VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

خرطوم القابض: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

قد ينتهي خرطوم القابض في الشاحنة دون أي تسرب: فينتفخ تحت الضغط ويبتلع جزءًا من شوط الدواسة فلا يفصل القابض تمامًا. التشخيص والاستبدال.

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

يضغط السائق على دواسة القابض، فتنزل الدواسة أعمق من المعتاد ويصعب تعشيق السرعة. وعند الانطلاق على منحدر لا يفصل القابض تمامًا، ويصدر صوت من التروس. وعندما تصل المركبة إلى الورشة، يكون طقم صفيحة الضغط وقرص القابض في الغالب أول ما يفحص؛ بينما يكون مصدر العطل في كثير من الأحيان قطعة أصغر وأرخص بكثير: خرطوم القابض. ففي المركبات التجارية الثقيلة يعمل نظام التحكم في القابض عبر خط مرن يمتد من الأسطوانة الرئيسية للقابض إلى الأسطوانة الفرعية للقابض أو إلى سيرفو القابض. فإذا انتفخ هذا الخط، أو تورم من الداخل، أو ظهر فيه تسرب دقيق، فلن تنتقل القوة المبذولة على الدواسة إلى النظام بالكامل. يتناول هذا الدليل خرطوم القابض بلغة الورشة: ما وظيفته، وكيف يتعطل، وكيف يميز عطله عن عطل صفيحة الضغط والقرص، وكيف يستبدل، وكيف يمكن إطالة عمره.

ملاحظة E-E-A-T: أعد الفريق الفني في VADEN هذه الوثيقة استنادًا إلى الخبرة الميدانية والخبرة بالمنتجات في أنظمة التحكم في القابض بالمركبات التجارية الثقيلة. القيم الواردة هنا نطاقات مرجعية نموذجية، وتختلف باختلاف عائلة المركبة وبنية نظام التحكم وسنة الصنع. وللحصول على القيم الدقيقة لعزم الربط والضغط والخلوص، اعتمد دائمًا على أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة. **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 هو خرطوم القابض؟ وظيفته ومبدأ عمله

خرطوم القابض عنصر توصيل مرن ومقوى يقع في نظام التحكم في القابض بين الأنابيب المعدنية الثابتة والمكونات المتحركة المثبتة على المحرك أو ناقل الحركة، وينقل الضغط الهيدروليكي (أو الهواء المضغوط في بعض التطبيقات) دون تسرب مع قدرته على الانثناء.

يتضح منطق العمل عند النظر إلى النظام ككل. فعند الضغط على الدواسة، تضغط الأسطوانة الرئيسية للقابض السائل الهيدروليكي. ويصل هذا الضغط عبر خط الأنابيب الثابت والخرطوم المرن إلى الأسطوانة الفرعية للقابض، أو إلى سيرفو القابض المدعوم هوائيًا الشائع جدًا في المركبات التجارية الثقيلة. يستقبل السيرفو الإشارة الهيدروليكية، ويضاعف القوة بالضغط الذي يأخذه من نظام الهواء في المركبة، فيدفع شوكة القابض. فالقوة التي يولدها السائق بقدمه لا تكفي وحدها للتغلب على نوابض مجموعة صفيحة ضغط ثقيلة؛ وهذا الدعم هو ما يجعل النظام عمليًا في الاستخدام اليومي.

لكن لماذا خرطوم مرن؟ لأن المحرك وناقل الحركة معلقان على الشاسيه بواسطة كراسي مطاطية، ويتحركان باستمرار أثناء القيادة بفعل الاهتزاز ورد فعل عزم الدوران. فإذا وصلت أنبوبًا فولاذيًا ثابتًا بناقل الحركة مباشرة، فستظهر فيه شروخ الكلال خلال بضعة آلاف من الكيلومترات. أما الخرطوم فيمتص هذه الحركة النسبية. وفي المقابل يصبح هو نفسه الحلقة الأكثر تعرضًا للكلال في النظام: إذ تواجه الطبقة المطاطية الداخلية السائل، بينما تواجه الطبقة الخارجية الحرارة والزيت والملح وضربات الحصى.

- **الطبقة الداخلية (البطانة):** إلاستومر أو PTFE مقاوم للسائل المستخدم؛ ويجب في الأنظمة الهيدروليكية أن يكون متوافقًا مع سائل الفرامل (فئة DOT).
- **جديلة التقوية:** جديلة من البوليستر أو الأراميد أو الأسلاك الفولاذية؛ تحد من انتفاخ الخرطوم تحت الضغط. وهي الطبقة الأساسية التي تحدد إحساس القابض.
- **الغلاف الخارجي:** مطاط مقاوم للأوزون والزيت والحرارة والتآكل؛ وتستخدم في بعض التطبيقات حماية لولبية إضافية أو غلاف حماية مموج.
- **وصلات الأطراف (الوصلة / البانجو):** قد تكون من نوع الصامولة، أو بمسمار بانجو، أو من نوع التركيب السريع بالدفع؛ ويتحقق الإحكام بوردة أو حلقة دائرية (O-ring) أو سطح مخروطي.
- **حامل التثبيت ومشبك التثبيت:** يحددان موضع الخرطوم على الشاسيه أو المحرك؛ وانكسار أحدهما يؤدي إلى احتكاك الخرطوم وانثقابه.
- **عناصر الإحكام:** وردات من النحاس أو الألومنيوم وحلقات دائرية؛ وهي كقاعدة عامة للاستخدام مرة واحدة فقط.

خرطوم القابض الهيدروليكي

هو النوع الأكثر شيوعًا، وينقل سائل الفرامل. ضغط التشغيل في النظام منخفض مقارنة بنظام الفرامل، ومع ذلك يصنع الخرطوم ضمن فئة الضغط العالي؛ لأن المعامل الحاسم فعلًا ليس ضغط الانفجار، بل *التمدد الحجمي*. فالخرطوم الذي ينتفخ كثيرًا تحت الضغط يبتلع جزءًا من شوط الدواسة، فلا يفصل القابض تمامًا. ولذلك قد يكون الخرطوم «منتهيًا» حتى لو لم يكن فيه أي تسرب.

خرطوم التغذية في الأنظمة المدعومة هوائيًا

الخط الذي يغذي سيرفو القابض بالهواء يكون عادة أنبوبًا من البولي أميد (PA) أو خرطوم هواء مقوى. وفي هذا الجانب يظهر العطل في صورة فقدان للضغط، وصوت تسرب للهواء، وثقل في الدواسة. وعلى عكس الجانب الهيدروليكي، لا ينخفض هنا مستوى السائل الهيدروليكي — وهذا التمييز يوفر الوقت في التشخيص.

التطبيقات المزودة بمحمل تحرير مركزي للقابض (CSC)

في بعض نواقل الحركة الحديثة تأتي الأسطوانة الفرعية للقابض على شكل محمل تحرير مركزي (CSC) يستقر حول عمود الإدخال. وفي هذه المركبات يتصل الخرطوم بفتحة توصيل تمتد إلى داخل مبيت القابض، فيحدث التسرب داخل المبيت لا إلى الخارج. والعرض هنا أكثر خفاءً: لا ترى أي بقعة على الأرض، لكن مستوى السائل الهيدروليكي ينخفض.

بنية نظام التحكم	السائل المعتاد	موضع الخرطوم	أبرز أنماط الأعطال
رأس قاطرة / شاحنة مزودة بسيرفو قابض مدعوم هوائيًا (بنية Knorr-Bremse أو WABCO)	سائل الفرامل (فئة DOT 4)	بين أنبوب الشاسيه ومدخل السيرفو	تورم داخلي، وتسرب من وردة البانجو، وكلال حراري
مركبات تجارية خفيفة / متوسطة بأسطوانة فرعية هيدروليكية مباشرة	سائل الفرامل	بين الشاسيه وجسم ناقل الحركة	تشقق خارجي، وانكسار حامل التثبيت، وتآكل بالاحتكاك
ناقل حركة يستخدم محمل تحرير مركزيًا (CSC) (تطبيق من نوع ZF)	سائل الفرامل	حتى وصلة مدخل مبيت القابض	تسرب خفي داخل مبيت القابض، وانخفاض مستوى السائل الهيدروليكي
خط تغذية السيرفو بالهواء	الهواء المضغوط	من خزان الهواء / خط الصمام إلى السيرفو	تسرب من الوصلة، وانكسار أنبوب PA، وتشوه بفعل الحرارة
خط التحكم الطويل في الحافلات / الحافلات المفصلية	سائل الفرامل + الهواء	مسار طويل على الشاسيه، وحوامل تثبيت متعددة	كلال ناتج عن الاهتزاز، واحتكاك على طول المسار

التحقق من رقم القطعة أمر لا غنى عنه. تبدو خراطيم القابض من الخارج متطابقة تقريبًا؛ لكن الفرق يصنعه الطول، ونوع الطرف (بانجو / صامولة / تركيب سريع)، ومقاس السن، وزاوية البانجو، وموضع حامل التثبيت. فالخرطوم الأقصر ببضعة سنتيمترات يتعرض للشد عند تأرجح نظام التعليق ويتمزق عند وصلة الطرف؛ أما الأطول فيحتك بالشاسيه وينثقب. وقبل الطلب، تحقق معًا من رقم OE المدون على القطعة المفكوكة، ورقم شاسيه المركبة، وتكوين الأطراف.

أما من حيث التطبيقات، فالاتجاه العام كما يلي: تشيع بنية السيرفو المدعوم هوائيًا في رؤوس القاطرات والشاحنات الثقيلة مثل Mercedes-Benz Actros وAtego، وسلسلة TG من MAN، وVolvo FH، وDAF XF، والفئة R/S من Scania؛ وفي هذه البنية يربط الخرطوم المرن الخط الثابت على الشاسيه بمدخل السيرفو المتحرك. أما في المركبات التجارية الأخف حمولة والمزودة بفرامل هيدروليكية، فيشيع أكثر التحكم المباشر عبر الأسطوانة الفرعية للقابض دون دعم من السيرفو، ويقع الخرطوم بين الشاسيه وجسم ناقل الحركة. وعند البحث عن رقم OE، افحص شريط الطباعة/الملصق على جسم الخرطوم، وما تحت المشبك، والختم المضروب على حامل التثبيت المعدني أو على وصلة الطرف؛ فالرقم كثيرًا ما تغطيه الأوساخ فلا يمكن قراءته دون مسحه بقطعة قماش. وعند مطابقة المراجع، قد يشير الشكل القصير (مجموعة الأرقام فقط) والشكل الطويل (الرقم الكامل مع البادئة/اللاحقة التي تضيفها الشركة المصنعة للمركبة) إلى القطعة نفسها؛ لذا جرب الشكلين كليهما في البحث، واتخذ القرار النهائي مع مراعاة الطول ونوع الطرف وقياس زاوية البانجو.

أعراض الأعطال والتشخيص

كثيرًا ما يخلط بين عطل خرطوم القابض وتشخيص «القابض انتهى»، فيفك مبيت القابض دون داع. والتسلسل الصحيح هو: تحقق أولًا من خط التحكم، ثم انتقل إلى المجموعة الميكانيكية. ويعرض الجدول التالي أكثر الأعراض شيوعًا في الميدان والفحوص التي تساعد على التمييز بينها.

العرض الملاحظ	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
أصبحت الدواسة لينة وتعمل قريبًا من الأرضية؛ ويصعب تعشيق السرعة	كلال طبقة التقوية الداخلية للخرطوم، فينتفخ بشدة تحت الضغط	اطلب من مساعد الضغط على الدواسة وراقب الخرطوم بالعين واليد؛ فإذا ظهر تمدد واضح في القطر أو انتفاخ موضعي فالخرطوم منتهٍ
مستوى خزان السائل الهيدروليكي ينخفض باستمرار، ولا توجد بقع على الأرض	تسرب خفي إلى داخل مبيت القابض أو إلى جسم السيرفو؛ أو تسرب دقيق عند طرف الخرطوم	جفف الوصلات ولفها بورق نظيف، ثم افحصها بعد عدة دورات تشغيل؛ وافحص فتحة التصريف أسفل مبيت القابض
تنزل الدواسة حتى الأرضية ولا ترتد	تسرب كبير أو هواء في النظام؛ أو انفجار الخرطوم	تتبع الخط من بدايته إلى نهايته؛ وابحث عن مناطق مبللة وآثار تنقيط وبقع داكنة على الغبار
القابض طبيعي والمحرك بارد، ولا يفصل بعد أن يسخن	لين الخرطوم المعرض لحرارة العادم/الشاحن التوربيني وتمدده	كرر الاختبار نفسه بعد أن يسخن المحرك؛ وتحقق من المسافة بين الخرطوم ومصدر الحرارة ومن الدرع الحراري
ملمس إسفنجي في الدواسة، يتحسن لفترة قصيرة بعد تنفيس الهواء ثم يعود	وصلة أو طرف خرطوم يسحب الهواء في جانب السحب	كرر عملية تنفيس الهواء وراقب الفقاعات في السائل الخارج؛ ثم جدد وردات الوصلات وأعد الاختبار
صوت صفير/هسهسة أثناء القيادة، وثقل في الدواسة	تسرب في خط تغذية السيرفو بالهواء أو تشقق في الأنبوب	افحص الوصلات والأنبوب على طوله برغوة الصابون والنظام تحت الضغط
شبكة من الشقوق على سطح الخرطوم، أو انتفاخ، أو ظهور الجديلة	تقادم بفعل الأوزون والحرارة، وتآكل الغلاف الخارجي	اثن الخرطوم باليد لكشف شقوق السطح؛ وإذا ظهرت الجديلة فاستبدله بصرف النظر عن عدد الكيلومترات
صوت من ناقل الحركة والسرعة على وضع الحياد، يقل عند الضغط على دواسة القابض	فصل غير كامل ناتج عن خط التحكم (فقدان في الشوط بسبب الخرطوم)	قس مسافة شوط قضيب الدفع في الأسطوانة الفرعية للقابض / السيرفو، وقارنها بقيمة دليل الخدمة

اختبار الانتفاخ: أسرع فحص وأدقه

أكثر أعطال خرطوم القابض شيوعًا ليس التسرب، بل كلال طبقة التقوية الداخلية. اطلب من شخص أن يضغط على الدواسة بقوة والمحرك متوقف والنظام ممتلئ وقد جرى تنفيس الهواء منه، بينما تمسك أنت الخرطوم بيدك. فإذا شعرت مع الضغط بتمدد ملموس، أو انتفاخ موضعي، أو ليونة، فقد اكتمل التشخيص. ومن المفيد أيضًا تكرار الاختبار نفسه والمحرك ساخن؛ فبعض الخراطيم لا يظهر عيبها إلا وهي ساخنة.

قياس الشوط: كم مليمترًا نفقد

قس المسافة التي يقطعها قضيب الدفع في الأسطوانة الفرعية للقابض أو في السيرفو والدواسة مضغوطة بالكامل، وقارنها بالقيمة الواردة في دليل الخدمة. فإذا كان الشوط المقاس أقل من المطلوب وكان الضبط الميكانيكي صحيحًا، فإن الحركة المفقودة تذهب على الأرجح في تمدد الخط. وهذا القياس يحسم بالأرقام الجدل حول «الخرطوم أم قرص القابض».

تسرب أم هواء؟ منطق التمييز

إذا كان مستوى السائل الهيدروليكي ينخفض، فهناك تسرب في النظام حتمًا — فالسائل الهيدروليكي لا يتبخر. وإذا كان المستوى ثابتًا لكن الدواسة إسفنجية، فإما أن الهواء دخل النظام وإما أن الخرطوم ينتفخ. وإذا عاد الملمس إلى السوء خلال

بضعة أيام بعد تنفيس الهواء، فهناك وصلة في موضع ما من النظام يدخل منها الهواء بفعل التفريغ؛ وأول ما يجب فحصه هو أطراف الخرطوم ووردات الإحكام فيها.

لمزيد من القراءة

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 الحماية الشخصية والسلامة: أوقف المركبة على أرض مستوية، وشد فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وأطفئ مفتاح التشغيل. سائل الفرامل مهيج للجلد والعينين، كما أنه يتلف الطلاء: لذا استخدم قفازات النتريل ونظارات واقية وقطعة قماش ماصة. وفي الأنظمة المدعومة هوائيًا، فرغ ضغط النظام بالطريقة الموضحة في دليل الخدمة قبل لمس خط الهواء؛ فإرخاء وصلة تحت الضغط قد يؤدي إلى إصابات خطيرة. وإذا كانت الكابينة ستمال، فتأكد من تعشق قفل الإمالة في موضعه. والسائل الهيدروليكي المسحوب من النظام مادة نفايات؛ فلا تسكبه في شبكة الصرف الصحي.

1. **تحقق من العطل وسجله:** قبل اتخاذ قرار الاستبدال، أجر اختبار الانتفاخ وقياس الشوط وفحص التسرب ودون النتائج. فهذا السجل ضروري للمقارنة بعد التركيب.

2. **أمن المركبة والنظام:** مصدات العجلات في مكانها، ومفتاح التشغيل مطفأ، ومفتاح فصل البطارية مفصول عند الحاجة. وإذا كان العمل سيشمل الخط الهوائي، ففرغ ضغط الهواء.

3. **صور مسار الخرطوم:** قبل الفك، صور ترتيب مرور الخرطوم عبر حوامل التثبيت، واتجاه انحناءاته، ومواضع المشابك. فالمسار الخاطئ هو السبب الأكثر شيوعًا للتلف المبكر للخرطوم الجديد.

4. **اخفض مستوى السائل الهيدروليكي وغط ما تحت موضع العمل:** اسحب كمية من السائل من الخزان لمنع فيضانه؛ واحم الأسطح المطلية بقطعة قماش أو غطاء من النايلون، وضع وعاء تجميع في الأسفل.

5. **فك الوصلات بالترتيب الصحيح:** أرخ الجانب العلوي (جانب الضغط) أولًا، ثم الجانب السفلي. واستخدم مع الصواميل دائمًا مفتاح صواميل الأنابيب أو مفتاح وصلات مناسبًا بدلًا من المفتاح المفتوح؛ وثبت السطح المقابل بمفتاح ثان.

6. **أخرج الخرطوم دون الإضرار بحامل التثبيت:** انزع المشابك دون كسرها، وأرخ مسامير حوامل التثبيت الصدئة بزيت مفكك للصدأ. وأغلق جميع المنافذ المكشوفة بسدادات فورًا.

7. **قارن القطعة الجديدة بالقديمة مقارنة دقيقة:** يجب أن يتطابق الطول، وأنواع الأطراف، ومقاس السن، وزاوية البانجو، وموضع ثقوب حامل التثبيت. وعند وجود أدنى اختلاف لا تركب القطعة، وأعد التحقق من المرجع.

8. **ركب باستخدام عناصر إحكام جديدة:** جدد وردات البانجو والحلقات الدائرية — فالوردة القديمة لا يعاد استخدامها. نظف أسنان اللولب، وأدر المسمار أو الصامولة باليد أولًا للتأكد من سلامة تعشق الأسنان، ثم اربط بعزم الربط المحدد في دليل الخدمة.

9. **تحقق من المسار ومن حرية الحركة:** يجب ألا يكون الخرطوم مشدودًا في أي نقطة، وألا يلامس منطقة العادم والشاحن التوربيني، وألا يحتك بأي جزء دوار أو متحرك. أدر عجلة القيادة من أقصى اليمين إلى أقصى اليسار، وحمل نظام التعليق ثم أزل الحمل عنه، لتفحص الخرطوم على كامل مدى الحركة.

10. **نفس الهواء من النظام:** املأ الخزان بسائل من الفئة التي تحددها الشركة المصنعة، ونفذ إجراء تنفيس الهواء. واستمر حتى يخرج السائل خاليًا من الفقاعات من نيبل تنفيس الهواء الموجود على الأسطوانة الفرعية للقابض أو على السيرفو؛ ولا تسمح طوال العملية بانخفاض مستوى الخزان عن الحد الأدنى.

11 **اختبر ثم أعد الفحص:** جرب ملمس الدواسة، وتبديل السرعات، وتعشيق السرعة والمحرك على سرعة الدوران الخاملة. وافحص جميع الوصلات بحثًا عن التسرب والمحرك يعمل، ثم أعد فحص عزم الربط والإحكام بعد اختبار قصير على الطريق.

نقاط يجب الانتباه إليها (أخطاء شائعة)

لا تربط الخرطوم وهو ملتو. إذا دار جسم الخرطوم حول محوره أثناء ربط البانجو أو الصامولة، فإن طبقة الجديلة تلتوي من الداخل، ويظهر في الخرطوم خلال الأشهر الأولى تمزق كلال عند منطقة الطرف. ضع الخرطوم دائمًا بحيث يبقى مستقيمًا، واربطه مع تثبيت السطح المقابل بمفتاح ثان، ثم تأكد بالنظر بعد الربط من أن خط الشركة المصنعة المطبوع على الغلاف الخارجي غير ملتو.

السائل الخاطئ يدمر النظام. إن وضع زيت معدني أو سائل من فئة غير متوافقة في النظام الهيدروليكي للقابض يؤدي إلى انتفاخ الطبقة المطاطية الداخلية وتفككها؛ وخلال بضعة أسابيع تتلف جميع عناصر الإحكام والأسطوانتان الرئيسية والفرعية للقابض. اعتمد على بيانات الفئة المدونة على غطاء الخزان، ولا تخلط السوائل، واجعل مدة بقاء فوهة العبوة مفتوحة قبل ملء النظام قصيرة قدر الإمكان — فسائل الفرامل يمتص الرطوبة من الهواء بسرعة.

- **إعادة استخدام الوردة النحاسية القديمة:** الوردة التي انضغطت مرة واحدة لا توفر الإحكام نفسه عند ربطها مرة ثانية؛ فتبدأ بالتنقيط في أول دورة تسخين.
- **تطبيق عزم ربط زائد:** الإفراط في ربط مسمار البانجو يقطع الوردة أو يمط المسمار. استخدم مفتاح عزم، ولا تعمل بمنطق «المهم أن يكون مشدودًا».
- **ترك حوامل التثبيت فارغة:** الخرطوم غير المثبت يتأرجح بفعل الاهتزاز، ويحتك بالشاسيه فينثقب خلال بضعة أشهر. ويجب إعادة كل مشبك يفك إلى مكانه.
- **ترك الدرع الحراري دون تركيب:** الحرارة المشعة حول العادم والشاحن التوربيني تسرع تقادم الغلاف الخارجي، وتجعل الخرطوم عرضة للانتفاخ وهو ساخن.
- **استبدال الخرطوم وحده دون فحص الأسطوانتين الرئيسية والفرعية:** إذا كان مصدر التسرب مانع التسرب في الأسطوانة الرئيسية للقابض أو الأسطوانة الفرعية للقابض، فسيعود العطل فورًا. قيم الخط بأكمله.
- **تنفيس الهواء بشكل غير كامل:** الهواء المتبقي في النظام يحاكي عطل الخرطوم تمامًا، ويؤدي إلى استبدال قطع غيار دون داع.
- **ثني الخرطوم بزاوية حادة:** كل انحناء يقل عن الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء يعني تضيق المقطع الداخلي عند تلك النقطة وكلالًا مبكرًا.
- **الاستمرار بالسائل الهيدروليكي نفسه لسنوات:** السائل الذي امتص الرطوبة يبلي الخرطوم والأسطوانتين الرئيسية والفرعية معًا، بسبب التآكل وانخفاض نقطة الغليان.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات *مرجعية نموذجية / عامة* لأنظمة التحكم في القابض في المركبات التجارية الثقيلة. وهي تختلف باختلاف عائلة المركبة وبنية نظام التحكم والشركة المصنعة؛ والمرجع في القيم الدقيقة هو دليل الخدمة.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط التشغيل في الخط الهيدروليكي (الدواسة مضغوطة بالكامل)	نحو 20 – 50 bar (≈ 290 – 725 psi)	في الأنظمة المدعومة بالسيرفو يولد السائل الهيدروليكي إشارة التحكم فقط؛ أما مضاعفة القوة فيتولاها الهواء

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط الانفجار الاسمي للخرطوم	عادة 4 أضعاف ضغط التشغيل أو أكثر	يختلف حسب فئة المنتج؛ والمعامل الحاسم فعلًا هو سلوك التمدد
ضغط تغذية السيرفو بالهواء	نحو 8 – 12.5 bar (≈ 115 – 180 psi)	يختلف ضغط القطع في منظم الضغط حسب عائلة المركبة؛ والضغط المنخفض يثقل الدواسة
نطاق درجة حرارة التشغيل المستمر	من نحو −40 °C إلى +100 °C	قد تكون القيم القصوى القصيرة المدة قرب العادم أعلى من ذلك؛ لذا فالمسافة الكافية والدرع الحراري ضروريان
نقطة الغليان الجافة لسائل الفرامل (فئة DOT 4)	عادة أعلى من 230 °C	تنخفض بشكل ملحوظ كلما امتص السائل الرطوبة؛ فلا ينبغي إهمال الاستبدال الدوري
الخلوص الحر لدواسة القابض	نحو 5 – 20 مم	يختلف حسب عائلة المركبة؛ والخلوص غير المضبوط يحاكي عطل الخرطوم
شوط قضيب الدفع في الأسطوانة الفرعية للقابض / السيرفو	قيمة الشركة المصنعة؛ ويجب ألا يتجاوز الفرق بين القياس وقيمة الدليل 10%	الشوط المنخفض علامة على تمدد في الخط أو وجود هواء في النظام
الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء	نحو 6 – 10 أضعاف القطر الخارجي للخرطوم	يجب ألا يقل أضيق انحناء في المسار عند التركيب عن هذه القيمة

نقطة التوصيل	نطاق عزم الربط النموذجي	تحذير
صامولة وصلة الخط الهيدروليكي (M10 × 1)	نحو 12 – 18 Nm	سن ناعم؛ اربط مع تثبيت السطح المقابل
صامولة وصلة الخط الهيدروليكي (M12 × 1.5)	نحو 18 – 25 Nm	عزم الربط الزائد يسحق المخروط ويزيد التسرب
مسمار البانجو (M10)	نحو 20 – 30 Nm	وردات جديدة إلزامية على الجانبين
مسمار البانجو (M12 – M14)	نحو 30 – 45 Nm	ثبت زاوية البانجو قبل الربط
مسمار / صامولة حامل تثبيت الخرطوم (M8)	نحو 18 – 25 Nm	إذا بقي حامل التثبيت مرتخيًا فإن الخرطوم يحتك وينثقب
نيبل تنفيس الهواء	نحو 8 – 14 Nm	لا تفرط في الربط على الجسم المصنوع من النحاس الأصفر؛ ولا تنس تركيب غطائه

نصيحة ميدانية: بعد استبدال الخرطوم، سجل ملمس الدواسة طوال أسبوع. فالدواسة التي تكون ممتازة في اليوم الأول ثم تصبح إسفنجية في اليوم الثالث لا تشير إلى الخرطوم، بل إلى هواء متبق في النظام أو إلى مانع تسرب في الأسطوانة الرئيسية أو الفرعية للقابض. وبالمثل، فإن مقارنة سلوك الدواسة في صباح بارد بسلوكها في حر الظهيرة تكشف التمدد الناتج عن الحرارة.

- تتبع الخرطوم بيدك على طوله كاملًا، وابحث عن آثار الزيت أو بلل السائل الهيدروليكي أو أثر داكن على الغبار.
- اثن الغلاف الخارجي لفحص شقوق السطح؛ فبمجرد ظهور الجديلة تكون القطعة قد استنفدت عمرها.
- تأكد من أن جميع حوامل التثبيت والمشابك في مكانها وسليمة.
- جفف محيط وصلات الأطراف ثم افحصها مجددًا بعد بضعة أيام؛ فالتسرب الدقيق لا يكتشف إلا بهذه الطريقة.
- سجل مستوى خزان السائل الهيدروليكي بشكل دوري؛ فالانخفاض الصامت يعني دائمًا وجود تسرب.
- قدر بالعين المسافة إلى العادم والشاحن التوربيني وأنابيب المبرد البيني؛ وإذا وجدت نقطة تلامس فصحح المسار.

- خلال أول 24 ساعة بعد التركيب، ضع علامة على مستوى الخزان والمركبة باردة، ثم اقرأه مجددًا في الظروف نفسها؛ فهذه المقارنة هي أبكر وسيلة لاكتشاف التسرب الدقيق.
- أعد فحص عزم ربط الوصلات والإحكام خلال أول 500 – 1,000 كم بعد التركيب الجديد.

الصيانة والعمر التشغيلي

خرطوم القابض قطعة تتقادم بحسب ظروف التشغيل لا بعدد الكيلومترات. فالتأثير الكيميائي للسائل ودورات الضغط من الداخل، والحرارة والأوزون والملح وضربات الحصى والاهتزاز من الخارج، تعمل كلها مجتمعة. ولذلك قد يتعرض خرطوم مركبة تعمل في التوزيع داخل المدن للكلال في وقت أبكر بكثير من خرطوم رأس قاطرة يعمل على الطرق الطويلة: فعدد مرات التوقف والانطلاق، أي عدد دورات الضغط، أكبر بأضعاف.

- **أدرج الفحص البصري في الصيانة الدورية:** راجع الخرطوم بطوله كاملًا وأطرافه وحوامل تثبيته عند كل تغيير للزيت. فهذا العمل لا يستغرق سوى بضع دقائق، ومقابله ألا تتعطل المركبة على الطريق.
- **جدد السائل الهيدروليكي في موعده:** سائل الفرامل يمتص الرطوبة؛ فتنخفض نقطة غليانه ويمهد ذلك للتآكل الداخلي. التزم بالفترة التي تحددها الشركة المصنعة.
- **أبعده عن مصادر الحرارة:** أعد تركيب الدرع الحراري الذي خرج من مكانه دون تأخير؛ فالحرارة المشعة هي العامل الأكثر تقصيرًا لعمر الخرطوم.
- **انتبه للغسيل وملامسة المواد الكيميائية:** لا توجه الغسيل بالضغط العالي مباشرة إلى أطراف الخرطوم؛ فالمواد الكيميائية القوية مثل منظفات المحرك تسرع تقادم الغلاف الخارجي.
- **لا تهمل ضبط القابض:** الخلوص الخاطئ للدواسة يبقي الخرطوم تحت الضغط باستمرار، كما يعرض مجموعة صفيحة الضغط ومحمل تحرير القابض للكلال.
- **اعمل بمنطق الطقم الكامل:** عند استبدال الخرطوم يجب تجديد الوردات والحلقات الدائرية، وطقم إصلاح الأسطوانة الرئيسية أو الفرعية للقابض عند الحاجة، معًا؛ فاستبدال قطعة واحدة فقط يعيد العطل. وفي كتالوج VADEN ORIGINAL تدرج خراطيم القابض كل على حدة حسب مرجع OE؛ أما عناصر الإحكام التي يجب تجديدها معها، فيمكنك الرجوع فيها إلى أطقم إصلاح الأسطوانة الرئيسية للقابض والأسطوانة الفرعية للقابض في الكتالوج نفسه.
- **تابع أعمار المركبات في الأسطول:** في المركبات ذات عدد الكيلومترات المنخفض والعمر المتقدم، قد ينتهي الخرطوم بفعل التقادم الناتج عن الأوزون حتى دون أن يتعرض لأي إجهاد.
- **احتفظ بقطعة احتياطية:** في الأساطيل التي تعمل على مسارات حرجة، يعد الخرطوم بندًا منخفض التكلفة لكن خطر التعطل على الطريق بسببه مرتفع؛ والاحتفاظ به في المخزون هو أرخص تأمين.

عمليًا، يمكن لخرطوم القابض الممدد في مسار صحيح، والمكتمل بحوامل التثبيت، والبعيد عن مصادر الحرارة، أن يعمر مدة تقترب من فترات الصيانة الكبرى للمركبة. وفي المقابل، فإن الخرطوم نفسه إذا احتك أو شد أو تعرض لحرارة العادم فبالكاد يكمل عامًا واحدًا. فالإجابة عن سؤال «كم كيلومترًا يعيش؟» تكمن في جودة التركيب وبيئة التشغيل أكثر مما تكمن في عدد 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