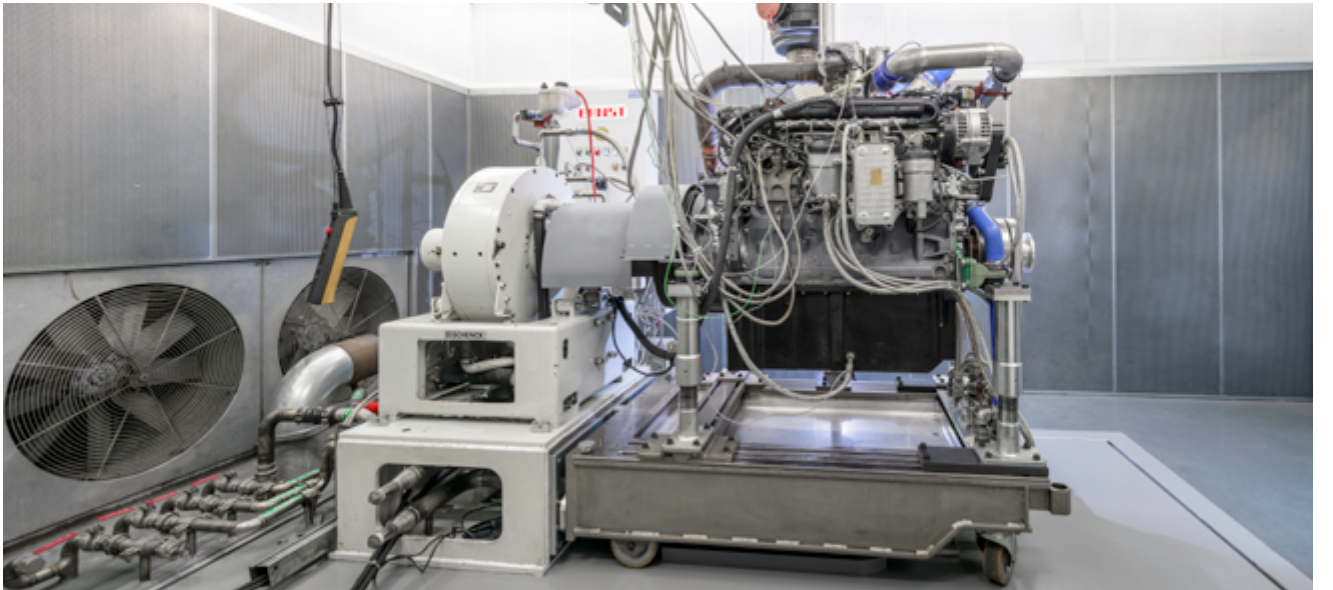
٢-٥-٢ تليين المحركات الجديدة من المصنع

الأخير أداء محرك يبلغ أضعاف ما كان يعتبر هو الأفضل قبل ٢٥ عاماً. وأخيراً وليس آخراً تم إنتاج مركبة جديدة، وحتى تجتاز مراكز الدعم اللوجستي المختلفة والنقل وتصل إلى العميل، فقد خاضت مارثون حقيقي للبدء بمحرك بارد في درجة حرارة منخفضة. وليس بنادر الحدوث وجوب أن يعاني المحرك حتى الوصول إلى ١٥٠ بداية باردة دون أن يصل أثناء هذا إلى درجة حرارة التشغيل. في هذا الإطار عليك بالتفكير أيضاً في الشحن إلى بلدان وقارات أخرى. المحرك الذي يجب أن يتم تليينه، من المحتمل أن تكون بدايته سيئة في ظل تلك الظروف.

سبب آخر لتعليمات الدخول المخففة للمركبات الجديدة، هو أنه بسبب كثافة المرور اليوم، لا يكاد يمكن تشغيل المركبات في حدود الأداء الخاصة بها. حتى على طرق السيارات غير محددة السرعة، فإنه لا يكاد يكون ممكناً اليوم استدعاء سرعة عالية للمركبة أو بالأحرى الأداء الاسمي لها لفترة طويلة. السائق الذي كان قديماً يسير على الطريق بسيارة ٣٠ كيلوات وبأقصى سرعة يمكن أن يصل إليها، وهي في الواقع منخفضة، أصبح الآن يسير بالسيارة على الطريق العادي بدون مشاكل لمدة طويلة وبأقصى حمل لها.

يتم إنتاج المحركات الجديدة اليوم بأحدث طرق الإنتاج. الأجزاء الانزلاقية يتم تصنيعها بدقة، صارت معها عملية الموامة التي كانت قديماً تتم في المعتاد أثناء فترة تليين المحرك، إجراء غير ضرورياً بفضل عمليات التصنيع المخصصة للأجزاء التركيبية المعنية. وهذا يحدث من خلال عملية إنتاج خاصة (مثل ما هو حاصل عند مسارات الأسطوانة)، وأيضاً من خلال المعالجة الدقيقة جداً لبقية الأجزاء المنزلفة. بالأساس يدور الأمر في هذا الشأن حول عمليات مسح لتحرير الأسطح من الحواف وتعرجات السطح الخارجي الدقيقة جداً التي تكونت أثناء عمليات التشغيل. قديماً كان يتم إغفال عملية مواومة الأجزاء المنزلفة تلك، والتي كان يجب أن تتواءم مع بعضها البعض أثناء وقت التليين. ولكن هذا كان يتم بدون خسارة كبيرة للمادة. فعلى سبيل المثال كانت حلقات المكبس تفقد أثناء ساعات التشغيل الأولى جزءاً كبيراً من احتياطياتها الاستهلاكية. والآن في الوقت الحاضر والذي يتم فيه مكافحة كل مللجرام من الانبعاثات الضارة، أصبحت المحركات مسنولة مسنولة كاملة ومن البداية، عن قيم استهلاك الوقود وبالتالي فهي ملتزمة أيضاً بحدود المواد الضارة.

أي عملية تليين للمحرك يكون فيها من الضروري مواومة الأسطح الانزلاقية لمرة واحدة مع بعضها البعض من خلال الاحتكاك وتحت تأثير التآكل فوق المتوسط، أصبحت الآن بعيدة عن التصور بفضل تقنية تصنيع المحركات الحديثة. أخيراً يتوقع المستهلك



اختبارات التليين والتآكل على منصة فحص المحرك

٢-٥-٣ تليين المحركات بعد إصلاحها أو صيانتها

بخلاف ما هو عليه الأمر في المحركات الجديدة، فإن المحركات القديمة يتم فيها استخدام بطانات جديدة للأسطوانة أو يتم فيها ثقب وجلخ ناعم جداً لتجاويف الأسطوانة على المقياس الأعلى التالي، وهو ضروري جداً لإجراء تليين للمحرك. عند تشغيل صيانة المحركات لا يمكن عملياً (بحسب مكان تخزين الماكينات المتوفر وتجهيزه المصنع) أن تعمل دائماً بشكل دقيق للغاية وخالي من التلوث، كما هو عند الإنتاج الأولي لدى الجهة الصانعة.

المحركات المستعملة لا تعود كما كانت بعد عمليات التصليح. غالباً ما يتم التوفيق بين الأجزاء الجديدة والمستعملة ولا يتم تعديل المحركات بشكل جدي وكامل لأسباب تتعلق بالتكلفة. في حالات الضرورة القصوى يتم التليين إذا تم إصلاح تجاويف الأسطوانة أو رؤوسها أو أعمدة ذراع الإدارة. غالباً ما يكون من غير الممكن من الناحية العلمية، الوصول إلى نفس مؤشر أداء العمل كما كان في الإنتاج الأول، لأن القيم غالباً ما تكون مجهولة أو أن الماكينات المتوفرة لا يتم السماح لها إلا بأعمال معيارية. لتلك الأسباب يُنصح في حالات المحركات القديمة بالالتزام بتعليمات التليين المشروحة لاحقاً.



٢-٥-٤ توصيات تليين المحركات القديمة

- قَم بتليين المحرك على أي حال على الطريق أو على منصة فحص المحرك
- لا تحمّل السيارة بحمولتها الكاملة
- شغّل المحرك بعدد لفات دائمة التغيير وصولاً إلى ثلثي عدد اللفات الأقصى
- عند القيادة أنقل بسرعة إلى تعشيقات أعلى وتجنب حالات القيادة بعدد لفات منخفض، ولا تقفل السرعات
- لا تقم بعمليات قيادة على طرق صاعدة لفترات طويلة نسبياً (حمل فانق)
- لا تقم بعمليات قيادة على طرق منخفضة لفترات طويلة نسبياً (حمل منخفض للغاية) والتشغيل في وضع الجر غير المميز)
- بدون استخدام تجهيزات فرملة المحرك
- عدم القيادة على الطرق السريعة والسير بسرعات قصوى – تجنب القيادة على طرق مزدحمة
- القيادة لمسافات طويلة عبر الدول وداخل المدينة بشكل سلس من الأمور ذات المزايا الجيدة – ومع ذلك فلا تقم بعمليات قيادة داخل المدينة في درجات حرارة خارجية بالغة السخونة وفي "ساعات الذروة" التي بها أوقات توقف كثير في إشارات المرور وأوقات الانتظار

تنبيه

هناك تعليمات للتليين تخص المركبات الجديدة. ونفس الأمر يسري على المحركات القديمة. في حال عدم وجود منصة اختبار للبدء في برنامج التليين المحدد، فيجب تليين المحرك على الطريق.

المراقبة المستمرة لمستوى الزيت أثناء مرحلة التليين

من الممكن أن يكون استهلاك الزيت مرتفعاً في مرحلة التليين. ينصح بمراجعة مستوى الزيت بعد السير لمسافة ٥٠ إلى ١٠٠ كم وملؤه إذا لزم الأمر. عند ملاحظة وجود هبوط كبير في مستوى الزيت على عصا قياس مستوى الزيت فقم بمراجعته على فترات متقاربة. ولا تبالغ في ملئه بشكل زائد.

تغيير الزيت بعد ١٠٠٠ كم

على الرغم من أن المحركات الحديثة في المركبات الجديدة لم تعد في حاجة، ومنذ فترة طويلة، إلى تغيير الزيت بعد أول ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ كم، إلا أنه يُنصح بهذا في المحركات

القديمة. كثيراً ما يوجد اتساخ متبقي في دورة زيت المحرك بسبب تضرر المحرك السابق أو بسبب المعالجة اللاحقة لأجزاء مختلفة. بالإضافة إلى ذلك تظهر آثار حك المعدن من خلال عمليات التليين مع أجزاء المحركات التي تم تجديدها. يجب إزالة هذه الشوائب المحفزة للتآكل بعد عملية التليين عن طريق تغيير الزيت.

تنبيه

يجب أيضاً تغيير فلتر الزيت عند عملية تغيير الزيت هذه.

تنبيه

تشغيل المحرك لساعات طويلة على الوضع المحايد هو أمر في غاية الضرر على المحرك!

لا يتم تليين المحرك وهو يعمل على الوضع المحايد. بل على العكس يمكن أن يصيبه الضرر جراء هذا. حيث تتم تغذية المخزن والمكبس بالزيت بشكل سيء من خلال التشغيل على الوضع المحايد. عندئذ يكون الأمر متعلقاً بالتنزلق، لأن مضخة الزيت تضخ كمية قليلة من الزيت عند الدوران بعدد لفات يقل عن دورات الوضع المحايد. ويكون تدفق الزيت عبر المحامل أقل ما يمكن وهو ما يتم في أقل الأوقات ملائمة. ففي اللحظة التي يحدث فيها ارتفاع في الحرارة من خلال حرارة الاحتكاك بسبب عمليات موائمة الأجزاء، ينقصنا الزيت الضروري للتنزلق والتبريد.

ممرات وتوصيلات تغذية الزيت يتم تهويتها وتنظيفها بشكل غير سليم بسبب نقص تدفق الزيت. تنظيف المعدن أو الاتساخات المتبقية من عملية التصليح أو وجود ضرر سابق لا يزال موجوداً في نظام تغذية الزيت، لا يتم شطفه بالسرعة الكافية بعيداً عن الطبقات المنزقة وكسحه بعيداً عن جدار الأسطوانة. فهو يبقى على موضع التليين ويتسبب في حدوث تآكل جديد.

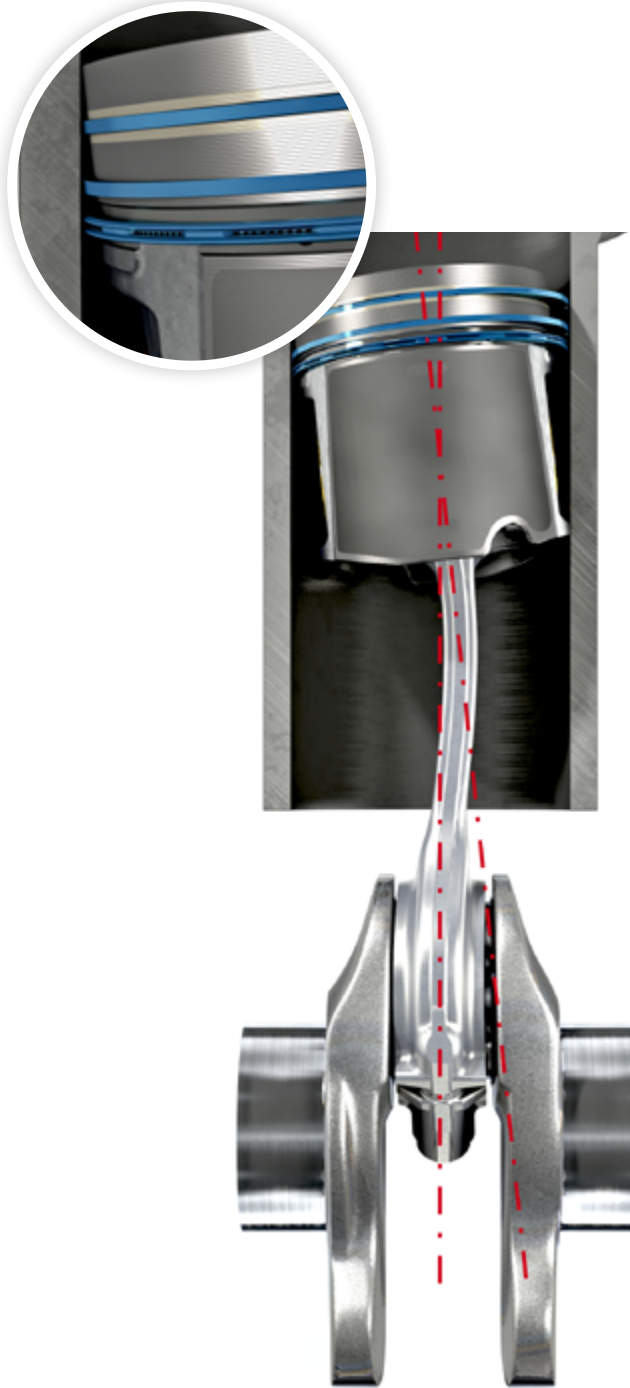
لا تنس أيضاً نظام الوقود. مع محركات الديزل بالحوافن الجديدة أو القديمة فيكون من الهام شطفها بالشكل الصحيح. ولكن كميات الوقود التي يتم حقنها أثناء التشغيل الوضع المحايد قليلة جداً. وأيضاً في بعض الظروف لا تفتح إبرة المنفث صعبة الربط نوعاً ما أو ترش الوقود بشكل غير صحيح.

٦-٢ مشاكل الإحكام ضد التسريب وأضرار المكبس

١-٦-٢ الدوران المائل للمكبس

نتيجة الأضرار التي تصيب المحرك فكثيراً ما يحدث انثناء/ التواء لذراع التوصيل. أثناء عملية التصليح وعندما لا يتم فحص عيون ذراع التوصيل الكبيرة والصغيرة بالتوازي، أو بالأحرى عدم توجيه ذراع التوصيل بشكل مستقيم، فسيحدث أثناء تشغيل المحرك لاحقاً تآكل للمكبس في الأسطوانة (صورة ١). حلقات المكبس تدور بشكل غير دائري في الأسطوانة، ولكن أقرب إلى الشكل البيضاوي. من خلال تلك الحركة تحدث مشاكل جسيمة في الإحكام. حلقات المكبس موضوعة على أحد جانبي الأسطوانة على الحافة السفلية وعلى الجانب الآخر على الحافة العلوية. طالما أن الحلقة لا تزال في هذا الوضع وتدور داخل تجويف الحلقة، فيتم تلبين الحلقة في وقت قليل جداً وبشكل كروي. تلك الكروية تتخطى الكروية المقصودة في التخطيط حول قيمة كبيرة، حيث أنه في تلك الحالة يكون غشاء التزليق أكثر سمكاً بشكل واضح وبالتالي يصبح السحب الجيد للزيت غير ممكن. وبعد ذلك يحدث من خلال تآكل المكبس تأثير من حيث الضخ على الحلقات وإدخال زائد للزيت في غرفة الاحتراق.

غالباً ما تصبح حلقات المكبس، بسبب التآكل، في غير هذا الوضع وتقوم باللف وتنبيض في شكل بيضاوي. ومن خلال هذا يحدث تآكل غير متناسب في نصف القطر، وهو ما يؤدي كثيراً إلى كسر حلقات المكبس.



٢-٦-٢ تجويف بيضاوي

في الأسطوانات ذات التجاويف البيضاوية يؤدي الشد المنخفض لحلقة المكبس إلى عدم موائمة الحلقة أو موامتها بشكل بطيء جداً مع جدار الأسطوانة، وبذلك فإنه لا يمكنها استيفاء وظيفة الأحكام المقررة بشكل سليم.

٣-٦-٢ قضبان الحلقة ومعوقات الدوران

تظهر مشاكل الأحكام بكثرة، عندما يمكن تحريك الحلقات بشكل غير مريح في تجاويف الحلقة بالنسبة للمحركات رباعية الدورات. تم مسبقاً وضع برامج للأضرار التي تصيب المكابس والأسطوانات (السخونة المفرطة وتآكل المكبس). الحلقات الأرجحية (انظر الفصل ١-٣-١ حلقات التثقيب) لديها استعداد ضعيف للاتصاق أو للحصار في تجاويف الحلقة، وهذا بسبب تصميمها.

أسباب حصار الحلقة وإمكانات منعها

- لا يسمح بأن تكون الحلقات محصورة محورياً داخل الحز. يجب ضمان استواء حلقات المكابس. يجب في جميع الأحوال تجنب انحناء حلقات المكابس على المكبس جراء التركيب غير السليم فنياً (انظر الفصل ٢-٤-١ تركيب وفك حلقات المكابس).
- يجب موائمة حز الحلقة بما يتوافق مع أبعاد حلقة المكبس.
- يجب أن تكون حزوز الحلقة خالية من الاتساخات وأي ترسبات أخرى (الشكل ١).
- يجب أن يكون زيت المحرك متوافقاً مع مواصفة الجهة الصانعة للمحركات.
- استخدام زيت غير صحيح يزيد من معدل التآكل والاتصاق في حزوز الحلقة.
- تشغيل المحرك بزيوت نباتية وأنواع وقود بديلة.
- أذرع المكابس المثنية وبالتالي الدوران المائل للمكابس في تجويف الأسطوانة.



صورة ١: ترسب الاتساخات في حز الحلقة

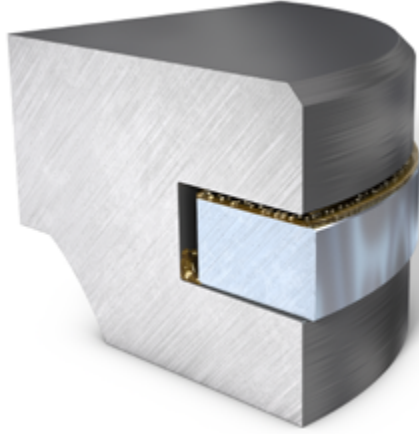
٢-٦-٤ الاتساخات

تسرب الاتساخات إلى داخل المحرك من أكثر الأسباب التي تؤدي إلى التآكل المبكر للمحرك وما يترتب على ذلك أيضاً من تآكل لحلقات المكبس. الأضرار الناتجة عن الاتساخات لديها مسببين رئيسيين:

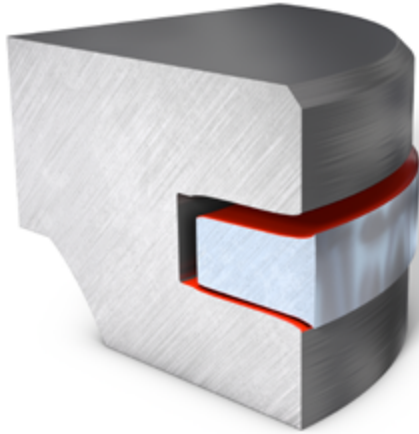
السبب الأول

تدخل الاتساخات مع هواء السحب. هذا يحدث دائماً عندما يكون هناك إهمال في صيانة مرشح الهواء. وعندما تكون القيادة بدون مرشح للهواء أو يكون نظام الشفط غير محكم وتمر الاتساخات على مرشح الهواء في غرفة الاحتراق. الاتساخ الموجود في غرفة الاحتراق ينتقل بالتبعية أيضاً إلى تجاويف حلقة المكبس حيث يلتصق مع الزيت الموجود هناك مكوناً ما يشبه العجينة (صورة ٢). وبعد ذلك تتآكل حلقات المكبس من الأعلى إلى أسفل وتتسع تجاويف حلقة المكبس (صورة ٣). التآكل الناتج عن ترسب الاتساخات على حلقات المكبس، يظهر تأثيره الأساسي في اتجاه محوري على جوانب الحلقة. تتآكل الحلقة أيضاً في اتجاه نصف القطر (على سطح الإطار) بسبب الاحتكاك المختلط الناشئ، ولكن ليس بالقوة التي تحدث على الجوانب. وتمثل آثار الدوران على جوانب الحلقة مؤشراً متكرر الظهور لوجود اتساخات في حوز الحلقة. الاتساخ الذي يتكون غالباً من الرمل الدقيق، يحث بشكل مميز في جوانب الحلقة أثناء لف الحلقات وحركة حافة المكبس.

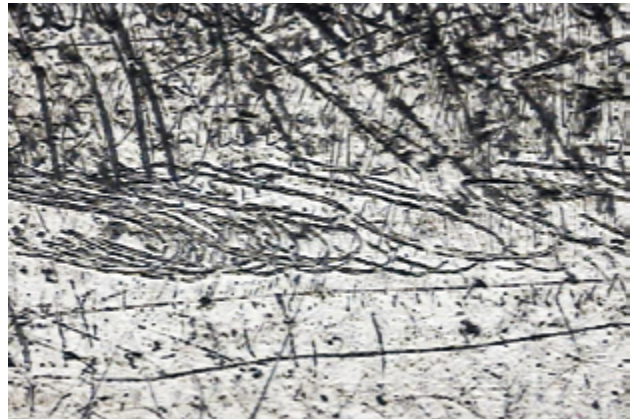
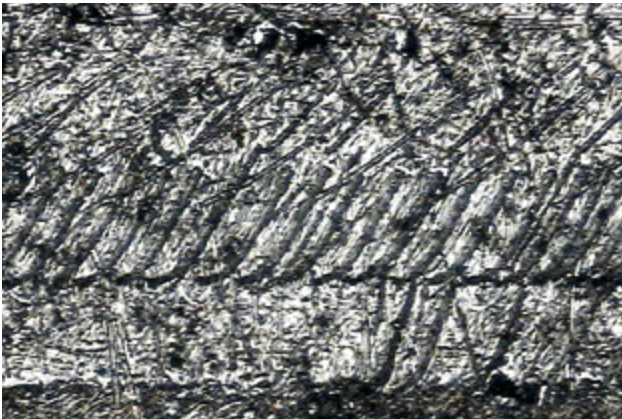
ولأن الحلقات أثناء التشغيل تكون موضوعة غالباً على جانب التجويف السفلي، فيظهر التآكل بشكل أساسي على جانب الحلقة العلوي. وهنا يمكن أيضاً إيجاد آثار الدوران (الشكل ٤ و ٥).



صورة ٢: ترسبات الاتساخات والزيت في حز الحلقة ترتبط ببعضها البعض مكونة ما يشبه العجينة.



صورة ٣: امتداد حز حلقة المكبس عبر حلقة المكبس منخفضة التخليخ



صورة ٤ و ٥: أمثلة على آثار الدوران على جانب الحلقة العلوي

السبب الثاني

بسبب فقدان الكامل للزيت على الطبقات. كثيراً ما يوجد، بعد تضرر المحرك، كميات كبيرة من الاتساخات في مبرّد الزيت وفي أنابيب توصيل الزيت منه وإليه. من هنا فالمسئولية لا تقع على توصيل محرك جديد أو قديم بمبرّد زيت غير نظيف والبدء بتشغيل المحرك.

تنبيه

إذا اتسخ مبرّد الزيت بسبب تضرر المحرك، فعالباً لن يحقّق التنظيف إلا نجاحاً محدوداً. في تلك الحالة من الأفضل استخدام مبرد زيت جديد لاستبعاد مخاطر التضرر التي تنشأ نتيجة استخدام مبرّد زيت قديم.

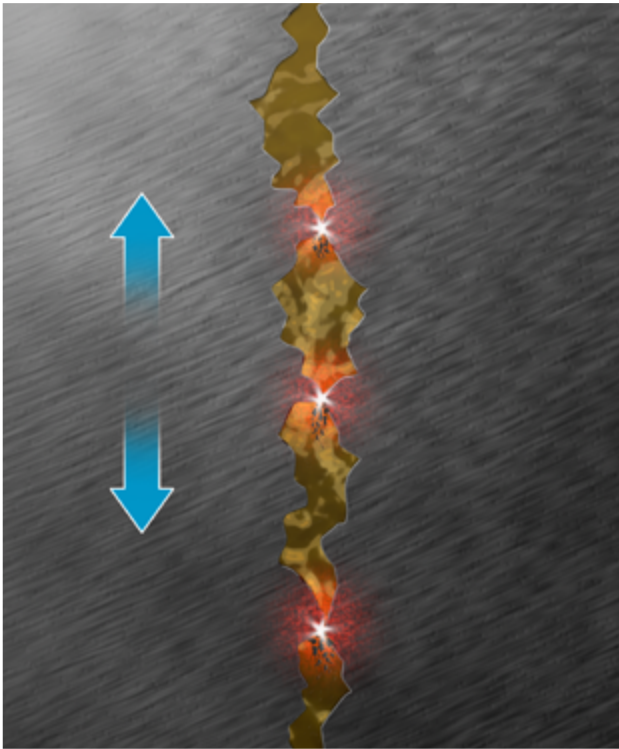
يوجد الاتساخ نتيجة وجود ضرر سابق أو إجراء عملية تصليح / تجديد بشكل سيء في دورة الزيت. يبدأ انتشار الاتساخ من غرفة الكرنك باتجاه جدران الأسطوانة والمكابس متسبباً في التآكل. جزيئات الاتساخات تصل مروراً بدورات الزيت المتسخة إلى كل طبقات التخزين في المحرك. بالفعل يتم ترشيح الزيت عبر مرشح الزيت ولكن كثيراً ما تتم عملية تنظيف دورة الزيت بشكل غير صحيح. الاتساخ الموجود بالفعل على الجانب الداخلي لدورة الزيت، يصل إلى كل طبقات التخزين ويؤدي إلى تآكل ميكرو أو حدوث أضرار.

عند تضرر المحرك كثيراً ما يحدث بسبب الاحتكاك، انسداد لمرشح زيت المحرك، الذي يفتح صمام المرور. وبالتالي يصل زيت المحرك ولم يتم ترشيحه إلى مواضع التزيق. هذا الوضع يتم تحمله عند تركيب المحرك لتجنب أضرار المحرك الرئيسية

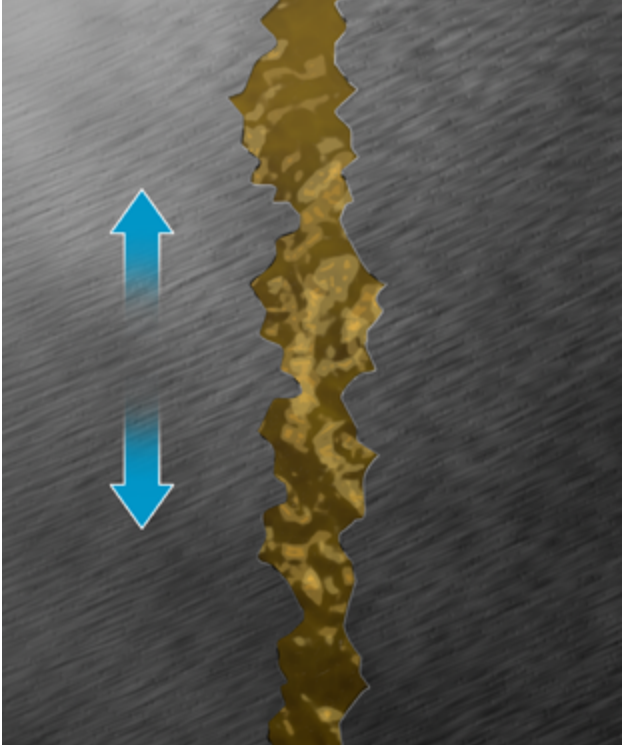
٦-٥- فيض الوقود

بعد أضرار الاتساخ تأتي الأضرار و التآكل بسبب عمليات غمر الوقود في المرتبة الثانية في أسباب تضرر حلقات المكبس. عند غمر الوقود بتضرر غشاء الزيت على جدار الأسطوانة بشدة، بحيث تحتك حلقات المكبس المعدنية على جدار الأسطوانة ويتضائل بسرعة كبيرة سمك الجدار نصف دائري. الاحتكاك المعدني لحلقات المكبس مع جدار الأسطوانة (صورة ١) لا يُسمح بحدوثه إلا لوقت قصير وفي بعض الحالات الاستثنائية (مثل عند الإدارة على البارد)، وهو في غير تلك الحالة غير مسموح به على الإطلاق. العمر الافتراضي للمكبس وحلقاته وتجاويف الأسطوانة يتأثر بشدة ويتناقص بشكل مأساوي. في الحالة العادية تتفصل الأجزاء المنزلقة دائماً من خلال غشاء الزيت مع إصدار صوتاً معدنياً (صورة ٢). طبقة الزيت يجب أن تكون أكثر سمكاً من مواضع عدم الاستواء على الأسطح الخارجية للجزء الانزلاقي.

أثناء تشغيل المحرك تحدث كثيراً بسبب اضطرابات الاحتراق عمليات اجتماع وتكتف للوقود على جدار الأسطوانة. وبالتالي فنحن نخفف غشاء الزيت أو نقوم بتنظيفه جيداً. الاحتكاك المختلط يتيح إمكانية تعرض حلقات المكابس للتآكل الكلي في خلال بضع آلاف كيلومترات. وينخفض الأداء ويرتفع استهلاك زيت المحرك.



صورة ١: الاحتكاك المختلط – حلقة المكبس وجدار الأسطوانة لدهيها مواضع تلامس معدني



الشكل ٢: طبقة زيت سميكة بالقدر الكافي – لا يوجد تلامس معدني

الاحتكاك المختلط يؤدي إلى تآكل نصف القطر بشدة على حلقات المكبس و سطح الأسطوانة. ويمكن ملاحظة هذا بسهولة شديدة على كلا شفتي السحب لحلقة سحب الزيت. يجب النظر في صورة ٣ إلى حلقة سحب زيت جديدة متآكلة بسبب الاحتكاك المختلط. كلا شفتي السحب قد تآكلتا تماماً. ويعاني المحرك التي تخرج منه الحلقة من استهلاك هائل للزيت. مثل هذا النوع من التآكل نصف القطري والذي لا يظهر فقط على حلقات سحب الزيت يحدث بشكل شبه دائم بسبب فيض الوقود.

بشكل خاص، عندما لا يصل التآكل إلى كل المكابس بنفس الدرجة، فلا يمكن أن يحدث تآكل الاحتكاك المختلط إلا من خلال فيض الوقود. تلك الحالة تحدث كثيراً وتعتبر دليلاً على أن الحلقات لم تتآكل بسبب إمكانية رداءة جودة المواد أو معالجة الأسطوانة بشكل خاطيء. من الممكن حدوث تلك الحالة بشكل متساوي في كل المكابس وحلقاتها وليس فقط في أسطوانات محددة.



الشكل ٣: حلقة إزالة زيت جديدة ومتآكلة

⚠️ تنبيه

في هذا النوع من الأضرار أيضًا يجب التفريق بين حالة وجود التآكل فقط في مواضع محددة وبين حالة انتشاره على كل الأسطوانات. في حال حدوث أضرار بكل الأسطوانات فيكون هناك سبب واحد شامل لها، مثلًا سوء جودة الوقود أو الملء غير السليم. أما في الأسطوانة الفردية فهناك منافث حقن معيبة أو توصيلات حقن معيبة أو شمعات إشعال معيبة أو أن توصيلات الجهد العالي هي السبب.

يظهر تآكل الاحتكاك المختلط من خلال غمر الوقود في محركات البنزين وفي محركات الديزل على نفس الدرجة.

في محركات البنزين تعتبر القيادة لمسافات قصيرة بصورة متكررة (بالدرجة الأولى في محركات الكاربيوراتور القديمة) وجهاز الإشعال هما السببان الرئيسيان. محركات البنزين تحتاج لبدء دوران المحرك والدخول في فترة إحماء المحرك إلى كميات وقود كبيرة جداً عن الكمية التي تحتاجها في وضع التشغيل للمحرك الذي تم تسخينه. عند التشغيل المتكرر لمسافة قصيرة يمكن، في ظروف معينة، ألا يتبخر الوقود المتكثف على جدار الأسطوانة والملتصق بها ومن ثم يلتصق أيضاً بزيت المحرك. ومن خلال ذلك يصل الأمر إلى تخفيف الزيت وأيضاً إلى الاحتكاك المختلط بسبب خسارة لزوجة زيت المحرك. يحدث أيضاً في محرك البنزين بسبب شمعات الإشعال أو بكرات الإشعال المعيبة، غمر للوقود لأن الوقود لم يشتعل ولم يحترق جراء ذلك.

في محركات الديزل تشتعل كمية الوقود التي تم حقنها عند الهواء المكثف جداً في غرفة الاحتراق. عند عدم وجود ضغط (تعبئة سيئة) أو عند رداءة جودة الوقود يحدث تأخر في الإشعال واحتراق غير كامل وتجمع وقود سائل في غرفة الاحتراق.

أسباب أخرى لعمليات غمر الوقود في محركات الديزل، هي

- فوهات الحقن غير السليمة غير المحكمة
- خطأ في مضخة الحقن ووضع ضبطها
- خطأ في وضعية وتثبيت أنابيب الحقن (تذبذبات)
- أعطال ميكانيكية (اصطدام المكبس عند رأس الأسطوانة) جراء مسافة بروز المكبس غير صحيحة، الناتجة عن الأعمال اللاحقة في أسطح الأحكام واستخدام جوانات إحكام رأس الأسطوانة بالسلك غير السليم
- تعبئة سيئة بفعل انسداد فلتر الهواء
- تعبئة سيئة بفعل تعطل أو تآكل الشاحن التوربيني
- رداءة الملء بفعل حلقات المكبس المتآكلة أو المكسورة
- جودة وقود منخفضة (إشعال ذاتي سيء وحرق غير كامل)

٦-٦-٢ كسور حلقة المكبس

يمكن أن تنكسر الحلقات أثناء التشغيل بعد فترات زمنية طويلة. وهذا يحدث عندما يتناقص بشدة سمك الجدار نصف القطري أو المحوري بسبب التآكل. غالباً ما تقع الحلقة في الرفرفة بسبب الخلوص العلوي المرتفع جداً للحلقة، ولا تستطيع مواصلة مقاومة الحمل الذي يؤثر عليها. وغالباً تنكسر الحلقة إلى كثير من الأجزاء الصغيرة.

لا يجب بالضرورة أن تعاني الحلقات من ضعف في سمك مادتها حتى تنكسر. عندما يحدث اضطرابات في الاحتراق أثناء التشغيل فمن الممكن أن تنكسر الحلقات بسبب التحميل العالي بدون أن يكون قد حدث لها تآكل. أيضاً التسرب غير الملاحظ للماء أو الزيت داخل غرفة الاحتراق يمكن أن يؤدي إلى كسر الحلقة. فالسوائل لا تتضغط. إذا تجاوزت كمية السوائل حجم غرفة التكتيف، فيجب على السوائل إما أن تضغط على المكبس في أضعف نقاطه أو أن تكسر المكبس أو بالأحرى حلقاته. أيضاً يمكن أن ينتهي ذراع المكبس أو ينكسر جدار الأسطوانة/بطانة الأسطوانة.

تحدث كسور حلقة المكبس إما بسبب التآكل الشديد أو بسبب رفرفة الحلقة أو بسبب خطأ عند تركيب الحلقة.

الكسور أثناء تشغيل حلقات المكبس لا تظهر بدون ظروف تشغيل متطرفة. عند تركيب الحلقة على المكبس يكون التحميل الميكانيكي أكبر بكثير منه أثناء التشغيل. حلقات المكبس يجب أن تكون أكثر احتمالاً عند تلييسها على المكبس من حيث القدرة على الثني مما هي عليه عند التركيب في الأسطوانة. فمن الممكن أن تنكسر الحلقة التي بها عيوب في تكوينها أو بالأحرى في مادتها عند التركيب.

في حال العثور على حلقة مكبس مكسورة مباشرة بعد عملية تصليح للمكبس في المحرك، فغالباً ستكون تلك الحلقة قد أصابها ضرر من قبل أو انكسرت بسبب تركيب غير سليم للمكبس أو بسبب عدد تركيب معيبة.



حلقة مكبس مكسورة

٢-٦-٧ اهتزاز الحلقة

اهتزازات الحلقة محوريًا

رفرف الحلقة المحوري يبدأ غالباً من نهايات الذيل باتجاه الحلقة. نهايات الذيل تميل بسبب الوضع المعرّض للخطر بشكل خاص إلى أن تبرز، تحت ظروف تشغيل غير مناسبة، من سطح الاحتكاك السفلي. نهايات الذيل التي هي في وضع الاهتزاز تمهد لاهتزاز متموج في حلقة المكبس بكاملها.

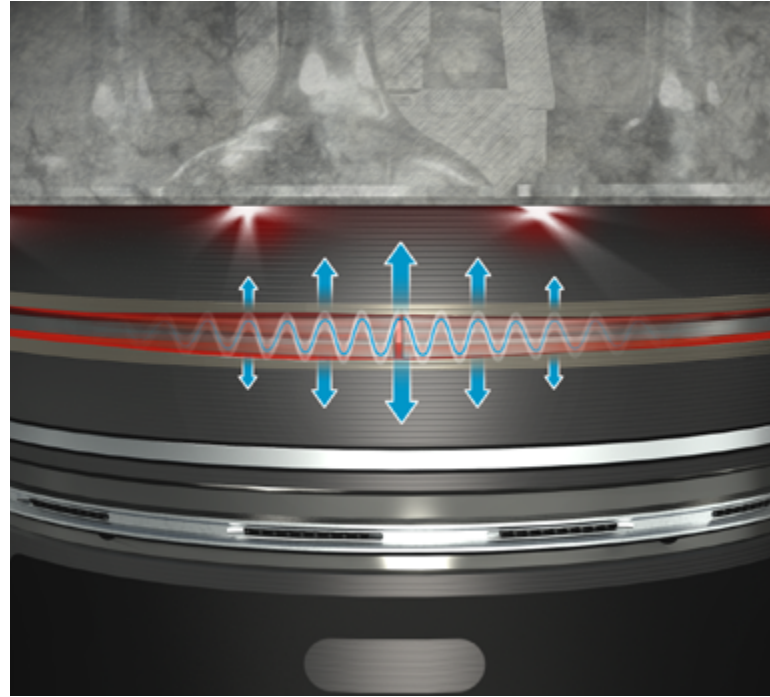
يمكن أن تظهر اهتزازات الحلقة بشكل خاص في محركات البنزين عند الحمل المتوسط وعدد اللفات المرتفع. يتم تعريف الرفرفة هنا بأنه بروز حلقة المكبس من أسطح التصاق الجوانب السفلية وأيضاً هو فقدان تأثير إحكام الحلقة بسبب فقدان الاحتكاك نصف القطري على جدار الأسطوانة (فقدان السيطرة). والنتيجة للكُل هو فقدان القدرة واستهلاك مرتفع للزيت لأن وظيفة الإحكام تضررت أو بالأحرى أُلغيت.

⚠ تنبيه

الارتفاع المنخفض للحلقات يتجه إلى الرفرفة بسبب قوى القصور الذاتي المحدودة. ضغط الكبس العالي على نهايات الذيل يعاكس اتجاه الرفرفة.

أسباب رفرف الحلقة المحوري

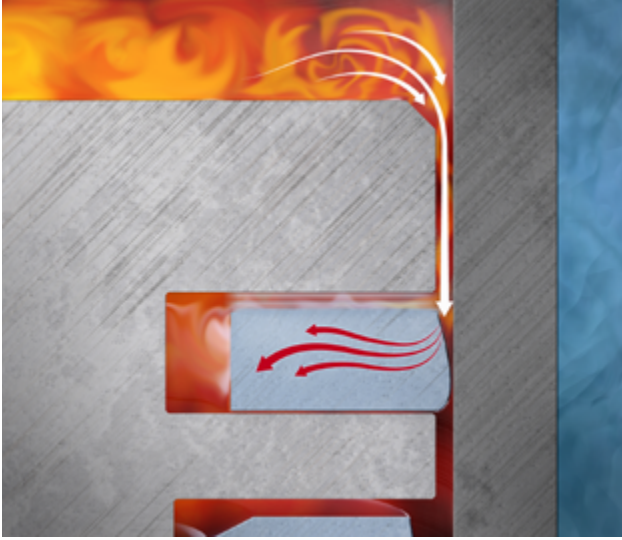
- شوط ارتفاع الحلقة كبير للغاية
- فقدان شد الحلقة (تآكل) وبالتالي اتجاه ضغط خاطيء على نهايات الذيل، وخاصةً عند حلقات المكبس بخاصية توزيع الضغط القطري في شكل كمثرى (انظر أيضاً فصل ١-٦-٢ توزيع الضغط القطري)
- الاتصال الميكانيكي للمكبس مع رأس الأسطوانة بسبب أعطال تم إصلاحها وخاصةً في محركات الديزل (الصورة ١)
- الاحتراق الخافق بسبب أخطاء في إدارة المحرك (تركيب مزيج وإشعال) وبسبب جودة غير كافية للوقود (رقم أوكتان شديد الانخفاض، كميات خلط الديزل)
- تآكل حوز حلقة المكبس
- سعة شديدة الانخفاض لغاز أرضية الحز بسبب ترسبات التفاعلات الزيتية في أرضية الحز (السبب: الارتفاع الشديد في درجات حرارة الاحتراق) و/أو عدم كفاية درجات جودة زيت المحرك



صورة ١: اهتزازات الحلقة جراء الاتصال الميكانيكي للمكبس ورأس الأسطوانة

رفرف حلقة نصف القطر

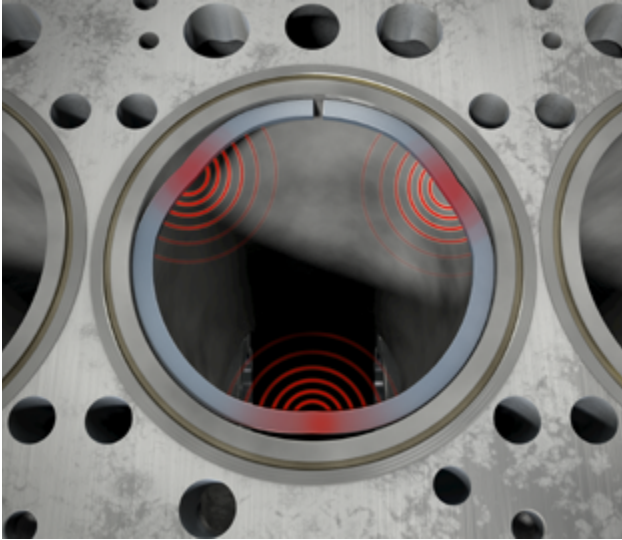
بفعل الزيادة الفائضة في ضغط الغاز على سطح دوران الحلقة أثناء الاحتراق (الصورة ٢) فسوف تضطرب نسبة نقل القوى لفترة قصيرة وترتفع حلقة المكبس من سطح الحركة ولن يصبح بالإمكان إحكامها بالشكل الصحيح. التكرار المستمر للعملية يؤدي إلى اهتزاز حلقة المكبس.



صورة ٢: ضغط الغاز على سطح دوران الحلقة

أسباب الاهتزاز القطري للحلقة

- حلقات المكابس المتآكلة (تقليص السمك القطري للجدار) وبالتالي فقدان قوة كبس حلقة المكبس على جدار الأسطوانة وتراجع درجة صلادة الحلقة
- فجوات الأسطوانة غير المستديرة وما إلى ذلك من تسرب متزايد لضغط الاحتراق في فتحة الإحكام بين سطح دوران حلقة المكبس وفتحة الحلقة
- الدوران المائل للمكبس من خلال أذرع المكبس المثبتة: من خلال الدوران المائل داخل فجوة الأسطوانة فإن الحلقة تشير إلى تكوّن مسار بيضاوي بسيط. وبذلك يتسرب قدر أكبر من غاز الاحتراق، من أحد جوانب الأسطوانة الذي يكون فيه المكبس أقل استقرارًا، إلى داخل نطاق سطح المكبس وبين حلقة المكبس وجدار الأسطوانة
- على سطح دوران حلقة المكبس تآكل مكثف بالغ جراء شوط ارتفاع الحلقة المفرط
- أطراف متضررة للحلقة نشأت عن الشد الخاطيء (تكوّن صفائح معدنية): الحلقة بها شقوق ومواقع تتسلل عند الأطراف (بصفة أساسية مع حلقات حديد الزهر البسيطة دون طبقة تكسية لأسطح الدوران)، الغاز يتسرب إلى داخل فتحة الإحكام رافعًا حلقة المكبس من سطح الدوران.



الصورة ٣: بروز حلقة المكبس من سطح الدوران

٧-٢ التزليق واستهلاك الزيت

١-٧-٢ نقاط عامة

(الصورة ١). مثل تلك الإجراءات غير ضرورية في المحركات التي لديها القدرة على التعامل بشكل أفضل مع نقل الحرارة للمكبس عبر تبريد زيت رش المكبس. من خلال تبريد الزيت المباشر ترجع كمية كافية من الزيت داخل المكبس، تعمل على تزليق جدار الأسطوانة بهذه الطريقة.

وبجسب عدد اللفات وضغط الزيت وبيانات التصنيع، يجب سحب وتوزيع كمية الزيت الموجودة على جدار الأسطوانة في شكل قطرات صغيرة من حلقات سحب الزيت. للحصول على أفضل تأثير تزليق مع أدنى معدل لاستهلاك الزيت، فيسمح بأن يكون سمك طبقة التزليق على جدار الأسطوانة ١-٣ ميكرو متر فقط. طبقة التزليق الأخف من ذلك سوف تتسبب في حدوث احتكاك مختلط وظهور معدل عال لبلى الأجزاء التركيبية. وطبقة التزليق الأكثر سمكاً سوف تكون نتيجتها في المعتاد ارتفاع معدل استهلاك الزيت. الأسباب التي تؤدي إلى ترقيق أو بالأحرى زيادة سمك غشاء الزيت تجدونها، مع غيرها، مشروحة في الفصل رقم ١-٥-٥ الأشكال الكروية لسطح الإطار.

يتم بشكل أساسي تزليق المكبس في المحركات رباعية الأشواط من خلال زيت الرش وزيت الطراد من عمود ذراع الإدارة. ولكن لا يتم تغطيس جوانب ذراع عمود الإدارة في الحالة العادية في بوتقة الزيت. من الممكن أن يؤثر هذا على رغوة الزيت وفقدان قدرته. الزيت الضروري لتزليق جدار الأسطوانة يتم استهلاكه بشكل مخصوص من مواضع تخزين المستودع الرئيس ومستودع ذراع التوصيل. ولأن عمود الإدارة يدور، يتم توزيع هذا الزيت بالتالي على شكل قطرات صغيرة داخل غرفة ذراع التوجيه بكاملها وبالتالي أيضاً رشها على جدار الأسطوانة، عندما يكون المكبس موجوداً في المجال العلوي للأسطوانة.

في المحركات ذات التحميل الأعلى أو المحركات التي يتم فيها استهلاك زيت قليل من المحامل، يتم تأمين تزليق جدار الأسطوانة من خلال استخدام سيقان أذرع مقببة ومجوفة تقوم بشكل إضافي برش جدار الأسطوانة بالزيت على جانب ضغط المكبس



صورة ١: تقوب رش الزيت في ذراع المكبس تضمن تزليق سطح الحركة

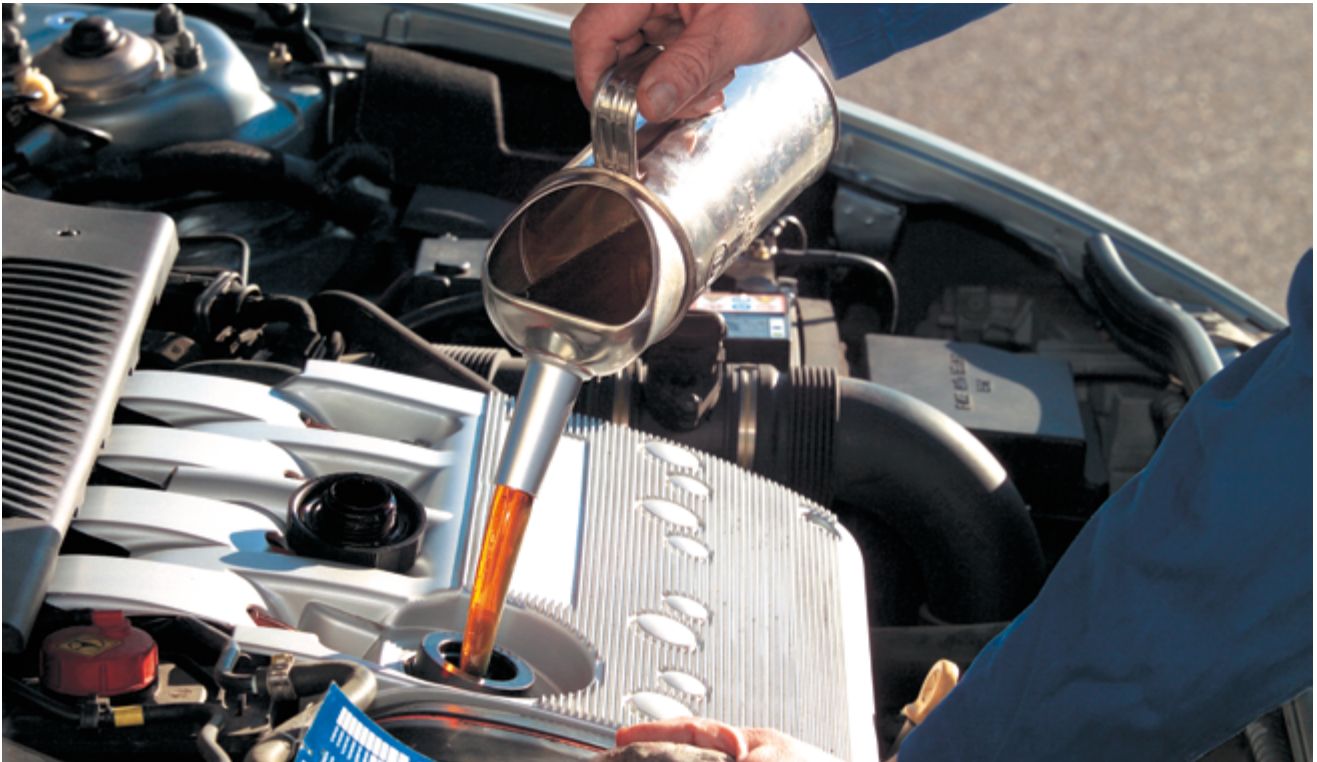
٢-٧-٢ زيت المحرك

- تجمع المواد الغريبة الصلبة والغبار والرائش ومنتجات الاحتراق، مثل السخام أو الرماد
- حماية أجزاء المحرك من الصدأ في مواجهة منتجات الاحتراق الأكالة من خلال تكوين طبقات حماية على السطح المعدني
- معادلة تأثير منتجات الاحتراق الحمضية من خلال عملية التحويل الكيميائية
- نقل القوى في شدادات السلسلة الهيدروليكية ومدقات الصمام
- المحافظة على نظافة أجزاء المحرك من خلال نزع رواسب الاحتراق ومنتجات
- تقادم زيت المحرك باستخدام أنواع صابون مذابة بالزيت
- الحماية من التآكل (أجزاء المحرك المتحركة في وضع تقابلي)
- إزالة الضرر من منتجات الاحتراق غير المرغوبة

زيت المحرك هو أهم مكون في المحرك. إذا لم يتم تزليق وتبريد الأجزاء بالزيت، فما كان من الممكن تشغيل أي محرك وقود، كما نعرفه ونستخدمه اليوم. يقوم الزيت بفصل الأجزاء المنزلقة من خلال غشاء زيت رقيق ويمنع من خلال التزليق الاحتكاك المعدني وما يترتب عليه من تآكل بين الأجزاء المنزلقة. علاوة على ذلك يقوم زيت المحرك بمهمة نقل الحرارة والانساخ داخل المحرك.

مهام هامة لزيت المحرك

- التزليق (فصل الأسطح المعدنية المتحركة في اتجاه تقابلي)
- التبريد (تصريف الحرارة)
- التخلص من الاتساخات
- الاتزان في مقابل تأثيرات القص (مثلًا تلك الناتجة عن حواف حلقة المكبس الحادة)
- إحكام غرفة الاحتراق المواجهة لعلبة الكرنك وقنوات السحب والعدم عبر المجاري
- الدليلية للصمام المؤدية إلى وحدة دفع الصمام





يتكون زيت المحرك من زيت أساسي وإضافات. من أجل تحسين خصائص الزيت الأساسي، تم وضع بعض الإضافات للزيت. محتوى الإضافات وتركيبها جاء نتيجة الاشتراطات المحددة في الزيت.

من خلال عملية الاحتراق تتكون أحماض وبعض المواد الضارة الأخرى التي تفسد الزيت تدريجياً. التأثير الكبير للتسخين يقوم بتبخير مكونات الزيت المنخفضة التي تغلي، بحيث يظهر هنا أيضاً تغيير في التركيبة. استخدام ما يسمى المرشح الدقيق، والذي يعد باستخدام طويل المدى للزيت بدون تغيير، لا يزال حتى الآن غير مؤكد.

حيث يجب دائماً إعادة ملء الزيت مرة أخرى وتدعيمه بالإضافات الحديثة، لأنه في كل محرك هناك استهلاك معتاد للزيت، وسابقاً أو لاحقاً من المحتمل عدم استمرار وجود زيت في المحرك. تركيب مثل تلك الأنظمة الإضافية من الممكن أن تكون غير ذات فائدة اقتصادية لمالك المركبة.

الملخص

كلاً من الزيت الأساسي وأيضاً الإضافات يتم استهلاكهم مع مرور الوقت، بحيث يجب تجديد الزيت في فترات زمنية منتظمة (تغيير الزيت). من خلال تغيير الزيت والمرشح يتم إزالة نتاجات الاحتراق الضارة من المحرك وعزلها. الزيت الجديد يقوم بالتزليق والتنظيف بشكل أفضل ويقدم احتياطات جديدة في مواجهة كل التأثيرات الضارة، التي يتعرض لها الزيت.

الإضافات لها تأثير أو أنها تؤثر مثلاً على

- اللزوجة وسلوك الدفق
- السلوك الفعال على السطح الخارجي
- مواد معادلة
- سلوك محاييد مع مواد الأحكام
- ميل بسيط لتكوين الرغايوي
- فترة استخدام طويلة، فترة تغيير زيت متباعدة
- الاستهلاك المنخفض للزيت
- الاستهلاك المنخفض للوقود
- قوة تحمل الوقود
- غير مضر بالبيئة

يتم استهلاك زيت المحرك بسبب قِدمه وتلويثه للبيئة. يتم استهلاك الإضافات الموضوعة في الزيت ونتاجات الاحتراق الضارة والانساختات تقوم بتلويث الزيت. جزئياً تتسبب درجات الحرارة العالية في شيخوخة الزيت.

زيت المحرك يتكون من جزيئات كربون الهيدروجين طويلة السلسلة. يتم تحديد لزوجة الزيت من خلال طول سلاسل الجزيئات. الجزيئات الطويلة لديها لزوجة عالية أكثر من القصيرة. سلاسل الجزيئات الطويلة يتم تكسيرها إلى قطع صغيرة أثناء تشغيل المحرك من خلال التدفق القوي. يؤثر على اللزوجة وخصائص التزليق بشكل سلبي. الزيت في وضعه الأولي لديه قدرة أضعف على المقاومة وليس في الوضع الذي يمكنه من ضمان الوصول لخصائص التزليق.

ليس هناك فائدة من إجراء ترشيح لزيت المحرك عبر عملية خاصة خارج المحرك، لإبعاد جزيئات الانساخت الكثيرة بقدر الإمكان. وسيصبح الزيت نفسه هو المشكلة وليست الانساختات المحمولة معه.

تعليق: في بعض الدول يتم ترشيح الزيت من خلال قماش ويُعاد بيعه مرة أخرى.



٢-٧-٣ الاستهلاك العام للزيت



يفهم المتخصصون من مفهوم استهلاك الزيت، كمية الزيت التي تذهب لغرفة الاحتراق وتحترق هناك. ولكنه ليس الزيت الذي يشق طريقه عبر الإحكام ويقطر في الخارج على المحرك. في تلك الحالة يتحدث المرء عن فقدان الزيت وليس استهلاك الزيت.

الأسباب الأساسية لاستهلاك الزيت هي

- العطل بشاحن التربو (محامل تالفة، انسداد توصيلات إرجاع الزيت)
- العطل بمضخات الحقن الميكانيكية (تآكل عناصر المضخة)
- تآكل جوانب ساق الصمامات والمجاري الدليلية للصمامات
- أعطال في نظام الإحكام
- تجويف أسطوانة المكبس وحلقة المكبس (انظر الفصل التالي)

ملحوظة

يمكنك الحصول على مزيد من المعلومات في كتيب "استهلاك الزيت وفقدانه"

٢-٧-٤ استهلاك الزيت من خلال تجويف أسطوانة المكبس وحلقة المكبس

الاستهلاك العادي للزيت والمرتبب بالبنية الهيكلية

الزيت الذي يمر من غرفة الكرنك مروراً بتجويف أسطوانة حلقة المكبس والمكبس وصولاً إلى غرفة الاحتراق، يحترق مؤدياً إلى استهلاك الزيت. بسبب تركيبة محرك الاحتراق ونظام إحكام تجويف أسطوانة حلقة المكبس والمكبس، يحدث بشكل طبيعي عند تشغيل المحرك استهلاك "طبيعي" مؤكد للزيت.

الساخنة وأيضاً يحدث احتراق كمية قليلة من الزيت، والذي يُلاحظ بعد وقت طويل على أنه استهلاك زيت. وبعد ذلك يحدث من خلال رجوع حركة المكبس إلى النقطة الميتة العليا والقوى الكبيرة التي تكونت لطرد الزيت من حلقات المكبس. كمية الزيت تلك تحترق أيضاً عند احتراق إيقاع العمل التالي.

استهلاك زيت زائد ومفرط

الاستهلاك المفرط للزيت والذي يكون فقط نتيجة نظام إحكام تجويف الأسطوانة وحلقات المكبس والمكبس، يكون دائماً له أسباب، ليست حلقات المكبس هي المسؤولة الأساسية عنها. بالفعل حلقات المكبس لها دور ولكن ليست هي السبب.

زيت المحرك موجود على شكل غشاء زيت رقيق سمكه (حوالي ١-٣ ميكرو متر) على جدار الأسطوانة وهو يتعرض عند حركة المكبس لأسفل أثناء إيقاع العمل إلى الاحتراق الساخن. عند كل حركة من حركات العمل يحدث تبخر عن طريق غازات الاحتراق

أسباب الاستهلاك المفرط للزيت والتي تحدث بسبب تأثير الإحكام السيء لحلقات المكبس، هي

- حلقات متآكلة (نقص قيم سمك الجدار القطرية والمحورية)
- شحذ خاطئ
- تآكل كاشط بسبب الاتساح (الفصل ٦-٤-٤ الاتساحات)
- الأسطوانة البيضاوية أو غير المستديرة (انظر أيضاً الفصل ٥-٣-٢ هندسة الأسطوانات والاستدارة)
- مكابس متآكلة (حزوز الحلقة) جراء الاتساحات وزمن الدوران الطويل
- أسطوانات متآكلة (غير مستديرة، مصقولة، منحرفة)
- تآكل المكبس من خلال ذراع التوصيل المنحني (انظر الفصل ١-٦-٢ انحناء دوران المكابس)
- مواصفة زيت خاطئة
- زيت مستهلك ومقادير
- الاحتكاك المختلط من خلال غمر الوقود (انظر الفصل ٥-٦-٢ فيض الوقود)
- اهتزاز الحلقات (انظر الفصل ٧-٦-٢ اهتزاز الحلقات)
- أسطح إحكام مخدوشة (الجوانب السفلية للتجويف) جراء تنظيف حزوز الحلقة بشكل غير سليم فنياً
- الحلقات القامطة في التجويف الحلقي جراء الاتساحات أو التفحيمات لزيتية أو الحلقات المثنية (التعامل غير السليم فنياً)
- تشكيل خاطئ لأرضية التجويف من خلال حلقات خاطئة أو عمليات التفحيم (مواصفة زيت خاطئة)
- تجهيز حلقة خاطئة أو ارتفاع خاطئ للحلقة أو سمك جدار نصف قطري خاطئ أو قالب خاطئ (حلقة مستطيلة الشكل في التجويف شبه المنحرف والعكس)
- تركيب خاطئ لحلقات إزالة الزيت (تركيب خاطئ للناض الامتدادي)

٥-٧-٢ تحديد معدلات استهلاك الزيت (قيم المقارنة)

يمكن تصنيف كميات استهلاك الزيت في أنواع مختلفة. يتم ذكر بيانات استهلاك الوقود بالجرام لكل كيلوات في الساعة أثناء التشغيل الاختباري للمحرك على منصة الاختبار. أنظمة الإحكام الجيدة تصل باستهلاك الوقود من ٠,٥ إلى ١ جرام/كيلوات في الساعة. هذا النوع من تحديد الكمية لا يتناسب مع التشغيل العملي لأنه لا يمكن تحديد استهلاك الزيت بالجرام ولا يمكن قياس الأداء أثناء القيادة.

ولهذا السبب يتم ذكر استهلاك الزيت غالباً باللتر / لكل ١٠٠٠ كم بالنسبة المئوية لاستهلاك الوقود. ولكن مؤخراً تم تحقيق هذا الأمر، لأن تلك الطريقة أكثر دقة بكثير من ذكر البيان باللتر لكل ١٠٠٠ كم. والسبب في هذا يكمن في أن المحركات تستعمل أيضاً بشكل ثابت وتدور محركات المركبات أوقات كثيرة على الوضع المحايد (الازدحام وأوقات الانتظار في الإشارات وعمليات التحميل وتشغيل أجهزة التكييف). وفي هذا الإطار تأتي أوقات يتوجب فيها على المحرك العمل لتشغيل وحدات مساعدة مثل أذرع الحمل أو تشغيل المضخات، بدون أن تقطع المركبة ولا حتى كيلومتر واحد.



٢-٧-٦ متى يكون استهلاك الزيت فائقاً؟

ومن المعروف مبدئياً أن محركات الديزل تستهلك قدر أكبر من زيت المحرك مقارنة بمحركات البنزين. المحركات التي بها توربولادر تحتاج أيضاً بسبب تزليق الشاحن التوربيني إلى زيت أكثر من المحركات غير المزودة بالشاحن التوربيني.

من المعروف أن استهلاك الزيت بعد مرحلة التلدين يكون في أقل مستوياته ويزيد الاستهلاك مع مرور عمر المحرك. من هنا يجب ملاحظة القيم الدنيا للمحركات الجديدة والقيم القصوى للمحركات التي تجاوزت ٣/٢ من عمرها الافتراضي. وأيضاً في المحركات التي أجري لها عمليات تصليح جزئية (مثل استبدال المكبس أو حلقات المكبس فقط) من غير المتوقع فيها إمكانية تخطي القيمة القصوى. والعكس صحيح. كل أجزاء المحرك تتآكل أيضاً بنفس القدر. إذا تم تجديد نسبة ١٠٪ فإن التحسن المتوقع بسبب عملية التصليح الجزئية تلك وفي أحسن الأحوال لن تزيد على ١٠٪.

تختلف الآراء اختلافاً كبيراً من الناحية العملية ومن بلد لآخر حول متى يكون هناك زيادة في استهلاك الزيت. هناك رأي منتشر على نطاق واسع بأن المحرك لا يجوز أن يستهلك زيتاً، وهو رأي خاطيء بشكل أساسي للأسباب المذكورة سلفاً.

كل جهة إنتاج للمحركات لديها لكل محرك من محركاتها قيم ضبط وقيم حدية لاستهلاك الزيت. عندما يكون هناك ظن باستهلاك زائد للزيت فتقوم جهة إنتاج المحرك المعنية بتعريف قيمة الضبط والقيمة الحدية لاستهلاك الزيت. كتيبات الورش ودليل التشغيل يوفروا في أحيان كثيرة معلومات حول استهلاك الزيت للمحرك.

إذا لم تذكر جهة الإنتاج أي بيانات استهلاك زيت دقيقة فيمكن حساب استهلاك الزيت في سيارات النقل بحوالي ٠,٢٥٪ وحتى ٠,٥٠٪، استناداً إلى الاستهلاك الحقيقي للوقود. أما في محركات سيارات الركوب الصغيرة فتكون النسب أقل. حيث يكون استهلاك الزيت عند ٠,١٪ وحتى ٠,٥٪ من استهلاك الوقود.



نموذج حسابي لسيارة الركوب

- أية عربة ملاكي تستهلك في مسافة ١٠٠ كم حوالي ٨ لتر وقود. وعند وصولها إلى ١٠٠٠ كم يكون الحساب هو ٨٠ لتر وقود.
- نسبة ٠,١٪ من ٨٠ لتر وقود تعني استهلاك ٠,٠٨ لتر زيت.
 - نسبة ٠,٥٪ من ٨٠ لتر وقود تعني استهلاك ٠,٤ لتر زيت.



مثال حسابي في عربات النقل

- أية عربة نقل تستهلك في مسافة ١٠٠ كم حوالي ٤٠ لتر وقود. وعند وصولها إلى ١٠٠٠ كم يكون أقصى حساب هو ٤٠٠ لتر وقود.
- نسبة ٠,٢٥٪ من ٤٠٠ لتر وقود تعني استهلاك ١ لتر زيت.
 - نسبة ٠,٥٪ من ٤٠٠ لتر وقود تعني استهلاك ٢ لتر زيت.

٢-٧-٧ التعريف والتعامل مع استهلاك الزيت

يجب عند استهلاك الزيت التمييز بين البيانات المختلفة

استهلاك زيت العادي

معدل استهلاك الزيت موجود في إطار بيانات الكميات المنصوص عليها من جانب الجهة المنتجة أو في إطار القيم المذكورة في الفصل السابق. فليس هناك أي نقص أو أي سبب لوجود غضاضة من الاستهلاك.

استهلاك زيت مرتفع

يبلغ معدل استهلاك الزيت مع عربات النقل حوالي ضعف إلى ثلاثة أضعاف معدل استهلاك الزيت العادي. في محركات سيارات الركوب حوالي ٠,٥ إلى ١ لتر / ١٠٠٠ كم. المحرك يسير بطريقة طبيعية وليس بالضرورة أن يبين أي علامة على وجود دخان أزرق ينبعث من جناح العادم.

حالات الظهور

المركبات التي تجاوزت بالفعل ٣/٢ عمر المحرك الافتراضي العادي. وأيضاً المحركات الجديدة والتي تم إصلاحها والقديمة التي لا تزال موجودة في مرحلة التليين. المحركات التي يتم تشغيلها في أكثر الظروف غير المواتية (درجات حرارة محيطية ساخنة، تكرار التشغيل لمسافات قصيرة، التشغيل على الوضع المحايد، جر مقطورة، ما شابه).

إجراءات المساعدة

ليس ملزماً بالضرورة، ولكن ملاحظة والمراقبة المنتظمة لمستوى الزيت مهمة حتى لا ينخفض مستوى الزيت أثناء التشغيل إلى أقل من الحد الأدنى. وإن اقتضى الأمر فيجب البحث عن أسباب ارتفاع استهلاك الزيت. فبجانب المحرك نفسه، هناك أيضاً وحدات جانبية مثل توربولادر ومضخات الحقن الميكانيكية ومضخات الضغط المنخفض، بنسب متساوية على كل الوحدات الجانبية. إن اقتضى الأمر فيتم تحسين مستوى استهلاك الزيت من خلال عمليات إصلاح محددة. إذا كان هناك ضرر واقع على إحدى الوحدات الجانبية التي تؤثر بشدة في استهلاك الزيت، فمن الممكن أيضاً ارتفاع استهلاك الزيت في قفزة واحدة.

ولكن مثل تلك القفزات في استهلاك الزيت من غير الممكن توقعها عند الاستهلاك الطبيعي للأجزاء. وجود خطأ في تجهيز الخلط / حقن الوقود والذي يظهر على شكل دخان أسود من جناح العادم، يساهم أيضاً وبشكل كبير في تآكل المكبس والأسطوانة وبالتالي زيادة استهلاك الزيت ويتحتم في تلك الحالة إزالة ذلك الضرر.

استهلاك زيت مبالغ فيه جداً

يزيد معدل استهلاك الزيت مع العربات الملاكي عن ١,٥ لتر ومع عربات النقل الثقيلة عن ٥ لتر. لن يمكن فقط ملاحظة معدل استهلاك الزيت من على عصا قياس مستوى الزيت، ولكن أيضاً بالنظر من خلال ملاحظة دخان أزرق (وخاصةً بعد التشغيل في وضع الجر). كمية الزيت المعبأة تتسبب في تكلفة إضافية ليست بالهينة والتي تتمثل في ضرورة الفحص الشامل والإصلاح وتجديد الوحدات.

حالات الظهور

في المحركات المستهلكة تماماً وفي المحركات التي تم تجديدها بشكل خاطيء أو بشكل غير مكتمل. عند وجود أضرار تصيب المحرك مثل تآكل المكبس أو الكسور التي تصيبه أو أضرار شاحن التريو أو رأس الأسطوانة أو عند تعطل الوحدات الجانبية الأخرى التي يتم تزليقها بالزيت.



٢-٧-٨ فحص والتأكد من مستوى الزيت والاستهلاك السليم له

قياس مستوى الزيت

كثيراً ما تكون هناك أخطاء في قراءة وحدات مراقبة مستوى الزيت تؤدي إلى تفسير خاطيء لاستهلاك الحقيقي للزيت. يجب أن تكون المركبة على سطح مستو ويجب أن يتم حساب خمس دقائق للزيت بعد إيقاف المحرك للسماح له بالعودة إلى حوض الزيت والتقيط بشكل سليم. تبقى عصا قياس مستوى الزيت لأسفل بعد السحب حتى لا يسيل الزيت إلى الخلف على العصا وتخطيء قيمة القياس.

إذا كان هناك بالفعل نقص في الزيت فيتم إعادة ملئه ببطء وبكميات صغيرة (في جرعات تصل إلى ٠,١ لتر). إذا تم الملء بسرعة وبكثرة، فسيكون مستوى الزيت بعد ذلك مرتفعاً جداً. إذا غطس عمود الإدارة في بوتقة الزيت بسبب مستوى الزيت المرتفع فسيتم تحريك الزيت وسيتم قذفه حول المكان ويزداد تدفقه، على هيئة نقاط، إلى تهوية المحرك مدفوعاً إلى الخارج. ولأن تهوية المحرك مغلقة في جناح السحب، فسوف ينساب الزيت في غرفة الاحتراق، حيث يحترق.

عند ملء أحد المحركات بعد تغيير الزيت، فلا يتم ملء الكمية المذكورة بشكل كامل ولكن فقط يتم الملء حتى علامة الحد الأدنى. وبعد ذلك يتم تشغيل المحرك حتى يتم تعيير ضغط الزيت. بعد الإيقاف يتم إعطاء مهلة عدة دقائق للزيت، حتى يعود مرة أخرى إلى حوض الزيت. ولا يتم قياس مستوى الزيت مرة أخرى إلا بعد هذا، ومن ثم ملء كمية الزيت حتى العلامة القصوى.

قياس استهلاك الزيت على الطريق

- القياس الصحيح لمستوى الزيت وملئه حتى الحد الأقصى.
- قد السيارة لمسافة ١٠٠٠ كم وقم عندئذ بتوثيق معدل استهلاك الوقود أيضاً.
- أعد قياس مستوى الزيت بعد قطع ١٠٠٠ كم وقم بالملء وصولاً إلى علامة الحد الأقصى. كمية استكمال الملء ستكون عندئذ معدل استهلاك الزيت لمسافة ١٠٠٠ كم.
- الطريقة البديلة والأكثر دقة هي ربط القيمة بكمية ملء الزيت المراد استكمال الملء بها ومقارنة الناتج مع القيم الموضحة أعلاه.
- تفريغ وقياس الزيت قبل وبعد قيادة القياس لم تثبت صحتها من الناحية العملية. الخطأ في القياس بسبب فقدان الزيت عبر أوعية التجميع أو من خلال اعتراض إجراء قياس دقيق.

كميات ملء الزيت

يجب الحرص بشكل خاص في التعامل مع كميات ملء الزيت المذكورة في الكتيب أو دليل التشغيل. غالباً لا يتم التفريق بين كمية الملء الأولى (للمحركات الجافة والخالية من الزيت) وبين كمية التغيير (مع أو بدون تغيير مرشح الزيت).

في الواقع عند تغيير الزيت تظل كمية معينة من الزيت في المحرك (في التوصيلات والقنوات ومبرد الزيت ومضخة الزيت والوحدات والكميات الملتصقة على الأسطح). عندما يتم تعبئة الكمية الأولى عند تغيير الزيت، يكون مستوى الزيت مرتفعاً للغاية. ولكن من الممكن أن يحدث هذا في الحالة الأخرى. يتم بيان منخفض جداً لكمية الزيت. عندما يبدأ المحرك في الدوران، يبدأ الزيت في التنقيط. إذا لم يتم الملء بشكل صحيح ولم يعد يتم مراقبته، فسيصبح كل هذا غالباً استهلاك زيت. احرص في كل الأحوال على اللزوجة الصحيحة للزيت. اللزوجة المنخفضة للزيت (رقيق) تحتاج على وجه السرعة إلى زيت ذا لزوجة عالية. لا تستخدم إلا الزيت الموصى به والمصرح به من جانب جهة إنتاج المحرك.

٢-٧-٩ اعتراضات استهلاك الزيت والمساعدة

نجاح عمليات الإصلاح للتغلب على الاستهلاك المرتفع للزيت يتوقف بدرجة كبيرة على عامل الوقت والمواد. وبالتالي فمالك المركبة أو جهة التصليح هي التي تحدد مدى جودة نتيجة التصليح. ولكن الأكيد: هو أنه من خلال تركيب حلقات مكبس جديدة فقط، يزيد عمر المحرك المتآكل لفترة من الزمن. ولكن تحسين استهلاك الزيت لم يعد ممكناً حدوثه.

الاعتراضات بسبب استهلاك الزيت المرتفع ينبغي ألا يتم طرحها إلا بطريقة عادلة، عندما يتم إجراء صيانة للمركبة طبقاً للتعليمات والمحافظة المستمرة على فترات الفحص البيئية. أيضاً يجب استخدام قطع الغيار المعتمدة أيضاً زيت المحرك الموصى به. الاستهلاك المرتفع للزيت لا يظهر فجأة. حيث يواصل المحرك دورانه أيضاً بدون اعتراض مع وجود استهلاك مرتفع للزيت. فالقيام بعمليات الصيانة والتآكل الكبير الذي ينشأ عنها لا يظهر إلا في السيارات الأقدم. المال الذي يتم توفيره عند صيانة المحرك يدفعها المرء في النهاية في شكل استهلاك مرتفع للزيت وعمليات إصلاح ضرورية تظهر مكرراً.



نقل المعرفة الفنية المتخصصة المعرفة الفنية المتخصصة للخبير

دورات تدريب في جميع أنحاء العالم

من الجهة الصانعة مباشرة

يوجد حوالي ٤٥٠٠ ميكانيكي وفني يستفيدون سنويًا من الدورات التدريبية والسيمنارات التي نعددها في موقعك في جميع أنحاء العالم أو في مراكزنا التدريبية في نويشتاد ودورماجن وتام (ألمانيا).

معلومات فنية

من ربح التدريب العملي لواقع التدريب العملي

من خلال ما نوفره من معلومات للمنتج ومعلومات الخدمة والكتيبات والملصقات الفنية فسوف تكون دائمًا مواكبًا لأحدث مستوى معرفي في المجال التقني.

مقاطع فيديو فنية

نقل المعرفة عن طريق الفيديو

ستجد في مقاطع الفيديو التي نقدمها إرشادات تركيبية عملية وشروحات خاصة بنظم منتجاتنا.



البؤرة مسلطة على المنتجات أونلاين

حلولا موضحة بشكل مرئي

من خلال العناصر التفاعلية والصور المتحركة ومقاطع الفيديو يمكنك الاستعلام عن منتجاتنا سواء التي في المحرك أو في نطاقه.

متجر أونلاين

طريقك المباشر لمنتجاتنا

يمكنك الطلب على مدار الساعة. الفحص السريع للتوفيرية. البحث الشامل عن المنتجات من خلال المحرك والمركبة والأبعاد وما إلى ذلك.

أخبار

معلومات دورية عن طريق البريد الإلكتروني

قم الآن بتسجيل اشتراكك أونلاين في صحيفتنا المجانية وستحصل على معلومات دورية خاصة بمستجدات المنتجات والمنشورات الفنية وغيرها الكثير.

معلومات فردية

مخصصة لعملائنا

سوف نقدم لك معلومات وخدمات شاملة متعلقة بنطاق معدلات أداننا العريض: مثلًا خدمات تعزيز البيع المتوائمة مع المتطلبات الشخصية ووسائل دعم البيع والدعم الفني وغيرها الكثير.



الموسوعة الفنية

معلومات فنية خاصة بالمحرك

في موسوعتنا الفنية سوف نتشارك معك معرفتنا الفنية المتخصصة. سوف تجد هنا المعرفة الفنية المتخصصة مباشرة من الخبراء.

تطبيق خدمة المحرك

إمكانية وصول جواله للمعرفة الفنية المتخصصة

سوف تحصل هنا بسرعة وسهولة على أحدث مستوى للمعلومات والخدمات بشأن منتجاتنا.

الوسائط الاجتماعية

دائمًا محدثة





المقر الرئيسي:

MS MOTORSERVICE INTERNATIONAL GMBH

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

www.ms-motorservice.com

www.ms-motorservice.com

© MS Motorservice International GmbH – 50 003 958-06 – AR – 10/18 (102018)

