VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

عمود الكامات (كامة): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

إذا فقد سطح الكامة لمعانه وبدأ يتقشر في محرك الشاحنة، فلن تبقى المشكلة في أسطوانة واحدة، بل تتضرر الغمازات والمحامل تسلسليًا. اكتشف الآن.

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

تنزيل النسخة الإنجليزية من هذا الدليل (PDF)

غالبًا ما تكون الشكوى في المركبة التجارية الثقيلة التي تصل إلى مركز الخدمة غامضة. فالسائق يقول «المحرك يصدر صوت طقطقة»، أو «ضعفت قدرة المحرك»، أو «المحرك يعمل بشكل غير منتظم على السرعة الخاملة»، أو يكتفي بقوله «تغير الصوت». أما الصورة التي يجدها الفني حين يصغي إلى جهة مجموعة التوقيت ثم يفتح غطاء الصمامات فهي في الغالب واحدة: سطح الكامة فقد لمعانه، أو بدأ يتقشر على هيئة رقائق، أو ظهر تآكل غير متماثل في أثر تلامس الغماز. فعمود الكامات هو «ضابط التوقيت» في المحرك؛ إذ يحدد متى تفتح صمامات المحرك ومتى تغلق، ويحدد في بعض المحركات أيضًا متى تضخ مضخة الحقن الوقود. وعندما يتآكل قد يستمر المحرك في العمل، لكنه لن يعمل أبدًا كما كان من قبل: فتنخفض القدرة، ويزداد الاستهلاك، ويتغير الصوت، ومع استمرار الإهمال ينتقل الضرر تسلسليًا إلى الغمازات والمحامل بل وإلى تروس التوقيت. ويشرح هذا الدليل بلغة الميدان وظيفة عمود الكامات في محركات الديزل الخاصة بالمركبات التجارية الثقيلة، وكيف تحدث أعطاله، وكيف تشخص أعراض عطل عمود الكامات، وكيف يستبدل العمود، وكيف يمكن إطالة عمره.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى خبرته الميدانية وخبرته في المنتجات في مجال ميكانيكا محركات المركبات التجارية الثقيلة. والقيم الواردة في النص نطاقات مرجعية نموذجية، وتختلف باختلاف عائلة المحرك ومقطع الكامة وسنة الصنع. واعتمد دائمًا على أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة أو المحرك للحصول على القيم الدقيقة لعزم الربط والخلوص والتفاوت المسموح. **آخر تحديث: سبتمبر 2026.**

ما هو عمود الكامات؟ وظيفته ومبدأ عمله

عمود الكامات عمود دوار يرتبط بعمود المرفق ارتباطًا متزامنًا عبر مجموعة التوقيت (تروس أو سلسلة أو سير). وتحدد الكامات الموجودة عليه اللحظة التي تفتح فيها صمامات السحب والعادم في المحرك وتغلق، والمدة التي تبقى فيها مفتوحة. وفي بعض المحركات يدير العمود نفسه مضخة تغذية الوقود أو مضخة الحقن الميكانيكية أيضًا.

يقوم مبدأ العمل على الدورة الرباعية الأشواط للمحرك. فعندما يدور عمود المرفق دورتين كاملتين (720°) يدور عمود الكامات دورة واحدة فقط (360°)؛ ويحافظ ترس التوقيت أو السلسلة أو السير على ثبات هذه النسبة 2:1، كما أن «علامات التوقيت» الموجودة على المحرك وضعت كي لا يختل هذا التزامن. وعندما تبلغ كل كامة لحظة دفع الصمام أو عنصر المضخة في أسطوانتها، تنقل الحركة عبر الغماز. ثم تصل الحركة إلى الصمام إما مباشرة، وإما عبر قضيب الدفع والذراع المتأرجح. أما الكفاءة الحجمية للمحرك وتبادل الغازات فيه، ومن ثم قدرته، فيحددها مقطع الكامة، أي ارتفاعها وزاوية الفتح وميل المنحدر.

تصادف في محركات الديزل الخاصة بالمركبات التجارية الثقيلة ترتيبين أساسيين. ففي التصميم الذي يكون فيه عمود الكامات داخل كتلة المحرك (OHV) يستقر العمود في جسم الكتلة فوق عمود المرفق مباشرة، وينقل الحركة إلى الصمامات عبر قضبان الدفع والأذرع المتأرجحة. وهذا الترتيب شائع في عائلات محركات الديزل الثقيلة الكلاسيكية والمتوسطة العمر، وغالبًا ما يفك العمود بسحبه من الجهة الأمامية. أما في التصميم العلوي (OHC — SOHC/DOHC) فيقع عمود الكامات داخل رأس الأسطوانة، وينقل الحركة عبر الذراع المتأرجح أو الغماز الهيدروليكي/الميكانيكي أو الغماز الكأسي الذي تضغط عليه الكامة مباشرة. وتستخدم البنيتان كلتاهما في محركات المركبات التجارية الثقيلة الحديثة العاملة بنظام السكة المشتركة (كومن ريل)، إلا أن تصميمات OHC توفر في الغالب استقرارًا أعلى عند عدد الدورات المرتفع وتوقيتًا أدق.

لا تقتصر وظيفة عمود الكامات على إدارة الصمامات. ففي المحركات الكلاسيكية المزودة بمضخة حقن خطية، يحدد عمود كامات مستقل داخل جسم المضخة (أو كامة إضافية على عمود الكامات الرئيسي) توقيت الحقن وكميته، كما تستمد مضخة التغذية الميكانيكية حركتها من كامة مستقلة على عمود الكامات. أما في بنية مضخة الوحدة أو الحاقن المضخي (PLD) فيحمل عمود الكامات الرئيسي كامات حقن مستقلة لكل أسطوانة، مقواة لتتحمل الأحمال العالية — وتتعرض هذه الكامات لضغط تلامس أعلى بكثير من كامات الصمامات العادية، وتكون أكثر حساسية للتآكل. وفي بعض عائلات المحركات قد توجد أيضًا كامة مستقلة أو عمود كامات مساعد مستقل لإدارة فرامل المحرك (من نوع تخفيف الانضغاط أو فرامل Jake).

- **الكامات:** كامات السحب والعادم، وبحسب التجهيز كامات إدارة مضخة الحقن أو مضخة التغذية؛ وأسطحها مقساة ومجلوخة.
- **مرتكزات المحامل:** أسطح أسطوانية مجلوخة يدور بها عمود الكامات داخل المحامل الموجودة في كتلة المحرك أو رأس الأسطوانة.
- **قمصان المحامل أو جلبها:** عناصر تآكل تلامس المرتكزات، وتكون عادة من البرونز أو مغطاة بطبقات معدنية متعددة.
- **ترس التوقيت أو بكرته:** العنصر الذي يؤمن الارتباط المتزامن مع عمود المرفق، ويحمل علامة التوقيت.
- **عجلة الإشارة الخاصة بالحساس:** قرص مسنن أو محزز يقرؤه حساس موضع عمود الكامات (CMP)، ويستخدم لتحديد ترتيب الحقن أو الإشعال.
- **الغماز:** عنصر تآكل يلامس الكامة وينقل الحركة إلى الصمام أو إلى قضيب الدفع؛ ويعمل مع الكامة زوجًا متلائمًا.
- **صفيحة التثبيت المحوري أو الشفة:** القطعة التي تحد من الحركة المحورية (إلى الأمام والخلف) لعمود الكامات؛ وعند تآكلها يزداد الخلوص المحوري.

عمود الكامات داخل كتلة المحرك (OHV)

بفضل موقعه القريب من عمود المرفق يستخدم سلسلة أو تروس توقيت قصيرة وصلبة، ويكون عمره طويلًا في العادة. في المقابل، تنشأ نقاط تآكل إضافية في سلسلة النقل المكونة من قضيب الدفع والذراع المتأرجح، وهو ما يستلزم ضبط خلوص الصمامات بشكل دوري.

عمود الكامات العلوي (OHC)

يوفر توقيتًا أدق وقدرة على العمل بعدد دورات أعلى؛ لكن الحفاظ على الشد الصحيح للسلسلة أو السير أمر بالغ الأهمية. وفي الأنواع التي تدار بسير يجب الالتزام التام بفترة استبدال السير — إذ يوجد في معظم تصميمات المحركات خطر اصطدام الصمامات بالمكابس عند انقطاع السير.

أعمدة الكامات المزودة بكامات لإدارة مضخة الحقن أو مضخة التغذية

تعمل هذه الكامات، خلافًا لكامات الصمامات العادية، تحت ضغط تلامس مرتفع ومستمر. ويظهر تآكلها عادة أولًا في صورة انزياح في توقيت الحقن وفقدان في القدرة وزيادة في الدخان، وقد لا يصاحبه دائمًا صوت واضح مثل طقطقة الصمامات. لذلك يجب أن يرد عمود الكامات إلى الذهن دائمًا عند الشكوى من فقدان القدرة في هذا النوع من المحركات.

الترتيب / البنية	الإدارة	نقل الحركة	أبرز أنماط الأعطال
ديزل ثقيل كلاسيكي بعمود كامات داخل الكتلة (OHV)	تروس أو سلسلة قصيرة	قضيب الدفع + الذراع المتأرجح	تآكل سطح الكامة، وتجوف سطح الغماز، وتآكل المحامل
محرك SOHC علوي بنظام السكة المشتركة	سلسلة أو سير	ذراع متأرجح أو غماز كأسي مباشر	فقدان شد السلسلة أو السير، وعطل الغماز الهيدروليكي
ديزل ثقيل عالي الدورات بعمودي كامات علويين (DOHC)	سلسلة مزدوجة الصف	مباشر أو عبر ذراع متأرجح قصير	تلف عجلة الإشارة الخاصة بالحساس، وانحراف التوقيت
ديزل كلاسيكي بمضخة حقن خطية (ميكانيكية)	عمود الكامات الرئيسي + عمود كامات داخل المضخة	مكبس المضخة عبر الغماز أو البكرة	تآكل كامة الحقن، وانزياح تزامن المضخة
بنية مضخة الوحدة / الحاقن المضخي (PLD)	عمود كامات رئيسي مقوى	عبر ذراع متأرجح أو غماز عالي التحميل	تآكل مبكر في كامة الحقن، وتلف ناتج عن الحمل النقطي المرتفع

التحقق من رقم القطعة أمر لا غنى عنه. فحتى ضمن عائلة المحرك الواحدة قد يختلف مقطع الكامة (ارتفاع الكامة وزاوية الفتح)، وقطر مرتكز المحمل، وعدد الكامات وترتيبها، وعدد أسنان عجلة الإشارة الخاصة بالحساس، باختلاف سنة الصنع وفئة الانبعاثات. لذا قارن قبل الطلب رقم OE المدون على القطعة المفكوكة، ورقم الشاسيه أو المحرك، ورمز مقطع الكامة إن وجد. فمقطع الكامة الخاطئ يفسد منحنى القدرة والتوافق مع متطلبات الانبعاثات حتى لو عمل المحرك.

للاطلاع على نهج الصيانة بحسب نوع عنصر التوقيت الذي يربط عمود الكامات بعمود المرفق، وعلى عواقب انقطاعه، يمكنك الرجوع إلى دليل سير التوقيت.

أعراض الأعطال والتشخيص

يتطور عطل عمود الكامات في الغالب ببطء، وكثيرًا ما تنسب أعراضه الأولى إلى مكونات أخرى، مثل حاقن الوقود أو الشاحن التوربيني أو ضبط الصمامات. لذلك ينبغي تقييم الصوت وفقدان الأداء معًا، واستبعاد المصادر الميكانيكية المحتملة خطوة بخطوة. ويلخص الجدول التالي أكثر أعراض عطل عمود الكامات شيوعًا في الميدان، وطرق الفحص التي تميز بينها.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
طقطقة معدنية من منطقة غطاء الصمامات تزداد مع ارتفاع عدد الدورات	تآكل في سطح الكامة أو الغماز، واتساع خلوص الصمامات	استمع إلى المحرك، وابدأ بقياس خلوص الصمامات وضبطه؛ فإذا استمر الصوت بعد الضبط يقوى الاشتباه في الكامة أو الغماز
فقدان واضح في القدرة، ولا سيما عند الدورات المتوسطة والعالية	انخفاض ارتفاع الكامة بفعل التآكل، وتناقص مقدار رفع الصمام	أجر اختبار الانضغاط أو اختبار توازن القدرة لكل أسطوانة؛ وقس ارتفاع الكامات بالميكرومتر على عمود الكامات المفكوك
عدم انتظام على السرعة الخاملة، وتذبذب في مساهمة إحدى الأسطوانات	تآكل موضعي أو تنقر في كامة واحدة أو أكثر، واختلال توقيت الصمامات في تلك الأسطوانة	حدد الأسطوانة المتأثرة باختبار فصل الأسطوانات، أي إيقاف كل أسطوانة عن العمل على حدة
انخفاض ضغط الزيت، ولا سيما على السرعة الخاملة	اتساع خلوص محامل عمود الكامات (تآكل المحامل)	قس ضغط الزيت على السرعة الخاملة وعند الدورات المرتفعة؛ وتحقق عند الفك من خلوص المحامل بشريط القياس البلاستيكي أو بالميكرومتر
جزيئات معدنية أو برادة في فلتر الزيت أو على مغناطيسه	تآكل متقدم في الكامات أو المحامل، وتساقط أجزاء من المادة	أجر تحليلًا للزيت (قيم الحديد والكروم)؛ واقطع الفلتر وافحص حجم البرادة
رمز عطل حساس موضع عمود الكامات، وصعوبة في بدء التشغيل	تلف عجلة الإشارة الخاصة بالحساس أو اتساخها، أو انحراف الفجوة الهوائية للحساس	اقرأ رمز العطل وافحص إشارة الحساس براسم الإشارة (أوسيلوسكوب)؛ وافحص عجلة الإشارة بالعين
فقدان القدرة وزيادة الدخان في المحرك المزود بمضخة حقن ميكانيكية (دون طقطقة)	تآكل كامة إدارة مضخة الحقن أو مضخة التغذية، وانزياح التوقيت	قس توقيت الحقن؛ وافحص كامة إدارة المضخة والغماز المرتبط بها بعد الفك
صوت خشخشة أو خفقان ناتج عن الارتخاء في منطقة مجموعة التوقيت	فقدان شد السلسلة أو السير، وتآكل التروس، واتساع الخلوص المحوري لعمود الكامات	افحص شد السلسلة أو السير وفق الدليل؛ وقس الخلوص المحوري لعمود الكامات بساعة القياس

قياس ارتفاع الكامة ومقطعها: الاختبار الأكثر موثوقية

بعد فك عمود الكامات، قس ارتفاع كل كامة بالميكرومتر وقارنه بالقيمة المرجعية للشركة المصنعة. ويبين الفرق بين الكامات ما إذا كان التآكل محصورًا في كامة واحدة أم منتشرًا على العمود كله. وإذا أردت تكوين فكرة تقريبية دون فك العمود، فيمكنك اللجوء إلى اختبار متابعة خلوص الصمامات؛ فإذا عاد الخلوص المضبوط بشكل صحيح والمحرك بارد إلى الاتساع خلال مدة قصيرة، فإن ذلك يثير اشتباهًا قويًا في تآكل الكامة أو الغماز.

الفحص البصري: التنقر والتقشر وتغير اللون

يعد التنقر النقطي على سطح الكامة، أو التقشر على هيئة رقائق، أو اللون الأزرق المائل إلى البنفسجي الناتج عن السخونة الزائدة، من الآثار التقليدية لقصور التزييت أو لكلال المادة. وإذا ظهر على سطح تلامس الغماز أثر تآكل غير متمركز

(لامركزي)، فهذا يعني أن الغماز لا يدور حول محوره — وفي هذه الحالة لا يحل استبدال عمود الكامات وحده المشكلة، بل يجب تجديد الغماز معه.

المحمل أم الكامة أم الحساس؟ منطق التمييز

عند تحديد المصدر اترك الفك إلى النهاية. فأولًا (1) يقاس خلوص الصمامات ويضبط، ثم (2) يفحص ضغط الزيت وجودته ونتيجة تحليله. بعد ذلك (3) تفحص إشارة حساس موضع عمود الكامات وحالة عجلة الإشارة، و(4) شد مجموعة التوقيت وعلامات التزامن؛ أما (5) قياس ارتفاع الكامات والمحامل والمرتكزات فيجرى على عمود الكامات المفكوك. وإذا تحسن الصوت والأداء بعد ضبط الصمامات يضعف الاشتباه في عمود الكامات، أما إذا استمر الصوت كما هو رغم الضبط فإن التآكل الميكانيكي يصبح مؤكدًا ويلزم الفك.

تجد في دليل ضبط خلوص صمامات المحرك شرحًا مفصلًا لسبب ترك خلوص للصمامات، وهو الخطوة الأولى في تسلسل التشخيص، وللحالات التي يعاد فيها فحصه.

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

معدات الوقاية الشخصية والسلامة. قبل بدء العمل أطفئ مفتاح التشغيل، وافصل مفتاح البطارية الرئيسي، وانتظر حتى يبرد المحرك. واستخدم قفازات العمل ونظارات الوقاية عند فك غطاء مجموعة التوقيت وغطاء الصمامات، إذ يوجد خطر ملامسة حواف معدنية حادة وأسطح ساخنة. وإذا كان العمل يتطلب إمالة الكابينة فافحص أولًا قفل الإمالة وذراع الدعم. وإذا كنت ستدير عمود المرفق يدويًا فافصل توصيل البطارية بمحرك بدء التشغيل، وأبعد يديك عن الأجزاء المتحركة تجنبًا لخطر الانحشار.

1. **الفحص المبدئي وتسجيل التشخيص:** قبل البدء بالفك سجل خلوص الصمامات وضغط الزيت ورموز الأعطال إن وجدت. فهذا السجل ضروري للمقارنة بعد التركيب.
2. **أمن المركبة:** أرضية مستوية، وفرامل اليد مشدودة، ومصدات العجلات في مكانها، ومفتاح البطارية الرئيسي مفصول.
3. **حدد النقطة الميتة العليا وضع علامة عليها:** أدر عمود المرفق في الاتجاه المحدد في الدليل حتى تصل الأسطوانة رقم 1 إلى النقطة الميتة العليا؛ وصور علامات التوقيت على عمود الكامات وعمود المرفق، وضع علامات إضافية عند الحاجة. فهذه الخطوة هي المرجع الموثوق الوحيد لإعادة ضبط توقيت المحرك.
4. **فك غطاء مجموعة التوقيت ووحدات إدارة الملحقات المرتبطة به:** فك الأجزاء التي تعيق الوصول إلى غطاء مجموعة التوقيت، مثل المولد وسير مضخة المياه؛ ودون موضع كل جزء تفكه.
5. **أرخ ترس التوقيت أو سلسلته أو سيره وانزعه:** قبل تحرير عنصر الشد تحقق مرة أخرى من محاذاة علامات التوقيت. ثم انزع السلسلة أو السير في الاتجاه المعلم؛ واترك الترس مثبتًا على عمود المرفق.
6. **فك مجموعة الأذرع المتأرجحة وقضبان الدفع (في التصميم داخل الكتلة):** ضع على كل قضيب دفع وكل ذراع متأرجح علامة برقم الأسطوانة التي فك منها وبترتيبه؛ فإذا اختلطت الأجزاء اختل توافق التآكل القائم بينها.
7. **انزع الغمازات ورقمها:** تشكل الغمازات مع الكامات أزواج تآكل متوافقة؛ لذا رقمها وفق ترتيب فكها. وإذا كان عمود الكامات القديم لن يعاد استخدامه، فيوصى باستبدال الغمازات أيضًا بطقم جديد.

8 **فك أغطية المحامل أو اسحب عمود الكامات بحذر من الجهة الأمامية أو الخلفية:** في التصميم المزود بأغطية محامل، أرخ الأغطية بعد تعليم ترتيبها واتجاهها؛ أما في التصميم الذي يسحب فيه العمود من داخل الكتلة، فأخرجه بحذر على امتداد محوره مع إسناده، حتى لا تصطدم الكامات بأسطح المحامل.

9 **افحص المحامل وأسطح المرتكزات والمجاري:** نظف مجاري الزيت بالهواء المضغوط، وافحص قمصان المحامل بحثًا عن الخدوش وتغير اللون؛ وجدد المحامل أيضًا عند الحاجة.

10 **قارن القطعة القديمة بالجديدة مقارنة دقيقة:** يجب أن يتطابق عدد الكامات وترتيبها، وقطر المرتكز، وعدد أسنان عجلة الإشارة الخاصة بالحساس، ونوع التوصيل عند طرف مجموعة التوقيت. وإذا وجد اختلاف فلا تركب القطعة، وأعد التحقق من المرجع.

11 **ركب عمود الكامات الجديد بعد تزييته مسبقًا:** زيت الكامات والمرتكزات بسخاء بزيت المحرك أو بزيت التركيب المعتمد من الشركة المصنعة؛ فالتركيب الجاف يسبب عند التشغيل الأول تلفًا لا رجعة فيه في الأسطح. ثم أدخل عمود الكامات إلى مكانه ببطء.

12 **ركب أغطية المحامل أو شفة التثبيت:** اربطها بالترتيب وعزم الربط الواردين في الدليل، وبنمط الربط المتقاطع. وبعد التركيب قس الخلوص المحوري بساعة القياس وقارنه بالتفاوت المسموح.

13 **أعد تركيب الغمازات وقضبان الدفع والأذرع المتأرجحة وفق ترتيبها عند الفك:** التزم بالترقيم التزامًا تامًا؛ وإذا كنت تستخدم عمود كامات جديدًا مع طقم غمازات جديد فاتبع إجراء التشغيل الأولي (الترويض) الذي تحدده الشركة المصنعة.

14 **أعد تركيب ترس التوقيت أو سلسلته أو سيره وفق علامات التوقيت:** أعد محاذاة علامات عمود المرفق وعمود الكامات، واضبط عنصر الشد وفق الدليل. فأي خطأ في هذه الخطوة يحدث انحرافًا في التوقيت قد يلحق بالمحرك ضررًا جسيمًا.

15 **اضبط خلوص الصمامات:** اضبط خلوص الصمامات في جميع الأسطوانات وفق القيم الباردة الواردة في الدليل؛ فهذه الخطوة تؤثر مباشرة في سلامة عملية استبدال عمود الكامات.

16 **ركب غطاء مجموعة التوقيت والملحقات المفكوكة، ثم شغل المحرك وأجر الفحص النهائي:** قبل تشغيل المحرك أدر عمود المرفق يدويًا دورة كاملة للتحقق من دورانه بحرية. ثم شغل المحرك وافحص الصوت وضغط الزيت ورموز الأعطال إن وجدت، على السرعة الخاملة وعند الدورات المتوسطة؛ وأعد الفحص بعد اختبار قيادة قصير.

نقاط تستوجب الانتباه (الأخطاء الشائعة)

أغلى الأخطاء ثمنًا هو إغفال علامة التوقيت. فالتزامن بين عمود الكامات وعمود المرفق ليس أمرًا يكفي أن تلقي عليه نظرة واحدة ثم تمضي، بل هو خطوة يجب التحقق منها بشكل قاطع. ففي كثير من محركات المركبات التجارية الثقيلة تكون المسافة بين الصمام والمكبس ضيقة جدًا (محركات التداخل)، ولذلك قد يؤدي التوقيت الخاطئ إلى اصطدام الصمام بالمكبس، وانكسار الصمام، وتلف المكبس. لهذا فإن تصوير العلامات، وإدارة عمود المرفق يدويًا بعد التركيب للتحقق من دورانه بحرية، أمران إلزاميان.

لا تستخدم غمازًا قديمًا مع عمود كامات جديد. فسطح التلامس في الغماز المتآكل لم يعد يتوافق مع مقطع الكامة الجديدة. ويؤدي عدم التوافق هذا إلى تآكل العمود الجديد بسرعة وبشكل غير منتظم، فيتكرر العطل خلال مدة قصيرة. لذا فإن تجديد الغمازات مع استبدال عمود الكامات ممارسة قياسية، ولا سيما إذا ظهرت على سطح التلامس آثار أو تجوف أو تغير في اللون.

نظف مجاري الزيت قبل الانتقال إلى التركيب. فقد تنتقل برادة المحامل القديمة من المجرى غير المنظف إلى القطعة الجديدة، وعندها يتعرض عمود الكامات الجديد للتلف نفسه خلال مدة قصيرة. كما أن أسطح الكامات والمرتكزات تكون في أشد الحاجة إلى التزييت لحظة التشغيل الأول، ولذلك قد يسبب التركيب الجاف دون زيت التركيب تآكلًا لا رجعة فيه خلال

الدقائق القليلة الأولى. وأعد تركيب الغمازات التي سيعاد استخدامها وفق ترتيب فكها؛ فالغمازات الموضوعة عشوائيًا تفسد أزواج التآكل المتوافقة وتمهد لعطل مبكر.

اربط البراغي بمفتاح عزم الدوران. فعند تطبيق عزم زائد على براغي أغطية المحامل وترس التوقيت تتلف أسنان اللولب ويتشوه المحمل. ولا تتجاوز خطوة التحقق من خلوص المحامل بشريط Plastigage أو بالميكرومتر، لأن المحمل الذي يبقى شديد الإحكام أو شديد الارتخاء هو السبب الأكثر شيوعًا للأعطال المبكرة بعد التركيب. وإتمام التركيب دون قياس الخلوص المحوري خطأ من الصنف نفسه؛ فالخلوص المحوري الزائد قد يؤدي إلى انزياح عمود الكامات أثناء التشغيل، وإلى اختلال المسافة بين عجلة الإشارة والحساس.

ومن أوجه الاستسهال الشائعة أيضًا محاذاة علامات التوقيت بالعين محاذاة «تقريبية». فانزياح سن واحد يكفي لإفساد توقيت الحقن والمسافة بين الصمام والمكبس؛ لذا اضبط محاذاة العلامات بدقة تامة وفق الوصف الوارد في الدليل. ولا ينبغي كذلك إغفال إجراء التشغيل الأولي (الترويض). ففي بعض عائلات المحركات يوصى بتشغيل طقم الكامات والغمازات الجديد عند عدد دورات محدد في الدقائق الأولى، وإذا أغفلت هذه الخطوة لا تتكون بين الأسطح طبقة تآكل سليمة.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات *نموذجية / مرجعية عامة* لمحركات الديزل في المركبات التجارية الثقيلة. وهي تختلف باختلاف عائلة المحرك ومقطع الكامة والشركة المصنعة؛ والمرجع المعتمد للقيمة الدقيقة هو دليل الخدمة.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
الخلوص القطري لمحامل عمود الكامات	0.03 – 0.10 مم تقريبًا	الخلوص الزائد يؤدي إلى انخفاض ضغط الزيت، والإحكام الزائد يؤدي إلى احتراق المحمل
الخلوص المحوري	0.05 – 0.30 مم تقريبًا	يزداد عند تآكل صفيحة التثبيت أو الشفة؛ ويؤثر في الفجوة الهوائية للحساس
انحراف الدوران القطري لعمود الكامات	أقل من 0.02 – 0.05 مم عادة	فوق هذه القيمة يزداد خطر الاهتزاز والتآكل المبكر للمحامل
حد التآكل المسموح في ارتفاع الكامة	حد انحراف يبلغ نحو 0.1 – 0.3 مم عن القيمة المرجعية للشركة المصنعة	يختلف كثيرًا باختلاف عائلة المحرك؛ ويجب أخذ القيمة الدقيقة من الدليل
الفجوة الهوائية لحساس موضع عمود الكامات	0.5 – 1.5 مم تقريبًا	الفجوة الزائدة تؤدي إلى ضعف الإشارة وظهور رمز عطل
خلوص الصمامات (على البارد، ديزل ثقيل نموذجي)	السحب: 0.20 – 0.40 مم تقريبًا / العادم: 0.40 – 0.60 مم تقريبًا	يختلف باختلاف عائلة المحرك؛ وانتبه إلى الفرق بين الضبط على الساخن والضبط على البارد
ضغط الزيت على السرعة الخاملة (المحرك ساخن)	1 – 2 bar تقريبًا	قد يشير الانخفاض الواضح إلى اتساع خلوص المحامل

نقطة التثبيت	نطاق عزم الربط النموذجي	تحذير
براغي أغطية محامل عمود الكامات	20 – 45 Nm تقريبًا	اربطها بترتيب متقاطع وعلى مراحل؛ وفي بعض المحركات يلزم الربط بالتحكم في الزاوية (حتى حد الخضوع)
برغي محور ترس التوقيت أو البكرة	80 – 180 Nm تقريبًا	نطاق واسع جدًا يختلف باختلاف عائلة المحرك؛ تحقق من القيمة الدقيقة في الدليل
براغي شفة تثبيت عمود الكامات	20 – 30 Nm تقريبًا	الربط الزائد يؤدي إلى تشوه الشفة وخطأ في الخلوص المحوري
براغي عمود الأذرع المتأرجحة أو حامل تثبيتها	25 – 50 Nm تقريبًا	اربطها بترتيب متقاطع، ولا تصل إلى العزم الكامل دفعة واحدة

نقطة التثبيت	نطاق عزم الربط النموذجي	تحذير
برغي حساس موضع عمود الكامات	8 – 12 Nm تقريبًا	قد يؤدي العزم الزائد إلى تشقق جسم الحساس

قبل فك عمود الكامات، صور كل كامة في القطعة القديمة ورقمها إن أمكن. فإذا احتجت لاحقًا إلى العودة إلى سؤال «كم كان مقدار التآكل في كل كامة؟»، فسيفيدك هذا السجل في تقييم الضمان وفي تحليل السبب الجذري للعطل على حد سواء.

تخبرك القطع المفكوكة بالكثير. فإذا رأيت على سطح الكامة منطقة لامعة كالمرآة، فهي نذير تنقر مبكر، وينبغي التخطيط للاستبدال قبل أن يبدأ التنقر فعليًا. وإذا كان أثر تلامس الغماز منزاحًا عن مركز الكامة، فهذا يعني أن الغماز لا يدور حول محوره، ويجب استبداله مع عمود الكامات. أما البقع الزرقاء أو البنية على قمصان المحامل فهي أثر لقصور التزييت، لكن الأمر لا ينتهي عند هذا الحد؛ إذ يجب البحث بشكل منفصل عن مصدره، أي مضخة الزيت أو انسداد المجاري. وإذا وجد انحناء أو سن مكسور في عجلة الإشارة الخاصة بالحساس، تصبح إشارة الحساس غير منتظمة، وقد يطبق نظام إدارة المحرك توقيتًا خاطئًا.

في التشغيل الأول بعد التركيب، يساعد إبقاء المحرك بضع دقائق عند عدد دورات متوسط ثابت، إذا كان ذلك متوافقًا مع إجراء الشركة المصنعة، على تآكل الأسطح الجديدة تآكلًا سليمًا. وبعد أول 500 – 1000 كم أعد فحص ضغط الزيت وصوت المحرك.

الصيانة وعمر الخدمة

يعد عمود الكامات الذي يعمل في ظروف تزييت صحيحة من أطول المكونات الميكانيكية عمرًا في المحرك. أما ما يقصر عمره فهو في جميع الحالات تقريبًا ثغرة في انضباط التزييت، أو تأخر في ضبط الصمامات، أو استخدام غمازات مستعملة غير متوافقة أو غير مناسبة. فالتلامس بين الكامة والغماز يعتمد على طبقة الغشاء الهيدروديناميكي لزيت المحرك؛ وما إن يرق هذا الغشاء حتى يبدأ التلامس المباشر بين المعدنين ويتسارع التآكل.

يأتي الزيت في مقدمة العادات التي تطيل عمر عمود الكامات. فالتزم بفترة تغيير الزيت، واستخدم الفترة واللزوجة والمواصفة التي تحددها الشركة المصنعة؛ وقصر الفترة إذا كانت المركبة تعمل تحت أحمال ثقيلة أو في بيئة مغبرة أو مع توقف وانطلاق متكررين. والتزم كذلك بفلتر زيت ثابت المواصفة والجودة، لأن فلتر الزيت الرديء أو منتهي الصلاحية يسمح للجسيمات الكاشطة بالوصول إلى سطح التلامس بين الكامة والغماز. أما التحليل الدوري للزيت أو فحص الفلتر فهو أرخص وسيلة لرصد البرادة المعدنية مبكرًا واكتشاف تآكل الكامات والمحامل قبل حدوث تلف جسيم.

ولا تهمل ضبط خلوص الصمامات أيضًا. فالخلوص الواسع يولد ضوضاء وأحمال صدم معًا، أما الخلوص المنغلق فيؤدي إلى عدم جلوس الصمام جلوسًا تامًا وإلى السخونة الزائدة. وفي الحالتين تتعرض الكامة للكلال بصورة غير مباشرة. وافحص كذلك شد مجموعة التوقيت دوريًا؛ فالسلسلة أو السير المرتخي يسبب انحرافات دقيقة واهتزازًا في التزامن بين عمود الكامات وعمود المرفق، ويرتد ذلك في صورة تآكل غير منتظم على سطح الكامة.

وطريقة تشغيلك للمحرك تدخل في الحساب أيضًا. ففي التشغيل على البارد اجعل مدة الدوران على السرعة الخاملة قصيرة، لكن لا ترفع عدد الدورات قبل أن يبلغ المحرك ضغط الزيت الكامل؛ فذلك يسرع التآكل على أسطح الكامات التي لم يتكون عليها بعد غشاء زيت كافٍ. وفي المركبات المتوقفة لأسابيع قد يكون غشاء الزيت قد انساب إلى حد كبير، لذا تجنب الدورات المرتفعة في التشغيل الأول بعد التوقف الطويل. وعند تجديد عمود الكامات فكر بمنطق الطقم الكامل؛ إذ يجب تقييم الغمازات المتآكلة وقمصان المحامل، وعند الحاجة عناصر الشد والتوجيه في مجموعة التوقيت، معًا، لأن تجديد قطعة واحدة وترك البقية يعيد العطل.

من الناحية العملية، يبلغ عمر عمود الكامات في مركبة أسطول جيدة الصيانة، يلتزم فيها بفترات تغيير الزيت ولا يهمل فيها ضبط الصمامات، ما يقارب الفترات الفاصلة بين العمرات الشاملة للمحرك. أما إذا تأخر تغيير الزيت، أو بقي خلوص الصمامات دون ضبط، أو لم يكن الغماز متوافقًا، فإن القطعة نفسها تصاب بالكلال في وقت أبكر بكثير. وتضم مجموعة

عمود الكامات في كتالوج VADEN ORIGINAL ترس عمود الكامات وغطاء عمود الكامات وحشية الغطاء؛ وهذه القطع مطابقة لمراجع OE لتطبيقات محركات المركبات التجارية الثقيلة، وهي متوفرة في المخزون.

فالتشخيص الصحيح لمشكلة عمود الكامات، مع الاستبدال في الوقت المناسب، هو ما يصنع الفرق في أن يعمل المحرك دون مشكلات حتى إصلاحه الشامل. ويضم كتالوج VADEN ORIGINAL ضمن مجموعة عمود الكامات ترس عمود الكامات وغطاء عمود الكامات وحشية الغطاء، متوفرة في المخزون ومطابقة لمراجع OE الخاصة بمحركات الديزل في المركبات التجارية الثقيلة؛ ويعد تحديد المرجع الصحيح بالاستناد إلى بيانات محرك مركبتك وشاسيهها، وإدراج حشية الغطاء وترس عمود الكامات في العمل نفسه، أكثر أشكال التحضير مردودًا في الميدان.

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