VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

طقم الذراع المتأرجح والعمود: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

كيف يختل ضبط الصمامات عند اتساع خلوص الذراع المتأرجح في محركات المركبات التجارية الثقيلة؟ فحص جلب العمود، وصوت الطقطقة، واستبدال الطقم.

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

عند فتح غطاء الصمامات في محركات المركبات التجارية الثقيلة، تكون مجموعة الأذرع المتأرجحة أول آلية تلفت النظر، وهي أيضًا الموضع الذي يرتبط في الميدان أكثر من غيره بشكوى «الطقطقة». فالمحرك الذي يطقطق وهو بارد ثم يهدأ بعد أن يسخن، والمحرك الذي يزداد صوته حدة كلما ارتفعت سرعة الدوران، يشيران إلى عطلين مختلفين تمامًا في المنطقة نفسها. ومن العادات الشائعة الانطلاق من الصوت والتوجه مباشرة إلى ضبط الصمامات، لكن ضبط الخلوص يصحح النتيجة في أغلب الأحيان لا السبب. يشر ح هذا الدليل بلغة فني الصيانة وظيفة هذه المجموعة، وأي علامة تشير إلى أي مكون، والترتيب الصحيح للفك وعزم الربط، وعادات الصيانة التي تحدد عمرها.

أعد الفريق الفني في VADEN هذه الوثيقة استنادًا إلى الممارسات الميدانية لصيانة ميكانيكا محركات المركبات التجارية الثقيلة وإلى وثائق OE الصادرة عن الشركات المصنعة. القيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، والمرجع المعتمد للبيانات الدقيقة مثل خلوص الصمامات وعزم الربط وحدود تفاوت الجلبة هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك والشاسيه الخاص بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هو طقم الذراع المتأرجح والعمود؟ وظيفته ومبدأ عمله

طقم الذراع المتأرجح والعمود هو مجموعة آلية الصمامات الكاملة في محركات المركبات التجارية الثقيلة، التي تنقل الحركة القادمة من عمود الكامات عبر قضيب الدفع أو بالتلامس المباشر إلى جسر الصمامات أو إلى حاقن الوقود، وتتكون من أذرع متأرجحة تعمل عادة بنسبة ذراع تتراوح بين 1.4:1 و1.8:1، والعمود الذي يحملها، والجلب، وبراغي الضبط، وعناصر التثبيت. ويجري ضبط خلوص الصمامات أيضًا من خلال هذه المجموعة، وعادة ما يكون ضمن نطاق 0.2–0.8 مم في محركات الديزل الثقيلة.

تعرف مجموعة القطع نفسها في الميدان وفي الكتالوجات بأكثر من اسم: **الذراع المتأرجح**، و**ذراع التأرجح**، و**الروكر آرم**، و**عمود الأذرع المتأرجحة**، و**عمود التأرجح**، و**مجموعة التاكيت**، وفي الإصدارات الكاملة **طقم العمود**. وأيًا كان الاسم الذي يجري البحث به، يبقى معيار الاختيار واحدًا: رمز المحرك والرقم المرجعي OE.

يقوم مبدأ العمل على فكرة الرافعة. فالكامة الموجودة على عمود الكامات تدفع أحد طرفي الذراع المتأرجح إلى الأعلى عبر الغماز وقضيب الدفع؛ فيتأرجح الذراع حول مركز دورانه على العمود، ويضغط برغي الضبط أو البكرة في طرفه الآخر على ساق الصمام أو على جسر الصمامات فيفتح الصمام. وبفضل نسبة الذراع يتحول الشوط القصير لمقطع الكامة إلى مسافة فتح أكبر في جهة الصمام؛ وعندما تصل الكامة إلى دائرتها الأساسية يغلق النابض الصمام. ولأن هذه الدورة تتكرر مئات المرات في الدقيقة حتى في سرعة الخمول، فإن مجموعة الأذرع المتأرجحة تعمل باستمرار تحت أحمال صدمية.

لا تقتصر مهمة مجموعة الأذرع المتأرجحة في محركات الديزل التجارية الثقيلة على فتح الصمامات. ففي تصميم حاقن الوقود المضخي (وحدة الحقن) يضغط ذراع متأرجح مستقل على المكبس الغاطس العالي الضغط في الحاقن، أما في المحركات المزودة بفرامل المحرك فتتولى آلية إضافية على ذراع العادم المتأرجح وظيفة تخفيف الضغط. لذلك قد توجد على العمود نفسه ثلاثة أذرع، بل أربعة، تؤدي وظائف مختلفة جنبًا إلى جنب، ولا يمكن تركيب أحدها مكان الآخر.

كيف يعمل التزييت على العمود؟

يرتبط طقم الذراع المتأرجح والعمود بدائرة التزييت بالضغط في المحرك. إذ يتدفق الزيت من القناة الموجودة في رأس الأسطوانة إلى حامل العمود، ومنه يدخل إلى الثقب المحوري داخل العمود، ثم يتوزع على سطح الجلبة عبر الثقوب الشعاعية المحاذية لمحمل كل ذراع. والنتيجة العملية: نادرًا جدًا ما تعني مشكلة التزييت في منطقة الأذرع المتأرجحة «انعدام الزيت»؛ بل تعني عادة أن الثقب مسدود، أو أن العمود ركب مقلوبًا، أو أن ضغط الزيت في سرعة الخمول والمحرك ساخن قد انخفض.

الفرق بين الذراع ذي البكرة والذراع ذي الوسادة الانزلاقية

يصنع طقم الذراع المتأرجح والعمود وفق تصميمين أساسيين للتلامس. ففي الأذرع ذات الوسادة الانزلاقية يحدث التلامس مع الصمام أو الجسر عبر سطح كروي مقسى باحتكاك انزلاقي؛ وهو تصميم بسيط ومتين، لكنه يعتمد بدرجة كبيرة على طبقة الزيت. أما في الأذرع ذات البكرة فيتحقق التلامس بالتدحرج عبر بكرة مزودة بمحمل إبري؛ فتكون خسارة الاحتكاك منخفضة

ويسمح ذلك بمقاطع كامات أكثر حدة، لكن محمل البكرة في المقابل حساس للزيت المتسخ. ولا يمكن تركيب أحد النوعين مكان الآخر؛ لأن ارتفاع الذراع ومقطع الكامة يصممان معًا.

المكونات والعناصر المساعدة

- **الذراع المتأرجح:** جسم من الفولاذ المطروق أو من حديد الزهر ذي الجرافيت الكروي؛ بأشكال هندسية مختلفة للسحب والعادم وحاقن الوقود.
- **عمود الأذرع المتأرجحة:** عمود فولاذي مقسى ومجوف من الداخل؛ يعمل كقناة لتوزيع الزيت.
- **الجلبة (بطانة المحمل):** بطانة من البرونز أو من مادة مركبة تثبت داخل جسم الذراع؛ ومنها يبدأ التآكل.
- **برغي الضبط وصامولة القفل:** العنصر الذي يضبط به خلوص الصمام.
- **البكرة والمحمل الإبري:** يؤمنان التلامس مع الكامة أو الجسر في الأذرع ذات البكرة.
- **حوامل العمود (قواعد الجسر) ومسامير التثبيت:** عناصر تثبت العمود على رأس الأسطوانة، وتشد بالزاوية في معظم التطبيقات.
- **النوابض والوردات الفاصلة وحلقات التثبيت:** عناصر تحافظ على الموضع المحوري للأذرع على العمود.
- **جسر الصمامات ودبوس التوجيه:** يوزع الحركة على صمامين في رؤوس الأسطوانات ذات الصمامات المزدوجة.

مطابقة عائلات محركات المركبات التجارية الثقيلة مع تصميم مجموعة الأذرع المتأرجحة (أمثلة تطبيقية غير ملزمة، ويجب التحقق منها في كتالوج OE)

عائلة المحرك (مثال تطبيقي)	تصميم آلية الصمامات	عدد الأذرع على العمود (لكل أسطوانة)	ملاحظة الصيانة المميزة
Mercedes-Benz OM 457 وOM 470 وOM 471	عمود كامات علوي، وأذرع متأرجحة للصمامات والحاقن	2–3 (السحب، والعادم، والحاقن/فرامل المحرك)	يعمل ذراع الحاقن المتأرجح بقيمة ضبط مستقلة
Volvo D11 وD13	عمود كامات علوي، وذراع عادم مدمج مع فرامل المحرك	3 (السحب، والعادم، والحاقن)	آلية فرامل المحرك مركبة على ذراع العادم
MAN D20 وD26	عمود كامات علوي، وحامل مستقل لكل أسطوانة	2–3	تشد مسامير الحوامل غالبًا بالزاوية
DAF MX-11 وMX-13	عمود كامات علوي، ونظام الحقن بالسكة المشتركة (كومن ريل)	2 (السحب، والعادم) + تجهيزات فرامل المحرك	تختلف نسبة الذراع وقيم الخلوص باختلاف فئة الانبعاثات
Scania DC13	عمود كامات علوي، وحاقن وقود مضخي أو نظام الحقن بالسكة المشتركة (كومن ريل)	2–3	في الإصدارات المزودة بحاقن الوقود المضخي يتحمل ذراع الحاقن أحمالًا عالية
Iveco Cursor 9 و11 و13	عمود كامات علوي، وذراع ذو بكرة	2	محمل البكرة حساس لنظافة الزيت
محركات الديزل الثقيلة التقليدية ذات عمود الكامات الجانبي	بقضبان دفع، وأذرع مصفوفة على عمود مشترك	2	يفحص انحناء قضيب الدفع بشكل منفصل

يختلف طقم الذراع المتأرجح والعمود حتى داخل عائلة المحرك الواحدة باختلاف فئة الانبعاثات (Euro 5 / Euro 6)، وتجهيزات فرامل المحرك، وتصميم نظام الحقن. فذراع السحب وذراع العادم، وإن تشابها في المظهر الخارجي، لهما نسبة ذراع مختلفة وسطح تلامس مختلف. لا تختر القطعة بناء على طراز المركبة وحده؛ بل تحقق منها برمز المحرك وسنة الصنع، وإن أمكن برقم OE المدون على الذراع أو العمود القديم. ففي المحرك الذي يركب فيه ذراع غير صحيح لا يمكن ضبط خلوص الصمام ضمن نطاقه، وتتعرض الآلية للتلف خلال أول مئة ساعة تشغيل.

كيف يمكن التعرف على عطل طقم الذراع المتأرجح والعمود؟

تكشف أعطال طقم الذراع المتأرجح والعمود عن نفسها دائمًا تقريبًا بالصوت أولًا، ثم تنعكس على بيانات الأداء. والخطأ الأكثر شيوعًا في الميدان هو نسبة كل طقطقة إلى خلوص الصمامات؛ مع أن اتساع الخلوص من تلقاء نفسه يكون في أغلب الأحيان نتيجة لتآكل الجلبة أو طرف برغي الضبط أو الجسر. ويربط الجدول التالي العلامات الميدانية بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق منها.

أعراض أعطال طقم الذراع المتأرجح والعمود وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها

العلامة	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
طقطقة معدنية واضحة عند البرودة، وصوت يخف بعد أن يسخن المحرك	خلوص الصمام خارج نطاق الضبط؛ أو ارتخاء صامولة القفل في برغي الضبط	القياس بمقياس الخلوص (فيلر) والمحرك بارد وفق إجراء الشركة المصنعة؛ وفحص عزم ربط صامولة القفل
أصوات طرق غير منتظمة الإيقاع تزداد حدة مع ارتفاع سرعة الدوران	خلوص زائد بين جلبة الذراع والعمود	تحريك الذراع باليد في الاتجاه الشعاعي لتلمس الخلوص؛ والقياس بساعة القياس، وفحص قطر العمود بالميكرومتر
فقدان القدرة في إحدى الأسطوانات، وعدم انتظام سرعة الخمول، وصوت نبضات في العادم	تآكل طرف برغي الضبط أو جسر الصمامات؛ واختلال تلامس الذراع	مقارنة قياسات الخلوص بين الأسطوانات؛ وفحص الجسر وطرف البرغي بعدسة مكبرة
تنقر أو خشونة أو لون أزرق ناتج عن الحرارة على سطح الذراع عند فتح الغطاء	انقطاع طبقة الزيت، أو انسداد ثقب الزيت، أو انخفاض ضغط الزيت في سرعة الخمول والمحرك ساخن	فحص انفتاح ثقوب الزيت في العمود بالهواء المضغوط؛ وقياس ضغط الزيت في سرعة الخمول والمحرك ساخن
انخفاض كفاءة فرامل المحرك، وأصوات طرق عند تفعيل الفرامل	تآكل ذراع العادم الذي توجد عليه آلية فرامل المحرك أو انحراف ضبطه	فحص قيمة ضبط فرامل المحرك بإجراء مستقل؛ ومراقبة حرية حركة الآلية
برادة معدنية لامعة أو جزيئات بلون البرونز في حوض الزيت	بدء تفتت مادة الجلبة أو محمل البكرة	قص جسم الفلتر وفحصه عند تفريغ الزيت؛ وفتح الغطاء ومعاينة جميع الأذرع
عودة اتساع الخلوص بعد فترة قصيرة من الضبط	استمرار التآكل؛ أو تجوف مقعد قضيب الدفع أو المقعد الكروي للذراع	إعادة القياس بعد بضع مئات من الكيلومترات من الضبط؛ وفحص أطراف قضبان الدفع
تسرب الزيت قرب العمود، ورطوبة على امتداد حشية الغطاء	ارتخاء مسامير حوامل العمود، أو عدم استواء سطح الغطاء	فحص عزوم ربط مسامير الحوامل؛ وفحص استواء سطح الغطاء بالمسطرة ومقياس الخلوص
أصوات طرق حادة في منطقة ذراع الحاقن المتأرجح (في المحركات المزودة بحاقن الوقود المضخي)	انحراف ضبط ذراع الحاقن أو تآكل المقعد الكروي للذراع	فحص ضبط ذراع الحاقن بالإجراء الخاص به؛ وقياس طرف الذراع

تشخيص الخلوص بالقياس بمقياس الخلوص

الخطوة الأولى في تشخيص طقم الذراع المتأرجح والعمود هي قياس خلوص الصمامات والمحرك بارد، وفق ترتيب الاشتعال الذي تحدده الشركة المصنعة. ولا تكمن القيمة التشخيصية في قراءة أسطوانة واحدة بقدر ما تكمن في **توزع القراءات بين الأسطوانات**: فإذا اتسع الخلوص في جميعها بالقدر نفسه فهذا تآكل طبيعي، أما إذا شذ ذراع واحد بوضوح عن البقية فإن جلبة ذلك الذراع أو برغيه أو جسره موضع شك. ويجب أن تدخل ريشة مقياس الخلوص موازية لسطح التلامس وأن تمر باحتكاك خفيف؛ أما الإحساس بأنها «تدخل بصعوبة» أو «تتحرك بحرية» فيدل على خطأ في القياس.

قياس الخلوص بين الجلبة والعمود

زوج التآكل الأساسي في طقم الذراع المتأرجح والعمود هو جلبة الذراع والعمود. وفي التشخيص الميداني يحرك الذراع باليد في الاتجاه الشعاعي والغطاء مفتوح؛ وأي حركة يمكن الإحساس بها تدل أصلًا على تجاوز الحد المسموح. أما التقييم الدقيق

فيجري بقياس قطر العمود بالميكرومتر، وقياس القطر الداخلي للجلبة بساعة قياس الأقطار الداخلية، ثم حساب الفرق بينهما. والتجويف الموضعي (الدرجة) الذي يتكون في مواضع ارتكاز الأذرع على العمود يظهر في القياس حتى عندما يكون أصغر من أن يرى بالعين؛ ولذلك فإن تجديد الذراع وحده مع ترك العمود المتآكل خطأ تشخيصي شائع.

التحقق من مسار التزييت

إذا تكرر التآكل في منطقة طقم الذراع المتأرجح والعمود، فيجب أن يمتد التشخيص إلى دائرة الزيت. فعندما يكون العمود مفكوكًا تفحص ثقوب الزيت المحورية والشعاعية بالهواء المضغوط؛ إذ يتراكم السخام وحمأة الزيت في هذه الثقوب. أما على المحرك نفسه فالعامل الحاسم هو ضغط الزيت المقاس في سرعة الخمول والمحرك ساخن؛ فالضغط الحدي يظهر أثره أولًا في مجموعة الأذرع المتأرجحة لأنها أبعد نقطة استهلاك في الدائرة. ومن أكثر الحالات شيوعًا في الميدان أن يتبين أن السبب الحقيقي لتآكل الأذرع هو إطالة الفترة بين تغييرات الزيت.

قراءات إضافية

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

كيف يتم استبدال طقم الذراع المتأرجح والعمود؟ خطوة بخطوة

لا يفك طقم الذراع المتأرجح والعمود والمحرك ساخن. ومعدات الوقاية الشخصية إلزامية: نظارات مقاومة للصدمات، وقفازات مقاومة للزيت، وملابس عمل، وأحذية مانعة للانزلاق. انتظر حتى يبرد المحرك ونظام العادم، وأمّن المركبة، وافصل مفتاح قطع البطارية أو القطب السالب. وفي الأذرع المزودة بفرامل المحرك توجد داخل الآلية عناصر محملة بنوابض قد تنفتح بشكل غير متحكم فيه أثناء الفك. وقبل فك الغطاء تأكد من نظافة منطقة العمل؛ فصامولة واحدة تسقط على رأس الأسطوانة قد تصل إلى داخل المحرك.

1. **أمّن المركبة واترك المحرك يبرد:** اسحب فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وأوقف المحرك وانتظر حتى يبرد. افصل القطب السالب للبطارية. وفي التطبيقات التي تتطلب إمالة الكابينة، ركّب قفل أمان الإمالة دون استثناء.

2. **افتح طريق الوصول وفك الغطاء:** فك الغطاء العلوي للمحرك وأنابيب الهواء ومجاري الكابلات، وإذا لزم الأمر مقابس حواقن الوقود، مع وضع ملصقات تعريف عليها. أرخ مسامير غطاء الصمامات تدريجيًا من الخارج إلى الداخل، وبعد فتح الغطاء جفف المنطقة بقطعة قماش نظيفة؛ فحمأة الزيت تضلل القياس والتركيب معًا. وتستخدم حشية الغطاء لمرة واحدة في معظم التطبيقات.

3. **خذ القياسات قبل الفك:** سجل قيم خلوص الصمامات الحالية لكل أسطوانة على حدة. فهذا السجل أسرع طريقة لمعرفة ما إذا كان العطل في ذراع واحد أم ناتجًا عن تآكل عام، كما يكون مرجعًا للمقارنة بعد التركيب.

4. **أرخ مسامير حوامل العمود تدريجيًا:** لا ترخ المسامير دفعة واحدة، بل على عدة جولات وبشكل متماثل من الداخل إلى الخارج. فلأن نوابض الصمامات تدفع العمود إلى الأعلى، قد يؤدي الإرخاء السريع من نقطة واحدة إلى ثني العمود أو تشقق الحامل.

5. **انزع مجموعة العمود كاملة وضع علامات عليها:** يجب إخراج العمود والأذرع والحوامل معًا إن أمكن، وتعليم كل ذراع برقم الأسطوانة وبكونه ذراع سحب أو عادم، ثم رصها بالترتيب في صينية. فإذا اختلطت مواضعها لم تعد أسطح التلامس المتوائمة تتطابق مع بعضها.

6. **افحص قضبان الدفع والجسور:** دحرج قضبان الدفع على سطح مستو لفحص استقامتها، وافحص الكرات في أطرافها بالعين. وتحقق من وجود تنقر في جسور الصمامات أو تآكل في دبوس التوجيه؛ فإذا جدد الذراع المتأرجح وترك الجسر المتآكل، يعود الصوت خلال وقت قصير.

7. **قيّم المجموعة المفكوكة بالقياس:** قس قطر العمود عند مواضع ارتكاز الأذرع، وقس القطر الداخلي للجلبة بساعة القياس. وإذا وجد تنقر في سطح تلامس الذراع، أو تجوف في طرف برغي الضبط، أو صعوبة في دوران البكرة، أو لون ناتج عن الحرارة، تستبدل القطعة؛ أما إذا شمل التآكل أكثر من ذراع فالقرار الصحيح هو استبدال الطقم كاملًا.

8. **جهز الطقم الجديد بتزييته:** تأكد من أن ثقوب الزيت في العمود الجديد مفتوحة وخالية من الزوائد المعدنية؛ وضع زيت محرك نظيفًا أو معجون التركيب الذي توصي به الشركة المصنعة على العمود والجلب وأسطح التلامس. فالتركيب الجاف يترك خدوشًا دائمة في الثواني الأولى.

9. **ركّب العمود مع الانتباه إلى اتجاهه:** تسمح ثقوب الزيت ودبوس تحديد الموضع باتجاه واحد صحيح فقط؛ والعمود المركب مقلوبًا يفرغ الزيت داخل الغطاء لا على الجلب. وتحقق بالعين من ارتكاز قضبان الدفع في مقاعدها، ومن تمركز الأذرع على الجسور.

10. **اشدد بالترتيب والعزم الصحيحين:** اشدد مسامير الحوامل بالترتيب الذي تحدده الشركة المصنعة، من الداخل إلى الخارج وعلى مرحلتين على الأقل؛ ففي كثير من محركات المركبات التجارية الثقيلة تكون المرحلة الأخيرة **شدًا بالزاوية** (عزم + درجات)، وقد تكون هذه المسامير للاستخدام مرة واحدة. وتحدد متطلبات دقة أدوات العزم ومعايرتها في عائلة معايير ISO 6789؛ فتحقق من سريان معايرة المفتاح الذي تستخدمه.

11. **اضبط خلوص الصمامات وأغلق الغطاء:** اضبط الخلوص والمحرك بارد وفق ترتيب الاشتعال الذي تحدده الشركة المصنعة؛ وتحقق بمقياس الخلوص من أن الضبط لم ينحرف أثناء شد صامولة القفل. ركّب الغطاء مع حشية جديدة، ثم شغل المحرك وراقب الصوت وضغط الزيت في سرعة الخمول، وأعد فحص القيم بعد قيادة تجريبية قصيرة.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال طقم الذراع المتأرجح والعمود؟

أكثر الأخطاء كلفة عند تركيب طقم الذراع المتأرجح والعمود هو استخدام العمود المتآكل مع أذرع جديدة. فعندما ترتكز الجلبة الجديدة على عمود تكونت عليه درجة، يتركز الحمل على نقطة من سطح التلامس، ويعود الخلوص خلال أول بضعة آلاف من الكيلومترات. فالذراع والعمود يشكلان زوج عمل واحدًا؛ وإذا جدد أحدهما وجب قياس الآخر، فإن كان عند الحد يستبدلان معًا.

ضبط خلوص الصمامات والمحرك ساخن أو في وضع خاطئ من الدورة يفقد الضبط أي معنى. فتمدد المعدن الساخن يغير القياس؛ والذراع الذي يقاس في وضع خاطئ يكون على منحدر الكامة لا على دائرتها الأساسية. وفي الحالتين يكون الخلوص صحيحًا على الورق وخاطئًا على المحرك. لذلك يجب أن يجري الضبط في ظروف الحرارة التي تحددها الشركة المصنعة ووفق ترتيب الاشتعال.

- **الخلط بين مواضع الأذرع:** عندما تقابل أسطح التلامس المتوائمة صمامًا مختلفًا يبدأ تآكل متسارع؛ لذا لا ينبغي إهمال وضع العلامات أثناء الفك.
- **تركيب ذراع السحب مكان ذراع العادم أو العكس:** وإن تشابها في المظهر الخارجي فإن نسبة الذراع وهندسة التلامس مختلفتان؛ فلا يمكن الضبط ضمن النطاق.
- **شد مسامير الحوامل دفعة واحدة:** الشد غير المتماثل في مواجهة مقاومة نوابض الصمامات يثني العمود ويعرض الحامل لخطر التشقق.
- **تجاوز إجراء الشد بالزاوية:** المسامير المشدودة بمنطق «العزم نفسه تقريبًا» ترتخي مع الوقت؛ وإعادة استخدام المسمار المخصص للاستخدام مرة واحدة تحمل الخطر نفسه.
- **التركيب الجاف أو المقلوب:** العمود الذي يشغل دون تزييت يتعرض للخدش في الثواني الأولى؛ أما في العمود المركب مقلوبًا فتخطئ ثقوب الزيت هدفها.
- **تجاهل الجسر وقضيب الدفع وطرف الصمام:** لا تقتصر سلسلة التآكل على الذراع المتأرجح وحده؛ فيعود الصوت خلال وقت قصير.
- **شد صامولة القفل دون تثبيت برغي الضبط:** يدور البرغي فينحرف الضبط ويضيع القياس سدى.

- **استبدال القطعة وحدها دون البحث عن السبب الجذري:** إذا استمر انخفاض ضغط الزيت أو إطالة الفترة بين تغييرات الزيت، فلن يدوم الطقم الجديد أكثر من سابقه.

القيم الفنية لطقم الذراع المتأرجح والعمود ونقاط الفحص

القيم التالية الخاصة بطقم الذراع المتأرجح والعمود نطاقات مرجعية عامة شائعة في محركات الديزل التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بشكل ملحوظ بحسب عائلة المحرك وفئة الانبعاثات وتجهيزات فرامل المحرك وسنة الصنع؛ والمرجع المعتمد للبيانات الدقيقة هو أحدث دليل خدمة خاص برمز المحرك. وتندرج مادة جسم الذراع والعمود عادة ضمن فئة الفولاذ المقسى والمراجع (عائلة معايير EN 10083) أو حديد الزهر ذي الجرافيت الكروي العالي المتانة (عائلة معايير EN 1563)؛ أما خشونة أسطح التلامس فتحدد وفق تعريفات ISO 4287. وتصف هذه المعايير فئة المادة ولا تلزم قطعة بعينها؛ لذا يجب التحقق من بيانات المادة والسطح الدقيقة من كتالوج OE المعني.

القيم الفنية لطقم الذراع المتأرجح والعمود (مرجع عام)

البند	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
خلوص الصمام — السحب (المحرك بارد)	0.20–0.50 مم	خاص برمز المحرك؛ ويجري القياس وفق ترتيب الاشتعال
خلوص الصمام — العادم (المحرك بارد)	0.40–0.80 مم	يكون أكبر في جهة العادم بسبب التمدد الحراري
قيمة ضبط ذراع الحاقن المتأرجح (المحركات المزودة بحاقن الوقود المضخي)	إجراء مستقل؛ يعتمد عادة على التحميل المسبق أو الشوط	يجب عدم الخلط بينها وبين خلوص الصمام
نسبة الذراع (نسبة الروكر)	1.4:1 – 1.8:1 تقريبًا	تصمم مع مقطع الكامة؛ ولا يمكن تغييرها
الخلوص الشعاعي بين جلبة الذراع والعمود (جديد)	0.02–0.08 مم تقريبًا	حد الخدمة أعلى من ذلك بوضوح عادة؛ ويؤخذ من الدليل
قبول التآكل الموضعي (الدرجة) على العمود	لا تقبل أي درجة قابلة للقياس	إذا وجدت درجة يستبدل العمود
ضغط زيت المحرك في سرعة الخمول والمحرك ساخن	1.0–2.5 bar (15–36 psi) تقريبًا	إذا انخفض عن ذلك تكون مجموعة الأذرع المتأرجحة أول منطقة تتأثر
ضغط زيت المحرك عند سرعة الدوران الاسمية	3.0–5.5 bar (44–80 psi) تقريبًا	يعتمد على لزوجة الزيت ودرجة حرارته
درجة حرارة التشغيل تحت غطاء الصمامات	90–130 °C تقريبًا	تحدد حد انقطاع طبقة الزيت
طرف برغي الضبط / سطح تلامس الجسر	لا يقبل التنقر أو اللمعان	إذا وجد تجوف مرئي بالعين تستبدل القطعة

نطاقات عزم الربط لعناصر التثبيت في طقم الذراع المتأرجح والعمود (مرجع عام؛ القيمة الدقيقة في دليل خدمة OE)

نقطة التثبيت	نطاق عزم الربط النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
مسمار حامل العمود (قاعدة جسر الأذرع المتأرجحة)	40–90 Nm + مرحلة شد بالزاوية	يشد تدريجيًا وبشكل متماثل؛ وهو للاستخدام مرة واحدة في كثير من التطبيقات
صامولة القفل لبرغي الضبط	20–50 Nm	تشد مع تثبيت البرغي؛ ثم يعاد التحقق من الخلوص
مسمار غطاء الصمامات	8–25 Nm	من الداخل إلى الخارج وبشكل تدريجي؛ والشد الزائد يسحق الحشية
دبوس توجيه جسر الصمامات / عنصر التثبيت	خاص بكل تطبيق	في بعض المحركات يوجد إجراء ضبط مستقل

قيم عزم الربط مجرد نطاق إرشادي. ففي المحرك نفسه قد تشد حوامل مختلفة بعزوم مختلفة، وفي المسامير التي تطبق عليها مرحلة الشد بالزاوية يتحدد الشد النهائي بزاوية الدوران لا بالعزم؛ لذلك فإن «بلوغ العزم» وحده لا يكفي. استخدم مفتاح عزم ومقياس زاوية بمعايرة سارية، والمرجع المعتمد في التطبيق هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وخاص برمز المحرك.

- هل خلوص الصمامات متوازن بين الأسطوانات، أم أن ذراعًا واحدًا يشذ عن البقية؟
- هل يوجد خلوص شعاعي محسوس عند تحريك الأذرع باليد على العمود؟
- هل تظهر على سطح العمود في مواضع ارتكاز الأذرع درجة أو خدوش أو لون ناتج عن الحرارة؟
- هل ثقوب الزيت المحورية والشعاعية في العمود مفتوحة، وهل يوجد تراكم للسخام؟
- هل ظهر تنقر في طرف برغي الضبط أو البكرة أو أسطح تلامس جسر الصمامات؟
- هل قضبان الدفع مستقيمة، وهل الكرات في أطرافها سليمة؟
- هل توجد على مسامير الحوامل آثار ارتخاء أو استطالة أو تلف في اللولب؟
- هل ضغط الزيت في سرعة الخمول والمحرك ساخن ضمن النطاق المتوقع؛ وهل توجد جزيئات بلون البرونز أو جزيئات معدنية لامعة في فلتر الزيت وحوض الزيت؟

كيف تتم صيانة طقم الذراع المتأرجح والعمود وإطالة عمره؟

لا توجد فترة استبدال ثابتة محددة لطقم الذراع المتأرجح والعمود؛ فثلاثة أمور تحدد عمره: نظافة الزيت، واستمرارية ضغط الزيت، وإجراء ضبط الصمامات بشكل دوري. ويمكن للطقم الذي يحظى بصيانة منتظمة أن يعمل دون مشكلات طوال العمر الأساسي للمحرك. وفي المقابل، تؤدي إطالة الفترة بين تغييرات الزيت وإغفال ضبط الصمامات إلى تسريع التآكل: فكلما اتسع الخلوص ازدادت الصدمات، وكلما ازدادت الصدمات تآكلت الجلبة أسرع، فتدخل العملية في حلقة تغذي نفسها.

- **الانضباط في تغيير الزيت وفلتر الزيت:** مجموعة الأذرع المتأرجحة من أبعد نقاط الاستهلاك في دائرة الزيت؛ ولذلك يظهر فيها أولًا أثر الزيت المتسخ أو الذي انخفضت لزوجته. ولا ينبغي تجاوز الفترة التي تحددها الشركة المصنعة.
- **اللزوجة الصحيحة وزيت معتمد من OE:** الخروج عن المواصفات الواردة في قائمة الاعتماد لدى الشركة المصنعة للمحرك قد يؤدي إلى انقطاع طبقة الزيت في سرعة الخمول والمحرك ساخن.
- **إجراء ضبط الصمامات بشكل دوري:** الضبط ليس مجرد عملية لإزالة الصوت، بل صيانة وقائية. فالخلوص الصحيح يحد من الأحمال الصدمية ويطيل عمر الذراع والصمام معًا.
- **تسجيل القياسات أثناء الضبط:** تسجيل القيم المقاسة في كل صيانة يكشف اتجاه التآكل مبكرًا؛ فيلاحظ الذراع الذي ينحرف فجأة قبل أن يتسبب في عطل.
- **مراقبة ضغط الزيت:** انخفاض الضغط في سرعة الخمول والمحرك ساخن إنذار يجب التعامل معه قبل أن يصدر أي صوت من منطقة الأذرع المتأرجحة.
- **إجراء فحص شامل ما دام الغطاء مفتوحًا:** إذا كان الغطاء مفكوكًا أصلًا فيجب أيضًا معاينة الجسور وقضبان الدفع وسطح الحشية؛ ففتح الغطاء مرة ثانية يعني تكرار العمل بأكمله.
- **تجنب تحميل المحرك عند التشغيل على البارد:** رفع سرعة الدوران قبل أن يسخن الزيت يزيد الأحمال الصدمية في اللحظة التي تكون فيها طبقة الزيت في أضعف حالاتها.

لدى مشغلي الأسطول، يتمثل النهج الأكثر كفاءة في التخطيط لمجموعة الأذرع المتأرجحة بوصفها طقم عمل متكاملًا لا قطع غيار منفردة. فتقييم الذراع والعمود والجلبة وبرغي الضبط، وجسور الصمامات عند الحاجة، معًا عند فتح الغطاء، يكلف أقل بكثير من إدخال المركبة إلى الورشة مرة ثانية بعد بضعة أشهر.

المركبات والمحركات الواردة في هذا الدليل: Volvo D11 · Volvo D13 · Mercedes-Benz OM471 · DAF MX-13 · MAN D2676 · DAF MX-11 · Mercedes-Benz OM457 D2066

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