VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

ذراع التوجيه / قضيب الربط: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

يأتي الخلوص في مقود الشاحنة من ذراع التوجيه، والتآكل غير المنتظم في الإطارات من قضيب الربط، والخلط بينهما يعني فك القطعة الخطأ. دليل التمييز بينهما.

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

ذلك «الخلوص بعرض إصبع» الذي يشعر به السائق في مقود رأس القاطرة لا يأتي في الغالب من علبة التوجيه، بل من الأذرع المفصلية الواقعة بين مخرج العلبة والعجلة. ففي المركبات التجارية الثقيلة يعد ذراع التوجيه وقضيب الربط عنصري الوصل اللذين ينقلان فعليًا الحركة التي يولدها السائق على عجلة القيادة إلى المحور الأمامي والعجلات. ويتحمل هذان الذراعان والمفاصل الكروية في أطرافهما صدمات حمولة تبلغ عشرات الأطنان على الطرق الوعرة، والقوى المتغيرة الاتجاه أثناء المناورة. وعندما تتآكل لا تتوقف المركبة فجأة، بل تظهر المشكلة أولًا على شكل خلوص في المقود وصوت طقطقة، ثم على شكل انحراف المركبة على الطريق وتآكل غير منتظم في الإطارات. ويتناول هذا الدليل طريقة عمل منظومة ذراع التوجيه وقضيب الربط، والتشخيص الصحيح للخلوص، والممارسة العملية للاستبدال، والانضباط في ضبط زوايا العجلات الأمامية، وذلك في سياق علامات OE (أنظمة التوجيه من نوع ZF/TRW) وفي ضوء مواصفات الخدمة الصادرة عن الشركات المصنعة للمركبات.

ملاحظة E-E-A-T: أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى الخبرة الميدانية في أنظمة التوجيه والمحاور الأمامية للمركبات التجارية الثقيلة. والإجراءات الموضحة هنا ممارسات جيدة عامة في القطاع، ويجب دائمًا الرجوع إلى أحدث دليل خدمة OE الصادر عن الشركة المصنعة للمركبة لمعرفة القيم الدقيقة لعزم الربط وحدود تفاوت الخلوص وزوايا العجلات الأمامية. آخر تحديث: سبتمبر 2026. وتخضع أنظمة التوجيه في المركبات التجارية الثقيلة لأحكام لائحة ECE R79.

ما هو ذراع التوجيه / قضيب الربط؟ وظيفته ومبدأ عمله

ذراع التوجيه وقضيب الربط قضيبان فولاذيان للوصل، في طرفي كل منهما مفصل كروي، ينقلان الحركة القادمة من علبة التوجيه إلى العجلات، ويضمنان دوران العجلتين الأماميتين بشكل متوازٍ.

تعمل سلسلة التوجيه في المركبة التجارية الثقيلة على النحو الآتي: يدير السائق المقود، فينقل عمود التوجيه الحركة إلى علبة التوجيه المدعومة هيدروليكيًا، فيتأرجح *ذراع بيتمان* المركب على مخرج العلبة. وينتقل هذا التأرجح عبر **ذراع التوجيه** المركب طوليًا إلى **ذراع رأس المحور** في العجلة الأمامية الواقعة في جهة العلبة، فتدور تلك العجلة، وهي العجلة اليسرى في المركبات ذات المقود الأيسر، واليمنى في التطبيقات ذات المقود الأيمن. أما **قضيب الربط** المركب عرضيًا فيربط ذراعي رأس المحور الأيسر والأيمن ببعضهما، فعندما تدور العجلة الواقعة في جهة العلبة يسحب العجلة المقابلة معها وفق الهندسة نفسها. وبذلك يوجه مخرج واحد للعلبة العجلتين بشكل متناسق.

ولا بد هنا من توضيح لبس شائع في الميدان بشأن المصطلحات: فالذراع الذي يتصل به ذراع التوجيه وقضيب الربط ليس *ذراع صرة العجلة*. إذ إن **صرة العجلة** هي القطعة التي تدور مع العجلة وتحمل المحامل، أما أذرع التوجيه فلا تتصل بصرة العجلة، بل تتصل **بذراع رأس المحور** المثبت بالمسامير أو المشكل بالطرق على **رأس المحور / جسم مفصل التوجيه**. وقد استخدم في هذا الدليل المصطلح الصحيح فنيًا وهو «ذراع رأس المحور (ذراع مفصل التوجيه)».

وتتكون المنظومة من العناصر الرئيسية الآتية:

- **جسم الذراع (قضيب أو أنبوب):** من الفولاذ المطروق أو من أنبوب فولاذي سميك الجدار، وتحدد أبعاده بحيث يتحمل أحمال الضغط والشد والانحناء.
- **المفصل الكروي / الرأس الكروي:** وصلة كروية ذات دبوس مخروطي في طرفي الذراع، تستوعب الحركة الزاوية التي تسمح بالدوران وبتأرجح المحور معًا. وتحدث معظم حالات التآكل في هذا الموضع.
- **الدبوس المخروطي والصامولة:** وصلة تعشيق مخروطية تثبت المفصل على ذراع رأس المحور أو ذراع بيتمان، وتؤمن عادة بصامولة تاجية مع خابور مشقوق أو بصامولة ذاتية القفل.
- **الجلدة الواقية من الغبار:** غلاف مرن من مادة مطاطية (إلاستومر) يحفظ شحم المفصل ويمنع دخول الماء والغبار. ولا ينبغي الخلط بينها وبين مانع التسرب، فالجلدة غلاف مرن، أما مانع التسرب فعنصر إحكام مستقل. ويعد تمزق الجلدة أكثر نقاط بداية الأعطال شيوعًا.
- **حلمة التشحيم (إن وجدت):** حلمة يضخ عبرها الشحم دوريًا في الأنواع القابلة للصيانة، أما الأنواع ذات التزييت مدى الحياة (المغلقة) فتصنع دون حلمة تشحيم.
- **مشبك الضبط والأطراف ذات السن المعكوس (في قضيب الربط):** بفضل السن الأيمن والأيسر في طرفي أنبوب قضيب الربط يدار الأنبوب لضبط الطول، ومن ثم ضبط زوايا العجلات الأمامية، وتثبت المشابك هذا الضبط.

الفرق بين ذراع التوجيه وقضيب الربط

مع أن كليهما قضيب ذو مفاصل، فإن وظيفتيهما مختلفتان. إذ يقوم *ذراع التوجيه* **بنقل** أمر التوجيه من العلبة إلى ذراع رأس المحور، وعندما يتآكل يظهر خلوص ميت في المقود واستجابة متأخرة. أما *قضيب الربط* **فيحافظ** على العلاقة الهندسية بين العجلتين، وعندما يتآكل تختل زوايا العجلات الأمامية، وتتمايل المركبة عن مسارها، وتتآكل الإطارات بشكل غير منتظم. وهذا التمييز يوجه التشخيص: فإذا وجد خلوص في المقود فقط يفحص جانب ذراع التوجيه والعلبة أولًا، وإذا وجد تآكل في الإطارات يفحص جانب قضيب الربط أولًا.

لماذا يتآكل المفصل الكروي؟

داخل المفصل الكروي تعمل كرة فولاذية ضمن مقعد بلاستيكي أو معدني مع طبقة رقيقة من الشحم. ويحدد عمر المفصل ثلاثة عوامل: استمرارية طبقة الشحم، وإحكام الجلدة، وأحمال الصدمات. فبمجرد تمزق الجلدة يدخل الماء والملح والغبار، فيغسل الشحم ويتآكل المقعد ويتسع الخلوص بسرعة. ولذلك فإن المفصل في الواقع العملي لا «يتعب ثم ينكسر»، بل **يظهر فيه الخلوص أولًا**، وإذا لم يلاحظ هذا الخلوص يبدأ تشوه مقعد الدبوس المخروطي بفعل الصدمات المتكررة.

المحاور الأمامية ذات التوجيه المزدوج (8x4 ومركبات مواقع البناء الثقيلة)

في رؤوس القاطرات والشاحنات ذات المحور الأمامي الواحد تتكون سلسلة التوجيه من ذراع توجيه واحد وقضيب ربط واحد. أما في المركبات ذات التوجيه المزدوج، مثل رؤوس القاطرات 8x4 وهياكل مركبات مواقع البناء الثقيلة والرافعات، فيوجد **محور توجيه ثانٍ**، و**ذراع وسيط** يحرك هذا المحور، و**ذراع توجيه ثانٍ وقضيب ربط ثانٍ** متصلان به. ويستمد المحور الثاني حركة المحور الأول عبر سلسلة الوصل الخاصة به، ويعمل وفق هندسته الخاصة.

والمعنى العملي لذلك في التشخيص واضح: فالخلوص الواحد الذي يشعر به السائق في المقود قد ينشأ في الواقع من مفصل في أي من المحورين، والخلوصات يضاف بعضها إلى بعض. لذلك يجب في المركبات ذات التوجيه المزدوج البحث عن الخلوص **لكل محور على حدة**، ومراقبة محمل الذراع الوسيط ومفاصل المحور الثاني واحدًا واحدًا، تمامًا كمفاصل قضيب الربط وذراع التوجيه في المحور الأول. ففحص المحور الأمامي وحده ثم استبدال القطع هو أكثر أسباب الخدمة غير المجدية شيوعًا في المركبات ذات التوجيه المزدوج. كما يجب ضبط زوايا العجلات لكل محور على حدة، والتحقق من التوافق بين المحورين وفق الترتيب الذي تحدده الشركة المصنعة.

مقارنة بين النوعين

الخاصية	ذراع التوجيه (Drag Link)	قضيب الربط / قضيب الوصل (Tie Rod)
الموضع	طولي (مخرج العلبة - ذراع رأس المحور في جهة العلبة)	عرضي (ذراع رأس المحور الأيسر - ذراع رأس المحور الأيمن)
الوظيفة الأساسية	نقل أمر التوجيه	إبقاء العجلتين متوازيتين والحفاظ على ضبط زوايا العجلات الأمامية
أول عرض عند التآكل	خلوص في المقود، واستجابة متأخرة، وصوت طقطقة	تمايل المركبة على الطريق، وتآكل غير منتظم في الإطارات، واهتزاز
ضبط الطول	قابل للضبط في بعض الأنواع (يختلف حسب المركبة)	قابل للضبط عادة، ومنه تضبط زوايا العجلات الأمامية
الضبط بعد الاستبدال	التحقق من وضع المقود في المنتصف	ضبط زوايا العجلات الأمامية (التقارب) إلزامي
طبيعة الحمل النموذجية	دفع وسحب مستمران، ورد فعل العلبة	حمل شد + صدمات الطريق

سياق OE: عائلة علبة التوجيه تحدد مقاس القطعة

في المركبات التجارية الثقيلة لا يتحدد مقاس ذراع التوجيه من خلال «علامة المركبة» وحدها، بل **بعائلة علبة التوجيه** المستخدمة في تلك المركبة. فعلب التوجيه المدعومة هيدروليكيًا من نوع Servocom من ZF ومن نوع TRW تحدد بشكل

مختلف موضع ذراع بيتمان على الشاسيه وقوس تأرجحه وزاوية خرجه، وعندما تتغير هذه الهندسة يتغير أيضًا **الطول الكلي لذراع التوجيه، والمسافة بين مركزي المفصلين، ومقاس الدبوس المخروطي، وزاوية عمل المفصل**. فذراعان يبدوان متطابقين لا يمكن استخدام أحدهما مكان الآخر لمجرد اختلاف عائلة العلبة. أما الشركات المصنعة مثل Mercedes وMAN وDAF وVolvo وScania وRenault وIveco فتحدد أرقام OE مختلفة **حتى ضمن عائلة الطراز نفسها** بحسب نوع المحور، وطول قاعدة العجلات، وارتفاع الشاسيه، وعدد المحاور الموجهة. ولذلك يجب اختيار القطعة الصحيحة انطلاقًا من رقم شاسيه المركبة أو من رقم OE الموجود على القطعة القديمة، لا من اسم الطراز.

للاطلاع على أعطال مجموعة التروس الواقعة في مركز هذه السلسلة وضبط خلوصها وخطوات استبدالها، يمكنك الرجوع إلى دليلنا أعطال علبة التوجيه واستبدالها وصيانتها، أما هذا المقال فيتناول الأذرع التي تلي العلبة.

التحقق من رقم القطعة أمر لا بد منه. ففي عائلة المركبات نفسها توجد أطوال أذرع ومقاسات دبابيس مخروطية واتجاهات أسنان مختلفة بحسب طول قاعدة العجلات ونوع المحور وطراز علبة التوجيه وارتفاع الشاسيه. ولا يكفي أن تكون القطعة «متطابقة في الشكل»، فحتى اختلاف زاوية المخروط بمقدار مليمتر واحد يؤدي إلى تشوه مقعد الدبوس بفعل الصدمات وإلى خطر على السلامة. وقبل الاستبدال طابق رقم OE الموجود على القطعة القديمة ومقاس المخروط والطول الكلي واتجاه السن مطابقة تامة مع الرقم المرجعي البديل من VADEN.

أعراض الأعطال والتشخيص

تتطور أعطال عناصر وصل التوجيه تدريجيًا، وتختلط أعراضها بسهولة مع أعطال نظام التعليق، أو محمل صرة العجلة، أو مسمار المحور، أو ممتص صدمات التوجيه، أو علبة التوجيه. والجدول التالي مرجع سريع للتشخيص الميداني، وقد فصلنا بعده مباشرة الفحوص التي تساعد على التمييز بين هذه الأعطال.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
زيادة الخلوص الميت في المقود	تآكل مفصل ذراع التوجيه، أو خلوص في وصلة العلبة	اختبار «الوقوف الجاف» بشخصين: يحرك المقود يمينًا ويسارًا بينما تراقب المفاصل باليد والعين
صوت طقطقة أو قرقعة من منطقة المحور الأمامي على الطرق الوعرة	خلوص في المفصل، أو ارتخاء صامولة الدبوس المخروطي	يسلط حمل محوري على الذراع بعتلة للبحث عن الخلوص، مع فحص الصامولة والخابور المشقوق
تمايل المركبة على الطريق المستقيم، والحاجة المستمرة إلى تصحيح المسار	تآكل مفصل قضيب الربط، أو اختلال زوايا العجلات الأمامية	قياس زوايا العجلات الأمامية، واختبار الخلوص القطري والمحوري في طرفي قضيب الربط
تآكل منشاري في اتجاه واحد، أو تآكل الحافة الداخلية أو الخارجية للإطارات الأمامية	اختلال زوايا العجلات الأمامية، أو خطأ في طول قضيب الربط	قراءة نمط تآكل الإطارات + قياس زوايا العجلات الأمامية
تمزق في جلدة المفصل، أو شحم متسرب إلى الخارج أو جاف	تلف الجلدة، ودخول الماء أو الغبار	فحص بالعين، وإذا كانت الجلدة ممزقة فقد انتهى عمر المفصل فعليًا
انجذاب المقود يمينًا أو يسارًا عند الكبح	مفصل فيه خلوص مع عدم توازن الفرامل في آن واحد	يزال الخلوص الميكانيكي أولًا، ثم يقيم توازن الفرامل
اهتزاز المقود عند سرعة معينة (ظاهرة الشيمي)	مفصل فيه خلوص + خلل في الموازنة أو الهندسة	يقيم اختبار الخلوص وموازنة الإطارات وهندسة المحور معًا
اهتزاز مستمر في المقود عند سرعة معينة	ممتص صدمات توجيه تالف أو يسرب الزيت، مع خلوص في المفصل	فحص ممتص الصدمات بحثًا عن تسرب الزيت وفقدان قدرة الإخماد
تعذر العثور على مصدر الخلوص في مركبة ذات توجيه مزدوج	خلوص في جهة محور التوجيه الثاني أو الذراع الوسيط	تفحص مفاصل المحورين ومحمل الذراع الوسيط كل على حدة

اختبار الخلوص: الطريقة الصحيحة

أكثر الطرق موثوقية هو اختبار *الوقوف الجاف* الذي يجرى والمحرك يعمل (أي والمساعدة الهيدروليكية فعالة) والعجلات على الأرض: يحرك شخص المقود يمينًا ويسارًا بزوايا صغيرة، بينما يراقب شخص ثانٍ كل مفصل من مسافة آمنة. ففي المفصل السليم يتحرك الذراع والدبوس **كأنهما قطعة واحدة**، أما إذا وجد خلوص فيظهر تأخر أو ارتجاج أو تأرجح مرئي في مقعد الدبوس. ويوفر اختبار العتلة الذي يجرى بعد رفع المركبة تحققًا إضافيًا، فالحركة الواضحة التي تحس عند تسليط حمل على الذراع في الاتجاه المحوري تعد عيبًا. وأثناء الاختبار يجب ألا تدخل اليدان أو القدمان بين الأذرع المتحركة.

تحديد المصدر: المفصل أم مسمار المحور أم صرة العجلة؟

لا يكون الخلوص القادم من المحور الأمامي ناتجًا عن قضيب الربط دائمًا. فإذا ظهرت حركة عند هز العجلة في اتجاه الساعة 12–6 يتجه الشك إلى *مسمار المحور* أو *محمل صرة العجلة*، وإذا ظهرت الحركة عند هزها في اتجاه الساعة 3–9 يتجه الشك إلى *مفاصل قضيب الربط أو ذراع التوجيه*. وعندما يهز شخص العجلة بينما ينظر شخص آخر مباشرة إلى منطقة المفصل وذراع رأس المحور ومسمار المحور، يمكن تجنب استبدال قطعة سليمة دون داعٍ.

استبعاد ممتص صدمات التوجيه

في شكاوى الخلوص والشيمي يعد ممتص صدمات التوجيه أكثر المكونات التي يغفل عنها. فممتص الصدمات لا يسبب خلوصًا، بل وظيفته **إخماد** الإثارة القادمة من الطريق قبل أن تتحول إلى تذبذب في سلسلة التوجيه. وعندما تضيع قدرة الإخماد يتحول خلوص صغير في المفاصل، لا يسبب بمفرده أي شكوى، إلى اهتزاز مستمر ضمن نطاق سرعة معين. لذلك يجب تقييم ممتص الصدمات الذي يظهر تسرب زيت على جسمه، أو لا يبدي مقاومة واضحة عند ضغطه باليد، أو انسحقت جلب التثبيت فيه، مع تقييم خلوص المفاصل في الوقت نفسه. أما كبت الاهتزاز باستبدال ممتص الصدمات وحده فأمر مضلل، إذ يبقى خلوص المفصل الكامن مخفيًا لا مزالًا.

التشخيص العكسي انطلاقًا من نمط تآكل الإطارات

كثيرًا ما يكشف نمط التآكل في الإطارات الأمامية المشكلة قبل جهاز القياس. فالتآكل السريع في جانب واحد على الكتف الداخلي أو الخارجي، ونمط أسنان المنشار الذي يحس خشنًا في اتجاه واحد عند تمرير اليد عليه، علامتان تقليديتان على اختلال زوايا العجلات الأمامية. وفي هذه الحالة لا يكون تبديل مواضع الإطارات وحده حلًا، بل يجب أولًا إزالة الخلوص في المفاصل، ثم إعادة ضبط زوايا العجلات الأمامية.

قراءات إضافية

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

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الوقاية الشخصية والسلامة: عناصر وصل التوجيه قطع سلامة، وقد يؤدي التركيب الخاطئ إلى فقدان القدرة على التوجيه. ثبت المركبة على أرض مستوية، وشد فرامل اليد، وضع مصدات تحت العجلات، وإذا رفعت المركبة فاستخدم حتمًا حوامل تثبيت، فالرافعة وحدها لا تكفي. ارتد القفازات والنظارات الواقية. ولأن أداة فصل المفاصل تختزن طاقة شد نابضية فقد ينفلت الدبوس فجأة، فلا تضع وجهك في مساره.
يمثل التسلسل التالي ممارسة جيدة عامة في مركبات الديزل الثقيلة. ويجب الالتزام حتمًا بدليل الخدمة الصادر عن الشركة المصنعة فيما يخص عزم الربط وترتيب الفك ونوع عنصر التأمين الخاص بنوع المركبة أو المحور.

1. **جهز المركبة واجعل العجلات في وضع مستقيم:** أوقف المحرك، واترك المقود في الوضع المستقيم، وضع علامة على موضع عجلة القيادة. وستكون هذه العلامة مرجعك عند التحقق من التوسيط بعد التركيب.

2. **قس القطعة القديمة ووثق بياناتها:** قبل الفك قس الطول بين مركزي المفصلين، وسجل موضع مشابك الضبط وعدد اللفات على السن أو التقط لها صورًا. فتجهيز القطعة الجديدة على هذا المقاس يسهل الضبط الأولي لزوايا العجلات الأمامية.

3. **فك عنصر التأمين:** انزع الخابور المشقوق (لا يعاد استخدامه) أو حدد موضع الصامولة ذاتية القفل. وعند فك الصامولة اضغط عند الحاجة على منطقة المخروط لمنع الدبوس من الدوران.

4. **افصل الدبوس المخروطي بالأداة الصحيحة:** استخدم أداة فصل مفاصل (ساحبًا) بالمقاس المناسب. ولا تضرب بالمطرقة على ذراع رأس المحور أو ذراع بيتمان أو الجلدة، فالصدمة توسع مقعد المخروط، وتتلف القطعة المجاورة وتفسد جلوس المفصل الجديد بشكل دائم. وترك الصامولة على بضعة أسنان دون فكها كليًا يمنع سقوط القطعة عندما يتحرر الدبوس.

5. **فك الذراع، ونظف المقاعد وافحصها:** نظف مقاعد المخروط من الصدأ والطلاء وبقايا الشحم، فالمقعد المتسخ لا يسمح بجلوس كامل فيرتخي خلال وقت قصير. وإذا وجدت في ثقب المخروط تشوهًا بيضاويًا أو شقوقًا أو آثار تشوه بفعل الصدمات فلا يكفي استبدال الذراع وحده، بل يجب تقييم ذراع رأس المحور / ذراع بيتمان أيضًا. واغتنم هذه الفرصة لفحص خلوص مسمار المحور ومحمل صرة العجلة.

6. **جهز الذراع الجديد على مقاس القديم:** في الأنواع القابلة للضبط اضبط طول الذراع الجديد على القيمة القديمة التي قستها، وتأكد من أن عمق تعشيق السن في الطرفين متساوٍ وكافٍ. ويجب ألا تبقى علامة الحد الأدنى للتعشيق على السن ظاهرة خارج الوصلة.

7. **ركب المفاصل في مواضعها:** أدخل الدبابيس المخروطية في مقاعدها، وتأكد من أن الجلدات جلست في مواضعها بالكامل ولم تلتو. وافحص حرية الحركة الزاوية للمفاصل واتجاه التركيب، وتأكد من أن الذراع لا يلامس الشاسيه أو الإطار.

8. **اشدد الصواميل بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة:** اشدد صواميل الدبابيس المخروطية تدريجيًا حتى القيمة المحددة من الشركة المصنعة. وفي التطبيقات التي تستخدم الصامولة التاجية، إذا لم يتطابق ثقب الخابور بعد بلوغ عزم الربط، فحقق التطابق **بشد الصامولة قليلًا حتى الشق التالي لا بإرخائها**، ثم ركب *خابورًا مشقوقًا جديدًا دائمًا*. أما الصواميل ذاتية القفل فهي للاستخدام مرة واحدة.

9. **ضع المشابك في موضعها الصحيح واشددها:** ضع مشابك الضبط بالزاوية التي تحددها الشركة المصنعة بالنسبة إلى منطقة الشق في الأنبوب، واشدد مسامير المشابك بعزم الربط المحدد. فالمشبك الموضوع في غير موضعه قد يؤدي إلى بداية تشقق عند طرف الأنبوب.

10. **زود المفاصل بالشحم وافحص الجلدات:** في الأنواع المزودة بحلمة تشحيم، شحم بالشحم المناسب حتى تنتفخ الجلدة قليلًا، ولا تضخ الشحم إلى حد تمزيق الجلدة. أما الأنواع المغلقة (ذات التزييت مدى الحياة) فلا يضخ فيها الشحم.

11. **اضبط زوايا العجلات الأمامية وأجر اختبار قيادة:** ضبط زوايا العجلات الأمامية **إلزامي** عند استبدال قضيب الربط أو ذراع التوجيه القابل للضبط. وبعد الضبط تحقق من أن المقود في المنتصف، وجرب الانعطاف الكامل يمينًا ويسارًا حتى نهاية المشوار في منطقة آمنة، ثم أجر اختبار قيادة. وبعد أول 50–100 كم أعد فحص عزم ربط الصواميل والخابور المشقوق.

أنواع أدوات فصل المفاصل والاختيار الصحيح

طريقة فصل الدبوس المخروطي هي الخطوة الوحيدة التي تحدد جودة هذا العمل، ولذلك يجب اختيار نوع أداة الفصل وفقًا لها. إذ تدفع **أدوات الفصل الشوكية** بين السطحين وتجبر على الفصل بالمطرقة أو بالمطرقة الهوائية، وهي سريعة لكنها تقطع الجلدة في كل الأحوال تقريبًا وتتلف المفصل. لذلك لا تفضل إلا في المفاصل *المقرر تكهينها أصلًا* والتي لن يعاد استخدامها. أما **أدوات الفصل من نوع الساحب (اللولبية ذات المسمار)** فتسلط على الدبوس قوة محورية مضبوطة، ولأنها

تحافظ على الجلدة ومقعد المخروط فهي الخيار القياسي في الأعمال التي سيعاد فيها استخدام القطعة المفكوكة أو ستبقى فيها القطعة المجاورة (ذراع رأس المحور أو ذراع بيتمان) في موضعها. وتستخدم **أدوات الفصل الهيدروليكية** في تطبيقات المحاور الثقيلة، ومع مقاسات المخروط الكبيرة، وفي الدبابيس العالقة التي لا يكفي معها الساحب اللولبي، ولأنها تسلط القوة بشكل تدريجي وقابل للتكرار فإنها تلغي خطر الصدمات كليًا.

وأيًا كان النوع، هناك قاعدتان ثابتتان: يجب أن تتناسب فتحة فكي أداة الفصل وقدرتها مع مقاس مخروط المفصل، ويجب أن تقع القوة مباشرة على محور الدبوس عند تركيب الأداة. فالساحب ذو المقاس الخاطئ قد يسلط القوة على الذراع بشكل مائل فيجعل مقعد المخروط بيضاويًا، أي أنه يحدث ببطء الضرر نفسه الذي تحدثه ضربة المطرقة. ويجب ألا ينسى أن الدبوس قد ينطلق فجأة عند تحرر التوتر أثناء الفصل، ولذلك تترك الصامولة على بضعة أسنان.

ما يجب الانتباه إليه (الأخطاء الشائعة)

لا تظهر معظم الأخطاء المرتكبة في هذه المجموعة أثناء التركيب نفسه، بل قبله وبعده مباشرة: طريقة فصل خاطئة، وإغفال ضبط زوايا العجلات الأمامية، وإعادة استخدام عنصر التأمين.

فصل الدبوس المخروطي بالمطرقة هو الخطأ الأكثر شيوعًا والأعلى تكلفة في الميدان. فالضربة تجعل مقعد المخروط بيضاويًا، فلا يعود المفصل الجديد قادرًا على تحقيق تلامس كامل للسطح، ويرتخي خلال وقت قصير رغم تحقيق عزم الربط، ويبدأ التشوه بفعل الصدمات. وهذه أول حلقة في سلسلة قد تنتهي بانفصال وصلة التوجيه. استخدم دائمًا أداة فصل مفاصل بالمقاس المناسب.

عدم ضبط زوايا العجلات الأمامية بعد استبدال قضيب الربط وإعادة استخدام الخابور المشقوق أو الصامولة ذاتية القفل إهمالان حرجان. فالمركبة التي تترك دون ضبط قد تستهلك طقم إطارات جديدًا خلال بضعة آلاف من الكيلومترات، أما الخابور المشقوق الذي أصابه كلال المعدن أو الصامولة ذاتية القفل التي فكت مرة واحدة فيفقدان وظيفة التأمين تحت الاهتزاز. ولذلك يجب تركيب كليهما جديدين.

- **استبدال الطرف الذي فيه خلوص فقط:** الطرف المقابل الذي له العمر نفسه يعطي عادة العطل نفسه بعد وقت قصير، لذا فالتقييم على مستوى المحور أكثر جدوى اقتصاديًا.
- **تركيب الجلدة منضغطة أو ملتوية:** حتى في القطعة الجديدة تتمزق الجلدة المطوية خلال الأشهر الأولى، فتنهي عمر المفصل منذ البداية.
- **إهمال عمق تعشيق السن:** إذا أخرج أحد الطرفين أكثر من اللازم أثناء الضبط يقل التعشيق، وهذا يخلق خطر الانقطاع تحت الحمل.
- **فحص محور واحد فقط في المركبة ذات التوجيه المزدوج:** عند عدم فحص محور التوجيه الثاني والذراع الوسيط يبدو أن الخلوص قد أزيل، لكن الشكوى تستمر.
- **عدم البحث عن السبب الجذري:** وراء المفصل الذي يتآكل مبكرًا تكمن غالبًا جلدة ممزقة أو تحميل زائد أو هندسة محور مختلة، وإذا لم يعالج السبب الجذري فإن القطعة الجديدة أيضًا تستهلك مبكرًا.
- **الشد «بالإحساس» بدلًا من مفتاح عزم الربط:** في هذه المجموعة يشكل كل من العزم الناقص والعزم الزائد خطرًا، فالعزم الزائد يجهد المخروط والدبوس، والعزم الناقص يؤدي إلى الارتخاء.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية **مراجع نموذجية وعامة** للمركبات التجارية الثقيلة بشكل عام، وتختلف الأرقام الفعلية اختلافًا كبيرًا بحسب المركبة ونوع المحور ومقاس المخروط وفئة الحمولة. والمرجع في القيم الخاصة بكل طراز هو بيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة.

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
الخلوص المقبول في المفصل	معيار القبول ليس رقميًا بل سلوكي: يجب أن يتحرك المفصل والدبوس كقطعة واحدة، وأي حركة حرة تحس باليد أو بالعتلة تعد عيبًا. وإذا وجد حد رقمي فيؤخذ من بيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة.	تحدد الشركة المصنعة القيمة الحدية، وتختلف معايير الفحص الفني من بلد إلى آخر
التقارب الكلي للعجلات الأمامية	نحو 0–4 مم كمرجع عام (بحسب نوع المركبة والمحور)	تؤخذ القيمة الدقيقة من بيانات الشركة المصنعة، وهي تحدد عمر الإطارات مباشرة
نطاق درجة حرارة تشغيل الجلدة	من نحو -40 °C إلى +110/120 °C	يختلف بحسب نوع المادة، وتجب مراعاة ذلك عند التركيب قرب حرارة العادم أو الفرامل
فئة الشحم الموصى بها	عادة NLGI 2، من نوع الليثيوم أو الليثيوم المركب مع إضافات الضغط العالي (EP)	قد تشترط الشركة المصنعة مواصفة مختلفة
فترة التشحيم (النوع المزود بحلمة تشحيم)	كمرجع عام: في الصيانة الدورية أو كل نحو 10,000–20,000 كم	تقصر الفترة في الاستخدام الشاق على الطرق الوعرة أو في مواقع البناء
الفحص الأول بعد التركيب	فحص عزم الربط وعنصر التأمين بعد أول 50–100 كم تقريبًا	تحسبًا لاحتمال الارتخاء بعد استقرار الأجزاء في مقاعدها

مراجع نموذجية لعزم الربط (عامة)

القيم التالية **مراجع عامة** تعطي فكرة عن الحجم فقط، ولمعرفة عزم الربط الفعلي استخدم حتمًا دليل خدمة المركبة.

الوصلة	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
صامولة مفصل ذي مخروط صغير أو متوسط (نحو M16–M20)	نحو 120–250 Nm	في الصامولة التاجية يستمر الشد حتى يتطابق ثقب الخابور، ولا ترخى الصامولة
صامولة مفصل ذي مخروط كبير (نحو M22– M24 وأكبر)	نحو 250–400 Nm	تطبيقات المحاور الثقيلة، وتختلف القيمة بشكل واضح بحسب الشركة المصنعة
مسمار مشبك الضبط في قضيب الربط	نحو 40–80 Nm	يضبط موضع المشبك وفق تعليمات الشركة المصنعة
وصلة ذراع بيتمان	المرجع هو قيمة الشركة المصنعة	خاصة بالطراز غالبًا وتتطلب عزم ربط مرتفعًا

استخدم مفتاح عزم الربط **بعد جلوس المخروط بالكامل**، فعزم الربط المطبق قبل جلوس الدبوس في مقعده يعطي قراءة مرتفعة مضللة. اشدد الصامولة تدريجيًا، ثم أدر المقود من أقصى اليمين إلى أقصى اليسار وتحقق من أن الذراع لا يلامس في أي نقطة الإطار أو الشاسيه أو خطوط الهواء أو الفرامل.

نقاط الفحص الميداني:

- هل جميع جلدات المفاصل سليمة وغير ممزقة وجالسة في مواضعها بشكل صحيح؟
- هل صواميل الدبابيس المخروطية مشدودة بعزم الربط الصحيح، وهل الخوابير المشقوقة جديدة ومثنية بشكل صحيح؟
- هل مشابك الضبط في موضعها الصحيح ومشدودة، وهل عمق تعشيق السن كافٍ؟
- هل المقود في المنتصف عند السير المستقيم؟
- هل توجد مسافة كافية بين الذراع والإطار أو الشاسيه عند الانعطاف الكامل يمينًا ويسارًا؟
- هل فحص المحور الثاني والذراع الوسيط أيضًا في المركبة ذات التوجيه المزدوج؟
- هل يوجد تسرب زيت أو فقدان في قدرة الإخماد في ممتص صدمات التوجيه؟
- هل أجري قياس زوايا العجلات الأمامية وسجلت نتائجه؟

الصيانة والعمر الافتراضي

ذراع التوجيه وقضيب الربط قطعتان تستبدلان **بحسب حالتهما** لا بحسب جدول زمني. فالعامل المحدد للعمر ليس عدد الكيلومترات، بل سلامة الجلدة، والانضباط في التشحيم، وحالة الطريق، وعادات التحميل.

- **أجر فحصًا بالعين في كل صيانة دورية:** يمكن خلال خمس دقائق اكتشاف تمزق الجلدة وتسرب الشحم وسيلان الصدأ وارتخاء الصامولة، وكلها إنذارات مبكرة.
- **لا تهمل التشحيم في الأنواع المزودة بحلمة تشحيم:** فالشحم مادة تزييت وحاجز ضد الأوساخ في آن واحد، والشحم الجديد الذي يدفع الشحم القديم إلى الخارج يطرد أيضًا الماء الذي تسرب إلى الداخل.
- **لا تضع تمزق الجلدة في قائمة «ننظر فيه لاحقًا»:** فالجلدة الممزقة تبدأ العد التنازلي لعمر المفصل، والتدخل المبكر أرخص من الاستبدال الكامل.
- **استخدم نمط تآكل الإطارات مؤشرًا للصيانة:** فالتآكل غير المنتظم يعطيك معلومات عن الهندسة والخلوص حتى قبل الذهاب إلى جهاز القياس.
- **قيم الحالة على مستوى المحور:** استبدال القطع التي لها العمر نفسه معًا يغنيك عن دخول ثانٍ إلى الورشة وعن تكلفة ثانية لضبط زوايا العجلات الأمامية.
- **افحص ممتص صدمات التوجيه في جولة الصيانة نفسها:** ففقدان قدرة الإخماد يسبب شكاوى اهتزاز حتى مع مفاصل سليمة، ويؤدي إلى استبدال قطع غيار دون داعٍ.
- **راجع عادات التحميل والقيادة:** فالحمولة الزائدة، وصعود الأرصفة، والدخول السريع في الحفر، كلها تقصر عمر المفصل مباشرة.

وبهذا الانضباط تعطي عناصر وصل التوجيه عمرًا يمكن توقعه، وينذر العطل مسبقًا بأعراض خلوص يمكن متابعتها بدلًا من الانقطاع المفاجئ. والاستبدال المخطط له أرخص دائمًا من حيث السلامة وتكلفة الإطارات معًا.

الطريقة الثابتة لاختيار ذراع التوجيه وقضيب الربط هي استخدام ثلاث بيانات معًا: **رقم OE، ومقاس المخروط، والطول الكلي بين مركزي المفصلين**. فعندما تتطابق هذه البيانات الثلاث تتوافق القطعة مع هندسة التوجيه في المركبة منذ البداية، وعندما لا تتطابق تكون حتى أجود قطعة هي القطعة الخطأ. وفي الأساطيل والورش التي تتعامل مع علب توجيه وأنواع محاور مختلفة ضمن عائلة الطراز نفسها، يمنع التحقق من هذه البيانات الثلاث مع رقم شاسيه المركبة دخول القطعة الخطأ من الأساس. ويغطي كتالوج أنظمة التوجيه لدى VADEN مجموعات مضخة التوجيه الهيدروليكي وعلبة التوجيه، كما يقدم قائمة مراجع واسعة في مجال الفرامل الهوائية وكاليبر الفرامل القرصية وضاغط هواء الفرامل.

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