VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام الترحيل (ريليه): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

لا يرفع صمام الترحيل الضغط، بل يختصر زمن ذهاب الهواء وعودته إلى المحور البعيد في الشاحنة؛ وتأخر استجابة المحور الخلفي ناتج عن خلل في هذا المسار المختصر.

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

إذا لاحظت في مركبة تجارية ثقيلة أن المحور الخلفي يستجيب «متأخرًا» عند الضغط على دواسة الفرامل، أو شعرت بفارق في التوقيت بين المحاور، أو واجهت تأخرًا عند تحرير فرامل الركن، فإن صمام الترحيل من أوائل المكونات التي ينبغي فحصها. ففي أنظمة الفرامل الهوائية للشاحنات ورؤوس القاطرات والمقطورات والحافلات، يعوض هذا الصمام الصغير والحيوي الوقت الضائع في خطوط الهواء الطويلة، ويضمن أن تعمل الفرامل «فورًا». ويعرف في الوثائق الفنية الألمانية باسم *Relaisventil*، بينما يسمى في الورش غالبًا «صمام التسريع» أو «صمام المحور». ويجمع هذا الدليل لفنيي صيانة المركبات التجارية الثقيلة مبدأ عمل صمام الترحيل، وأعطاله الشائعة، وخطوات استبداله الصحيحة، ونقاط الفحص الميدانية.

ملاحظة المحرر (E-E-A-T): أعد الفريق الفني في VADEN هذا الدليل الفني استنادًا إلى الخبرة الميدانية في أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة، وإلى ممارسات التوثيق لدى الشركات المصنعة OE. والقيم الواردة هنا نطاقات مرجعية نموذجية، أما القيم الدقيقة الخاصة بكل مركبة من عزم ربط وضغط وخلوص، فالمرجع فيها دائمًا هو أحدث دليل خدمة OE الخاص بالمركبة المعنية. *آخر تحديث: سبتمبر 2026*. وتصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة في إطار لائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الصادرة عن الأمم المتحدة/الاتحاد الأوروبي) ومعيار ISO 611.

ما هو صمام الترحيل (وصمام ترحيل ABS)؟ وظيفته ومبدأ عمله

صمام الترحيل صمام تحكم هوائي يسحب الهواء بسرعة من خزان التغذية الكبير الموجود بجواره مباشرة ثم يطلقه، بدلًا من إيصال إشارة الفرامل عبر المسار الطويل إلى المحور البعيد، فيختصر بذلك زمن تكون ضغط الفرامل وزمن تفريغه.

يقوم مبدأ عمله على منطق «مضخم القوة». فعندما يضغط السائق على دواسة الفرامل، تصل إشارة التحكم الضعيفة المنخفضة التدفق الخارجة من صمام الفرامل الرئيسي (صمام فرامل القدم) مباشرة إلى مدخل التحكم (4) في صمام الترحيل، بدلًا من أن تقطع خط الهواء الطويل كله. ويدفع ضغط التحكم هذا المكبس داخل الصمام إلى الأسفل، فيسمح المكبس بمرور الهواء ذي الضغط الكامل القادم من خزان التغذية إلى حجرات الفرامل الهوائية. وعند ترك الدواسة ينخفض ضغط التحكم ويرتفع المكبس، فيخرج الهواء من حجرات الفرامل بسرعة إلى الجو عبر منفذ التنفيس الواسع. وبذلك يقل كثيرًا التأخر في عمل الفرامل وفي تحررها على حد سواء.

تكون النسبة بين ضغط التحكم وضغط الخرج عادة قريبة من 1:1، أي أن الصمام لا يرفع الضغط، بل يرفع *معدل التدفق وسرعة الاستجابة*. ولهذا يعد صمام الترحيل المكون الذي يحدد «ردود أفعال» النظام.

- **الجسم:** مصبوب عادة من سبيكة ألمنيوم، ويضم منافذ التغذية والتحكم والخرج والتنفيس.
- **مكبس الترحيل / الغشاء:** العنصر الرئيسي الذي يحول ضغط التحكم إلى حركة ميكانيكية.
- **صمام الدخول والخروج (الصمام المزدوج):** مجموعة صمامات مزدوجة المفعول تفتح هواء التغذية وتوجه الهواء الزائد إلى منفذ التنفيس.
- **النوابض:** نوابض إرجاع تعيد المكبس والصمام إلى الوضع المحايد.
- **كاتم صوت / غطاء التنفيس:** الفتحة التي يطرد منها الهواء المفرغ، وتحد من دخول الأوساخ والماء.
- **الحلقات الدائرية (O-ring) وحشيات منع التسرب:** عناصر مطاطية مرنة تمنع التسرب الداخلي بين المنافذ.

الفرق بين صمام الترحيل القياسي وصمام ترحيل ABS

يعمل صمام الترحيل القياسي بطريقة ميكانيكية هوائية بالكامل، إذ ينقل ضغط التحكم إلى الخرج بسرعة. أما **صمام ترحيل ABS** فيضيف إلى هذه الوظيفة تحكمًا إلكترونيًا: فعند رصد انغلاق العجلة بإشارة كهربائية قادمة من وحدة EBS/ABS، تعمل الملفات الكهرومغناطيسية (السولينويد) داخل الصمام على تثبيت ضغط الفرامل أو خفضه أو رفعه مجددًا على مستوى المحور أو العجلة. أي أن صمام ترحيل ABS يتولى وظيفة التسريع التي يؤديها صمام الترحيل، ويجري في الوقت نفسه تعديلًا للضغط من أجل التحكم في الانزلاق. وكثيرًا ما تسمى هذه الصمامات في بنية EBS أيضًا معدل المحور.

موقعه ووظيفته في النظام

يركب صمام الترحيل عادة عند المحور البعيد عن صمام الفرامل الرئيسي، أي عند المحور الخلفي في رأس القاطرة، وقرب مجموعة المحاور في جهة المقطورة أو نصف المقطورة، وبأقرب ما يمكن من حجرات الفرامل الهوائية وخزان التغذية. وهذا

القرب هو علة وجود الصمام: فكلما قصر المسار الذي يقطعه الهواء كانت الاستجابة أسرع. كما يطبق *صمام ترحيل فرامل النابض* المستخدم في التحكم في فرامل الركن (حجرة فرامل النابض)، وصمامات الترحيل الخاصة بالتحكم في فرامل المقطورة، منطق التسريع نفسه في دوائر مختلفة.

التطبيقات النموذجية والمطابقة

التطبيق / الفئة	مثال على الاستخدام	الميزة البارزة
المحور الخلفي لرأس القاطرة (عدد المحاور: 2)	تسريع دائرة الفرامل الرئيسية	معدل تدفق مرتفع وتفريغ سريع
مقطورة / نصف مقطورة	التحكم في فرامل المقطورة	خيار الضغط المسبق (تقدم ضغط المقطورة)
دائرة فرامل الركن / فرامل النابض	تفريغ سريع لحجرة فرامل النابض	نوع صمام ترحيل فرامل النابض
مركبة مجهزة بنظام EBS/ABS	تعديل الضغط على مستوى المحور + التحكم في الانزلاق	صمام كهرومغناطيسي + تحكم إلكتروني
حافلة / حافلة متوسطة	تعويض التأخر في خطوط الشاسيه الطويل	توزيع متعدد المنافذ

التحقق من رقم القطعة: رغم أن صمامات الترحيل تتشابه كثيرًا في مظهرها الخارجي، فإن نسبة التحكم وقطر المنافذ وضغط بدء الفتح وقيم الضغط المسبق تختلف بحسب النوع. وقد يؤدي تركيب صمام من نوع خاطئ إلى عدم توازن الفرامل بين المحاور. لذا تحقق قبل التركيب دائمًا من المطابقة وفق رقم القطعة OE الخاص بالمركبة وبنية المنافذ والتوافق مع EBS/ABS إن وجد، ولا تعتمد على التشابه الشكلي.

أعراض الأعطال والتشخيص

تبدأ أعطال صمام الترحيل عادة على هيئة «الفرامل تعمل لكن هناك أمرًا غريبًا». ويلخص الجدول التالي الأعراض الأكثر شيوعًا في الميدان مع أسبابها المحتملة وطرق التحقق منها.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
تأخر عمل الفرامل، والمحور الخلفي يستجيب «متأخرًا»	مكبس التحكم عالق، أو الصمام الداخلي يفتح ببطء	قس بالمانومتر فارق التوقيت بين ضغط التحكم وضغط الخرج
تتأخر الفرامل في التحرر بعد ترك الدواسة، وترتفع حرارة العجلة	انسداد منفذ التنفيس، أو عجز الصمام عن العودة إلى وضع التنفيس	فك كاتم صوت التنفيس واستمع إلى سرعة التفريغ أو راقبها
تسرب مستمر للهواء من منفذ التنفيس	صمام الدخول لا يغلق تمامًا، أو حلقة دائرية (O-ring) متآكلة	افحص منفذ التنفيس برغوة الصابون (والفرامل مضغوطة ثم محررة)
عدم توازن الفرامل بين المحاور، وانحراف المركبة عند الكبح	صمام من نوع خاطئ، أو نسبة تحكم مختلفة، أو تسرب داخلي	قارن ضغطي الخرج للمحورين في الوقت نفسه باستخدام المانومتر
إضاءة لمبة تحذير ABS / عطل في EBS	عطل في الصمام الكهرومغناطيسي لصمام ترحيل ABS أو في توصيلاته الكهربائية	اقرأ رمز عطل المعدل ومقاومة الملف الكهرومغناطيسي بجهاز تشخيص الأعطال
ضغط الفرامل أقل من القيمة المستهدفة، وكبح غير كافٍ	تسرب داخلي، أو تقييد في منفذ التغذية، أو تمزق في الغشاء	صل مانومترًا بمنفذ الخرج، وقارن الضغط عند الضغط الكامل على الدواسة بضغط الخزان
عمل غير منتظم بسبب التجمد في الطقس البارد	رطوبة/ماء في النظام، وتجمد داخل الصمام	افحص مجفف الهواء وتصريف الخزان؛ وابحث عن مصدر الرطوبة

اختبار الضغط والتوقيت باستخدام المانومتر

أكثر طرق التشخيص موثوقية هي توصيل مانومتر بمدخل التحكم وآخر بمنفذ الخرج، ثم مراقبة ما إذا كان الضغطان يرتفعان في الوقت نفسه عند الضغط على الدواسة. ففي صمام الترحيل السليم يجب أن يتبع ضغط الخرج ضغط التحكم بتأخر ضئيل جدًا وبنسبة تقارب 1:1. أما التأخر الواضح، أو انخفاض ضغط الخرج، أو بطء هبوط ضغط الخرج بعد ترك الدواسة، فكلها تشير إلى الصمام.

اختبار التسرب

يبحث عن التسرب برغوة الصابون عند منفذ التنفيس والفرامل محررة، وعند وصلات المنافذ والفرامل مضغوطة. وخروج الهواء باستمرار من منفذ التنفيس في وضع الضغط على الفرامل يدل على أن الصمام الداخلي (صمام الدخول) لا يغلق تمامًا. أما التسرب من منفذ الخرج إلى منفذ التغذية في الوضع المحرر فيشير إلى مشكلة في الإحكام الداخلي.

التشخيص الإلكتروني لنظامي ABS/EBS

في صمام ترحيل ABS تقرأ أولًا رموز أعطال المعدل بجهاز تشخيص الأعطال، ثم تفحص مقاومات ملفات السولينويد وتوصيلات أطراف الموصل. فحتى لو كان الجزء الميكانيكي من الصمام سليمًا، فإن انقطاعًا كهربائيًا واحدًا قد يعطل وظيفة ABS في المحور بأكمله؛ لذا يجب إجراء التشخيص الإلكتروني والهوائي معًا.

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؛ أما أوروبا فتطبق الحدود المكافئة الواردة في لائحة الأمم المتحدة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا (UNECE). وللتفاصيل راجع المرجع المصور على الموقع 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.

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الوقاية الشخصية والسلامة: قد يسبب الهواء المضغوط إصابات. قبل بدء العمل ثبت المركبة على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأوقف المحرك، و**فرغ جميع خزانات الهواء بالكامل**. ولا يجوز فك أي منفذ أو وصلة قبل أن يصل الضغط إلى الصفر. استخدم نظارات واقية وقفازات، وإذا كنت تعمل على دائرة فرامل الركن فتأكد من تأمين حجرات فرامل النابض ميكانيكيًا.

1. **أمّن المركبة:** أوقفها على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأطفئ المحرك، وأدر مفتاح التشغيل إلى وضع الإيقاف.
2. **فرغ الضغط:** فرغ جميع خزانات الهواء في الدائرة المعنية عبر صمامات التصريف، وتحقق بالمانومتر من أن الضغط أصبح صفرًا.

3. **ضع علامات على الخطوط:** قبل الفك ضع ملصقات على خطوط التغذية والتحكم والخرج والتنفيس أو التقط صورًا لها؛ فالتوصيل الخاطئ هو أكثر الأخطاء شيوعًا.

4. **افصل التوصيل الكهربائي (النوع ABS):** في صمام ترحيل ABS انزع الموصل بعناية من لسان القفل، دون الإضرار بالأطراف والمشبك.

5. **فك خطوط الهواء:** أرخ الوصلات بمفتاح مناسب، وافصل الخراطيم والأنابيب دون إجهادها، واسدد فتحات المنافذ مؤقتًا لمنع دخول الأوساخ.

6. **فك الصمام القديم:** أخرج الصمام من موضعه بفك مسامير التثبيت أو حامل التثبيت، وافحص سطح الإحكام وحالة نقطة التثبيت.

7. **نظف سطح التركيب:** أزل بقايا الحشية القديمة والأوساخ والصدأ من سطح التوصيل، واستبدل حامل التثبيت إذا كان تالفًا أو متشققًا.

8. **ضع الصمام الجديد في موضعه:** ركب الصمام من النوع الصحيح بحيث تتوافق اتجاهات منافذه مع ترتيب المركبة، واستخدم حشية/حلقة دائرية (O-ring) جديدة، واربط المسامير تدريجيًا وفق عزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة.

9. **أعد توصيل الخطوط:** صل خطوط التغذية والتحكم والخرج والتنفيس بالمنافذ الصحيحة وفق الملصقات، واربط الوصلات بإحكام يمنع التسرب دون إفراط في الشد. وتأكد من أن منفذ التنفيس متجه إلى الأسفل وغير مسدود.

10. **ركب الموصل الكهربائي (النوع ABS):** ادفع الموصل حتى يستقر تمامًا، وتحقق من تعشيق لسان القفل.

11. **املأ النظام واختبره:** شغل المحرك واملأ النظام حتى يبلغ الضغط الاسمي، وأجر اختبار التسرب على جميع الوصلات، ثم اضغط على الدواسة واتركها لفحص سرعة عمل الفرامل وتحررها والتوازن بين المحاور؛ وفي النوع ABS تحقق بجهاز التشخيص من عدم بقاء أي رمز عطل.

نقاط تستدعي الانتباه (الأخطاء الشائعة)

أخطر الأخطاء، الخلط بين المنافذ: توصيل منافذ التغذية والتحكم والخرج بصورة خاطئة هو الخطأ الأكثر شيوعًا وخطورة. فتوصيل خط التحكم بمنفذ التغذية يؤدي إلى عدم عمل الفرامل إطلاقًا أو عملها بصورة خاطئة. لذا ضع ملصقات على الخطوط دائمًا قبل الفك، وتحقق من اتجاهات المنافذ بعد التركيب.

اتجاه منفذ التنفيس: توجيه منفذ التنفيس إلى الأعلى أو انسداده يؤدي إلى تراكم الماء والأوساخ، وإلى التجمد في الشتاء، وإلى تأخر تحرر الفرامل. لذا يجب أن يكون منفذ التنفيس متجهًا دائمًا إلى الأسفل وغير مسدود، وأن يكون كاتم الصوت مركبًا.

- تركيب صمام بنسبة تحكم مختلفة اعتمادًا على التشابه الشكلي، مما يسبب عدم توازن بين المحاور.
- إعادة استخدام الحلقات الدائرية (O-ring) والحشيات القديمة المتصلبة، مما يسبب تسربًا داخليًا وتأخرًا في التحرير.
- ربط المسامير بعزم زائد أو ناقص أو دفعة واحدة، مما يعرض الجسم لخطر التشقق أو التسرب.
- فك الخطوط دون تفريغ الضغط، مما ينطوي على خطر الإصابة الجسيمة.
- إغفال اختبار التسرب واختبار الأداء بعد التركيب، مما قد يؤدي إلى التعطل على الطريق أو إلى مخاطر على السلامة.
- تركيب الموصل جزئيًا في النوع ABS دون قفل اللسان، مما يسبب إضاءة لمبة العطل وفقدان الوظيفة.
- استبدال الصمام دون حل مشكلة مجفف الهواء أو الرطوبة، فيتأثر الصمام الجديد بدوره خلال وقت قصير.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات **مرجعية نموذجية / عامة** لأنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة، وهي تختلف بحسب المركبة ونوع الصمام؛ والمرجع في القيم الدقيقة دليل خدمة OE.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط تشغيل النظام	نحو 8–12.5 bar (≈116–181 psi)	يختلف بحسب المركبة والدائرة
نسبة ضغط التحكم إلى ضغط الخرج	≈ 1:1 (مع ضغط مسبق في بعض الأنواع)	يتوقف على نوع الصمام
ضغط بدء الفتح	في حدود 0.1–0.4 bar تقريبًا	بحسب خيار الضغط المسبق
التسرب الداخلي المسموح به	المستهدف عمليًا «صفر»؛ وأي تسرب قابل للقياس يعد عطلًا	يجب ألا تظهر فقاعات مستمرة في اختبار الصابون
نطاق درجة حرارة التشغيل	من نحو −40 °C إلى +80 °C	حد تحمل المواد المطاطية وحد التجمد
سلوك التفريغ عبر منفذ التنفيس	تفريغ فوري وكامل عند ترك الدواسة	التأخر يعني مشكلة في الصمام الداخلي أو منفذ التنفيس

تختلف عزوم ربط الوصلات أيضًا بحسب النوع ومقاس المسمار؛ والقيم التالية مرجعية عامة فقط.

الوصلة	النطاق النموذجي لعزم الربط	ملاحظة
مسمار تثبيت الجسم/حامل التثبيت (M8)	نحو 20–30 Nm	اربط تدريجيًا وبالتناوب القطري
مسمار تثبيت الجسم/حامل التثبيت (M10)	نحو 40–55 Nm	المرجع هو قيمة OE
وصلة خط الهواء	وفق مواصفات الشركة المصنعة	لا تفرط في الربط، ولا تتلف أسنان اللولب

نصيحة ميدانية: قبل الاشتباه في عطل صمام الترحيل، افحص أيضًا مجفف الهواء وتصريف الخزان وصمام الفرامل الرئيسي. فصمام الترحيل كثيرًا ما يكون ضحية الرطوبة أو الأوساخ أو الضغط غير الصحيح في النظام، والاستبدال الذي يجرى دون إزالة السبب الجذري يكون قصير الأمد.

- هل ضغط التحكم وضغط الخرج متزامنان ومتوازنان عند القياس بالمانومتر؟
- هل منفذ التنفيس غير مسدود ومتجه إلى الأسفل، والتفريغ فوري؟
- هل اختبار الصابون سليم في جميع المنافذ والوصلات (دون تسرب)؟
- هل ضغطا الخرج للمحورين متقاربان (التوازن)؟
- هل يوجد في النوع ABS رمز عطل نشط أو مخزن في جهاز التشخيص؟
- هل كاتم صوت التنفيس مركب وغير مسدود؟

الصيانة والعمر الافتراضي

يتمتع صمام الترحيل بعمر طويل إذا اقترن بنظام معالجة هواء يعمل بصورة صحيحة؛ أما عدوه الحقيقي فهو الرطوبة والزيت والأوساخ. فتغذية النظام بهواء نظيف وجاف تطيل بوضوح عمر الصمامات الداخلية والعناصر المطاطية في الصمام. ولذلك ينبغي في الصيانة الدورية النظر إلى صمام الترحيل لا بوصفه مكونًا منفصلًا، بل جزءًا من الدائرة الهوائية بأكملها.

- استبدل خرطوشة مجفف الهواء وفق الفترة التي تحددها الشركة المصنعة، واقطع الرطوبة من مصدرها.
- صرف خزانات الهواء دوريًا (ولا سيما قبل الشتاء)، وأفرغ الماء والزيت المتراكمين.

- حافظ على منفذ التنفيس وكاتم الصوت نظيفين ومفتوحين ومتجهين إلى الأسفل.
- افحص محيط صمام الترحيل بحثًا عن التسرب والتأخر أثناء الصيانة الدورية للفرامل.
- أجر في النوع ABS/EBS مسحًا منتظمًا لرموز الأعطال بجهاز التشخيص.
- بدلًا من إصلاح صمام تظهر عليه الأعراض، يفضل استبداله بالكامل لأنه مكون حيوي للسلامة.

يعمل صمام الترحيل السليم عادة دون مشكلات طوال العمر الخدمي الطويل للمركبة، غير أن عمره يقصر في الأنظمة الرطبة، وفي ظروف التشغيل القاسية، وفي المركبات المهملة صيانتها. والتدخل في الوقت المناسب عند ظهور الأعراض يحافظ على سلامة الفرامل، كما يمنع تآكل الإطارات وفحمات الفرامل الناتج عن عدم التوازن بين المحاور.

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