VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

كاليبر الفرامل القرصية الهوائية (كليبر): دليل الأعطال والخدمة والصيانة

كاليبر الفرامل القرصية الهوائية في الشاحنات وأنصاف المقطورات: تشخيص الانحشار واحتكاك العجلة الواحدة، وصيانة مسامير التوجيه، وخطوات الخدمة وفترات الصيانة.

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

تنزيل النسخة الإنجليزية من هذا الدليل (PDF)

نصيحة — الإجابة المختصرة: كالبير الفرامل القرصية الهوائية (ADB) وحدة فرامل ذات جسم عائم، تضخم قوة الهواء المضغوط القادمة من حجرة الفرامل بواسطة آلية داخلية من ذراع وكامة لامركزية، ثم تنقلها إلى القرص عبر فحمات الفرامل. وهو يحدد قوة الكبح في كل عجلة على حدة في المركبات التجارية الثقيلة؛ ويؤدي انحشاره إلى انحراف المركبة إلى جانب واحد، والسخونة الزائدة، والتآكل غير المتساوي.

نصيحة — الكاتب: فريق المحتوى الفني في VADEN — أنظمة فرامل المركبات التجارية الثقيلة | **المراجعة الفنية:** قسم البحث والتطوير / مجموعة الفرامل في VADEN | **تاريخ النشر:** 11.07.2026 | **آخر تحديث:** 11.07.2026. أعد هذا الدليل استنادًا إلى خبرة تصنيع كاليبرات الفرامل للمركبات الثقيلة العاملة بالديزل وخبرة الخدمة الميدانية، وجرت مطابقة القيم الفنية مع وثائق الخدمة الصادرة عن الشركات المصنعة (Knorr-Bremse، WABCO/ZF، Meritor). والقيم الواردة **مرجع عام**؛ فاعتمد دائمًا في القرار النهائي على أحدث دليل خدمة للطراز المعني.

كالبير الفرامل القرصية الهوائية (ADB — Air Disc Brake) قطعة أمان حيوية في المركبات التجارية الثقيلة، تنقل القوة الميكانيكية القادمة من حجرة الفرامل إلى القرص، وتحدد أداء الكبح في كل عجلة تحديدًا مباشرًا. وتعد تصميمات الكاليبر العائم، مثل SK7/SN7/SN6 Knorr-Bremse وWABCO PAN 19/22 وMeritor ELSA/EX+، معيارًا في الشاحنات ورؤوس القاطرات والحافلات. ويؤدي انحشار الكاليبر، واحتكاك الفرامل المستمر في عجلة واحدة، وصدأ مسامير التوجيه إلى سلسلة من المشكلات المتلاحقة، تمتد من استهلاك الوقود إلى تآكل الإطارات، ومن التواء القرص إلى اختلال توازن الكبح. ويتناول هذا الدليل بمستوى متخصص التشخيص القابل للتطبيق ميدانيًا، والاستبدال الصحيح، وقرار «التجديد أم الاستبدال بجديد».

ما هو كاليبر الفرامل القرصية الهوائية؟ وظيفته ومبدأ عمله

كالبير الفرامل القرصية الهوائية وحدة ذات جسم عائم، تستقبل عند الضغط على دواسة الفرامل قوة الهواء المضغوط القادمة من حجرات الفرامل في المحور الأمامي أو الخلفي، فتضخمها بآلية داخل الكاليبر وتنقلها إلى الفحمات ومنها إلى القرص. وفي المركبات الثقيلة العاملة بالديزل يستخدم الكاليبر عادة آلية داخلية **أحادية المكبس (كتلة واحدة) أو مزدوجة الغماز**؛ ولأن ضغط الهواء (ضغط النظام عادة في حدود 8–10 bar) لا يستطيع وحده توفير قوة ضغط كافية، تتولى آلية **كامة دوارة / جسر لامركزي** داخلية مضاعفة القوة ميكانيكيًا عدة مرات.

ويمكن تلخيص مبدأ العمل في الخطوات التالية:

1. **دخول القوة:** يضغط قضيب الدفع في حجرة الفرامل على الذراع الداخلية (ذراع التشغيل) الموجودة في الجهة الخلفية من الكاليبر.
2. **مضاعفة القوة:** يحول الجسر اللامركزي قوة الهواء الصغيرة إلى قوة ضغط عالية، ويضغط الفحمة الداخلية على القرص عبر الغمازات.
3. **الحركة العائمة:** ينزلق جسم الكاليبر موازيًا للمحور على مسامير التوجيه؛ وعندما تلامس الفحمة الداخلية القرص ينزلق الجسم في الاتجاه المعاكس فيسحب الفحمة الخارجية أيضًا نحو القرص. وبذلك يضغط وجها القرص بالتساوي رغم أن المكبس في جهة واحدة فقط.
4. **الضبط التلقائي:** يزداد الخلوص كلما رقت الفحمات؛ فتدفع آلية الضبط التلقائي الداخلية الغمازات إلى الأمام بخطوات صغيرة عند كل كبح، فيبقى **خلوص التشغيل** ثابتًا. ولا حاجة إطلاقًا إلى الضبط اليدوي للخلوص.
5. **الارتداد:** عند زوال الضغط يبعد نابض الإرجاع الفحمة عن القرص قليلًا، ويعود الكاليبر بحرية إلى وضعه المركزي.

يعمل كاليبر الفرامل القرصية العائم وحدة متكاملة مع قرص الفرامل المرتبط به وفحمات الفرامل وحجرة الفرامل؛ وعندما تضعف إحدى هذه القطع يقع العبء على الكاليبر. لذلك لا ينبغي تقييم عطل الكاليبر بمعزل عن بقية المكونات.

ما مدى تفوق الفرامل القرصية الهوائية على فرامل الطبلة في التوقف؟

توفر الفرامل القرصية الهوائية ذات الكاليبر العائم، مقارنة بفرامل الطبلة من الفئة نفسها، عادة **مسافة توقف طارئ أقصر بنسبة 10–15%**، وتعافيًا أسرع بوضوح بعد تراجع فعالية الكبح بفعل الحرارة. وعمليًا يعني ذلك فرقًا ببضعة أمتار في الكبح الطارئ من سرعة 80 كم/ساعة؛ وفي رأس قاطرة ثقيل قد تكون هذه المسافة هي الفرق بين الاصطدام والتوقف. كما تبدد الفرامل القرصية الحرارة أسرع بفضل سطحها المكشوف الكبير، فتقلل خطر تزجج الفحمات وتراجع فعالية الكبح في المنحدرات الطويلة. (تختلف القيم بحسب حمولة المركبة والإطارات وحالة سطح الطريق؛ والغرض منها المقارنة العامة.)

وفي تطبيقات الشاحنات يتيح هذا النظام أيضًا استبدالًا أسهل وأسرع للفحمات. لكن التصميم العائم يعتمد اعتمادًا كاملًا على **قدرة مسامير التوجيه على الانزلاق بحرية** — وصدأ المسامير هو الحلقة الأضعف في النظام كله.

أعراض الأعطال والتشخيص

تبدأ معظم أعطال الكاليبر في عجلة واحدة، وتظهر أولًا في صورة «انحراف» أو «سخونة». والجدول التالي مرجع سريع للتشخيص الميداني؛ وللتمييز بين الأعراض راجع العناوين الفرعية الواردة أسفله.

الأعراض	السبب المحتمل	طريقة الفحص
المركبة تنحرف إلى جانب واحد عند الكبح	انحشار كاليبر واحد أو تعثر حركة المسمار؛ أو ضعف ضغط الكاليبر المقابل	قارن درجات حرارة الأقراص على مستوى المحور بمقياس حرارة لا تلامسي (الفرق بين العجلات)
احتكاك مستمر في عجلة واحدة، وسخونة زائدة، ورائحة احتراق	الكاليبر لا يرتد عن القرص (انحشار المسمار أو تعثر آلية الضبط)	أدر العجلة المرفوعة باليد؛ وابحث عن احتكاك مستمر مع حرارة غير طبيعية
تآكل الفحمات في وجه واحد أو بشكل مائل (تآكل مخروطي)	انحشار أحد مسماري التوجيه فقط؛ والكاليبر منحرف عن محوره	قس سماكة الفحمات من الداخل والخارج ومن الأمام والخلف، وسجل الفرق
الكاليبر لا ينزلق أو ينزلق بصعوبة عند دفعه باليد	صدأ مسمار التوجيه، أو تمزق الجلدة، أو جفاف المسمار من الشحم	تنزع الفحمات ويدفع الكاليبر بقوة اليد في اتجاه المحور
نفاد الفحمات مبكرًا جدًا أو بشكل غير متساوٍ	احتكاك خفيف مستمر، أو تقدم الضبط التلقائي أكثر من اللازم	أرجع ترس آلية الضبط إلى الخلف وتحقق من حرية حركته
ضعف أداء الكبح وطول مسافة التوقف	آلية الضبط لا تتقدم، وخلوص زائد؛ أو تزجج الفحمات	قس خلوص التشغيل؛ وراقب شوط حجرة الفرامل
تسرب شحم أو ماء من منطقة الكاليبر، وآثار صدأ	تمزق جلدة المسمار أو جلدة الغماز؛ ودخول الرطوبة أو الملح إلى الداخل	افحص الجلدات بالعين؛ وابحث عن التمزق أو الانتفاخ أو التصلب
تحذير تآكل الفحمات أو تحذير الفرامل من نظام EBS في لوحة العدادات	وصول حساس التآكل إلى الحد أو انقطاع الدائرة؛ أو رصد نظام EBS عدم توازن في المحور	اقرأ رموز الأعطال بجهاز التشخيص (EBS)؛ وافحص سلامة مقبس الحساس والكابل

كيف أميز انحراف الفرامل إلى جانب واحد عن انحراف نظام التعليق أو زوايا العجلات؟

الانحراف الناتج عن الفرامل لا يظهر بوضوح إلا **عند الكبح**، ويكون عادة نحو الجانب الذي يوجد فيه الكاليبر المنحشر. أما الانحراف الذي يستمر وعجلة القيادة حرة (دون كبح) فيرجع في الغالب إلى ضبط زوايا العجلات أو ضغط الإطارات أو عدم استقامة المحور. وللتمييز القاطع قارن درجة حرارة القرصين على المحور: فالفرق الذي يتجاوز 30–50 °C علامة على الاحتكاك أو الانحشار.

هل الكاليبر منحشر أم أن الضبط التلقائي معطل؟

إذا نزعت الفحمات ودفعت الكاليبر باليد على مسامير التوجيه، فيجب أن **ينزلق بحرية وعلى امتداد الشوط الكامل**، وعندئذ تكون المسامير سليمة. أما إذا لم ينزلق أو تعثرت حركته فالمشكلة في جانب مسامير التوجيه والجلدات. وإذا كانت المسامير

سليمة لكن الغمازات لا ترتد، ولا يمكن إرجاع ترس الضبط باليد، فالمشكلة في آلية الضبط أو الإرجاع الداخلية، وهذا يتطلب عادة استبدال الكاليبر.

علام يدل التآكل المخروطي (المائل) للفحمات؟

يدل الفرق الواضح في السماكة بين طرف الدخول وطرف الخروج في الفحمة على أن الكاليبر لا يستقر موازيًا للقرص؛ أي أن أحد مسامير التوجيه منحشر أو أن جسر الكاليبر مشوه. وفي حالة التآكل المخروطي يجب حتمًا فحص المسمار أو الكاليبر المسبب للمشكلة، لا الفحمات وحدها؛ فالاكتفاء باستبدال الفحمات يعيد المشكلة من جديد.

التكامل مع ABS/EBS وحساس التآكل الإلكتروني

تعمل كاليبرات الفرامل القرصية الهوائية الحديثة مع نظام ABS/EBS، وتستخدم نوعين من حساسات تآكل الفحمات: **النوع الحدي** — يغلق الدائرة عندما تصل الفحمة إلى سماكة معينة ويعطي تحذيرًا واحدًا؛ و**النوع المستمر (التناظري)** — يبلغ نظام EBS بالعمر المتبقي للفحمات بصورة تدريجية. ويوازن نظام EBS استجابة الكبح وتوقيته بين عجلتي المحور؛ وعندما يضغط أحد الكاليبرين بضعف أو بتأخر قد يسجل النظام ذلك رمزًا بوصفه **عدم توازن في المحور / فرقًا في الكبح**. لذلك يجب بعد أي عمل على الكاليبر قراءة رموز أعطال EBS بجهاز التشخيص، وتركيب مقبس الحساس بشكل صحيح، وفحص مسار الكابل للتأكد من حمايته من الاحتكاك والانقطاع. وجدد كابل حساس التآكل دائمًا عند استبدال الفحمات؛ فالمقبس المهروس أو المتأكسد هو السبب الأكثر شيوعًا لتحذيرات الفرامل «الوهمية».

للتعرف على طريقة التمييز بين أنواع الحساسات، والأعطال الناتجة عن الكابل والموصل، والنقاط الواجب مراعاتها أثناء الاستبدال، يمكنك الرجوع إلى دليل حساس تآكل فحمات الكاليبر.

ولمواصلة هذا الفحص، ييسر عليك دليل حامل الكاليبر ومجرى الانزلاق العمل، إذ يتناول بالتفصيل الأسباب المتعلقة بالجلب والمسامير وحوامل التثبيت التي تحول الانزلاق إلى انحشار.

خطوات الاستبدال والتركيب

الخطوات التالية تسلسل عام لرأس قاطرة أو شاحنة ثقيلة تعمل بالديزل (جنط 22.5 بوصة، ومحور بفرامل قرصية هوائية). واعتمد دائمًا قيم العزم والإجراءات الواردة في دليل خدمة الشركة المصنعة للمركبة وللكاليبر (Knorr SN، وWABCO PAN، وMeritor ELSA/EX+).

1. **أمّن المركبة:** أوقفها على أرض مستوية، وثبت عجلاتها بمصدات العجلات، وفرغ ضغط الهواء من النظام بطريقة آمنة، وأطفئ مفتاح التشغيل، ثم حرر فرامل اليد (حجرة فرامل النابض) ميكانيكيًا، أو اسحب النابض إلى الخلف بمسمار التحرير الميكانيكي.
2. **فك العجلة وادعم المحور:** فك الجنط، وضع المحور على حامل ارتكاز ذي قدرة تحميل مناسبة. ولا تعتمد أبدًا على رافعة واحدة لحمل وزن المحور.
3. **انزع الفحمات:** فك نابض مثبت الفحمات أو مسماره، وأخرج الفحمات القديمة. وافحص سطح القرص بالعين بحثًا عن الشقوق وبقع الحرارة الزرقاء، وتحقق من الحد الأدنى للسماكة.
4. **أرجع الضبط التلقائي:** لإدخال الغمازات إلى الداخل، أدر ترس الضبط إلى الخلف بعناية في الاتجاه الذي تحدده الشركة المصنعة وبالمفتاح الصحيح. لا تستخدم القوة؛ وإذا تعثرت الحركة فاستبدل الكاليبر.
5. **افصل وصلة حجرة الفرامل:** افصل حجرة الفرامل عن حامل الكاليبر (وفي حجرة فرامل النابض يجب سحب النابض إلى الخلف أولًا). وضع علامات على وصلة الهواء ومقبس حساس التآكل إن وجد قبل فكهما.
6. **فك الكاليبر عن الحامل:** أرخ براغي الكاليبر أو الحامل. فهذه البراغي ذات عزم ربط عالٍ، وغالبًا ما تكون **للاستخدام مرة واحدة**؛ فلا تعد استخدام البراغي المفكوكة، وجهز براغي جديدة.

7. **نظف سطح عنق المحور والحامل:** أزل الصدأ والأوساخ عن أسطح الارتكاز، وافحص صرة القرص. فالسطح المتسخ يجعل الكاليبر ينحرف عن محوره.

8. **ركب الكاليبر الجديد أو المجدد:** ثبت الكاليبر في موضعه، وركب البراغي الجديدة واربطها على مراحل وفق **تسلسل العزم ثم الزاوية (العزم مع الزاوية)** الذي تحدده الشركة المصنعة. وتحقق باليد من انزلاق مسامير التوجيه بحرية.

9. **فحمات وملحقات جديدة:** ركب دائمًا فحمات جديدة ونابض تثبيت جديدًا، وحساسًا جديدًا إن وجد. وضع شحمًا مناسبًا مقاومًا للحرارة العالية على ظهر الفحمة ونقاط التلامس (في المواضع التي تسمح بها الشركة المصنعة فقط)؛ ولا تدع الشحم يصل أبدًا إلى سطح الاحتكاك في القرص أو الفحمات.

10. **اربط حجرة الفرامل واضبط الخلوص:** ركب حجرة الفرامل، واضبط خلوص التشغيل وفق إجراء الشركة المصنعة (عادة بالضغط عدة مرات أو بتدوير ترس الضبط يدويًا). ثم ركب حساس التآكل.

11. **الاستبدال على مستوى المحور:** قيم الكاليبرين على المحور نفسه معًا؛ فإذا جدد أحد الجانبين، فإن تقارب أداء الجانب الآخر منه أمر حاسم لتوازن الكبح.

12. **ركب العجلة واربطها بالعزم المحدد:** اربط صواميل العجلة بترتيب متقاطع وفق عزم الشركة المصنعة؛ وخطط لإعادة فحص العزم بعد مسافة قصيرة.

13. **اختبار الأداء:** شغل المحرك واملأ النظام بالهواء المضغوط (دون تسرب أو هبوط في الضغط)، واضغط الفرامل عدة مرات؛ ثم افحص درجات حرارة الأقراص ودوران العجلات بحرية، واقرأ رموز أعطال EBS وامسحها، وأجر اختبار قيادة بسرعة منخفضة.

المعايير وقراءات إضافية

يخضع هذا الموضوع لقواعد تجهيز المركبات التجارية المزودة بالفرامل الهوائية. ففي الولايات المتحدة يحدد معيار الفرامل الهوائية الفيدرالي FMVSS 121 (49 CFR 571.121) خزانات الهواء والحماية والتوقيت التي يجب أن يوفرها النظام المطابق؛ أما أوروبا فتطبق الحدود المكافئة الواردة في اللائحة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة (UNECE). وللتفاصيل راجع متطلبات أداء الكبح على الطريق ضمن 49 CFR 393.52. وتحقق دائمًا من القيم المحددة وفق 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.

نقاط يجب مراعاتها (الأخطاء الشائعة)

تنبيه — الاكتفاء باستبدال الفحمات مع تجاهل مسمار التوجيه أو الكاليبر المنحشر هو الخطأ الأكثر شيوعًا والأشد خطورة. إذ يستمر الاحتكاك، وتنفد الفحمات الجديدة مبكرًا، ويتعرض القرص للسخونة الزائدة فيلتوي، ويختل توازن الكبح. وإذا لاحظت تآكلًا مخروطيًا في الفحمات فيجب حتمًا معالجة المسمار أو الكاليبر المسبب له.

تنبيه — لا تعد استخدام براغي حامل الكاليبر. فهذه البراغي مصممة في معظم المنتجات للاستخدام مرة واحدة (من النوع الذي يشد بطريقة العزم مع الزاوية فيستطيل)؛ وقد تؤدي إعادة استخدامها إلى ارتخائها وانفصال الكاليبر. استخدم دائمًا براغي جديدة وتسلسل العزم مع الزاوية الصحيح.

تنبيه — قبل فك حجرة فرامل النابض (فرامل الركن) يجب حتمًا قفل نابضها ميكانيكيًا. فانطلاق النابض المشدود فجأة يسبب إصابات خطيرة.

تنبيه — اربط بعزم الربط المحدد مستخدمًا مفتاح عزم معايرًا، لا «بالإحساس». وكفكرة أولية، يبلغ عزم ربط صواميل جنط 22.5 بوصة في معظم المركبات **نحو 550–700 Nm**، بينما تشد براغي حامل الكاليبر بطريقة عزم ربط مسبق عالٍ مع زاوية؛ لكن هذه القيم تختلف بحسب الطراز والنسخة — **فتحقق منها حتمًا في دليل خدمة ذلك الطراز قبل التطبيق.**

- **إعادة تركيب الجلدة أو المسمار أو الغطاء المطاطي القديم:** الجلدة الممزقة أو المتصلبة تسمح بدخول الرطوبة، فيصدأ المسمار مجددًا خلال وقت قصير. استخدم دائمًا في خدمة الكاليبر طقم إصلاح جديدًا (الجلدات، وجلب مسامير التوجيه، وموانع التسرب).
- **الشحم غير المناسب:** شحم الليثيوم العادي يسيل أو يتفحم عند الحرارة العالية. استخدم فقط الشحم الصناعي المقاوم للحرارة العالية الذي تحدده الشركة المصنعة، وفي النقاط المسموح بها فقط.
- **إرجاع الضبط بالقوة:** تدوير ترس الضبط التلقائي في الاتجاه الخاطئ أو بقوة مفرطة يتلف الآلية الداخلية تلفًا دائمًا.
- **تجديد جانب واحد وترك الآخر:** يؤدي الفرق في الأداء بين الكاليبرين على المحور نفسه إلى انحراف المركبة عند الكبح وسخونة جانب واحد.
- **إهمال حالة القرص:** تركيب كاليبر جديد على قرص فيه تخدد مفرط أو شقوق حرارية، أو سماكته دون الحد الأدنى، أو انحرافه المحوري كبير، يعيد المشكلة والاهتزاز من جديد.
- **تلويث سطح الاحتكاك بالشحم:** الشحم الذي يصل إلى سطح الفحمات أو القرص يخفض قوة الكبح بشدة، وهو أمر خطير.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية مراجع عامة وآمنة لأنظمة الفرامل القرصية الهوائية. **أما القيم الدقيقة لعزم الربط وخلوص التشغيل والحد الأدنى لسماكة القرص وتفاوت الانحراف المحوري فخاصة بكل طراز** (إذ تعطي SN7/SN6 Knorr وPAN WABCO 19/22 وMeritor ELSA/EX+ قيمًا مختلفة)، ويجب أخذها دائمًا من دليل خدمة الشركة المصنعة المعنية.

- **خلوص التشغيل:** يكون الخلوص الإجمالي بين الفحمات والقرص عادة في حدود **0.6–1.2 مم** تقريبًا. فإذا كان الخلوص المقيس دون الحد الأدنى (نحو 0.6 مم) فهذا يعني أن الكاليبر يحتك، وغالبًا ما يلزم استبداله؛ وإذا تجاوز الحد الأعلى فهذا يعني أن الضبط التلقائي لا يتقدم.
- **الحد الأدنى لسماكة الفحمات:** يجب استبدال الفحمات عادة عندما تنخفض مادة الاحتكاك، باستثناء الصفيحة الخلفية، إلى نحو **2 مم** (تختلف القيمة بحسب الطراز؛ والمرجع هو حساس التآكل أو خط العلامة). ولا يجوز مطلقًا الوصول إلى تلامس معدني مباشر مع القرص.
- **الحد الأدنى لسماكة القرص:** تكون السماكة الاسمية لأقراص ADB الثقيلة عادة في فئة **نحو 45 مم**، ويختلف الحد الأدنى لسماكة الخدمة بحسب الطراز (مثلًا فئة 37 مم تقريبًا في كثير من المنتجات — مع اعتماد الختم الخاص بالطراز). وتكون القيمة مصبوبة على القرص نفسه.
- **الانحراف الجانبي للقرص:** الحد الأعلى المعتاد نحو **0.1–0.15 مم** في دورة كاملة (وفي بعض الإجراءات يسمح بتفاوت إجمالي يصل إلى 0.5 مم). والانحراف الكبير يسبب اهتزاز الدواسة والتآكل غير المتساوي.
- **الشقوق الحرارية في القرص:** الخطوط الحرارية الدقيقة على السطح طبيعية إلى حد ما؛ أما الشقوق الشعاعية التي تقطع سطح الاحتكاك من حافة إلى حافة، أو الشقوق ذات العرض الواضح، فتستوجب استبدال القرص.
- **انزلاق الكاليبر بحرية:** في التركيب الصحيح يجب أن ينزلق الكاليبر على مسامير التوجيه بحرية **بقوة اليد وحدها** وعلى امتداد الشوط الكامل.
- **الخلوص المحوري لمسمار التوجيه:** إذا تجاوز الخلوص بين الجلبة والمسمار التفاوت الذي تحدده الشركة المصنعة، يجدد بطقم خدمة المحمل أو الجلبة المناسب.

- **قيم عزم الربط:** تكون براغي حامل الكاليبر عالية العزم، وتشد عادة بطريقة العزم مع الزاوية؛ كما أن عزم ربط صواميل الجنط (عادة في فئة 550–700 Nm تقريبًا) وعزم ربط صامولة حجرة الفرامل خاصان بكل طراز. واستخدام مفتاح عزم معاير إلزامي، ولا يقبل الربط «بالإحساس».

قيم مقارنة نموذجية بحسب الطرازات الشائعة

الجدول التالي مرجع سريع للتشخيص الميداني. والقيم الواردة فيه نطاقات **نموذجية أو استرشادية** تختلف بحسب النسخة؛ فاعتمد في القيمة النهائية على دليل خدمة الطراز المعني.

تعرف وظيفة كاليبر الفرامل القرصية الهوائية ومصطلحاته في إطار ECE R13 (لائحة الفرامل الصادرة عن الأمم المتحدة) وISO 611 (مصطلحات الكبح في المركبات البرية). والمرجع الملزم هو أحدث دليل خدمة OE الخاص بالمركبة.

الطراز (الشائع)	خلوص التشغيل النموذجي	سماكة القرص الاسمية / الدنيا	ربط براغي الحامل
SN7 Knorr-Bremse	~0.6–1.1 مم	فئة ~45 مم / ~37 مم	العزم مع الزاوية (للاستخدام مرة واحدة)؛ تحقق من القيمة في الدليل
WABCO/ZF PAN 19-1 و22-1	~0.7–1.1 مم	فئة ~45 مم / ~37 مم	العزم مع الزاوية (للاستخدام مرة واحدة)؛ تحقق من القيمة في الدليل
Meritor ELSA 195/225 (ELSA2)	~0.6–1.0 مم	فئة ~45 مم / ~37 مم	العزم مع الزاوية (للاستخدام مرة واحدة)؛ تحقق من القيمة في الدليل

نصيحة — تعطي هذه القيم توجيهًا مقارنًا؛ ويجب دائمًا قراءة الحد الأدنى لسماكة القرص من الختم «MIN TH» المصبوب على القرص نفسه، وقراءة عزم ربط البراغي من نشرة الخدمة. فحتى ضمن السلسلة الواحدة (مثل PAN 19 مقابل PAN 22، وELSA 195 مقابل 225) قد تختلف القيم.

هل يجب تجديد الكاليبر أم استبداله بجديد؟

في الميدان ثلاثة خيارات: (1) الصيانة في الموقع بطقم إصلاح (تجديد الجلدات والمسامير والجلب)، (2) كاليبر **معاد تصنيعه في المصنع**، (3) كاليبر جديد. فإذا كان الانحشار مبكرًا وناتجًا عن مسمار التوجيه أو الجلدة، وكان جسم الكاليبر سليمًا، فمن المنطقي استخدام طقم إصلاح مناسب. أما إذا تضررت آلية الضبط الداخلية أو الجسر أو الغماز، أو وجد صدأ أو شق في الجسم، فيجب تفضيل **كاليبر كامل (معاد تصنيعه أو جديد)**؛ إذ قد يكون عمر الكاليبرات المعاد بناؤها يدويًا أقصر بوضوح، لأنها لا تخضع لعمليات الشد المسبق والاختبار وفق معايير OE. وأيًا كان الطريق المختار، يجب اتخاذ القرار على مستوى المحور، ومطابقة أداء الجانبين.

الصيانة والعمر التشغيلي

يعتمد عمر كاليبر الفرامل القرصية الهوائية إلى حد كبير على **سلامة الجلدات والفحص المنتظم**. فالكاليبر نفسه متين ميكانيكيًا؛ ومعظم حالات التلف المبكر تبدأ بصدأ مسمار التوجيه بفعل الرطوبة وملح الطرق الداخلين من جلدة ممزقة.

- **عند كل استبدال للفحمات:** تحقق من عمل الضبط التلقائي بشكل سليم، وانزلاق الكاليبر بحرية على امتداد الشوط الكامل، وسلامة الغمازات والجلدات، وحالة غطاء الضبط وموانع التسرب.
- **الفحص الدوري (سنويًا / وبوتيرة أعلى في الاستخدام الشاق):** افحص خلوص التشغيل، وخلوص مسامير التوجيه، وحالة الجلدات والأغطية. ويوصى بفحص إضافي بعد موسم الملح في نهاية الشتاء.
- **الجلدة هي خط الدفاع الأول:** جدد الجلدة فورًا عند أصغر تمزق أو انتفاخ — فهذه أرخص صيانة تمنع استبدالًا مكلفًا للكاليبر.
- **فكر في القرص أيضًا:** قس سماكة القرص وانحرافه المحوري عند استبدال الفحمات؛ فتخطيط عمر القرص بالتزامن مع عمر الفحمات يغنيك عن فك ثانٍ. وللاطلاع على مقاسات أقراص الفرامل المعنية راجع صفحة المنتج.

- **أثر أسلوب القيادة:** استخدام فرامل المحرك أو المبطئ في المنحدرات الطويلة يخفض حرارة الفرامل؛ أما الكبح الخفيف المستمر فيسبب التزجج والتآكل المبكر.
- **احتفظ بسجلات:** تسجيل قياسات حرارة الأقراص وسماكة الفحمات على مستوى المحور يكشف الكاليبر المنحشر قبل أن يسبب ضررًا كبيرًا.

نصيحة — **الصور المقترحة (مع النص البديل):** (1) «مقطع في كاليبر فرامل قرصية هوائية عائم — الجسر اللامركزي والغمازات ومسامير التوجيه»؛ (2) «مثال على التآكل المخروطي (المائل) للفحمات — فرق السماكة بين طرف الدخول وطرف الخروج»؛ (3) «مسمار توجيه متآكل بالصدأ وجلدة ممزقة — سبب الانحشار»؛ (4) «مقارنة حرارة الأقراص على مستوى المحور بمقياس حرارة لا تلامسي». وتحسن هذه الصور وضوح المحتوى للمستخدم، كما تعزز الأداء في البحث بالصور.

المصادر والتحقق

جرت مطابقة القيم الفنية في هذا الدليل مع أدبيات الخدمة الصادرة عن الشركات المصنعة الواردة أدناه ومع وثائق OE. وللقيم الدقيقة الخاصة بكل طراز اعتمد دائمًا أحدث إصدار:

- Knorr-Bremse — أدلة الخدمة والنشرات الفنية للفرامل القرصية الهوائية SB7/SB6 وSN7/SN6.
- ZF/WABCO — وثائق تركيب وصيانة الفرامل القرصية الهوائية PAN 17/19/22.
- Meritor — أدلة الصيانة والخدمة للفرامل القرصية الهوائية ELSA 195/225 (ELSA2) وEX+.
- دليل خدمة المحاور والفرامل الصادر عن الشركة المصنعة للمركبة (OEM)؛ وجداول العزم مع الزاوية الخاصة بصواميل الجنط وبراغي حامل الكاليبر.

في مشكلات مثل انحشار الكاليبر، واحتكاك الفرامل المستمر في عجلة واحدة، وصدأ مسامير التوجيه، يعد اختيار القطعة الصحيحة مفتاح الحفاظ على توازن المحور وسلامة الكبح. وتقدم مجموعة منتجات كاليبر الفرامل (الفرامل القرصية الهوائية) من VADEN، مع خيارات أطقم الإصلاح (الجلدات ومسامير التوجيه والجلب وموانع التسرب) المطابقة لمقاسات OE والمناسبة لتطبيقات Knorr SN7/SN6 وWABCO PAN وMeritor ELSA، حلًا موثوقًا للورش التي تستهدف أداء كبح متوازنًا وطويل العمر في المركبات الثقيلة العاملة بالديزل. جدد نظام الفرامل بوصفه وحدة متكاملة، مع تقييم منتجات قرص الفرامل وفحمات الفرامل وحجرة الفرامل المرتبطة به.

فئة المنتجات ذات الصلة: كاليبر الفرامل

جميع أدلتنا الفنية حول هذا الموضوع

- أطقم إصلاح كاليبر الفرامل: إعادة الحياة إلى نظام فرامل المركبات الثقيلة
- دراسة تفصيلية لأنظمة كاليبر الفرامل القرصية الهوائية
- حساس تآكل فحمات الكاليبر: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- مثبت فحمات الكاليبر (كليبر) وصفيحة الفحمات: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- غطاء الكاليبر والحشية والصفيحة: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- القطع المطاطية وأطقم إصلاح الكاليبر (كليبر): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- آلية الكاليبر: المحامل والعمود اللامركزي والنابض — أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- مسمار توجيه الكاليبر (مسمار كليبر) والجلبة والمسامير الملولبة: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- الإصلاح الشامل للكاليبر (إصلاح كليبر): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة
- حامل الكاليبر ومجرى الانزلاق: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

- غماز الكاليبر والجلدة الواقية من الغبار: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

منتجات VADEN ORIGINAL

- كاليبر الفرامل — 1802 منتجًا
- مسامير توجيه الكاليبر — 511 منتجًا
- آليات الكاليبر — 382 منتجًا
- أعمدة الكاليبر — 128 منتجًا

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