VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام تحديد الضغط: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

في الشاحنات يحمي صمام تحديد الضغط، على صغر حجمه، الدوائر المنخفضة الضغط، مثل تعليق الكابينة ومنفاخ المقعد، من ضغط الخط الرئيسي المرتفع. التشخيص والاستبدال.

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

يعد صمام تحديد الضغط من أهدأ أجزاء نظام الهواء في المركبات التجارية الثقيلة وأكثرها أهمية في الوقت نفسه. وكثيرًا ما يغفل عنه فنيو الصيانة، فهو مجرد جسم صغير من النحاس الأصفر مثبت على الشاسيه، يعلوه الغبار ويتقشر طلاؤه. لكن يأتي يوم تبدأ فيه فرامل الركن بالتحرر ببطء، أو يعمل منفاخ التعليق بصلابة أكبر من المتوقع، أو ينفجر خرطوم في دائرة مساعدة — لينتهي الأمر في النهاية إلى هذا الصمام. ويرد هذا الجزء في الوثائق الفنية الألمانية باسم *Druckbegrenzungsventil* (DBV)، وستصادفه بهذا الاسم في رؤوس القاطرات والمقطورات الأوروبية المنشأ، بدءًا من ملصق المنتج وصولًا إلى دليل الخدمة. وقد أعد هذا الدليل لمساعدتك على التعرف على الصمام ميدانيًا، وتشخيص عطله بدقة، واستبداله دون أخطاء، وإطالة عمره.

ملاحظة E-E-A-T: أعد فريق VADEN الفني هذه الوثيقة استنادًا إلى خبرة التطبيق العملي في أنظمة الهواء للمركبات التجارية الثقيلة وإلى وثائق خدمة OE. والقيم الواردة هنا **نطاقات نموذجية** تختلف باختلاف العلامة التجارية والطراز وتهيئة الشاسيه وتصميم الدائرة. ولتحديد ضغط الضبط الدقيق وعزم الربط وفترات الاستبدال، اعتمد دائمًا أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة. **آخر تحديث: سبتمبر 2026.**

تصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة وفق لائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الأممية/الأوروبية) ومعيار ISO 611.

ما هو صمام تحديد الضغط؟ وظيفته ومبدأ عمله

صمام تحديد الضغط (Druckbegrenzungsventil) صمام تحكم ميكانيكي يحد ضغط دائرة فرعية في نظام الهواء بالمركبات التجارية الثقيلة، بحيث لا يتجاوز قيمة عليا مضبوطة مسبقًا مهما كان الضغط في خط التغذية.

المنطق بسيط: يعمل خزان الهواء الرئيسي في رأس القاطرة عادة عند نحو 10–12.5 bar. لكن ليس كل مستهلك في النظام يتحمل هذا الضغط أو يحتاج إليه. فتعليق الكابينة، ومنفاخ المقعد، ومشغل قفل الترس التفاضلي، وأسطوانة فرامل العادم، والبوق، ودائرة مأخذ القدرة (PTO)، وأنظمة مساعدة الأبواب والأقفال — كل منها يعمل بأعلى كفاءة وأطول عمر عند ضغط التصميم الخاص به. وهنا تحديدًا يأتي دور صمام تحديد الضغط: فهو يستقبل التغذية العالية الضغط، ويوفر عند المخرج ضغطًا أقصى ثابتًا وآمنًا.

يضم الصمام من الداخل أساسًا نابضًا ومكبسًا (أو غشاء) وطقم إحكام. ويبقى الصمام مفتوحًا ويمرر الهواء إلى أن يبلغ ضغط المخرج قيمة الضبط التي يحددها الحمل المسبق للنابض. وبمجرد الوصول إلى قيمة الضبط يتغلب المكبس على قوة النابض ويتحرك نحو المقعد فيغلق المسار. وعندما ينخفض الضغط في جهة المخرج بسبب الاستهلاك يدفع النابض المكبس إلى الخلف فينفتح الصمام مجددًا. أي أن الصمام لا يعمل بمنطق «فتح–إغلاق» متواصل، بل في حالة تعديل مستمر بحثًا عن التوازن؛ ولذلك توجد دائمًا هسترة صغيرة (الفرق بين ضغط الفتح وضغط الإغلاق) حول ضغط الضبط، وهذا أمر طبيعي.

- **الجسم:** من النحاس الأصفر أو الألومنيوم المصبوب عادة؛ ويأتي منفذا الدخول (1) والخروج (2) في معظم التطبيقات بمعيار سن M12×1.5 أو M16×1.5 أو M22×1.5.
- **نابض الضبط:** العنصر الرئيسي الذي يحدد ضغط التحديد. وكلال النابض يعني انحراف ضغط الضبط.
- **المكبس / الغشاء:** العنصر المتحرك الذي يوازن قوة الضغط بقوة النابض.
- **مقعد الصمام:** سطح الإغلاق. والخدوش أو الأوساخ أو التآكل تعني تسربًا مستمرًا.
- **الحلقة الدائرية (O-ring) وطقم الإحكام:** من مادة NBR أو EPDM؛ ومقاومة الحرارة والزيت هي العامل الحاسم هنا.
- **برغي الضبط وصامولة القفل / الغطاء:** توجد في الأنواع القابلة للضبط؛ أما الأنواع الثابتة الضبط فلها غطاء مثبت بالكبس.
- **فتحة التنفيس (في بعض الأنواع):** وظيفة أمان تفرغ الضغط الزائد إلى الجو.

هل صمام تحديد الضغط ومنظم الضغط شيء واحد؟

لا — وهذه أكثر نقطة يقع فيها الخلط ميدانيًا. إذ يركب **منظم الضغط (Druckregler)** عند مخرج ضاغط هواء الفرامل، ويدير ضغط النظام الرئيسي، وينقل الضاغط إلى وضع التفريغ عند بلوغ ضغط القطع. أما **صمام تحديد الضغط** فلا يحمي

النظام الرئيسي، بل يحمي *دائرة فرعية*؛ فهو لا يتواصل مع الضاغط، وإنما يحد الضغط عند مخرجه فقط. وهناك أيضًا **صمام الأمان (Sicherheitsventil)**: وهو مغلق تمامًا في الوضع الطبيعي، ولا يطلق الهواء إلى الخارج إلا عند ضغط زائد خطير. أما صمام تحديد الضغط فيمرر الهواء باستمرار أثناء التشغيل الطبيعي. فلكل منها وظيفة مختلفة، ولا يركب أحدها مكان الآخر.

الأنواع القابلة للضبط والأنواع الثابتة الضبط

تعاير الأنواع الثابتة الضبط لدى الشركة المصنعة على قيمة محددة ثم تختم، ولا يتوقع التدخل فيها. أما الأنواع القابلة للضبط ففيها برغي ضبط في الغطاء العلوي — وكلما شد البرغي زاد الحمل المسبق للنابض، ومن ثم ضغط التحديد. وضبط صمام قابل للضبط ميدانيًا «بالعين» أمر خطير وعديم الجدوى معًا؛ ويجب أن يتم دائمًا بمقياس ضغط معاير ووفق القيمة المستهدفة في دليل الخدمة.

الأنواع المزودة بوظيفة التدفق العكسي

في بعض التطبيقات يضم الصمام وظيفة تجاوز أو صمام عدم رجوع مدمجًا يسمح للضغط في جهة المخرج بالتدفق عكسيًا نحو جهة الدخول. ويكتسب ذلك أهمية خاصة في دوائر تعليق الكابينة والخزانات المساعدة. فعند تركيب صمام يفتقر إلى خاصية التدفق العكسي في دائرة كهذه، يبدو النظام «وكأنه يعمل»، لكن تبدأ شكاوى السائق من صلابة الكابينة أو تأخر التفريغ أو بقاء ضغط دائم في المنفاخ. لذلك يجب أن يتطابق *نوع الوظيفة* أيضًا، لا ضغط الضبط وحده.

التطبيق / الدائرة	مجموعة المركبات النموذجية	نطاق التحديد النموذجي	ملاحظة
دائرة تعليق الكابينة	رؤوس القاطرات الأوروبية (4×2 / 6×2)	~6–8.5 bar	غالبًا من النوع المزود بوظيفة التدفق العكسي
منفاخ المقعد / دائرة راحة السائق	رؤوس القاطرات والحافلات	~6–8 bar	تدفق منخفض وضبط دقيق
مشغل قفل الترس التفاضلي	شاحنات البناء والطرق الوعرة	~6–8.5 bar	ضغط تصميم المشغل هو العامل الحاسم
أسطوانة فرامل العادم / فرامل المحرك	الشاحنات والحافلات	~5–8 bar	تفاوت واسع حسب التطبيق
الدوائر المساعدة / دوائر المعدات (مأخذ القدرة PTO، الهيكل العلوي)	القلابات والرافعات والهياكل العلوية لرؤوس القاطرات	~6–10 bar	مواصفات الشركة المصنعة للهيكل العلوي هي المرجع
الدوائر المساعدة لتغذية المقطورة	نصف مقطورة	~6.5–8.5 bar	يرجع إلى دليل الشركة المصنعة للمقطورة

التحقق من رقم القطعة أمر لا غنى عنه. الجدول أعلاه للاسترشاد فقط؛ فلا تقرأ أي سطر منه على أنه «هذا هو الضغط في هذه المركبة». فقد يستخدم الطراز نفسه من رأس القاطرة صمامات مختلفة الضبط في رمزي شاسيه مختلفين. ولاختيار القطعة الصحيحة تحقق من العناصر الأربعة معًا: (1) رقم الشاسيه/VIN للمركبة، (2) رقم OE وختم قيمة الضبط على جسم الصمام المفكوك، (3) نوع وظيفة الدائرة (مع تدفق عكسي / بدون تدفق عكسي)، (4) سن المنفذ وشكل الجسم. أما المراجع المكافئة لمنتجات Knorr-Bremse وWABCO/ZF وHaldex وBendix أو المماثلة لها فهي لأغراض المراجع التبادلية فقط؛ والاعتماد النهائي يكون لبيانات كتالوج الشركة المصنعة للمركبة.

أعراض الأعطال والتشخيص

نادرًا ما تأتي أعطال صمام تحديد الضغط «بشكل مفاجئ». فهي تتسلل عادة بالتدريج: يتأخر عمل الدائرة قليلًا في الصباح أولًا، ثم يتضح ذلك في الطقس البارد، وفي النهاية تصبح الدائرة غير صالحة للاستخدام تمامًا. ويلخص الجدول التالي الأعراض الأكثر شيوعًا ميدانيًا وأسبابها المحتملة وطرق الفحص التي تميز بينها.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
ضغط المخرج يبقى دون القيمة المستهدفة؛ والدائرة تعمل بضعف	نابض الضبط أصابه الكلال أو هبط، أو المكبس عالق بسبب الأوساخ، أو المقطع الداخلي مسدود	اربط مقياس ضغط معايرًا بمنفذ الخروج؛ واقرأ قيمة المخرج والنظام عند كامل ضغطه، ثم قارنها بالنطاق المستهدف في دليل الخدمة
ضغط المخرج يتجاوز قيمة الضبط؛ والمنفاخ/المشغل صلب أكثر من اللازم	الصمام لا يغلق: المقعد مخدوش، أو المكبس عالق في وضع الفتح، أو وجود جسم غريب	راقب ضغط الدائرة بمقياس الضغط؛ فإذا استمر في الارتفاع مع ضغط النظام فالصمام لا يؤدي وظيفة التحديد
تسرب هواء مستمر من جسم الصمام أو من الغطاء	الحلقة الدائرية متصلبة أو ممزقة، أو شرخ في الجسم، أو تسرب من غطاء الضبط	والنظام تحت الضغط، افحص منطقة الجسم والغطاء والمنافذ برغوة الصابون؛ وحدد موضع التسرب بدقة
تدفق هواء مستمر من فتحة التنفيس (في الأنواع المزودة بها)	فقدان الإحكام الداخلي، أو تلف المقعد، أو كسر النابض	افحص مخرج فتحة التنفيس بإصبعك (بحذر لوجود الضغط)؛ فإذا كان التدفق متواصلًا فالصمام يعاني تسربًا داخليًا
تأخر العمل أو توقفه تمامًا في الطقس البارد فقط، وعودته إلى طبيعته بعد الإحماء	ماء متكثف متجمد أو جليد في الداخل، أو تراجع أداء المجفف، أو تصلب المواد المطاطية	افحص مجفف الهواء وتصريف الخزان؛ فإذا خرج ماء من الخزان فالسبب الجذري هو المجفف لا الصمام
طول زمن تشغيل ضاغط الهواء وزيادة تكرار دوراته	تسرب من الصمام يفرغ النظام باستمرار	المحرك متوقف والنظام عند كامل ضغطه: راقب انخفاض ضغط الخزان الرئيسي خلال 10 دقائق؛ ثم اعزل الصمام وكرر الاختبار
ضغط المخرج متذبذب وغير مستقر (المشغل يهتز)	تآكل في مجرى توجيه المكبس، أو كسر النابض، أو تعلق وانفلات متكرر بسبب الاتساخ	املأ الدائرة وفرغها عدة مرات مع مراقبة مقياس الضغط؛ فإذا تأرجح المؤشر فهناك عدم استقرار ميكانيكي داخلي
الدائرة لا تفرغ، والضغط محتبس بشكل دائم	تركيب صمام بلا وظيفة تدفق عكسي، أو انسداد مسار التجاوز	قارن نوع القطعة التي فككتها ورقم OE الخاص بها بالقطعة الجديدة المركبة

القياس الصحيح بمقياس الضغط

مقياس الضغط هو العمود الفقري للتشخيص، لا مؤشر الكابينة. فمؤشرات الكابينة تعرض عادة الدوائر الرئيسية، ولا تكشف الضغط الفعلي للدائرة المساعدة. اربط مقياس ضغط معايرًا بأقرب نقطة اختبار إلى مخرج الصمام (وصلة اختبار إن وجدت، وإلا فوصلة T مناسبة). وخذ القراءة بعد أن يبلغ النظام كامل ضغطه، والمحرك متوقف والضغط مستقر. ثم قارن القيمة المقروءة بالقيمة المستهدفة في دليل الخدمة؛ فإذا كانت خارج حدود التفاوت المسموح فالصمام موضع شك.

عزل التسرب

البحث عن التسرب في نظام الهواء عملية استبعاد. أغلق مدخل الصمام المشتبه به بسدادة عمياء؛ فإذا استمر التسرب فالمشكلة ليست في الصمام بل في بقية الخط. وإذا توقف التسرب فالمسؤول هو الصمام أو وصلة التوصيل. وخطوة إضافية: يمكنك فك الصمام وتعريضه للضغط على طاولة العمل (بمعدات مناسبة) لرؤية تسربه الداخلي مباشرة. أما رغوة الصابون فهي طريقة بسيطة، لكنها لا تزال الأكثر موثوقية.

ما يجب استبعاده قبل اتهام الصمام

كثيرًا ما يتحمل صمام تحديد الضغط تبعات مشكلات تسبقه في النظام. لذا استبعد ما يلي قبل استبداله: هل تشبعت خرطوشة مجفف الهواء (فقد تكون الرطوبة تتسرب إلى داخل الصمام)؟ وهل تعمل صمامات تصريف الخزانات؟ وهل تراجعت كفاءة ضاغط الهواء (فقد لا يبلغ الضغط الرئيسي القيمة المستهدفة من الأساس)؟ وهل في الخطوط انبعاج أو التواء؟ وهل يغذي صمام الحماية الرباعي الدوائر دائرته بشكل صحيح؟ فإذا كانت التغذية الرئيسية لا تصل إلى 8 bar من الأساس، فإن استبدال الصمام الذي يحد الضغط عند 8 bar لن يصلح شيئًا.

المعايير وقراءات إضافية

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 المنشور على موقع 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

السلامة ومعدات الوقاية الشخصية. الهواء المضغوط قد يكون قاتلًا. قبل البدء: أوقف المحرك، وأطفئ مفتاح التشغيل، وثبت المركبة بمصدات العجلات، وأمن فرامل الركن بالطريقة المناسبة، و**فرغ الدائرة المعنية تفريغًا كاملًا** (بضغطات فرملة تجريبية وتصريف الخزانات). وارتد نظارات واقية وقفازات عمل وواقيات أذن. ولا تفك أبدًا وصلة تحت الضغط — فالوصلة المنطلقة والغبار قد يسببان تلفًا دائمًا في العين. وإذا كنت تعمل على دائرة التعليق أو الرفع، فلا تدخل تحت المركبة قبل تثبيتها بدعامات ميكانيكية. وإذا ساورك الشك فأوقف العمل وأحل المركبة إلى مركز خدمة معتمد.

1. **تحقق من العطل:** قبل فك القطعة، أثبت بقياس الضغط وعزل التسرب أن الصمام هو المسؤول فعلًا. فاستبدال القطع بالتخمين خسارة للمال وللثقة معًا.

2. **جهز قطعة الغيار الصحيحة:** طابقها برقم الشاسيه/VIN، ورقم OE للصمام المراد فكه، وختم ضغط الضبط، وسن المنفذ، ونوع الوظيفة. واحرص على أن تكون القطعة الجديدة بين يديك قبل بدء العمل، وقارن ختم جسمها بالقطعة القديمة جنبًا إلى جنب.

3. **فرغ الدائرة تفريغًا كاملًا:** المحرك متوقف ومفتاح التشغيل مطفأ. صرف الدائرة المعنية وتأكد *بقراءة* مقياس الضغط من أنها عند **0 bar**. فعبارة «أظنها فرغت» ليست طريقة تحقق.

4. **وثق موضع التركيب واتجاه الخطوط:** التقط صورًا قبل الفك. وضع علامات على منفذي الدخول والخروج (عادة 1 = دخول، 2 = خروج). فالخلط بين الخطوط يجعل الصمام يعمل بالاتجاه المعاكس ولا يحمي الدائرة إطلاقًا.

5. **افصل الخطوط واحم فتحاتها:** فك الوصلات بمفتاح مناسب مع تثبيت الجسم بمفتاح مقابل. وأغلق أطراف الخراطيم المفكوكة بسدادات أو شريط نظيف؛ فغبار الشاسيه إذا دخل الخط مرة واحدة أفسد مقعد الصمام الجديد أيضًا.

6. **فك الصمام وافحص القطعة القديمة:** دون ملاحظاتك عن التآكل على الجسم، والماء في الداخل، وترسبات الزيت، وجزيئات البرادة أو الصدأ. فهذه النتائج تكشف السبب الجذري: إذا جاء الماء من الداخل فيجب فحص المجفف، وإذا ظهرت حمأة زيتية سوداء فيجب فحص ضاغط الهواء.

7. **نظف سطح التوصيل والخطوط:** أزل بقايا الحشية القديمة أو التفلون عن سطح السن تمامًا. فتوصيل خط متسخ بصمام جديد يعيد العطل نفسه بعد بضعة آلاف من الكيلومترات. وإذا لزم الأمر فنظف الخط بالهواء المضغوط وجففه.

8. **ركب الصمام الجديد بطريقة الإحكام الصحيحة:** استخدم الحشية أو الحلقة الدائرية أو طريقة إحكام السن التي تحددها الشركة المصنعة. لا تفرط في لف شريط التفلون، و**اترك أول 1–2 لفة من مدخل السن دون شريط** — فقد تدخل جزيئات الشريط إلى الصمام وتفسد المقعد. وإذا استخدمت مادة إحكام سائلة فالتزم بزمن المعالجة.

9. **اربط بعزم الربط المحدد في الدليل:** ركب الصمام يدويًا أولًا دون أن تتداخل الأسنان بشكل خاطئ، ثم اربطه بعزم الربط المحدد في الدليل. فالعزم الزائد على جسم من النحاس الأصفر يعني جسمًا متشققًا وإعادة للعمل. واربط الوصلات مع تثبيت الجسم بمفتاح مقابل؛ فالربط بلي الجسم يجهد الآلية الداخلية.

10. **املأ النظام وأجر اختبار التسرب:** شغل المحرك حتى يبلغ النظام كامل ضغطه. وافحص جميع الوصلات والجسم وفتحة التنفيس إن وجدت برغوة الصابون. ثم أوقف المحرك وكرر اختبار انخفاض الضغط.

11. **تحقق من الوظيفة وقيمة الضبط:** اقرأ ضغط المخرج بمقياس الضغط؛ هل هو ضمن النطاق المحدد في الدليل؟ شغل الدائرة عدة مرات (املأ المنفاخ وفرغه، وفعل المشغل) وتأكد من استقرار السلوك. وإذا أجريت ضبطًا على نوع قابل للضبط فأحكم تثبيت صامولة القفل، ثم أعد القراءة بعد اختبار القيادة على الطريق.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

أغلى خطأ: تجاهل السبب الجذري. إذا كنت تستبدل صمام تحديد الضغط للمرة الثانية في المركبة نفسها، فالمشكلة ليست في الصمام. فإما أن مجفف الهواء متشبع، أو أن ضاغط الهواء يسرب الزيت، أو أن تصريف الخزان لا يعمل. فالرطوبة والزيت الداخلان إلى النظام ينهيان عمر الصمام الجديد بالطريقة نفسها، أيًا كانت العلامة التجارية التي تركبها. وعند العطل الثاني لا تركز على الصمام، بل أخضع مجموعة معالجة الهواء لفحص شامل.

لا يوجد صمام «مماثل تقريبًا». الصمام الذي يناسب سنه ويشبه جسمه الصمام السابق، لكن يختلف ضغط ضبطه بمقدار 1 bar، لا يحمي النظام — بل يؤخر العطل فحسب، وغالبًا ما يتلف قطعة أغلى (المنفاخ أو المشغل أو الأسطوانة). وتركيب صمام بلا وظيفة تدفق عكسي في دائرة تتطلبها يندرج في الفئة نفسها: القطعة تثبت في مكانها، لكن النظام لا يعمل كما ينبغي.

- **إدارة برغي الضبط «بالإحساس»:** كل ضبط يجرى دون مقياس ضغط معاير هو مجرد تخمين. أما محاولة الضبط في الأنواع المختومة أو ثابتة الضبط فتحول القطعة مباشرة إلى خردة.
- **العزم الزائد:** تشقق الجسم النحاسي هو السبب الأكثر شيوعًا ميدانيًا لحالة «القطعة الجديدة تعطلت فورًا». التزم بعزم الربط المحدد في الدليل، ولا تستخدم مفاتيح الربط الآلية (الكهربائية أو الهوائية).
- **لف شريط التفلون بإفراط وبطريقة خاطئة:** الشريط الملفوف حتى مدخل السن يدخل إلى الداخل ويفسد المقعد. ويجب أيضًا أن يكون اتجاه لف الشريط في اتجاه شد السن.
- **توصيل الخطوط بشكل معكوس:** عند الخلط بين الدخول والخروج يبدو الصمام في أغلب الأحيان وكأنه «يمرر الهواء»، لكنه لا يحد الضغط. لذا التقط صورًا وضع علامات قبل الفك.
- **قطعة نظيفة على خط متسخ:** الصدأ والبرادة وبقايا الحشيات الجافة في الخط تندفع مباشرة إلى داخل الصمام الجديد عند أول تعريض للضغط.
- **الفك دون تفريغ الضغط:** السبب الأكثر شيوعًا للإصابات. لا تفك أي وصلة قبل أن يشير مقياس الضغط إلى 0.
- **اعتبار التسرب «مقبولًا»:** التسرب الصغير للهواء يبقي ضاغط الهواء في حالة تشغيل مستمر، فيزيد استهلاك الوقود وحرارة الضاغط وكمية الزيت الداخلة إلى النظام. فالتسرب الصغير هو الفاتورة المبكرة لعطل كبير.
- **إعادة استخدام حشية الوصلة أو القارنة:** الحشية التي شدت مرة واحدة تكتسب تشوهًا دائمًا. صمام جديد يعني حشية جديدة.
- **ترك الصمام دون حماية أثناء أعمال اللحام أو الطلاء:** خبث اللحام المتطاير والطلاء يتلفان المقعد والمواد المطاطية بصمت.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية ذات طابع **نموذجي / مرجعي عام** لأنظمة الهواء في المركبات التجارية الثقيلة. وهي تختلف باختلاف العلامة التجارية والطراز ورمز الشاسيه وتصميم الدائرة؛ وللقيمة الدقيقة يعتمد أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة.

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	الشرح
ضغط تشغيل النظام الرئيسي	~8.0–12.5 bar (≈116–181 psi)	ضغط القطع وضغط إعادة التشغيل يحددهما منظم الضغط
ضغط التحديد في الدائرة المساعدة	~5.5–8.5 bar (≈80–123 psi)	خاص بكل تطبيق؛ والختم على جسم الصمام هو المرجع
تفاوت الضبط	عادة ±0.2–0.5 bar	إذا حدد الدليل تفاوتًا أضيق فهو المعتمد
الهسترة (فرق الفتح–الإغلاق)	~0.2–0.6 bar	الفرق الصغير طبيعي؛ أما الفرق الكبير فيشير إلى تآكل داخلي
أقصى ضغط دخول مسموح به	عادة من فئة ~12.5–13 bar	لا تتجاوز القيمة المدونة على الملصق أو في الكتالوج
نطاق درجة حرارة التشغيل	~ −40 °C … +80 °C	يختلف حسب نوع المادة المطاطية (NBR / EPDM)
انخفاض الضغط في الاختبار (دائرة معزولة)	في حدود ~0.1–0.2 bar خلال 10 دقائق	معيار القبول وفق الدليل؛ والانخفاض الملحوظ يعني وجود تسرب
معيار سن المنفذ	M12×1.5 / M16×1.5 / M22×1.5 (الأكثر شيوعًا)	قد تختلف الأسنان والشكل الهندسي حسب التطبيق

نقطة الربط	نطاق عزم الربط النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
وصلة / منفذ M12×1.5	~20–30 Nm	ابق قريبًا من الحد الأدنى في الأجسام النحاسية
وصلة / منفذ M16×1.5	~30–45 Nm	اربط مع تثبيت الجسم بمفتاح مقابل
وصلة / منفذ M22×1.5	~40–60 Nm	يختلف حسب نوع الحشية
مسمار ملولب لتثبيت الحامل / الجسم (M8)	~20–25 Nm	يعتمد على تصميم حامل التثبيت في الشاسيه
صامولة قفل برغي الضبط	~8–15 Nm	يجب تثبيتها دون الإخلال بالضبط

نصيحة ميدانية: تعطى قيم عزم الربط لسن جاف ونظيف. وعند استخدام مادة إحكام سائلة للسن أو شريط، ينخفض الاحتكاك فيزداد الإجهاد الفعلي عند العزم نفسه — وهذا يعني في الجسم النحاسي حدوث شرخ. فإذا كنت تستخدم مادة إحكام فابدأ من الحد الأدنى للنطاق المحدد في الدليل، واربط تدريجيًا إذا ظهر تسرب. واقرأ ضغط النظام دائمًا **بمقياس ضغط معاير**؛ فمؤشر الكابينة أداة إعلامية وليس أداة تشخيص.

- **ختم الجسم:** هل يتطابق رقم OE وختم قيمة الضبط تمامًا بين الصمام المفكوك والصمام المركب؟
- **ضغط المخرج:** هل ضغط المخرج ضمن نطاق الدليل ومستقر عندما يكون النظام عند كامل ضغطه؟
- **التسرب:** هل يبقى الجسم والغطاء والوصلات وفتحة التنفيس خالية من الفقاعات عند اختبار رغوة الصابون؟
- **الاختبار الساكن:** والمحرك متوقف، هل انخفاض الضغط خلال 10 دقائق ضمن حد القبول؟
- **الماء المتكثف:** هل يخرج ماء أو زيت من تصريف الخزان؟ إذا كان كذلك فالدور على فحص المجفف وضاغط الهواء.
- **الجانب الميكانيكي:** هل حامل التثبيت سليم، والخطوط غير مشدودة، ولا توجد نقطة احتكاك مع الاهتزاز؟
- **الوظيفة:** هل تمتلئ الدائرة وتفرغ بشكل متكرر وثابت خلال عدة دورات؟

الصيانة والعمر الافتراضي

صمام تحديد الضغط بحكم تصميمه ليس من فئة القطع التي «تشحم وتضبط وتنظف»؛ فهو ليس قطعة تفك وتصان دوريًا، بل قطعة **تراقب حالتها**. وما يحدد عمره ليس الصمام نفسه، بل جودة الهواء الذي يمر عبره. فالصمام الذي يغذى بهواء نظيف وجاف وخال من الزيت يعمل مئات الآلاف من الكيلومترات دون مشكلات؛ أما الصمام نفسه إذا غذي بهواء رطب ومحمل بالزيت فينتهي عمره خلال بضعة مواسم. لذلك فإن صيانة الصمام هي في الحقيقة صيانة لمجموعة معالجة الهواء.

- **استبدل خرطوشة مجفف الهواء في موعدها.** المجفف هو جهاز المناعة لنظام الهواء؛ فمنذ لحظة تشبعه تتجه الرطوبة مباشرة إلى الصمامات. وتختلف فترة الاستبدال في المجففات المكافئة أو المماثلة لمنتجات Knorr-Bremse وWABCO/ZF وBendix حسب كثافة الاستخدام والمناخ — فاعتمد الدليل.
- **صرف الخزانات بانتظام.** خروج الماء من الخزان أثناء الفحص الدوري رسالة من المجفف. واحرص على إجراء هذا الفحص قبل دخول الشتاء.
- **راقب ضاغط الهواء.** ضاغط الهواء الذي ينقل الزيت إلى نظام الهواء يسبب انتفاخ الحشيات المطاطية ويغطي المقعد بالحمأة. فإذا رأيت ترسبات زيتية سوداء في النظام فالسبب الجذري يقع في المراحل السابقة، أي عند المصدر.
- **اجعل اختبار التسرب جزءًا من الروتين.** المحرك متوقف، واختبار انخفاض الضغط لمدة 10 دقائق؛ قياس بسيط وسريع يعطي أبكر إنذار.
- **استعد للشتاء.** الماء المتكثف المتجمد هو العامل الأكثر شيوعًا الذي يحاكي عطل الصمام. وقبل البرد افحص الثلاثي: المجفف + التصريف + التسرب.
- **افحص الأحمال الميكانيكية.** الخرطوم المشدود وحامل التثبيت المكسور والاهتزاز تجهد جسم الصمام، وتحدث تسربًا تدريجيًا عند سن المنفذ.
- **الاستبدال بدل الإصلاح.** في دوائر السلامة بالمركبات التجارية الثقيلة، يعد إنقاذ صمام اختلت معايرته «بفتحه وتنظيفه» مخاطرة تبدو كأنها توفير. فلا يوجد إصلاح آمن ما لم يمكن التحقق منه بمعدات اختبار معايرة.

خلاصة القول: الصمام هو التقرير الصحي لنظامك. والتصرف المبكر يجنبك تكاليف المنفاخ والمشغل والأسطوانة — والأهم من ذلك تكلفة توقف المركبة عن العمل — وهي أغلى بكثير من الصمام نفسه. وعندما ترى صمامًا انتهى عمره مبكرًا على نحو غير متوقع، اطرح السؤال مرة واحدة قبل تركيب القطعة الجديدة ومتابعة الطريق: «ما الذي قتل هذا الصمام؟».

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