VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام رفع المحور: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

في الشاحنة ونصف المقطورة، إذا نزل المحور القابل للرفع من تلقاء نفسه أو لم يرتفع، فالصمام لا يغذي النابض الحامل ونابض الرفع بترتيب صحيح. التشخيص والاستبدال.

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

عندما ترد بشأن رأس قاطرة ثلاثي المحاور أو نصف مقطورة متعددة المحاور شكوى مثل «المحور القابل للرفع لا يرتفع» أو «ينزل من تلقاء نفسه أثناء السير» أو «يبقى المحور على الأرض حتى والمركبة فارغة»، فإن صمام رفع المحور يكون من أوائل المكونات التي تخضع للفحص في الميدان. يرفع هذا الصمام المحور المساعد عن الطريق عبر تفريغ النوابض الهوائية الحاملة في نظام التعليق وتزويد نابض الرفع الهوائي بالضغط؛ وعند زيادة الحمولة أو إعطاء أمر التحكم يعيد إنزال المحور إلى الأرض. ويعرف في الميدان باسم «صمام الليفت» أو «صمام الرفع» أو باسمه الإنجليزي *Lift Axle Valve*. ولا يقتصر أثر صمام الرفع الذي يعمل بشكل خاطئ على تكاليف الإطارات والوقود، بل يولد كذلك مخاطر مباشرة تتعلق بتوزيع الحمل على المحاور وقوة الجر والمطابقة للأنظمة. يتناول هذا الدليل منطق عمل الصمام وأعطاله وتشخيصها وممارسات استبداله وصيانته بلغة الميدان.

ملاحظة المحرر (E-E-A-T): أعد هذا الدليل الفني الفريق الفني في VADEN استنادًا إلى الخبرة الميدانية في أنظمة التعليق الهوائي وأنظمة التحكم الهوائي في المركبات التجارية الثقيلة، وإلى ممارسات وثائق الشركات المصنعة OE. القيم الواردة في النص نطاقات مرجعية نموذجية؛ أما القيم الدقيقة الخاصة بكل مركبة من ضغط وعزم ربط وعتبات الرفع والإنزال، فيجب دائمًا الرجوع فيها إلى أحدث دليل خدمة OE الخاص بالمركبة المعنية. وعند استخدام المحور القابل للرفع، يعتد بالأحمال القصوى للمحاور المدونة في وثيقة تسجيل المركبة وبشروط استخدام المحور القابل للرفع التي تحددها الشركة المصنعة. *آخر تحديث: سبتمبر 2026.*

تصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة وفق لائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الصادرة عن الأمم المتحدة والاتحاد الأوروبي) ومعيار ISO 611.

ما هو صمام رفع المحور؟ وظيفته ومبدأ عمله

صمام رفع المحور هو صمام تحكم هوائي يستخدم في المركبات التجارية الثقيلة المزودة بنظام تعليق هوائي، إذ يفرغ الهواء من النابض الهوائي الحامل ويرسل الضغط إلى نابض الرفع الهوائي فيرفع المحور المساعد (القابل للرفع) عن الطريق، ثم يعيد إنزال المحور إلى الأرض وفقًا للحمولة أو لإشارة التحكم.

يقوم مبدأ العمل على تغذية مجموعتين من النوابض الهوائية في اتجاهين متعاكسين. فعندما يكون المحور على الأرض تكون النوابض الهوائية الحاملة تحت الضغط وتحمل الحمولة، بينما يكون نابض الرفع الهوائي فارغًا. وعند إعطاء أمر التحكم يعكس الصمام هذه الحالة: فيفرغ النوابض الحاملة بسرعة عبر منفذ التنفيس، ويوجه في الوقت نفسه هواء التغذية إلى نابض الرفع؛ فينتفخ النابض ويسحب حامل المحور إلى الأعلى وترتفع الإطارات عن الأرض. وعند الإنزال ينعكس التدفق، فتمتلئ النوابض الحاملة من جديد ويستقر المحور على الأرض بشكل متحكم فيه.

والنقطة الحرجة هي أن تتم هاتان الحركتان *في الوقت نفسه وبالترتيب الصحيح*. ولهذا تضم معظم صمامات رفع المحور وظيفة التنفيس السريع داخل جسمها: إذ يطرد هواء النابض الحامل إلى الجو مباشرة من منفذ التنفيس الخاص بالصمام بدلًا من أن يعود عبر خط طويل. كما تحتوي أنواع كثيرة على مرحلة تحد من الضغط المرسل إلى نابض الرفع.

لا يعمل الصمام بمفرده، فهو الحلقة الأخيرة في سلسلة تحكم. وفي بنية OE تتبع هذه السلسلة عادةً الترتيب التالي: **صمام التسوية - وحدة التحكم ECAS/EBS - كتلة الصمامات الكهرومغناطيسية (السولينويد) - صمام رفع المحور - النوابض الهوائية**. يحدد صمام التسوية ارتفاع الشاسيه ومن ثم ضغط النوابض الهوائية الحاملة؛ وتقيم وحدة ECAS/EBS هذه المعلومة إلى جانب السرعة وحمل المحور وطلب السائق؛ وتحول كتلة الصمامات الكهرومغناطيسية القرار الكهربائي إلى تبديل هوائي؛ أما صمام الرفع فيتولى فعليًا تغذية خطوط النوابض الهوائية وتفريغها. وفي الأنظمة التي تقدمها Knorr-Bremse وWabco/ZF وBendix وHaldex قد تختلف تسمية هذه الطبقات، لكن المنطق واحد. ولا تنس أن منطق الرفع في نصف المقطورات خاصةً لا يكون معرفًا في الغالب في الصمام نفسه، بل في معلمات وحدة EBS/ECAS الخاصة بالمقطورة — فمصدر السلوك الذي يبدو «عطلًا في الصمام» يكون أحيانًا إعدادًا في الوحدة.

- **الجسم:** مصبوب عادةً من سبيكة ألومنيوم، ويضم منافذ التغذية والنابض الحامل ونابض الرفع والتنفيس.

- **علامات المنافذ:** وفقًا لاصطلاح الترقيم الشائع على أجسام المكونات الهوائية، يعني **1 = التغذية** و**2 = المخرج / خط النابض الهوائي** و**3 = التنفيس** و**4 = التحكم (إشارة التحكم الهوائية)**؛ وفي الأنواع الثنائية الدائرة تظهر دائرتا الوظيفة نفسها بالصيغة **11-12** و**21-22**. وهذه الأرقام ليست قيمة من مواصفات OE، بل نظام ترميز يقرأ على الجسم، ويجب التحقق منه في كل مركبة.
- **مكبس التحكم / الغشاء:** ينقل إشارة التحكم أو حركة الذراع إلى مجموعة الصمامات الداخلية.
- **مجموعة صمامات مزدوجة المفعول:** صمامات متقابلة تفتح أحد الخطين على التنفيس بينما تغذي الخط الآخر.
- **مرحلة التنفيس السريع:** تطرد هواء النابض الحامل عبر أقصر مسار، فتتيح رفعًا سريعًا للمحور.
- **مرحلة تحديد الضغط:** تحد من الضغط المرسل إلى نابض الرفع (ثابتة أو قابلة للضبط حسب النوع).
- **منفذ استشعار الحمل (منفذ إشارة التحكم):** يقرأ ضغط النابض الحامل ويحدد عتبة الإنزال التلقائي.
- **ملف السولينويد (في الأنواع الكهروهوائية):** يتحكم في الصمام عبر مفتاح في الكابينة أو إشارة من وحدة ECU.
- **الحلقات الدائرية (O-ring) وعناصر منع التسرب:** حشيات مطاطية تمنع التسرب الداخلي بين المنافذ.

الأنواع اليدوية والتلقائية والكهروهوائية

في النوع اليدوي يرفع السائق المحور وينزله بواسطة صمام تحكم أو ذراع في الكابينة، ويكون النظام هوائيًا بالكامل. أما في النوع التلقائي (الحساس للحمل) فيقرأ الصمام ضغط النوابض الهوائية الحاملة باستمرار: فعندما يتجاوز الحمل عتبة معينة ينزل المحور من تلقاء نفسه، وعندما تفرغ الحمولة يمكن رفعه مجددًا. وفي الأنواع الكهروهوائية يأتي أمر التحكم عبر ملف سولينويد؛ وإذا كانت المركبة مزودة بنظام ECAS/EBS فإن منطق الرفع والإنزال يكون معرفًا في الوحدة الإلكترونية، ولا يتولى الصمام سوى التبديل الهوائي في المرحلة الأخيرة. ولا يمكن تركيب أي من هذه البنى الثلاث مكان الأخرى، إذ يختلف عدد المنافذ ومدخل إشارة التحكم ومنطق التحكم.

الفرق بين المحور المساعد الأمامي (Pusher) والمحور المساعد الخلفي (Tag)

في رؤوس القاطرات 6x2 يؤثر موضع المحور المساعد تأثيرًا مباشرًا في منطق التحكم الخاص بالصمام. فالمحور المساعد الواقع *أمام* محور الجر يسمى **المحور المساعد الأمامي**، والواقع *خلفه* يسمى **المحور المساعد الخلفي (التابع)**؛ ويكون المحور الخلفي في معظم التطبيقات قابلًا للتوجيه. وفي المحور الأمامي، ولأن الحمل ينتقل من أمام محور الجر، تضبط عتبة الإنزال التلقائي عادةً بحيث تعمل في وقت أبكر، ويكون تغير الحمل على محور الجر أثناء مساعدة الانطلاق أوضح.

أما في المحور الخلفي فتبنى عتبة الإنزال وفق التوزيع الكلي للحمل على مجموعة المحاور الخلفية؛ ويجب أن يتمكن المحور القابل للتوجيه من الاستقرار ميكانيكيًا في وضع المنتصف أثناء الرفع والإنزال، وإلا ظهر احتكاك الإطارات عند المناورة. وفي التركيبات المتعددة المحاور يكون ترتيب الرفع ثابتًا أيضًا: فالشركة المصنعة للمركبة هي التي تحدد أي محور يرتفع أولًا وأيها ينزل أولًا عند زيادة الحمل، ولا يغير ذلك اعتباطيًا. ولهذا لا يكفي عند اختيار صمام بديل أن تطلب «صمام الليفت» فحسب؛ فكون المحور أماميًا أو خلفيًا وترتيب الرفع في تلك المركبة جزء من عملية المطابقة أيضًا.

وظيفة مساعدة الانطلاق (Traction Help)

في كثير من المركبات يستخدم صمام الرفع مع وظيفة مساعدة الانطلاق. فعند الانطلاق على سطح زلق أو على منحدر يرفع المحور المساعد لفترة قصيرة أو يخفض ضغط النوابض الهوائية الحاملة؛ وبذلك ينتقل جزء من الحمل إلى محور الجر ويقل دوران العجلات في مكانها. وهذه الوظيفة *مؤقتة* بحكم تصميمها: فبعد تجاوز سرعة منخفضة معينة وبعد انقضاء مدة محددة يعود النظام تلقائيًا إلى وضعه الطبيعي. وتختلف حدود السرعة والمدة وحمل المحور باختلاف المركبة والسوق؛ وفي التطبيق العملي **يعتد بالأحمال القصوى للمحاور المدونة في وثيقة تسجيل المركبة وبشروط استخدام المحور القابل للرفع التي تحددها الشركة المصنعة**. وبالمثل صمم المحور القابل للرفع ليستخدم فقط والمركبة فارغة أو محملة جزئيًا؛ وعندما يتجاوز الحمل الحد المسموح به على المحاور الباقية يصبح وجود المحور على الأرض إلزاميًا. ولهذا فإن عتبة الإنزال التلقائي ليست وظيفة للراحة، بل وظيفة للسلامة والمطابقة.

التطبيقات النموذجية والمطابقة

التطبيق / الفئة	مثال على الاستخدام	الميزة الأبرز
رأس قاطرة ذو 3 محاور (6x2، محور مساعد أمامي)	رفع المحور المساعد الواقع أمام محور الجر	عتبة إنزال تلقائي تعمل مبكرًا + مساعدة الانطلاق
رأس قاطرة ذو 3 محاور (6x2، محور مساعد خلفي / تابع)	محور يقع خلف محور الجر، قابل للتوجيه في الغالب	عتبة وفق توزيع الحمل على مجموعة المحاور الخلفية، مع ضرورة التمركز في المنتصف
شاحنة ذات 4 محاور / خلاطة خرسانة	إدارة المحور القابل للرفع الأمامي أو الخلفي	عتبة حمل مرتفعة، جسم متين
نصف مقطورة متعددة المحاور / نصف مقطورة منخفضة (لوبد)	رفع المحور في رحلة العودة والمركبة فارغة	تحكم هوائي بسيط وتنفيس سريع؛ ويكون المنطق في الغالب ضمن وحدة EBS/ECAS الخاصة بالمقطورة
حافلة / حافلة متوسطة (محور مساعد)	إدارة المحور وفقًا لحمل الركاب	عتبة دقيقة وتبديل هادئ ومتدرج
مركبة مزودة بنظام ECAS/EBS	رفع بتحكم إلكتروني	تحكم بالسولينويد وعمل متكامل مع وحدة ECU

التحقق من رقم القطعة: رغم أن صمامات رفع المحور تتشابه كثيرًا في مظهرها الخارجي، فإن عدد المنافذ وترتيبها وبنية مدخل إشارة التحكم وحد ضغط نابض الرفع وعتبة الإنزال التلقائي ونوع التحكم (يدوي / إشارة تحكم هوائية / سولينويد) وجهد الملف تختلف من نوع إلى آخر. وقد يؤدي تركيب صمام من نوع خاطئ إلى عدم ارتفاع المحور إطلاقًا، أو نزوله من تلقاء نفسه أثناء السير، أو ارتفاعه والمركبة محملة. قبل التركيب تحقق من المطابقة مع رقم القطعة OE وأرقام المنافذ المدونة على الجسم (1/2/3/4 أو 11-12 / 21-22) ونوع التحكم، ومن التوافق مع ECAS/EBS إن وجد؛ ولا تعتمد على التشابه الظاهري.

المعايير ومصادر 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 اللائحة رقم 13 الصادرة عن لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (UNECE). وللتفاصيل راجع متطلبات أداء الفرملة 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.

أعراض الأعطال وتشخيصها

يبلغ عن الأعطال عادةً بعبارات مثل «المحور لا يرتفع» أو «المحور لا ينزل» أو «ينزل من تلقاء نفسه»، غير أن الأعراض نفسها قد تنشأ أيضًا عن نابض هوائي مسرب أو خط مسدود أو خلل في التحكم الكهربائي. ويلخص الجدول التالي الأعراض الأكثر شيوعًا في الميدان مع أسبابها المحتملة وطرق التحقق منها.

الأعراض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
المحور لا يرتفع إطلاقًا رغم إعطاء أمر التحكم	ضغط التغذية منخفض، أو الصمام الداخلي عالق، أو الهواء لا يصل إلى نابض الرفع	قس الضغط عند منفذ التغذية (1)؛ وصل مقياس ضغط بخط نابض الرفع وتحقق مما إذا كان الضغط يتكون عند إعطاء أمر التحكم
المحور يرتفع ولكن ببطء / يرتفع جزئيًا	النابض الحامل لا يفرغ تمامًا، أو مرحلة التنفيس السريع مقيدة، أو منفذ التنفيس مسدود	استمع إلى سرعة تصريف الهواء من منفذ التنفيس (3)؛ وقس ما إذا كان هناك ضغط متبقٍ في خط النابض الحامل
المحور المرفوع ينزل من تلقاء نفسه أثناء السير	تسرب في نابض الرفع أو في خطه، أو تسرب داخلي في الصمام، أو انقطاع إشارة التحكم	اختبار رغوة الصابون على النوابض الهوائية والوصلات والمحور مرفوع؛ وراقب انخفاض الضغط مع مرور الوقت
المحور لا ينزل رغم تحميل المركبة	مرحلة الإنزال التلقائي (الحساسة للحمل) معطلة، أو خط إشارة التحكم مسدود، أو العتبة مضبوطة بشكل خاطئ	قس ضغط إشارة التحكم / النابض الحامل والمركبة محملة، وقارنه بقيمة العتبة
المحور يبقى على الأرض والمركبة فارغة ولا يمكن رفعه	لا توجد تغذية كهربائية لمفتاح التحكم / السولينويد، أو الصمام منحشر، أو الخطوط موصلة بشكل خاطئ	قس الجهد عند طرفي السولينويد؛ وقارن توصيلات المنافذ بالأرقام المدونة على الجسم وبالمخطط
استهلاك مستمر للهواء، وضاغط هواء الفرامل يعمل أكثر من اللازم	تسرب مستمر من منفذ التنفيس في الصمام، والصمام الداخلي لا يغلق تمامًا	أجر اختبار الصابون عند منفذ التنفيس والنظام عند الضغط الاسمي
المحور يستقر بقوة عند نزوله ويصدر صوت ارتطام	النابض الحامل يمتلئ بسرعة، أو مرحلة الخنق / الإبطاء معطلة، أو النابض الهوائي تالف	راقب سرعة ارتفاع الضغط في النابض الحامل أثناء الإنزال؛ وافحص حالة النابض الهوائي والمصد
الرفع والإنزال غير منتظمين في الطقس البارد	رطوبة في النظام، أو تجمد داخل الصمام، أو ضعف كفاءة مجفف الهواء	افحص مجفف الهواء وتصريف خزانات الهواء؛ وابحث عن مصدر الرطوبة

التمييز بين الأعطال عبر قياس الضغط

أكثر طرق التشخيص موثوقية هي قياس الضغط في الوقت نفسه عند منفذي الدخول والخروج في الصمام. فإذا كان ضغط النظام متوفرًا عند منفذ التغذية ولم يتكون ضغط في خط نابض الرفع عند إعطاء أمر التحكم، فالمشكلة داخل الصمام. أما إذا تكون الضغط ولم يرتفع المحور، فالسبب في الغالب هو النابض الهوائي أو الوصلة الميكانيكية أو حامل محور منحشر. وإذا بقي ضغط متبقٍ في خط النابض الحامل أثناء الرفع، فإن جانب التنفيس / التنفيس السريع مقيد.

اختبار التسرب وتمييز التسرب الداخلي

يترك النظام عند الضغط الاسمي والمحور في وضع الرفع، ثم يفحص خط نابض الرفع والوصلات وجسم الصمام برغوة الصابون. فإذا لم يظهر تسرب من الخارج لكن المحور ينزل مع الوقت، فالمرجح وجود تسرب داخلي (عدم إغلاق الصمام الداخلي تمامًا). ومن الأخطاء الشائعة استبدال الصمام دون إجراء هذا التمييز، إذ إن نابض الرفع نفسه قد يتشقق مع مرور السنين فيعطي الأعراض نفسها.

فحص الإشارة في التحكم الكهربائي

في الأنواع الكهروهوائية يجب أن يبدأ البحث عن العطل من الجانب الكهربائي: هل يوجد جهد عند مفتاح الكابينة أو عند مخرج وحدة ECU؟ وهل مقاومة الملف ضمن حد معقول؟ وهل الموصل متأكسد أو تسربت إليه المياه؟ فإذا كان الجهد يصل إلى الملف ولم يقم الصمام بالتبديل فالعطل في الصمام، وإذا لم يصل الجهد فالمشكلة في التمديدات الكهربائية أو المفتاح أو وحدة التحكم. وفي المركبات المزودة بنظام EBS/ECAS تخفف قراءة سجل الأعطال عبء القياس بشكل ملحوظ، أما في نصف المقطورات فيجب التحقق أيضًا من أن معلمات الرفع معرفة بشكل صحيح في وحدة المقطورة.

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الحماية الشخصية والسلامة: قد يسقط المحور المرفوع فجأة إلى الأسفل لحظة تفريغ الهواء من نابض الرفع، كما أن الهواء المضغوط والمحور المتحرك قد يسببان إصابات خطيرة. قبل بدء العمل ثبت المركبة على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأوقف المحرك، وأطفئ مفتاح التشغيل، ثم **فرغ ضغط دائرة التعليق بطريقة متحكم فيها**. ادعم آلية الرفع ميكانيكيًا أو اعمل والمحور منزل على الأرض، ولا تدخل أبدًا تحت المحور دون دعم. استخدم نظارات واقية وقفازات.

1. **ثبت المركبة بأمان:** اركنها على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأوقف المحرك، وأدر مفتاح التشغيل إلى وضع الإيقاف.
2. **ضع المحور في وضع آمن:** أنزل المحور القابل للرفع إلى الأرض، أو ادعمه ميكانيكيًا بمعدات مناسبة.
3. **فرغ الضغط:** صرف الهواء من دائرة التعليق ودائرة الرفع بطريقة متحكم فيها، وتأكد من انخفاض الضغط عبر مقياس الضغط.
4. **افصل الكهرباء (إن وجدت):** في النوع الكهروهوائي أطفئ المفتاح الرئيسي للبطارية، وافصل موصل السولينويد، وافحص الأطراف بحثًا عن آثار أكسدة أو مياه.
5. **ضع علامات على الخطوط:** ضع ملصقات على خطوط التغذية والنابض الحامل ونابض الرفع وإشارة التحكم والتنفيس أو صورها قبل فكها. ودون أيضًا أرقام المنافذ المدونة على الجسم: ففي اصطلاح الترقيم الشائع يعني **1 = التغذية** و**2 = المخرج / خط النابض الهوائي** و**3 = التنفيس** و**4 = التحكم (إشارة التحكم الهوائية)**؛ وفي الأنواع الثنائية الدائرة تظهر الدائرتان بالصيغة **11-12** و**21-22**. ولأن ترتيب الأرقام قد يختلف حسب نوع الصمام، قارن الترتيب الذي تقرؤه بمخطط المركبة. والخلط بين المنافذ هو الخطأ الأكثر شيوعًا في هذا الصمام.
6. **فك خطوط الهواء:** أرخ الوصلات بمفتاح مناسب، وافصل الأنابيب دون إجهادها، وأغلق فتحات المنافذ المكشوفة مؤقتًا لمنع دخول الأوساخ.
7. **انزع الصمام القديم:** فك حامل التثبيت ومسامير التركيب الملولبة ثم انزع الصمام، وافحص حامل التثبيت بحثًا عن التشققات والانحناء والتآكل.
8. **جهز سطح التركيب:** نظف الأوساخ والصدأ وبقايا الحشيات القديمة، واستبدل حوامل التثبيت والمسامير الملولبة والخراطيم التالفة.
9. **ضع الصمام الجديد في موضعه:** ثبت الصمام من النوع الصحيح على حامل التثبيت بحيث يتجه منفذ التنفيس إلى الأسفل وتتوافق اتجاهات المنافذ مع ترتيب المركبة، ثم شد المسامير الملولبة على مراحل حتى عزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة.
10. **أعد توصيل الخطوط:** ركب خطوط التغذية والنابض الحامل ونابض الرفع وإشارة التحكم في المنافذ الصحيحة وفقًا للملصقات وأرقام المنافذ، واربط الوصلات بإحكام يمنع التسرب دون شد زائد. أدخل موصل السولينويد حتى يستقر تمامًا، وركب قفله إن وجد.
11. **أجر اختبار الوظيفة والعتبة:** املأ النظام حتى الضغط الاسمي وأجر اختبار التسرب على جميع الوصلات، ثم ارفع المحور وأنزله عدة مرات للتأكد من أن الحركة سريعة ومتدرجة. بعد ذلك حمل المركبة ثم فرغها للتحقق من عمل عتبة الإنزال التلقائي، ومن بقاء المحور على الأرض والمركبة محملة، ومن عودة مساعدة الانطلاق (إن وجدت) إلى الوضع الطبيعي من تلقاء نفسها. وفي المركبات المزودة بنظام EBS/ECAS امسح سجلات الأعطال ثم اقرأها من جديد.

نقاط يجب الانتباه إليها (أخطاء شائعة)

الخطأ الأخطر — الخلط بين المنافذ: قد يؤدي تبادل موضعي خطي النابض الحامل ونابض الرفع إلى عمل المحور بشكل معكوس، وإجهاد النوابض الهوائية بضغط زائد، وارتفاع المحور والمركبة محملة. ويشكل ذلك خطرًا جسيمًا على سلامة المركبة وسلامة المرور على حد سواء. لذا ضع ملصقات على الخطوط قبل الفك دائمًا، وقارن أرقام المنافذ المدونة على الجسم (1/2/3/4، وفي الدائرة المزدوجة 11-12 / 21-22) بمخطط المركبة، وأجر الاختبار الأول بعد التركيب والمركبة فارغة.

تعطيل وظيفة الإنزال التلقائي: إن تجاوز مرحلة الإنزال الحساسة للحمل، أو سد خط إشارة التحكم بسدادة مصمتة، أو تغيير العتبة اعتباطيًا، يؤدي إلى حمل زائد على المحاور وعدم توازن في الفرامل وعدم مطابقة للأنظمة. فالمرحلة المعطلة لا يتم تجاوزها، بل تصلح أو يستبدل الصمام.

- تركيب صمام بنوع تحكم مختلف (سولينويد بدلًا من يدوي، أو بجهد ملف مختلف) اعتمادًا على التشابه الظاهري.
- تركيب صمام مخصص لمحور مساعد أمامي في مركبة ذات محور مساعد خلفي (أو العكس)، ما يجعل عتبة الإنزال غير متوافقة مع ترتيب المركبة.
- إهمال مرحلة تحديد الضغط وتزويد نابض الرفع بضغط النظام الكامل — ما يقصر عمر النابض الهوائي.
- اتجاه منفذ التنفيس إلى الأعلى أو انسداده — ما يؤدي إلى تراكم المياه والأوساخ والتجمد في الشتاء وبطء الرفع.
- العمل دون تفريغ الضغط ودون دعم المحور — مع خطر سقوط المحور فجأة ووقوع إصابات بالغة.
- استبدال الصمام مباشرة دون استبعاد احتمال وجود نابض هوائي مسرب أو خرطوم متشقق.
- إعادة استخدام الحلقات الدائرية (O-ring) والحشيات المتصلبة، أو تركيب صمام جديد دون تنظيف الموصل المتأكسد.
- عدم التحقق من ترتيب المنافذ ونوع التحكم عند اختيار الصمام البديل — ففي مراجع صمامات رفع المحور من VADEN ORIGINAL أيضًا، يتمثل أول فحص يجب إجراؤه قبل التركيب في التحقق من أن ترتيب المنافذ على الجسم ونوع التحكم يطابقان تمامًا صمام OE المفكوك.
- تسليم المركبة بعد التركيب دون التحقق من اختبار الوظيفة مرة والمركبة محملة ومرة وهي فارغة.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات **نموذجية / مرجعية عامة** لأنظمة رفع المحور في المركبات التجارية الثقيلة، وهي تختلف باختلاف المركبة ونوع الصمام، ويعتد بدليل خدمة OE للحصول على القيم الدقيقة.

المعلمة	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط تغذية النظام	~8–12.5 bar (≈116–181 psi)	يختلف حسب المركبة والدائرة
ضغط تشغيل نابض الرفع	نموذجيًا ~6–8 bar (≈87–116 psi)، ومحدود حسب النوع	تحدده مرحلة تحديد الضغط
ضغط النابض الحامل	متغير حسب الحمل، نموذجيًا ~0.5–8 bar	حسب حالة المركبة فارغة أو محملة
عتبة الإنزال التلقائي	خاصة بالمركبة وحمل المحور، وتستمد من ضغط النابض الحامل	يعتد بمواصفات OE، ولا تغير اعتباطيًا
زمن الرفع / الإنزال	استخدم معيار قبول مقارنًا بدلًا من هدف رقمي: قارن النتيجة بقياس مرجعي مأخوذ على المركبة نفسها (أو على مركبة سليمة من النوع نفسه)	الإطالة الواضحة مقارنة بالمرجع علامة على تنفيس مقيد أو خط مسدود أو تسرب
التسرب الداخلي المسموح به	المستهدف عمليًا هو «صفر»، وأي تسرب قابل للقياس = عطل	يجب ألا تظهر فقاعات مستمرة في اختبار الصابون
نطاق درجة حرارة التشغيل	~ من −40 °C إلى +80 °C	حد تحمل المواد المطاطية (الإلاستومرات) وحد التجمد

المعلمة	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
جهد تغذية السولينويد (النوع الكهربائي)	عادةً 12 فولت أو 24 فولت تيار مستمر	حسب نظام المركبة، ويجب عدم الخلط بينهما

تختلف عزوم ربط الوصلات حسب النوع ومقاس المسمار الملولب، والقيم التالية للاسترشاد العام فقط.

نقطة الربط	نطاق عزم الربط النموذجي	ملاحظة
مسمار ملولب لتثبيت الجسم / حامل التثبيت (M8)	~20–30 Nm	شد على مراحل وبنمط متقاطع
مسمار ملولب لتثبيت الجسم / حامل التثبيت (M10)	~40–55 Nm	يعتد بقيمة OE
وصلة خط الهواء	وفق مواصفات الشركة المصنعة	لا تفرط في الشد، ولا تتلف أسنان اللولب
صامولة تثبيت ملف السولينويد	وفق مواصفات الشركة المصنعة (عزم منخفض عادةً)	لا تسحق جسم الملف

نصيحة ميدانية: عند ورود شكوى «المحور لا يرتفع»، صل مقياس ضغط بخط نابض الرفع وأعط أمر التحكم قبل فك الصمام. فإذا ارتفع الضغط فالصمام يؤدي وظيفته، والمشكلة في النابض الهوائي أو الوصلة الميكانيكية أو ذراع حامل المحور المنحشرة. وهذا القياس وحده يجنبك جزءًا كبيرًا من عمليات استبدال الصمامات غير الضرورية.

- هل ضغط النظام عند منفذ التغذية (1) ضمن نطاق OE؟
- هل يتكون الضغط في خط نابض الرفع عند إعطاء أمر التحكم، ويفرغ خط النابض الحامل تمامًا؟
- هل زاد زمن الرفع والإنزال بشكل واضح مقارنة بقياس مرجعي سليم؟
- هل يحافظ المحور على ضغطه عدة دقائق وهو في وضع الرفع (أي لا يوجد تسرب داخلي / خارجي)؟
- هل تعمل عتبة الإنزال التلقائي عند تحميل المركبة ويستقر المحور على الأرض؟
- هل تعمل مساعدة الانطلاق (إن وجدت) لمدة وسرعة محدودتين ثم تعود إلى الوضع الطبيعي من تلقاء نفسها؟
- هل منفذ التنفيس (3) مفتوح وغير مسدود ومتجه إلى الأسفل، والموصل جاف، وجهد الملف مناسب للمركبة؟

الصيانة والعمر الافتراضي

يعد صمام رفع المحور مكونًا طويل العمر عندما يغذى بهواء نظيف وجاف، وأبرز العوامل التي تستهلكه هي الرطوبة والأوساخ والاهتزاز والتآكل الناتج عن ملح الطرق. ويقع الصمام في الغالب أسفل الشاسيه في منطقة معرضة لتناثر الطين والمياه، ولأن دورة الرفع والإنزال تتكرر عشرات المرات يوميًا، فإن الصمام الداخلي والحشيات تتعرض للكلال مع مرور الوقت. ولهذا يجب عند الصيانة تقييم الصمام لا بمفرده، بل ضمن منظومة دائرة معالجة الهواء وآلية الرفع بأكملها.

- استبدل خرطوشة مجفف الهواء ضمن الفترة التي تحددها الشركة المصنعة، وصرف خزانات الهواء خاصةً قبل الشتاء، واقطع الرطوبة من مصدرها.
- افحص نوابض الرفع والنوابض الحاملة بانتظام بحثًا عن التشققات والاهتراء وآثار الاحتكاك.
- حافظ على نظافة جسم الصمام ومنفذ التنفيس والموصل من تراكم الطين والملح، ويجب أن يبقى منفذ التنفيس مفتوحًا.
- افحص الخراطيم والأنابيب والوصلات بحثًا عن الاهتراء الناتج عن الاهتزاز، وثبت الخطوط المعرضة للاحتكاك بالمشابك.
- في الصيانة الدورية اختبر وظيفة الرفع والإنزال وعتبة الإنزال التلقائي مرة والمركبة محملة ومرة وهي فارغة، وقارن الزمن بالقياس المرجعي المسجل في الصيانة السابقة.

- افحص جلبات ومفاصل ذراع حامل المحور بحثًا عن الخلوص، فالخلوص الميكانيكي قد يبدو كأنه عطل في الصمام.

يعمل صمام رفع المحور السليم دون مشكلات طوال عمر خدمة طويل، غير أن عمره يقصر بشكل ملحوظ في الأنظمة الرطبة وفي المركبات المهملة صيانتها. والتدخل في الوقت المناسب يجنب تكاليف الإطارات والوقود غير الضرورية، ومخاطر السلامة والمطابقة الناتجة عن الحمل الزائد على 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