VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

مثبت فحمات الكاليبر (كليبر) وصفيحة الفحمات: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

من أين تأتي الأصوات والاهتزازات عند ارتخاء مثبت فحمات الفرامل وصفيحتها في الشاحنات؟ فحص نابض المثبت والترتيب الصحيح للتركيب.

vadenoriginal.com · **vaden.com.tr** · الإصدار: أكتوبر 2026 · مركبة تجارية ثقيلة (شاحنة · رأس قاطرة · حافلة)

أول ما ينظر إليه معظم الفنيين عند استبدال فحمات الفرامل في رأس قاطرة مزود بفرامل قرصية هو سماكة الفحمات؛ غير أن ما لا يقل أهمية عن الفحمات نفسها هو الطقم الصغير الذي يثبتها في مقعدها. ففي الكاليبر الذي ارتخى فيه جسر المثبت أو ضعف نابضه بفعل الكلال أو التوت صفيحته، لا تتآكل الفحمات بشكل منتظم، وتبدأ أصوات خشخشة مع الضغط على دواسة الفرامل، والأسوأ من ذلك أن عجلتي المحور نفسه تبدآن بالكبح على نحو مختلف. وفي نسبة كبيرة من المركبات التي تصل إلى الورشة بشكوى «استبدلنا الفحمات لكن الصوت لم يختف» لا تكمن المشكلة في الفحمات، بل في استخدام طقم مثبت ناقص أو أصابه الكلال. ويشرح هذا الدليل من منظور الورشة وظيفة مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات، وأعراض أعطالهما، والترتيب الصحيح للتشخيص، وقواعد الفك والتركيب المنضبطة، وعادات الصيانة التي تطيل عمرهما.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى الممارسة الميدانية في خدمة أنظمة الفرامل للمركبات التجارية الثقيلة وإلى الوثائق الفنية للشركات المصنعة OE. القيم الواردة هنا للاسترشاد العام، أما البيانات الدقيقة مثل عزم الربط وحدود تآكل الفحمات والقرص فالمرجع فيها هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك/الشاسيه الخاص بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هو مثبت فحمات الكاليبر وما هي صفيحة الفحمات؟ الوظيفة ومبدأ العمل

مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات عنصران ميكانيكيان في كاليبر الفرامل القرصية للمركبات التجارية الثقيلة، يثبتان فحمات الفرامل في مقعدها ويوزعان قوة عنصر الضغط (الغماز) بالتساوي على الصفيحة الخلفية للفحمات. فطقم الجسر والنابض والدبوس يمنع حركة الفحمات داخل مقعدها تحت ضغط الخدمة النموذجي البالغ 8–8.5 bar في فئة الجنوط مقاس 22.5 بوصة، بينما تمنع الصفيحة الضغط المركز في نقطة واحدة من تشويه السطح.

تعرف مجموعة القطع هذه في الورش والكتالوجات بأكثر من اسم: **جسر مثبت الفحمات**، و**نابض تثبيت الفحمات**، و**دبوس الفحمات**، و**صفيحة الفحمات**، و**صفيحة الضغط**، وفي بعض التطبيقات **نابض غطاء الكاليبر**. وكلها أجزاء من عائلة وظيفية واحدة مهمتها: تحديد موضع الفحمات في مقعدها داخل الكاليبر، وتحمل القوة المماسية الناتجة أثناء الفرملة، وضمان تحرر الفحمات عند تحرير الفرامل دون أن تحتك بالقرص.

يقوم مبدأ العمل على نقل القوة. فالضغط القادم من حجرة الفرامل الهوائية يضاعف عبر آلية الكامة داخل الكاليبر ثم ينقل إلى عناصر الضغط. ولا يرتكز عنصر الضغط مباشرة على الصفيحة الخلفية للفحمات، بل توجد بينهما صفيحة الفحمات. وتوزع الصفيحة القوة القادمة من نقطة واحدة على ظهر الفحمات، فتحد من تقوس الصفيحة الخلفية ومن تآكل الحواف الناتج عنه. أما طقم المثبت فيضغط الفحمات في الاتجاه الشعاعي في الوقت نفسه ليلغي الخلوص داخل المقعد. وبينما تنتقل قوة الفرملة من الفحمات إلى حامل الكاليبر، لا يتحمل المثبت هذه القوة؛ فمهمته منع الاهتزاز والطقطقة وتحرير الفحمات عند عودتها.

الكاليبر في الفرامل القرصية للمركبات التجارية الثقيلة من النوع العائم (المنزلق): إذ يطبق الضغط على الفحمة الداخلية فقط، وينزلق جسم الكاليبر على مسامير التوجيه فيضغط الفحمة الخارجية أيضًا على القرص. ويفسر هذا التصميم سبب الأهمية البالغة لطقم المثبت. فما دام الكاليبر ينزلق فإن الفحمات تتحرك هي الأخرى بمقدار ميكرونات؛ وعندما يضعف نابض المثبت بفعل الكلال تصل هذه الحركة إلى مستوى المليمترات، ولا تنفصل الفحمات تمامًا عن القرص عند تحرير الفرامل. والنتيجة فحمات تحتك باستمرار، وحرارة مرتفعة، وتآكل مبكر.

إطار اعتماد الفرامل وعائلة المعايير

مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات جزء من منظومة متكاملة تقيم في إطار اعتماد نظام الفرامل في المركبة. إذ يحدد أداء الفرامل في المركبات التجارية الثقيلة ضمن إطار **ECE R13**، بينما يسري نظام الاعتماد **ECE R90** على فحمات الفرامل وأطقم الفحمات المطروحة كقطع غيار. ويرجع في توصيف مواد الاحتكاك إلى معايير اختبار الدينامومتر مثل **ISO 26867**. ورغم أن المثبت والصفيحة ليسا موضوعًا مباشرًا لهذه الاعتمادات، فإن استخدام مثبت يخل بالشكل الهندسي الذي نال طقم الفحمات اعتماده على أساسه يعني انحراف النظام عن ظروف التشغيل المحددة له. ويجب التحقق من إصدار المعيار المطبق ومن الطقم الذي اعتمدت القطعة ضمنه من خلال كتالوج OE المعني.

مكونات طقم المثبت

- **جسر مثبت الفحمات (القوس/جسر النابض):** جسر فولاذي يستقر بشكل عرضي على فتحة الكاليبر ويضغط الفحمات في مكانها.
- **دبوس المثبت / دبوس التوجيه:** العنصر الذي يربط الجسر بجسم الكاليبر، ويثبت في معظم التطبيقات بدبوس أمان أو بمسمار ملولب.
- **نابض تثبيت الفحمات (نابض صفائحي):** صفيحة نابضية ترتكز على ظهر الفحمات فتلغي الخلوص الشعاعي وتمنع الطقطقة.
- **صفيحة الفحمات (صفيحة الضغط):** صفيحة توضع بين عنصر الضغط وظهر الفحمات، توزع القوة وتحد من انتقال الحرارة.
- **مشبك الأمان / دبوس الأمان:** عنصر قفل صغير لكنه لا غنى عنه، يمنع خروج الجسر من مكانه بفعل الاهتزاز.
- **مقعد حساس التآكل وحامل الكابل:** قطع تبقي الكابل الممتد على الفحمات في مساره في التطبيقات المزودة بحساس.

فروق التطبيقات: تصميم يختلف باختلاف عائلة الكاليبر

يتوقف تصميم مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات على **عائلة كاليبر الفرامل** المستخدمة في المركبة أكثر من توقفه على علامتها التجارية. وأكثر عائلات كاليبر OE شيوعًا في الميدان بالمركبات التجارية الثقيلة مصدرها Knorr-Bremse وWabco؛ بل قد يختلف مقاس الكاليبر بين المحورين الأمامي والخلفي لرأس القاطرة نفسه، ومن ثم يختلف الشكل الهندسي للمثبت. والجدول التالي مقارنة استرشادية لتخطيط أعمال الخدمة؛ أما المطابقة الملزمة فتتم بواسطة ملصق بيانات الكاليبر ورقم OE.

خصائص مثبت الفحمات والصفيحة حسب عائلة الكاليبر (مرجع عام، المقاسات بالمليمتر)

عائلة الكاليبر / التطبيق	نوع المثبت	قطر القرص النموذجي	ملاحظة الخدمة
رؤوس القاطرات الثقيلة والمقطورات، فئة الجنوط 22.5 بوصة (نوع Knorr-Bremse)	جسر عرضي + نابض صفائحي + دبوس أمان	Ø430–Ø440 مم	يستبدل الجسر والنابض مع طقم الفحمات
رؤوس القاطرات الثقيلة والحافلات (نوع Wabco PAN/MAXX)	جسر + تثبيت بمسمار ملولب، ونابض مدمج	Ø430–Ø440 مم	قد يكون مسمار التثبيت الملولب للاستخدام مرة واحدة
شاحنات التوزيع داخل المدن والحافلات المتوسطة، فئة 19.5 بوصة	جسر قصير + نابض واحد	Ø370–Ø400 مم	خلوص المقعد أضيق، وسماكة الصفيحة حاسمة
المحور الخلفي للحافلات، توقف وانطلاق متكرر	جسر + نابض معزز	فئة Ø430 مم	عمر النابض أقصر بسبب الكلال الحراري
محور المقطورة / نصف المقطورة	جسر قياسي + طقم نابض	فئة Ø430 مم	يبرز تأثير الصدأ والملح على المثبت

مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات خاصان بنوع الكاليبر؛ وحتى في طراز المركبة نفسه قد يستخدم شكل هندسي مختلف بحسب المحور ومستوى التجهيز. لا تختر القطعة بناءً على «طراز المركبة» وحده، بل تحقق معًا من ملصق البيانات على جسم الكاليبر، وموضع المحور، ورقم OE المدون على القطعة المفكوكة إن أمكن. ففرق مليمتر واحد في المقعد يعني تركيبًا بالقوة، والمثبت المركب بالقوة يعني دبوس أمان ينكسر أثناء التشغيل.

كيف تكتشف أعطال مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات؟

لا تظهر أعطال مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات مباشرة في معظم الأحيان، بل تقرأ بشكل غير مباشر من خلال الفحمات والقرص. والأصوات ونمط التآكل غير المنتظم وفرق درجات الحرارة هي أكثر ثلاثة مؤشرات موثوقية. ويربط الجدول التالي الأعراض الميدانية بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق منها.

أعراض أعطال مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها

الأعراض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
طقطقة معدنية من منطقة العجلة على الطرق الوعرة ودون استخدام الفرامل	نابض المثبت أصابه الكلال، والجسر مرتخٍ، والفحمات تتحرك داخل مقعدها	تحريك الفحمات باليد في الاتجاه الشعاعي والمركبة على الأرض؛ والتحقق بالنظر من وجود الجسر ودبوس الأمان في مكانهما
تآكل مائل في الفحمات من الحافة أو من جانب واحد	الصفيحة ملتوية أو أغفل تركيبها، فلا يتوزع الضغط على السطح بالتساوي	قياس فرق السماكة بين حافتي الدخول والخروج للفحمات المفكوكة بالقدمة ذات الورنية؛ وفحص استواء سطح الصفيحة
فرق واضح في درجة الحرارة بين عجلتي المحور نفسه	الفحمات في أحد الجانبين لا تعود تمامًا، والمثبت يسبب انحشارها	مقارنة درجة حرارة صرة العجلة والقرص بميزان حرارة يعمل بالأشعة تحت الحمراء بعد قيادة اختبارية
استمرار صوت الاحتكاك بعد تحرير الفرامل، وازرقاق لون القرص	الفحمات منحشرة في مقعدها؛ ونواتج الصدأ أدت إلى انتفاخ سطح المثبت	التحقق من انزلاق الكاليبر بحرية على مسامير التوجيه؛ وفحص نظافة أسطح ارتكاز المقعد والصفيحة
دبوس الأمان أو المشبك مفقود، والجسر مثبت من جانب واحد فقط	خروج عنصر القفل بفعل الاهتزاز أو عدم تركيبه أثناء التجميع	فحص بصري؛ والتحقق من عدم تشوه الدبوس
انبعاج في الصفيحة الخلفية للفحمات، وأثر عميق على صفيحة الفحمات	إعادة استخدام الصفيحة مع الطقم القديم، وفقدان سطحها لصلادته	قياس سماكة الصفيحة بالقدمة ذات الورنية، ومقارنة عمق أثر الضغط
اهتزاز في دواسة الفرامل، وارتجاج متقطع في عجلة القيادة	تلامس غير منتظم للفحمات وما ينتج عنه من تفاوت في سماكة القرص	قياس تفاوت سماكة القرص (DTV) بساعة القياس على امتداد محيطه
انتفاخ الصدأ على جسر المثبت والنابض، وترقق في المقطع	صدأ بفعل الملح والرطوبة، ولا سيما في محاور المقطورات	فحص المقطع بعد التنظيف بالفرشاة السلكية؛ وتستبدل القطعة إذا وجد انتفاخ

ترتيب الفحص البصري: من الخارج إلى الداخل

يبدأ التشخيص بأقل الخطوات تكلفة. فتنظف فتحة الكاليبر أولًا، ثم يتحقق بالنظر من استقرار طرفي الجسر تمامًا في مكانهما، ووجود دبوس الأمان في موضعه، وارتكاز النابض على ظهر الفحمات. بعد ذلك تحرك الفحمات باليد في الاتجاه الشعاعي؛ فإذا كان هناك خلوص محسوس فهذا يعني أن طقم المثبت لا يؤدي وظيفته. وأخيرًا تقارن سماكة حافتي الدخول والخروج للفحمات — فالتآكل المائل يشير في جميع الحالات تقريبًا إلى مشكلة في توزيع الضغط.

التحقق بقياس درجة الحرارة

بعد قيادة اختبارية قصيرة، تقارن درجة حرارة عجلتي المحور نفسه بميزان حرارة يعمل بالأشعة تحت الحمراء. فالفحمات التي تحتك باستمرار تترك قرصًا أسخن بوضوح من القرص المجاور. ولا تكفي هذه الطريقة وحدها للتمييز بين الانحشار الناتج عن المثبت والانحشار الناتج عن الكاليبر، لكنها تبين في دقائق معدودة أي عجلة يجب فكها. وأكثر الأخطاء شيوعًا في الورش قياس عجلة واحدة واستخلاص النتيجة منها؛ إذ يجب أن يكون القياس دائمًا مقارنًا بين عجلتي المحور نفسه.

قراءة الأسباب من القطعة المفكوكة

عند فك طقم الفحمات تقيم حالة المثبت والصفيحة والفحمات معًا. فأثر الضغط العميق على الصفيحة يدل على أنها بقيت في الخدمة طوال عمر طقم فحمات إضافي واحد على الأقل. وإذا وجد انحناء في الجسر أو فقدان دائم لشكل النابض أو تشوه في دبوس الأمان، يستبدل الطقم بالكامل. أما إذا أصبح سطح الارتكاز في الصفيحة الخلفية للفحمات لامعًا، فهذا يعني أن الفحمات تحركت داخل مقعدها؛ وفي هذه الحالة يؤدي استبدال الفحمات وحدها إلى عودة المشكلة بعد بضعة آلاف من الكيلومترات.

المعايير ومراجع للاستزادة

يخضع هذا الموضوع لقواعد تجهيز المركبات التجارية المزودة بالفرامل الهوائية. ففي الولايات المتحدة يحدد المعيار الفيدرالي للفرامل الهوائية FMVSS 121 (49 CFR 571.121) خزانات الهواء والحماية والتوقيت التي يجب أن يوفرها النظام المطابق، بينما تطبق أوروبا الحدود المكافئة الواردة في لائحة الأمم المتحدة/اللجنة الاقتصادية لأوروبا (UNECE) رقم 13. وللتفاصيل، راجع متطلبات أداء الكبح على الطريق الواردة في 49 CFR 393.52. وتحقق دائمًا من القيم الفعلية بالرجوع إلى التشريعات السارية وبيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

في المملكة العربية السعودية تنظّم اللائحة الفنية لقطع غيار السيارات الصادرة عن الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة متطلبات قطع الغيار الجديدة المصنّعة داخل المملكة أو المستوردة، ويشمل تعريف المركبات فيها، بحسب تعديلها المنشور في جريدة أم القرى، الحافلات والشاحنات المستخدمة لنقل البضائع أو لجرّ المقطورات وأنصاف المقطورات. وفي الإمارات العربية المتحدة تخضع قطع الغيار الأساسية، ومنها الفرامل، لمتطلبات المطابقة ضمن المنظومة الإماراتية للرقابة على قطع غيار المركبات، وفي مصر تتحقق الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة من شهادات E-MARK لمكونات المركبات. ويبقى دليل الخدمة الحديث الصادر عن الشركة المصنّعة للمركبة هو المرجع المعتمد لأي قيمة أو إجراء فني.

كيف يستبدل مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات؟ خطوة بخطوة

يعد استبدال مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات تدخلًا في نظام الفرامل الخاص بالمركبة. لذا يجب أن تكون المركبة على أرض مستوية ومؤمنة، مع وضع مصدات العجلات. ومعدات الوقاية الشخصية إلزامية: نظارات مقاومة للصدمات، وقفازات مقاومة للقطع، وكمامة واقية من الغبار، وملابس عمل. لا تنفخ غبار الفرامل بالهواء المضغوط أبدًا، لأنه يولد غبارًا قابلًا للاستنشاق؛ بل استخدم طريقة شفط مناسبة أو التنظيف الرطب. وعند فك الجسر الواقع تحت قوة النابض، ضع في حسابك الاتجاه الذي قد تنقذف فيه القطعة. ولا تخرج المركبة إلى الطريق بعد العمل قبل التحقق من أداء الفرامل.

1. **أمّن المركبة:** أوقفها على أرض مستوية، وفعّل فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وتأكد من استقرار ضغط الهواء. واختر نقاط الرفع من المواضع التي تحددها الشركة المصنعة، ثم ضع المركبة على حوامل الرفع.
2. **فك العجلة واتركها تبرد وسجل القياسات الأولية:** تكون درجة حرارة سطح القرص والكاليبر مرتفعة بعد الاستخدام المكثف؛ والفك قبل التبريد يعني خطر الإصابة بالحروق وقياسات خاطئة في آن واحد. وبعد أن تبرد المنطقة، وقبل البدء بالفك، سجل سماكة الفحمات وسماكة القرص وحالة حساس التآكل — فهذه البيانات هي المرجع للمقارنة بعد الاستبدال.
3. **نظف المنطقة:** أزل غبار الفرامل ونواتج الصدأ من فتحة الكاليبر وأسطح ارتكاز الجسر ومقعد الفحمات. فالمثبت الجديد الذي يركب في مقعد متسخ يعمل في موضع خاطئ منذ اليوم الأول.
4. **انزع عنصر الأمان:** فك دبوس الأمان أو المشبك الذي يثبت الجسر. وهذا العنصر مخصص للاستخدام مرة واحدة في معظم التطبيقات؛ لذا يستبعد الدبوس المفكوك ولا يعاد استخدامه.
5. **انزع الجسر والنابض بطريقة محكومة:** يقع الجسر تحت قوة النابض. لذا اضغطه بأداة مناسبة ثم حرره تدريجيًا، ولا تسمح بانفلاته فجأة. وضع الجسر والنابض المفكوكين جانبًا بعد تدوين موضع كل منهما.
6. **أخرج الفحمات والصفائح:** أخرج الفحمات من مقعدها، وانزع الصفائح عن عنصر الضغط بحذر. وسجل بدقة أي وجه من وجهي الصفيحة كان مواجهًا للفحمات؛ فالصفيحة المركبة بالمقلوب توزع الضغط بشكل خاطئ.
7. **افحص الكاليبر وعناصر الضغط:** تحقق من أن الكاليبر ينزلق بحرية على مسامير التوجيه، وأن الجلدات الواقية غير ممزقة، وأن جلدات عناصر الضغط سليمة. ففي الكاليبر المنحشر لا يحل طقم المثبت الجديد المشكلة.

8. **قارن الطقم الجديد:** ضع الجسر والنابض والدبوس والصفائح الجديدة إلى جانب القطع المفكوكة، وقارن الطول والسماكة والانحناء والشكل الهندسي للمقعد. وإذا وجد أي اختلاف، يجب التحقق من القطعة قبل تركيبها.

9. **ثبت الصفائح والفحمات في مكانها:** ضع الصفائح على عنصر الضغط في الاتجاه الصحيح، وأدخل الفحمات في مقعدها بالانزلاق دون استخدام القوة. فإذا لم تدخل الفحمات بسهولة باليد، فإما أن المقعد لا يزال متسخًا أو أن القطعة غير صحيحة؛ والضغط بالمطرقة ليس طريقة مقبولة.

10. **اربط الجسر بعزم الربط الصحيح وأمّنه:** أعد النابض والجسر إلى موضعهما، واربط مسمار التثبيت الملولب أو الدبوس بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة، ثم ركب دبوس أمان/مشبكًا جديدًا. ومفتاح عزم الربط إلزامي؛ فالجسر المربوط «بالإحساس اليدوي» إما أن يخنق الفحمات أو يرتخي بفعل الاهتزاز.

11. **تحقق من الضبط والخلوص ثم اختبر:** افحص آلية الضبط التلقائي في الكاليبر وفقًا للإجراء المعتمد، ثم ركب العجلة واربط مسامير العجلة بعزم الربط على مراحل. بعد ذلك نفذ قيادة الترويض بفرملة تدريجية على سرعة منخفضة، وقارن درجات حرارة القرصين على المحور نفسه بعد الاختبار.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات؟

أكثر الأخطاء شيوعًا في الورش استبدال الفحمات وحدها مع ترك طقم مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات على حاله القديمة. فالنابض الذي أصابه الكلال يجعل الفحمات الجديدة أيضًا تتحرك منذ اليوم الأول؛ والنتيجة طقطقة وتآكل مائل وعودة مبكرة إلى الورشة. وإذا كان في النابض أو الجسر فقدان دائم للشكل أو ترقق في المقطع أو انتفاخ ناتج عن الصدأ، فيجب استبدال الطقم مع الفحمات.

محاولة تقويم الجسر المنحني، أو استبدال دبوس الأمان المكسور بسلك أو مسمار ملولب، أو ترقيق الصفيحة بالتجليخ، ليست إصلاحًا مقبولًا. فهذه العناصر تصنع من مواد محددة وبدرجة معالجة حرارية محددة؛ وأي عبث بها قد يؤدي إلى إزاحة غير متوقعة أثناء الفرملة وإلى فقدان الفحمات. فالعنصر التالف يستبدل ولا يصلح.

- **التركيب دون تنظيف المقعد:** تؤدي نواتج الصدأ وغبار الفرامل إلى انحشار الفحمات الجديدة في مقعدها وعدم عودتها تمامًا.
- **تركيب الصفيحة بالمقلوب أو إغفال تركيبها:** لا يتوزع الضغط على السطح بالتساوي؛ فتبدأ الفحمات بالتآكل من الحافة خلال بضعة آلاف من الكيلومترات.
- **إعادة استخدام دبوس الأمان:** الدبوس الذي ثني مرة واحدة قد يخرج من مكانه بفعل الاهتزاز عند استخدامه للمرة الثانية.
- **إدخال الفحمات في مقعدها بالقوة باستخدام المطرقة:** تتشوه الصفيحة الخلفية وسطح المقعد؛ ولا تظهر المشكلة أثناء التركيب، بل عند أول نزول على منحدر.
- **عدم استخدام مفتاح عزم الربط:** في تثبيت الجسر، يؤدي عزم الربط الناقص إلى الارتخاء، والعزم الزائد إلى انحناء الجسر.
- **تجديد طقم عجلة واحدة فقط:** يبنى توازن الفرامل على مستوى المحور؛ لذا يعالج جانبا المحور نفسه معًا.
- **إنهاء العمل دون التحقق من حرية انزلاق الكاليبر:** في الكاليبر المنحشر، لا يفعل أفضل طقم مثبت أكثر من إخفاء المشكلة.
- **نفخ غبار الفرامل بالهواء المضغوط:** يعني ذلك خطرًا على الصحة، وانتقال الغبار إلى الجلدة الواقية للكاليبر وتجويف مسمار التوجيه في آن واحد.
- **تحميل المركبة دون قيادة الترويض:** تستقر الفحمات الجديدة وطقم المثبت في مواضعها خلال أولى عمليات الفرملة التدريجية؛ وإذا أهملت هذه الخطوة يأتي الأداء دون المتوقع عند أول فرملة قوية.
- **إخراج كابل حساس التآكل من مساره:** الكابل الطليق يحتك بالقرص أو بالجسر فينقطع خلال وقت قصير.

القيم الفنية لمثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات ونقاط الفحص

القيم المذكورة لمثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات نطاقات مرجعية عامة شائعة في تطبيقات الفرامل القرصية للمركبات التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بحسب عائلة الكاليبر وموضع المحور ومستوى التجهيز؛ أما البيانات الدقيقة فالمرجع فيها هو أحدث دليل خدمة OE الخاص بالمركبة.

القيم الفنية لمثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات (مرجع عام)

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
ضغط التشغيل في دائرة فرامل الخدمة	8.5–8 bar (116–123 psi)	يقع ضغط الخزان عادة في نطاق 10–12.5 bar
السماكة الإجمالية للفحمات الجديدة (الصفيحة الخلفية + مادة الاحتكاك)	نحو 28–32 مم	تختلف بحسب عائلة الكاليبر والقرص
حد تآكل الفحمات (مادة الاحتكاك)	نحو 2 مم فوق الصفيحة الخلفية	تؤخذ القيمة الحدية من دليل الشركة المصنعة
سماكة القرص (جديد / حد التآكل)	عادة 45 مم / 37 مم في فئة Ø430	تختلف بحسب قطر القرص؛ وتقاس بساعة القياس
حد السماح لتفاوت سماكة القرص (DTV)	عادة أقل من 0.05–0.10 مم	إذا تم تجاوزه يبدأ اهتزاز الدواسة
الخلوص الشعاعي في مقعد الفحمات (مع تركيب المثبت)	يجب ألا توجد حركة محسوسة	تحرك الفحمات باليد مؤشر على نابض أصابه الكلال
سماكة صفيحة الفحمات	عادة 2–5 مم	تستبدل إذا وجد انبعاج أو أثر عميق
درجة حرارة سطح القرص (عند النزول المكثف على المنحدرات)	قد تصل إلى نحو 400–700 °C	السبب الرئيسي للكلال الحراري في نابض المثبت
فرق درجة حرارة القرصين على المحور نفسه (بعد القيادة الاختبارية)	يجب ألا يوجد فرق واضح	عند وجود فرق يبحث عن سبب الانحشار

نطاقات عزم الربط النموذجية في منطقة مثبت فحمات الكاليبر (مرجع عام، Nm)

نقطة التثبيت	نطاق عزم الربط النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
مسمار تثبيت جسر مثبت الفحمات	25–45 Nm	في بعض التطبيقات يكون المسمار للاستخدام مرة واحدة
مسمار ملولب لغطاء مسمار توجيه الكاليبر	10–25 Nm	تفحص سلامة الجلدة الواقية في الوقت نفسه
مسامير حامل الكاليبر	فئة عزم ربط عالية، والربط بالزاوية شائع	تؤخذ القيمة والزاوية من الدليل فقط
صواميل العجلة	عزم ربط عالٍ خاص بكل تطبيق	تربط على مراحل وبترتيب متقاطع، والمرجع هو الدليل

قيم عزم الربط مذكورة كنطاق استرشادي فقط. فقد يستخدم المحوران الأمامي والخلفي في المركبة نفسها عائلتي كاليبر مختلفتين، كما تحدد بعض الشركات المصنعة قيمًا مختلفة للتركيب الأول ولإعادة التركيب. والمرجع في التطبيق هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وخاص برمز الشاسيه/المحور، واستخدام مفتاح عزم الربط إلزامي.

- هل استقر جسر المثبت تمامًا من طرفيه، وهل دبوس الأمان/المشبك في مكانه؟
- هل تتحرك الفحمات باليد داخل مقعدها؟ — إن كانت تتحرك فالنابض قد أصابه الكلال.
- هل الصفيحة مركبة في الاتجاه الصحيح، وهل على سطحها أثر ضغط عميق أو التواء؟

- هل يوجد انتفاخ ناتج عن الصدأ في الجسر والنابض، أو ترقق في المقطع؟
- هل ينزلق الكاليبر بحرية على مسامير التوجيه، وهل الجلدات الواقية سليمة؟
- هل سماكتا حافتي الدخول والخروج للفحمات متقاربتان؟
- هل كابل حساس التآكل ثابت في مساره وفي حوامله؟
- هل درجات حرارة القرصين على المحور نفسه متقاربة بعد القيادة الاختبارية؟

كيف تتم صيانة مثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات وإطالة عمرهما؟

لا توجد لمثبت فحمات الكاليبر وصفيحة الفحمات فترة استبدال زمنية مستقلة؛ فالذي يحدد عمرهما هو الحمل الحراري والصدأ ومدى الانضباط في التركيب. والنهج الصحيح عمليًا هو اعتبار طقم المثبت جزءًا من بند الخدمة نفسه الخاص بالفحمات. ففي كل استبدال للفحمات يقيم الجسر والنابض ودبوس الأمان والصفيحة كل على حدة، ويستبدل أي منها عند الشك في حالته. وتبقى تكلفة هذه العناصر منخفضة مقارنة بتكلفة فك العجلة مرة ثانية وتوقف المركبة عن العمل.

- **التقييم مع الفحمات:** يراجع المثبت والصفيحة مع كل طقم فحمات؛ واستخدام الطقم نفسه مع طقم الفحمات الثاني يجب أن يكون استثناءً لا قاعدة.
- **تنظيف المقعد:** ينظف مقعد الفحمات وأسطح ارتكاز الجسر من نواتج الصدأ في كل خدمة. ويقتصر استخدام الزيت والشحم في منطقة الكاليبر على النقاط والمنتجات التي تسمح بها الشركة المصنعة فقط.
- **الحفاظ على حرية حركة الكاليبر:** إذا تمزقت جلدات مسامير التوجيه تدخل الرطوبة والملح؛ والكاليبر المنحشر يجهد طقم المثبت أيضًا بسرعة.
- **إدارة الحمل الحراري:** يؤدي استخدام فرامل المحرك والمبطئ (ريتاردر) في المنحدرات الطويلة إلى خفض الحمل الحراري الواقع على فرامل الخدمة، مما يطيل عمر النابض والصفيحة بشكل مباشر.
- **ظروف الشتاء والملح:** يتسارع صدأ المثبت بشكل ملحوظ في المقطورات والمحاور التي تعمل على الطرق المملحة؛ لذا فإن الفحص بعد انتهاء الشتاء عادة جيدة.
- **العمل على مستوى المحور:** يجدد جانبا المحور نفسه معًا؛ فالتدخل في جانب واحد يخل بتوازن الفرامل.
- **المتابعة بعد التدخل:** تعاد مراقبة الأصوات ودرجة الحرارة وموضع الفحمات خلال المئات القليلة الأولى من الكيلومترات بعد الاستبدال.
- **صيانة الحساس والكابل:** تثبيت كابل حساس التآكل في حوامله يحافظ على عمر الحساس والمثبت معًا.

أكثر الأساليب كفاءة لدى شركات الأساطيل هو فك العجلة مرة واحدة ومعالجة مقعد الفرامل بالكامل في أثناء ذلك. فتجديد الفحمات وجسر المثبت والنابض ودبوس الأمان والصفيحة في خدمة واحدة أرخص بوضوح من تكلفة إعادة المركبة إلى الورشة بعد بضعة أشهر بسبب الطقطقة أو التآكل المائل. وأكثر أسباب العودة إلى الورشة شيوعًا في الميدان هو ترك طقم المثبت في مكانه عند تجديد الفحمات بحجة أنه «لا يزال صالحًا للعمل».

هذه الوثيقة لأغراض إعلامية فقط؛ وفي التطبيق العملي يُعتمد دليل الخدمة الحالي وتعليمات السلامة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة. القيم الواردة مراجع عامة للأنظمة الشائعة في المركبات التجارية الثقيلة؛ وللقيم الخاصة بكل طراز يُرجى الرجوع إلى وثيقة الخدمة الأصلية (OE) المعنية. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com