VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

المبرد (رديتر) وخزان التمدد: دليل الأعطال والاستبدال والصيانة

مبرد المركبات التجارية الثقيلة وخزان التمدد: تشخيص السخونة الزائدة والتسرب والانسداد والجيب الهوائي، وخطوات الاستبدال والصيانة. دليل فني من VADEN.

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

في المركبات التجارية الثقيلة يطرد الجزء الأكبر من الحرارة التي يولدها المحرك عبر سائل التبريد؛ والمكون الذي ينقل هذه الحرارة إلى الهواء هو المبرد، أما الوعاء الذي يتيح للنظام أن يتنفس ويوازن ضغطه فهو خزان التمدد (خزان الماء الاحتياطي). وعندما يضعف المبرد في رأس قاطرة يصعد منحدرًا طويلًا أو في حافلة تسير في زحام المدينة المتقطع، لا تقتصر النتيجة على «ارتفاع المؤشر قليلًا»، بل تظهر سلسلة من المشكلات الباهظة الكلفة، مثل السخونة الزائدة وتلف حشية رأس الأسطوانة وتشوه كتلة المحرك وتوقف المركبة على الطريق. يجمع هذا الدليل بلغة الميدان منطق عمل المبرد وخزان التمدد في مركبات الديزل الثقيلة، وتشخيص الأعطال، والممارسة الصحيحة للاستبدال، والقيم الفنية الآمنة.

أعد هذا الدليل الفريق الفني في VADEN صاحب الخبرة في التصنيع والخدمة الميدانية لأنظمة تبريد المركبات التجارية الثقيلة، وتمت مراجعة دقته الفنية. والقيم الواردة هنا مراجع عامة وآمنة لأنظمة المركبات التجارية الثقيلة الشائعة؛ أما القيم الدقيقة الخاصة بطراز المركبة والمحرك فارجع فيها دائمًا إلى دليل خدمة OE المعني (مثل نشرات أنظمة التبريد الصادرة عن Behr/Mahle وعن الشركة المصنعة للمحرك). آخر تحديث: سبتمبر 2026. ويستند تحديد أبعاد المكونات إلى عائلة المعايير الدولية ذات الصلة (ISO/EN/DIN/SAE) وإلى مواصفات OE الصادرة عن الشركة المصنعة.

ما المبرد وما خزان التمدد (خزان الماء الاحتياطي)؟ الوظيفة ومبدأ العمل

المبرد مبادل حراري يبرد سائل التبريد الساخن القادم من المحرك بنقل حرارته إلى الهواء المار عبره. أما خزان التمدد (خزان الماء الاحتياطي) فهو وعاء مضغوط يستوعب السائل الذي يتمدد عند سخونته، ويمنع تسرب الهواء إلى النظام، ويوازن الضغط. في أثناء إحماء المحرك يدور سائل التبريد داخل كتلة المحرك حتى يفتح منظم الحرارة (الثرموستات). وعندما يفتح منظم الحرارة يتجه السائل إلى المبرد، فيبرد في أثناء مروره عبر قلب المبرد بفعل المروحة والهواء القادم في أثناء السير، ثم تضخه مضخة المياه مجددًا إلى المحرك. والدائرة مغلقة وتعمل تحت ضغط؛ ولأن الضغط يرفع درجة غليان السائل، يتأخر التبخر حتى تحت الأحمال العالية. وفي محركات الديزل الثقيلة تبنى هذه الدائرة وفق منطق عمل مبردات OE من نوع Behr وMahle. وتصنع VADEN لهذه الدائرة مكونات مثل خزان التمدد (خزان الماء الاحتياطي) وغطاء خزان التمدد وأنبوب المبرد وأنبوب التبريد وكرسي تثبيت المبرد وحلقة إطار المروحة وفق أبعاد مكافئة لقطع OE.

النظر إلى دائرة التبريد على أنها قطعة واحدة نظرة مضللة؛ فهي في الحقيقة سلسلة من المكونات المترابطة. والسطح الأساسي الذي ينقل الحرارة إلى الهواء هو قلب المبرد، ويتكون من أنابيب دقيقة لمرور السائل تتخللها شرائح/زعانف مصفوفة بينها. أما الحجرات التي توزع السائل على القلب ثم تجمعه من جديد فهي الخزانات الجانبية أو العلوية والسفلية؛ وتكون هذه الخزانات من البلاستيك في الأنواع المصنوعة من الألومنيوم والبلاستيك، ومن النحاس الأصفر/الألومنيوم في الأنواع المعدنية بالكامل.

ويستقبل خزان التمدد / خزان الماء الاحتياطي السائل الذي يسخن ويتمدد. وهذا الخزان هو في الوقت نفسه نقطة تعبئة النظام وتنفيس الهواء منه، ويستقر غطاء الضغط فوقه. ويحتوي غطاء الضغط (غطاء المبرد/الخزان) على صمام ضغط يفتح عند ضغط معين (نحو 1 bar عادة)، وعلى صمام فراغ يسحب السائل عائدًا عندما يبرد النظام. أما منظم الحرارة ومضخة المياه والمروحة فهي عناصر مساندة: تتحكم في درجة حرارة السائل وتدفقه، وتنقل الحرارة إلى المبرد، وتزيد تيار الهواء. وتتولى الخراطيم والمشابك وكراسي تثبيت المبرد (الكراسي المطاطية) إقامة التوصيلات وعزل الاهتزاز وتمكين التركيب الصحيح.

لماذا يعد النظام المضغوط والغطاء عنصرين حاسمين؟

تعمل دائرة التبريد المغلقة تحت ضغط، لأن الضغط يرفع درجة غليان السائل. فالماء النقي يغلي عند 100 °C على مستوى سطح البحر؛ أما تحت ضغط زائد يبلغ نحو 1 bar ومع خليط صحيح من مانع التجمد فترتفع هذه الدرجة ارتفاعًا واضحًا، فيعمل المحرك دون أن يتكون بخار حتى تحت الأحمال العالية. والقطعة التي تحقق هذا التوازن هي غطاء الضغط. فعندما يتجاوز الضغط حد التصميم يفتح الصمام الموجود في الغطاء ويصرف الضغط الزائد إلى خزان التمدد/الجو؛ وعندما يبرد المحرك يسحب صمام الفراغ السائل عائدًا ويمنع دخول الهواء إلى النظام. وإذا كان الغطاء ضعيفًا أو بقيمة ضغط غير صحيحة انخفضت درجة غليان النظام، وقد تظهر السخونة الزائدة حتى لو كان المحرك سليمًا. فلا تنخدع برخص ثمنه؛ فهذا الغطاء عنصر أمان في نظام التبريد يجب أن يؤخذ على محمل الجد.

وظيفة خزان التمدد (خزان الماء الاحتياطي)

كلما سخن السائل ازداد حجمه، والوعاء الذي يستوعب هذه الزيادة هو خزان التمدد. ويستقر الحيز الهوائي في النظام (حيز التمدد) داخل هذا الخزان؛ والخزان عادة هو أعلى نقطة تجرى فيها التعبئة وتنفيس الهواء. وفي المركبات التجارية الثقيلة يكون الخزان في الغالب من النوع المضغوط، ويركب الغطاء فوقه مباشرة. فإذا تشقق الخزان أو سرب غطاؤه عجز النظام عن الحفاظ على الضغط، فينخفض مستوى السائل ويبدأ المحرك في السخونة. ويصنع الخزان عادة من بلاستيك مقوى يتحمل دورات الحرارة والضغط؛ لكن هذا البلاستيك قد يصبح هشّا مع مرور السنين ويتشقق عند خطوط اللحام.

أنواع المواد: ألومنيوم وبلاستيك، ونحاس ونحاس أصفر، وألومنيوم بالكامل

معظم مبردات المركبات التجارية الثقيلة الحديثة مكونة من قلب من الألومنيوم + خزانات جانبية من البلاستيك (موصولة بالكبس الميكانيكي/الحشية)؛ وهي خفيفة وعالية الكفاءة، لكن حشية الوصل بين الخزان البلاستيكي والقلب تصبح مع الوقت نقطة تسرب. أما مبردات النحاس والنحاس الأصفر التقليدية (الملحومة بالقصدير) فثقيلة لكنها أنسب للإصلاح (باللحام)، ولا تزال مفضلة في بعض تطبيقات الخدمة الشاقة/الأساطيل القديمة. وتستخدم الأنواع المصنوعة بالكامل من الألومنيوم الملحوم في تطبيقات الخدمة الشاقة التي تتطلب متانة عالية. ويلخص الجدول التالي اختيار النوع على سبيل الاسترشاد.

نوع المبرد	البنية	نقاط القوة	نقاط الضعف / تنبيه
قلب من الألومنيوم + خزان جانبي من البلاستيك	كبس ميكانيكي + حشية	خفيف، انتقال حراري عالٍ، تكلفة منخفضة	تسرب خط الحشية بين الخزان والقلب وتشقق الخزان البلاستيكي عطلان شائعان
نحاس ونحاس أصفر (ملحوم بالقصدير)	قلب ملحوم بالقصدير + خزان من النحاس الأصفر	قابل للإصلاح (باللحام)، متين	ثقيل ومكلف التصنيع؛ قد يحدث كلال في اللحام
ألومنيوم بالكامل (ملحوم)	قلب من الألومنيوم + خزان ملحوم	متانة عالية، خدمة شاقة	صعب الإصلاح؛ يستبدل عادة بالكامل عند التلف
خزان التمدد/خزان الماء الاحتياطي	وعاء من البلاستيك المقوى	خفيف، غطاء/مؤشر مستوى مدمج	يصبح هشّا بفعل الدورات الحرارية ويتشقق عند خط اللحام

لا يكفي معيار «مركبة من الماركة نفسها» وحده عند اختيار المبرد وخزان التمدد. فرمز المحرك وسعة التبريد (سماكة القلب/عدد صفوفه) ومواضع المدخل والمخرج وأقطار التوصيل ونوع الخزان تختلف باختلاف طراز المركبة. فلا تطلب القطعة المكافئة قبل التحقق منها برمز محرك المركبة وبرقم OE للقطعة المفكوكة.

أعراض الأعطال والتشخيص

تندرج معظم أعطال نظام التبريد تحت واحد من ثلاثة عناوين رئيسية: **التسرب الخارجي (فقدان السائل)**، أو **التبريد غير الكافي/السخونة الزائدة**، أو **مشكلة الضغط/الهواء**. وما يصعب المهمة أن العرض الواحد قد ينشأ من أكثر من مصدر. فالمستوى الذي ينخفض باستمرار مثلًا قد يكون مصدره قلب المبرد، أو تشقق الخزان، أو الغطاء، أو تسرب داخلي. لذلك اعزل النظام باختبار الضغط قبل الشروع في استبدال القطع، ثم ضع التشخيص على هذا الأساس.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
مستوى السائل ينخفض باستمرار، مع أثر أخضر/أحمر في الأسفل	تشقق القلب/الخزان الجانبي، تسرب من خط الحشية، ارتخاء الخرطوم أو المشبك	أجر اختبار الضغط (اختبار فقدان الضغط) والمحرك بارد؛ وتتبع موضع التسرب بالعين وبالصبغة الفلورية
سخونة زائدة في المحرك دون أي تسرب خارجي	انسداد داخلي/ترسبات كلسية ورواسب، جيب هوائي، غطاء ضعيف، نسبة غير كافية من مانع التجمد	تتبع خريطة حرارة سطح القلب (منطقة باردة = انسداد)؛ اختبر ضغط الغطاء؛ تحقق من تنفيس الهواء
فقاعات مستمرة في خزان التمدد / هواء من الخرطوم	تسرب من حشية رأس الأسطوانة (اختلاط غازات العادم بسائل التبريد)، جيب هوائي	أجر اختبار تسرب غازات العادم (غازات الاحتراق)؛ وراقب سلوك الضغط دون فتح غطاء الخزان

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
هواء المدفأة (الكابينة) بارد والمحرك يسخن	جيب هوائي، انخفاض مستوى السائل، انسداد	املأ النظام وفق الأصول ونفّس الهواء؛ افحص المستوى والغطاء
تجمع السائل في مكان الوقوف والمحرك بارد	تشقق خزان التمدد، تسرب من الغطاء/مانع التسرب، الخرطوم السفلي	افحص الخزان وخطوط اللحام تحت الضغط؛ وابحث عن آثار البلل والقشور الجافة
مؤشر الحرارة يتذبذب، مع بخار/رائحة من منفذ الخروج	غطاء ضغط ضعيف، مستوى منخفض، بداية تسرب داخلي	قس الغطاء بجهاز الاختبار؛ افحص المستوى وأجر اختبار غازات الاحتراق
زعانف القلب منبعجة/مسدودة، والهواء لا يمر من الأمام	انسداد خارجي بالطين/الحشرات/الأملاح، شرائح تالفة	افحص القلب أمام الضوء من الجهة الأمامية؛ ونظفه من الخارج بهواء/ماء منخفض الضغط

تمييز عرض التسرب الخارجي (فقدان السائل)

أوضح علامات التسرب الخارجي أثر مانع التجمد الملون والقشرة التي تبقى بعد جفاف السائل (بقايا متبلورة). أما التسرب الذي يتبخر على المحرك الساخن فقد لا يرى إطلاقًا. لذلك فإن أضمن طريقة هي إجراء اختبار الضغط بمضخة يدوية (اختبار فقدان الضغط) والنظام بارد. ارفع ضغط النظام بالمضخة حتى قيمة قريبة من ضغط التشغيل النموذجي، وراقب هل ينخفض الضغط أم لا. فإذا انخفض الضغط دون تسرب مرئي، يتجه الاحتمال إلى تسرب داخلي (رأس الأسطوانة/كتلة المحرك) أو إلى تسرب داخل القلب. ولتحديد موضع التسرب، تفيد كثيرًا في الميدان إضافة صبغة فلورية (UV) إلى النظام ثم فحصه بمصباح UV.

تمييز عرض التبريد غير الكافي / السخونة الزائدة

إذا كان المحرك يسخن دون تسرب خارجي، فالمتسبب عادة هو فقدان التدفق أو فقدان انتقال الحرارة. فقد يكون القلب مسدودًا جزئيًا من الداخل بالترسبات الكلسية/الرواسب، أو يكون السطح الخارجي للمبرد مغطى بالطين والأملاح؛ ويدخل في القائمة نفسها الجيب الهوائي والغطاء الضعيف والنسبة غير الصحيحة لمانع التجمد. افحص درجة حرارة سطح القلب في مواضع متعددة بمقياس حرارة لا تلامسي والمحرك يعمل. فالمناطق التي تبقى باردة بشكل واضح تدل على أن الأنابيب الدقيقة في ذلك الجزء مسدودة وأن السائل لا يمر عبرها. وانظر أيضًا إلى مرور الهواء بتوجيه الوجه الأمامي نحو الضوء؛ فالقلب المسدود من الخارج لا يستطيع التبريد حتى لو كان نظيفًا من الداخل.

تمييز عرض الضغط والهواء (الجيب الهوائي / التسرب الداخلي)

إن استمرار ظهور الفقاعات في خزان التمدد، أو عودة الهواء إلى النظام بعد التعبئة، أو تغير لون سائل التبريد/رائحته، إنذار جدي: فقد يدل ذلك على اختلاط غازات العادم بسائل التبريد عبر حشية رأس الأسطوانة. وللتحقق من ذلك يستخدم اختبار تسرب غازات الاحتراق (غازات العادم)؛ إذ يشير تغير لون سائل الاختبار إلى اختلاط غازات الاحتراق بسائل التبريد. أما الجيب الهوائي فينشأ في أغلب الأحيان عن تعبئة خاطئة/تنفيس غير كامل للهواء، ويزال باتباع إجراء تنفيس الهواء الصحيح؛ فإذا ظل يتكرر وجب البحث عن تسرب داخلي وراءه.

هل يمكن أن يكون ضاغط هواء الفرامل مصدر فقدان سائل التبريد؟

في الشاحنات والحافلات يكون ضاغط هواء الفرامل في الغالب مبردًا بالماء ومتصلًا بدائرة تبريد المحرك؛ إذ يمر سائل التبريد عبر القنوات المائية في رأس أسطوانة الضاغط، وبحسب التصميم عبر صفيحة تبريد مستقلة، ثم يعود إلى الدائرة. وما يفصل السائل عن الهواء المضغوط في هذه المنطقة هو حشية رأس الضاغط والحلقات الدائرية والجسم المصبوب نفسه. فعندما تحترق الحشية أو تتشقق صفيحة التبريد أو رأس الضاغط تنفتح الدائرتان إحداهما على الأخرى، ويتغير العرض بحسب الجانب الأعلى ضغطًا في تلك اللحظة. فحين يضخ الضاغط الهواء يكون الضغط في جانب الهواء أعلى بكثير، فينتقل الهواء إلى سائل التبريد. عندئذ تظهر فقاعات لا تنقطع في خزان التمدد، ويرتفع ضغط الدائرة على نحو غير طبيعي، ويخرج الفائض بقذف السائل من الغطاء، ويؤدي الهواء المتراكم في الدائرة إلى سخونة زائدة في بعض المواضع. أما عندما ينتقل الضاغط إلى وضع التفريغ أو بعد توقف المحرك، ودائرة التبريد لا تزال ساخنة ومضغوطة، فقد ينعكس التوازن؛ فيتسرب سائل التبريد هذه المرة إلى جانب الهواء. وحينها يخرج من فتحات تصريف خزانات الهواء سائل حليبي رغوي، وتتلوث خرطوشة مجفف الهواء بمانع التجمد. وحتى بعد إصلاح التسرب يجب معالجة الخرطوشة والخزانات الملوثة على حدة.

والطريقة العملية لتمييز هذا المصدر عن حشية رأس أسطوانة المحرك نفسه هي مراقبة الفقاعات بالتزامن مع حالة تشغيل الضاغط. فمع تثبيت عجلات المركبة بالمصدات وتشغيل المحرك على السرعة الخاملة، يخفض ضغط خزانات الهواء، ويترك الضاغط يضخ مدة طويلة، ثم ينتظر حتى تمتلئ الخزانات وينتقل الضاغط إلى وضع التفريغ. فإذا كانت الفقاعات تزداد في أثناء ضخ الضاغط، وتقل أو تتوقف عند انتقاله إلى التفريغ، فالشبهة في الضاغط. أما التسرب القادم من حشية رأس الأسطوانة فمستقل عن حالة الضاغط، ويتغير مع حمل المحرك، ويخلط غازات العادم بسائل التبريد؛ ولذلك فإن اختبار غازات الاحتراق المشروح أعلاه يغير لونه في حالة حشية المحرك، بينما لا يستجيب عادة للهواء القادم من الضاغط. وتجرى المراقبة والمحرك ساخن دون فتح الغطاء، عبر الجسم الشفاف للخزان أو من طرف خرطوم الفائض. وتشرح أعراض جانب حشية المحرك في دليل احتراق حشية رأس الأسطوانة، أما استبدال الصفيحة والحشية في جانب الضاغط فيشرح في دليلي صفيحة تبريد ضاغط الهواء وطقم إصلاح ضاغط الهواء وطقم الحشيات.

وقراءة هذه النتائج مع سلوك مؤشر الحرارة تسرع التشخيص؛ أما كيفية تضييق دائرة الأسباب بحسب طريقة ارتفاع المؤشر فمشروحة في دليل السخونة الزائدة في محركات المركبات الثقيلة.

قراءات إضافية

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

الخطوات التالية تسلسل عام لمركبات الديزل الثقيلة (الشاحنات/رؤوس القاطرات/الحافلات)؛ واعتمد دائمًا قيم عزم الربط والسعة والإجراءات الواردة في دليل خدمة المركبة.

استخدم معدات الوقاية الشخصية: ارتد نظارات واقية وقفازات. فنظام التبريد يكون تحت الضغط وهو ساخن؛ وفتح الغطاء والمحرك ساخن يسبب حروقًا خطيرة بفعل الماء المغلي والبخار المندفعين. ابدأ العمل **بعد أن يبرد المحرك تمامًا**، وافتح الغطاء ببطء مع التوقف عند المرحلة الأولى. ومانع التجمد مادة سامة؛ فلا تصرف السائل المفرغ في البيئة/شبكة الصرف الصحي، بل اجمعه بالطريقة المناسبة.

1. أوقف المركبة على أرض مستوية وثبت عجلاتها بالمصدات، وأطفئ المحرك وانتظر حتى يبرد النظام تمامًا. ولا تفتح الغطاء إلا بعد أن يبرد النظام ويزول الضغط.
2. افتح سدادة التصريف السفلية للمبرد (أو الخرطوم السفلي) وفرغ سائل التبريد في وعاء مناسب؛ واستخدم كذلك فتحة تصريف كتلة المحرك إن وجدت. وافتح الغطاء العلوي أيضًا لتسهيل التفريغ.
3. ضع علامات على جميع التوصيلات؛ وصور الخراطيم العلوية والسفلية وخراطيم خزان التمدد وخطوط المدفأة (التدفئة) وخطوط مبرد الزيت/مبرد ناقل الحركة إن وجدت، ووصلات المروحة/غلاف المروحة، وألصق عليها بطاقات تعريف.
4. أرخ المشابك الفراشية/اللولبية وافصل الخراطيم. ولا تجبر خرطومًا متصلبًا على الخروج؛ بل اقطعه عند الحاجة وركب خرطومًا جديدًا مكانه. وأغلق الفتحات المكشوفة.
5. فك واقي المروحة/غطاءها، ووصلات المروحة ذات القابض اللزج أو المروحة الكهربائية إن وجدت، وعناصر التثبيت/الدعم العلوية للمبرد.
6. أخرج المبرد برفعه بحذر إلى الأعلى عن وسائده المطاطية (الكراسي المطاطية). واحرص في أثناء ذلك على ألا يحتك القلب والزعانف بالقطع الأخرى؛ واستخدم وسيلة رفع مناسبة في الأنواع الثقيلة.

7. ضع المبرد أو الخزان الجديد بجانب القديم، وتحقق من التطابق التام في مواضع التوصيل وسماكة القلب وأقطار المدخل والمخرج ونقاط التركيب. وانزع كذلك سدادات الشحن.

8. افحص الوسائد المطاطية السفلية للمبرد (كراسي تثبيت المبرد)، واستبدلها إن كانت منضغطة أو متشققة. فالكرسي المطاطي الذي فقد قدرته على عزل الاهتزاز يشقق نقاط الوصل في المبرد الجديد خلال وقت قصير.

9. ثبت المبرد على كراسيه المطاطية، واربط الدعامات العلوية بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة. واستخدم دائمًا **خرطومًا جديدًا ومشبكًا جديدًا**؛ واضبط المشبك على علامة العنق في الخرطوم واربطه بإحكام. وتحقق أيضًا من أن الخلوص بين المروحة وغطائها متساوٍ في كل النقاط، وأن المروحة لا تلامس الغطاء.

10. حضر نوع مانع التجمد الذي تحدده الشركة المصنعة (أي المواصفة المناسبة للمحرك، مثل مانع التجمد الطويل العمر من نوع OAT/الخالي من السيليكات) بالنسبة المناسبة (50/50 عادة)، ويفضل بماء منزوع المعادن، ثم املأ به النظام ببطء. فالخليط الخاطئ في نوعه أو نسبته يسبب التآكل والرواسب.

11. استخدم برغي تنفيس الهواء أو نقطة التنفيس إن وجدت؛ وافتح كذلك صمام المدفأة. شغل المحرك وسخنه حتى يفتح منظم الحرارة، وأكمل المستوى، وتخلص من الجيب الهوائي تمامًا. ثم تحقق من خلو جميع التوصيلات والغطاء من التسرب باختبار الضغط بمضخة يدوية والنظام بارد.

نقاط تستدعي الانتباه (الأخطاء الشائعة)

الخطأ الأكثر شيوعًا والأعلى كلفة هو تسليم المركبة دون تنفيس الهواء من النظام بالشكل الصحيح. فالجيب الهوائي المتبقي في الداخل يؤدي إلى سخونة زائدة في مواضع من المحرك وإلى تلف حشية رأس الأسطوانة، حتى لو بدا مستوى السائل طبيعيًا. وبعد التعبئة سخن المحرك حتى يفتح منظم الحرارة، ولا تترك عملية تنفيس الهواء ناقصة.
لا تفتح غطاء الضغط أبدًا والمحرك ساخن. فالماء المغلي والبخار المضغوطان يندفعان ويسببان حروقًا بالغة. ولا تفتح الغطاء إلا بعد أن يبرد المحرك، مع التوقف عند المرحلة الأولى لتصريف الضغط.
قد يقع الخطأ في مانع التجمد في النوع والنسبة معًا. فخلط سوائل ذات تركيب كيميائي مختلف (مثل IAT مع OAT) قد يؤدي إلى تكون مادة هلامية ورواسب؛ أما خفض نسبة مانع التجمد كثيرًا فيضعف في آن واحد الحماية من الغليان والتجمد والحماية من التآكل. واستخدم دائمًا المواصفة المناسبة للمحرك والنسبة الصحيحة.

ومن الأخطاء الشائعة أيضًا استبدال المبرد بآخر جديد مع إعادة تركيب الغطاء القديم أو الضعيف. فالغطاء الذي لا يحافظ على الضغط يسبب السخونة الزائدة حتى لو كان المبرد سليمًا؛ لذلك اختبر الغطاء أو جدده عند استبدال المبرد. والأمر لا يختلف في الخرطوم والمشبك. فالخرطوم الذي شاخ وتصلب والمشبك المرتخي يبدآن بالتسريب سريعًا إذا أعيد استخدامهما، فجددهما معًا عند الاستبدال. وإذا كان الكرسي المطاطي منضغطًا فلا تركب المبرد عليه؛ فالوسادة المطاطية التالفة تنقل الاهتزاز إلى المبرد وتشقق الخزان البلاستيكي/خط الحشية، فلا تهمل كراسي التثبيت.

وتنظيف سطح القلب بعنف يأتي بنتيجة عكسية أيضًا. فالماء العالي الضغط أو الفرشاة الخشنة يثنيان الزعانف الألومنيومية الرقيقة فينخفض انتقال الحرارة؛ لذا نظف بضغط منخفض ومن الداخل إلى الخارج. وأخيرًا، لا تستبدل القطع قبل قياس التسرب. وقبل أن تحمل المبرد مسؤولية السخونة الزائدة على الفور، أجر اختبار الضغط واختبار الغطاء، وإذا لزم الأمر اختبار غازات الاحتراق؛ فالمتسبب الحقيقي كثيرًا ما يكون الغطاء أو الجيب الهوائي أو تسربًا داخليًا.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية مراجع عامة/آمنة لأنظمة تبريد المركبات التجارية الثقيلة الشائعة. فقيم مثل ضغط الغطاء ودرجة حرارة التشغيل ونسبة مانع التجمد وعزم الربط **تختلف باختلاف طراز المركبة والمحرك**؛ فاعتمد دائمًا دليل الخدمة المعني للحصول على القيمة الدقيقة.

المعامل	المرجع النموذجي / الآمن	ملاحظة
ضغط فتح غطاء الضغط	نحو 0.9–1.1 bar (نحو 13–16 psi)	تختلف بحسب الشركة المصنعة التي صممت النظام؛ وتكون مدونة على الغطاء
درجة حرارة التشغيل العادية (سائل التبريد)	نحو 82–95 °C	تختلف بحسب منظم الحرارة والحمل
بداية فتح منظم الحرارة	نحو 79–88 °C	تختلف بحسب عائلة المحرك
درجة الحرارة العليا للتحذير/الحرجة	نحو 100–105 °C فأكثر	عند بلوغ هذا النطاق خفف الحمل وتوقف
نسبة خلط مانع التجمد / الماء	50/50 عادة (حماية حتى نحو -35 °C)	لا تخرج عن نطاق 40–60%؛ وتضبط النسبة بحسب المناخ
ثبات الضغط في اختبار الضغط (اختبار فقدان الضغط)	يجب ألا يحدث انخفاض ملحوظ عند قيمة قريبة من ضغط الغطاء	يطبق والنظام بارد
مستوى خزان التمدد	بين MIN وMAX والنظام بارد (عادة بين الحد الأدنى والمنتصف)	يرتفع المستوى عند السخونة؛ فاقرأه والنظام بارد

تتوافق قيم ضغط الغطاء (نحو 1 bar) ودرجة حرارة التشغيل ونسبة الخلط 50/50 الواردة أعلاه مع المراجع العامة المعتمدة على نطاق واسع لأنظمة تبريد محركات الديزل في المركبات التجارية الثقيلة؛ أما ضغط الفتح الدقيق فمدون على الغطاء نفسه، ومواصفة مانع التجمد (مثل ASTM/اعتماد الشركة المصنعة للمحرك) التي تحددها الشركة المصنعة للمركبة هي المقدمة. وقد تختلف القيم بحسب المنطقة والمناخ وطراز المحرك؛ ويجب دائمًا الاعتماد على دليل الخدمة وعلى المعلومات المدونة على الغطاء/الملصق.

عزم الربط النموذجي للتركيب ومرجع إحكام التوصيلات

تختلف قيم ربط مسامير دعامات المبرد وغلاف المروحة ومشابك الخراطيم بحسب مقاس المسمار ودرجته ونوع التوصيل. والقيم التالية **مرجع عام فقط**؛ فاستخدم دليل المركبة حتمًا لمعرفة عزم الربط الدقيق.

التوصيل (المقاس / النوع)	نطاق عزم الربط النموذجي	ملاحظة
M6 / 8.8 (غلاف المروحة، دعامة صغيرة)	نحو 8–10 Nm	تجنب سحق توصيلات البلاستيك/الصاج الرقيق
M8 / 8.8 (دعامة المبرد)	نحو 22–25 Nm	مرجع عام
M10 / 8.8 (التثبيت الرئيسي/القاعدة)	نحو 43–48 Nm	مرجع عام
مشبك خرطوم لولبي	نحو 4–7 Nm (بالإحساس اليدوي لا بمسدس العزم)	الربط الزائد يقطع الخرطوم؛ اضبط المشبك على علامة العنق

اربط مسامير دعامات المبرد على مراحل لا بالعزم الكامل دفعة واحدة، ولا تحمل الهيكل/جسم القلب أي إجهاد. ففي المبردات ذات الخزانات الجانبية البلاستيكية يؤدي الربط الزائد والتركيب القسري إلى تشقق وصلة الخزان بالقلب. ولا تفرط في ربط مشابك الخراطيم؛ فالإحكام لا يتحقق بضغط المشبك، بل بالارتكاز الصحيح والسطح النظيف.

نقاط فحص سريعة في الميدان

راقب مؤشر الحرارة أو عداده والمحرك يعمل؛ فالانحراف عن النطاق الطبيعي والتذبذب إنذار مبكر. وتحقق والمحرك بارد من أن المستوى في خزان التمدد بين MIN وMAX، وابحث عن تسرب إذا كان المستوى ينخفض باستمرار. ووجه الوجه الأمامي للقلب نحو الضوء لتتحقق من مرور الهواء ومن انسداد الزعانف أو عدمه؛ فالانسداد الخارجي سبب كثيرًا ما يغفل عنه.

قس غطاء الضغط بجهاز الاختبار؛ وجدده إذا جاء ضغط الفتح منخفضًا أو كان صمام الفراغ لا يحكم الإغلاق. وافحص الخراطيم أيضًا بالضغط عليها باليد؛ واستبدلها إذا وجدت فيها ليونة مفرطة أو انتفاخًا أو تشققًا، وراجع كذلك محاذاة المشابك وإحكام ربطها.

الصيانة والعمر التشغيلي

يتوقف عمر المبرد وخزان التمدد إلى حد كبير على الجودة الكيميائية لسائل التبريد وعلى نظافة القلب. فهذان العاملان يؤثران في التآكل/الرواسب في الداخل وفي انتقال الحرارة في الخارج على السواء. والروتين الذي يبقي الصيانة الوقائية بسيطة لا يطيل عمر المبرد وحده، بل يطيل أيضًا عمر منظم الحرارة ومضخة المياه وحشية رأس الأسطوانة التي تعمل في الخلفية.

افحص المستوى يوميًا أو قبل كل رحلة والمحرك بارد، وراقب المؤشر، وابحث بالعين عن تسرب أو بلل، وتحقق من وجود انسداد في الوجه الأمامي للقلب. أما في الصيانة الوقائية الدورية (PM) فقس تركيز مانع التجمد وحالته (اللون، العكارة، الرقم الهيدروجيني/مستوى الحماية)، وافحص الخراطيم والمشابك، واختبر الغطاء، وافحص خطوط اللحام في خزان التمدد تحت الضغط أيضًا.

عند تغيير سائل التبريد جدد مانع التجمد وفق الفترة التي تحددها الشركة المصنعة؛ وهذه الفترة أطول في الأنواع الطويلة العمر وأقصر في مانع التجمد التقليدي. وحافظ عند التجديد على المواصفة والنسبة الصحيحتين؛ فالسائل المخلوط أو الملوث يسبب التآكل والرواسب. ونظف الطين والحشرات والأملاح وأوراق الشجر عن الوجه الأمامي للقلب بضغط منخفض ومن الداخل إلى الخارج؛ واحرص على ألا تثني الزعانف، فالشرائح المسحوقة تخفض انتقال الحرارة. ولا تغفل كذلك عن التآكل بالتحليل الكهربائي في قلوب المبردات الألومنيومية. فسوء تأريض الشاسيه وتدهور مانع التجمد يؤديان إلى هذا التآكل؛ وعند الاشتباه افحص التأريض ومستوى الحماية في مانع التجمد.

إذا اجتمعت في المبرد نفسه تسريبات متكررة من خط حشية الخزان الجانبي، وتشقق في الخزان البلاستيكي أو في خزان التمدد، وانسداد داخلي بالترسبات الكلسية والرواسب، وتلف في الزعانف لا يمكن إصلاحه من الخارج، فقد حان وقت الاستبدال. فالإصلاح الجزئي باللحام أو اللصق يبقى مؤقتًا في معظم تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة؛ أما الاستبدال الكامل فهو عادة الطريق الأمتن والأوفر في المحصلة. وإذا جددت عند استبدال المبرد غطاء الضغط والخراطيم العلوية والسفلية والكراسي المطاطية البالية معًا، طال عمر المبرد الجديد بشكل ملحوظ. كما أن منظم الحرارة ومضخة المياه قبل المبرد وحشية رأس الأسطوانة بعده أجزاء من النظام نفسه؛ فافحص هذه المكونات أيضًا معًا حتى لا يتكرر العطل.

فئة المنتجات ذات الصلة: المبرد (رديتر)

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