VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام EGR وبوابة EGR: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

كيف يسبب انسداد صمام EGR وبوابته بالسخام في محرك الشاحنة الدخان وفقدان القدرة ورمز العطل؟ تعرف على حدود التنظيف وقرار الاستبدال.

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

إذا انخفضت قدرة المحرك في مركبة تجارية ثقيلة، وخرج من العادم سخام غير مألوف، وظل مصباح أعطال المحرك مضاءً في لوحة العدادات بإصرار، فإن صمام EGR يكون من أول ثلاث قطع تخطر ببال الفني. وفي الميدان تكون هذه القطعة في أغلب الأحيان سليمة من الناحية الكهربائية؛ أما المشكلة الحقيقية فهي أن طبقة السخام المتراكمة على مر السنين تمنع البوابة من الانغلاق التام أو الانفتاح التام. يشرح هذا الدليل من منظور فني الخدمة وظيفة صمام EGR وبوابة EGR، والأعراض التي تدل على أعطالهما، وتسلسل التشخيص، وأصول الفك والتركيب، وعادات الصيانة التي تطيل عمرهما.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى الممارسة العملية في خدمة أنظمة المحرك والتحكم في الانبعاثات للمركبات التجارية الثقيلة وإلى وثائق OE الصادرة عن الشركات المصنعة. والقيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، والمرجع في البيانات الدقيقة مثل عزم الربط ومعدل التدفق ودرجة الحرارة والقيم الكهربائية هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك/الشاسيه الخاص بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هو صمام EGR وبوابة EGR؟ الوظيفة ومبدأ العمل

صمام إعادة تدوير غاز العادم (EGR) وبوابة EGR عنصران للتحكم في التدفق يعملان بأمر تحكم، يعيدان جزءًا من غاز العادم إلى جانب السحب فيخفضان درجة حرارة الاحتراق، ومن ثم يقللان تكون أكاسيد النيتروجين (NOx). وفي محرك الديزل التجاري الثقيل يعاد تدوير نحو 5-25% من غاز العادم عادةً عبر هذا المسار بحسب نقطة التشغيل. وتعمل هذه العناصر في تماس دائم مع غاز تبلغ حرارته 400-700 °C، وتغير وضعها خلال ثوانٍ وفق الإشارة الواردة من وحدة التحكم في المحرك.

كثيرًا ما يختلط هذان الاسمان في الميدان، لذا لنبدأ بالتمييز بينهما. **صمام EGR** هو عنصر التحكم الرئيسي الذي يضبط كمية غاز العادم المعاد تدويره، ويركب في أغلب التطبيقات على مشعب العادم أو عند مخرج مبرد EGR. أما **بوابة EGR** فهي عنصر من نوع الفراشة، يولد فرق الضغط اللازم لحدوث التدفق أو يوجه التدفق. فالبوابة الموجودة في جانب السحب تخنق التدفق فتخفض ضغط السحب، أما البوابة الموجودة في جانب العادم فتولد ضغطًا عكسيًا يمر الغاز بفضله إلى مجرى السحب. وتدرج القطعتان في الكتالوج غالبًا ضمن العائلة نفسها، لأن السبب المؤدي إلى أعطالهما وطريقة معالجتها مشتركان إلى حد كبير.

إذا نظرنا إلى مبدأ العمل من الناحية الديناميكية الحرارية وجدنا الأمر بسيطًا. ففي محرك الديزل يرتبط تكون أكاسيد النيتروجين (NOx) ارتباطًا وثيقًا بذروة درجة الحرارة داخل الأسطوانة، وعندما تتجاوز الحرارة عتبة معينة يبدأ نيتروجين الهواء بالاتحاد مع الأكسجين. أما غاز العادم فهو في معظمه غاز لا يحترق واستهلك أكسجينه، كما أن سعته الحرارية النوعية أعلى من سعة الهواء النقي. وعند خلط حصة مضبوطة من هذا الغاز بهواء السحب تنخفض كثافة الأكسجين في الخليط، ويتباطأ الاحتراق ويكتمل عند ذروة حرارة أدنى، فيقل تكون NOx بشكل ملحوظ. ولهذا ثمن، إذ يزداد الميل إلى تكون السخام (الجسيمات)، وهذا هو السبب في أن خريطة المحرك تحد نسبة EGR بدقة وفق الحمل وسرعة الدوران.

في المركبات التجارية الثقيلة لا يدخل الغاز المعاد تدويره إلى السحب كما هو في أغلب الأحيان. إذ يمر الغاز أولًا عبر **مبرد EGR** ويسلم حرارته إلى دائرة تبريد المحرك؛ وبذلك تحافظ كثافة هواء السحب على قيمتها ولا تنخفض كفاءة الملء. ثم يتجه الغاز الخارج من المبرد إلى مشعب السحب أو إلى عنصر خلط (فنتوري) بالنسبة التي يضبطها صمام EGR. ولا تدير وحدة التحكم في المحرك هذه الدورة بنظام الحلقة المفتوحة، بل بالتغذية الراجعة؛ فهي تقارن معدل تدفق كتلة الهواء وضغط مشعب السحب والضغط التفاضلي لـ EGR وبيانات حساس موضع الصمام بعضها ببعض، وتولد رمز عطل إذا انحرف التدفق الفعلي عن القيمة المستهدفة.

أنواع التحكم: الهوائي والكهربائي والتحكم بالتفريغ

ستصادف في التطبيقات التجارية الثقيلة ثلاث بنى في جانب التحكم. وأكثرها شيوعًا في الشاحنة والحافلة هو الصمام **ذو التحكم الهوائي**، لأن الهواء المضغوط متوفر أصلًا في المركبة. وفي هذه الصمامات ينتقل الضغط المأخوذ من نظام الهواء عبر سولينويد تناسبي إلى مشغل غشائي أو مشغل ذي مكبس. أما في الصمام **ذي التحكم الكهربائي** فيدير العمود محرك تيار مستمر (DC) أو محرك عزم عبر مجموعة تروس، ويبلغ حساس الموضع المدمج ECU بالفتحة الفعلية؛ ويتميز هذا النوع بسرعة استجابة عالية ودقة عالية في تحديد الموضع. أما النوع **ذو التحكم بالتفريغ** فما زال يصادف في فئة المركبات التجارية الخفيفة والمتوسطة. ويجري تقييم صنف التحمل البيئي للمشغلات الكهربائية في القطاع عمومًا وفق نهج الظروف الكهربائية والبيئية للمركبات الطرقية في عائلة ISO 16750؛ أما اعتماد نوع الانبعاثات الذي يخضع له المحرك فيندرج في

المركبات التجارية الثقيلة ضمن إطار ECE R49. تحقق من الصنف الذي تنتمي إليه القطعة التي بين يديك ومن الاعتماد الذي تحمله بالرجوع إلى كتالوج OE المعني.

المكونات والعناصر المساعدة

يقع في قلب المنظومة جسم الصمام وما بداخله من بوابة أو مجموعة مكبس؛ وهذا هو الجزء المتحرك الذي يخنق التدفق أو يفتحه. أما المشغل الذي يحركه فهو بحسب نوعه محرك كهربائي أو غشاء هوائي أو كبسولة تفريغ. ويمكن أن يكون حساس الموضع الذي يبلغ ECU بالفتحة الفعلية من نوع مقياس الجهد (بوتنشيومتر) أو من النوع اللاتلامسي.

وحول الصمام يوجد مبرد EGR (الكولر)، وهو مبادل حراري ينقل حرارة الغاز المعاد تدويره إلى سائل تبريد المحرك. ويقيس حساس الضغط التفاضلي (ΔP) وخراطيم الضغط كمية التدفق بطريقة غير مباشرة. أما حشيات الشفة والحشيات المعدنية فهي عناصر إحكام تستخدم مرة واحدة وتعمل في درجات حرارة عالية؛ في حين أن أنابيب التوصيل ووصلة التمدد المرنة (المعوض) عناصر وسيطة تستوعب التمدد الحراري والاهتزاز. وأكثر العناصر المساعدة عرضة للتقادم الحراري هو الموصل الكهربائي وكابلات حزمة الأسلاك.

أنواع التحكم في صمام EGR وبوابة EGR، والتطبيق النموذجي، وملاحظة الخدمة المميزة (مرجع عام؛ يتحقق من التصنيف الدقيق في كتالوج OE)

نوع التحكم	التطبيق النموذجي	التغذية / الإشارة (مرجع عام)	ملاحظة الخدمة المميزة
صمام بتحكم هوائي (بالهواء المضغوط)	الشاحنة ورأس القاطرة والحافلة؛ المركبات التجارية الثقيلة المزودة بنظام هواء	ضغط نظام الهواء في المركبة عادةً 5.8-12 bar؛ سولينويد تناسبي 24 فولت	الرطوبة والزيت في خط تغذية الهواء يسدان السولينويد
صمام بتحكم كهربائي (محرك تيار مستمر DC)	محركات المركبات التجارية الثقيلة الحديثة من جيل Euro 5 / Euro 6	تغذية 24 فولت، تحكم PWM، حساس موضع مدمج	قد ينتج انحراف الموضع عن السخام أيضًا، لذا يفحص الجانب الميكانيكي أولًا
صمام بتحكم بالتفريغ	المركبات التجارية الخفيفة والمتوسطة، وبعض تطبيقات الأجيال الأقدم	خط مضخة التفريغ، تبديل عبر السولينويد	ثقب الغشاء وتشقق خرطوم التفريغ شائعان
بوابة EGR في جانب السحب (فراشة الخنق)	توليد فرق الضغط عند التشغيل على البارد وعند ارتفاع الطلب على EGR	مشغل كهربائي مع تغذية راجعة للموضع	لا تنغلق تمامًا عند تراكم السخام، فتضطرب السرعة الخاملة
بوابة في جانب العادم (فراشة الضغط العكسي)	التركيبات التي تمرر الغاز إلى السحب عبر توليد ضغط عكسي	هوائي أو كهربائي	يلاحظ انحشار محمل العمود في درجات الحرارة العالية

حتى داخل عائلة المحركات نفسها يختلف صمام EGR وبوابة EGR باختلاف جيل الانبعاثات (Euro 5 / Euro 6) ونوع المبرد وبنية التحكم. لذلك لا تختر القطعة وفق «طراز المركبة» وحده، بل تحقق منها بمراجعة رمز المحرك وسنة الصنع ومستوى الانبعاثات، والرقم المرجعي OE الموجود على القطعة المفكوكة إن أمكن. فصمامان يبدوان متشابهين جدًا للعين قد تختلف بينهما زاوية ثقوب الشفة أو نوع الموصل أو خصائص حساس الموضع. وعند تركيب صمام غير مطابق يعمل المحرك، لكن رمز العطل يعود مع أول تحميل.

كيف يكتشف عطل صمام EGR وبوابة EGR؟

تتجمع أعطال صمام EGR وبوابة EGR في الميدان في سلوكين رئيسيين: فإما أن يبقى الصمام مفتوحًا أكثر من اللازم، وإما أن يبقى مغلقًا أكثر من اللازم. فالصمام الذي يبقى مفتوحًا يدخل إلى السحب كمية زائدة من غاز العادم عند الحمل العالي، ونتيجة ذلك فقدان القدرة والدخان الأسود؛ أما الصمام الذي يبقى مغلقًا فيكشف عن نفسه بارتفاع NOx وبرمز عطل مرتبط بالانبعاثات. وقد وضعنا في الجدول التالي الأعراض الميدانية والأسباب المحتملة وطريقة التحقق جنبًا إلى جنب.

أعراض أعطال صمام EGR وبوابة EGR وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها (ملاحظات ميدانية، مرجع عام)

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
فقدان واضح للقدرة عند الحمل العالي، ودخان أسود من العادم	بقاء الصمام مفتوحًا بسبب السخام، والبوابة لا تنغلق تمامًا	مقارنة موضع الصمام المطلوب بالموضع الفعلي في البيانات الحية؛ وفحص سطح مقعد البوابة في الصمام المفكوك
اضطراب السرعة الخاملة، واهتزاز وتقطع في الدوران على البارد	تراكم السخام على بوابة جانب السحب، وانحشار العمود	مراقبة حركة الفتح والإغلاق الكاملة للبوابة باختبار المشغل؛ وتصوير داخل المجرى بالمنظار الداخلي
رمز عطل من نوع «تدفق EGR غير كافٍ» مع إضاءة مصباح أعطال المحرك	انسداد المجرى أو المبرد، أو انحشار الصمام في وضع الإغلاق، أو امتلاء خرطوم الضغط التفاضلي بالسخام	البيانات الحية لحساس الضغط التفاضلي؛ وفك الخراطيم للتحقق من أنها غير مسدودة
نقص سائل تبريد المحرك، ودخان أبيض من العادم مع رائحة حلوة	تسرب داخلي في مبرد EGR، وتشقق في أنابيب المبادل الحراري	اختبار ضغط لدائرة التبريد؛ واختبار غاز العادم في خزان التمدد؛ واختبار ضغط منفصل للمبرد
زيادة في استهلاك الوقود وارتفاع في تكرار تجديد فلتر DPF	تدفق زائد مستمر لـ EGR، وتآكل سطح مقعد الصمام	قراءة سجل التجديد وبيانات حمل السخام؛ ومراقبة نسبة EGR بالبيانات الحية
المشغل لا يتحرك إطلاقًا، والتغذية الراجعة للموضع ثابتة	عطل في محرك المشغل الكهربائي، أو تأكسد الموصل، أو انقطاع في كابلات حزمة الأسلاك	قياس التغذية والإشارة عند طرف الموصل؛ وقياس مقاومة المشغل؛ وإرسال أمر إلى المشغل من جهاز الفحص
الصمام الهوائي يتحرك ببطء أو لا يكمل شوط حركته	انسداد السولينويد بالرطوبة/الزيت، أو تقييد في خط الهواء، أو ثقب في الغشاء	قياس ضغط تغذية الهواء عند مدخل الصمام؛ وإرسال أمر مباشر إلى السولينويد ومراقبة الحركة
آثار سخام في منطقة المشعب أو الشفة، وصوت عادم يشبه الصفير	احتراق حشية الشفة، أو ارتخاء المسامير الملولبة، أو تشقق وصلة التمدد المرنة	تتبع آثار السخام بالنظر والمحرك بارد؛ وفحص عزم ربط المسامير الملولبة؛ والبحث عن التسرب برغوة الصابون

هل تكفي قراءة رمز العطل؟

رمز العطل هو النقطة التي يبدأ منها التشخيص، لا النقطة التي ينتهي عندها. فرمز من نوع «تدفق EGR أقل من المستهدف» لا يقول إن الصمام معطل، بل يقول إن النظام عاجز عن تحقيق التدفق المستهدف. وقد يكمن خلف الرمز نفسه مبرد مسدود، أو خرطوم ضغط تفاضلي ممتلئ بالسخام، أو حشية شفة مسربة، أو صمام منحشر فعلًا. وأكثر الأخطاء شيوعًا في الميدان هو ربط الرمز بالصمام فورًا واستبدال قطعة سليمة؛ فيمسح الرمز وتنطلق المركبة إلى الطريق، ثم تعود بعد بضع مئات من الكيلومترات بالرمز نفسه.

التحقق من الموضع بالبيانات الحية

في الصمامات ذات التحكم الكهربائي يكون أسرع اختبار فاصل هو مقارنة الموضع المطلوب بالموضع الفعلي. أرسل أوامر متدرجة من جهاز الفحص لتنقل الصمام إلى فتحة 0 و25 و50 و75 و100%؛ ويجب أن تتبع قيمة التغذية الراجعة الأمر دون تأخير ودون تعلق. فإذا علق الصمام عند فتحة معينة أو لم تبلغ التغذية الراجعة قيمة الأمر أبدًا، فإن ما أمامك هو البصمة المعروفة للمقاومة الميكانيكية الناتجة عن السخام. كرر الاختبار نفسه مرة والمحرك بارد ومرة أخرى بعد أن يسخن؛ وبذلك تظهر أيضًا حالات الانحشار الناتجة عن التمدد الحراري.

تمييز الأعطال الناتجة عن المبرد

يخلط التسرب الداخلي في مبرد EGR بسهولة مع عطل الصمام، لأن كليهما قد يولد رمزًا متشابهًا وصورة دخان متشابهة. والذي يكشف الفرق هو سائل التبريد. فإذا انخفض مستواه دون تسرب خارجي ظاهر للعين، أو تكونت فقاعات في خزان التمدد أثناء دوران المحرك، أو خرج من العادم في الطقس البارد دخان أبيض كثيف لا يتبدد، فافحص المبرد قبل الصمام. وللتحقق يطبق ضغط على المبرد ويختبر بشكل منفصل. وإذا تجاوزت هذه الخطوة فإن الصمام الجديد سرعان ما يتغطى مرة أخرى بالسخام والرواسب.

المعايير ومراجع للاستزادة

للاطلاع على الخلفية التشريعية لهذا الموضوع، راجع اللائحة الأوروبية (EC) رقم 595/2009 (انبعاثات المركبات الثقيلة وفق Euro VI). وتحقق دائمًا من القيم والإجراءات المحددة بالرجوع إلى التشريعات السارية وبيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

كيف يستبدل صمام EGR وبوابة EGR؟ خطوة بخطوة

عندما ينفذ استبدال صمام EGR وبوابة EGR بالتسلسل الصحيح، فإنه في معظم التطبيقات التجارية الثقيلة عمل يستغرق بضع ساعات. وما يطيل العمل ليس القطعة نفسها، بل صعوبة الوصول وحالة المسامير الملولبة التي تفك. تصف الخطوات التالية مسار خدمة عامًا، والمرجع في الإجراء الخاص برمز المحرك وقيم العزم هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة.

يظل خط إعادة تدوير غاز العادم في درجة حرارة عالية لفترة طويلة حتى بعد توقف المحرك. لا تلمس هذه المنطقة دون معدات الحماية الشخصية؛ فالقفازات المقاومة للحرارة والنظارات المقاومة للصدمات أو واقي الوجه وملابس العمل أمور لا غنى عنها. انتظر حتى يبرد المحرك وخط العادم تمامًا. وإذا كان المبرد سيفك فضع في حسبانك أن دائرة التبريد تحت الضغط، لأن فتح الدائرة وهي ساخنة ينطوي على خطر جدي للإصابة بحروق السوائل الساخنة. وفي الأنظمة ذات التحكم الهوائي أفرغ ضغط تغذية الهواء، وافصل مفتاح فصل البطارية أو القطب السالب. وعند تنظيف المجاري استخدم كمامة واقية من الغبار حتى لا تستنشق غبار السخام، واحرص على تجديد الهواء في منطقة العمل.

1. **اجعل المركبة في وضع آمن واحفظ سجل الأعطال:** قبل البدء بالفك سجل رموز الأعطال الحالية وبيانات الإطار المجمد والقيم الحية لـ EGR؛ فهذا السجل هو أساس المقارنة عند التحقق بعد التركيب. ثم أوقف المحرك، واسحب فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وتحقق من مزلاج أمان إمالة الكابينة في المركبات ذات الكابينة القلابة، وانتظر حتى يبرد المحرك وخط العادم، وافصل مفتاح فصل البطارية أو القطب السالب.

2. **افتح طريق الوصول:** فك القطع التي تحجب الوصول، مثل الغطاء العلوي للمحرك والدرع الحراري وأنبوب فلتر الهواء ومجرى الكابلات، وأنبوب سحب الشاحن التوربيني عند الحاجة. ضع علامة على كل قطعة تفكها واحفظها جانبًا؛ فكثير من المسامير الملولبة في منطقة EGR مختلفة الأطوال.

3. **افصل التوصيلات الكهربائية والهوائية:** افتح قفل الموصل برفق، واخلعه بالإمساك بجسمه لا بسحب الكابل. ضع علامات على الخطوط الهوائية ثم افصلها، وأغلق أطراف الخراطيم بسدادات نظيفة.

4. **نظف المنطقة:** خلص محيط الشفات التي ستفك من السخام والغبار والزيت باستخدام الهواء المضغوط وقطعة قماش نظيفة. وأغلق فورًا كل فتحة عادم أو سحب تنكشف؛ فمسمار ملولب أو قطعة حشية تسقط في مجرى السحب تعني تلف الشاحن التوربيني والأسطوانة.

5. **فك المسامير الملولبة على مراحل مع التسخين:** قد تكون المسامير الملولبة في جانب العادم منحشرة بفعل الدورات الحرارية. استخدم زيتًا نفاذًا، وسلط حرارة مضبوطة عند الحاجة، وخفف ربط المسامير على مراحل وبتسلسل متقابل. وبدلًا من مواصلة لف مسمار يقاوم، توقف وجرب طريقة أخرى؛ فالمسمار المكسور يطيل العمل ساعات.

6. **أخرج الصمام والبوابة وافحصهما:** حدد حالة القطعة المفكوكة من حيث سطح مقعد البوابة وخلوص العمود وتشقق الجسم وسماكة السخام. فلون طبقة السخام وبنيتها يقدمان معلومات مفيدة: فالسخام الجاف الهش يدل على تقادم طبيعي، أما الرواسب الزيتية الدبقة فقد تشير إلى تسرب زيت مصدره تنفيس علبة المرفق أو الشاحن التوربيني.

7. **افحص المجاري والعناصر المجاورة:** تحقق من أن أنبوب EGR وعنصر الخلط ومجرى السحب وخراطيم الضغط التفاضلي غير مسدودة. فالصمام الجديد الذي يركب على مجرى مسدود يعيد رمز العطل نفسه في وقت قصير. وأخضع المبرد لاختبار ضغط منفصل عند الحاجة.

8. **تحقق من القطعة الجديدة:** ضع الصمام الجديد بجانب القديم وقارن بينهما من حيث المسافة بين ثقوب الشفة، وزاوية الثقوب، وطول الجسم، ونوع الموصل، واتجاه المشغل. وفي الصمامات المزودة بحساس موضع يجب أن يتطابق عدد أطراف الموصل ونوع القفل تمامًا. ولا تفرض تركيب قطعة غير مطابقة بحجة أنها «ستفي بالغرض».

9. **ركب بحشية جديدة واربط بالعزم وفق التسلسل الصحيح:** حشيات الشفة والحشيات المعدنية للاستخدام مرة واحدة، ولا تركب إلا جديدة. ثبت المسامير الملولبة أولًا باليد، ثم اربطها بمفتاح العزم بتسلسل متقابل (متقاطع) وعلى المراحل التي تحددها الشركة المصنعة. ولا يستخدم معجون التركيب المقاوم للحرارة إلا إذا سمحت به الشركة المصنعة، ودون أن يلوث سطح الحشية.

10. **أكمل التوصيلات ونفذ عملية التعلم:** ركب الموصل الكهربائي حتى يستقر في قفله، وأعد توصيل الخطوط الهوائية وفق علاماتها، وإذا كان المبرد قد فك فاملأ دائرة التبريد وفق الإجراء المحدد وأخرج منها الهواء. وتحتاج صمامات كهربائية كثيرة بعد التركيب إلى عملية تعلم نقاط النهاية (التكيف)؛ وإذا أغفلت هذه الخطوة انحرفت التغذية الراجعة للموضع وعاد رمز العطل.

11. **اختبر وتحقق:** امسح رموز الأعطال، وشغل المحرك، وافحص منطقة الشفة بحثًا عن السخام والتسرب في السرعة الخاملة وفي سرعة دوران متوسطة. تحقق في البيانات الحية من تطابق موضع الصمام المطلوب مع الموضع الفعلي، ثم أجر قيادة تجريبية بحمولة، واقرأ الرموز مجددًا عند العودة. وإذا كان المبرد قد فك فأعد فحص مستوى سائل التبريد بعد القيادة التجريبية.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال صمام EGR وبوابة EGR؟

لا تنشأ معظم الأخطاء المرتكبة عند استبدال صمام EGR وبوابة EGR عن القطعة نفسها، بل عن إهمال النظام المحيط بها. وقد جمعنا في التحذيرات التالية الحالات التي تؤدي إلى عودة المركبة نفسها إلى الورشة مرة ثانية خلال وقت قصير.

تراكم السخام ليس عطلًا، بل نتيجة. فإذا امتلأ الصمام بالسخام، فإن الاستبدال الذي يجري دون البحث عن السبب يعيد الصورة نفسها خلال بضعة أشهر. ومن الأسباب الجذرية: اختلالات الاحتراق التي تنتج سخامًا مفرطًا، والشاحن التوربيني أو تنفيس علبة المرفق الذي يسرب الزيت، وفلتر الهواء المسدود، والوقود المنخفض الجودة، والاستخدام الطويل داخل المدن بأحمال منخفضة، ومبرد EGR المسدود. ويجب فحص هذه البنود قبل تركيب الصمام الجديد.

نظام التحكم في الانبعاثات جزء لا يتجزأ من اعتماد نوع المحرك، والحفاظ على النظام عاملًا كما صمم التزام قانوني. والحل الصحيح لصمام EGR أو بوابة EGR المعطلة واحد: فإما أن تنظف القطعة، وإما أن تستبدل بقطعة جديدة مكافئة لمواصفات OE. وكل تدخل يخل بسلامة النظام يعد سببًا لعدم المطابقة في الفحص الفني للمركبة وفي عمليات تدقيق الانبعاثات. فضلًا عن ذلك، قد تدخل وحدة التحكم في المحرك وضع تقييد القدرة (وضع الطوارئ) عندما لا تتلقى تغذية راجعة.

ويبدأ جزء من الأخطاء منذ مرحلة اختيار القطعة. فلأن الطراز الواحد قد يستخدم صمامات مختلفة بحسب جيل الانبعاثات، لا يكفي اختيار القطعة وفق طراز المركبة وحده، بل لا بد من رمز المحرك ورقم OE. وإذا تركت مجرى السحب مفتوحًا أثناء الفك فإن قطعة حشية أو مسمارًا ملولبًا يسقط فيه يصل إلى الشاحن التوربيني والأسطوانة. وفي التنظيف أيضًا فخان: فعندما تنظف داخل الجسم بمادة كيميائية قوية، فإن المذيب الذي يتسرب إلى المشغل والحساس ومنطقة المحمل يتلف المكونات الإلكترونية وتزييت العمود. كما يجب عدم استنشاق سخام الديزل؛ فالتنظيف يجري باستخدام كمامة ومع تجديد الهواء.

وفي جانب التشخيص لا تتجاوز فحص خراطيم الضغط التفاضلي والمبرد. فخرطوم رفيع ممتلئ بالسخام يظهر الصمام السليم وكأنه المتسبب في العطل؛ أما الصمام الجديد الذي يركب فوق مبرد مسدود أو مسرب فسرعان ما يصل إلى الحالة نفسها.

لا تعد استخدام الحشية القديمة عند التركيب. فحشية الشفة التي مرت بدورات حرارية قد انضغطت مرة، وفي الاستخدام الثاني تسرب السخام والغاز. وإذا ربطت المسامير الملولبة دفعة واحدة ودون مفتاح عزم فإن الشفة تلتوي، ولا تستقر الحشية جيدًا، ويبدأ التسرب مع أول دورة حرارية. ولا تتجاوز عملية التكيف/التعلم في الصمامات الكهربائية؛ فإذا لم يجر تعليم نقاط النهاية انحرفت التغذية الراجعة للموضع. وأخيرًا لا تسلم المركبة دون قيادة تجريبية، لأن معظم الرموز المتعلقة بنظام EGR لا يمكن التحقق منها مجددًا إلا أثناء القيادة بحمولة.

القيم الفنية لصمام EGR وبوابة EGR ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات مرجعية عامة يكثر مصادفتها لصمام EGR وبوابة EGR في تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بتغير عائلة المحرك وجيل الانبعاثات ونوع المبرد ومستوى التجهيز. وعند الحاجة إلى بيانات دقيقة ارجع دائمًا إلى أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز محرك المركبة.

القيم الفنية لصمام EGR وبوابة EGR (مرجع عام؛ الوحدات المستخدمة: bar وC° والفولت والنسبة المئوية)

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
درجة حرارة غاز العادم عند مدخل الصمام	400-700 C°	تتغير بحسب الحمل وسرعة الدوران؛ وقد تكون القيم القصوى اللحظية أعلى
درجة حرارة الغاز عند مخرج مبرد EGR	عادةً 100-250 C°	ترتفع هذه القيمة بشكل ملحوظ كلما انسد المبرد
نسبة EGR بحسب نقطة التشغيل	نحو 5-25%	تنخفض عادةً عند الحمل الكامل؛ والخريطة خاصة بكل محرك
جهد تغذية النظام الكهربائي	24 فولت اسميًا (المركبات التجارية الثقيلة)	قد يبدو انخفاض الجهد لحظة التشغيل كأنه عطل في المشغل
ضغط هواء التحكم الهوائي	ضغط نظام المركبة عادةً 5.8-12 bar	يولد خرج السولينويد التناسبي ضغط تحكم أدنى من هذا الضغط
تفاوت انحراف التغذية الراجعة لموضع الصمام	تفاوت ضيق، وخاص بكل محرك	يؤخذ حد القبول من دليل الخدمة، ويتحقق منه بالبيانات الحية
اختبار ضغط دائرة التبريد	في حدود 1-2 bar عادةً	يستخدم لتمييز التسرب الداخلي في المبرد
الحد المقبول لطبقة السخام	بمستوى لا يمنع البوابة من الارتكاز التام	إذا وجدت آثار أو خلوص على سطح المقعد تستبدل القطعة

نطاقات العزم النموذجية لنقاط توصيل EGR (مرجع عام، Nm؛ تؤخذ القيمة الدقيقة من دليل خدمة OE)

نقطة التوصيل	نطاق العزم النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
مسمار ملولب لشفة الصمام (فئة M8)	20-30 Nm	يربط بتسلسل متقاطع وعلى مراحل؛ والحشية الجديدة إلزامية
شفة المبرد والأنبوب (فئة M10)	35-50 Nm	قد تكون المسامير الملولبة منحشرة بسبب التمدد الحراري
مسمار ملولب لتثبيت المشغل	8-12 Nm	الربط الزائد يشوه الجسم فينحشر العمود
توصيلة الحساس والضغط التفاضلي	8-15 Nm	جسم الحساس بلاستيكي في الغالب؛ يربط بمفتاح العزم
توصيلات المشابك ووصلة التمدد المرنة	6-12 Nm	يثبت المعوض في وضعه الحر دون إجهاد

أعطيت قيم العزم هنا بوصفها نطاقًا استرشاديًا فقط. ففي المحرك نفسه تربط الشفات المختلفة بعزوم مختلفة وعلى مراحل مختلفة، وتحدد بعض الشركات المصنعة مسامير ملولبة للاستخدام مرة واحدة أو ربطًا مضبوطًا بالزاوية. والمرجع في التطبيق هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وخاص برمز المحرك، ويجري الربط دائمًا بمفتاح عزم معاير.

- هل تتبع التغذية الراجعة لموضع الصمام القيمة المطلوبة دون تأخير، وهل يوجد تعلق في الاختبار المتدرج؟

- هل توجد في منطقة الشفة آثار سخام أو اندفاع للسخام أو صوت صفير؟
- هل مستوى سائل التبريد ثابت، وهل تتكون فقاعات في خزان التمدد؟
- هل خراطيم الضغط التفاضلي مفتوحة، وهل توجد انسدادات من السخام عند أطرافها؟
- هل الموصل الكهربائي خالٍ من التأكسد ومقفل تمامًا، وهل تحتك حزمة الأسلاك والكابلات بالعادم؟
- هل توجد في الخطوط الهوائية رطوبة أو زيت أو تشققات؟
- هل جرى استبعاد فلتر الهواء والشاحن التوربيني وتنفيس علبة المرفق بوصفها مصادر للسخام؟
- هل حمل السخام في فلتر DPF وتكرار التجديد ضمن النطاق الطبيعي؟

كيف تتم صيانة صمام EGR وبوابة EGR وإطالة عمرهما؟

لا تحدد الشركات المصنعة في الغالب «فترة استبدال» ثابتة لصمام EGR وبوابة EGR. فمدى صمود الصمام يتوقف على نمط الاستخدام وجودة الوقود والزيت ومقدار السخام الذي ينتجه المحرك عمومًا. ففي الاستخدام الذي يغلب عليه السفر لمسافات طويلة ويبلغ فيه المحرك درجة حرارة التشغيل بانتظام، قد يعمل الصمام سنوات طويلة دون مشكلات؛ أما في الاستخدام داخل المدن لمسافات قصيرة وبأحمال منخفضة مع دوران متكرر في السرعة الخاملة، فيتسارع تراكم السخام بشكل ملحوظ. والصورة الأكثر شيوعًا في الميدان هي صمام سليم من الناحية الفنية يعجز عن أداء وظيفته بسبب السخام وحده.

التزم في الصيانة الدورية للزيت والفلاتر بالفترات التي تحددها الشركة المصنعة، واختر زيت المحرك بمواصفة تناسب جيل الانبعاثات الخاص بالمركبة. فالرواسب الناتجة عن الزيت تجعل السخام دبقًا، وهذه الطبقة الدبقة هي التي تقفل البوابة. ولا تهمل فلتر الهواء؛ فتقييد دخول الهواء يؤدي إلى احتراق غير كامل، والاحتراق غير الكامل يؤدي بدوره إلى مزيد من السخام. كما أن الوقود مجهول المصدر يفسد جودة الحقن وبنية السخام معًا. والعامل الرئيسي الذي يسرع التراكم في منطقة EGR هو بخار الزيت المحمول إلى السحب، ولذلك افحص تنفيس علبة المرفق وإحكام الشاحن التوربيني في كل صيانة.

وفي جانب الاستخدام أيضًا ما يمكن فعله. فالمسافات القصيرة المتواصلة والدوران الطويل في السرعة الخاملة يضعفان قدرة النظام على التنظيف الذاتي؛ لذا أوصل المحرك إلى درجة حرارة التشغيل، واحرص على القيادة بحمولة بانتظام كلما أمكن. ولا تؤجل العمل عند ظهور أول رمز تحذير متعلق بنظام EGR، لأن التدخل في تلك المرحلة يحول دون إصلاح مكلف يمتد لاحقًا إلى المبرد وفلتر DPF.

راجع في كل صيانة الشفات ووصلة التمدد المرنة والموصل الكهربائي والخطوط الهوائية والدرع الحراري. وحافظ كذلك على سلامة نظام التبريد؛ فخليط مانع التجمد الصحيح والدائرة النظيفة يؤخران التآكل الداخلي في مبرد EGR.

الطريقة الأكثر جدوى اقتصاديًا في شركات الأساطيل هي التخطيط لصمام EGR بوصفه مجموعة لا قطعة منفردة. فمعالجة حشيات الشفة وخراطيم الضغط التفاضلي، والمبرد عند الحاجة، في زيارة الخدمة نفسها للمركبة التي سيستبدل صمامها، أوفر بكثير من تكلفة إدخال المركبة إلى الورشة مرة ثانية بعد بضعة أشهر. كما أن القيادة التجريبية بحمولة قبل إعادة المركبة إلى الطريق، وقراءة الرموز مجددًا عند العودة، هما أرخص ضمان ضد التعطل على الطريق.

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