VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

مضخة الحقن (مضخة الديزل): الأعطال وتنفيس الهواء والاستبدال

مضخة الحقن (مضخة الديزل) في المركبات التجارية الثقيلة: أعراض الأعطال، وصمام الفيض، وتنفيس الهواء من نظام الوقود، وخطوات الاستبدال. اكتشف الآن.

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

تتوقف قدرة محرك الديزل في المركبة التجارية الثقيلة واقتصاده في استهلاك الوقود ودخان العادم الصادر منه جميعًا على سؤال واحد: هل يصل الوقود إلى حاقن الوقود بالكمية الصحيحة وبالضغط الصحيح وفي اللحظة الصحيحة؟ والوحدة التي تتولى هذه المهمة هي مضخة حقن الوقود، المعروفة في الميدان باسم مضخة الديزل. وعندما تضعف هذه المضخة في رأس قاطرة أو حافلة، لا تقتصر النتيجة على «ضعف بسيط في القدرة»، بل تتوالى المشكلات: صعوبة في بدء التشغيل، وفقدان القدرة عند صعود المنحدرات، ودخان أسود أو أبيض، وعدم انتظام السرعة الخاملة، وزيادة استهلاك الوقود. ويجمع هذا الدليل بلغة ميدانية مبدأ عمل مضخة الحقن في مركبات الديزل الثقيلة، وتشخيص أعطالها، والممارسة الصحيحة لاستبدالها، والقيم الفنية الآمنة.

أعد هذا الدليل الفريق الفني في VADEN، صاحب الخبرة في التصنيع والخدمة الميدانية لأنظمة وقود الديزل في المركبات التجارية الثقيلة، وتمت مراجعة دقته الفنية. والقيم الواردة هنا مراجع عامة وآمنة للأنظمة التجارية الثقيلة الشائعة؛ واعتمد دائمًا على دليل الخدمة OE المعني (مثل نشرات الخدمة الصادرة عن Bosch وعن الشركة المصنعة للمضخة) للحصول على القيم الدقيقة الخاصة بطراز المركبة والمحرك والمضخة. آخر تحديث: سبتمبر 2026. ويستند تحديد أبعاد المكونات إلى عائلة المعايير الدولية ذات الصلة (ISO/EN/DIN/SAE) وإلى مواصفات OE الخاصة بالشركة المصنعة.

ما هي مضخة الحقن (مضخة الديزل)؟ وظيفتها ومبدأ عملها

مضخة الحقن (مضخة الديزل) هي مضخة ضغط عالٍ في محرك الديزل للمركبات التجارية الثقيلة، تستقبل الوقود المنخفض الضغط وترفعه إلى ضغط عالٍ، ثم ترسله في كل دورة عمل للمحرك بالكمية الصحيحة وفي التوقيت الصحيح إلى حواقن الوقود أو إلى خط الوقود المشترك (السكة المشتركة). ففي محرك الديزل لا تتولى شمعة الإشعال عملية الاشتعال، بل تتولاها حرارة الانضغاط داخل الأسطوانة. ولذلك فإن ما يلزم للاحتراق، أي حقن الوقود بضغط عالٍ جدًا وبتوقيت دقيق، هو مهمة هذه المضخة بالكامل. وتستمد المضخة حركتها من المحرك عبر ترس أو قارنة (وصلة إدارة)، وتدور بتزامن مع عمود المرفق. وفي محركات الديزل الثقيلة تعمل هذه الوحدة بالمنطق نفسه الذي تعمل به المضخات الخطية والدوارة ومضخات السكة المشتركة من نوع Bosch وبدائلها المكافئة. وتضم مجموعة منتجات نظام الوقود لدى VADEN قطع غيار الخدمة لهذه المنظومة؛ إذ تشمل هذه المجموعة، إلى جانب صمام الفيض لمضخة الحقن وقارنة الإدارة وأنبوب المضخة وطقم الإصلاح، قطع مضخة التغذية والمضخة اليدوية وأنابيب خط الحقن وفلتر الوقود.

لا تنظر إلى مضخة الحقن على أنها قطعة واحدة؛ فهي نظام فرعي تعمل أجزاؤه معًا. فالوقود القادم من الخزان تستقبله أولًا مضخة التغذية (مضخة النقل). وتغذي مرحلة الضغط المنخفض هذه قسم الضغط العالي بالوقود تحت ضغط أولي، وتوجد في كثير من الأنواع داخل المضخة نفسها. أما الجزء الذي يرفع الوقود إلى ضغط عالٍ فهو جسم المضخة وعناصر الضغط؛ ففي النوع الخطي ونوع CP يؤدى هذا العمل بواسطة المكبس (مكبس الضخ)، وفي النوع الدوار بواسطة مجموعة الدوار.

ويحافظ صمام الفيض على الضغط في خط الرجوع وعلى ضغط مجرى التغذية عند قيمة محددة، ويعيد الوقود الزائد إلى الخزان. أما الآلية التي تضبط لحظة الحقن حسب سرعة الدوران والحمل فهي منظومة التوقيت؛ ويتولى إدارتها في النوع الميكانيكي جهاز تقديم التوقيت، وفي النوع الإلكتروني وحدة التحكم. وأما القطعة التي تربط هذه المنظومة كلها بالمحرك ربطًا متزامنًا وتنقل إليها حركة الدوران فهي قارنة الإدارة أو ترس الإدارة.

الأنواع الثلاثة الرئيسية: الخطية والدوارة والسكة المشتركة

في المضخة الخطية (مثل البدائل المكافئة لعائلة P/PE من Bosch) يكون لكل أسطوانة عنصر ضخ خاص بها (مكبس الضخ). وينتشر هذا النوع في محركات الديزل الثقيلة الكبيرة التي تتطلب ضغطًا عاليًا ومتانة. أما في المضخة الدوارة (البديل المكافئ لنوع VE) فيغذي عنصر توزيع واحد جميع الأسطوانات بالتتابع؛ وهذا النوع أصغر حجمًا ويناسب فئة القدرة المتوسطة. وتعمل مضخة الضغط العالي في نظام السكة المشتركة (البديل المكافئ لنوع CP) بمنطق مختلف؛ إذ تضخ الوقود بضغط عالٍ جدًا إلى خط مشترك (السكة المشتركة)، لكن كمية الحقن ولحظته لا تحددهما المضخة، بل حواقن الوقود ذات التحكم الإلكتروني. ومعظم المركبات التجارية الثقيلة الحديثة المطابقة لمعايير EURO 5/6 مزودة بنظام السكة المشتركة.

لماذا تعد وظيفة صمام الفيض بالغة الأهمية؟

صمام الفيض قطعة يغفل عنها كثير من المستخدمين، لكنها تحدد استقرار النظام بشكل مباشر. ووظيفته إبقاء ضغط مجرى التغذية ثابتًا بإعادة الوقود الزائد في دائرة التغذية إلى الخزان بشكل مضبوط، وتأمين التبريد وتنفيس الهواء معًا بفضل هذا التدفق الذي يمرر الوقود عبر المضخة باستمرار. وعندما يضعف صمام الفيض ينخفض ضغط مجرى التغذية، ويظهر فقدان القدرة أثناء التشغيل والمحرك ساخن، إلى جانب دخول الهواء إلى النظام (فقاعات هواء في خط الوقود)؛ أما إذا انسد الصمام فيتقيد تدفق الرجوع ويختل توازن الضغط.

الأنواع المكافئة لقطع OE ومطابقتها مع المركبات والمحركات

العوامل الحاسمة في اختيار المضخة الصحيحة هي: عائلة المحرك، ونوع النظام (خطي/دوار/سكة مشتركة)، ووصلة الإدارة، والتدفق والضغط المطلوبان. ويقدم الجدول التالي مطابقة إرشادية للمنصات التجارية الثقيلة الشائعة.

عائلة المركبات (مثال)	عائلة المحرك	النظام / نوع المضخة النموذجي	التوجه العام
Mercedes-Benz Actros وAntos	OM 470 وOM 471	السكة المشتركة (البديل المكافئ لنوع CP)، أو نظام PLD في أجيال المحركات الأقدم، وهو نظام بمضخة مستقلة لكل أسطوانة (مضخة – أنبوب – فوهة الحقن)	ضغط عالٍ جدًا، تحكم إلكتروني
Volvo FH وFM، وRenault T	D11 وD13	الحاقن المضخي / السكة المشتركة (بديل مكافئ)	ضغط عالٍ، تحكم إلكتروني
Scania R وS	DC13 وDC16	PDE / البديل المكافئ للسكة المشتركة XPI	ضغط عالٍ (التحول إلى XPI في الجيل الجديد)
MAN TGX وTGS	D26 (D2676)	السكة المشتركة (البديل المكافئ لنوع CP)	ضغط عالٍ، تحكم إلكتروني
الشاحنات / معدات البناء الثقيلة من الجيل القديم	ديزل ميكانيكي	خطية (البديل المكافئ لنوع P/PE) أو دوارة (البديل المكافئ لنوع VE)	ميكانيكي، ضغط متوسط
الحافلات / الحافلات المتوسطة (الجيل الميكانيكي)	متنوعة	بديل مكافئ للمضخة الخطية أو الدوارة	توقيت ميكانيكي

هذا الجدول إرشادي فقط. فحتى في المركبة نفسها قد يتطلب اختلاف نسخة المحرك أو سنة الصنع أو فئة الانبعاثات (EURO 3/4/5/6) أو نوع المضخة وحدة مختلفة. لا تطلب البديل المكافئ قبل التحقق منه برمز محرك المركبة وبرقم القطعة OE الأصلي للمضخة المفكوكة. فمضخات الحقن وحدات معايرة بدقة؛ وإذا ركبت وحدة برقم خاطئ فقد لا يعمل المحرك إطلاقًا أو يتعرض للضرر مع الوقت.

أعراض الأعطال والتشخيص

تندرج معظم أعطال مضخة الحقن تحت ثلاثة عناوين رئيسية، هي: **عدم كفاية ضغط الوقود أو تدفقه**، و**دخول الهواء ومشكلات التغذية**، و**تدهور جودة الاحتراق (الدخان وفقدان القدرة)**. والجانب الصعب في الأمر أن العرض الواحد قد يصدر عن أكثر من مصدر؛ فصعوبة بدء التشغيل أو الدخان الأسود قد تنتج عن المضخة، أو عن حاقن الوقود، أو عن فلتر الوقود، أو حتى عن تسرب بسيط للهواء. ولذلك شخّص العطل بعزل أجزاء النظام قبل فك المضخة المكلفة.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
صعوبة بدء تشغيل المحرك أو تعذر تشغيله	هواء في خط الوقود، أو انسداد فلتر الوقود، أو ضعف مضخة التغذية، أو عطل صمام الفيض	نفّس الهواء أولًا بالمضخة اليدوية؛ وتحقق من استبدال الفلتر ومن ضغط التغذية؛ واقرأ ضغط السكة المشتركة أو مجرى التغذية

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
فقدان واضح للقدرة عند صعود المنحدرات أو تحت الحمل	انخفاض الضغط العالي، أو تآكل المكبس/عنصر الضخ، أو انخفاض ضغط مجرى التغذية، أو تقيد تدفق الوقود	قس ضغط تغذية الوقود و(في نظام السكة المشتركة) ضغط السكة تحت الحمل؛ واستبعد انسداد الفلتر وتقيد خط السحب
دخان أسود من العادم	وقود زائد أو محقون في غير وقته، أو تشوه نمط الرش، أو خطأ في التوقيت، أو عطل في حاقن الوقود	افحص حواقن الوقود والتوقيت؛ واستبعد حاقن الوقود وفلتر الهواء قبل اتهام المضخة
دخان أبيض أو مائل إلى الزرقة من العادم، وتأخر الاشتعال عند بدء التشغيل	ضغط غير كافٍ أو توقيت متأخر، أو ماء في الوقود، أو وقود لا يحترق في الطقس البارد	افحص التوقيت وضغط التغذية؛ وتحقق عبر فاصل الماء من وجود ماء أو أوساخ في الوقود
عدم انتظام السرعة الخاملة، واهتزاز المحرك أو اختناقه	تغذية غير متوازنة بين الأسطوانات، أو دخول الهواء، أو عدم استقرار صمام الفيض أو المنظم	راقب وجود فقاعات هواء في خط الرجوع؛ وتابع استقرار ضغط مجرى التغذية أو السكة المشتركة
زيادة استهلاك الوقود، وكمية مفرطة من الوقود في خط الرجوع	تآكل عنصر الضخ، أو صمام يسرب، أو اختلال ضبط صمام الفيض أو منظم الضغط	قس معدل تدفق الرجوع؛ فالرجوع المفرط يشير إلى تسرب داخلي
تسرب الوقود / بلل حول المضخة	حشية أو حلقة دائرية (O-ring) متآكلة، أو وصلة مرتخية، أو تلف في عناصر الإحكام	افحص الوصلات ومناطق موانع التسرب والحشيات بعد تنظيف السطح بحثًا عن أي تسرب

تمييز عرض دخول الهواء (الهواء في خط الوقود)

لا يتقبل نظام وقود الديزل وجود الهواء. فحتى أصغر تسرب في جهة السحب على جانب التغذية يسمح بسحب الهواء إلى الداخل، فتبدأ المضخة بضغط الهواء بدلًا من الوقود. وإذا اجتمعت صعوبة بدء التشغيل وانطفاء المحرك أثناء العمل وعدم انتظام السرعة الخاملة، فابحث أولًا عن تسرب الهواء. وأكثر المتسببين شيوعًا: رأس فلتر وقود مرتخٍ، أو حلقة دائرية (O-ring) متآكلة، أو خط وقود متشقق، أو فاصل ماء فرغ من الوقود. وإذا رأيت فقاعات في الوقود المار عبر قطعة خط شفافة فالدليل واضح. وقبل اتهام المضخة، نفّس الهواء من النظام بالكامل بالمضخة اليدوية، ثم تحقق مما إذا كانت المشكلة مستمرة.

تمييز عرض نقص القدرة / الضغط

فقدان القدرة تحت الحمل هو الإنذار الأول. لكن قبل الحكم على المضخة، استبعد حلقات سلسلة التغذية. فانسداد فلتر الوقود أو تقيد خط السحب أو ضعف مضخة التغذية يمنع وصول كمية كافية من الوقود إلى قسم الضغط العالي، ويعطي العرض نفسه. وإذا كان ضغط التغذية و(في نظام السكة المشتركة) ضغط السكة طبيعيين، وكان الفلتر نظيفًا، فمصدر فقدان القدرة على الأرجح عنصر ضغط متآكل أو تسرب داخلي.

تمييز عرض الضرر الناتج عن الماء والأوساخ في الوقود

تعمل مضخات الحقن بتفاوتات على مستوى الميكرون، وتتزيت بالوقود نفسه. ولهذا فإن الماء والأوساخ في الوقود هما ألد أعداء المضخة. فالماء يفسد طبقة التزييت، فيبدأ التآكل الكيميائي والبلى على أسطح المكبس والصمامات. أما الأوساخ فتخدش الأسطح وتسد الممرات. وإذا كان الماء يتجمع باستمرار في فاصل الماء، والفلتر ينسد قبل موعده، وظهر الصدأ أو البلى على الأسطح الداخلية للمضخة، فإن هذه الأعراض الثلاثة مجتمعة تشير إلى نقص الوقود النظيف بوصفه السبب الجذري. واستبدال المضخة وحدها دون معالجة المصدر يؤدي إلى تلف المضخة الجديدة أيضًا خلال وقت قصير.

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 ورؤوس القاطرات والحافلات). والمرجع دائمًا في قيم التوقيت وعزم الربط والإجراءات هو دليل خدمة المركبة والمضخة. واستبدال مضخة الحقن عمل دقيق من حيث التوقيت والنظافة؛ فإذا لم تكن متأكدًا فاستعن بمركز خدمة ديزل معتمد.

لا تبدأ العمل دون معدات الوقاية الشخصية؛ واحرص على ارتداء نظارة واقية وقفازات مقاومة للوقود. فوقود الديزل يضر بالجلد والعينين. وفي أنظمة السكة المشتركة يكون ضغط الخط مرتفعًا جدًا (مئات bar). وعند هذا الضغط قد يخترق الوقود المندفع كالإبرة الجلد ويسبب إصابة خطيرة. وقبل البدء بالفك، فرّغ ضغط النظام وفق تعليمات الشركة المصنعة، واترك المحرك وما حوله حتى يبرد. ولا تسمح بوجود لهب مكشوف أو شرر بالقرب من الوقود.

1. أوقف المركبة على أرض مستوية وضع حواجز تحت العجلات، ثم أطفئ مفتاح التشغيل وافصل القطب السالب للبطارية لتأمين المركبة. وفي نظام السكة المشتركة، اتبع إجراء الانتظار/التفريغ الذي تحدده الشركة المصنعة حتى يتفرغ الضغط العالي.

2. في الإدارة الميكانيكية أو بالتروس، ثبّت المحرك على وضع التوقيت. حدد علامات التوقيت على عمود المرفق وعلى المضخة، وأدر المحرك إلى وضع النقطة الميتة العليا للأسطوانة رقم 1 أو إلى الوضع المرجعي الذي تحدده الشركة المصنعة. ولا تفك وصلة الإدارة قبل تسجيل هذا الوضع؛ فالتوقيت الخاطئ إما يمنع المحرك من العمل وإما يلحق به الضرر.

3. لتمييز خطوط الوقود والوصلات، صوّر أنابيب التغذية والرجوع (الفيض) والضغط العالي وموصلات الكهرباء وحساسات التوقيت إن وجدت، وضع عليها ملصقات تعريفية. ولا تعد استخدام أنابيب الضغط العالي بعد ثنيها من جديد إطلاقًا.

4. افصل جميع خطوط الوقود، وأغلق كل فتحة مكشوفة (في المضخة والأنبوب وحاقن الوقود) بسدادة أو غطاء نظيف. فحتى أصغر ذرة أوساخ تدخل النظام تعرض المضخة الجديدة للخطر.

5. لفك وصلة الإدارة، فك صامولة القارنة أو الترس بالطريقة التي تحددها الشركة المصنعة. وفي الإدارة بالتروس سجل علامات التوقيت والخلوص بين أسنان التروس؛ واستخدم ساحبة مناسبة، ولا تحاول الفك بالضرب والقوة.

6. فك مسامير التركيب وأنزل المضخة القديمة مع إسنادها. فالمضخة ثقيلة وممتلئة بالوقود في الوقت نفسه، لذا كن مستعدًا لاحتمال انقلابها وانسكاب الوقود منها.

7. نظّف سطح التركيب والدائرة؛ ويجب ألا تبقى على سطح الشفة أي بقايا من الحشية أو الحلقة الدائرية (O-ring) القديمة. وما دامت المضخة مفكوكة، جدد فلتر الوقود وفاصل الماء أيضًا، وفي الأعطال الناجمة عن الوقود الملوث فكر كذلك في تنظيف الخزان والخطوط.

8. ركب المضخة الجديدة دائمًا مع حشية أو حلقة دائرية (O-ring) جديدة. وبعد تثبيت المضخة في مكانها، اربط مسامير التركيب حتى عزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة، على مراحل وبترتيب متقاطع (راجع قسم «القيم الفنية» للاطلاع على النطاقات النموذجية).

9. لضبط التوقيت، طابق علامات التوقيت بدقة تامة في الإدارة بالترس أو القارنة، أما في المضخة الميكانيكية فاضبط تقديم الحقن / التوقيت الساكن الذي تحدده الشركة المصنعة. وفي النظام الإلكتروني، نفذ عند الحاجة عملية المواءمة/المعايرة بجهاز التشخيص.

10. اربط أنابيب الضغط العالي بعزم الربط الصحيح ودون إجهادها. وفي جانب الضغط المنخفض، ركب خطي التغذية والرجوع (الفيض) في الاتجاه الصحيح؛ وتأكد من أن صمام الفيض وخط الرجوع غير مسدودين.

11 قبل التشغيل الأول، نفّس الهواء من النظام بالكامل بالمضخة اليدوية؛ وعند الحاجة افتح برغي تنفيس الهواء حتى يخرج منه وقود نظيف. ثم شغّل المحرك؛ وافحص جميع الوصلات بحثًا عن تسرب الوقود، وراقب السرعة الخاملة والدخان وضغط مجرى التغذية أو السكة المشتركة.

نقاط تستدعي الانتباه (الأخطاء الشائعة)

أكثر الأخطاء كلفة هو الاستهانة بالنظافة. فمضخة الحقن وحواقن الوقود كلها وحدات ذات تفاوتات بمستوى الميكرون؛ والغبار أو الرمل أو الألياف التي تدخل النظام أثناء الفك تتلف المضخة الجديدة والحواقن خلال وقت قصير. أغلق كل فتحة تفك فورًا، واعمل بقفازات نظيفة وعلى طاولة عمل نظيفة، واشطف الخطوط بوقود نظيف لا بالهواء المضغوط.
في نظام السكة المشتركة لا تفك أي وصلة ما دام الخط تحت الضغط. فالديزل المندفع كالإبرة تحت الضغط العالي يخترق الجلد ويترك ضررًا خطيرًا في الأنسجة. وقبل الفك اتبع إجراء تفريغ الضغط والانتظار الذي تحدده الشركة المصنعة، ولا تهمل النظارة الواقية.
لنبدأ بالاعتقاد الخاطئ «الدخان أو فقدان القدرة يعني أن المضخة انتهت». فالعرض نفسه قد يصدر عن حاقن الوقود أو فلتر الوقود أو فلتر الهواء أو عن تسرب للهواء؛ لذا استبعد سلسلة التغذية وحواقن الوقود قبل استبدال المضخة المكلفة. ومن الأخطاء الأخرى تشغيل المحرك قبل تنفيس الهواء بالكامل؛ فالهواء المتبقي في النظام يسبب صعوبة بدء التشغيل وانطفاء المحرك. نفّذ تنفيس الهواء بالمضخة اليدوية على نحو كامل، وتأكد من عدم بقاء فقاعات في خط الرجوع.

وفي الإدارة الميكانيكية أو بالتروس، إذا فكت وصلة الإدارة دون تسجيل علامات التوقيت، ينتج عند التركيب تقديم خاطئ للتوقيت فلا يعمل المحرك. كما يجب عدم إغفال مصدر الوقود الملوث. فإذا وجد ضرر ناتج عن الماء أو الأوساخ، فلا يكفي استبدال المضخة وحدها؛ إذ تتلف المضخة الجديدة أيضًا ما لم يجدد الفلتر وفاصل الماء، وما لم ينظف الخزان والخطوط عند الحاجة.

ومن الأخطاء أيضًا إعادة استخدام أنابيب الضغط العالي أو ثنيها. فأنابيب الضغط العالي وحشياتها الحلقية التي شدت مرة واحدة تسرب عند ثنيها من جديد؛ لذا جددها في المواضع التي توصي بها الشركة المصنعة. ولا ينبغي نسيان خط الفيض/الرجوع؛ فخط الرجوع المسدود أو الموصول بشكل خاطئ يخل بضغط مجرى التغذية ويؤدي إلى فقدان القدرة وعدم الاستقرار؛ لذا افحص صمام الفيض وخط الرجوع.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم الواردة في الجدول التالي مراجع عامة وآمنة لأنظمة وقود الديزل الشائعة في المركبات التجارية الثقيلة. فقيم مثل الضغط والتوقيت وعزم الربط **تختلف اختلافًا كبيرًا حسب طراز المركبة والمحرك والمضخة**، ولذلك خذ الرقم الدقيق دائمًا من دليل الخدمة المعني. أما ضغوط السكة المشتركة وزوايا التوقيت فهي خاصة بكل محرك على وجه التحديد.

المعامل	المرجع النموذجي / الآمن	ملاحظة
ضغط خط التغذية (الضغط المنخفض)	~ بضعة bar (مثلًا في نطاق 3–6 bar)	يختلف حسب النظام؛ ويتأثر بحالة مضخة التغذية وبتقيد الفلتر
ضغط الحقن في المضخة الخطية/الدوارة	~ في حدود بضع مئات من bar	يعتمد على النوع وعلى ضغط فتح حاقن الوقود؛ وهو خاص بكل طراز
ضغط التشغيل في السكة المشتركة	~ في حدود 1000–2500+ bar	حسب فئة EURO والمحرك؛ مرتفع جدًا، وبالغ الأهمية للسلامة
ضغط الفيض / مجرى التغذية	قيمة ثابتة تحددها الشركة المصنعة	يحافظ صمام الفيض على هذا الضغط؛ وانخفاضه يعني فقدان القدرة/دخول الهواء
درجة حرارة الوقود (في خط الرجوع)	يجب ألا ترتفع بشكل مفرط	قد يكون ارتفاع حرارة الوقود الراجع علامة على تسرب داخلي أو بلى

المعامل	المرجع النموذجي / الآمن	ملاحظة
نسبة الماء في الوقود	أقل ما يمكن؛ ويجب تصريف فاصل الماء بانتظام	الماء هو العامل الأشد تدميرًا للمضخة

الغرض من مستويات الضغط الواردة في الجدول إعطاء فكرة عن حجمها فقط؛ أما القيم الفعلية فتختلف اختلافًا ملحوظًا حسب عائلة المحرك وفئة الانبعاثات. وفي الاتحاد الأوروبي تحدد متطلبات الانبعاثات والأداء التي يجب أن تستوفيها أنظمة حقن الديزل في إطار EURO 5/6 (مثل لائحة الاتحاد الأوروبي رقم 595/2009 واللوائح التنفيذية ذات الصلة). وتعاير الشركة المصنعة إعدادات المضخة والحقن بما يتوافق مع هذه المتطلبات. وفي جميع الأحوال، تأتي اللوائح الإقليمية وقيم الشركة المصنعة للمركبة في المقام الأول.

عزم الربط النموذجي للتركيب وترتيب الربط

يختلف عزم الربط في مسامير تركيب المضخة وصامولة الإدارة حسب مقاس المسمار ورتبته (8.8/10.9) وتصميمه. تعامل مع القيم التالية على أنها **مرجع عام** فقط؛ أما عزم الربط الدقيق وترتيب الربط فيطبق فيهما ما ورد في دليل المركبة/المضخة. وفي وصلات أنابيب الضغط العالي لا تستخدم أي قيمة غير عزم الربط الخاص الذي تحدده الشركة المصنعة.

الوصلة (المقاس / الرتبة)	نطاق عزم الربط الجاف النموذجي	ملاحظة
M8 / 8.8 (مسمار بشفة)	~22–25 Nm	مرجع عام
M10 / 8.8 (مسمار بشفة)	~43–48 Nm	مرجع عام
M10 / 10.9	~60–65 Nm	مسمار عالي المتانة
M12 / 8.8	~75–85 Nm	مرجع عام
وصلة أنبوب الضغط العالي	خاص بالطراز (قيمة الدليل)	الشد الزائد يشقق الأنبوب أو الوصلة، والشد الناقص يسبب التسرب

لا تشد مسامير التركيب دفعة واحدة، بل على مراحل (مثلًا 50% ثم 100%) وبترتيب متقاطع، حتى يستقر سطح الشفة استقرارًا منتظمًا ولا يختل الإحكام. وإذا كانت المضخة تدار بالتروس، فتحقق أيضًا من الخلوص بين أسنان التروس ومن علامات التوقيت وفق الدليل. واربط أنابيب الضغط العالي دون إجهادها، بعد تمريرها في مسارها الصحيح.

نقاط الفحص السريع في الميدان

صرّف فاصل الماء بانتظام، وتحقق مما إذا كان السائل الخارج منه يحتوي على ماء أو أوساخ؛ فالماء المتكرر يعني موتًا مبكرًا للمضخة. والتزم بفترة استبدال فلتر الوقود؛ فإذا كان الفلتر ينسد مبكرًا فهذه علامة على وقود ملوث أو على طحالب وحمأة. وراقب الدخان على السرعة الخاملة وتحت الحمل؛ فالدخان الأسود يشير إلى نزعة نحو وقود زائد أو محقون في غير وقته، أما الدخان الأبيض/الأزرق فيشير إلى نزعة نحو ضغط غير كافٍ أو توقيت متأخر.

وتحقق كذلك من وجود فقاعات هواء في خط الرجوع (الفيض)؛ فالفقاعات تشير إلى تسرب للهواء في جهة السحب. وافحص المضخة ووصلات الخطوط بعد تنظيف سطحها بحثًا عن أي تسرب؛ فحتى أصغر أثر للبلل تراه هناك هو تسرب آخذ في التفاقم.

الصيانة والعمر التشغيلي

يتوقف عمر مضخة الحقن إلى حد كبير على نظافة الوقود. فالماء والأوساخ هما العدوّان الرئيسيان اللذان يبليان الأسطح ذات التفاوتات بمستوى الميكرون ويفسدان طبقة التزييت. وإذا أضيفت إلى ذلك صيانة الفلاتر في مواعيدها والحفاظ على التوقيت الصحيح، تحولت المضخة إلى وحدة طويلة العمر جدًا. كما أن اتباع روتين بسيط للصيانة الوقائية يطيل عمر المضخة وعمر حواقن الوقود ونظام التغذية المرتبطين بها.

كل يوم أو قبل الانطلاق في كل رحلة، صرّف فاصل الماء، وافحص بالعين وجود أي تسرب للوقود، وراقب الدخان والسرعة الخاملة عند التشغيل الأول. واستخدم وقودًا جيدًا ونظيفًا. وفي الصيانة الدورية جدد فلتر الوقود وعنصر فاصل الماء وفق

الفترات التي تحددها الشركة المصنعة؛ وفي الصيانة نفسها قيّم ضغط التغذية، وافحص الخطوط والوصلات بحثًا عن أي تسرب.

ابتعد عن الوقود غير المطابق للمواصفات أو المختلط بالماء أو الملوث. ففي فترات التوقف الطويلة قد يتكثف الماء في الخزان وتتكون حمأة ميكروبية، لذا اهتم بنظافة الخزان. ومن ناحية التوقيت والضبط، تحقق في النظام الميكانيكي من المحافظة على ضبط التوقيت/التقديم، وفي النظام الإلكتروني من عدم وجود رموز أعطال مسجلة في جهاز التشخيص. وإذا ظهر فقدان في القدرة أو عدم استقرار، فافحص صمام الفيض وخط الرجوع؛ فعطل قطعة رخيصة قد يجعل المضخة المكلفة موضع اتهام بغير حق.

إذا اجتمعت علامات تآكل عنصر الضخ، وتسريب الصمام، وفقدان القدرة الدائم أو الرجوع المفرط الناتج عن التسرب الداخلي، فقد حان وقت الإصلاح الشامل للمضخة أو استبدالها. والإصلاح الشامل عمل يحتاج إلى متخصصين، لأن مضخات الحقن تتطلب المعايرة على منصات اختبار خاصة. وفي كثير من تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة يكون استبدال الوحدة الكاملة المعايرة حلًا أكثر موثوقية في نتيجته وأوضح في تكلفته الإجمالية. وفي هذه المرحلة، يؤدي تجديد فلتر الوقود وفاصل الماء، ومعهما عند الحاجة صمام الفيض وطقم الإصلاح، إلى منع تكرار العطل وإطالة العمر بشكل ملحوظ. فنظام التغذية الذي يسبق المضخة وحواقن الوقود التي تليها حلقات في السلسلة نفسها؛ وإذا أردت نتيجة سليمة فانظر إلى هذه المكونات بوصفها كلًا متكاملًا.

اختيار مضخة الحقن الصحيحة وحلول VADEN

بعد التشخيص الصحيح والوقود النظيف والتركيب الدقيق، يبقى العامل الحاسم هو أن تفي القطعة التي تركبها بتفاوتات التصميم من نوع OE ومتانته. وتغطي مجموعة منتجات مضخة الحقن (مضخة الديزل) لدى VADEN، بما فيها صمام الفيض وقارنة الإدارة وأنبوب المضخة وأطقم الإصلاح، قطع غيار الخدمة لمنظومات المضخات الخطية والدوارة ومضخات السكة المشتركة من نوع Bosch في شاحنات الديزل الثقيلة ورؤوس القاطرات والحافلات، وقد طورت لتلبي القيم الفنية الآمنة الواردة في هذا الدليل ومتطلبات العمل الميداني. ويكفي أن تختار القطعة المناسبة لحاجتك بمطابقتها مع المركبة والمحرك، وأن تنظر إليها كجزء من منظومة متكاملة مع مجموعة منتجات نظام الوقود لدى VADEN، التي تضم قطع مضخة التغذية والمضخة اليدوية وأنابيب خط الحقن وفلتر الوقود.

فئة المنتجات ذات الصلة: مضخة الحقن

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