VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض (كمبروسر بكلتش): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض في المركبات التجارية الثقيلة: أعراض الأعطال، والتمييز بين القابض والضاغط، والاستبدال خطوة بخطوة، وقيم الفحص وفترات الصيانة.

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

نادرًا ما يتعرف مشغل الأسطول على ضاغط هواء الفرامل لسبب سار: فضغط الهواء يبدأ في الارتفاع ببطء، أو يخرج الزيت من خرطوشة مجفف الهواء، أو يصدر من حجرة المحرك صوت طقطقة غير مألوف. وفي الضواغط المزودة بقابض يضاف إلى هذه الصورة بند آخر، هو القابض نفسه. والخطأ الأكثر شيوعًا في الميدان هو اتهام الضاغط بأكمله في عطل مصدره مجموعة القابض، أو العكس، أي تركيب قابض جديد فقط على ضاغط انتهى عمر جسمه. ويشرح هذا الدليل، من منظور الفني العامل في خدمة المركبات التجارية الثقيلة، وظيفة ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض، وكيف يتعطل، والتسلسل الصحيح للتشخيص، والأصول السليمة للفك والتركيب، وعادات الصيانة التي تطيل عمره.

كمبروسر هواء الفرامل (ضاغط هواء الفرامل) في الشاحنات مضخة يديرها المحرك، تضغط الهواء وتملأ به خزانات نظام الفرامل الهوائية، وعليها تعتمد فرملة المركبة وتشغيل أجهزة الهواء الأخرى. يختلف عن كمبروسر الورشة، فهو يعمل في دورات تعبئة وتوقف يتحكم بها منظم الضغط، وفي النوع المزود بقابض يتوقف الضاغط تمامًا عند انفصال القابض، ويتصل بمجفف الهواء. وعند تعطله تمتلئ الخزانات ببطء، أو يخرج الزيت مع الهواء.

أعد الفريق الفني في VADEN هذه الوثيقة استنادًا إلى الممارسة العملية في خدمة أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة وإلى وثائق الشركات المصنعة OE. والقيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، والمرجع في البيانات الدقيقة مثل الفجوة الهوائية للقابض ومقاومة الملف وعزم الربط وضغط القطع هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك ورمز الشاسيه الخاصين بالمركبة. آخر تحديث: أكتوبر 2026.

ما هو ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض؟ وظيفته ومبدأ عمله

ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض هو نوع من ضواغط الهواء المكبسية التي تغذي نظام الفرامل ونظام الهواء المساعد في المركبات التجارية الثقيلة وتدار من المحرك بواسطة ترس أو سير، ويتميز بمجموعة قابض كهرومغناطيسية أو هوائية مركبة بين وسيلة الإدارة وعمود المرفق. وعندما يبلغ النظام ضغط القطع ينفصل القابض ويتوقف الضاغط توقفًا تامًا. وفي التطبيقات التجارية الثقيلة يقع ضغط القطع عادة في نطاق 10–12.5 bar، ويتراوح معدل تدفق الضاغط في نطاق 250–720 لتر/دقيقة.

يدور الضاغط التقليدي (دائم الإدارة) ما دام المحرك يعمل. فحتى عند انعدام الحاجة إلى الهواء تواصل المكابس حركتها، ولا ينتقل النظام إلى التشغيل «على الفارغ» إلا بإشارة التفريغ الصادرة عن منظم الضغط. ويظل هذا التشغيل على الفارغ يولد الاحتكاك واستهلاك الزيت والحرارة. أما تصميم الضاغط المزود بقابض فيقضي على هذا الفقد من جذوره: فعندما لا تكون هناك حاجة إلى الهواء تنقطع وصلة الإدارة فعليًا ولا يدور الضاغط.

تسير سلسلة العمل على النحو التالي. يراقب منظم الضغط، سواء كان مركبًا على مجفف الهواء أو ذا جسم مستقل، ضغط النظام باستمرار. وعندما يبلغ الضغط قيمة القطع يصدر المنظم إشارة؛ ففي الأنواع الكهرومغناطيسية تقطع هذه الإشارة تيار الملف عبر مرحل أو عبر وحدة التحكم الإلكترونية في المركبة، أما في الأنواع الهوائية فيجري تطبيق ضغط الهواء المتجه إلى مكبس القابض أو تفريغه. ومع تغير الإشارة تنفصل الوصلة بين قرص القابض والدوار، فيتحرر عمود المرفق في الضاغط ويتوقف. وعندما ينخفض الضغط إلى قيمة الوصل (ما دون ضغط القطع) تنعكس العملية، فيعشق القابض من جديد ويبدأ الضاغط التعبئة.

قلب القابض الكهرومغناطيسي هو الفجوة الهوائية التي تقل عن المليمتر بين الملف وقرص الضغط. فعند تنشيط الملف كهربائيًا يتغلب المجال المغناطيسي الناشئ على قوة النابض، فيجذب قرص الضغط نحو الدوار، وينتقل العزم بالاحتكاك. ومع تآكل سطح بطانة الاحتكاك بمرور الوقت تتسع هذه الفجوة، وبعد نقطة معينة لا تعود القوة المغناطيسية كافية لجذب القرص، فإما ألا يعشق القابض إطلاقًا أو يعشق مع الانزلاق. وينشأ جزء كبير من أعطال ضواغط هواء الفرامل المزودة بقابض عن هذا التغير الهندسي البسيط الذي لا علاقة له إطلاقًا بجسم الضاغط.

ما الفرق بين الضاغط المزود بقابض والضاغط الدائم الإدارة؟

يكمن الفرق في سلوك الضاغط حين لا ينتج الهواء. ففي الضاغط الدائم الإدارة تواصل المكابس حركتها أثناء التشغيل على الفارغ، وتظل المحامل تحت الحمل، ويستمر غشاء الزيت على جدار الأسطوانة في السخونة؛ وفي هذه الأثناء يصرف الهواء عبر صمام التفريغ الموجود في رأس الأسطوانة أو يعاد إلى جانب السحب. أما في النوع المزود بقابض فلا يبقى أي جزء دوار. ولذلك ثلاث نتائج ملموسة: تحسن قابل للقياس في استهلاك الوقود بفضل زوال فقد القدرة الطفيلي، وإطالة عمر

خرطوشة مجفف الهواء بسبب انخفاض تمرير الزيت، وفترة أطول بين عمليات الإصلاح الشامل بسبب انخفاض التآكل الميكانيكي. ويتوقف حجم المكسب على نمط الاستخدام، إذ يتقلص الفرق في تطبيقات جمع النفايات أو خلاطات الخرسانة التي تستهلك الهواء باستمرار، ويبرز بوضوح في رؤوس القاطرات العاملة على الطرق الطويلة. ولأن النسبة الدقيقة لتوفير الوقود تختلف باختلاف المركبة ونمط الرحلات واستهلاك الهواء، فلا ينبغي التعبير عنها برقم واحد.

أنواع القابض: الكهرومغناطيسي والهوائي

يعمل القابض الكهرومغناطيسي بالنظام الكهربائي للمركبة بجهد 24 فولت، ويمكن إسناد التحكم فيه بسهولة إلى وحدة التحكم الإلكترونية. وميزته من ناحية الصيانة أن العطل قابل للقياس في أغلب الأحيان: إذ تفحص مقاومة الملف وجهد التغذية والفجوة الهوائية بثلاثة قياسات. أما القابض الهوائي فيستخدم خط هواء مستقلًا وصمام تحكم، وهو لا يتأثر بالأعطال الكهربائية لكنه معرض لتسرب الخط والتجمد وانسداد الصمام. وفي كلا النوعين تركب مجموعة القابض في الجهة الأمامية من الضاغط على دوار مزود بمحمل وعلى بكرة أو صرة ترس، ويعد عطل المحمل نقطة الضعف المشتركة بين النوعين.

المكونات والعناصر المساعدة

- **مجموعة القابض:** الدوار أو البكرة، وقرص الضغط (القرص المتحرك)، والملف، ونابض الإرجاع، والمحمل.
- **جسم الضاغط:** حوض الزيت، وعمود المرفق، وذراع التوصيل، والمكبس، وحلقات المكبس.
- **رأس الأسطوانة وصفيحة الصمامات:** صمامات السحب والطرد، وآلية التفريغ، ونوابض الصمامات، وحشية الرأس.
- **دائرة التبريد:** جسم ورأس مزودان بقميص مائي، ووصلات الدخول والخروج وخراطيمها (وفي الأنواع المبردة بالهواء رأس مزود بزعانف تبريد).
- **خط التزييت:** أنبوب تغذية الزيت المضغوط القادم من المحرك، وخط العودة إلى حوض الزيت.
- **منظم الضغط وخط التحكم:** يولد الإشارة التي تعشق القابض وتفصله.
- **خط الطرد:** أنبوب فولاذي مقاوم للحرارة أو خرطوم مقوى ينقل الهواء من مخرج الضاغط إلى مجفف الهواء.
- **مجفف الهواء وخرطوشته:** المكون الذي يحتجز الرطوبة وبخار الزيت، ويعكس حالة الضاغط مباشرة.

مقارنة أنواع إدارة ضاغط هواء الفرامل ومجالات تطبيقها المعتادة في المركبات التجارية الثقيلة (مرجع عام)

النوع	الإدارة / التحكم	السلوك عند عدم الحاجة إلى الهواء	التطبيق المعتاد وملاحظة الخدمة
ضاغط دائم الإدارة (بدون قابض)	ترس أو سير من المحرك، متصل باستمرار	يدور؛ ويعمل على الفارغ مع تصريف الهواء عبر صمام التفريغ	حل تقليدي شائع؛ والتشغيل على الفارغ يبقي على تمرير الزيت
ضاغط مزود بقابض كهرومغناطيسي	ملف 24 فولت، وإشارة من منظم الضغط أو وحدة التحكم	ينفصل القابض ويتوقف الضاغط تمامًا	شائع في رؤوس القاطرات للطرق الطويلة والحافلات؛ ويمكن قياس الملف والفجوة الهوائية
ضاغط مزود بقابض هوائي	ضغط الهواء عبر صمام التحكم	ينفصل القابض ويتوقف الضاغط تمامًا	لا يتأثر بالأعطال الكهربائية؛ مع وجود خطر تسرب الخط والتجمد
ضاغط موفر للطاقة (بنظام تفريغ)	إدارة دائمة + نظام تفريغ متطور	يدور لكن حمله ينخفض انخفاضًا ملحوظًا	حل وسط؛ لا يوفر ميزة التوقف التام التي يتيحها النوع المزود بقابض

يصادف ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض في المركبات التجارية الثقيلة أساسًا في عائلات المحركات من Mercedes-Benz وMAN وVolvo وDAF وScania وIveco وRenault Trucks، وغالبًا ما يكون جزءًا من بنى الفرامل الهوائية من نوع Knorr-Bremse وWabco. وهذه الأسماء مجرد أمثلة على التطبيقات؛ إذ توجد أرقام قطع غيار مختلفة حتى داخل عائلة المحركات الواحدة بحسب جيل الانبعاثات ومعدل تدفق الضاغط ونوع القابض.

لا يكفي طراز المركبة وحده لاختيار ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض. فقد يتوفر لطراز رأس القاطرة نفسه إصدار بدون قابض وآخر مزود بقابض، وتختلف بينهما عناصر مثل نوع القابض (كهرومغناطيسي أو هوائي)، وجهد الملف، وشكل البكرة أو صرة الترس، واتجاه الدوران، وثقوب شفة التثبيت. تحقق من القطعة برمز المحرك ورقم الشاسيه، وإن أمكن بالرقم

المرجعي OE المدون على الضاغط القديم. فشكل الصرة الخاطئ، وإن بدا عند التركيب أنه «يفي بالغرض»، يخل بالفجوة الهوائية للقابض ويستهلك بطانة الاحتكاك في وقت قصير.

الفرق بين كمبروسر الفرامل وكمبروسر الورشة

كمبروسر الفرامل في الشاحنة ليس كمبروسر الورشة، فهو مصمم لتغذية نظام فرامل تتعلق به السلامة، ويعمل ضمن دورات تعبئة وتوقف يتحكم بها منظم الضغط (تحميل وتفريغ، أو فصل القابض في الضاغط المزود بقابض)، بينما يخدم كمبروسر الورشة أدوات الهواء وينفخ الإطارات.

مقارنة بين كمبروسر فرامل الشاحنة وكمبروسر الورشة

وجه المقارنة	كمبروسر فرامل الشاحنة	كمبروسر الورشة
الغرض	شحن خزانات الفرامل الهوائية وأجهزة الهواء في المركبة	تشغيل أدوات الهواء وتعبئة الإطارات
الإدارة	يُدار من المحرك بترس أو سير	يُدار بمحرك كهربائي أو محرك مستقل
دورة العمل	تحميل وتفريغ، أو وصل القابض وفصله، بحسب ضغط النظام	تشغيل وإيقاف بحسب خزان الورشة
التزييت والتبريد	يتصل غالبًا بدائرة زيت المحرك وسائل تبريده	دائرة زيت مستقلة أو تصميم بلا زيت، وتبريد بالهواء في الغالب
جودة الهواء	يمر عبر مجفف الهواء قبل الخزانات	يمر غالبًا عبر مفرغ ماء بسيط

⚠ تحذير —
لا يصلح كمبروسر الورشة بديلًا عن ضاغط الفرامل في الشاحنة. اختر الضاغط وفق مواصفة الشركة المصنعة للمركبة، ويبقى دليل الخدمة الحالي لها هو المرجع.

كيف تكتشف عطل ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض؟

تتركز أعطال الضاغط المزود بقابض في موضعين منفصلين: مجموعة القابض، والضاغط نفسه. وأول ما ينبغي فعله في التشخيص هو حسم هذا التمييز، لأن أعراض الاثنين تتشابه للوهلة الأولى. ويربط الجدول التالي الأعراض الميدانية بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق منها.

أعراض أعطال ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض وأسبابها المحتملة وطرق التحقق الميداني

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
ضغط الهواء لا يرتفع إطلاقًا، والمركبة لا تستطيع تحرير فرامل الركن	القابض لا يعشق إطلاقًا: انقطاع في الملف، أو غياب جهد التغذية، أو عطل في المصهر أو المرحل، أو خط التحكم الهوائي بلا ضغط	قياس الجهد عند طرفي الملف، وقياس مقاومة الملف، وفحص الضغط في خط التحكم؛ ومراقبة دوران القابض بالعين
الضغط يرتفع ولكن ببطء شديد، وزمن التعبئة طال	القابض ينزلق (اتسعت الفجوة الهوائية وتآكلت بطانة الاحتكاك) أو صفيحة صمامات الضاغط تسرب	قياس زمن الارتفاع من خزان فارغ إلى ضغط القطع ومقارنته بقيمة الدليل؛ وفحص سطح القابض بحثًا عن رائحة احتراق ولمعان التزجج
صوت نقرة معدنية عند تعشيق القابض وفصله، يتبعه تعشيق متكرر	إشارة منظم الضغط غير مستقرة، أو تسرب في النظام، أو سطح القابض لا يجلس بشكل متساوٍ	اختبار انخفاض الضغط في النظام والمحرك متوقف؛ وقراءة ضغطي القطع والوصل لمنظم الضغط بمقياس الضغط

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
طنين أو صرير مستمر من منطقة القابض، وصوت يتغير بسرعة دوران المحرك	محمل القابض مستهلك أو نفد تشحيمه	فحص البكرة باليد بحثًا عن الخلوص والخشونة أثناء فصل الضاغط؛ والاستماع بسماعة الميكانيكي
خروج الزيت من خرطوشة مجفف الهواء ومن الخزانات، وترسبات زيتية في الخطوط	حلقات مكبس الضاغط أو صفيحة الصمامات تمرر الزيت؛ أو تعرض الضاغط لسخونة زائدة	فك الخط عند مدخل مجفف الهواء وفحص سطحه الداخلي؛ وتصريف الخزان ومراقبة كمية الزيت
الضاغط لا يتوقف أبدًا، والقابض لا ينفصل رغم بلوغ ضغط القطع	قرص القابض ملتصق مغناطيسيًا، أو النابض مكسور، أو إشارة التحكم نشطة باستمرار، أو منظم الضغط معطل	قياس جهد الملف عند بلوغ ضغط القطع؛ ومراقبة مخرج منظم الضغط
خط الطرد ومدخل مجفف الهواء ساخنان جدًا، مع تراكم الكربون	تعبئة مستمرة، أو خط طرد مقيد، أو تبريد غير كافٍ، أو تسرب في النظام	قياس حرارة خط الطرد بمقياس حرارة لا تلامسي؛ وفحص الخط بحثًا عن الانسداد والانضغاط
نقص سائل التبريد، وآثار رطوبة حول الضاغط	تسرب من حشية القميص المائي أو حشية الرأس	اختبار ضغط نظام التبريد؛ والتحقق من جفاف المنطقة المحيطة برأس الضاغط
انخفاض مستوى زيت المحرك دون تسرب خارجي ظاهر	تسرب من خط تغذية الزيت أو خط عودته في الضاغط، أو انتقال الزيت من حوض الزيت إلى جانب الطرد	فحص وصلة تغذية الزيت؛ وفحص مجفف الهواء والخزان بحثًا عن الزيت

هل العطل في القابض أم في الضاغط؟

أسرع طريقة للتمييز هي أن ترى مباشرة ما إذا كان الضاغط يدور أم لا. فعند تشغيل المحرك وضغط النظام أدنى من قيمة الوصل، يجب أن يعشق القابض وأن تدور بكرة الضاغط وصرته معًا. فإذا لم تدر الصرة فالمشكلة في جانب القابض، ويفحص عندها التحكم الكهربائي أو الهوائي. وإذا كانت الصرة تدور والضغط لا يرتفع فالمشكلة في الضاغط نفسه أو في خط الطرد. وهذه الملاحظة الواحدة تجنب الجزء الأكبر من عمليات استبدال الضاغط غير الضرورية.

التشخيص بالقياس في القابض الكهربائي

في القابض الكهرومغناطيسي تقود ثلاثة قياسات إلى النتيجة في كل الحالات تقريبًا. أولها جهد تغذية الملف: ففي لحظة التعشيق يجب أن تظهر عند طرفي الملف قيمة قريبة من الجهد الاسمي لنظام المركبة، أما الجهد المنخفض بوضوح فيعني مقاومة في الكابل أو توصيلًا أرضيًا رديئًا. وثانيها مقاومة الملف: فالملف المقطوع يعطي مقاومة لا نهائية، والملف المصاب بدائرة قصر يعطي قيمة أدنى بكثير من المتوقع. وثالثها الفجوة الهوائية: وتقاس بمقياس الخلوص، وتتسع كلما تآكلت بطانة الاحتكاك. وحدود القبول لهذه القيم خاصة بكل شركة مصنعة، ويجب أخذها من دليل الخدمة.

زمن التعبئة واختبار الضغط

أصدق مقياس لأداء الضاغط هو الزمن الذي تستغرقه الخزانات بعد تفريغها للوصول إلى الضغط المحدد. فهذا الاختبار يكشف في الوقت نفسه انزلاق القابض وتسرب الصمامات والتسرب في النظام. ويشترط عند القياس أن تكون سرعة دوران المحرك وضغط الخزان الابتدائي مطابقين للشروط الموصوفة في الدليل. فإذا طال الزمن، فالخطوة التالية هي عزل النظام لفصل التسرب عن غيره من الأسباب: إذ يراقب انخفاض الضغط خلال مدة محددة بعد إيقاف المحرك. ويحدد إطار متطلبات الأداء والإحكام في نظام الفرامل ضمن نطاق لائحة ECE R13، أما قيم القبول وشروط القياس الخاصة بكل مركبة فيعتمد فيها على كتالوج OE ودليل الخدمة المعنيين.

إصلاح كمبروسر الشاحنة: متى يكفي طقم الإصلاح ومتى يلزم الاستبدال؟

يكفي طقم الإصلاح غالبًا عندما يكون العطل في قطع قابلة للاستبدال مثل الحشيات وصمامات الرأس، ويلزم استبدال الضاغط عندما يتآكل جدار الأسطوانة أو المكبس أو الكرنك، لأن هذه الأجزاء لا يعوضها الطقم.

قرار الإصلاح أو الاستبدال في كمبروسر الشاحنة

الحالة	الإجراء المعتاد
حشية رأس متسربة أو صمامات متكربنة أو مغطاة بالترسبات	طقم إصلاح الضاغط
عطل في القابض الكهرومغناطيسي أو الهوائي فقط	مجموعة القابض بصفتها قطعة منفصلة
مرور زيت مرتفع مع تآكل ظاهر في الأسطوانة أو المكبس	استبدال الضاغط
خلوص مفرط أو ضجيج من محامل الكرنك	استبدال الضاغط
الأعراض نفسها مع جسم ضاغط سليم	افحص مجفف الهواء وخط الشحن قبل أي قرار

قبل الحكم على الضاغط، افحص مجفف الهواء وصمام التفريغ وخطوط الهواء، فهذه الأجزاء تسبب أعراضًا تشبه عطل الضاغط. وتؤخذ قيم الخلوص والتآكل المسموح بها من وثائق الشركة المصنعة.

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، بينما تطبق أوروبا الحدود المكافئة الواردة في اللائحة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة (UNECE). وللاطلاع على التفاصيل، راجع المرجع المصور المتاح 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 يستبدل ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض؟ خطوة بخطوة

استبدال ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض عمل يجتمع فيه الهواء المضغوط وسوائل التبريد الساخن والأسطح المعدنية ذات الحرارة العالية. ومعدات الوقاية الشخصية شرط أساسي: نظارات واقية، وقفازات مقاومة للحرارة والزيت، وملابس عمل. وقبل بدء العمل يجب تفريغ جميع خزانات الهواء، وترك المحرك ونظام التبريد حتى يبردا، وفصل مفتاح البطارية الرئيسي أو القطب السالب. فقد يؤدي فك خط تحت الضغط أو التدخل في نظام تبريد ساخن إلى إصابات خطيرة. وفي المركبات ذات الكابينة القلابة تحقق من تفعيل قفل أمان الكابينة.

1. **أمّن المركبة:** أوقفها على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأمّن فرامل الركن على النحو المناسب، وافصل النظام الكهربائي. وفي المركبات ذات الكابينة القلابة ارفع الكابينة وأقفل مزلاج الأمان.
2. **أزل الضغط من النظام:** صرّف الهواء من جميع خزانات الهواء عبر صمامات التصريف، وتحقق من مقياس الضغط أن الضغط وصل إلى الصفر. وفرّغ كذلك الضغط المتبقي في مجفف الهواء والدوائر المساعدة.
3. **صرّف سائل التبريد:** في الضواغط المبردة بالماء صرّف دائرة التبريد حتى المستوى الذي تحدده الشركة المصنعة. ولا تفتح الغطاء قبل أن يبرد النظام.
4. **نظّف المنطقة وضع العلامات:** أزل الأوساخ والزيت من حول الوصلات التي ستفك باستخدام الهواء المضغوط وقطعة قماش نظيفة. وضع ملصقات تعريف على المقبس الكهربائي وخراطيم الهواء والماء وخط الزيت قبل فكها، وصورها إن أمكن. وأغلق جميع الفتحات المكشوفة بسدادات نظيفة.

5. **افصل التوصيلات:** فك بالترتيب كابل تغذية القابض أو خط التحكم الهوائي، وخط الطرد، وأنابيب تغذية الزيت وعودته، وخراطيم التبريد، وخط السحب إن وجد. ولا تجهد الأنابيب بالمفتاح، بل افتحها مع تثبيت الصامولة المقابلة.

6. **ادعم الضاغط وفكه:** احمل الضاغط بدعامة أو أداة رفع مناسبة. وأرخ المسامير الملولبة للشفة تدريجيًا وبترتيب متقاطع. وفي الأنواع المدارة بالترس انتبه إلى الخلوص بين أسنان التروس أثناء الفك، وفي الأنواع المدارة بالسير أرخ شد السير أولًا.

7. **افحص القطعة المفكوكة وجانب الإدارة:** تحقق من وجود احتراق أو تزجج في بطانة احتكاك القابض، أو خلوص في المحمل، أو تآكل في الصرة، أو تشوه في سطح الشفة، أو تلف في أسنان ترس الإدارة، أو تأرجح في بكرة السير. وتدل ترسبات الكربون على السطح الداخلي لخط الطرد على أن الضاغط تعرض لسخونة زائدة في الماضي، ولذلك يجب تنظيف هذا الخط أو تجديده حتمًا.

8. **تحقق من الضاغط الجديد:** ضع القطعة الجديدة بجانب القديمة وقارن ترتيب ثقوب الشفة، ونوع القابض وجهد الملف، وشكل البكرة أو الترس، واتجاه الدوران، ومواضع وصلات الدخول والخروج، وممرات ماء التبريد. وتحقق من التوافق بالرقم المرجعي OE، ولا تنزع السدادات حتى لحظة التركيب.

9. **ركّب واربط بالعزم المحدد:** استخدم حشية أو حلقة دائرية (O-ring) جديدة، ولا تعد استخدام القديمة إطلاقًا. أجلس الضاغط في مكانه دون إجبار، وركّب المسامير الملولبة للشفة باليد، ثم اربطها بترتيب متقاطع وتدريجيًا بالعزم الذي تحدده الشركة المصنعة. وفي الأنواع المدارة بالترس اضبط الخلوص بين الأسنان كما هو موصوف في الدليل.

10. **صل الخطوط وقيّم مجفف الهواء:** أعد تركيب خط تغذية الزيت وعودته، وخراطيم التبريد، وخط الطرد، ووصلة التحكم. وإذا كان سبب الاستبدال تمرير الضاغط للزيت، فيجب أيضًا تجديد خرطوشة مجفف الهواء والخطوط الملوثة؛ وإلا فسيعمل الضاغط الجديد في نظام ملوث.

11. **أمّن التزييت الأولي وشغّل:** زوّد الضاغط بالزيت الأولي على النحو الذي تنص عليه الشركة المصنعة، أو انتظر حتى يمتلئ خط الزيت. املأ نظام التبريد واطرد منه الهواء، وأجر التوصيل الكهربائي، ثم شغّل المحرك. وتحقق بالنظر والسمع من تعشيق القابض وفصله.

12. **اختبر وافحص:** فرّغ الخزانات وقس زمن التعبئة، واقرأ ضغطي القطع والوصل من مقياس الضغط. وافحص تسرب الهواء والماء والزيت في السرعة الخاملة وعند سرعة الدوران العالية. وبعد القيادة التجريبية يجب تكرار الفحص والمحرك بارد، ومراجعة عزوم ربط التوصيلات والتسربات مجددًا عند أول موعد صيانة.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض؟

عند استبدال ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض بسبب تمريره للزيت، يعد عدم تجديد خرطوشة مجفف الهواء والخطوط الممتلئة بالزيت أكثر الأخطاء كلفة في الميدان. فالزيت المتبقي في النظام ينتقل عائدًا إلى جانب السحب في الضاغط الجديد وإلى صماماته، وبعد بضعة آلاف من الكيلومترات تعود صورة العطل نفسها إلى الظهور، ويلقى اللوم هذه المرة على القطعة الجديدة. فاستبدال الضاغط ليس عملًا على قطعة واحدة، بل عمل على النظام بأكمله.

لا تدع الزيت أو الشحم أو بخاخ الإحكام يصل إلى مجموعة القابض. فالقابض عنصر ينقل العزم بالاحتكاك، وأدنى غشاء زيت يصل إلى سطحه يسبب الانزلاق، والانزلاق يؤدي إلى السخونة الزائدة وإلى استهلاك بطانة الاحتكاك في وقت قصير. وحافظ على الأسطح نظيفة وجافة أثناء التركيب، وإذا اتسخت فامسحها بالمنظف الذي توصي به الشركة المصنعة.

- **استبدال الضاغط بأكمله عند عطل القابض:** في الأعطال الناتجة عن الملف أو المحمل أو الفجوة الهوائية قد يكون الجسم سليمًا. لذا يجب التمييز أولًا.
- **تركيب قابض فقط على ضاغط انتهى عمر جسمه:** الخطأ المعاكس شائع بالقدر نفسه؛ فتمرير الزيت الناتج عن حلقات المكبس والصمامات لا يحل بتجديد القابض.

- **استبدال القطع قبل العثور على التسرب في النظام:** سبب بقاء الضاغط في وضع التعشيق باستمرار ليس الضاغط في أغلب الأحيان، بل تسرب في أحد الخطوط أو في حجرة الفرامل أو النابض الهوائي. وإذا لم يعالج التسرب فستستهلك القطعة الجديدة أيضًا قبل أوانها.
- **عدم فحص منظم الضغط:** المنظم الذي لا يعطي إشارة ضغط القطع بشكل صحيح إما لا يفصل القابض السليم أبدًا أو يعشقه باستمرار.
- **إعادة استخدام الحشية القديمة أو الحلقة الدائرية (O-ring):** عنصر الإحكام الذي انضغط مرة واحدة يسرب الماء أو الزيت أو الهواء عند تركيبه للمرة الثانية.
- **ربط المسامير الملولبة للشفة بالإحساس اليدوي:** الربط الناقص يعني التسرب، والربط الزائد يعني تشوه الشفة وانسحاق الحشية؛ واستخدام مفتاح العزم إلزامي.
- **تركيب خط طرد متفحم دون تنظيفه:** الخط الضيق يرفع حرارة جانب الطرد ويرهق الضاغط الجديد في أشهره الأولى.
- **إهمال خط الزيت:** خط تغذية الزيت المقيد أو المسدود يقضي في وقت قصير حتى على أمتن ضاغط.
- **عدم طرد الهواء من دائرة التبريد:** جيب الهواء المتبقي في القميص المائي يؤدي إلى سخونة زائدة موضعية وإلى تلف حشية الرأس.
- **عدم قياس زمن التعبئة بعد الاستبدال:** إذا سلم العمل دون قياس فلن يلاحظ انزلاق القابض أو التسرب في النظام.

القيم الفنية لضاغط هواء الفرامل المزود بقابض ونقاط الفحص

القيم الواردة أدناه لضاغط هواء الفرامل المزود بقابض هي نطاقات مرجعية عامة شائعة في أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بحسب عائلة المحرك ومعدل تدفق الضاغط ونوع القابض ومستوى التجهيز، وللحصول على البيانات الدقيقة يجب الرجوع إلى أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك ورمز الشاسيه الخاصين بالمركبة. ويعد تصنيف ISO 8573-1 إطارًا مرجعيًا شائعًا لجودة الهواء المضغوط (محتوى الرطوبة والزيت والجسيمات)، ويجب التحقق من الفئة المستهدفة للنظام ومن فترة تغيير خرطوشة مجفف الهواء في وثائق الشركة المصنعة للمركبة.

القيم الفنية لضاغط هواء الفرامل المزود بقابض (مرجع عام)

المعامل	النطاق المعتاد (مرجع عام)	ملاحظة
ضغط القطع في النظام	10–12.5 bar (145–181 psi)	يحدده منظم الضغط؛ وينفصل القابض عند هذه القيمة
ضغط الوصل	أقل من قيمة القطع بنحو 0.6–1.5 bar	إذا كان الفرق صغيرًا جدًا يتكرر تعشيق القابض
معدل تدفق الضاغط (نظري)	250–720 لتر/دقيقة	يختار بحسب فئة المركبة واستهلاك الهواء
سرعة دوران الضاغط أثناء التشغيل	سرعة دوران المحرك مضروبة في نحو 0.8–1.5، بحسب نسبة الإدارة	نسبة الإدارة خاصة بكل مركبة؛ ويتحقق من نسبة التروس أو البكرات في الدليل
جهد تغذية القابض (الكهرومغناطيسي)	نظام المركبة بجهد اسمي 24 فولت	يجب ألا يحدث انخفاض ملحوظ في الجهد لحظة التعشيق
الفجوة الهوائية للقابض	عادة في حدود 0.3–0.8 مم	تقاس بمقياس الخلوص؛ وحد القبول خاص بكل شركة مصنعة
ضغط تغذية الزيت للضاغط	من خط ضغط زيت المحرك نفسه؛ بضعة bar في السرعة الخاملة	انخفاض ضغط الزيت يقصر عمر المحامل مباشرة
حرارة الهواء عند مخرج خط الطرد (لحظية)	قد تصل تحت الحمل إلى حدود 150–200 C°	الحرارة العالية المستمرة تسبب التفحم

المعامل	النطاق المعتاد (مرجع عام)	ملاحظة
حرارة الهواء المستهدفة عند مدخل مجفف الهواء	أدنى ما يمكن، وعادة أقل من 65 °C	الحرارة العالية تخفض كفاءة التجفيف
زمن التعبئة (من خزان فارغ إلى ضغط القطع)	خاص بكل مركبة؛ ويقارن بقيمة الدليل	إذا طال يبحث عن انزلاق القابض أو عن تسرب
انخفاض ضغط النظام (المحرك متوقف، اختبار ساكن)	محدود خلال مدة معينة ومحدد في الدليل	يقيم بناءً على متطلبات الإحكام الواردة في إطار لائحة ECE R13

نطاقات عزم الربط المعتادة عند تركيب ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض (مرجع عام، Nm)

نقطة التثبيت	النطاق المعتاد بحسب فئة المسمار الملولب (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
المسامير الملولبة لشفة الضاغط (M8، بحسب فئة المسمار، ويتحقق منها في الدليل)	20–30 Nm	تربط بترتيب متقاطع وتدريجيًا
المسامير الملولبة لشفة الضاغط (M10، بحسب فئة المسمار، ويتحقق منها في الدليل)	40–60 Nm	مع حشية جديدة؛ ويجب أن يكون سطح الشفة نظيفًا
المسامير الملولبة لرأس الأسطوانة	خاص بكل شركة مصنعة، وبترتيب تدريجي	إذا أهمل الترتيب أو التدرج تشوه الرأس
وصلة خط الطرد	25–45 Nm	يختلف بحسب القطر وشكل الطرف
مسمار البانجو الملولب لأنبوب تغذية الزيت	15–30 Nm	وردة إحكام جديدة عند كل فك
المسمار الملولب أو الصامولة المركزية لصرة القابض	خاص بكل شركة مصنعة؛ وعادة في نطاق 30–60 Nm	يختلف بحسب نوع القابض، ويؤخذ من الدليل

قيم العزم الواردة هنا نطاقات إرشادية فقط، وتختلف بحسب قطر المسمار الملولب وفئته. فقد تستخدم إصدارات مختلفة من الضاغط في المركبة نفسها مسامير بأقطار وفئات مختلفة، وتحدد بعض الشركات المصنعة قيمًا منفصلة للتركيب الأول ولإعادة التركيب. والمرجع في التطبيق العملي هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وخاص برمز المحرك ورمز الشاسيه. وفي الأنواع التي يمكن فيها ضبط الفجوة الهوائية للقابض، يجب فحص الضبط بعد إتمام الربط بالعزم المحدد والقطعة باردة.

- هل قرئ ضغطا القطع والوصل من مقياس الضغط وقورنا بقيمة الدليل؟
- هل ينفصل القابض فعلًا عند ضغط القطع ويعشق عند ضغط الوصل؟
- هل قيست الفجوة الهوائية للقابض بمقياس الخلوص، وهل توجد آثار احتراق أو تزجج على بطانة الاحتكاك؟
- هل يوجد في محمل القابض خلوص أو خشونة أو صوت يمكن الإحساس به باليد؟
- هل فحص السطح الداخلي لخط الطرد بحثًا عن ترسبات الكربون؟
- هل تجاوزت خرطوشة مجفف الهواء فترة تغييرها، وهل توجد آثار زيت عند مخرج الخرطوشة؟
- هل تصرف الخزانات يوميًا، وهل يظهر زيت في الماء المصرف؟
- هل يوجد في خطي تغذية الزيت وعودته انضغاط أو انسداد أو تسرب؟
- هل خراطيم التبريد سليمة، وهل توجد آثار رطوبة حول الضاغط؟
- هل كابل تغذية القابض ومقبسه ووصلة التأريض خالية من الصدأ ومربوطة بإحكام؟

كيف تصون ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض وتطيل عمره؟

ثلاثة أمور تحدد عمر ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض: استمرار التزييت دون انقطاع، وإبقاء الحرارة في جانب الطرد تحت السيطرة، وخلو النظام من أي استهلاك غير ضروري للهواء. وأكثر صور الأعطال المبكرة شيوعًا في الميدان تبدأ بإهمال أحد هذه البنود الثلاثة. فنابض هوائي أو حجرة فرامل تسرب، أو تسرب منسي في مكان ما، يبقي الضاغط في وضع التشغيل مدة أطول بكثير من اللازم؛ فيتكرر تعشيق القابض، وتتآكل بطانة الاحتكاك أسرع، وترتفع حرارة الطرد، ويزداد تمرير الزيت. ويتحقق الجزء الأكبر من المكسب الذي يوفره تصميم الضاغط المزود بقابض عندما يحافظ على إحكام النظام جيدًا.

- **صرّف خزانات الهواء بانتظام:** يمنع التصريف اليومي عودة الماء والزيت المتراكمين إلى النظام. وإذا ظهر الزيت في السائل المصرف فيجب تقييم الضاغط ومجفف الهواء معًا.
- **غيّر خرطوشة مجفف الهواء في موعدها:** الخرطوشة المشبعة لا تستطيع احتجاز الرطوبة، فيتراكم خليط الرطوبة والزيت في الصمامات وفي مكونات الفرامل على حد سواء.
- **اجعل البحث عن التسربات عملًا روتينيًا:** يجب فحص النوابض الهوائية والوصلات ووصلات التوصيل السريع وأغشية حجرات الفرامل بانتظام، وتكرار اختبار انخفاض الضغط الساكن بصورة دورية.
- **التزم بمواعيد تغيير زيت المحرك والفلتر:** لأن الضاغط يتغذى من خط زيت المحرك، فإن المحرك الذي تهمل صيانته يستهلك الضاغط معه.
- **لا تهمل التبريد:** في الأنواع المبردة بالماء تأكد من أن الخراطيم مفتوحة وأن الدائرة خالية من الهواء؛ فممر الماء المسدود يقضي على الضاغط بصمت.
- **حافظ على نظافة جانب السحب:** يجب فحص فلتر الهواء أو الخط الذي يغذي سحب الضاغط مع موعد تغيير فلتر الهواء للمحرك. فالسحب الملوث سبب مباشر لتآكل الأسطوانة.
- **حافظ على جفاف سطح القابض:** يجب ألا يصل ماء غسيل المحرك أو الزيت المتسرب أو مواد التزييت البخاخة إلى بطانة احتكاك القابض.
- **افحص التوصيل الكهربائي:** المقبس الذي أصابه الصدأ والتأريض المرتخي يؤديان إلى وصول جهد منخفض إلى الملف وإلى تعشيق القابض مع الانزلاق.
- **عد إلى المركبة في الصيانة الأولى بعد الاستبدال:** بعد تركيب الضاغط الجديد كرر فحص العزم والتسرب والزيت عند أول موعد صيانة.

أكثر المقاربات جدوى من جانب الأسطول هي التخطيط للضاغط لا بوصفه قطعة منفردة، بل حلقة في سلسلة إنتاج الهواء. فمعالجة خط الطرد وخرطوشة مجفف الهواء والحشيات وعناصر الإحكام في الزيارة نفسها للمركبة التي تدخل لإصلاح الضاغط أوفر بكثير من كلفة إيقاف المركبة مرة ثانية بعد بضعة أشهر. وفي روتين صيانة محكم يعد ضاغط هواء الفرامل المزود بقابض من المكونات الطويلة العمر في المركبة؛ أما إذا أهمل فلا يقتصر عطله عليه، بل يمتد إلى نظام الفرامل بأكمله.

VADEN ORIGINAL شركة مصنعة بجودة OE تنتج ضواغط الهواء وقطع الغيار لأنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة. وتضم عائلة منتجاتنا من ضواغط هواء الفرامل المزودة بقابض إصدارات مخصصة لتطبيقات الشاحنات والحافلات ورؤوس القاطرات، إلى جانب قطع القابض مثل طقم القابض وغلاف القابض وطقم عمود القابض، وأطقم إصلاح الضاغط، وأطقم الحشيات، وصفائح الصمامات، وعناصر التثبيت، وكلها متوفرة في المخزون وقابلة للمطابقة وفق رمز المحرك. ويمكنك البحث عن الضاغط المناسب لمركبتك برمز المحرك أو بالرقم المرجعي OE، ثم تقديم طلبك بعد التحقق من معلومات التوافق في الكتالوج.

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