VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

كيف تعرف موضع تسرب الهواء عند ثقب غشاء أسطوانة الفرامل في المركبات التجارية الثقيلة؟ قياس الشوط، وتشقق الخرطوم، والاستبدال الآمن.

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

في المركبات التجارية الثقيلة، الهواء هو ما يطلق عملية الكبح: يصل الضغط إلى الأسطوانة، فينتفخ الغشاء، وينقل قضيب الدفع القوة إلى ذراع الفرامل. وأقل حلقات هذه السلسلة ظهورًا وأكثرها تعرضًا للكلال هي أسطوانة الفرامل والخرطوم المرن الموصل إليها. فعندما تصل إلى الورشة مركبة بشكوى «الفرامل لا تمسك» أو «فرامل اليد لا تتحرر» أو «تسرب الهواء» وينزل الفني تحتها، كثيرًا ما يتبين أن المشكلة ليست في الصمام، بل في غشاء ممزق داخل أسطوانة غارقة في الطين، أو في خرطوم رق جداره من الاحتكاك. يشرح هذا الدليل، من منظور فني الفرامل، كيفية قراءة العطل، والتسلسل الآمن للاستبدال، وانضباط الصيانة الذي يطيل العمر.

أعد الفريق الفني في VADEN هذه الوثيقة استنادًا إلى ممارسات خدمة أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة وإلى وثائق الشركات المصنعة OE. القيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، والمرجع المعتمد للبيانات الدقيقة، مثل حد الشوط وعزم الربط وإجراء تحرير النابض وضغط بدء العمل، هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك والشاسيه الخاص بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هي أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم؟ الوظيفة ومبدأ العمل

أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم مجموعة من تجهيزات الفرامل تتكون من مشغل هوائي يحول الضغط في نظام الفرامل الهوائية إلى قوة دفع ميكانيكية، ومن خط توصيل مرن ينقل هذا الضغط إلى الأسطوانة. وفي المركبات التجارية الثقيلة تولد أسطوانة غشائية من النوع 20–24، عند ضغط تشغيل نموذجي يبلغ 6–8.5 bar، قوة دفع تقارب 8–11 كيلونيوتن، ويتراوح الشوط القابل للاستخدام عادة بين 55 و75 مم بحسب نوع الأسطوانة.

تعرف القطعة نفسها في الميدان وفي الكتالوجات بأسماء عدة: **حجرة الفرامل الهوائية**، و**الباكم**، و**أسطوانة الغشاء**، و**الأسطوانة الغشائية** (وفي المصادر الألمانية *Membranzylinder*)، و**أسطوانة الفرامل الزنبركية**، و**الحجرة المزدوجة**، أما الخط المرن المتجه إلى العجلة فيسمى **خرطوم الفرامل** أو **خرطوم الهواء**. وكلها أجزاء من عائلة المشغلات نفسها؛ وأيًا كان الاسم المستخدم في البحث عنها، فإن معيار الاختيار واحد: نوع المحور، ورقم نوع الأسطوانة، وشفة التوصيل، والرقم المرجعي OE.

مبدأ العمل تحويل مباشر للقوة. فعند الضغط على دواسة الفرامل يرسل صمام فرامل القدم الهواء المضغوط إلى خراطيم الدائرة المعنية. فيملأ الهواء حجرة الضغط في الأسطوانة ويدفع الغشاء المطاطي المقوى بالنسيج؛ فتدفع صفيحة الضغط قضيب الدفع إلى الخارج، ويدير القضيب ذراع الفرامل (ذراع الضبط التلقائي)، فتضغط آلية الكامة S أو آلية الفرامل القرصية فحمات الفرامل على الطبلة أو القرص. وعند تحرير الدواسة يصرف الضغط، ويعيد نابض الإرجاع الغشاء إلى وضعه الأول. والقوة الناتجة حاصل ضرب بسيط: المساحة الفعالة للغشاء مضروبة في ضغط النظام. ولذلك تولد أسطوانة من النوع 24 عند الضغط نفسه قوة أكبر بوضوح من أسطوانة من النوع 16، ولا يستبدل رقم النوع أبدًا برقم «قريب منه».

في أسطوانة الفرامل الزنبركية (الحجرة المزدوجة) توجد حجرة ثانية، ومنطقها معاكس. فنابض القوة القوي في هذه الحجرة يؤمن فرامل الركن وفرامل الطوارئ. وما دام الضغط موجودًا في النظام يضغط الهواء النابض فتبقى الفرامل محررة؛ وعندما ينخفض الضغط أو تسحب فرامل الركن يتمدد النابض ويكبح المركبة ميكانيكيًا. أي أن فرامل الركن لا تمسك بالهواء، بل تمسك في *غيابه*. ومنطق الأمان هذا هو التطبيق العملي في التجهيزات لمتطلب فرامل الطوارئ ضمن نطاق ECE R13، ويفسر أيضًا لماذا يجب ألا تفك هذه القطعة عشوائيًا أبدًا: فنابض القوة غير المحرر يختزن طاقة قاتلة عند فتح الجسم.

في أي أنظمة OE ومركبات نجدها؟

يعتمد نوع مجموعة أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم وهندسة توصيلها على **عائلة نظام الفرامل** المركبة عليها وعلى **نوع المحور** أكثر من اعتمادها على العلامة التجارية للمركبة. وأكثر عائلات أنظمة OE شيوعًا في الميدان مصدرها Knorr-Bremse وWabco؛ وتختلف ثقوب الشفة وطول المسامير الملولبة وشكل قضيب الدفع بين المحاور ذات فرامل الطبلة والمحاور ذات الفرامل القرصية. وعلى مستوى المركبات، تعد سلاسل Mercedes-Benz Actros وAxor، وMAN TGS وTGX، وDAF XF وCF، وVolvo FH وFM، وScania R وG، وIveco Stralis، إضافة إلى محاور المقطورات المجهزة من SAF وBPW وJOST، من أكثر التطبيقات التي تشهد استبدال الأسطوانات في الخدمة. وقد ذكرت هذه الأسماء **أمثلة تطبيقية** فقط؛ فحتى في رأس القاطرة الواحد يستخدم المحور الأمامي والمحور الخلفي والمقطورة أنواعًا مختلفة من الأسطوانات. وتحدد القطعة الصحيحة برمز المحور/الشاسيه ورقم نوع الأسطوانة ورقم OE، لا باسم العلامة التجارية.

الفرق بين الأسطوانة الغشائية الأحادية الفعل والأسطوانة الزنبركية (المزدوجة)

تحتوي الأسطوانة الغشائية الأحادية الفعل على حجرة ضغط واحدة وغشاء واحد فقط؛ وتستخدم عادة في المحاور الأمامية، فتكبح عند وصول الضغط وتحرر الفرامل بواسطة نابض الإرجاع عند انقطاعه. ولأنها لا تختزن طاقة ميكانيكية، يكون فكها أكثر أمانًا. أما الأسطوانة الزنبركية (المزدوجة) فتجمع حجرة الخدمة وحجرة نابض القوة في جسم واحد، وهي المعيار في محاور الجر الخلفية وفي المقطورات. ويتيح **مسمار التحرير الميكانيكي** الموجود خلف حجرة النابض تحرير الفرامل يدويًا عند غياب الهواء. وفي معظم المنتجات الحديثة يكون هذا الجسم مغلقًا بصورة دائمة: فلا تجرى خدمة لحجرة النابض، بل تستبدل كاملة.

خرطوم الفرامل والمعايير والمكونات

يجب أن يستوعب الخط المرن المتجه إلى الأسطوانة حركة نظام التعليق بين المحور والشاسيه؛ وفي المركبات التجارية الثقيلة يصنع من خرطوم مطاطي مقوى أو من أنبوب من اللدائن الحرارية. وتستخدم كمجموعة معايير مرجعية **ISO 7628** (أنابيب الفرامل الهوائية من اللدائن الحرارية)، و**DIN 74310** (خراطيم الفرامل الهوائية ووصلاتها)، و**SAE J1402** (خرطوم الفرامل الهوائية)؛ كما تقيم تجهيزات الفرامل في المركبة بأكملها ضمن نطاق **ECE R13**. ولأن المعيار الساري وفئة المقاس قد يختلفان بحسب التطبيق، يجب التحقق من البيانات الدقيقة في كتالوج OE المعني. وفيما يلي أهم مكونات المجموعة:

- **جسم الأسطوانة وغطاؤها:** جسم معدني يشكل حجرة الضغط، ويجمع بحزام مشبك أو بثني الحواف.
- **الغشاء (الديافرام):** عنصر مطاطي مقوى بالنسيج، وهو الجزء الأساسي الذي يحول الضغط إلى قوة.
- **صفيحة الضغط وقضيب الدفع:** الخط الميكانيكي الذي ينقل القوة إلى ذراع الفرامل.
- **نابض الإرجاع ونابض القوة:** يعيد الأول الغشاء إلى وضعه الأول، ويؤمن الثاني فرامل الركن وفرامل الطوارئ في النوع الزنبركي.
- **مسمار التحرير الميكانيكي:** عنصر أمان يحرر الفرامل يدويًا عن طريق حبس نابض القوة.
- **الشوكة والدبوس وصامولة القفل:** الطرف القابل للضبط الذي يربط قضيب الدفع بذراع الفرامل.
- **ثقوب التصريف:** فتحات تطرد الرطوبة الداخلة إلى الجسم، ويجب ألا تنسد.
- **خرطوم الفرامل والوصلة ومسامير التركيب الملولبة:** الخط المرن الذي ينقل الضغط، والعناصر التي تثبت الأسطوانة على حامل التثبيت.

الأنواع الشائعة من أسطوانات الفرامل: المساحة الفعالة والقوة الناتجة والشوط (مرجع عام؛ القوى قيم تقريبية عند 6.5 bar)

النوع (Membranzylinder Typ)	المساحة الفعالة التقريبية (سم²)	قوة الدفع النموذجية عند 6.5 bar (كيلونيوتن)	إجمالي الشوط النموذجي (مم)	التطبيق الشائع
النوع 12	نحو 77	5.5–4.5	57–50	المحور الأمامي للمركبات الخفيفة/المتوسطة، وبعض تطبيقات المقطورات
النوع 16	نحو 103	7.0–6.0	64–57	المحور الأمامي لرؤوس القاطرات والشاحنات
النوع 20	نحو 129	8.8–7.5	64–57	المحور الأمامي والمحور الخلفي المتوسط الحمولة
النوع 24	نحو 155	10.5–9.0	75–64	محور الجر الخلفي، ومحور المقطورة
النوع 30	نحو 194	13.0–11.5	75–64	المقطورات الثقيلة والتطبيقات الخاصة
مزدوجة (مثل 20/24 و24/24 و24/30)	حجرة الخدمة بحسب النوع	قوة الخدمة + قوة النابض، وتقيم كل منهما على حدة	شوط الخدمة بحسب النوع	جميع المحاور التي تتطلب فرامل الركن/الطوارئ

رقم نوع أسطوانة الفرامل ليس «تفضيلًا في المقاس»، بل هو جزء من حساب توازن الفرامل في المركبة. فتركيب نوع أكبر على المحور لا يحسن الكبح؛ بل يخل بتوزيع القوة على كل محور، ويربك تنظيم ABS/EBS، ويخرج المركبة عن نطاق اعتماد النوع. لا تختر القطعة استنادًا إلى «طراز المركبة» وحده؛ بل تحقق منها بنوع المحور، ورقم نوع الأسطوانة، والمسافة بين مسامير الشفة الملولبة، وطول قضيب الدفع، وإن أمكن برقم OE المدون على الأسطوانة القديمة. ولا تنس أن المحورين الأمامي والخلفي في رأس القاطرة نفسه يستخدمان نوعين مختلفين.

كيف تكتشف عطل أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم؟

تنقسم أعطال أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم في لغة الميدان إلى فئتين: تسريب الهواء، والعجز عن توليد القوة. تقرأ الأولى بالأذن، والثانية بسلوك المركبة. وأكثر الحالات شيوعًا في الميدان ليست انفجار الغشاء فجأة، بل انسداد ثقب التصريف بالطين، وتراكم الرطوبة داخل الجسم حتى تتلف الغشاء والنابض من الداخل على مر السنين. ويربط الجدول التالي الأعراض بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق منها.

جدول العرض–السبب–الفحص لأسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم (مرجع للتشخيص الميداني)

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
صوت هواء مستمر يصدر من الأسطوانة عند الضغط على الفرامل	تمزق الغشاء أو فقدان الإحكام في موضع اتصال الجسم بالغطاء	اختبار الفقاعات بماء وصابون بعد ملء النظام مع إبقاء الدواسة مضغوطة
ينخفض ضغط الخزان تدريجيًا والمركبة متوقفة	تسرب في حجرة النابض أو في وصلة الخرطوم، أو كلال حشية الوصلة	إيقاف المحرك وقياس سرعة انخفاض الضغط؛ والبحث عن التسرب بعزل الدوائر
فرامل اليد لا تتحرر، والمركبة لا تتحرك من مكانها	الضغط لا يصل إلى حجرة نابض القوة: خرطوم مسحوق/مسدود، أو عطل في الصمام أو الأسطوانة	قياس الضغط عند مدخل حجرة النابض؛ وفحص الخرطوم على امتداده بحثًا عن الانسحاق
إحدى العجلات تمسك متأخرة عن غيرها، والمركبة تنحرف جانبًا عند الكبح	فقدان الشوط في أسطوانة واحدة، أو تسرب جزئي في الغشاء، أو تضيق في الخرطوم	قياس الشوط لكل محور ومقارنته؛ واختبار الخراطيم بالتبديل للكشف عن التضيق الداخلي
شوط قضيب الدفع أطول من المعتاد، وذراع الفرامل يدور أكثر من اللازم	تآكل فحمات الفرامل، أو تعطل ذراع الضبط التلقائي، أو اختلال ضبط الشوكة	قياس الشوط على القضيب في الوضعين مع الضغط ودونه؛ ومراقبة حركة ذراع الضبط
صدأ أو انتفاخ أو تراكم للطين على جسم الأسطوانة، أو سدادة مكسورة	انسداد ثقوب التصريف، ورطوبة داخل الجسم، وتلف ناتج عن ارتطام الحجارة	فحص بصري؛ والتحقق من انفتاح ثقوب التصريف ومن تشوه الجسم
تشقق أو آثار احتكاك أو انتفاخ في الخرطوم، أو غبار مبلل عند قاعدة الوصلة	تقادم المطاط، أو مسار تمديد خاطئ، أو نقص المشابك، أو ارتخاء الوصلة	ثني الخرطوم باليد لفحص تشققات السطح؛ وتتبع مساره خلال المدى الكامل لحركة نظام التعليق
تتحرر العجلة متأخرة بعد تحرير الفرامل، وتسخن صرة العجلة	ضعف نابض الإرجاع، أو صدأ داخل الأسطوانة، أو تضيق أحادي الاتجاه في الخرطوم	قياس زمن التحرير؛ ومقارنة درجات حرارة العجلات

اختبار التسرب بالماء والصابون

لا يزال محلول الماء والصابون أسرع طرق البحث عن تسرب الهواء وأرخصها. يرفع النظام إلى ضغط التشغيل، وتبلل مواضع اتصال الجسم بالغطاء وثقوب التصريف والوصلات وأطراف الخراطيم، فتكشف الفقاعات موضع التسرب. والتمييز الحاسم هنا: إذا وجد التسرب **والدواسة محررة** فالمشتبه به حجرة النابض أو خط فرامل الركن، وإذا وجد **والدواسة مضغوطة** فالمشتبه به حجرة الخدمة والغشاء. أما خروج الهواء باستمرار من ثقب التصريف فهو العلامة التقليدية لتسرب الغشاء الداخلي.

تقييم الحالة بقياس الشوط

أكثر البيانات موضوعية في الدلالة على سلامة أسطوانة الفرامل هو شوط قضيب الدفع. ويجرى القياس بوضع علامة على القضيب في الوضع الخالي من الضغط، ثم قراءة مقدار الحركة أثناء الكبح الكامل. ويتوقع أن يبقى الشوط المستخدم دون

الشوط الكلي بهامش واضح؛ والشوط الذي يقترب من الحد يشير إلى تآكل فحمات الفرامل أو إلى تعطل ذراع الضبط التلقائي. ويجب أن يكون شوطا العجلتين على المحور الواحد متقاربين. وحد القبول خاص بنوع الأسطوانة وبالمركبة، ويؤخذ من دليل الخدمة.

عزل الدوائر واختبار الخرطوم

إذا كان هناك انخفاض في الضغط دون العثور على موضع التسرب، يضيق نطاق البحث بعزل الدوائر واحدة تلو الأخرى. وعند الاشتباه في الخرطوم يجرى فحصان: فحص خارجي بحثًا عن التشققات وآثار الاحتكاك، وفحص داخلي بحثًا عن التضيق. فالخرطوم المتضيق من الداخل يبدو سليمًا من الخارج، لكنه يطيل زمن امتلاء الأسطوانة وتفريغها؛ ويظهر ذلك في صورة إمساك متأخر أو تحرير متأخر في عجلة واحدة.

وإذا أردت أن ترى الدائرة التي يغذيها هذا الخط المرن كاملة وبالترتيب، من ضاغط هواء الفرامل حتى العجلة، فإن دليلنا كيف يعمل نظام الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة يتتبع السلسلة من بدايتها إلى نهايتها.

المعايير ومصادر للقراءة الإضافية

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 اللائحة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة (UNECE). وللاطلاع على التفاصيل، راجع المرجع المصور المتاح على airbrakecompressor.com. 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 تستبدل أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم؟ خطوة بخطوة

ينطوي استبدال أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم في النوع الزنبركي على خطر مباشر على الحياة: فإذا فتح الجسم قبل تحرير نابض القوة، ينطلق النابض بطاقة كبيرة ويسبب إصابات خطيرة. لا تفك حجرة النابض ولا تقطع ولا تثقب إطلاقًا؛ بل تستبدل كاملة. ومعدات الوقاية الشخصية إلزامية: نظارات مقاومة للصدمات، وقفازات، وملابس عمل، وحذاء بمقدمة فولاذية. ويجب وضع مصدات العجلات، وتفريغ ضغط النظام، وإبعاد أطراف الخط عن الوجه عند فكه.

1. **أمّن المركبة:** أوقفها على أرض مستوية وصلبة، وأطفئ مفتاح الإشعال، وضع مصدات العجلات، وافصل مفتاح البطارية الرئيسي. لا تعتمد على فرامل الركن — فالقطعة التي ستفكها هي فرامل الركن نفسها.
2. **فرغ ضغط النظام:** صرف الهواء من الخزانات وتحقق من المؤشر أن الضغط وصل إلى الصفر. وفي الأسطوانة الزنبركية ستؤدي هذه الخطوة إلى *تفعيل* الفرامل؛ ولذلك فإن الخطوة التالية إلزامية.
3. **حرر نابض القوة ميكانيكيًا:** أدر مسمار التحرير الموجود خلف حجرة النابض في الاتجاه الذي تحدده الشركة المصنعة وبعدد اللفات الكامل لحبس النابض، ثم تحقق يدويًا من تحرر الفرامل. وإذا كان المسمار يستعصي على الدوران فالقطعة تالفة؛ لا تواصل العمل باستخدام القوة.

4. **نظف المنطقة:** أزل الطين والملح والصدأ عن محيط الأسطوانة ومسامير الشفة الملولبة والوصلات باستخدام الهواء المضغوط وفرشاة سلكية. فالفك في منطقة متسخة يتلف أسنان اللولب وينقل الجسيمات إلى الخط أيضًا.

5. **ضع علامات على خطوط الهواء ثم فكها:** ضع ملصقات على الخطوط حتى لا تخلط بين مدخلي فرامل الخدمة وفرامل الركن، وافتح الوصلات مع تثبيت الجسم في الاتجاه المعاكس، ثم أغلق الفتحات المكشوفة فورًا بسدادات نظيفة.

6. **افصل وصلة قضيب الدفع:** انزع عنصر تأمين دبوس الشوكة، وأخرج الدبوس، وسجل طول الضبط على القضيب. فهذا القياس هو المرجع لتركيب القطعة الجديدة بالشوط الصحيح.

7. **فك الأسطوانة وافحص حامل التثبيت:** أرخ صواميل الشفة تدريجيًا وأخرج الأسطوانة؛ فالحجرات المزدوجة أثقل مما يتوقع، لذا أسند وزنها بيديك. افحص حامل التثبيت بحثًا عن التشققات، والمسامير الملولبة بحثًا عن تلف الأسنان، وذراع الفرامل بحثًا عن الخلوص، وذراع الضبط بحثًا عن التعلق — فتركيب أسطوانة جديدة على حامل تالف يعيد العطل خلال وقت قصير.

8. **تحقق من القطعة الجديدة:** ضع الأسطوانة الجديدة بجانب القطعة القديمة وقارن رقم النوع، والمسافة بين مسامير الشفة الملولبة، وطول قضيب الدفع، وموضع وصلة الدخول. وتأكد من أن ثقوب التصريف ستتجه إلى الأسفل بعد التركيب.

9. **ركب القطعة واربطها بالعزم المحدد:** أجلس الأسطوانة على حامل التثبيت، واربط صواميل الشفة بترتيب متقاطع وبعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة. ركب وصلة قضيب الدفع وفق القياس الذي سجلته، واربط صامولة القفل، وجدد عنصر تأمين الدبوس. ثم وصل خطوط الهواء بالمداخل الصحيحة.

10. **فك حبس النابض ونفذ الضبط:** أعد مسمار التحرير إلى وضع التشغيل بالطريقة التي تحددها الشركة المصنعة. املأ النظام، وافحص ضبط ذراع الضبط التلقائي وفق الإجراء المحدد، وقس الشوط وقارنه بشوط العجلة الأخرى على المحور نفسه.

11. **اختبر وأجر الفحص النهائي:** افحص جميع الوصلات بالماء والصابون عند الضغط الكامل، وتحقق من فرامل الركن بتفعيلها وتحريرها عدة مرات. أجر اختبار فرامل بسرعة منخفضة؛ وبعد القيادة راجع الوصلات وقيمة الشوط مرة أخرى.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم؟

أخطر خطأ في مجموعة أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم هو محاولة فتح جسم الأسطوانة الزنبركية. فقطع حزام المشبك، أو إجبار الجسم على الانفتاح، أو ثقب حجرة النابض لتكهينها قبل تحرير نابض القوة، قد يؤدي إلى إصابات خطيرة أو إلى الوفاة. هذه القطعة لا تخضع للخدمة، بل تستبدل كاملة؛ وحتى الأسطوانة المعدة للتكهين لا تعالج قبل تطبيق إجراء التحرير الآمن الذي تحدده الشركة المصنعة.

والخطأ الحرج الثاني هو إصلاح العطل في عجلة واحدة وتجاهل الجانب الآخر من المحور. فتوازن الفرامل يبنى على مستوى المحور؛ والمحور الذي يعمل بأسطوانة جديدة في جانب وأسطوانة أصابها الكلال في الجانب الآخر ينحرف عند الكبح، ويستهلك فحمات الفرامل بشكل غير متساوٍ، ويرهق تنظيم EBS/ABS.

- **تغيير رقم النوع:** تركيب نوع مختلف بحجة «هذا ما كان متوفرًا» يخل بتوزيع القوة على المحور وباعتماد النوع.
- **التركيب دون قياس طول قضيب الدفع:** الضبط الخاطئ يعني إما فرامل تحتك باستمرار وإما عجلة تمسك متأخرة.
- **تركيب الأسطوانة وثقوب التصريف متجهة إلى الأعلى:** لا يمكن طرد الماء الداخل إلى الجسم، فيتعرض الغشاء والنابض للصدأ من الداخل.
- **استخدام الخرطوم القديم مع الأسطوانة الجديدة:** المطاط الذي أصابه الكلال يكرر العطل نفسه خلال وقت قصير؛ ويجب تقييم الخرطوم والأسطوانة معًا.

- **توصيل الخرطوم مشدودًا أو في وضع يعرضه للاحتكاك:** الخط الذي يشد خلال المدى الكامل لحركة نظام التعليق يتشقق عند قاعدة الوصلة بعد بضعة آلاف من الكيلومترات.
- **الخلط بين مدخلي فرامل الخدمة وفرامل الركن:** تعمل الفرامل بشكل معكوس؛ فإما لا تمسك فرامل الركن وإما لا تتحرر.
- **ربط صواميل الشفة بالإحساس اليدوي:** العزم الناقص يؤدي إلى الارتخاء، والعزم الزائد يؤدي إلى تشوه المسامير الملولبة والشفة.
- **نسيان إعادة مسمار التحرير إلى وضع التشغيل:** تتعطل فرامل الركن، ولا تثبت المركبة على المنحدر.
- **إعادة استخدام دبوس التأمين ومشبك التثبيت:** عنصر التأمين الذي أصابه الكلال يسقط بفعل الاهتزاز، فتنفصل وصلة الشوكة.
- **عدم إجراء اختبار التسرب والشوط بعد الاستبدال:** تسرب صغير في إحدى الوصلات يعود في صورة انخفاض في الضغط خلال الرحلات الطويلة.

القيم الفنية ونقاط الفحص لأسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم

القيم التالية الخاصة بمجموعة أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم نطاقات مرجعية عامة شائعة في أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة. ويغير نوع المحور ونوع الأسطوانة وجيل التجهيزات هذه النطاقات؛ وللبيانات الدقيقة راجع أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة.

القيم الفنية لأسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم (مرجع عام)

البند	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
ضغط تشغيل النظام	8.5–6.0 bar (87–123 psi)	قيمة القطع لمنظم الضغط خاصة بكل مركبة
ضغط التفعيل الكامل لفرامل الخدمة	نحو 8.0–6.0 bar	تزداد القوة بتناسب طردي مع الضغط
الضغط الذي تتحرر عنده الفرامل الزنبركية تمامًا	نحو 6.5–5.5 bar	عند الانخفاض دونه تتفعل الفرامل تدريجيًا
الضغط الذي تبدأ عنده الفرامل الزنبركية بالتفعيل	نحو 4.5–3.5 bar	منطق فرامل الطوارئ؛ ويقيم ضمن نطاق ECE R13
قوة الكبح في وضع الركن لنابض القوة (في حدود النوع 24)	نحو 9–13 كيلونيوتن	تختلف بحسب النوع والشركة المصنعة
الشوط الكلي لقضيب الدفع	50–75 مم (بحسب النوع)	النوعان 12–16 في النطاق الأدنى، والنوعان 24–30 في النطاق الأعلى
هامش الشوط القابل للاستخدام	يترك جزء واضح من الشوط الكلي احتياطيًا	حد القبول خاص بكل مركبة؛ ويؤخذ من الدليل
فرق الشوط بين اليمين واليسار على المحور	يبقى صغيرًا قدر الإمكان	كلما زاد الفرق زاد انحراف المركبة عند الكبح
نطاق درجة حرارة التشغيل	من نحو -40 °C إلى +80 °C	درجة الحرارة الموضعية أعلى بالقرب من الطبلة
هامش الأمان ضد انفجار الخرطوم	معامل أمان أعلى بكثير من ضغط التشغيل	يتحقق من المعيار المقابل ضمن عائلة ISO 7628 / SAE J1402

نطاقات عزم الربط النموذجية لوصلات تركيب أسطوانة الفرامل (مرجع عام؛ تؤخذ القيمة الدقيقة من دليل خدمة OE)

نقطة التوصيل	نطاق عزم الربط النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
صواميل شفة الأسطوانة (حامل تثبيت المحور)	150–210 Nm	تربط تدريجيًا بترتيب متقاطع؛ ويجب أن تكون أسنان المسامير الملولبة نظيفة

نقطة التوصيل	نطاق عزم الربط النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
وصلة خط الهواء (مدخل الأسطوانة)	20–40 Nm	الربط الزائد يتلف جسم الوصلة وسطح الحشية
صامولة القفل لشوكة قضيب الدفع	30–60 Nm	تربط بعد التحقق من طول الضبط
المسمار الملولب لمشبك تثبيت الخرطوم	8–15 Nm	يثبت الخرطوم دون سحقه؛ ويربط في النهاية
مسمار التحرير الميكانيكي	القيمة التي تحددها الشركة المصنعة	لا يربط بالقوة؛ وإذا كان تالفًا تستبدل الأسطوانة

قيم العزم والضغط ليست سوى نطاقات إرشادية. ففي المركبة نفسها يعمل المحوران الأمامي والخلفي بقيم مختلفة؛ وتحدد بعض الشركات المصنعة عزمًا منفصلًا للتركيب الأول وآخر لإعادة التركيب. والمرجع المعتمد هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة والخاص برمز الشاسيه/المحور؛ ويجب إجراء الربط بمفتاح عزم معاير.

- هل توجد على جسم الأسطوانة آثار صدأ أو انتفاخ أو انبعاج أو ارتطام؟
- هل ثقوب التصريف مفتوحة ومتجهة إلى الأسفل، وهل سداداتها في مكانها؟
- هل يسمع صوت تسرب في وضعي ضغط الدواسة وتحريرها؟
- هل شوط قضيب الدفع ضمن الحد، وهل الفرق بين اليمين واليسار مقبول؟
- هل دبوس الشوكة ومشبك التثبيت وصامولة القفل سليمة ومؤمنة؟
- هل توجد في الخرطوم تشققات أو انتفاخ أو آثار احتكاك أو غبار مبلل عند قاعدة الوصلة، وهل يشد الخط أو يحتك خلال المدى الكامل لحركة نظام التعليق؟
- هل يعمل ذراع الضبط التلقائي بحرية، وهل خلوص ذراع الفرامل طبيعي؟
- هل تعمل فرامل الركن دون تأخير في اختبار التفعيل والتحرير؟

كيف تتم صيانة أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم وإطالة عمرها؟

ليس لمجموعة أسطوانة الفرامل / الغشاء والخرطوم «فترة استبدال» ثابتة؛ فعمرها تحدده ثلاثة عوامل: جفاف الهواء، وتصريف الجسم، وانضباط التركيب. فالأسطوانة التي تغذى بهواء جاف، وتبقى ثقوب تصريفها مفتوحة، وتركب بعزم الربط الصحيح، من القطع الطويلة العمر في المركبة. أما الأسطوانة التي تعمل في نظام يضخ هواء رطبًا أو تغمرها الأوحال فتعود إلى الورشة بتسرب في الغشاء قبل أن يكتمل عام. وفي المسارات التي يستخدم فيها ملح الطرق شتاء، يعد الصدأ أكثر العوامل المقصرة للعمر تأثيرًا في الميدان.

- **الانضباط في صيانة مجفف الهواء:** استبدل خرطوشة مجفف الهواء في الفترة التي تحددها الشركة المصنعة. فالرطوبة الداخلة إلى النظام تعني صدأ داخل الأسطوانة وتجمدًا في الشتاء.
- **تصريف الخزانات:** صرف الماء من الخزانات بانتظام؛ فالماء المتراكم ينتقل عبر الخطوط حتى يصل إلى الأسطوانة.
- **إبقاء ثقوب التصريف مفتوحة:** افحص ثقوب التصريف في الجسم عند كل صيانة، وأزل ما يسدها من طين وجليد.
- **الفحص الدوري للتسرب:** افحص جميع الأسطوانات والوصلات بالماء والصابون أثناء الصيانة؛ فالتسرب الصغير الذي يكتشف مبكرًا لا يتحول إلى توقف على الطريق. ولا توجه رشاش الماء العالي الضغط مباشرة إلى الأسطوانة أثناء الغسيل.
- **متابعة الشوط:** اجعل قياس الشوط إجراء روتينيًا. فازدياد الشوط يعطي إنذارًا مبكرًا بشأن فحمات الفرامل وذراع الضبط والأسطوانة.
- **فحص مسار الخرطوم:** حافظ على اكتمال المشابك، وعلى الخرطوم في وضع حر لا يحتك بشيء؛ واستبدل الخرطوم المتصلب قبل أن ينقطع.

- **النهج القائم على المحور:** خطط لاستبدال الأسطوانات في جانبي المحور معًا بدلًا من الاكتفاء بعجلة واحدة؛ فبهذا يحافظ على توازن الفرامل.
- **المتابعة بعد التدخل:** بعد كل عمل يمس نظام الفرامل، أعد فحص التسرب والشوط خلال بضع مئات الكيلومترات الأولى.

في أساطيل النقل، النهج الأكثر كفاءة هو التخطيط لأسطوانة الفرامل لا كقطعة مفردة، بل كطقم يضم الخرطوم والشوكة وعناصر التركيب. فاستبدال الأسطوانة والخرطوم اللذين أصابهما الكلال في الزيارة نفسها على محور مفكوك أصلًا لأعمال فحمات الفرامل أو الطبلة أوفر بكثير من إدخال المركبة إلى الورشة مرة ثانية بعد بضعة أشهر.

المركبات والمحركات الواردة في هذا الدليل: Volvo FM · Volvo FH · MAN TGS I (2007-2020) · MAN TGX I (2007-2020) · DAF CF · DAF XF · Scania R I (2004-2016) · Iveco Stralis I (2002-2012)

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