VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

تسرب الهواء والزيت من محول ضاغط هواء الشاحنة وسدادته وخراطيمه: كيف تحدد موضع التسرب، وما عزم الربط الصحيح للتوصيلات. اكتشف الآن.

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

إذا عادت المركبة إلى مركز الخدمة بعد أسبوعين من استبدال ضاغط هواء الفرامل، فإن المتسبب في الغالب ليس الضاغط نفسه. والسيناريو الأكثر تكرارًا في الميدان هو الآتي: الضاغط جديد، لكن المحول عند مخرج الضغط قديم، ومسمار التوصيل تعرض لشد زائد مرة واحدة، وخرطوم رجوع الزيت أصبح متصلبًا، ووردة الإحكام الخاصة بالسدادة المركبة على المنفذ غير المستخدم أعيد استخدامها للمرة الثانية. فالملحقات التي يعمل بها الضاغط لا تقل أهمية عن جسمه ذاته، إذ تمر دوائر الهواء والزيت وسائل التبريد كلها عبر هذه الأجزاء الصغيرة. ويشرح هذا الدليل، من منظور رئيس الورشة، وظيفة ملحقات توصيل ضاغط الهواء، وأعراض أعطالها، والتسلسل الصحيح للتشخيص، وانضباط الفك والتركيب، وعادات الصيانة التي تطيل عمرها.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى الممارسة الميدانية في خدمة أنظمة الفرامل الهوائية وضواغط الهواء في المركبات التجارية الثقيلة، وإلى وثائق OE الصادرة عن الشركات المصنعة. القيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، أما البيانات الدقيقة مثل عزم الربط وحدود الضغط ومقاسات الأنابيب والخراطيم فالمرجع فيها هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك والشاسيه الخاصين بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هي ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم)؟ وظيفتها ومبدأ عملها

ملحقات توصيل ضاغط الهواء مجموعة من العناصر المساعدة تتألف من المحولات والمسامير الملولبة والسدادات والخراطيم، وتربط ضاغط هواء الفرامل بكتلة المحرك ودائرة التزييت وخط سائل التبريد وخط تغذية الهواء. وعلى عناصر هذه المجموعة أن تتحمل في آن واحد ضغط النظام الذي يبلغ عادة 8–12.5 bar، ودرجة حرارة تصل لفترات قصيرة إلى 150–200 °C عند مخرج الضغط، إضافة إلى اهتزاز المحرك.

ليس ضاغط الهواء في المركبة التجارية الثقيلة وحدة تعمل بمعزل عن غيرها؛ فهو يستمد حركته من المحرك، ويتقاسم معه الزيت وغالبًا سائل التبريد، ويرسل الهواء المضغوط الذي ينتجه إلى مجفف الهواء، ويتلقى إشارة التفريغ (التشغيل دون تحميل) من منظم الضغط. أي أنه متصل في آن واحد بأربع دوائر مستقلة: **الهواء** و**الزيت** و**الماء** و**الربط الميكانيكي**. ولكل دائرة من هذه الدوائر الأربع محولها الخاص وطقم مساميرها الخاص وعنصر الإحكام الخاص بها وخرطومها الخاص. وهذا هو السبب في وجود مئات البنود في الكتالوج تحت عنوان واحد هو «قطع غيار ضاغط الهواء».

يقوم مبدأ العمل على منطق السلسلة، وكل حلقة فيها تتحمل حملًا مختلفًا. فجانب السحب ينقل إلى الضاغط الهواء القادم من فلتر الهواء أو من خط الضغط في الشاحن التوربيني؛ والضغط هنا منخفض، لكن خطر دخول المواد الغريبة مرتفع. أما جانب الضغط فينقل الهواء الساخن الخارج بعد الانضغاط إلى مجفف الهواء؛ وهنا يبلغ الضغط ودرجة الحرارة ذروتهما، ويستخدم عادة أنبوب معدني أو خرطوم مقوى مقاوم لدرجات الحرارة العالية. ويوصل خط تغذية الزيت الزيت المضغوط القادم من مجرى الزيت الرئيسي في المحرك إلى محامل عمود المرفق؛ ولأن مقطعه صغير فهو أكثر الخطوط عرضة للانسداد. أما خط رجوع الزيت فيعمل بالجاذبية؛ وهو بلا ضغط، لكنه لا يحتمل أي تضيق في المقطع. وينقل خط سائل التبريد الحرارة من رأس الأسطوانة إلى دائرة المحرك، وهو في معظم تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة العنصر الأساسي الذي يبقي حرارة الضاغط ضمن نطاق مقبول.

دور المحولات والوصلات

المحولات عناصر انتقالية تحول لولب المنفذ في جسم الضاغط إلى لولب الخط. وفي تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة نصادف عادة منافذ بلولب متري متوازٍ وإحكام بحلقة دائرية (O-ring) ضمن عائلة ISO 6149، أو لوالب مترية مخروطية، أو أنظمة وصلات أنابيب بحلقة قاطعة ضمن عائلة ISO / DIN 2353 1-8434. ومن الشائع أن تستخدم الدوائر المختلفة على الجسم نفسه أنظمة لوالب مختلفة. ويختلف المعيار المقابل وطريقة الإحكام باختلاف عائلة الضاغط، لذا يجب التحقق من البيانات الدقيقة في كتالوج OE الخاص بالقطعة. وأكثر الأخطاء كلفة في الميدان هو اعتبار المحول الذي يمسك باللولب «مناسبًا»: فاللولب المتوازي يدخل في المقعد المخروطي ويدور بضع لفات أيضًا، لكن سطح الإحكام لا يستقر في مكانه أبدًا.

المسامير الملولبة والسدادات وعناصر الإحكام

لا يقتصر دور مسامير توصيل ضاغط الهواء على تثبيت القطعة؛ فمسامير الغطاء والشفة هي في الوقت نفسه عناصر توزع ضغط الحشية. ولهذا فإن تسلسل الشد لا يقل أهمية عن قيمة عزم الربط نفسها. أما السدادات (سدادات الإغلاق العمياء) فتغلق المنافذ غير المستخدمة، وتصبح ضرورية في التطبيقات التي لا تستدعي فيها الحاجة توصيل دائرة الماء، أو في التركيبات التي يغير فيها المنفذ المستخدم باختلاف اتجاه التركيب. أما مسمار البانجو المجوف ووردات الإحكام النحاسية أو الألومنيومية التي تحته فهي للاستخدام مرة واحدة: فهي تنضغط مرة واحدة، وتسرب عند التركيب الثاني.

الخراطيم وخطوط الأنابيب

تستخدم حول ضاغط الهواء ثلاث عائلات مختلفة من الخراطيم. فخط الضغط عبارة عن خرطوم مقوى بجديلة معدنية مقاوم للحرارة والضغط، أو أنبوب من الفولاذ. وخطا تغذية الزيت ورجوعه عبارة عن خرطوم مقوى مقاوم للزيت أو أنبوب صلب. أما خطوط سائل التبريد فتنتمي إلى عائلة خراطيم المبرد التقليدية المصنوعة من مادة EPDM. وتقابل أنابيب البولي أميد (PA) الشائعة الاستخدام في خطوط تغذية الهواء في المركبة معايير خطوط الفرامل الهوائية مثل SAE / DIN 74324 J844.
والفرق الحاسم هنا: **لا يوصل أنبوب الهواء المصنوع من البولي أميد مباشرة بعد مخرج الضغط في الضاغط دون تبريد.** فدرجة الحرارة عند مخرج الضغط تتجاوز درجة حرارة الخدمة المسموح بها للأنبوب البلاستيكي، ولذلك يركب بعد المخرج أنبوب معدني أو خرطوم مقاوم للحرارة العالية بطول معين.

وفيما يلي أكثر بنود ملحقات توصيل ضاغط الهواء تكرارًا في الكتالوج وفي الميدان:

- **محول ووصلة الضغط (المخرج):** يربطان مخرج الضاغط بخط مجفف الهواء، ويتعرضان لأعلى حمل حراري.
- **محول السحب / شفة السحب:** نقطة الاتصال بفلتر الهواء أو بخط التغذية من الشاحن التوربيني، وينظر إليها مع حشيتها كوحدة واحدة.
- **مسمار البانجو لتغذية الزيت ووردات الإحكام:** ذو مجرى رفيع وحساس للانسداد، وتجدد الوردات عند كل فك.
- **محول وخرطوم رجوع الزيت:** يعملان دون ضغط، وأي تضيق في المقطع يتحول إلى مشكلة في ضغط علبة المرفق.
- **محول وخرطوم سائل التبريد:** ينقلان حرارة رأس الأسطوانة إلى دائرة المحرك.
- **السدادة العمياء:** تغلق المنافذ غير المستخدمة، وتحقق الإحكام بحلقة دائرية أو بوردة إحكام.
- **مسامير تثبيت الجسم / الشفة:** توزع ضغط الحشية، ولها تسلسل شد محدد.
- **وصلة خط إشارة صمام التفريغ / منظم الضغط:** تحمل خط التحكم ذا القطر الصغير.
- **طقم الحشيات والحلقات الدائرية:** عناصر للاستخدام مرة واحدة لإحكام الشفة والغطاء والمنافذ.

مقارنة ملحقات توصيل ضاغط الهواء حسب الدائرة (مرجع عام؛ قيم الضغط بوحدة bar، ودرجة الحرارة بوحدة °C)

الدائرة	عنصر التوصيل النموذجي	نطاق التشغيل (مرجع عام)	ملاحظة الخدمة المميزة
مخرج الهواء المضغوط	محول معدني، أو أنبوب فولاذي، أو خرطوم مقوى مقاوم للحرارة العالية	8–12.5 bar · عند المخرج 150–200 °C لفترات قصيرة	لا يوصل الأنبوب البلاستيكي مباشرة؛ ويفحص تراكم الكربون
سحب الهواء	شفة، محول، حشية، خرطوم بمشبك	ضغط جوي، أو ضغط زائد محدود عند التغذية من الشاحن التوربيني	دخول المواد الغريبة هو الخطر الأكبر؛ وتجدد الحشية
تغذية الزيت	مسمار بانجو، وردة إحكام، خرطوم/أنبوب رفيع	في حدود ضغط زيت المحرك، عادة 2–6 bar	إذا انسد المجرى الرفيع تتطور أضرار المحامل بسرعة
رجوع الزيت	محول، أو خرطوم واسع المقطع، أو أنبوب صلب	بلا ضغط، والتدفق بالجاذبية	لا يقبل تضيق المقطع ولا الميل العكسي
سائل التبريد	محول، خرطوم EPDM، مشبك، وسدادة عمياء عند الحاجة	ضغط دائرة المحرك، عادة 1–2 bar · 80–100 °C	إذا ألغي توصيل الماء فيجب سد المنفذ بسدادة
الربط الميكانيكي	مسامير الشفة، وعناصر ربط نقل الحركة بالتروس أو بالسير	اهتزاز المحرك وعزم نقل الحركة	تسلسل الشد والعزم محددان؛ ومفتاح العزم إلزامي

تختلف ملحقات توصيل ضاغط الهواء حتى داخل عائلة الضواغط نفسها باختلاف اتجاه التركيب وفئة الانبعاثات وتجهيزات الشاسيه. فلا تختر المحول أو السدادة لمجرد أن «اللولب يمسك»: إذ يسهل الخلط بالعين بين اللولب المتوازي واللولب المخروطي، لكن سطوح الإحكام فيهما مختلفة تمامًا. تحقق من القطعة برقم طراز الضاغط ورمز المحرك، وإن أمكن برقم مرجع OE الموجود على العنصر المفكوك. فنظام اللولب الخاطئ، حتى وإن بدا ممسكًا عند التركيب، يسرب في الدورات الحرارية الأولى ويتلف لولب المنفذ بشكل دائم.

كيف تكتشف أعطال ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم)؟

تندرج أعطال ملحقات توصيل ضاغط الهواء في جميع الحالات تقريبًا تحت ثلاثة عناوين: التسرب والانسداد والارتخاء. فتسرب الهواء يطيل زمن ارتفاع الضغط، وتسرب الزيت يترك أثرًا في حجرة المحرك، أما خط الزيت المسدود فيقضي على الضاغط من الداخل دون أن يظهر أي عرض خارجي. ويربط الجدول التالي الأعراض الميدانية بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق منها.

أعراض أعطال ملحقات توصيل ضاغط الهواء وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
ضغط الهواء يرتفع ببطء، والضاغط يعمل على الشحن باستمرار	تسرب هواء في محول خط الضغط أو في موضع ربط الوصلة	اختبار بالرغوة أو بالماء والصابون أثناء وجود النظام تحت الضغط؛ وقياس زمن ارتفاع الضغط بمقياس الضغط
أثر زيت حول الضاغط، وسيلان على كتلة المحرك	وردة البانجو في خط تغذية الزيت منضغطة، أو خرطوم الرجوع متصلب، أو المشبك مرتخٍ	تنظيف المنطقة ومراقبة اتجاه انتشار البلل والمحرك يعمل؛ وفحص طرف الخرطوم والمشبك
أثر رطب لسائل التبريد في حجرة المحرك، وانخفاض في المستوى	تسرب من محول الماء أو السدادة العمياء، أو تقادم طرف الخرطوم	فحص بصري والمحرك بارد؛ وتحديد نقطة التسرب باختبار ضغط النظام
السخونة الزائدة في الضاغط، وتراكم الكربون / السخام عند المخرج	إعاقة في خط سائل التبريد أو منفذ ماء مسدود بالخطأ؛ وتضيق في خط الضغط	فحص فرق الحرارة بين الخراطيم باليد؛ وفك أنبوب الضغط وفحص مقطعه الداخلي
خروج كمية زائدة من الزيت من مجفف الهواء والخزانات	إعاقة في خط رجوع الزيت، أو خرطوم مهروس، أو تركيب بميل عكسي	فك خط الرجوع وفحص التدفق الحر؛ والتحقق من ميل الخط ومساره
صوت غير طبيعي من الضاغط، وتلف المحامل خلال مدة قصيرة	انسداد في خط تغذية الزيت، أو مسمار بانجو غير صحيح (ثقوب المجرى غير متحاذية)	فك خط التغذية والتحقق من وصول الزيت المضغوط؛ ومقارنة ثقوب المجرى في المسمار
صوت نفث هواء من منطقة الشفة، وأثر سخام على خط الحشية	مسامير التوصيل مرتخية أو مشدودة بتسلسل خاطئ، والحشية مهروسة	التحقق من عزم الربط بمفتاح العزم؛ وفك خط الحشية وفحصه
رغم البحث المتواصل عن التسرب، لا يعثر على سبب انخفاض الضغط	سدادة المنفذ غير المستخدم مفقودة أو مرتخية، أو وصلة خط إشارة صمام التفريغ تسرب	تتبع انخفاض الضغط بعزل الدوائر واحدة تلو الأخرى؛ والتحقق من جميع المنافذ منفذًا منفذًا

أين التسرب: اختبار الصابون وعزل الدوائر

لا يزال اختبار الرغوة بالماء والصابون أسرع طريقة للعثور على تسرب الهواء؛ لكن الرغوة تجف بسرعة على خط الضغط الساخن، لذا يجب إجراء الاختبار والنظام تحت الضغط والمحرك بارد. وإذا كان صوت التسرب مسموعًا دون العثور على موضعه، فاعزل الدوائر: فالاختبار الذي تجريه بعد فصل مخرج الضاغط عن مجفف الهواء وسده يحدد في خطوة واحدة ما إذا كان التسرب في جانب الضاغط أم في الخطوط التالية.

قياس زمن ارتفاع الضغط

أداء الشحن هو أكثر البيانات موضوعية في الدلالة على سلامة ملحقات التوصيل. فإذا تجاوز الزمن الذي يستغرقه النظام بعد تفريغه للوصول إلى ضغط التشغيل المحدد الحد المنصوص عليه في دليل خدمة المركبة تجاوزًا واضحًا، يبحث أولًا عن تسرب، ثم عن تضيق في خط الضغط. وفي المركبات التجارية الثقيلة تحدد متطلبات تغذية نظام الفرامل وأدائه ضمن نطاق اللائحة ECE R13؛ أما حدود القياس والقبول فالمرجع فيها وثائق الخدمة الخاصة بالمركبة نفسها.

التحقق من خط الزيت

يشخص خط تغذية الزيت بالفك لا بالنظر. فعند فصل توصيلة التغذية وتدوير المحرك لفترة قصيرة، يجب أن يتدفق الزيت من الخط بانتظام وتحت ضغط. فإن لم يتدفق، فهناك انسداد في مسمار البانجو أو في مجرى المحول أو في الخط نفسه. أما في جانب الرجوع فالاختبار أبسط: عند فك الخرطوم يجب أن يمر الهواء عبره بحرية عند النفخ فيه. والخطأ الأكثر شيوعًا في الميدان أن يكون خط الرجوع مهروسًا تحت المشبك، ثم ينسب العطل إلى حلقات مكبس الضاغط.

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 لائحة الأمم المتحدة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا (UNECE). وللتفاصيل راجع المرجع المصور المنشور على موقع airbrakecompressor.com. وتحقق دائمًا من القيم الفعلية بالرجوع إلى التشريعات السارية وبيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

وفي ما يخص المقطورات وأنصاف المقطورات المتصلة بالشاحنة القاطرة، تتضمن اللائحة الفنية للمقطورات ونصف المقطورات في المملكة العربية السعودية اشتراطات تجهيزها بالفرامل تبعًا لحمولتها، وتصدر هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية اللوائح الفنية الخليجية للمركبات. وفي مصر تتولى الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة فحص مطابقة المقطورات وأنصاف المقطورات المصنّعة للرسومات الهندسية المعتمدة والمواصفات المعنية. ويبقى دليل الخدمة الحديث الصادر عن الشركة المصنّعة للمركبة هو المرجع المعتمد لأي قيمة أو إجراء فني.

كيف تستبدل ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم)؟ خطوة بخطوة

قبل لمس ملحقات توصيل ضاغط الهواء يجب تفريغ نظام الهواء تمامًا. ففك وصلة تحت الضغط ينطوي على خطر إصابة بالغة بسبب القطع المتطايرة ونفثات الهواء العالية السرعة. ومعدات الوقاية الشخصية إلزامية: نظارات مقاومة للصدمات، وقفازات مقاومة للزيت، وملابس عمل. ويبقى المحرك وخط الضغط ساخنين مدة طويلة بعد التشغيل؛ فانتظر حتى يبردا تجنبًا لخطر الحروق. ودائرة سائل التبريد مضغوطة، فلا تفتح وهي ساخنة. ثبت المركبة بمصدات العجلات، وافصل مفتاح فصل البطارية، واحتفظ بطفاية حريق في منطقة العمل.

1. **اجعل المركبة في وضع آمن:** أوقف المحرك، واسحب فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وافصل مفتاح فصل البطارية أو القطب السالب. وإذا لزم رفع الكابينة فأقفل مزلاج أمان رفع الكابينة.
2. **فرغ نظام الهواء:** افتح صمامات التصريف في جميع خزانات الهواء حتى يصبح النظام بلا ضغط تمامًا. ولا تفتح أي وصلة قبل التأكد من أن مقياس الضغط يقرأ صفرًا.
3. **جهز دائرة التبريد:** إذا كنت ستتعامل مع توصيلة الماء، ففرغ الدائرة في وعاء مناسب بعد أن يبرد المحرك. لا تسكب خليط مانع التجمد على الأرض، والتزم بإجراءات التخلص من النفايات.

4. **نظف المنطقة:** أزل الغبار والرمل والزيت من حول المحول والبانجو والشفة المراد فكها باستخدام الهواء المضغوط وقطعة قماش نظيفة. فجسيم واحد يدخل دوائر الهواء أو الزيت يتحول خلال مدة قصيرة إلى تلف في المحامل أو الصمامات.

5. **ضع علامات على الخطوط ثم فكها:** قبل الفك، ضع علامات على مسارات الخراطيم واتجاهات الوصلات أو صورها. وافتح الوصلات بمفتاح مفتوح أو مفتاح وصلات بالمقاس الصحيح مع تثبيت الصامولة المقابلة؛ ولا تجبر الأنبوب بتدويره.

6. **أغلق المنافذ المفتوحة فورًا:** أغلق طرف كل خط مفكوك وكل منفذ مفتوح بسدادة أو غطاء نظيف. فمنفذ الزيت المتروك مفتوحًا هو أقصر طريق لإدخال الأوساخ إلى النظام.

7. **افحص القطع المفكوكة:** راجع سطح الإحكام في المحول، وأطوال اللولب، وثقوب المجرى في مسمار البانجو، والمقطع الداخلي للخرطوم، وآثار الحشية. وإذا رأيت انبعاجًا أو سطحًا بيضاويًا أو صدأ أو تراكمًا للكربون فافحص العناصر المجاورة أيضًا؛ فالعطل نادرًا ما يقتصر على قطعة واحدة.

8. **قارن القطعة الجديدة بالقديمة:** ضع المحول أو السدادة أو الخرطوم الجديد بجانب القطعة المفكوكة؛ يجب أن يتطابق قطر اللولب وخطوته، وشكل اللولب (متوازٍ / مخروطي)، وطريقة الإحكام (حلقة دائرية / وردة / مخروطي)، والطول وهندسة الانحناء تطابقًا تامًا. فإن لم تتطابق فالقطعة خاطئة؛ فلا تجبرها.

9. **جدد عناصر الإحكام دائمًا:** تستبدل وردات البانجو والحلقات الدائرية وحشيات الشفة، وكذلك المسامير المخصصة للاستخدام مرة واحدة عند الحاجة، بأخرى جديدة. وإعادة تركيب الوردة القديمة لأنها «تبدو نظيفة» هي السبب الأكثر تكرارًا لإعادة العمل.

10. **ركب دون إجهاد، ثم اشدد بالعزم وبالتسلسل الصحيح:** أدر جميع التوصيلات أولًا باليد بضع لفات ليستقر الخط في وضعه الطبيعي. ثم اشدد مسامير الشفة والغطاء بمفتاح العزم بالتسلسل الذي حددته الشركة المصنعة، بشكل متقاطع وعلى مراحل. وثبت توصيلات الوصلات والبانجو في النهاية، كلًا منها بقيمة العزم الخاصة به. واشدد المشابك والحوامل بعد التأكد من أن الخط مستقر دون شد.

11. **تحقق من مسار الخراطيم والمسافات:** يجب ألا يلامس أي خرطوم العادم أو الشاحن التوربيني أو أي جزء متحرك، وألا يحتك بحافة حادة. والتزم بالحد الأدنى لنصف قطر الانحناء في خط الضغط؛ فالخرطوم المحشور أو المثني بحدة يضيق من الداخل قبل أن يبدأ بالتسريب.

12. **املأ الدائرة وشغل المحرك واختبر:** املأ دائرة التبريد واطرد الهواء منها، ثم شغل المحرك وانتظر حتى يرتفع ضغط نظام الهواء. افحص جميع التوصيلات بحثًا عن التسرب بالماء والصابون، وراقب المنطقة بحثًا عن تسرب الزيت بعد مسحها بقطعة قماش جافة. وبعد القيادة التجريبية، كرر الفحص عندما يبلغ المحرك حرارة التشغيل الكاملة؛ فبعض حالات التسرب لا تظهر إلا بعد دورة حرارية.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم)؟

إن محاولة إيقاف تسرب وصلة في ملحقات توصيل ضاغط الهواء «بشدها أكثر قليلًا» تجعل المشكلة دائمة. فالشد الزائد يقطع الحلقة الدائرية، ويسحق الوردة النحاسية، ويتلف أسنان اللولب في الجسم الألومنيومي، ويجعل السطح المخروطي بيضاويًا. ومنفذ الضاغط التالف اللولب لم يعد عطلًا يحل بمحول، بل ضررًا لا يحل إلا باستبدال الجسم. والتصرف الصحيح عند التسرب هو الفك، وفحص سطح الإحكام، وتجديد العنصر.

لا يعد معجون الإحكام أو شريط التفلون أو مثبت اللولب الكيميائي حلًا لمنفذ ذي لولب متوازٍ يحكم بحلقة دائرية ويسرب. ففي هذا النوع من المنافذ لا يتحقق الإحكام باللولب، بل بالحلقة الدائرية التي تستقر على سطح المنفذ؛ واللولب الملفوف

بالشريط لا يفعل سوى أن يصعب التركيب، وتختلط قطع الشريط المتفتتة بدائرة الهواء أو الزيت. ويحدد دليل الخدمة الصادر عن الشركة المصنعة طريقة الإحكام الواجب استخدامها في كل توصيلة.

- **الخلط بين اللولب المتوازي واللولب المخروطي:** كلاهما يدور بضع لفات، لكن أحدهما فقط يحكم الإغلاق. ويجب التحقق من شكل اللولب بالقدمة ومشط قياس اللولب.
- **إعادة استخدام الوردات المخصصة للاستخدام مرة واحدة:** تتشكل الوردات النحاسية والألومنيومية بانضغاطها مرة واحدة، وتسرب عند التركيب الثاني.
- **تركيب مسمار بانجو غير صحيح:** المسمار الذي يمسك باللولب لكن ثقوب مجراه الداخلية في موضع مختلف قد يقطع تدفق الزيت؛ والنتيجة تلف المحامل خلال مدة قصيرة.
- **مد خط رجوع الزيت بمقطع ضيق أو بميل عكسي:** يعمل خط الرجوع بالجاذبية؛ والمسار المتضيق أو الصاعد يؤدي إلى تجمع الزيت في الضاغط وانتقاله إلى نظام الهواء.
- **توصيل أنبوب بلاستيكي مباشرة بمخرج الضغط:** درجة حرارة المخرج أعلى من درجة حرارة الخدمة لأنبوب البولي أميد؛ فيلين الأنبوب ويتشوه وينقطع.
- **ترك المنفذ غير المستخدم مفتوحًا أو تركيب سدادة غير مناسبة:** في التركيبات التي تلغى فيها دائرة الماء يجب استخدام سدادة عمياء بالمقاس وطريقة الإحكام الصحيحين.
- **شد مسامير الشفة بتسلسل عشوائي:** يتوزع ضغط الحشية بشكل غير متوازن، ويبدأ الخط بنفث الهواء في الدورات الحرارية الأولى.
- **الاعتماد على «إحساس اليد» بدلًا من مفتاح العزم:** في الضواغط ذات الجسم الألومنيومي يكون هامش تفاوت العزم ضيقًا؛ فالشد الناقص يسبب التسرب، والشد الزائد يتلف اللولب.
- **استبدال الضاغط مع إبقاء الملحقات القديمة:** الخرطوم والوردة والحشية التي لها العمر نفسه والتاريخ الحراري نفسه تصبح الحلقة الأضعف التي تحدد عمر الضاغط الجديد.
- **عدم تنظيف المنطقة قبل الفك:** تسقط الأوساخ المحيطة بالوصلة لحظة الفك مباشرة في دائرة الهواء أو الزيت.

القيم الفنية ونقاط الفحص لملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم)

القيم الواردة أدناه لملحقات توصيل ضاغط الهواء هي نطاقات مرجعية عامة شائعة في أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بحسب عائلة الضاغط ورمز المحرك ومستوى التجهيز وسنة الصنع؛ لذا ارجع دائمًا إلى أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة للحصول على البيانات الدقيقة.

القيم الفنية لملحقات توصيل ضاغط الهواء: المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم (مرجع عام)

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
ضغط تشغيل النظام (ضغط القطع في منظم الضغط)	8–12.5 bar (116–181 psi)	يختلف بحسب فئة المركبة؛ وتؤخذ القيمة الدقيقة من الدليل
درجة حرارة الهواء عند مخرج الضغط	150–200 °C لفترات قصيرة تحت الحمل	لا يوصل أنبوب الهواء البلاستيكي بهذه المنطقة مباشرة
ضغط تغذية الزيت	2–6 bar في حدود ضغط زيت المحرك، عادة	يقيم بشكل منفصل عند سرعة الخمول وعند سرعة التشغيل
درجة حرارة دائرة سائل التبريد	80–100 °C، وضغط الدائرة عادة 1–2 bar	ينقل الحرارة من جسم الضاغط إلى دائرة المحرك
القطر الداخلي لأنبوب / خرطوم خط الضغط	عادة ضمن نطاق Ø10–Ø16 مم	التضييق يرفع درجة حرارة المخرج ويزيد تراكم الكربون

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
القطر الداخلي لخط رجوع الزيت	أوسع بوضوح من خط التغذية	الأساس هو التدفق الحر؛ فلا يضيق ولا يثنى بحدة
معيار القبول في اختبار التسرب	يجب أن يبقى انخفاض الضغط خلال المدة المحددة ضمن الحد المسموح	القيم الحدية خاصة بكل مركبة، وتؤخذ من دليل الخدمة
مقاسات لوالب المنافذ الشائعة	نطاق M12x1.5 · M14x1.5 · M16x1.5 · M22x1.5	قد يختلف شكل اللولب مع تساوي الخطوة؛ ويتحقق منه برقم OE

نطاقات العزم النموذجية لملحقات توصيل ضاغط الهواء (Nm، مرجع عام)

نقطة التوصيل	نطاق العزم النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
مسمار الغطاء / الشفة M8	20–30 Nm	تسلسل الربط المتقاطع وعلى مراحل إلزامي
مسمار الغطاء / الشفة M10	40–60 Nm	لا يجوز تجاوز الحد الأعلى في الجسم الألومنيومي
مسمار البانجو لتغذية الزيت (M12–M16)	25–45 Nm	مع وردة إحكام جديدة عند كل فك
صامولة وصلة خط الضغط	25–50 Nm	يختلف بحسب القطر وشكل الطرف؛ ومفتاح العزم إلزامي
السدادة العمياء	20–40 Nm	يجب أن تستقر الحلقة الدائرية دون أن تنسحق؛ ولا يشد بإفراط
مشبك الخرطوم (خط الماء / خط الرجوع)	4–8 Nm	الشد الزائد يقطع جدار الخرطوم

قيم العزم معطاة بوصفها نطاقًا إرشاديًا فقط. ففي الضاغط الواحد تشد التوصيلات ذات الأقطار المختلفة بعزوم مختلفة، وبعض الشركات المصنعة تحدد قيمًا منفصلة للتركيب الأول ولإعادة التركيب، كما أن الحد الأعلى في الأجسام الألومنيومية أدنى منه في الأجسام الفولاذية. والمرجع في التطبيق هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة خاص برمز المحرك والشاسيه. لا تشد توصيلة لا تعرف قيمة عزمها بالتخمين.

- هل وصلة خط الضغط ومحوله جافان؟ افحصهما مرة والمحرك ساخن ومرة وهو بارد.
- هل يوجد تراكم للكربون أو تضيق في المقطع الداخلي لأنبوب الضغط؟
- هل ثقوب المجرى في مسمار البانجو لتغذية الزيت مفتوحة وفي موضعها الصحيح؟
- هل خرطوم رجوع الزيت مهروس أو متصلب أو ممدود بميل عكسي؟
- هل توجد في خراطيم سائل التبريد انتفاخات أو شقوق أو حزوز عميقة في موضع المشبك؟
- هل جميع المنافذ غير المستخدمة مغلقة بسدادات بالمقاس الصحيح؟
- هل شدت مسامير الشفة بالعزم المحدد وبالتسلسل الصحيح؟
- هل الخراطيم على مسافة آمنة من العادم والشاحن التوربيني والأجزاء المتحركة؟
- هل زمن ارتفاع الضغط ضمن الحد الوارد في الدليل؟

صيانة ملحقات توصيل ضاغط الهواء (المحول والمسمار الملولب والسدادة والخرطوم): كيف تطيل عمرها؟

ليست لملحقات توصيل ضاغط الهواء «فترة استبدال» محددة؛ فالذي يحدد عمرها هو الحمل الحراري، وإدارة الاهتزاز، وانضباط التركيب. فالمحولات والمسامير المعدنية، إذا ركبت بالعزم الصحيح، من العناصر الطويلة العمر في المركبة. في المقابل، فإن كل ما يحتوي على مادة الإلاستومر، أي الحلقات الدائرية والحشيات وخراطيم الماء والزيت، أجزاء تتقادم، وهي بنود يجب تجديدها معًا عند العمل على الضاغط. والسبب الأكثر تكرارًا لإعادة العمل في الميدان هو تركيب ضاغط جديد مع عناصر الإحكام القديمة.

- **لا تهمل صيانة مجفف الهواء:** تؤدي خرطوشة مجفف الهواء المشبعة إلى انتقال الرطوبة والزيت إلى النظام؛ ويبدأ الصدأ أولًا على أسطح الوصلات والمحولات.
- **فرغ الخزانات بانتظام:** الماء في خزانات الهواء يصعب تتبع التسرب في الاتجاه العكسي، ويسرع الصدأ الداخلي.
- **التزم بفترات تغيير زيت المحرك والفلتر:** زيت الضاغط هو زيت المحرك نفسه؛ والزيت المتسخ هو السبب الأول لانسداد مجرى التغذية ذي المقطع الصغير.
- **أجر فحصًا بصريًا دوريًا:** راجع في كل صيانة مسار الخراطيم والمشابك ومحيط الوصلات وخطوط الحشيات.
- **خفف الحمل الحراري:** لا تترك في خط الضغط تضيقًا غير ضروري أو أكواعًا حادة؛ فالحرارة تسرع تراكم الكربون وتقادم الخراطيم معًا.
- **أزل مصادر الاهتزاز:** كرسي المحرك المطاطي المرتخي، أو السير المشدود بشكل خاطئ، أو الحامل المفقود، كلها ترهق ملحقات التوصيل بشكل غير مباشر.
- **جدد عناصر الإحكام كطقم كامل:** الحشية والحلقة الدائرية والوردة بنود تجدد عند كل فك؛ ويجب التخطيط لها كطقم بدلًا من طلبها كلًا على حدة.
- **راقب بعد التدخل:** بعد كل عمل يمس الضاغط، يجب تكرار فحص تسرب الهواء وتسرب الزيت خلال بضع مئات الكيلومترات الأولى.

في أساطيل النقل، النهج الأكثر كفاءة هو التخطيط لصيانة الضاغط بوصفها عملًا متكاملًا لطقم من القطع، لا لقطعة منفردة. فتجديد المحولات ومسامير البانجو ووردات الإحكام والسدادات العمياء وخراطيم الزيت والماء في الزيارة نفسها عند العمل على الضاغط أو مجفف الهواء أقل تكلفة بكثير من إدخال المركبة إلى الورشة مرة ثانية بعد بضعة أسابيع. أما فحص التسرب الذي يستغرق عشر دقائق قبل انطلاق المركبة فهو أرخص ضمان ضد التوقف على الطريق.

أدلة فنية ذات صلة: مكبس ضاغط الهواء (كمبروسر) وحلقاته وذراع التوصيل: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة · الإصلاح الشامل لضاغط هواء الفرامل (كمبروسر): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة · عمود المرفق (الكرنك) ومجموعة الإدارة في ضاغط هواء الفرامل: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة · صمامات ضاغط الهواء (كمبروسر) والتفريغ: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة · صفيحة تبريد ضاغط الهواء (الكمبروسر) والتبريد المائي: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

التطبيقات والتوافق: كتالوج توافق المركبات · كتالوج توافق المحركات

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