VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

علبة التروس (القير) للمركبات الثقيلة: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

يعود جزء كبير من شكاوى عدم تعشيق السرعات وصعوبة تعشيق السرعة الخلفية في الشاحنات إلى ضبط القابض أو الوصلات أو مستوى الزيت، لا إلى داخل العلبة.

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

علبة التروس هي الحلقة الرئيسية التي تنقل العزم الذي يولده المحرك إلى الطريق في المركبات التجارية الثقيلة، وعندما تتعطل تتوقف المركبة مباشرة. والعبارة التي نسمعها أكثر من غيرها في الميدان هي: «السرعات لا تتعشق، والسرعة الخلفية تدخل بصعوبة، وتصدر خشخشة في وضع الخمول». يشير جزء من هذه الأعراض فعلًا إلى تلف داخل العلبة، غير أن جزءًا كبيرًا منها ينشأ عن أسباب خارج العلبة، مثل ضبط القابض، أو النظام الهيدروليكي لتشغيل القابض، أو خلوص ذراع تبديل السرعات ووصلاته، أو مستوى الزيت. ففك ناقل الحركة في المركبات الثقيلة وإنزاله وإعادة تركيبه عمل مرتفع التكلفة ويستغرق وقتًا طويلًا؛ لذا فإن التشخيص الصحيح لا يقل قيمة عن الإصلاح الجيد. ويلخص هذا الدليل، استنادًا إلى الخبرة الميدانية للفريق الفني في VADEN، مبدأ عمل علبة التروس في المركبات الثقيلة، وأعراض الأعطال التي تصادف في الميدان، ومنطق التشخيص، وخطوات الاستبدال، وانضباط الصيانة.

ملاحظة E-E-A-T: أعد الفريق الفني في VADEN ORIGINAL هذا المستند استنادًا إلى خبرته الميدانية وخبرته في المنتجات الخاصة بمجموعات نقل القدرة في المركبات التجارية الثقيلة. والقيم الواردة هنا نطاقات مرجعية نموذجية؛ أما القيم الدقيقة مثل عزم الربط وحجم الزيت والتفاوتات، فيجب الاعتماد فيها دائمًا على أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة أو ناقل الحركة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

يستند تحديد أبعاد المكونات إلى عائلة المعايير الدولية ذات الصلة (ISO/EN/DIN/SAE) وإلى مواصفات OE الخاصة بالشركة المصنعة.

ما هي علبة التروس في المركبات الثقيلة؟ الوظيفة ومبدأ العمل

علبة التروس في المركبات الثقيلة وحدة ميكانيكية مغلقة تتكون من مجموعات التروس والأعمدة ومجموعات التزامن وعناصر النقل، وتنقل العزم الذي يولده المحرك ضمن نطاق ضيق من سرعات الدوران إلى محور الجر بعد مضاعفته أو خفضه عبر نسب تروس مختلفة، فتحقق التوازن اللازم بين العزم والسرعة عند الانطلاق وصعود المنحدرات والسير والرجوع إلى الخلف.

مبدأ العمل بسيط في جوهره: ينقل المحرك الحركة الدورانية إلى عمود الإدخال في ناقل الحركة عبر القابض. ويتعشق الترس المركب على عمود الإدخال تعشيقًا دائمًا مع العمود الوسيط (العمود المساعد). وتتعشق التروس ذات الأقطار المختلفة المركبة على العمود الوسيط باستمرار مع التروس الحرة الدوران على العمود الرئيسي. أما اختيار السرعة فليس سوى قفل الترس المختار على العمود الرئيسي بواسطة حلقة التزامن وجلبة التعشيق. وبذلك يسلك تدفق القدرة المسار التالي: عمود الإدخال - العمود الوسيط - الترس المختار - العمود الرئيسي - شفة الإخراج. وفي المركبات الثقيلة تضاعف هذه البنية الأساسية وفق صيغة «العلبة الرئيسية + المجموعة الخلفية (مجموعة المدى)»، وفي أغلب الأحيان مع «المجموعة الأمامية (مجموعة التقسيم)»، للوصول إلى 12–16 سرعة أمامية: إذ يتحقق نطاق واسع من النسب بفضل علبة رئيسية من 3 أو 4 مراحل، ومجموعة للمدى المنخفض/العالي، ومجموعة تقسيم بنصف مرحلة.

في المركبات التجارية الثقيلة الحديثة يدار تبديل السرعات إلى حد كبير بطريقة هوائية وإلكترونية بدلًا من الذراع الميكانيكي. إذ يحرك الهواء المضغوط (الذي يأتي عادة من دائرة مستقلة تتغذى من نظام الهواء في المركبة) شوكات تبديل السرعات عبر الأسطوانات، وتحدد TCU (وحدة التحكم في ناقل الحركة) لحظة التبديل بمعالجة بيانات سرعة دوران المحرك وسرعة المركبة ودواسة الوقود والميل. لذلك فإن ناقل الحركة في المركبات الثقيلة ليس نظامًا ميكانيكيًا فحسب، بل هو أيضًا نظام هوائي وإلكتروني — ويتطلب التشخيص كذلك النظر في هذه الطبقات الثلاث معًا.

- **الجسم (المبيت):** يصنع عادة من الألومنيوم أو الحديد الزهر؛ ويحمل مجموعة التروس، ويحتوي على حمام الزيت، ويشكل واجهة التركيب.
- **عمود الإدخال والعمود الوسيط (أو الأعمدة الوسيطة):** يوزعان العزم القادم من المحرك على مجموعات التروس؛ وفي العلب الثقيلة يتقاسم عمودان وسيطان الحمل.
- **العمود الرئيسي ومجموعة التروس:** تشكل التروس الحلزونية مراحل النسب؛ ويتصل مخرج العمود الرئيسي بعمود الإدارة عبر الشفة.
- **مجموعات التزامن وجلبات التعشيق:** تجعل تعشيق التروس هادئًا وخاليًا من التلف عبر معادلة سرعات الدوران.

- **شوكات تبديل السرعات وقضبان الاختيار:** تزلق جلبة التعشيق إلى الترس الصحيح؛ ويظهر التآكل هنا في صورة تعشيق متأخر أو ناقص للسرعات.
- **مجموعة المدى/التقسيم:** تضاعف عدد النسب بواسطة مجموعة تروس كوكبية أو طقم تروس إضافي.
- **المشغلات الهوائية وكتلة الصمامات:** أسطوانات تحرك الشوكات بضغط الهواء؛ ومن الشائع استخدام مجموعات صمامات وصمامات كهرومغناطيسية من نوع ZF/Knorr/Wabco.
- **TCU والحساسات:** حساسات سرعة الدوران عند الإدخال والإخراج، وحساسات الموضع، وحساس درجة حرارة الزيت.
- **موانع تسرب الزيت والحشيات وفتحة التنفيس:** تضمن إحكام منع تسرب الزيت وتوازن الضغط الداخلي.
- **واجهة مأخذ القدرة (PTO):** مخرج للقدرة يخدم الهياكل العلوية مثل صندوق القلاب وخلاطة الخرسانة والرافعة.

العلب اليدوية والمؤتمتة (AMT) والأوتوماتيكية بالكامل

تشاهد في الميدان ثلاث بنى رئيسية. ففي العلبة *اليدوية* يجري السائق التبديل بنفسه باستخدام القابض والذراع؛ وهي البنية الأبسط والأسهل إصلاحًا، ولا تزال مفضلة في الخدمة الشاقة مثل أعمال البناء والتعدين. أما العلبة *اليدوية المؤتمتة (AMT)* فهي من الناحية الميكانيكية مطابقة للعلبة اليدوية؛ والفرق أن القابض وشوكات تبديل السرعات تحركها مشغلات هوائية وتتحكم فيها TCU — وتندرج في هذه الفئة أنظمة من نوع ZF TraXon/AS-Tronic ومن نوع Mercedes PowerShift، وهي تكاد تكون قياسية في رؤوس القاطرات الأوروبية. أما العلب *الأوتوماتيكية بالكامل* فتعمل بمحول العزم ومجموعات التروس الكوكبية؛ وتنتشر العلب من نوع Allison في حافلات المدن وسيارات الإطفاء والمركبات التي تكثر التوقف والانطلاق. ويختلف منطق الأعطال في الأنواع الثلاثة: فأول ما يفحص في العلبة اليدوية هو التآكل الميكانيكي، وفي AMT الهواء والإلكترونيات، وفي العلبة الأوتوماتيكية بالكامل الضغط الهيدروليكي وجودة الزيت.

نسبة التروس والتوازن بين صعود المنحدرات والسير

في المركبات الثقيلة لا تكون نسبة ناقل الحركة ذات معنى بمفردها؛ بل تقيم مع نسبة الترس التفاضلي بوصفها «نسبة النقل الإجمالية». فللانطلاق بحمولة تكون نسبة السرعة الأولى عالية (عادة ضمن نطاق 16:1–11:1)، وللسير على الطرق السريعة تكون السرعة العليا إما مباشرة (1.00) أو سرعة فائقة (نحو 0.78–0.85). واختيار نسبة خاطئة يجعل المحرك يعمل خارج نطاق سرعة الدوران المناسب حتى لو كانت العلبة سليمة؛ والنتيجة ارتفاع استهلاك الوقود، واحتراق القابض، وTCU تبحث باستمرار عن تبديل السرعة. وإذا كانت المركبة ستخصص لعمل جديد (مثل مواقع البناء بدلًا من النقل لمسافات طويلة)، فيجب التحقق حتمًا من ملاءمة النسبة.

ولأن عناصر التحكم هذه تعمل على جسم العلبة، فإن إحكامها بند صيانة مستقل؛ وللاطلاع على صمام التحكم وطقم الحشيات يمكنك مراجعة دليل طقم إصلاح علبة التروس وصمامها.

العلاقة بين الزيت والحرارة والعمر التشغيلي

لا يقتصر دور زيت ناقل الحركة على التزييت؛ فهو يتحمل الضغط على أسطح التروس، ويبدد الحرارة، ويلتقط جزيئات التآكل. وإذا استمرت درجة حرارة الزيت في علب المركبات الثقيلة فوق 100–110 °C، تتسارع الأكسدة وتنخفض متانة الغشاء الزيتي. وفي العلب المزودة بمبرد الزيت (المزودة بالمبطئ أو المخصصة للخدمة الشاقة) قد يؤدي انسداد المبرد إلى خفض عمر التروس والمحامل إلى النصف دون وجود أي مشكلة ميكانيكية داخل العلبة. وباختصار، الحرارة هي العدو الحقيقي لناقل الحركة.

فئة المركبة / الاستخدام	عزم المحرك النموذجي	نوع العلبة الشائع	عدد السرعات النموذجي	النقطة الحرجة
رأس قاطرة للمسافات الطويلة (فئة R / FH / TGX / Actros أو ما يعادلها)	~2,000–2,600 Nm	AMT، من نوع ZF TraXon / من نوع PowerShift	12–16 سرعة أمامية	جودة الهواء، مشغل القابض، برمجيات TCU
شاحنات البناء / الشاحنات القلابة	~1,700–2,300 Nm	يدوية أو AMT + برمجيات للطرق الوعرة	9–16 سرعة أمامية	حمل PTO، حرارة الزيت، تآكل الشوكات

فئة المركبة / الاستخدام	عزم المحرك النموذجي	نوع العلبة الشائع	عدد السرعات النموذجي	النقطة الحرجة
حافلات المدن	~1,200–1,700 Nm	أوتوماتيكية بالكامل (من نوع Allison)، مع محول العزم	4–6 سرعات أمامية	عمر الزيت، المبرد، ارتفاع الحرارة الناتج عن كثرة التوقف والانطلاق
شاحنات التوزيع للخدمة المتوسطة	~800–1,300 Nm	يدوية أو AMT	6–9 سرعات أمامية	تآكل مجموعة التزامن، خلوص وصلات ذراع التبديل
رأس قاطرة + مقطورة ثقيلة (ميجا / ذات قاعدة منخفضة)	~2,300–3,000 Nm	AMT للخدمة الشاقة، مع سرعة زحف	16 سرعة أمامية	نسبة الانطلاق، حرارة المبطئ، مجموعة المدى
الحافلات / الحافلات السياحية (المزودة بالمبطئ)	~1,500–2,100 Nm	AMT + مبطئ مدمج (من نوع Voith/ZF)	12 سرعة أمامية	اشتراك المبطئ في الزيت، والتبريد

التحقق من رقم القطعة أمر ضروري: إن تطابق طراز المركبة وقدرة المحرك لا يعني تطابق علبة التروس. فنوع العلبة يختلف بحسب نسبة الترس التفاضلي، وواجهة PTO، ووجود المبطئ، ونوع شفة الإخراج، ومستوى برمجيات TCU. لذا يجب قبل الطلب التحقق معًا من رقم شاسيه المركبة، ولوحة البيانات والرقم التسلسلي المثبتة على العلبة، ورقم القطعة OE الحالي. والأرقام المرجعية المقابلة في كتالوج VADEN لأغراض المطابقة فقط؛ أما الاعتماد النهائي فيرجع فيه إلى كتالوج قطع الغيار الصادر عن الشركة المصنعة للمركبة.

أعراض الأعطال والتشخيص

يمكن تحديد مصدر معظم شكاوى ناقل الحركة دون إنزال العلبة. والترتيب الصحيح هو: أولًا مستوى الزيت وحالته، ثم ضغط الهواء والقابض، ثم رموز الأعطال الإلكترونية، وأخيرًا التلف الميكانيكي الداخلي. وتجاوز هذا الترتيب ينتهي بفك علبة سليمة دون داع.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
السرعات تتعشق بصعوبة، وصعوبة في تعشيق السرعة الخلفية	القابض لا يفصل بالكامل؛ النظام الهيدروليكي لتشغيل القابض أو مشغله، خلوص وصلات ذراع التبديل، تآكل مجموعة التزامن	يقاس شوط فصل القابض؛ ويفحص تسرب أسطوانة تشغيل القابض؛ ويفحص خلوص الذراع وضبط الوصلات. وإذا كانت السرعات تتعشق بسهولة والمحرك متوقف، فالمشكلة في القابض لا في العلبة.
السرعة تنفلت (تخرج إلى الوضع المحايد من تلقاء نفسها)	تآكل شوكة تبديل السرعات، واستدارة أطراف أسنان جلبة التعشيق أو الترس، وضعف نابض التثبيت، وتلف الكرسي المطاطي للمحرك	يلاحظ ما إذا كانت السرعة تنفلت تحت الحمل وأثناء تشغيل فرامل المحرك؛ ويفك الغطاء لفحص الشوكة وآلية التثبيت؛ وتحرك الكراسي المطاطية للمحرك والعلبة يدويًا بقوة للبحث عن الخلوص.
خشخشة في وضع الخمول تختفي عند الضغط على دواسة القابض	تآكل محمل عمود الإدخال أو محمل العمود الوسيط؛ خلوص داخل العلبة	إذا اختفى الصوت عند الضغط على دواسة القابض، فالمصدر في جانب الإدخال؛ وإذا لم يختف في الوضع المحايد، يشتبه في العمود الوسيط. ويبحث عن برادة معدنية في سدادة الزيت أو السدادة المغناطيسية.
طنين في سرعة معينة / صوت يزداد مع زيادة السرعة	تلف في ترس تلك المرحلة أو محملها فقط (تنقر السطح، تقشره)	يسجل في أي سرعة وعند أي سرعة دوران يظهر الصوت؛ ويختبر ما إذا كان يتغير دون حمل أم تحت الحمل؛ وتفحص عينة الزيت والسدادة المغناطيسية.
تسرب الزيت (مانع التسرب الأمامي أو الخلفي، الغطاء، جسم العلبة)	تصلب مانع التسرب، أثر تآكل على العمود، انسداد فتحة التنفيس، ارتفاع مستوى الزيت عن الحد	تنظف العلبة ويحدد مصدر التسرب باستخدام صبغة الأشعة فوق البنفسجية أو بالمراقبة على سطح جاف؛ وتفك فتحة التنفيس ويفحص مرور الهواء — فانسداد فتحة التنفيس قد يفجر حتى مانع التسرب السليم.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
في AMT: لا يتم التبديل، أو تبقى العلبة في الوضع المحايد، ويضيء مصباح التحذير	انخفاض ضغط الهواء، عطل في الصمام أو الصمام الكهرومغناطيسي، فقدان إشارة حساس سرعة الدوران، خطأ في تغذية TCU أو معايرتها	تقرأ رموز الأعطال بجهاز التشخيص؛ ويقاس ضغط الهواء الواصل إلى العلبة بمقياس الضغط؛ وتفحص مقاومة الحساس وأكسدة الموصل؛ وتعاد معايرة القابض.
السخونة الزائدة للزيت / تحذير درجة الحرارة	انسداد المبرد، انخفاض مستوى الزيت أو نوعه الخاطئ، الزحف المستمر تحت حمل عالٍ، حرارة المبطئ	تراقب درجة حرارة الزيت عبر البيانات الحية؛ ويقاس فرق درجة الحرارة بين مدخل المبرد ومخرجه؛ ويقارن نوع الزيت بدليل المركبة.
اهتزاز أثناء القيادة، ارتجاج عند الانطلاق	اتزان عمود الإدارة أو المفصل الصليبي، ارتخاء شفة الإخراج، هبوط الكرسي المطاطي للعلبة	يفحص عزم ربط صامولة الشفة والمفصل الصليبي لعمود الإدارة؛ وتفحص الكراسي المطاطية بصريًا وبتحريكها بقوة. ولا تكون العلبة من الداخل أول المشتبه بهم.

داخل العلبة أم خارجها؟ منطق التمييز

أكثر الأخطاء كلفة في الميدان هو اعتبار عطل خارجي عطلًا داخل العلبة وإنزال ناقل الحركة بناءً على ذلك. لذا أجر استبعادًا بسيطًا: إذا كانت السرعات تتعشق بسهولة والمحرك متوقف لكنها لا تتعشق والمحرك يعمل، فالمشكلة في جميع الحالات تقريبًا هي أن القابض لا يفصل بالكامل. وإذا كانت المشكلة في جميع السرعات، فالمشتبه به هو العنصر المشترك (القابض، تغذية الهواء، الصمام الرئيسي)؛ أما إذا كانت في سرعة واحدة فالمشتبه به هو حلقة التزامن أو الشوكة أو الترس الخاص بتلك المرحلة. وإذا كان الصوت يظهر في الوضع المحايد فقط، فيأتي عمود الإدخال أو العمود الوسيط في المقدمة؛ وإذا كان يظهر تحت الحمل فقط، فسطح أسنان الترس هو المرشح الأول.

الزيت والسدادة المغناطيسية: أرخص أداة للتشخيص

الزيت هو أصدق وسيلة للنظر داخل العلبة دون فتحها. فإذا كان الزيت داكنًا وتفوح منه رائحة احتراق، فهناك سخونة زائدة. والمسحوق الناعم المتجمع على السدادة المغناطيسية على شكل زغب يمثل تآكلًا طبيعيًا؛ أما الجسيمات المعدنية القشرية أو البرادة اللامعة فتشير إلى تلف في التروس أو المحامل، وفي هذه الحالة لا ينبغي إعطاء الموافقة قبل فتح العلبة. وإذا وجد ماء أو مستحلب في الزيت، فيجب البحث عن تسرب داخلي في المبرد أو دخول ماء أثناء الغسيل.

ترتيب التشخيص في AMT والأنظمة الإلكترونية

في علب AMT لا تصدر حكمًا ميكانيكيًا قبل قراءة رموز الأعطال. والترتيب هو: (1) ضغط الهواء في المركبة وحالة مجفف الهواء، (2) ضغط التغذية الواصل إلى العلبة، (3) رموز الأعطال وبيانات الإطار المجمد، (4) البيانات الحية لحساسات سرعة الدوران، (5) قيم تآكل القابض ومعايرته. فإذا كانت الخطوة الخامسة سليمة أيضًا، ينتقل إلى الفحص الميكانيكي. والرطوبة والزيت في الهواء المضغوط هما أكثر الأعطال الزائفة شيوعًا، إذ يقفلان كتلة الصمامات من الداخل فيعطيان انطباع «العلبة معطلة» — وفي مركبة أهملت فيها صيانة خرطوشة مجفف الهواء يجب البحث عن هذا السبب أولًا.

قراءات إضافية

للاطلاع على ملخص فني مبسط لهذا الموضوع، راجع المقالة المرجعية على ويكيبيديا. وتحقق دائمًا من القيم والإجراءات المحددة بالرجوع إلى بيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الوقاية الشخصية والسلامة: قد يتراوح وزن ناقل الحركة في المركبات الثقيلة بين 200 و350 كجم؛ فلا تحاول حمله باليد مطلقًا. استخدم رافعة ناقل حركة ذات سعة مناسبة وحمالات رفع معتمدة. ويجب أن تكون المركبة مفرغة من الحمولة، وفرامل الركن مشدودة، والعجلات مثبتة بمصدات، وطرف البطارية مفصولًا. ويجب تفريغ نظام الهواء حتمًا — فالدائرة

الواقعة تحت الضغط قد تقذف خرطومًا أثناء الفك. كما يلزم ارتداء نظارات واقية وقفازات مقاومة للقطع وأحذية بمقدمة فولاذية، واتخاذ الاحتياطات من الزيت الساخن. وقد تتجاوز حرارة الزيت في العلبة الساخنة 100 °C؛ فانتظر حتى تبرد.

1. **التشخيص المسبق والتأكيد:** استند في قرار الاستبدال إلى نتيجة مؤكدة بمنطق الاستبعاد الموضح أعلاه. وسجل رموز الأعطال وحالة الزيت والشكوى كتابيًا؛ فالبحث عن «السبب الحقيقي» بعد الفك يأتي بعد فوات الأوان.

2. **التحقق من القطعة والواجهات:** تقارن لوحة بيانات العلبة الجديدة أو المجددة، وشفة الإخراج، وغطاء PTO، وموصلات الحساسات، وواجهة القابض مع العلبة القديمة مقارنة دقيقة. وإذا وجد أي اختلاف فلا تبدأ التركيب.

3. **تجهيز المركبة:** يفصل طرف البطارية، ويفرغ نظام الهواء، وترفع المركبة إلى ارتفاع مناسب وبشكل متوازن. وإذا تقرر إمالة الكابينة، تؤمن آلية الإمالة.

4. **تصريف الزيت:** يجمع زيت العلبة في وعاء مناسب وتدون كميته؛ فخروج كمية أقل من المتوقع دليل مهم على أصل العطل. وتفحص السدادة المغناطيسية وتوثق حالتها بالصور.

5. **فصل الوصلات:** يفك عمود الإدارة بعد وضع علامة عليه (علامة الموضع ضرورية للحفاظ على الاتزان)، وتفصل خطوط الهواء والموصلات الكهربائية ومشغل القابض وحساس السرعة وPTO ووصلات المبطئ إن وجدت بعد وضع ملصقات تعريفية عليها. فالفك دون وضع ملصقات يهدر ساعات من الوقت عند التركيب.

6. **دعم العلبة:** توضع رافعة ناقل الحركة تحت مركز ثقل العلبة وتؤمن بحزام. ويجب أن تكون العلبة مدعومة بالكامل قبل فك المسامير الملولبة لمبيت الحدافة.

7. **الفك والإنزال:** ترخى المسامير الملولبة لمبيت الحدافة بترتيب متقاطع. وتسحب العلبة إلى الخلف على محور مستقيم حتى يخرج عمود الإدخال من صرة قرص القابض — فإذا أميلت وأجبرت على الخروج، يتلف عمود الإدخال وقرص القابض.

8. **فحص مجموعة القابض:** أثناء إنزال العلبة يفحص قرص القابض وصفيحة الضغط والمحمل وسطح الحدافة. وترك قابض بلغ حد التآكل بحجة أنه «سيصمد قليلًا بعد» يؤدي سريعًا إلى تكرار العمل نفسه. ويجب فحص الفجوة الهوائية عند الحدافة وتمركزها.

9. **تجهيز العلبة الجديدة:** تنزع سدادات النقل، وتوضع على تحزيزات عمود الإدخال طبقة رقيقة من الزيت أو الشحم من النوع الذي تحدده الشركة المصنعة (فالزيادة تتناثر على القرص وتسبب الانزلاق). وتركب موانع تسرب وحشيات جديدة، وفتحة تنفيس جديدة عند الحاجة.

10. **التركيب وعزم الربط:** توضع العلبة في مكانها على محور مستقيم؛ ولا يجوز شد أي مسمار قبل أن تستقر العلبة تمامًا على مبيت الحدافة — فسحب العلبة بالمسامير يشقق المبيت. وتشد المسامير بترتيب متقاطع وبعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة. ويركب عمود الإدارة وفق علامة الفك.

11. **ملء الزيت والفحص الأولي:** يملأ الزيت من النوع واللزوجة اللذين تحددهما الشركة المصنعة حتى مستوى سدادة المستوى. وتركب الوصلات والموصلات، ويعاد ملء نظام الهواء بالهواء المضغوط.

12. **المعايرة واختبار القيادة:** في علب AMT تجرى معايرة القابض ومواضع السرعات بجهاز التشخيص، وتمسح رموز الأعطال. ثم يجرى اختبار قيادة بحمولة ودون حمولة، مع مراقبة التبديل والأصوات ودرجة الحرارة في كل سرعة. وبعد الاختبار يعاد فحص التسربات ومستوى الزيت.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

لا تسحب العلبة بالمسامير. إذا لم يستقر ناقل الحركة على مبيت الحدافة باليد، فهناك مشكلة في المحاذاة — أي أن عمود الإدخال لم يتمركز تمامًا في صرة قرص القابض. وسحب العلبة بشد المسامير يشقق مبيت الألومنيوم ويثني قرص القابض

ثنيًا دائمًا. وهذا أكثر أخطاء التركيب شيوعًا في الميدان وأعلاها كلفة.

الزيت الخاطئ يقضي على العلبة بصمت. في علب المركبات الثقيلة المزودة بمجموعات التزامن، يؤدي استخدام زيت ذي حزمة إضافات غير مناسبة (مثل استخدام منتج من فئة GL-5 غير متوافق مع المعادن الصفراء حيث تشترط الشركة المصنعة فئة GL-4) إلى تآكل برونز حلقات التزامن. ويعود العطل بعد أشهر في صورة «السرعات تتعشق بصعوبة»، ولا يعود بالإمكان معرفة سببه. والعامل الحاسم في اختيار الزيت ليس العلامة التجارية، بل قائمة الاعتمادات والمواصفات الصادرة عن الشركة المصنعة.

- **نسيان فتحة التنفيس:** يؤدي انسداد فتحة التنفيس إلى تكون ضغط داخلي في العلبة الساخنة، فيدفع الزيت إلى الخارج عبر أضعف مانع تسرب. وتركيب مانع تسرب جديد دون تنظيف فتحة التنفيس يضمن تكرار التسرب نفسه.
- **فك عمود الإدارة دون وضع علامة:** تركيب عمود الإدارة في موضع خاطئ يسبب اهتزازًا بسبب اختلال الاتزان، ويقصر عمر المفصل الصليبي.
- **إعادة تركيب العلبة دون فحص مجموعة القابض:** فحص القابض أثناء إنزال العلبة يكاد يكون بلا تكلفة؛ أما بعد إعادة التركيب فيجب تكرار العمل نفسه من البداية.
- **الإفراط في ملء الزيت:** منطق «كلما زاد الزيت كان أفضل» خاطئ؛ فالزيت الزائد يرغي ويسخن ويفيض عبر فتحة التنفيس. والمرجع هو مستوى سدادة المستوى.
- **إهمال مجفف الهواء:** النظام الذي يرسل هواءً رطبًا ومحملًا بالزيت إلى علبة AMT يعطل كتلة الصمامات في العلبة الجديدة أيضًا خلال وقت قصير. واستبدال العلبة دون استبدال خرطوشة مجفف الهواء هو بمثابة شراء العطل.
- **تجاهل الكراسي المطاطية للمحرك والعلبة:** الكرسي المطاطي الهابط يخل بالمحاذاة، فينهي محمل عمود الإدخال في العلبة الجديدة قبل أوانه.
- **التسليم دون معايرة:** إذا سلمت المركبة المزودة بعلبة AMT دون إجراء المعايرة، يصبح التبديل عنيفًا، ويتآكل القابض مبكرًا، ويقول العميل إن «العلبة الجديدة معطلة».
- **الإفراط في الشحم على التحزيزات:** يتناثر الشحم الزائد بفعل القوة الطاردة المركزية على قرص القابض ويسبب الانزلاق؛ وتكفي طبقة رقيقة.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم أدناه نطاقات *نموذجية / مرجعية عامة* مرصودة في الميدان لأنظمة ناقل الحركة في المركبات التجارية الثقيلة. وقد توجد فروق كبيرة بحسب نوع العلبة والشركة المصنعة وتهيئة المركبة؛ والمرجع في القيم الدقيقة هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وناقل الحركة.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط الهواء لتشغيل تبديل السرعات (AMT)	~7.5–9.5 bar (≈110–140 psi)	يتغذى من مصدر مشترك مع نظام الهواء في المركبة؛ وانخفاض الضغط يسبب أعطالًا في التبديل.
ضغط القطع في النظام (ضاغط هواء الفرامل / منظم الضغط)	~10–12.5 bar (≈145–180 psi)	يقع ضبط منظم الضغط في المركبات الثقيلة عادة ضمن هذا النطاق.
درجة حرارة تشغيل الزيت العادية	~70–100 °C	بقاء الزيت فوق 110 °C لفترات طويلة يقصر عمره بشكل ملحوظ.
حد التحذير من ارتفاع درجة الحرارة (نموذجي)	~120–130 °C	في العلب المزودة بالمبطئ قد تكون قيم الذروة اللحظية أعلى.
حجم الزيت (العلبة الرئيسية، بحسب النوع)	~10–16 لتر	وجود المبطئ وPTO يزيد الحجم؛ والمرجع هو القيمة الواردة في الدليل.
وزن ناقل الحركة (جافًا)	~200–350 كجم	يجب اختيار سعة معدات الرفع وفقًا لذلك.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
الخلوص بين شوكة تبديل السرعات وجلبة التعشيق	~0.2–1.0 مم (حد التآكل بحسب النوع)	الخلوص الذي يتجاوز الحد يسبب انفلات السرعة وتأخر التبديل.
الخلوص المحوري للعمود الرئيسي	~0.05–0.30 مم	يقاس بمقياس ذي ساعة؛ والقيمة التي تتجاوز الحد تدل على مشكلة في المحمل أو الضبط.
الخلوص الجانبي بين أسنان التروس (الخلوص الارتدادي)	~0.10–0.40 مم	بحسب النوع؛ ويفحص عند وجود شكوى من الطنين.
سماكة بطانة قرص القابض (المتبقية)	المرجع هو مؤشر التآكل / القيمة الحدية	أنسب وقت لفحصها هو أثناء إنزال العلبة.

الوصلة	نطاق عزم الربط النموذجي	ملاحظة التطبيق
المسامير الملولبة بين مبيت الحدافة وناقل الحركة (M12–M16)	~80–200 Nm	تشد بترتيب متقاطع وعلى مراحل.
صامولة شفة الإخراج	~350–600 Nm	بحسب النوع؛ وهي في معظم التطبيقات عنصر تأمين يستخدم مرة واحدة.
المسامير الملولبة لشفة عمود الإدارة (M10–M14)	~60–140 Nm	يوصى باستخدام عنصر قفل جديد.
سدادة تصريف الزيت / سدادة المستوى	~50–90 Nm	تركب مع حشية أو وردة جديدة؛ والإفراط في الشد يتلف أسنان اللولبة في جسم العلبة.
المسامير الملولبة للغطاء العلوي للعلبة / كتلة الصمامات	~20–40 Nm	عزم ربط منخفض؛ والإفراط في الشد يتلف أسنان اللولبة في الألومنيوم.
المسامير الملولبة للكراسي المطاطية للعلبة	~150–300 Nm	المرجع هو القيمة التي تحددها الشركة المصنعة للمركبة.

نصيحة ميدانية: قيم عزم الربط والخلوص الواردة أعلاه نطاقات عامة لأغراض المقارنة؛ ولا يجوز استخدام أي منها بوصفها قيمة دقيقة لنوع معين من العلب. وتختلف صامولة شفة الإخراج والمسامير الملولبة لمبيت الحدافة على وجه الخصوص اختلافًا كبيرًا من شركة مصنعة إلى أخرى، وتتطلب في كثير من التطبيقات مسامير أو صواميل تستخدم مرة واحدة. وتحقق أيضًا من تاريخ معايرة مفتاح عزم الربط لديك — فلا يمكن الشد «وفق الدليل» بمفتاح غير معاير.

- قس ضغط الهواء الواصل إلى العلبة بمقياس الضغط والمحرك يعمل والنظام ممتلئ — فالقيمة الظاهرة على لوحة العدادات ليست دليلًا كافيًا.
- افحص مستوى الزيت والمركبة على أرض مستوية والزيت بارد؛ فالزيت الساخن يتمدد ويعطي قراءة مضللة.
- افحص السدادة المغناطيسية وصورها في كل صيانة؛ فالاحتفاظ بالسجلات هو السبيل الوحيد لرؤية اتجاه التآكل.
- نظف فتحة التنفيس أو استبدلها؛ فعمل يستغرق بضع دقائق يغني عن استبدال موانع التسرب.
- إذا كان هناك مبرد زيت، فقم بقياس فرق درجة الحرارة بين مدخله ومخرجه؛ فإذا لم يكن هناك فرق، فالمبرد لا يؤدي عمله.
- في المركبات المزودة بعلبة AMT، اقرأ نسبة تآكل القابض وقيم المعايرة بشكل دوري.
- افحص الكراسي المطاطية للمحرك وناقل الحركة في كل صيانة كبرى بصريًا وباختبار التحريك بالقوة.

الصيانة والعمر التشغيلي

ناقل الحركة في المركبات الثقيلة منتج قادر على العمل طوال عمر المركبة دون إصلاح كبير إذا استخدم الزيت الصحيح وكان الاستخدام معقولًا. وفي الواقع العملي لا يكون سبب عدم بلوغ هذا الهدف هو العلبة نفسها في أي حالة تقريبًا: فتأخير استبدال الزيت، ونوع الزيت الخاطئ، ومجفف الهواء المهمل، والقابض المتآكل، والتشغيل خارج نطاق سرعة الدوران المناسب، كلها تنعكس تلفًا داخل العلبة. وبعبارة أخرى، فإن صيانة ناقل الحركة هي إلى حد كبير انضباط يتعلق بما هو «خارج ناقل الحركة».

- **فترة استبدال الزيت:** في الاستخدام على الطرق الطويلة تكون عادة 200,000–500,000 كم أو 2–3 سنوات؛ وتقصر هذه الفترة بشكل ملحوظ في ظروف الاستخدام القاسية مثل مواقع البناء والشاحنات القلابة ورؤوس القاطرات مع المقطورات الثقيلة. والمرجع هو جدول الشركة المصنعة.
- **اختيار الزيت:** التزم بالمواصفات الواردة في قائمة الاعتمادات الصادرة عن الشركة المصنعة. ويوفر الزيت الاصطناعي ميزة تحمل الحرارة وإطالة فترة الاستبدال؛ لكن عبارة «اصطناعي» وحدها لا تعني الملاءمة.
- **فلتر الزيت:** في العلب المزودة بفلتر يستبدل الفلتر مع الزيت. أما في العلبة التي لا فلتر لها فالسدادة المغناطيسية هي الحماية الوحيدة.
- **فحص السدادة المغناطيسية:** تنظف وتفحص عند كل استبدال للزيت؛ وتزايد كمية البرادة إنذار مبكر.
- **صيانة فتحة التنفيس:** يوصى بفحصها سنويًا في المركبات التي تعمل في بيئات مغبرة.
- **خرطوشة مجفف الهواء:** استبدلها وفق الفترة التي تحددها الشركة المصنعة — فعمر كتلة الصمامات في علبة AMT مرتبط بها مباشرة.
- **الانضباط في استخدام القابض:** الانطلاق بنصف قابض وتثبيت المركبة بالقابض يجهدان القابض ومحمل عمود الإدخال معًا.
- **أسلوب قيادة السائق:** التدخل غير الضروري بالوضع اليدوي في AMT، وتزليق القابض على المنحدرات، والقيادة خارج نطاق سرعة الدوران المناسب هي أكبر العوامل المؤثرة في عمر العلبة.
- **استخدام PTO:** أثناء تشغيل الهيكل العلوي يسخن زيت العلبة ويقل التزييت الذي يتحقق في السير العادي؛ لذا يجب تقصير فترة استبدال الزيت في المركبات التي تستخدم PTO بكثافة.
- **الاحتفاظ بالسجلات:** يجب تدوين عمليات استبدال الزيت وملاحظات السدادة المغناطيسية وقيم المعايرة في ملف المركبة؛ فبفضل هذه السجلات يستغرق تشخيص العطل التالي دقائق.

والخلاصة الأصدق فيما يتعلق بالعمر التشغيلي هي: تعيش علبة التروس بقدر جودة الزيت الذي يصل إليها، وجفاف الهواء، وعادات السائق. فإذا كانت خطة الصيانة تبقي هذه المدخلات الثلاثة تحت السيطرة، فمن الواقعي توقع خدمة خالية من المشكلات تتجاوز 1,000,000 كم من علبة المركبات الثقيلة. وعلى العكس من ذلك، ففي مركبة أهمل فيها استخدام الزيت الصحيح، تعود حتى أفضل العلب جودة إلى الورشة بعد بضع مئات من آلاف الكيلومترات.

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