

autoexpert.pl

czerwiec 2026

Rynek

ADAS w warsztacie:
bariery i szanse

Elektromobilność

Trendy dotyczące
akumulatorów HV

Wyścig o najszybsze
ładowanie na świecie

Technika i serwis

ADAS pod lupą diagnostów
i warsztatów

Jak układy mild hybrid
eliminują turbodziurę

Płyn chłodniczy:
wrzenie pod kontrolą

Wyposażenie warsztatu
do diagnostyki wtrysku

Perypetie z rozrządem

UKŁADY NAPĘDOWE I PODWOZIE

Geometria zawieszenia
i najczęstsze błędy

Podwozie: wyzwania
starzejącej się floty

Hybryda Volkswagena
bez tajemnic

TEMAT WYDANIA

Systemy ADAS

LICENSED BY:



INSIDE

Built on OE. Made for the Aftermarket.

Od ponad sześciu dekad Hengst jest synonimem jakości, precyzji technicznej i partnerskiej współpracy, charakterystycznej dla producentów oryginalnego wyposażenia (OEM). Dzięki OE w naszym portfolio, przekazujemy te atuty na niezależny rynek części zamiennych – ze sprawdzonymi standardami, wysoką dostępnością produktów na czterech kontynentach i szerokim portfolio dla wszystkich kluczowych zastosowań. Dla dystrybutorów oznacza to niezawodną gamę produktów, szybkie procesy i pełne bezpieczeństwo dostaw. Dla mechaników: niezawodne części, przekonującą jakość i usługi, na których można polegać.

hengst.com/oe-inside

Hengst
FILTRATION

Made in China – tsunami czy przyptyw?



Paweł Kruk
Redaktor naczelny
czasopisma „autoEXPERT”

Pod względem technicznym chińskie samochody spalinowe są stosunkowo proste: jeden silnik na model, niewiele wariantów zawieszenia, zero diesli, podzespoły od znanych dostawców.

Elon Musk zapytany w 2011 r. o BYD jako rywala Tesli, wybuchnął śmiechem. Dosłownie. – Ich technologia nie jest zbyt mocna – powiedział. Dwanaście lat później przyznał publicznie, że BYD jest „bardzo konkurencyjne”. Minęły kolejne trzy lata i BYD sprzedaje więcej elektryków niż Tesla. Tę historię warto zapamiętać – w biznesie nic nie jest dane raz na zawsze.

Chińskie marki są już u nas i coraz śmielej się rozpychają. W maju 2026 r. ich udział w polskich rejestracjach osiągnął rekordowe 14,6 procent. Dla porównania: Kia i Hyundai razem, po prawie trzydziestu latach obecności na naszym rynku, osiągają 9 procent. W Polsce działa już ponad 180 punktów dealerskich MG, BYD, Omody i innych chińskich marek. Sieć rośnie szybciej, niż ktokolwiek zakładał.

W tym samym czasie europejski przemysł motoryzacyjny liczy straty. Volkswagen zamknął fabryki w Niemczech po raz pierwszy od osiemdziesięciu siedmiu lat. Stellantis zwolnił tysiące ludzi w całej Europie. Bosch ogranicza zatrudnienie o kilkanaście tysięcy etatów. Ale zamiast okopywać się za murem, europejscy giganci coraz częściej wybierają inną strategię. Stellantis wszedł w joint venture z Leapmotor i dziś sprzedaje chińskie elektryki przez własną europejską sieć. Volkswagen współpracuje z Horizon Robotics przy systemach autonomicznej jazdy. Audi integruje technologię Huawei w swoich modelach produkowanych w Chinach. BMW rozwija z Huawei ekosystem oparty na HarmonyOS. Brzmi jak odwrócony świat? Bo tak właśnie jest – i to nie jest słabość. To pragmatyzm.

Dla niezależnych warsztatów ważniejsza jest jednak inna kwestia: te auta już jeżdżą po polskich drogach, a za kilka lat zaczną masowo wychodzić z gwarancji. Pod względem technicznym chińskie samochody spalinowe są stosunkowo proste: jeden silnik na model, niewiele wariantów zawieszenia, zero diesli, podzespoły od znanych dostawców. Mniejsza różnorodność wersji niż w europejskich odpowiednikach oznacza również prostszą diagnostykę.

Dostępność części jest lepsza, niż mogłoby się wydawać na podstawie pierwszych opinii. Z doświadczeń sieci ProfiAuto wynika, że podstawowy przegląd okresowy popularnego chińskiego modelu – filtry, klocki, tarcze, elementy zawieszenia – można dziś wykonać poza ASO bez większego problemu. Zamienniki do MG, Omody, BYD czy BAIC są w katalogach dystrybutorów coraz szerzej dostępne. Fakt – na część pozycji czeka się tygodniami, ale dokładnie tak samo bywa z nowymi modelami marek europejskich. To kwestia stażu rynkowego modelu, nie jego paszportu.

Pierwsza fala już płynie – a wraz z nią nowi klienci i nowe modele. Warto wiedzieć, czego się spodziewać, zanim zapukają do Waszych bram.



Spis treści 6/2026

RYNEK

- 6 Aktualności z rynku motoryzacyjnego
- 8 ADAS w realiach warsztatu: co blokuje, a co napędza wdrażanie usług?

TECHNIKA I SERWIS

- 12 Systemy ADAS pod lupą diagnostów i warsztatów
- 16 Doładowanie elektryczne 48 V – jak układy mild hybrid eliminują turbodziurę
- 20 Płyn chłodniczy w upały: punkt wrzenia, ciśnienie, mieszalność i najczęstsze błędy
- 24 Filtry oleju: małe zaniedbanie, wielki rachunek
- 26 Wyposażenie warsztatu do obsługi i naprawy układów wtryskowych – mapa rynku 2026
- 30 Perypetie z rozrządem
- 34 Trendy dotyczące akumulatorów HV

- 36 Wyścig o najszybsze ładowanie na świecie

BLACHARSTWO I LAKIERNICTWO

- 38 PPG MIX'N'SHAKE™ – automatyzacja ostatniego ogniwa w łańcuchu przygotowania produktów gotowych do aplikacji

UKŁADY NAPĘDOWE I PODWOZIE

- 40 Najczęstsze błędy przy geometrii zawieszenia i jak ich uniknąć
- 43 Dobrana para – potężna synergia stworzona, by napędzać rozwój
- 44 Podwozie pod presją: trwałość, komfort i nowe technologie w erze starzejącej się floty
- 48 Jak działa nowa pełna hybryda Volkswagena

PO GODZINACH

- 50 Ładowanie jednym przyciskiem – przełom w infrastrukturze dla elektrycznych ciężarówek



Bogdan Kruk
redaktor „autoEXPERTa”

„autoEXPERT” poleca

Żeby systemy bezpieczeństwa poprawnie działały, często wymagają kalibracji po ingerencji serwisowej. Ze względu na dużą skalę tego zjawiska, nie mówimy już o niszy dla wybranych specjalistów. To codzienność praktycznie każdego warsztatu, który chce obsługiwać pojazdy, jakie można dziś spotkać na ulicy. s. 8

W NASTĘPNYM NUMERZE

TEMAT WYDANIA: SAMOCHODY HYBRYDOWE I ELEKTRYCZNE

- **Układy rozrządu:** układy rozrządu, napęd, obsługa, zmienne fazy, wałki rozrządu, sterowanie
- **Elektronika:** kamery i czujniki radarowe, diagnostyka, kalibracja
- **Oleje i smary dla motoryzacji:** oleje silnikowe, przekładniowe, do samochodów hybrydowych i elektrycznych, filtracja oleju, paliwa i powietrza
- **Tuning:** hamownie: urządzenia diagnostyczne
- **Usługi dla warsztatów:** naprawy bezgotówkowe, usuwanie szkód, zarządzanie substancjami niebezpiecznymi i odpadami, bezpieczeństwo w pracy
- **Elektromobilność:** samochód elektryczny w warsztacie

DODATEK TEMATYCZNY

- **Produkt Roku 2026:** nowości w branży motoryzacyjnej, prezentacje produktów, zwycięzcy ubiegłorocznej edycji

REKLAMODAWCY

ARNOTT	41	PTAK WARSAW EXPO	7
BORGWARNER	19	RAVEN MEDIA (AUTOPROMOCJA)	51
HELLA	11	SCHAEFFLER	43
HENGST	2	SCHRAUBTEC (AUTOPROMOCJA)	52
PPG	39	TUNAP	29
		UFI	25

ZOBACZ RÓWNIEŻ: [AUTOEXPERT.PL](https://www.autoexpert.pl)

TOP 3 na WWW
w maju 2026

CZYLI NAJCHĘTNIEJ CZYTANE NA [AUTOEXPERT.PL](https://www.autoexpert.pl)

- 1. Lakierowanie pojazdów hybrydowych i elektrycznych – te same lakiery, zupełnie inne wyzwania
- 2. TTM 2026 w Poznaniu – redakcja autoEXPERTa podsumowuje
- 3. Jak rozwiązania chmurowe wspierają diagnostykę samochodową



JEŚLI CHCESZ REGULARNIE OTRZYMYWAĆ „AUTOEXPERTA”, ZAMÓW PRENUMERATĘ

Cena i warunki prenumeraty na 2026 rok:

- 150 zł – prenumerata roczna (10 wydań),
- 75 zł – prenumerata półroczna (5 wydań),
- 135 zł – przedłużenie prenumeraty rocznej (10 wydań w cenie 9 wydań).

Wysyłka prenumeraty jest uruchamiana po otrzymaniu wpłaty na rachunek bankowy (numer konta – patrz obok). Po dokonaniu płatności wysyłamy do Państwa również fakturę VAT. Koszty wysyłki czasopisma ponosi wydawca.

Dodatkowe informacje:

„autoEXPERT”: dział prenumeraty
tel. 71 78 23 187
e-mail: prenumerata@ravenmedia.pl

Jak zamówić prenumeratę?

Możesz wybrać jedną z poniższych opcji:

1. Wyślij do nas formularz zamówienia zamieszczony na stronie internetowej: [autoexpert.pl](https://www.autoexpert.pl)

2. Skontaktuj się z nami:

- telefonicznie pod numerem: 71 78 23 187
- e-mailowo: prenumerata@ravenmedia.pl
- przez stronę internetową: [autoexpert.pl](https://www.autoexpert.pl)

• wysyłając zamówienie na adres: „autoEXPERT”, dział prenumeraty
ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław

3. Wpłać należność za prenumeratę na konto bankowe wydawnictwa: Alior Bank SA
39 2490 0005 0000 4600 1058 0484
Nazwa odbiorcy: Raven Media Sp. z o.o.
ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław



autoEXPERT

Adres redakcji

ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław
tel. 71 78 23 180
e-mail: autoexpert@ravenmedia.pl
[autoexpert.pl](https://www.autoexpert.pl)

Redakcja

Redaktor naczelny
Paweł Kruk
tel. 608 600 110
e-mail: pawel.kruk@ravenmedia.pl

Redaktor
Wojciech Traczyk
tel. 537 568 468
e-mail: wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Redaktor
Bogdan Kruk
tel. 608 600 120
e-mail: bogdan.kruk@ravenmedia.pl

Redaktor
Anna Wasilewska-Stawiak
tel. 609 485 276
e-mail: anna.stawiak@ravenmedia.pl

Redaktor
Jakub Kleczkowski
e-mail: jakub.kleczkowski@ravenmedia.pl

Redakcja graficzna i skład

Eliza Przewoska
Joanna Bianga

Reklama

Dyrektor reklamy marki autoEXPERT
Krzysztof Fańciszewski
tel. 608 600 118
e-mail: krzysztof.fasciszewski@ravenmedia.pl

Anna Kruk
tel. 608 685 362
e-mail: anna.kruk@ravenmedia.pl

Dystrybucja

Prenumerata
tel. 71 78 23 187
e-mail: prenumerata@ravenmedia.pl

Administracja i finanse

Dyrektor
Anna Kruk
tel. 608 685 362
e-mail: anna.kruk@ravenmedia.pl

Wydawca

ravenmedia
Raven Media Sp. z o.o.
ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław

Dyrektor wydawniczy

Paweł Kruk
e-mail: pawel.kruk@ravenmedia.pl

Druk i oprawa

Grupa iNTROMAX sp. z o.o. Kraków

Licencja

VOGEL COMMUNICATIONS GROUP
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG
Max-Planck-Str. 7-9
D-97082 Würzburg, Germany

auto auto kfz-betrieb
„autofachmann” „autokaufmann” „kfz-betrieb”

© The Polish edition of the Auto Expert is a publication of Raven Media Sp. z o.o., licensed by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany.
© Copyright of the trademark „Auto Expert” by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany.

Wszystkie nazwy handlowe i towarowe, występujące w niniejszej publikacji, są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm odnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk materiałów wyłącznie za zgodą redakcji. Materiałów niezamówionych redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do skrótów i redakcyjnego opracowania tekstów przyjętych do druku. Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe.

Pagid partnerem trzeciej edycji Drift Girl Camp

W dniach 23–24 maja w toruńskim Moto-Parku odbył się 3. **Drift Girl Camp** – wydarzenie przyciągnęło prawie 40 zawodniczek i pasjonatek jazdy w kontrolowanym poślizgu.

Uczestniczki udowodniły na torze, że *drifting* to dyscyplina wymagająca chirurgicznej precyzji, w której kobiety za kierownicą odnoszą coraz większe sukcesy. Precyzyjne sterowanie autem opiera się w ogromnej mierze na sprawnym hamowaniu, dlatego marka **Pagid**, specjalizująca się w produkcji zaawansowanych materiałów ciernych i komponentów hamulcowych, zaznaczyła swoją obecność w Toruniu jako jeden z partnerów wydarzenia.

Projekt Drift Girl Camp, zainicjowany przez Kamilę Pańkę-Bujakowską, znaną w środowisku jako MotoFretka, na przestrzeni trzech edycji ewoluował z kameralnych spotkań treningowych do poziomu profesjonalnego festiwalu o zasięgu ogólnopolskim. Dwudniowy harmonogram tegorocznego wydarzenia wypełniły intensywne sesje driftingowe pokazujące umiejętności zawodniczek.

Głównym założeniem imprezy jest edukacja techniczna i dosko-



źródło: ConTrust Communication

nalenie kontroli nad autem, a także przełamanie wciąż obecnego stereotypu samego motorsportu jako środowiska zarezerwowanego wyłącznie dla mężczyzn.

Z perspektywy technicznej i inżynierskiej, stabilny poślizg opiera się w głównej mierze na prawidłowej pracy układu hamulcowego. Dynamiczna inicjacja poślizgu przy użyciu hamulca hydraulicznego oraz technika hamowania lewą nogą, która pozwala na dociążenie przodu pojazdu bez przerywania napędu, generują ekstremalne obciążenia cieplne.

W takich warunkach części pojazdu muszą być całkowicie odporne na zjawisko utraty skuteczności cieplnej (*fading*). Seria klocków hamulcowych Pagid Street+, zaprojektowana z myślą o łączeniu codziennej jazdy ze sportowymi ambicjami na torze, ma sprostać tym technicznym wymaganiom.

Więcej informacji: pagid.com

Nowe części termiczne od DENSO Aftermarket

Firma **DENSO Aftermarket** rozszerzyła swoją ofertę **części do układów klimatyzacji i chłodzenia silnika** o 9 nowych numerów katalogowych: 8 skraplaczy klimatyzacji i 1 termostat.

Nowe produkty zastępują 13 numerów OE i zapewniają 136 zastosowań w blisko 3 mln pojazdów w Europie. Części przeznaczone są do modeli marek Audi, BMW, Hyundai, Kia, Mercedes-Benz, Renault, Volkswagen, SEAT i Škoda.



źródło: DENSO Aftermarket

Nowe pozycje są już dostępne w e-katalogu DENSO oraz w katalogu TecDoc. Firma rozwija ofertę części termicznych, obejmującą m.in. chłodnice, intercoolery, skraplacze, a także sprężarki klimatyzacji.

Więcej informacji: denso-group.com

OSRAM z dwiema nagrodami German Innovation Award 2026

Podczas tegorocznej edycji **German Innovation Award** firma **OSRAM** otrzymała dwie nagrody za produkty **NIGHT BREAKER LED Vintage H4** oraz **BATTERYcharge 1010**. Konkurs organizowany przez Niemiecką Radę Wzornictwa wyróżnia rozwiązania cechujące się innowacyjnością i praktycznymi korzyściami dla użytkowników.

Nagrodzone retrofity **NIGHT BREAKER LED Vintage H4** przeznaczone są do klasycznych samochodów. Łączą barwę światła ciepłej bieli (3000 K), charakterystyczną dla starszych pojazdów, z wydajnością LED. Producent deklaruje jasność do 330% wyższą niż w przypadku standardowych żarówek halogenowych, ograniczenie efektu oślepienia, a także nawet sześciokrotnie większą trwałość.



źródło: OSRAM

Jak zapewnia firma **OSRAM** dzięki adapterowi R2 produkty mogą być stosowane w wielu modelach pojazdów.

Drugim wyróżnionym produktem został tzw. inteligentny prostownik **BATTERYcharge 1010** do akumulatorów 12 i 24 V, o prądzie ładowania do 10 A. Urządzenie oferuje wieloetapowe programy ładowania akumulatorów kwasowo-otowowych i litowych, tryb naprawczy oraz funkcję kontroli sprawności alternatora.

Więcej informacji: osram.pl

ROAD-TEQ Auto Detailing od M-TECH: pielęgnacja auta, którą wykonasz samodzielnie

ROAD-TEQ Auto Detailing to linia kosmetyków samochodowych **M-TECH**, uporządkowana według kolejnych etapów pielęgnacji pojazdu: począwszy od mycia wstępnego,

poprzez mycie zasadnicze i dekontaminację, poczystczenie uniwersalne oraz wykończenie.

W skład oferty wchodzi m.in. aktywna piana **Mega Foam+**, preparat do usuwania owadów **Insect Remover+**, szampon **Car Shampoo+**, środek do usuwania smoty i kleju **Tar and Glue Remover+** oraz preparat do czyszczenia felg **Wheel Cleaner+**.

Do czyszczenia wnętrza i różnych powierzchni przeznaczono **APC Max Cleaner+**, natomiast za wykończenie odpowiadają **Quick Detailer+** do pielęgnacji lakieru, **Glass Cleaner+** do szyb i ekranów, **Cockpit Guard+** do elementów wnętrza oraz **Tire Gum Satin+** do opon, uszczelki i tworzyw sztucznych. Producent podkreśla, że

produkty można stosować zarówno podczas regularnej pielęgnacji samochodu przez użytkowników indywidualnych, jak i w warsztatach czy punktach sprzedaży.

Linia została opracowana jako spójny system, który ma prowadzić użytkownika krok po kroku przez cały proces pielęgnacji auta. Poszczególne preparaty przeznaczone do konkretnych zastosowań, m.in. usuwania zabrudzeń organicznych, pyłu hamulcowego, soli drogowej, asfaltu, żywicy czy zabrudzeń we wnętrzu pojazdu. Koncept opiera się na uporządkowanym procesie pielęgnacji i wykorzystaniu specjalistycznych środków przeznaczonych do określonych zadań.

Więcej informacji: m-tech.pl



źródło: M-TECH

Sieć O.K. Serwis ELF partnerem konkursu „Wyciąg talentów”



źródło: INTER-TEAM

Polska dysponuje jednym z największych w Europie rynków warsztatowych szacowanym na ok. 22-24 tysiące punktów naprawczych. Mimo dużego potencjału, wynikającego zarówno z liczby jak i wieku pojazdów, nowych warsztatów nie przybywa. Jednym z powodów tej sytuacji jest coraz mniejsze zainteresowanie młodych Polaków zawodem mechanika pojazdowego.

Pierwsza edycja konkursu „Wyciąg talentów” przypadła na rok szkol-

ny 2024/2025 i miała zachęcić adeptów kierunków mechanicznych do samodzielnego rozwoju i pozostania w branży. Sieć warsztatów **O.K. Serwis ELF** drugi rok z rzędu została partnerem tego projektu, stawiając sobie za cel motywowanie uczniów i absolwentów szkół branżowych do rozwoju w zawodzie mechanika. W ubiegłym roku konkurs przyciągnął blisko 8000 uczestników.

Więcej informacji: www.okserwis.pl

HELLA rozszerza ofertę: już są dostępne sprężarki zawieszenia pneumatycznego

Firma **HELLA** wprowadza do swojej oferty **sprężarki zawieszenia pneumatycznego**, czyli elementy systemu odpowiadające za komfort, bezpieczeństwo oraz stabilność jazdy nowoczesnych samochodów.

Na początek oferta obejmuje 28 referencji pokrywających popularne modele marek, w których zawieszenie pneumatyczne znajduje szerokie zastosowanie (np. Mercedes-Benz, Audi i grupa VAG, BMW, Jaguar czy Land Rover).

Sprężarka zawieszenia pneumatycznego to elektryczna pompa, która zasysa powietrze z otoczenia, spręża je, osusza i przekazuje do miechów powietrznych. To właśnie dzięki niej pojazd utrzymuje prawidłowy prześwit i samopoziomowanie niezależnie od obciążenia czy warunków jazdy. Pracą sprężarki steruje moduł zawieszenia (ECU) wykorzystujący sygnały z czujników wysokości, które też są dostępne w ofercie HELLA. Zintegrowany osuszacz usuwa wilgoć z powietrza,



źródło: HELLA

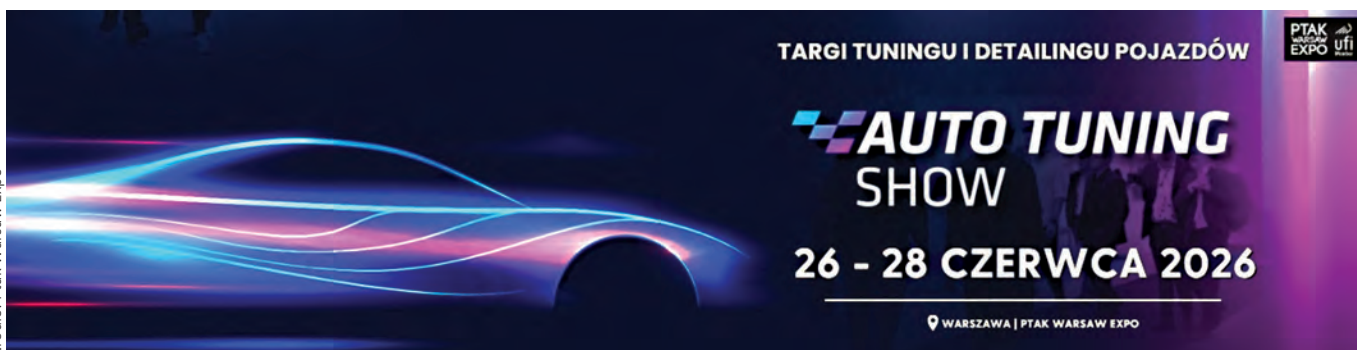
a zaawansowane zabezpieczenia chronią układ przed przegrzaniem oraz nadmiernym ciśnieniem. Co istotne: uszkodzona sprężarka zawieszenia pneumatycznego bardzo często praktycznie uniemożliwia dalszą jazdę.

Jak zapewniają przedstawiciele firmy wprowadzenie sprężarek zawieszenia pneumatycznego do portfolio to kolejny krok HELLA w kierunku tworzenia pełnej oferty z zakresu elektryki, elektroniki i mechatroniki: od czujników, przez elektronikę sterującą, aż po kluczowe komponenty wykonawcze.

Więcej informacji: hella.com

Auto Tuning Show 2026 – odkryj świat motoryzacyjnych emocji

a= PATRONAT



źródło: Ptak Warsaw Expo

W dniach 26–28 czerwca 2026 r. Nadarzyn stanie się centrum motoryzacyjnych emocji. W **Ptak Warsaw Expo** odbędzie się premierowa edycja wydarzenia, które łączy tuning, detailing i najnowsze technologie w jednym miejscu.

Auto Tuning Show to przestrzeń, w której można zobaczyć samochody wykraczające poza schemat: od dopracowanych wizualnie projektów po maszyny o ekstremalnych osiągnięciach. To tutaj *design* spotyka inżynierię, a styl łączy się z mocą.

Jak zapewniają organizatorzy wydarzenia: Auto Tuning Show to coś więcej niż ekspozycja – to widowisko, którego kulminacyjnym punktem będą **Driftingowe Mistrzostwa Polski** – Runda I. Jedno z największych wydarzeń driftingowych w Europie, gdzie najlepsi kierowcy zmierzą się w spektakularnych pojedynkach o każdy punkt i każdy centymetr toru.

- Ryk silników,
- precyzyjna kontrola nad ponad 1000-konnymi maszynami,
- widowiskowe przejazdy w kontrolowanym poślizgu sprawiają, że

emocje sięgną maksimum. Tysiące kibiców, wyjątkowa atmosfera oraz bezpośredni kontakt z motorsportem mają tworzyć wyjątkowe doświadczenie.

Dla kogo jest event? Auto Tuning Show zostało zaprojektowane z myślą o szerokim gronie odbiorców – zarówno o profesjonalistach z branży, jak i pasjonatach motoryzacji.

To też przestrzeń dla właścicieli warsztatów, detailerów, tunerów, producentów i dystrybutorów części oraz akcesoriów, ale także dla

wszystkich, którzy chcą zobaczyć na żywo najbardziej spektakularne realizacje tuningowe, jak również dla tych, którzy planują poznać najnowsze trendy w branży.

Data i godzina:

26–28 czerwca 2026, 10–17:00

Miejsce akcji:

Ptak Warsaw Expo, Al. Katowicka 62, Nadarzyn/Warszawa

Bilety: autotuningshow.com/bilety

Więcej informacji:
autotuningshow.com,
[facebook.com/AutoTuning ShowExpo](https://facebook.com/AutoTuningShowExpo)

Systemy ADAS

ADAS w realiach warsztatu: co blokuje, a co napędza wdrażanie usług?

Samochody wyposażone w systemy ADAS coraz częściej trafiają do niezależnych warsztatów. Trend ten w kolejnych latach będzie się coraz bardziej nasilał. A to oznacza, że warsztaty muszą dostosowywać swoją ofertę do zmieniających się realiów rynkowych, choć wiąże się to z koniecznością pokonywania różnych barier.

Wojciech Traczyk

Systemy wspomaganie kierowcy (m.in. kamery cofania, systemy monitorujące tzw. martwe pola, automatyczne hamowanie awaryjne, systemy utrzymania pasa ruchu) są już standardem w większości nowo rejestrowanych samochodów. Żeby te systemy bezpieczeństwa poprawnie działały, często wymagają kalibracji po ingerencji serwisowej. Ze względu na dużą skalę tego zjawiska, nie mówimy już o niszy dla wybranych specjalistów. To codzienność praktycznie każdego warsztatu, który chce obsługiwać pojazdy, jakie można dziś spotkać na ulicy.

I właśnie w tym miejscu mamy do czynienia z pewnym paradoksem. Technologia jest powszechnie dostępna, niezbędny sprzęt do jej serwisowania można kupić, szkolenia istnieją – a mimo to warsztaty wdrażają obsługę ADAS w bardzo nierównym tempie i z bardzo różną jakością. Jedne inwestują kompleksowo i traktują kalibrację systemów bezpieczeństwa jako pełnoprawną usługę. Inne kupują tablet z oprogramowaniem diagnostycznym i ogłaszają „kalibrację ADAS” w cenniku, nie mając pojęcia, że np. ich przestrzeń robocza dyskwalifikuje poprawność jakiegokolwiek kalibracji.

GDZIE DZIŚ NAPRAWDĘ JESTEŚMY I CO NAJBARDZIEJ BLOKUJE WARSZTATY?

Diagnoza rynku warsztatowego w obszarze systemów ADAS wymaga przede wszystkim jednego rozróżnienia: między „ADAS w folderze oferowanych usług serwisowych” a „ADAS w realnej ofercie”. To dwa zupełnie różne światy.

W pierwszym mamy warsztaty, które formalnie deklarują obsługę systemów wspomaganie kierowcy, bo mają tester diagnostyczny zdolny do komunikacji z modułami ADAS. W praktyce sprowadza się to najczęściej do odczytania kodów błędów i ich skasowania – bez faktycznej ka-

libracji, bez weryfikacji poprawności ustawienia czujników, bez dokumentacji procesu. To nie jest serwisowanie ADAS. To, co najwyżej, serwisowanie diagnozy.

W drugim świecie są warsztaty, które zainwestowały w kompletne stanowisko kalibracyjne, przeszkoliły personel, opracowały procedury i traktują każdą kalibrację jako udokumentowany, odpowiedzialny proces z jasno określonym wynikiem. Tych jest wciąż mniej – ale ich liczba sukcesywnie rośnie. Nieco uogólniając, można przyjąć, że warsztaty blacharskie i lakiernicze, ze względu na specyfikę swojej pracy (naprawy powypadkowe), wcześniej zderzają się z koniecznością kalibracji i szybciej budują niezbędne w tym obszarze kompetencje. Warsztaty mechaniczne nierzadko wciąż traktują ADAS jako temat „na przyszłość”. Multyspecjalistyczne serwisy sieciowe – ze względu na dostęp do szkoleń i wsparcia marek – są z reguły najlepiej przygotowane.

Arkadiusz Raczyński, ekspert ds. szkoleń i wsparcia technicznego w **ZF Aftermarket**, obserwuje ten rynek z perspektywy jednego z największych dostawców rozwiązań diagnostycznych. Jego diagnoza jest optymistyczna: – *Warsztaty coraz chętniej rozszerzają ofertę o obsługę systemów ADAS, ponieważ rośnie liczba pojazdów wyposażonych w zaawansowane systemy wsparcia kierowcy, a wiele napraw, nawet po wymianie szyby czy zawieszania, wymaga dziś kalibracji czujników. Widać wyraźny trend profesjonalizacji rynku. Warsztaty inwestują nie tylko w sprzęt, ale również w szkolenia i cyfrowe narzędzia diagnostyczne.*

Kluczowe słowo w tej obserwacji to „trend” – kierunek jest właściwy, ale tempo i głębokość zmian są bardzo zróżnicowane. I właśnie tu kryje się sedno problemu. Gdy pyta się dostawców o główne bariery wdrożeń ADAS, odpowiedzi są zaskakująco spójne – i równie zaskakująco często pomi-



Wojciech Traczyk
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

jają cenę sprzętu jako czynnik numer jeden. Koszt wyposażenia oczywiście ma znaczenie, ale warsztaty, które naprawdę chcą inwestować, zwykle potrafią go zaplanować. Głębsze bariery leżą gdzie indziej.

BARIERY MENTALNE – STRACH PRZED ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ

ADAS to nie wymiana oleju. To usługa, której wynik ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo kierowcy, pasażerów i innych uczestników ruchu drogowego. Nieprawidłowo skalibrowana kamera przednia może sprawić, że system automatycznego hamowania awaryjnego zareaguje za późno lub w ogóle nie zareaguje. To ciężar odpowiedzialności, którego wielu właścicieli warsztatów świadomie unika – szczególnie jeśli nie czują się wystarczająco kompetentni, żeby ten proces kontrolować.

Ten mentalny blokujący czynnik jest niedoceniany w dyskusjach o rynku ADAS. Warsztat, który nie rozumie, co kalibruje i jak zweryfikować poprawność wyniku, racjonalnie odmawia tej usługi. Problem nie jest zatem wyłącznie w braku sprzętu czy pieniędzy – często jest w braku pewności, że robi się to właściwie.

BARIERY ORGANIZACYJNE – PRZESTRZEŃ, KTÓREJ NIE MA

Kalibracja systemów ADAS to nie jest czynność, którą można wykonać w przypadkowym miejscu warsztatu. Wymaga konkretnych warunków lokalowych: odpowiedniej ilości miejsca, właściwego oświetlenia czy braku zakłóceń elektromagnetycznych.

Zbigniew Lewandowski, manager Działu Diagnostyki i Wyposażenia Warsztatowego w **Delphi**, precyzuje te wymagania: – *Przestrzeń robocza musi zapewniać swobodę przemieszczania się wokół pojazdu. Bardzo istotna jest podłoga przestrzeni roboczej – musi być pozioma i gładka, aby przeprowadzić proces zgodnie z procedurą. Spełnienie minimalnych wymagań nie zapewnia komfortu, ale umożliwia pracę z systemem.* Problem w tym, że znaczna część polskich warsztatów to obiekty projektowane w innych czasach, dla innych potrzeb. Nierówna posadzka, słupy konstrukcyjne w złym miejscu, za mała przestrzeń między stanowiskami – to realia, z którymi spotykają się dostawcy przy każdym wdrożeniu.

Jak dodaje **Zbigniew Lewandowski**, zwykle przed zakupem warto umówić się na prezentację i zobaczyć w praktyce, jak działa system. Dzięki temu później łatwiej jest wygospodarować właściwą przestrzeń we własnym serwisie.

BARIERY KOMPETENCYJNE – ZNIKAJĄCY LUDZIE

Rotacja pracowników w branży motoryzacyjnej jest zjawiskiem powszechnym. Warsztat, który zainwestuje w przeszkolenie mechanika z obsługi systemów ADAS, po kilku miesiącach może stanąć przed faktem, że ten pracownik odszedł do konkurencji lub otworzył własną działalność. Wiedza, za którą zapłacono, znika razem z człowiekiem.

To sprawia, że wiele warsztatów traktuje inwestycję w szkolenia ADAS jako ryzyko – tym większe, że technologia jest złożona, a jej opanowanie wymaga czasu. **Arkadiusz Raczyński** wskazuje na systemowy charakter problemu: – *Główne bariery hamujące inwestycje warsztatów w obsługę systemów ADAS to nie tylko koszt samego wyposażenia, ale przede wszystkim rosnąca złożoność technologii i konieczność stałego podnoszenia kompetencji*

personelu. Kalibracja kamer, radarów czy lidarów wymaga odpowiednich procedur, precyzyjnych warunków warsztatowych oraz dostępu do aktualnego oprogramowania.

BARIERY TECHNOLOGICZNE – SZYBKI POSTĘP SYSTEMÓW ADAS

Jak słusznie zwraca uwagę **Arkadiusz Raczyński**, warsztaty obawiają się również szybkiego starzenia technologii i braku standaryzacji między producentami pojazdów. Dodatkowym wyzwaniem jest coraz większa ilość danych generowanych przez pojazdy i konieczność ich prawidłowej interpretacji. Dlatego kluczowe stają się rozwiązania wspierające diagnostykę, wizualizację i walidację systemów ADAS, które skracają czas pracy i zwiększają bezpieczeństwo napraw.

BARIERY EKONOMICZNE – ROI NIEPEWNY, ZLECENIA NIEREGULARNE

Inwestycja w kompletne stanowisko do kalibracji ADAS – sprzęt, oprogramowanie, szkolenia, ewentualna adaptacja przestrzeni – to wydatek rzędu co najmniej kilkudziesięciu tysięcy złotych. Dla małego lub średniego warsztatu to poważna decyzja, która wymaga dokładnej kalkulacji zwrotu z inwestycji.

Problem w tym, że popyt na kalibrację jest nieregularny. Nie każdy samochód, który wjeżdża na stanowisko, wymaga kalibracji ADAS. A w mniejszych miejscowościach, gdzie park pojazdów jest starszy, klienci z nowymi samochodami pełnymi czujników stanowią mniejszość. Warsztat może czekać tygodniami między zleceniami, które uzasadniałyby całe stanowisko.

– *Ograniczeniem bywa miejsce, koszt wyposażenia, ale też zwykła codzienność i fakt, że wiele takich aut po prostu jeszcze nie trafia do niezależnych serwisów* – podsumowuje **Konrad Gołowski**, doradca techniczno-handlowy w **Hella Polska**.

NAJCZĘSTSZE BŁĘDY NA STARCIE

Dostawcy, którzy wdrożyli setki stanowisk ADAS w całej Polsce, widzą powtarzające się wzorce błędów. Ich diagnoza pokazuje, że największe problemy rzadko mają typowo techniczny charakter.

Błąd pierwszy: niedoszacowanie wymagań przestrzennych. **Konrad Gołowski** wprost wskazuje na przestrzeń w warsztacie jako numer jeden wśród błędów organizacyjnych: – *Najczęstszym błędem warsztatów wchodzących w serwis systemów ADAS jest niedoszacowanie wymagań lokalowych. Kalibracja wymaga płaskiej, poziomej powierzchni i odpowiednio dużej przestrzeni roboczej, a to w wielu serwisach okazuje się problemem. Dla części marek konieczne jest zachowanie bardzo konkretnych odległości i warunków ustawienia pojazdu oraz urządzeń.*

Błąd drugi: kupno sprzętu bez planu. **Konrad Gołowski** stawia sprawę jasno: – *Drugim typowym błędem jest przekonanie, że wystarczy sam zakup sprzętu. Natomiast bez odpowiednich procedur, szkoleń i warunków warsztatowych nie można mówić o poprawnej oraz bezpiecznej kalibracji systemów ADAS.* Sprzęt to warunek konieczny, ale niewystarczający. Warsztat, który kupi tablicę kalibracyjną i stojak, a nie opracuje procedur przyjmowania zleceń, dokumentowania

Nasi EXPERCI



Zbigniew Lewandowski
Manager Działu Diagnostyki
i Wyposażenia Warsztatowego
Delphi



Konrad Gołowski
Doradca techniczno-handlowy
Hella Polska



Arkadiusz Raczyński
Ekspert ds. szkoleń i wsparcia
technicznego
ZF Aftermarket

wyników i postępowania w przypadku niepowodzenia kalibracji, wchodzi w obszar odpowiedzialności, z której nie zdaje sobie sprawy.

Błąd trzeci: ignorowanie aktualizacji. Zbigniew Lewandowski tłumaczy, jak wygląda kwestia oprogramowania w praktyce: – *Oprogramowanie w przypadku marki Delphi zawiera się w standardowej licencji testera diagnostycznego i nie wymaga dodatkowych opłat. Współpracuje ono również z urządzeniami innych producentów – pod warunkiem posiadania homologowanych tablic. Aktualnie, również po wygaśnięciu licencji, możliwe jest wykonywanie procedur ADAS w pojazdach niezabezpieczonych bramkami bezpieczeństwa. Warto jednak pamiętać, że brak aktywnej licencji pozbawia nas możliwości aktualizacji oprogramowania i baz danych, co po pewnym czasie uniemożliwia serwisom skorzystanie z pełnych możliwości oferowanych przez Delphi.* Innymi słowy: zaoszczędzony abonament może kosztować więcej w postaci niemożności obsłużenia nowych modeli pojazdów.

Błąd czwarty: traktowanie ADAS jako usługi dodatkowej, nie procesu. Warsztaty, które traktują kalibrację ADAS jak: „zamów, jeśli chcesz” – tracą kontrolę nad procesem. Kalibracja ADAS po wymianie szyby nie jest opcją do zaproponowania klientowi. To wymóg, który wynika z bezpieczeństwa pojazdu. Warsztaty, które to rozumieją i wbudowują kalibrację jako obowiązkowy krok w proces naprawy unikają odpowiedzialności za pojazd zwrócony z nieskalibrowanymi systemami.

Błąd piąty: przekonanie o pełnej uniwersalności rozwiązań. Konrad Goławski precyzuje granice tego, co „działa ze wszystkim”: – *Systemy do kalibracji ADAS, takie jak rozwiązania Hella Gutmann, bez problemu radzą sobie z większością popularnych marek i w tym zakresie można mówić o pełnej uniwersalności. Inaczej wygląda to jednak przy nowych, często mało znanych markach chińskich, które dopiero pojawiają się na rynku, ponieważ tu nadal brakuje części procedur czy dedykowanych rozwiązań.*

Rosnący udział chińskich marek na polskim rynku to wyzwanie, z którym dostawcy oprogramowania i sprzętu dopiero zaczynają się mierzyć. Warsztat, który kupi dziś system deklarowany jako „uniwersalny”, może za dwa lata odkryć, że 20% wjeżdżających aut to modele, dla których procedur jeszcze nie ma.

CO REALNIE NAPĘDZA RYNEK ADAS

Skoro bariery są tak liczne, skąd bierze się wzrost wdrożeń? Bo rynek ten jednak rośnie – i to dość dynamicznie.

Rosnąca liczba pojazdów wymagających kalibracji. Każdego roku na polskich drogach przybywa dziesiątki tysięcy aut wyposażonych w systemy ADAS. Każde zderzenie, każda wymiana szyby, każda naprawa zawieszenia w takim pojeździe potencjalnie wymaga kalibracji czujników. Popyt rośnie bez żadnych działań ze strony warsztatów – po prostu dlatego, że park pojazdów się zmienia.

Nacisk ubezpieczycieli i rzeczoznawców. Towarzystwa ubezpieczeniowe coraz częściej wymagają dokumentacji kalibracji systemów ADAS po naprawach powypadkowych. Warsztat, który nie jest w stanie przeprowadzić kalibracji na miejscu lub jej udokumentować, traci zlecenia na rzecz konkurencji. To jeden z silniejszych bodźców ekonomicznych w tym segmencie.

Wzrost dostępności szkoleń i danych. Jeszcze 3–4 lata temu zdobycie rzetelnej wiedzy o kalibracji ADAS wymagało

albo drogiej szkoleń organizowanych przez producentów OEM, albo samodzielnego eksperymentowania. Dziś rynek szkoleń dla niezależnych warsztatów jest znacznie bogatszy.

Zbigniew Lewandowski z Delphi dodaje konkretny przykład: – *W Delphi Academy w podwarszawskich Falentach nasi eksperci prowadzą prezentacje zarówno na specjalne życzenie, jak i w trakcie szkoleń z zakresu diagnostyki.*

Profesjonalizacja niezależnych serwisów. Rynek konsoliduje się. Sieci niezależnych warsztatów wymuszają na swoich członkach standardy obsługi, które obejmują coraz częściej serwisowanie systemów ADAS. Warsztat, który chce być częścią takiej sieci, musi spełnić określone wymagania. To męki, ale skuteczny mechanizm podnoszenia standardów.

Centralizacja oprogramowania i sztuczna inteligencja. Arkadiusz Raczyński wskazuje na kierunek, w którym zmierza technologia: – *Rynek zmierza w stronę centralizacji oprogramowania i systemów opartych na sztucznej inteligencji, co będzie dodatkowo zwiększać znaczenie kompetencji związanych z ADAS w niezależnych serwisach.*

Uproszczone interfejsy, asystenci AI prowadzący mechanikę przez procedurę kalibracji krok po kroku, automatyczna walidacja wyników – to kierunek, który może radykalnie obniżyć barierę kompetencyjną w ciągu kilku lat.

JAK ZMIENIA SIĘ PODEJŚCIE WARSZTATÓW?

Jeszcze kilka lat temu dominowały pytania fundamentalne: o sens inwestycji; o to, czy klienci w ogóle będą wymagać kalibracji; czy rynek jest na to gotowy. Był to etap edukacji podstawowej. Potem przyszły pytania ekonomiczne: o zwrot z inwestycji; regularność zleceń; opłacalność stanowiska w mniejszym warsztacie.

Dziś coraz częściej padają pytania zupełnie innej kategorii: o efektywność, powtarzalność i dokumentację. Warsztaty, które już wdrożyły ADAS, chcą robić to szybciej, z mniejszą liczbą błędów i z lepszym zabezpieczeniem w przypadku reklamacji. Pytają też o nowe marki chińskie, które zaczynają do nich trafiać, i o to, jak nadążyć za aktualizacjami procedur. Jest to bez wątpienia zmiana fundamentalna. Rynek dojrzewa, a tempo tej dojrzałości wyraźnie przyspiesza.

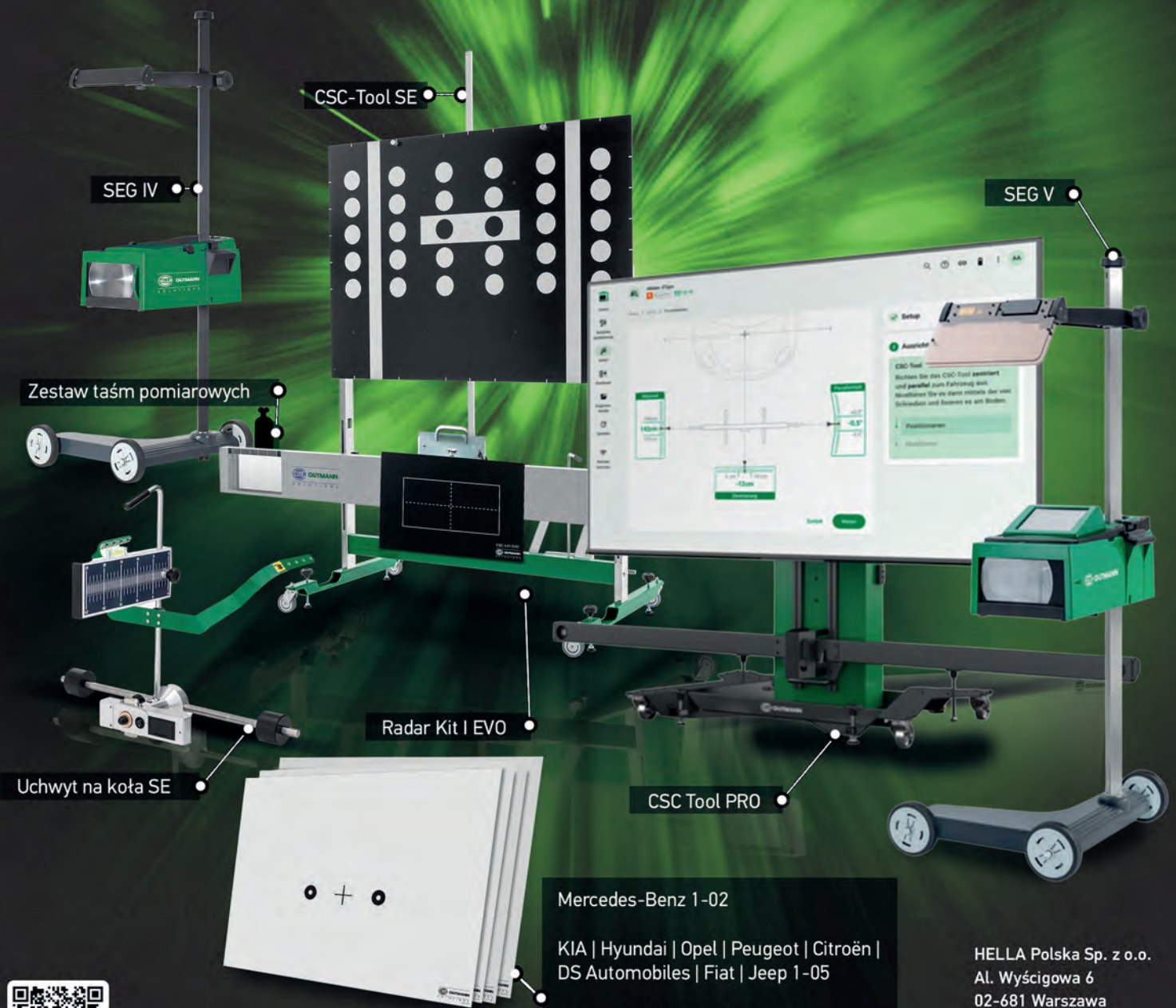
Arkadiusz Raczyński z ZF Aftermarket dostrzega ten trend w szerszym kontekście technologicznym: – *Coraz większym zainteresowaniem cieszą się rozwiązania umożliwiające szybszą analizę danych i integrację wielu sensorów jednocześnie.* Warsztaty, które już mają doświadczenie z ADAS, szukają dalszego zwiększenia efektywności, a nie tylko możliwości obsługi tego typu systemów.

WNIOSKI: CO NAPRAWDĘ DECYDUJE O SUKCESIE?

ADAS przestaje być technologią dla wybranych i staje się rynkowym standardem, do którego niezależne warsztaty muszą się dostosować. Sam zakup nowoczesnego systemu kalibracyjnego nie gwarantuje jednak poprawności usług. Kluczowe znaczenie mają również odpowiednie procedury, przeszkolony personel oraz właściwie przygotowana przestrzeń robocza.

Warsztat wykonujący kalibrację ADAS bierze współodpowiedzialność za bezpieczeństwo pojazdu na drodze. Dlatego niezbędne jest połączenie odpowiednich narzędzi z wiedzą i procedurami potwierdzającymi prawidłowe wykonanie usługi. Warsztaty, które świadomie zainwestują w kompetencje, technologię i organizację pracy, mają szansę zbudować silną pozycję na rynku rozwijającym się wraz z rosnącą liczbą nowoczesnych pojazdów. ☺

KALIBRACJA ADAS BEZ KOMPROMISÓW



Mercedes-Benz 1-02

KIA | Hyundai | Opel | Peugeot | Citroën |
DS Automobiles | Fiat | Jeep 1-05

Nissan | Mercedes-Benz 1-04

Renault 1-03

HELLA Polska Sp. z o.o.
Al. Wyciągowa 6
02-681 Warszawa
tel. 22/514 17 60
www.hella.pl
f hella.polska





źródło: stock.adobe.com/Wongsakon

Systemy ADAS

Systemy ADAS pod lupą diagnostów i warsztatów

Od 2024 r. zaawansowane systemy wspomagania kierowcy ADAS stanowią obowiązkowe wyposażenie nowych pojazdów w Unii Europejskiej. Rosnąca liczba pojazdów wyposażonych w systemy ADAS na polskich drogach to nie tylko krok w stronę poprawy bezpieczeństwa, lecz także poważne wyzwanie dla warsztatów i diagnostów. Precyzja kalibracji kamer, radarów, sensorów LiDAR i innych czujników decyduje o tym, czy system faktycznie zadziała w sytuacji krytycznej.

Bogdan Kruk



Bogdan Kruk
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

Nowoczesne samochody są już nie tylko środkami transportu, lecz także zaawansowanymi systemami analizującymi otoczenie i wspierającymi kierowcę w sytuacjach zagrożenia. Elektronicznie sterowane systemy wspomagania kierowcy ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*) stały się kluczowym elementem czynnego bezpieczeństwa we współczesnych pojazdach. Obejmują one szeroki zakres funkcji: od systemów wykrywających zmęczenie kierowcy, przez asystentów utrzymania pasa ruchu, po automatyczne systemy hamowania awaryjnego.

ASYSTENCI, KTÓRZY MAJĄ RATOWAĆ ŻYCIE

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/2144 z dnia 27 listopada 2019 r. wprowadziło obowiązek wyposażania nowych pojazdów w zaawansowane systemy bezpieczeństwa. Od 6 lipca 2022 r. wszystkie nowo homologowane modele samochodów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych muszą być wyposażone w m.in. zaawansowany system automatycznego hamowania awaryjnego AEBS (*Advanced Emergency Braking System*), asystent utrzymania pasa ruchu LKA (*Lane Keeping Assist*),

inteligentny asystent prędkości ISA (*Intelligent Speed Assistent*), system monitorowania uwagi kierowcy DSS (*Driver State Sensing*) lub DMS (*Driver Monitoring System*), system monitorowania ciśnienia w oponach TPMS (*Tire Pressure Monitoring System*) oraz czujniki cofania. Od lipca 2024 r. wymogi te obejmują wszystkie nowo rejestrowane pojazdy bez wyjątku. W przypadku ciężarówek i autobusów obowiązek stosowania systemów AEBS oraz LDWS/LKA wprowadzono znacznie wcześniej.

Regulacje wynikają z europejskiej strategii „Vision Zero” – wizji dróg wolnych od ofiar śmiertelnych do 2050 r. Według Europejskiej Rady Bezpieczeństwa Transportu w 2023 r. na drogach UE zginęło ponad 20 tys. osób, a liczba ofiar spadła względem 2022 r. jedynie o 1%. Szacuje się, że ok. 90% wypadków drogowych jest spowodowanych błędem człowieka – i właśnie w takich sytuacjach systemy ADAS mogą skutecznie interweniować.

RADAR, KAMERA, LIDAR – ZMYŚŁY WSPÓŁCZESNEGO SAMOCHODU

Skuteczność systemów ADAS zależy bezpośrednio od jakości danych dostarczanych przez czujniki monitorujące otoczenie pojazdu. Kamery wielofunkcyjne ADAS – montowane najczęściej za przednią szybą lub w obudowie lusterka wewnętrznego – odpowiadają za rozpoznawanie znaków drogowych, wykrywanie pieszych i rowerzystów oraz analizę oznakowania pasa ruchu. Czujniki radarowe obliczają odległość, prędkość i kierunek ruchu obiektów, działając skutecznie również w trudnych warunkach pogodowych. Czujniki LiDAR (*Light Detection and Ranging*) tworzą trójwymiarową mapę otoczenia za pomocą impulsów laserowych. Obecnie rozwiązania te są stosowane głównie w pojazdach autonomicznych, jednak ich znaczenie będzie stopniowo rosnąć również w samochodach seryjnych.

We współczesnych systemach wspomagania kierowcy powszechnie stosuje się fuzję danych pochodzących z kilku typów czujników jednocześnie. Dopiero ich wspólna analiza pozwala na pewną identyfikację elementów otoczenia nawet w trudnych warunkach drogowych i atmosferycznych. Informacje z czujników są następnie przetwarzane przez sterowniki ECU (*Electronic Control Unit*), które analizują sytuację niemal w czasie rzeczywistym. Efektem może być ostrzeżenie kierowcy – sygnał dźwiękowy, komunikat świetlny, wibracja kierownicy lub fotele – albo automatyczna interwencja systemu, obejmująca hamowanie awaryjne, korektę toru jazdy czy aktywne utrzymanie pasa ruchu.

Ponieważ systemy ADAS są zintegrowane z systemem diagnostyki pokładowej OBD, powinny wykrywać nieprawidłowości i ostrzegać kierowcę odpowiednim komunikatem lub lampką kontrolną. Mechanizmy samokontroli mają jednak swoje ograniczenia, które różnią się znacząco między producentami i poszczególnymi modelami pojazdów. Poniżej określonego progu odchylenia czujnik może działać nieprawidłowo, nie generując przy tym żadnego kodu błędu.

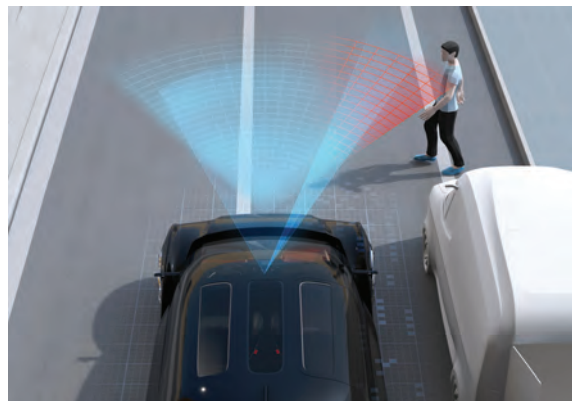
TESTY NA LAUSITZRING: JAK NIEWIELKIE ODCHYLENIA DEZAKTYWUJĄ ADAS

W 2023 r. na terenie Centrum Technologicznego przy torze Lausitzring w Brandenburgii inżynierowie DEKRA przeprowadzili szczegółowe badania systemów ADAS. Postawili

konkretne pytanie: co dzieje się wtedy, gdy czujniki są nieznacznie rozkalibrowane, ale odchylenie pozostaje poniżej progu samodiagnostyki systemu? W pierwszej serii prób celowo przestawiono przednią kamerę w trzech różnych pojazdach seryjnych wyposażonych w asystenta hamowania awaryjnego. Rozkalibrowanie utrzymywano tuż poniżej progu błędu systemowego. Kierowca nie otrzymywał żadnego ostrzeżenia o nieprawidłowości, dlatego mógł zakładać, że system działa prawidłowo.

Przy prawidłowo skalibrowanej kamerze wszystkie 3 pojazdy ostrzegały kierowcę z odpowiednim wyprzedzeniem i zatrzymywały się przed przeszkodą lub manekinem pieszego – zarówno przy prędkości 20, 40, jak i 60 km/h, zgodnie z procedurami testowymi Euro NCAP. Po celowym przestawieniu kamery rezultaty okazały się diametralnie różne. Jeden z pojazdów nie był w stanie uniknąć kolizji już przy 20 km/h.

Drugi skutecznie wyhamowywał przy niższych prędkościach, jednak przy 60 km/h uderzyłby w przeszkodę. Jedynie trzeci zachował pełną sprawność we wszystkich scenariuszach testowych. Szczególnie niepokojące było to, że w dwóch z trzech pojazdów systemy wspomagające nie ostrzegły kierowcy ani nie zainicjowały hamowania nawet przy prędkości 40 km/h.



źródło: stock.adobe.com/chesky

Ilustracja 1. Kamera za przednią szybą i czujnik radarowy z zderzakiem monitorują przestrzeń przed pojazdem, identyfikując pieszych i inne przeszkody oraz inicjując automatyczne hamowanie w sytuacji zagrożenia.

Wniosek jest jednoznaczny: nawet niewielkie odchylenie ustawienia kamery przedniej – niezauważalne zarówno dla kierowcy, jak i systemu diagnostycznego – może doprowadzić do częściowej lub całkowitej utraty kluczowych funkcji bezpieczeństwa. Taka sytuacja może wystąpić na przykład po nieprawidłowo wykonanej wymianie szyby przedniej, jeśli nie przeprowadzono prawidłowej kalibracji kamery ADAS. Wyniki są zgodne z obserwacjami opisanymi w raporcie DEKRA Road Safety Report 2023 „Technology and People”, w którym przedstawiono analogiczne eksperymenty przeprowadzone przez ekspertów ds. bezpieczeństwa ruchu drogowego.

RADAR Z TYŁU POJAZDU I MARTWE POLE: PUŁAPKA NA PARKINGU

Druga seria testów poświęcona była systemowi monitorowania martwego pola BSD (*Blind Spot Detection*). Inżynierowie nieznacznie przestawili głowicę tylnego radaru prostopadle do osi podłużnej pojazdu, utrzymując odchylenie poniżej progu samodiagnostyki systemu. Z zewnątrz zmiana pozostawała niewidoczna, ponieważ radar jest ukryty za zderzakiem.

W zasymulowanym scenariuszu autostradowym testowany pojazd poruszał się prawym pasem; kierowca zamierzał wyprzedzić i włączył lewy kierunkowskaz, podczas gdy z tyłu lewym pasem zbliżał się inny pojazd z większą prędkością. W takich warunkach system ostrzegł o zbliżającym się pojeździe zdecydowanie zbyt późno, aby skutecznie zapobiec kolizji podczas rzeczywistej zmiany pasa ruchu.

Do rozkalibrowania tylnego radaru może dojść już podczas pozornie niegroźnego kontaktu parkingowego, który nie pozostawia nawet widocznych śladów na zderzaku. Testy przedniej kamery i tylnego radaru ujawniają systemową słabość współczesnych układów ADAS: możliwości systemów samodiagnostyki nie obejmują wszystkich potencjalnych odchyłeń czujników. Dla warsztatów oznacza to jedno – brak kodów usterek zapisanych w systemie OBD nie stanowi gwarancji prawidłowego działania systemów wspomagania kierowcy.

AEBS W CIĘŻARÓWKACH: PRAWO KONTRA RZECZYWISTOŚĆ

Wyzwania związane z systemami ADAS dotyczą również pojazdów ciężarowych. Zaawansowany system automatycznego hamowania awaryjnego AEBS jest obowiązkowym wyposażeniem nowych typów ciężarówek homologowanych w Unii Europejskiej od 2013 r., a od 2015 r. wymóg ten objął większość nowo rejestrowanych pojazdów ciężarowych. Mimo to nadal dochodzi do poważnych wypadków spowodowanych najechaniem na pojazdy stojące w korku.

Testy przeprowadzone na Lausitzring obejmowały 3 ciągniki siodłowe różnych producentów, wyposażone w aparaturę pomiarową oraz systemy automatycznego sterowania. Pojazdy poruszały się z prędkością 50 km/h w kierunku stacjonarnej makiety samochodu osobowego. Wyniki ujawniły duże rozbieżności. Ciągnik producenta A zatrzymał się zaledwie 5 cm przed przeszkodą. Pojazd producenta B wyhamował 2,6 m przed celem. Z kolei ciągnik producenta C jedynie zredukował prędkość uderzenia do 27 km/h i nie uniknął kolizji.

Wszystkie 3 pojazdy formalnie spełniały jednak unijne wymagania, które nakazują jedynie redukcję prędkości o 20 km/h przed stacjonarną przeszkodą. Jak komentuje **Jann Fehlauer**, prezes **DEKRA Automobil GmbH**: – *Jeśli pojazd ciężarowy jedzie 80 km/h i spełnia wyłącznie minimalne wymagania, uderzy z prędkością 60 km/h, co nadal oznacza bardzo ciężkie zderzenie.*

Testy wykazały również silną zależność między działaniem systemu a zachowaniem kierowcy. W pojeździe producenta B nawet niewielkie naciśnięcie pedału hamulca podczas fazy ostrzegania spowodowało dezaktywację asystenta. Był to efekt nieintuicyjny, wynikający z prawnie wymaganej możliwości przejęcia kontroli nad systemem przez kierowcę, zrealizowanej jednak w sposób zwiększający ryzyko.

Szczególnie problematyczne jest to, że poszczególni producenci interpretują te wymagania w odmienny sposób. Dla firm transportowych oznacza to dodatkowe wyzwanie, ponieważ kierowcy często naprzemiennie korzystają z pojazdów różnych marek.

Na forum ONZ podjęto już decyzje o zaostrzeniu wymagań dotyczących systemów AEBS. Od września 2025 r. nowe typy pojazdów ciężarowych muszą spełniać bar-

dziej rygorystyczne normy, od września 2028 r. przepisy obejmą wszystkie nowo rejestrowane ciężarówki. Maksymalna dopuszczalna prędkość kolizji nie będzie mogła przekroczyć 42 km/h. Systemy będą musiały automatycznie reaktywować się interwencji kierowcy, a możliwość ich wyłączenia zostanie znacząco ograniczona.

KIEDY KALIBRACJA JEST NIEZBĘDNA – CO POWINIEN WIEDZIEĆ MECHANIK?

Producenci pojazdów wymagają przeprowadzenia kalibracji systemów ADAS po każdej naprawie lub czynności serwisowej, która może wpłynąć na położenie albo parametry czujników. Dotyczy to przede wszystkim:

- wymiany szyby przedniej lub tylnej,
- naprawy albo wymiany przednich i tylnych zderzaków,
- wymiany lub naprawy lusterek zewnętrznych,
- prac blacharsko-lakierniczych obejmujących elementy mocujące czujniki,
- regulacji geometrii zawieszenia lub wymiany jego elementów,
- każdej kolizji albo stłuczki – nawet wtedy, gdy uszkodzenia zewnętrzne wydają się nieznaczne.



źródło: Volkswagen

Ilustracja 2. Nowoczesne systemy ADAS wykorzystują radary zabudowane w elementach nadwozia. Naprawy blacharsko-lakiernicze, wymiana drzwi lub zderzaków mogą wpływać na ich działanie i wymagać ponownej kalibracji.

Rekalibrację przeprowadza się przy użyciu optycznych systemów pomiarowych oraz tablic testowych dostosowanych do konkretnego modelu pojazdu. Procedura wymaga odpowiednio przygotowanego stanowiska serwisowego, właściwej przestrzeni roboczej, idealnie wypoziomowanej posadzki oraz odpowiedniego oświetlenia.

W praktyce stosuje się 2 podstawowe typy kalibracji. W przypadku kalibracji statycznej pojazd pozostaje nieruchomy na stanowisku serwisowym, a przed kamerą lub radarem ustawia się odpowiednie tablice i cele radarowe. Kalibracja dynamiczna wymaga natomiast przejazdu pojazdem po określonej trasie i przez wskazany czas, podczas którego system dokonuje automatycznej kalibracji.

NIEOCZYWISTE CZYNNIKI RYZYKA W CODZIENNEJ PRACY MECHANIKA

Czujniki ADAS mogą ulec rozkalibrowaniu lub uszkodzeniu w wielu sytuacjach niezwiązanych z poważną kolizją. Warto mieć świadomość, że żadna z tych sytuacji nie musi skutkować zapisaniem kodu błędu w systemie OBD. Do najczęstszych przyczyn należą:

- kontakt z przeszkodą, który nie pozostawia widocznych śladów – np. zderzenie z ptakiem lub lekkie otarcie zderzaka podczas parkowania,
- starzenie się uszczelek oraz elementów mocujących czujniki,
- montaż dodatkowych akcesoriów wpływających na pole widzenia czujników, takich jak hak holowniczy, dodatkowe oświetlenie czy folie ochronne na zderzakach,
- modyfikacje zawieszenia zmieniające wysokość pojazdu i kąt ustawienia kamer oraz radarów,
- aktualizacje oprogramowania OTA (*Over the Air*), które mogą zmieniać parametry pracy systemów bez fizycznej wizyty w serwisie,
- długotrwała eksploatacja pojazdu z uszkodzoną szybą przednią lub odkształconym zderzakiem.

Kierowca po drobnej stłuczce parkingowej często nie ma świadomości, że radar zamontowany z tyłu pojazdu wymaga ponownej kalibracji. Warsztat, który wykonuje naprawę blacharską bez weryfikacji systemów ADAS, naraża się na ryzyko prawne, a użytkownik pojazdu może poruszać się autem z ukrytą niesprawnością systemu bezpieczeństwa.

PRZEGLĄD TECHNICZNY A ADAS: LUKA DO WYPEŁNIENIA

Obowiązkowe badanie techniczne pojazdu w Polsce obejmuje obecnie przede wszystkim wizualną kontrolę stanu pojazdu, sprawdzenie działania wybranych układów bezpieczeństwa oraz – w określonych przypadkach – odczyt danych z systemu OBD, głównie w zakresie emisji spalin oraz wybranych funkcji samodiagnostyki. Nie obejmuje jednak kompleksowego testu funkcjonalnego systemów ADAS ani weryfikacji prawidłowej kalibracji kamer, radarów czy czujników LiDAR.

Coraz częściej wskazuje się, że obecny zakres badań technicznych nie nadąża za rozwojem systemów ADAS, których działania nie da się zweryfikować wyłącznie poprzez kontrolę wizualną czy odczyt danych z OBD. Aby skutecznie ocenić stan systemów ADAS, zakres kontroli powinien obejmować m.in.

- wizualną ocenę czujników pod kątem śladów uderzeń lub nieprawidłowo wykonanych napraw,
- weryfikację wersji oprogramowania i wykrywanie nieautoryzowanych modyfikacji,
- statyczne testy z wykorzystaniem symulacji sygnałów radarowych lub optycznych,
- funkcjonalne sprawdzenie działania systemu AEBS oraz tempomatu adaptacyjnego (ACC – *Adaptive Cruise Control*) – zarówno na stanowisku diagnostycznym, jak i podczas jazdy testowej.

Dodatковым wyzwaniem jest rosnący udział elektroniki w nowoczesnych pojazdach, przez co coroczny przegląd techniczny coraz częściej okazuje się niewystarczający. Jest to szczególnie istotne w kontekście aktualizacji oprogramowania OTA, które mogą zmieniać parametry działania systemów bezpieczeństwa bez fizycznej

wizyty pojazdu w serwisie. Samochód po takiej aktualizacji może zachowywać się inaczej niż przed jej wykonaniem.

NOWE NARZĘDZIA DIAGNOSTYCZNE: CO POWINNO POJAWIĆ SIĘ W WARSZTATACH?

Ośrodki badawcze, producenci wyposażenia warsztatowego oraz eksperci zajmujący się techniką pomiarową pracują nad bardziej dostępnymi cenowo systemami testowymi dla diagnostyki ADAS. Część rozwiązań jest już dostępna komercyjnie, inne pozostają na etapie zaawansowanych prototypów. W przypadku systemów radarowych montowanych za zderzakami coraz powszechniej stosuje się urządzenia symulacyjne, które odwzorowują obecność różnych obiektów – pojazdów, pieszych lub przeszkód.

Tester diagnostyczny podłączony do złącza OBD analizuje, jak system ADAS zareagowałby w rzeczywistych warunkach, np. czy zainicjowałby hamowanie awaryjne. Pozwala to zweryfikować funkcjonalność systemu na stojącym pojeździe, bez konieczności wykonywania jazdy próbnej.

Dla adaptacyjnych systemów oświetlenia przedniego AFS (*Adaptive Frontlighting System*) opracowano stanowiska testowe, na których pojazd porusza się po rolkach w zaciemnionej hali, a system pomiarowy analizuje rzeczywisty rozkład światła. Symulacja nocnej sceny z nadjeżdżającym pojazdem pozwala ocenić, czy układ prawidłowo steruje światłami drogowymi i mijania.

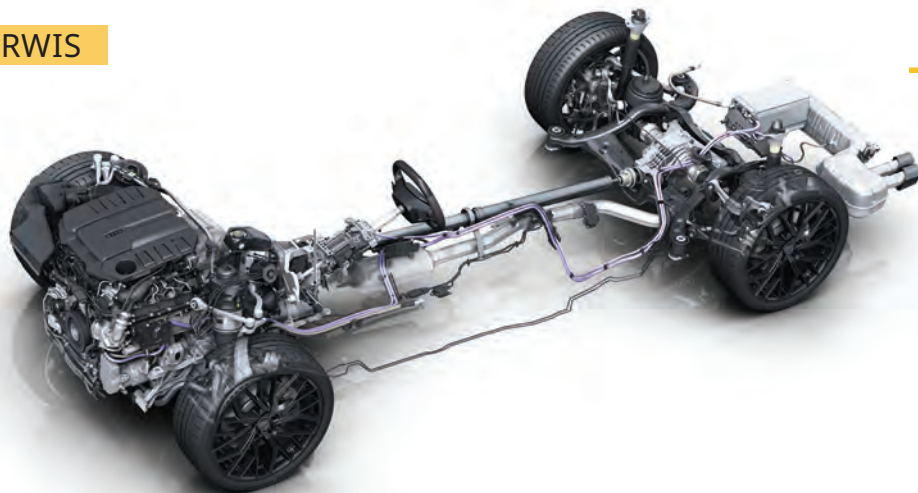
4 RZECZY, KTÓRE WARSZTAT POWINIEN WYKONYWAĆ JUŻ DZIŚ

1. Kalibracja systemu po naprawach. Każda naprawa lub wymiana elementu mającego wpływ na pracę czujników ADAS wymaga weryfikacji kalibracji systemu. Dotyczy to nie tylko szyby przedniej, lecz także zderzaków, lusterek czy osłon progów. Należy traktować ją jako element standardowej obsługi serwisowej, ujmować w zleceniu i dokumentacji. Chroni to zarówno klienta, jak i warsztat przed potencjalną odpowiedzialnością prawną.

2. Brak kodu błędu w systemie OBD nie stanowi gwarancji prawidłowego działania systemu. Odchylenia pozostające poniżej progu samodiagnostyki mogą maskować poważne usterki funkcjonalne, co potwierdziły opisane wcześniej testy. Każda ingerencja mogąca wpłynąć na położenie lub działanie czujników powinna być poprzedzona diagnostyką systemów ADAS i nie może ograniczać się wyłącznie do odczytu kodów usterek.

3. Inwestycja w sprzęt i szkolenia. Coraz większa liczba pojazdów wyposażonych w systemy ADAS wymaga od warsztatów inwestycji w sprzęt kalibracyjny oraz regularnych szkoleń personelu. Brak odpowiednich narzędzi i kompetencji staje się nie tylko zagrożeniem dla bezpieczeństwa ruchu drogowego, lecz także realnym ryzykiem prawnym.

4. Edukacja klienta. Warto informować właścicieli pojazdów o konieczności kalibracji po wymianie szyby czy naprawie zderzaka oraz wyjaśniać, jak istotna jest ona dla skuteczności systemów bezpieczeństwa. Prawidłowo skalibrowane, a także regularnie kontrolowane systemy ADAS mogą uratować życie – pod warunkiem, że warsztat potraktuje ich obsługę z należytą starannością. ©



Układ napędowy
Audi A6 3.0 V6
TDI quattro ultra
z systemem
MHEV 48 V.

Turbodoładowanie

Doładowanie elektryczne 48 V – jak układy mild hybrid eliminują turbodziurę

Kiedy mechanik otrzymuje zgłoszenie dotyczące braku mocy przy niskich obrotach lub opóźnionej reakcji na wciśnięcie pedału przyspieszenia w nowoczesnym pojeździe typu mild hybrid, przyczyną nie musi być sama turbosprężarka. Często problem dotyczy elektrycznego wspomagania doładowania zasilanego z pokładowej instalacji 48 V, która staje się standardem w układach napędowych MHEV.

Bogdan Kruk

Normy emisji spalin wymusiły rozwój downsizingu, czyli silników o mniejszej pojemności skokowej przy zachowaniu wysokiej mocy jednostkowej. Turbodoładowanie stało się podstawowym narzędziem realizacji tej strategii, jednak uwidoczniło zjawisko turbodziury – szczególnie przy niskich prędkościach obrotowych. Aby ograniczyć opóźnienie narastania ciśnienia doładowania i momentu obrotowego, producenci coraz częściej stosują elektryczne wspomaganie doładowania zasilane z instalacji 48 V. Rozwiązanie to poprawia dynamikę napędu, ale jednocześnie wprowadza nowe wyzwania diagnostyczne i serwisowe, znacznie bardziej złożone, niż mogłaby sugerować sama nazwa układu mild hybrid.

TURBODZIURA – PROBLEM, KTÓRY WRÓCIŁ TYLNYMI DRZWIAMI

Zjawisko turbodziury jest znane mechanikom od dekad, jednak przez lata branża motoryzacyjna skutecznie ograniczała jego wpływ. Turbosprężarki o zmiennej geometrii turbin (VNT/VTG – Variable Nozzle Turbine / Variable Turbine Geometry) oraz układy dwustopniowego doładowania pozwoliły znacząco skrócić opóźnienie między wciśnięciem pedału przyspieszenia a wzrostem ciśnienia doładowania.

Turbodziura oznacza opóźnienie między chwilowym przepływem spalin a zapotrzebowaniem silnika na powietrze w nieustalonych warunkach pracy. Wynika ono z bezwładności wirnika turbosprężarki, który musi osiągnąć odpowiednią prędkość obrotową, aby sprężyć powietrze z wymaganą wydajnością. Przy niskich obrotach energia spalin jest zbyt mała, by rozpedzić wirnik wystarczająco szybko.

W koncepcji downsizingu zamiast dużej jednostki wolnossącej stosuje się silnik o mniejszej pojemności skokowej

wyposażony w turbosprężarkę, mający osiągać zbliżone parametry. Problem polega na tym, że przy niskich obrotach generuje on mniejszy strumień spalin, przez co jest bardziej podatny na turbodziurę podczas ruszania i przyspieszania.

Po gwałtownym wciśnięciu pedału przyspieszania przez pierwsze 0,5–1,5 s silnik zachowuje się niemal jak jednostka wolnossąca, a dopiero później następuje gwałtowny wzrost ciśnienia doładowania i momentu obrotowego. Klasyczne rozwiązania mechaniczne coraz częściej okazują się niewystarczające. Sprężarka mechaniczna eliminuje turbodziurę, ale stale obciąża silnik. Z kolei kosztowny i złożony układ łączący sprężarkę mechaniczną z turbosprężarką był stosowany jedynie w wybranych jednostkach napędowych. Dlatego producenci w coraz większej liczbie modeli sięgają po elektryczne wspomaganie doładowania.

DLACZEGO 12 V NIE WYSTARCZA DO ELEKTRYCZNEGO DOŁADOWANIA

Naturalnym rozwiązaniem wydawałoby się wykorzystanie istniejącej instalacji pokładowej 12 V. Napięcie to nakłada jednak ograniczenia, których nie da się obejść bez zasadniczej przebudowy instalacji elektrycznej pojazdu. Problem wynika z podstawowych praw fizyki: moc elektryczna jest iloczynem napięcia i natężenia prądu. Aby dostarczyć do elektrycznej sprężarki moc rzędu 10–25 kW przy napięciu 12 V, konieczny byłby prąd o natężeniu 800–2000 A. Przy takich wartościach przewody musiałyby mieć przekrój zbliżony do szynoprzewodów, a straty rezystancyjne byłyby ogromne. Standardowa instalacja 12 V nie byłaby przystosowana do tak wysokich obciążeń prądowych i cieplnych.

Konwencjonalna instalacja 12 V może odzyskiwać podczas hamowania zwykle jedynie 1–2 kW mocy. Dla porównania



Bogdan Kruk
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

system 48 V pozwala odzyskać nawet 12–25 kW energii, która jest magazynowana w akumulatorze litowo-jonowym i wykorzystywana do chwilowego wspomagania doładowania. Instalacja 48 V stanowi kompromis między wydajnością a bezpieczeństwem. Czterokrotnie wyższe napięcie oznacza czterokrotnie niższy prąd przy tej samej mocy, co pozwala stosować mniejszej średnicy przewody i ograniczyć straty rezystancyjne – teoretycznie nawet szesnastokrotnie. Jednocześnie napięcie 48 V pozostaje poniżej progu napięcia dotykowego uznawanego za niebezpieczne, dzięki czemu obsługa układu nie wymaga procedur charakterystycznych dla instalacji wysokiego napięcia stosowanych w pojazdach HEV i BEV.

48 V FUNDAMENTEM ELEKTRYCZNEGO WSPOMAGANIA

Instalacja pokładowa 48 V, będąca podstawą układów mild hybrid, składa się z kilku istotnych elementów. Jej sercem jest akumulator litowo-jonowy o pojemności typowo 0,5–1,7 kWh, coraz częściej wykorzystujący chemię litowo-żelazowo-fosforanową (LFP). Ogniwa LFP mają mniejszą gęstość energii niż warianty NMC czy NCA, ale cechują się większą stabilnością termiczną, dłuższą żywotnością cykliczną i większą odpornością na przeciążenia. W zastosowaniach motoryzacyjnych, gdzie akumulator jest intensywnie ładowany i rozładowywany w krótkich cyklach, trwałość cykliczna ma pierwszorzędne znaczenie.

Zarządzanie akumulatorem nie koncentruje się na zwiększeniu zasięgu elektrycznego pojazdu, lecz na utrzymaniu stanu jego naładowania (SoC – State of Charge) w optymalnym zakresie roboczym, zwykle 50–60% podczas jazdy ekonomicznej. W tym zakresie akumulator może zarówno przyjmować wysokie prądy ładowania podczas rekuperacji, jak i natychmiast oddawać energię podczas chwilowego wspomaganie układu napędowego. Przetwornica DC/DC łącząca sieć 48 V z tradycyjną instalacją 12 V zasilają konwencjonalne odbiorniki pokładowe. Jej awaria bywa trudna do jednoznacznej diagnozy: instalacja 12 V stopniowo traci napięcie mimo sprawnego generatora, pojazd zatrzymuje się i nie daje się uruchomić z zewnętrznego źródła 12 V bez wcześniejszego doładowania akumulatora 48 V.

ROZRUSZNIK-GENERATOR JAKO PIERWSZY IMPULS MOMENTU OBROTOWEGO

Najprostszym i najczęściej stosowanym elementem elektrycznego wspomaganie w układach 48 V jest rozrusznik-generator napędzany paskiem osprzętu (BSG – Belt Starter Generator lub BRM). Zastępuje on klasyczny alternator i rozrusznik 12 V. Choć konstrukcyjnie przypomina alternator, jego możliwości są znacznie większe. W typowej konfiguracji rozrusznik-generator 48 V może dostarczać moc wspomagającą rzędu 10–12 kW podczas ruszania i przyspieszania. To krótkotrwały, lecz intensywny impuls momentu obrotowego dostępny niemal natychmiast po wciśnięciu pedału przyspieszenia – bez opóźnienia wynikającego z bezwładności wirnika turbosprężarki. Efekt jest szczególnie odczuwalny w zakresie, w którym turbosprężarka nie osiąga jeszcze wymaganej wydajności, czyli poniżej ok. 1500–2000 obr./min.

Rozrusznik-generator obsługuje również system start-stop na poziomie nieosiągalnym dla klasycznej instalacji 12 V. Ponowne uruchomienie silnika trwa kilkadziesiąt milisekund zamiast 0,5–2 s, a jednostka napędowa szybciej osiąga stabilne obroty na biegu jałowym. Podczas zwalniania maszyna pracuje jako generator, odzyskując 12–15 kW

energii kinetycznej – wielokrotnie więcej niż klasyczny alternator. To właśnie szybkie cykle ładowania i rozładowania stanowią istotę układów mild hybrid. W bardziej zaawansowanych konfiguracjach maszyna elektryczna może być umieszczona między silnikiem a skrzynią biegów, na wyjściu skrzyni biegów lub na osi nienapędzanej przez silnik spalinowy. Montaż za skrzynią biegów eliminuje straty napędu pasowego i umożliwia odzysk energii na wszystkich przełożeniach. Zastosowanie dwóch silników elektrycznych – jednego napędzanego paskiem osprzętu, a drugiego przy wyjściu skrzyni biegów – pozwala na manewrowanie i jazdę w korku z wyłączonym silnikiem spalinowym.

PRAKTYCZNE DZIAŁANIE ELEKTRYCZNEGO KOMPRESORA W UKŁADZIE DOLOTOWYM

Bardziej zaawansowanym rozwiązaniem eliminującym turbodziurę jest elektryczny kompresor (e-kompresor lub eBooster) montowany w układzie doładowym. To odśrodkowa sprężarka z wirnikiem napędzanym silnikiem elektrycznym zasilanym z instalacji 48 V oraz sterowanym elektronicznie przez sterownik silnika. W typowym układzie elektryczny kompresor jest montowany w torze doładowym za turbosprężarką, najczęściej w pobliżu chłodnicy powietrza doładowującego (intercoolera). Gdy sterownik wykrywa wysokie zapotrzebowanie na moment obrotowy przy niewystarczającej energii spalin dostępnej po stronie turbiny, aktywuje e-kompresor. Zawór obejściowy (bypass) kieruje wtedy strumień powietrza przez sprężarkę elektryczną, która dodatkowo spręża powietrze kierowane do cylindrów.

Wirnik elektrycznego kompresora osiąga prędkość rzędu 70 000–90 000 obr./min w ciągu ok. 200–300 ms od aktywacji układu. Dla porównania klasyczna turbosprężarka może potrzebować od ok. 0,5 do nawet 1,5 s, by osiągnąć docelowe ciśnienie doładowania od prędkości biegu jałowego. W zaawansowanych układach maksymalne ciśnienie doładowania sięgające około 3,6 bara absolutnego może pojawić się nawet o blisko sekundę szybciej niż w silniku wyposażonym wyłącznie w turbosprężarkę. Kierowca odczuwa dzięki temu znacznie szybszą i bardziej płynną reakcję układu napędowego, bez charakterystycznego efektu turbodziury. Układ sterowania analizuje w czasie rzeczywistym ciśnienie w kolektorze doładowym, prędkość obrotową silnika i stopień wciśnięcia pedału przyspieszenia, koordynując pracę e-kompresora z turbosprężarką. W trybie ekonomicznym układ aktywuje się jedynie przy większym zapotrzebowaniu na moc, ograniczając obciążenie akumulatora. W trybie sportowym e-kompresor uruchamia się już przy mniejszym otwarciu przepustnicy, zapewniając szybszą reakcję układu napędowego.

SYNERGIA: ELEKTRYCZNY KOMPRESOR, KLASYCZNA TURBOSPRĘŻARKA I INSTALACJA 48 V

Podstawą elektrycznego wspomaganie doładowania jest współpraca elektrycznego kompresora, turbosprężarki, a także instalacji 48 V i układu zarządzania energią. Po wciśnięciu pedału przyspieszenia sterownik w ciągu kilkudziesięciu milisekund stwierdza, że aktualne ciśnienie doładowania jest niewystarczające, i aktywuje elektryczny kompresor, który zasilany z akumulatora 48 V rozpędza wirnik do pełnej prędkości w ok. 250 ms i spręża powietrze do wymaganego ciśnienia praktycznie bez opóźnienia.

W tym samym czasie strumień spalin rosnący wraz z obciążeniem silnika stopniowo rozpędza wirnik turbosprężarki.

Po kilkuset milisekundach osiąga ona efektywny zakres pracy i przejmuje główną część doładowania. Sterownik wyłącza wtedy e-kompresor, a zawór bypass omija jego kanał przepływowy. Kierowca praktycznie nie odczuwa momentu przejścia – ciśnienie doładowania narasta płynnie i liniowo, bez charakterystycznego efektu turbodziury. Podczas hamowania i wytracania prędkości rozrusznik-generator odzyskuje energię kinetyczną i ładuje akumulator 48 V. Elektryczny kompresor nie zastępuje turbosprężarki, lecz jedynie wspomaga ją w krótkiej fazie narastania ciśnienia doładowania. W rezultacie poprawia się dynamika silnika, a jednocześnie maleją zużycie paliwa i emisja CO₂.

ZNACZENIE DLA WARSZTATU

Układy mild hybrid z elektrycznym wspomaganie doładowania wprowadzają do warsztatu nowe podzespoły i nowe wyzwania diagnostyczne. Pierwszym obszarem zmian jest układ dolotowy. Elektryczny kompresor to wysokoobrotowa maszyna elektryczna pracująca z prędkością do 90 000 obr./min, wyposażona w precyzyjne łożyskowanie, zintegrowaną elektronikę mocy (falownik) oraz czujniki temperatury. Zawór bypass jest elementem elektro-pneumatycznym sterowanym przez moduł układu napędowego. Jego awaria może objawiać się utratą mocy przy niskich obrotach lub błędami zapisanymi w sterowniku układu dolotowego.

Warto pamiętać, że mimo relatywnie niskiego napięcia prądu zwarciowe w instalacji 48 V mogą powodować powstawanie łuku elektrycznego. W wielu pojazdach przewody instalacji 48 V są oznaczane kolorem fioletowym. Przed rozpoczęciem prac przy układzie napędowym należy odłączyć zarówno akumulator 12 V, jak i 48 V, a następnie zweryfikować brak napięcia resztkowego. Istotnym zagadnieniem pozostaje również zarządzanie temperaturą. Zarówno silnik elektryczny kompresora, jak i elektronika mocy wymagają aktywnego chłodzenia. Akumulator 48 V jest zwykle zintegrowany z niskotemperaturowym obwodem chłodzenia, utrzymującym jego temperaturę w zakresie około 25–60°C. Awaria pompy cieczy chłodzącej lub niedrożność wymiennika ciepła mogą doprowadzić do przegrzania akumulatora i przejścia układu w tryb awaryjny, co skutkuje ograniczeniem mocy lub dezaktywacją funkcji elektrycznych.

Kolejnym wyzwaniem jest oprogramowanie i kalibracja. W pojazdach z elektrycznym wspomaganie doładowania strategia sterowania jest złożona – sterownik koordynuje pracę kilku urządzeń elektrycznych i mechanicznych, uwzględniając aktualny stan naładowania akumulatora, tryb jazdy, prędkość pojazdu i temperaturę podzespołów. Wymiana dowolnego elementu układu 48 V bez przeprowadzenia adaptacji przy użyciu urządzenia diagnostycznego może pozostawić pojazd w trybie awaryjnym. Powstające wówczas kody usterek bywają błędnie interpretowane jako kolejne awarie podzespołów.

NAJCZĘSTSZE BŁĘDY DIAGNOSTYCZNE

Złożoność układów elektrycznego wspomaganie doładowania powoduje pojawienie się nowych błędów diagnostycznych w warsztatach. Jednym z najczęstszych jest wymiana turbosprężarki – mimo że sam element pozostaje sprawny. Problem braku mocy przy niskich obrotach może wynikać z awarii elektrycznego kompresora, nieprawidłowego działania zaworu bypass lub zbyt niskiego poziomu

naładowania akumulatora 48 V, uniemożliwiającego elektryczne wspomaganie. Bez odczytu danych z układu 48 V diagnoza często opiera się wyłącznie na domysłach.

Drugim częstym błędem jest pomijanie instalacji 48 V podczas diagnostyki układu napędowego. Awaria przetwornicy DC/DC może prowadzić do stopniowego rozładowania akumulatora 12 V. Pojazd traci zasilanie systemów sterowania, zatrzymuje się i nie daje się uruchomić przy użyciu przewodów rozruchowych. Dlatego sprawdzenie napięcia i parametrów pracy instalacji 48 V powinno być jednym z podstawowych etapów diagnostyki pojazdu, który uległ awarii w niewyjaśnionych okolicznościach.

Kolejnym problemem jest błędna interpretacja strategii sterowania. Silnik spalinowy może pozostawać wyłączony podczas ruszania lub jazdy z niewielką prędkością, co bywa mylone z awarią systemu start-stop albo układu zapłonowego. W rzeczywistości jest to normalny tryb pracy, w którym sterownik ocenia, że aktualny poziom SoC i zapotrzebowanie na moc nie wymagają uruchomienia silnika. Podobnie nagłe uruchomienie jednostki spalinowej podczas jazdy elektrycznej nie musi oznaczać usterki – często jest to reakcja sterownika na wzrost zapotrzebowania na moc lub spadek poziomu naładowania akumulatora.

Warto też zwrócić uwagę na pomijanie odczytu SoC akumulatora 48 V podczas diagnostyki pojazdów mild hybrid. Parametr ten zmienia się w czasie rzeczywistym i bezpośrednio wpływa na dostępność funkcji elektrycznego wspomaganie doładowania. Analiza wartości SoC podczas pracy układu może wskazywać na problemy związane z przegrzewaniem akumulatora, degradacją ogniw lub awarią przetwornicy DC/DC. Warto również pamiętać, że instalacje 48 V zwykle nie mają zabezpieczenia przed odwróceniem biegunowości – nawet chwilowa pomyłka może doprowadzić do uszkodzenia elektroniki mocy lub samego akumulatora.

TREND: DOŁADOWANIE ELEKTRYCZNE 48 V

Elektryczne wspomaganie doładowania zasilane z instalacji 48 V nie jest rozwiązaniem przejściowym ani wyłącznie etapem na drodze do pełnej elektryfikacji. To odpowiedź na ograniczenia charakterystyczne dla nowoczesnych silników downsizingowych. Rozwiązanie to sprawdza się zarówno w samochodach osobowych, jak i w lekkich pojazdach dostawczych czy autobusach miejskich.

Normy emisyjne coraz silniej koncentrują się na emisjach w warunkach rzeczywistej eksploatacji (RDE – Real Driving Emissions), gdy silnik często pracuje przy niskim obciążeniu i niskiej prędkości obrotowej – właśnie wtedy elektryczne wspomaganie doładowania staje się istotnym elementem ograniczania emisji oraz poprawy dynamiki układu napędowego. Instalacja 48 V pozostaje przy tym tańsza i prostsza we wdrożeniu niż pełny układ hybrydowy wysokiego napięcia. Nie wymaga infrastruktury ładowania ani zmiany codziennych przyzwyczajeń eksploatacyjnych użytkownika.

Dla branży warsztatowej oznacza to konieczność inwestowania w narzędzia diagnostyczne obsługujące systemy 48 V, szkolenia z zakresu ich bezpiecznej obsługi, strategii sterowania oraz procedur diagnostycznych. Mechanik potrafiący prawidłowo diagnozować układy elektrycznego wspomaganie doładowania zyskuje dziś przewagę konkurencyjną. ©

Artykuł powstał na podstawie materiałów technicznych producentów systemów 48 V (AUDI, Garrett Advancing Motion, SEG Automotive, Valeo).

Przyspieszamy przyszłość zrównoważonej mobilności

Innowacyjne rozwiązania
dla rynku jutra



**Jeden napędza
wszystko**

Nasz zintegrowany moduł napędowy
upraszcza elektryfikację wszelkiego
rodzaju pojazdów.

BORGWARNER



Designed by Magnific

Układy chłodzenia

Płyn chłodniczy w upały: punkt wrzenia, ciśnienie, mieszalność i najczęstsze błędy

Czerwiec w kalendarzu, korek na obwodnicy i słupek rtęci przekraczający 35°C. Do warsztatu wjeżdża auto z przegrzanym silnikiem, układ chłodzenia szczelny, poziom płynu prawidłowy, wentylator sprawny. Co zawiodło? Odpowiedź rzadko leży w komponentach. Częściej kryje się w parametrach: jakości płynu, ciśnieniu układu i w pozornie niewinnych decyzjach podjętych przy ostatniej obsłudze. Co naprawdę decyduje o skuteczności chłodzenia w najbardziej wymagającym sezonie roku?

Jakub Kleczkowski



Jakub Kleczkowski
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

Wysoka temperatura otoczenia ogranicza naturalną zdolność odprowadzania ciepła przez chłodziwę. Jazda w korkach eliminuje efekt samoczynnego chłodzenia wywołanego ruchem powietrza, a pracująca klimatyzacja dokłada dodatkowe obciążenie termiczne. Margines bezpieczeństwa, który w chłodniejsze dni wydawał się komfortowy, kurczy się do niepokojąco niskiego poziomu.

To właśnie dlatego w czerwcu i lipcu warsztaty obsługują nieproporcjonalnie więcej przypadków przegrzewania. W większości z nich układ nie jest uszkodzony w tradycyjnym sensie, ale funkcjonuje poniżej nominalnych war-

tości, często przez długi czas, zanim problem ujawni się wzrostem wskazanej temperatury. Dochodzi do tego rosnąca popularność silników turbodoładowanych, generujących znacznie więcej ciepła niż wolnossące jednostki o podobnej pojemności.

Turosprężarka po wyłączeniu silnika oddaje zgromadzone ciepło do układu chłodzenia i jeśli ten pracuje już na granicy wydolności termicznej, dodatkowe obciążenie może być czynnikiem przesądającym. Klient, który przyjeżdża z „gotującym się autem”, potrzebuje nie tyle naprawy mechanicznej, ile analizy wskaźników i profilaktycznego przeglądu, który może zapobiec problemowi.

LATO WYSTAWIA UKŁAD CHŁODZENIA NA PRÓBĘ

Temperatura cieczy w pracującym silniku latem, szczególnie podczas jazdy miejskiej, może zbliżyć się do 95–105°C, a lokalnie, w okolicach głowicy i gniazd zaworowych, nawet tę granicę przekraczać. Płyny chłodnicze oparte na glikolu etylenowym podnoszą temperaturę wrzenia ponad poziom wynikający z samej wody. Zależność jest bezpośrednia:

- mieszanina 33% glikolu i 67% wody: punkt wrzenia ok. 104°C (bez ciśnienia),
- mieszanina 50% glikolu i 50% wody: punkt wrzenia ok. 106–109°C (bez ciśnienia).

Warto pamiętać, że glikol etylenowy ma gorsze właściwości przewodzenia ciepła niż woda – współczynnik przewodności cieplnej glikolu jest ponad dwukrotnie niższy. Czysty glikol byłby paradoksalnie gorszym środkiem chłodniczym niż sama woda. Dlatego optymalne stężenie oscyluje w okolicach 40–50%, gdzie korzyść z podwyższenia punktu wrzenia i obniżenia temperatury krzepnięcia przeważa nad pogorszeniem przewodności termicznej.

Gdy ciecz zaczyna wrzeć, w układzie tworzą się pęcherzyki gazu, które gwałtownie ograniczają zdolność odbioru ciepła. Cyrkulacja nadal trwa, ale jej skuteczność spada do ułamka normalnej wydajności. Przy silniejszym wrzeniu może dojść do kawitacji, czyli erozji powierzchni wewnętrznych wirnika pompy wody i ścianek silnika, spowodowanej implozją mikropęcherzyków parowych.

CO OBNIŻA PUNKT WRZENIA W EKSPLOATACJI?

To, że płyn był odpowiedni w momencie napełniania układu, nie oznacza, że zachował swoje właściwości po kilku latach. Z czasem degradacji ulegają dodatki chemiczne odpowiedzialne za ochronę antykorozyjną, stabilizację pH i ograniczanie pienienia. Producenci płynów zalecają regularne wymiany nie dlatego, że glikol sam w sobie traci właściwości, ale dlatego, że pakiet inhibitorów ulega wyczerpaniu.

Równie istotnym problemem jest rozcieńczenie płynu wodą. Każde dolanie samej wody obniża stężenie glikolu, a tym samym temperaturę wrzenia mieszanki. Kierowcy często robią to awaryjnie w trasie i zapominają wspomnieć o tym podczas wizyty w serwisie. W skrajnych przypadkach wielokrotne dolewki mogą doprowadzić do stężenia glikolu poniżej 25%, co czyni ochronę przed przegrzaniem i korozją dalece niewystarczającą.

Dodatковым zagrożeniem jest przedostawanie się spalin do układu przez nieszczelności uszczelki pod głowicą. Gazy spalinowe zakwaszają ciecz i pogarszają jej parametry termiczne. Sygnałem ostrzegawczym są bąbelki widoczne w zbiorniku wyrównawczym przy pracującym silniku lub słodkawy zapach oparów glikolu mieszający się z zapachem spalin. Praktyczna zasada jest prosta: płyn starszy niż dwa-trzy lata należy wymienić, nie tylko uzupełnić, niezależnie od tego, jak wygląda wizualnie. W pojazdach eksploatowanych głównie w warunkach miejskich warto ten termin skrócić.

JAK MIERZYĆ JAKOŚĆ PŁYNU

Ocena wzrokowa to za mało. Płyn może utracić właściwości bez żadnych zmian wizualnych – zmętnienie i wyraźna zmiana koloru oznaczają zwykle stan już zaawansowany. Warsztaty coraz częściej sięgają po refraktometry optyczne lub cyfrowe, pozwalające szybko określić stężenie glikolu i oszacować temperatury graniczne. Uzupełnieniem diagnostyki są paski testowe pH umożliwiające ocenę stanu

inhibitorów korozji. Prawidłowy odczyn płynu chłodniczego mieści się w przedziale pH 7,5–11, w zależności od technologii i producenta. Odczyn poniżej 7 sygnalizuje wyczerpanie inhibitorów i ryzyko korozji aluminiowych elementów układu. Koszt takich narzędzi jest niewielki wobec ich wartości diagnostycznej. Serwisy, które kontrolują parametry płynu podczas każdego przeglądu, zyskują nie tylko dokładniejszą diagnozę, ale i konkretny argument w rozmowie z klientem.

CIŚNIENIE W UKŁADZIE

Podwyższone ciśnienie pozwala zwiększyć temperaturę wrzenia cieczy ponad poziom wynikający z jej składu chemicznego. Prawo Clausiusa-Clapeyrona opisuje to jednoznacznie: wzrost ciśnienia o 1 bar ponad atmosferyczne podnosi temperaturę wrzenia wody o ok. 20–21°C. Ponieważ większość współczesnych układów chłodzenia pracuje w zakresie 0,9–1,3 bara, połączenie odpowiedniego ciśnienia z właściwym stężeniem glikolu zapewnia temperaturę wrzenia przekraczającą 120–130°C.

Żeby to zobrazować: mieszanina 50/50 glikolu etylenowego z wodą bez żadnego ciśnienia wrze przy ok. 106–109°C. Przy ciśnieniu 1 bar nadciśnienia granica ta przesuwa się do ok. 127–130°C. Ta różnica ponad 20°C może w ekstremalnych warunkach decydować, czy silnik zachowa stabilną temperaturę pracy. Spadek ciśnienia w układzie oznacza bezpośredni spadek temperatury wrzenia, czyli realne ryzyko przegrzania, nawet jeśli stężenie glikolu jest prawidłowe.

KOREK ZBIORNIKA WYRÓWNAWCZEGO

Za utrzymanie ciśnienia odpowiada element, który bardzo często bywa lekceważony – korek zbiornika wyrównawczego lub zbiornika chłodnicy w starszych układach. Zawiera on zawór nadciśnieniowy, otwierający się po przekroczeniu wartości nominalnej (zazwyczaj 1,0–1,3 bara), i zawór podciśnieniowy, który przy stygnięciu układu zapobiega zapadaniu się przewodów przez wyrównanie ciśnienia z otoczeniem.

Korek jest elementem eksploatacyjnym i z czasem traci szczelność. Starzeniu ulega zarówno gumowa uszczelka, jak i sprężyna zaworu nadciśnieniowego. Układ z niesprawnym korkiem pracuje niemal jak otwarty. Objawy bywają mylące. Samochód może przegrzewać się wyłącznie w korkach lub podczas holowania przyczepy, regularnie tracić małe ilości płynu bez widocznych śladów wycieku, albo intensywnie parować spod maski po zatrzymaniu silnika. Przewody układu chłodzenia mogą też stawać się nienaturalnie miękkie po ostudzeniu (brak działania zaworu podciśnieniowego) lub nadmiernie twarde i nabrziałe przed osiągnięciem normalnej temperatury pracy. Kontrola korka powinna być standardowym elementem każdego przeglądu układu chłodzenia. Same oględziny nie wystarczą. Konieczny jest test funkcjonalny z użyciem testera ciśnienia.

TEST CIŚNIENIOWY

Próba ciśnieniowa wykrywa mikronieszczelności niewidoczne podczas kontroli wzrokowej. Wykonuje się ją pompą z manometrem podłączoną do zbiornika wyrównawczego lub w starszych konstrukcjach bezpośrednio do wlewu chłodnicy. Układ pompuje się do wartości znamionowej korka (zazwyczaj 1,0–1,3 bara) i obserwuje zachowanie ciśnienia przez kilka minut. Nawet niewielki spadek wskazuje

na nieszczelność, która może ujawniać się tylko podczas pracy w wysokiej temperaturze, gdy materiały się rozszerzają.

Tester służy również do sprawdzenia samego korka: pompuje się go do wartości nominalnej i kontroluje, czy zawór otwiera się we właściwym zakresie. Korek otwierający się zbyt wcześnie lub w ogóle nie działający należy wymienić.

Koszt zakupu jest nieporównywalnie mały w stosunku do skutków przegrzania silnika. W przypadku aut regularnie trafiających do serwisu z problemem przegrzewania test ciśnieniowy powinien być jednym z pierwszych etapów diagnostyki, a nie czynnością wykonywaną dopiero po wymianie kolejnych podzespołów.

TYPY PŁYNÓW, MIESZALNOŚĆ I BŁĘDY DOBORU

Współczesne płyny chłodnicze różnią się stosowanymi pakietami inhibitorów korozji, co bezpośrednio przekłada się na ich kompatybilność, trwałość i wymagany sposób aplikacji.

IAT (Inorganic Additive Technology) to najstarsza technologia, oparta na nieorganicznych inhibitorach korozji: fosforanach, boranach, krzemianach i azotanach. Charakteryzuje się krótką trwałością (ok. 2–3 lata lub 40 000–60 000 km) i była powszechnie stosowana do końca lat 90. XX w. Do dziś spotykana w starszych pojazdach i maszynach rolniczych.

OAT (Organic Acid Technology) opiera się wyłącznie na organicznych inhibitorach, karboksylanach. Zapewnia więc znacznie dłuższy okres eksploatacji, typowo 5 lat lub 150 000–250 000 km. Dominuje w pojazdach produkowanych od początku XXI w.

HOAT (Hybrid Organic Acid Technology) łączy inhibitory organiczne z wybranymi składnikami nieorganicznymi, najczęściej krzemianami lub azotanami. Stosowana przez wielu producentów europejskich i amerykańskich, o trwałości porównywalnej z OAT.

Wbrew popularnemu przekonaniu kolor płynu nie jest wiarygodnym wyznacznikiem technologii. Ten sam odcień może oznaczać zupełnie różne specyfikacje u różnych producentów. Podstawą doboru zawsze powinna być specyfikacja techniczna wymagana przez producenta pojazdu.

CO SIĘ DZIEJE, GDY MIESZA SIĘ PŁYNY RÓŻNYCH TECHNOLOGII

Inhibitory nieorganiczne, na przykład krzemiany z technologii IAT, mogą reagować z organicznymi kwasami karboksylowymi ze specyfikacji OAT, tworząc trudno rozpuszczalne sole. W układzie chłodzenia manifestuje się to żelatynowymi osadami lub łączkowatymi zawieszeniami ograniczającymi przepływ przez chłodnicę i nagrzewnicę. Wąskie kanały nagrzewnicy kabiny są wyjątkowo podatne na zatkanie przez takie osady.

Jednocześnie inhibitory tracą skuteczność, co przyspiesza korozję elementów aluminiowych: głowic, chłodnic i obudów pomp. Korozja elektrochemiczna przebiega stopniowo i może dawać objawy dopiero po kilku–kilkunastu tysiącach kilometrów. Przed każdą dolewką lub wymianą konieczne jest ustalenie, jaki płyn znajduje się w układzie. Jeśli historia serwisowa jest nieznana, bezpieczniejszym rozwiązaniem pozostaje płukanie układu i całkowita wymiana cieczy, nawet jeśli płyn wizualnie wygląda przyzwoicie.

WODA DO ROZCIEŃCZANIA

Przy rozcieńczaniu koncentratów nierzadko popełniany jest pozornie drobny błąd – użycie zwykłej wody z kranu. Twarda woda zawiera jony wapnia, magnezu i chlorków, które reagują z inhibitorami korozji i w podwyższonej temperaturze osadzają się jako kamień na ściankach układu, zmniejszając efektywność wymiany ciepła.

Normy branżowe, m.in. ASTM D3306, a także instrukcje producentów płynów wymagają wody destylowanej

NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

Przed czym przestrzec kierowców

Błąd	Na czym polega	Skutek
Uzupełnianie wodą z kranu	Dolanie wody z sieci wodociągowej; zamiast demineralizowanej lub gotowej mieszanki	Obniżenie stężenia glikolu, tworzenie kamienia, dezaktywacja inhibitorów korozji
Mieszanie płynów bez weryfikacji	Dolanie płynu innej marki lub technologii	Osady żelatynowe, przyspieszona korozja, zatkanie nagrzewnicy
Ignorowanie sygnałów ostrzegawczych	Niebranie pod uwagę zmiany koloru, zapachu lub oparów płynu	Opóźnienie diagnozy, eskalacja uszkodzenia
Zwlekanie z wizytą serwisową	Jazda mimo wzrostu temperatury silnika	Ryzyko przegrzania i wypaczenia głowicy, uszkodzenia uszczelki
Brak informacji dla serwisu	Nieujawnianie historii dolewek i wcześniejszych interwencji	Niepełna diagnoza, dobór nieodpowiedniego płynu przy uzupełnieniu
Zbyt rzadka wymiana płynu	Wymiana raz na wiele lat lub tylko po awarii	Wyczerpanie inhibitorów, korozja wewnętrzna, utrata ochrony przed zamarzaniem

Błędy warsztatów

Błąd	Na czym polega	Skutek
Ocena stanu płynu wyłącznie wzrokowo	Brak pomiaru stężenia refraktometrem i pH	Przeoczenie zdegradowanego płynu wyglądającego poprawnie
Pomijanie kontroli korka	Brak testu funkcjonalnego korka zbiornika wyrównawczego	Nieznane ciśnienie układu, ryzyko przegrzania mimo sprawnego płynu
Dolewanie bez rozpoznania	Uzupełnianie płynu bez ustalenia technologii w układzie	Niekompatybilność inhibitorów, osady, korozja
Rezygnacja z próby ciśnieniowej	Pomijanie testu szczelności w diagnostyce przegrzewania	Pominięcie mikronieszczelności i wymiana sprawnych podzespołów
Stosowanie płynów „uniwersalnych”	Użycie produktu „do wszystkich aut” bez weryfikacji wymagań OEM	Niezgodność ze specyfikacją, potencjalne uszkodzenia układu
Płukanie niedemineralizowaną wodą	Użycie wody z kranu przed napełnieniem układu	Pozostałości mineralne, osady, dezaktywacja inhibitorów nowego płynu

lub dejonizowanej. Woda demineralizowana w dużych pojemnikach jest tania i powszechnie dostępna – nie ma uzasadnienia dla oszczędności na tym etapie.

UBYTKI PŁYNU

Niewielki ubytek płynu w trakcie eksploatacji jest zjawiskiem naturalnym. Problem pojawia się, gdy poziom spada regularnie i wyraźnie mimo braku widocznych śladów wycieku. Często przyczyną są mikronieszczelności chłodnicy, szczególnie w starszych konstrukcjach aluminiowych z plastikowymi zbiornikami bocznymi.

Połączenie aluminium i tworzywa sztucznego pracuje pod stałymi naprężeniami termicznymi, a uszczelki z czasem tracą elastyczność. Ciecz może odparowywać, zanim spłynie i pozostawi widoczny ślad.

Podobne objawy daje uszkodzona uszczelka pod głowicą, przez którą spaliny przedostają się do układu chłodzenia lub płyn trafia do oleju. Charakterystycznym sygnałem jest biały dym z rury wydechowej, jasna emulsja olejowo-płynowa na wewnętrznej stronie korka silnika lub na bagnetce, a także bąbelki w zbiorniku wyrównawczym.

W diagnostyce uszczelki pod głowicą przydatny jest test analizatorem spalin wykonywany przy zbiorniku wyrównawczym – obecność węglowodorów w parach nad płynem jednoznacznie potwierdza przedostawanie się gazów spalinyowych.

Problemy mogą też wynikać z nieszczelności pompy wody w rejonie otworu odwadniającego albo z nieprawidłowego działania korka zbiornika wyrównawczego, który zbyt wcześnie upuszcza ciśnienie. We wszystkich tych przypadkach samo dolewanie płynu usuwa objaw, nie rozwiązując przyczyny.

DIAGNOSTYKA: MINIMALNY STANDARD

Letni przegląd układu chłodzenia powinien obejmować kilka elementów tworzących spójny obraz stanu technicznego.

Pomiar stężenia oraz parametrów płynu refraktometrem lub testerem elektronicznym. Cel to stężenie glikolu na poziomie 40–50%, sprawdzenie temperatury wrzenia i krzepnięcia oraz odczynu pH (optymalnie 8–11 dla technologii OAT i HOAT).

Kontrola oraz test korka zbiornika wyrównawczego: wizualna ocena stanu uszczelki oraz test ciśnieniowy zaworu. Korek z uszkodzoną uszczelką lub nieprawidłowym ciśnieniem otwarcia należy wymienić.

Próba ciśnieniowa układu: sprawdzenie szczelności przez kilka minut pod ciśnieniem nominalnym. Każdy spadek ciśnienia wymaga zlokalizowania nieszczelności.

Ocena kondycji przewodów i złączy: przewody powinny być elastyczne, bez pęknięć ani twardych miejsc świadczących o zmianach struktury gumy. Zaciski węży wymagają kontroli momentu dokręcenia.

Ocena stanu termostatu (opcjonalnie, przy podejrzeniu niedomykalności lub zacinań): diagnostyka OBD może wykazać anomalie w czasie nagrzewania silnika.

Przegląd wykonany przed sezonem letnim, a nie dopiero po pierwszym przegrzaniu, jest inwestycją, nie kosztem, i to zarówno dla klienta, jak i dla warsztatu. Sprawny układ chłodzenia w warunkach letnich zależy nie tylko od stanu podzespołów, ale od charakterystyki pracy: jakości płynu, właściwego ciśnienia i kompatybilności zastosowanych mieszanek. Każdy z tych elementów może zawieść niezależnie i przez długi czas nie dawać wyraźnych objawów. Problem ujawnia się dopiero wtedy, gdy margines bezpieczeństwa zostaje przekroczony podczas upalnego dnia w korkach.

Dla warsztatu oznacza to jedno: skuteczna diagnostyka układu chłodzenia musi opierać się na pomiarze wskaźników, a nie na kontroli wizualnej. Refraktometr, tester ciśnienia i kilka minut czasu diagnostycznego to inwestycja, która zwraca się przy każdym zidentyfikowanym problemie, zanim zdąży się zamienić w poważną i kosztowną naprawę. ©

Filtry oleju

Małe zaniedbanie, wielki rachunek

Mechanik rzadko bywa zaskoczony. Widział już zbyt wiele. A jednak kiedy klient przyjeżdża z silnikiem dławiącym się na każdym tysiącu obrotów i pyta, czy „to coś poważnego” – odpowiedź bywa bolesna. Nie dlatego, że usterka była trudna do przewidzenia. Właśnie dlatego, że była całkowicie do przewidzenia. Wystarczyło tylko wymienić filtr oleju na czas. Ten mały, niepozorny element, o którym zbyt wielu kierowców myśli jak o gadżecie dołączanym do oleju przy okazji – jest on w istocie pierwszą linią obrony silnika przed jego własnym wrogiem: zanieczyszczeniami, które silnik sam wytwarza podczas pracy.

Redakcja „autoEXPERTa”



źródło: UFI Filters

Świeżo zamontowany filtr oleju to precyzyjny system w miniaturze. Jego zadaniem nie jest jedynie przepuszczanie oleju przez papierowe medium filtracyjne – choć robi to zaskakująco skutecznie. W środku pracują dwa zawory o zupełnie różnych funkcjach. Pierwszy z nich – zwrotny – pilnuje, by po wyłączeniu silnika olej nie spłynął z powrotem do miski. Bez niego każde zimne uruchomienie oznaczałoby kilka krytycznych sekund pracy bez smarowania.

Drugi zawór – obejściowy – pozostaje na co dzień zamknięty. Jego rola ujawnia się tylko wtedy, gdy układ napotka nadmierny opór przepływu. W uproszczeniu: jest zabezpieczeniem awaryjnym, które nigdy nie powinno być potrzebne.

Gdy filtr jest nowy, olej przepływa przez medium filtracyjne z minimalnym oporem. Cząstki metaliczne, produkty spalania, koloidy – wszystko to zostaje skutecznie wychwycone, zanim olej dotrze do wału korbowego, wałka rozrządu oraz pozostałych elementów wymagających precyzyjnego smarowania. Warstwa oleju, która tam dociera, jest jedno-

rodna, czysta i zapewnia optymalne warunki pracy. Silnik dosłownie „nie czuje” obecności filtra – i o to właśnie chodzi.

KILOMETR PO KILOMETRZE – I CO Z TYM ROBI CZAS

Przez pierwsze dziesiątki tysięcy kilometrów filtr robi swoje bez słowa skargi. Pory medium filtracyjnego stopniowo wypełniają się zatrzymanymi zanieczyszczeniami, a opór przepływu powoli rośnie. Co ciekawe – przez pewien czas filtr staje się wręcz bardziej skuteczny. Zagęszczona warstwa osadów działa jak dodatkowe sito, wychwytyując cząstki jeszcze drobniejsze niż wcześniej. To efekt przejściowy, ale realny.

Niestety, ma on swoją cenę. Rosnący opór przepływu to sygnał, że filtr zbliża się do granicy swojej wydolności. Jeszcze pracuje. Zawór obejściowy pozostaje zamknięty. Smarowanie przebiega prawidłowo. Ale zegarek już tyka.

PUNKT, KTÓREGO NIE WOLNO PRZEKROCZYĆ

I tu zaczyna się ta część historii, o której warto rozmawiać z klientem – zanim przyjedzie z problemem, a nie po jego wystąpieniu. Gdy filtr jest już mocno nasycony zanieczyszczeniami, opór przepływu oleju osiąga poziom, przy którym zawór obejściowy zaczyna się otwierać. Nie sporadycznie – coraz częściej. A kiedy zawór obejściowy jest otwarty, olej idzie na skróty: omija medium filtracyjne i trafia do silnika bez żadnej filtracji. Prosto z miski do wału korbowego – z całym bagażem metalowych opiłków i koloidów, które przez miesiące zbierały się w układzie.

Jednocześnie zawór zwrotny, po długim okresie eksploatacji, traci swoją elastyczność. Jego szczelność spada. Olej zaczyna cofać się do miski po każdym wyłączeniu silnika – a to oznacza, że przy każdym uruchomieniu układ smarowania potrzebuje więcej czasu, by osiągnąć właściwe ciśnienie robocze. Przez te kilka – może kilkanaście – sekund elementy silnika pracują niemal „na sucho”. Każde takie uruchomienie przyspiesza ich zużycie. Każde jest małym krokiem ku poważnej awarii.

GDY FILTR PRZESTAJE BYĆ FILTREM

Najgorszy scenariusz – ten, który kończy się naprawdę dużym rachunkiem – zaczyna się w momencie, gdy medium

źródło: UFI Filters



Całkowicie zablokowany filtr oleju – na tym etapie układ smarowania traci ochronę.

filtracyjne ulega mechanicznemu uszkodzeniu lub po prostu zapada się pod własnym ciężarem zgromadzonych osadów. Od tej chwili skuteczność filtracji spada praktycznie do zera. Niefiltrowany olej krąży swobodnie po całym układzie, docierając do każdego miejsca wymagającego smarowania – i niszcząc je przy tym metodycznie.

Konsekwencje są łatwe do przewidzenia, choć trudne do zaakceptowania przez portfela klienta. Cząstki ściernie działają jak papier ścierny na ściankach komory spalania – powodują stopniowe zużycie ścianek, które umożliwia przedostawanie się oleju do przestrzeni spalania. Efekt widoczny gołym okiem: niebieski dym z rury wydechowej. Dla doświadczonego mechanika to jednoznaczny sygnał. Pytanie tylko, czy pojawia się zanim szkody staną się nieodwracalne.

W lepszym przypadku – czyli gdy dojdzie do interwencji stosunkowo wcześniej – naprawa oznacza wymianę pierścieni tłokowych i szlifowanie cylindra. Kosztowne, ale do zniesienia. W gorszym przypadku jedynym rozsądnym rozwiązaniem jest wymiana całej jednostki napędowej. I właśnie tutaj kończy się historia o „małej oszczędności” na filtrze lub jego wymianie.

ODPOWIEDŹ INŻYNIERÓW: TECHNOLOGIA, KTÓRA NIE ODPUSZCZA

UFI Filters, jako jeden z globalnych liderów w obszarze filtracji, podchodzi do problemu degradacji filtra oleju nie tylko poprzez zalecenia eksploatacyjne, ale przede wszystkim od strony inżynierii materiałowej. Kluczową rolę odgrywa tu autorskie medium filtracyjne FormulaUFI.Micron – oparte na włóknach szklanych, w niektórych aplikacjach łączonych z włóknami syntetycznymi. Jego działanie nie polega wyłącznie na mechanicznym zatrzymywaniu zanieczyszczeń. Istotny jest gradient średnic włókien – im drobniejsze włókno, tym skuteczniejsze wychwytywanie cząstek. Odpowiednio zaprojektowany rozkład przekrojów wydłuża zaś żywotność całego elementu. Struktura medium zapewnia wysoką przepuszczalność, co przekłada się na minimalne straty ciśnienia w układzie – filtr skutecznie chroni silnik, nie obciążając go zbędnym oporem hydraulicznym.

Równie istotna jest trwałość obudowy i modułu. W rozwiązaniach UFI stosowane są wzmocnione tworzywa sztuczne, które poprawiają odporność mechaniczną całego zespołu i pozwalają utrzymać stabilność pracy w wymagających warunkach – a warunki te są dziś wyjątkowo wymagające. Downsizing silników, systemy Start & Stop, technologie hybrydowe, normy Euro 6 i Euro 7 – każda z tych zmian oznacza nowe wyzwania dla filtra oleju. Wyższe temperatury pracy,

większa liczba cykli uruchamiania i wyłączenia, nowe rodzaje olejów i pakietów dodatków – filtry muszą radzić sobie ze środowiskiem, które jeszcze dwie dekady temu po prostu nie istniało.

Odpowiedzią UFI na te wyzwania jest też integracja wielu funkcji w modułach olejowych – rozwiązanie, które zmniejsza masę układu, upraszcza jego budowę i zwiększa kompaktowość całości. Osobnym wątkiem, ale nie mniej istotnym, jest kwestia zrównoważonego rozwoju: ekologiczne moduły UFI pozbawione elementów metalowych pozwalają na prostszą i mniej obciążającą środowisko utylizację po zużyciu.

TO NIE JEST KWESTIA GUSTU – TO KWESTIA JAKOŚCI

Dla warsztatu praktyczna konkluzja tej historii jest prosta: rozmowa o wymianie filtra oleju to nie opcja sprzedażowa – to element rzetelnej obsługi technicznej. Klient, który rozumie, co dzieje się wewnątrz filtra przez kolejne tysiące kilometrów, rzadziej protestuje przeciwko regularnej wymianie. Ten zaś, kto wie, co znaczy silnik pracujący z niefiltrowanym olejem, jeszcze rzadziej pyta, czy można „oszczędzić” na jakości filtra.

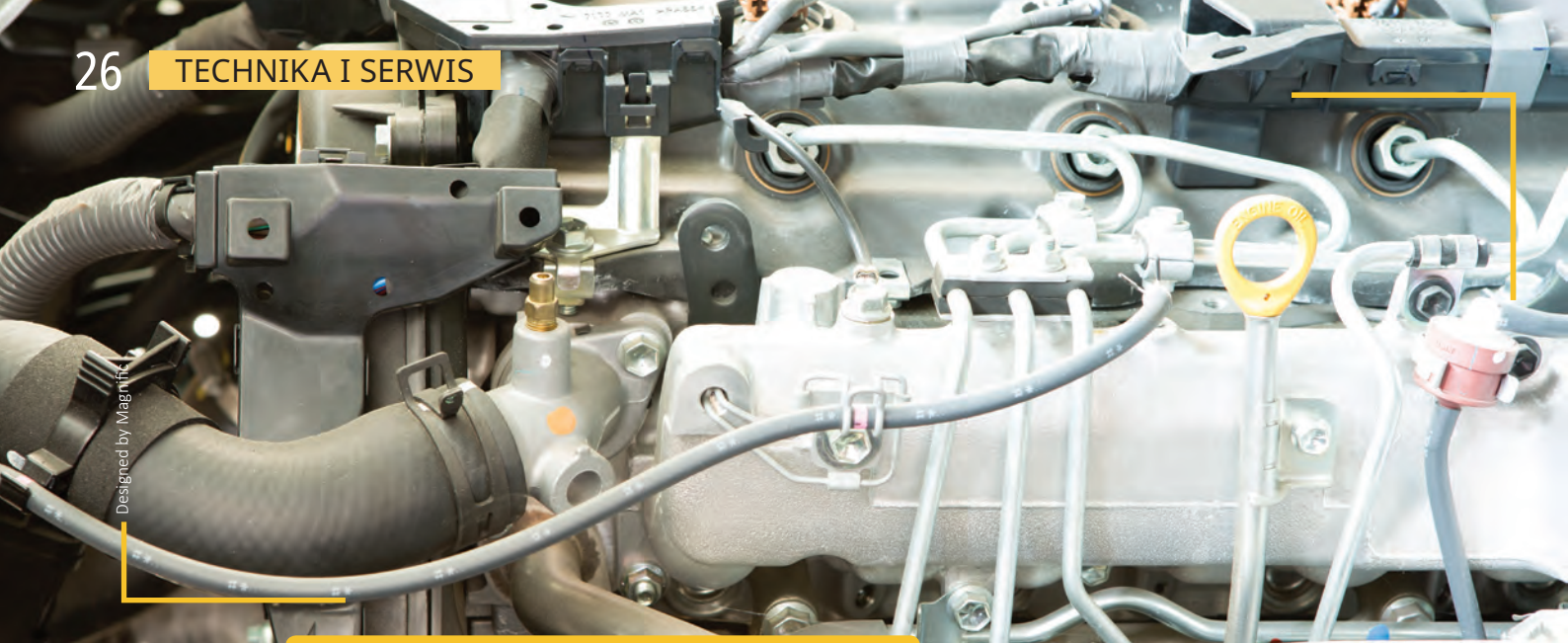
Dlatego wybór produktu ma znaczenie. Filtry renomowanych producentów – projektowane z myślą o konkretnych aplikacjach, testowane pod kątem rzeczywistych warunków eksploatacji i wyposażone w sprawdzone media filtracyjne – to nie wydatek. To ubezpieczenie. A w motorserwisie najdroższe naprawy zawsze zaczynają się od małych zaniedbań, które ktoś – klient lub mechanik – postanowił zignorować. ☹

Artykuł powstał na podstawie materiałów technicznych UFI Filters.

MADE TO SHAPE THE FUTURE



OD PONAD 50
LAT CIĄGLE
PODŃOSIMY
NASZE STANDARDY



Designed by Magni7

Przegląd rynku

Wyposażenie warsztatu do obsługi i naprawy układów wtryskowych – mapa rynku 2026

Rok 2026 zastaje polskie warsztaty w miejscu, w którym decyzje odkładane od lat stają się nieuchronne. Silniki Euro 6d, hybrydy plug-in, układy GDI pracujące przy ciśnieniach przekraczających 350 bar, wtryskiwacze piezoelektryczne z czasami reakcji liczonymi w mikrosekundach – to codzienna rzeczywistość serwisowa. Złożoność tych układów rośnie szybciej niż kompetencje przeciętnego warsztatu ogólnego, a luka między tym, co trafia na podnośnik, a tym, co serwis potrafi samodzielnie zdiagnozować i naprawić, staje się coraz kosztowniejsza.

Jakub Kleczkowski

Na rynku funkcjonuje kilkanaście firm oferujących sprzęt do obsługi układów wtryskowych: od urządzeń do chemicznego czyszczenia on-car, przez stanowiska testowe wtryskiwaczy Common Rail, aż po kompletne linie regeneracyjne zdolne do kalibracji piezo. Różnice między poziomami wyposażenia nie są jedynie techniczne – to różnice w modelu biznesowym i w zakresie usług, które serwis może samodzielnie świadczyć. Przegląd porządkuje tę przestrzeń według trzech poziomów: L1 – diagnostyka i obsługa, L2 – testowanie i precyzyjna diagnostyka, L3 – naprawa i regeneracja.

LEVEL 1 – DIAGNOSTYKA I OBSŁUGA: CO MOŻE KAŻDY WARSZTAT

Pierwszym i najniższym progiem wejścia jest wyposażenie, które powinien mieć każdy serwis samochodowy aspirujący do samodzielnej obsługi nowoczesnych układów napędowych. Chodzi o narzędzia umożliwiające postawienie rzetelnej diagnozy przed podjęciem decyzji o naprawie lub odesłaniu wtryskiwaczy do specjalisty. Pytanie przewodnie tego poziomu brzmi: co można sprawdzić i zrobić samodzielnie, zanim zleci się regenerację?

Najważniejszym urządzeniem na poziomie L1 jest tester diagnostyczny – wielomarkowy skaner OBD zdolny do odczytu parametrów silnika z wystarczającą rozdzielczością, by ocenić pracę układu wtryskowego. Nie chodzi wyłącznie o kody usterek; to zbyt mało, by wyciągać wnioski. Istotne są wartości korekcyjne wtryskiwaczy, rzeczywiste ciśnienie paliwa w szynie CR, dawki wtrysku w poszczególnych cylindrach i czasy reakcji w porównaniu ze wzorcem.

– Nowoczesne systemy gromadzą ogromne ilości danych dostępnych jako parametry rzeczywiste – niejednokrotnie powyżej 300 parametrów odczytywanych podczas sesji diagnostycznej. Texa stara się je przedstawić użytkownikowi w jak najprzystępniejszej formie: jako prezentacja graficzna, wykres, klasyczne wskazanie opisowe lub liczbowe lub jako przejrzysta karta dashboard (grafika przedstawiająca parametry zlokalizowane na wybranym systemie pojazdu). Użytkownik może również wybrać spośród pełnej listy tylko te parametry, które w danej chwili są niezbędne do weryfikacji usterki, następnie przejrzeć je lub zarejestrować podczas jazdy próbnej. W celu interpretacji danych bardzo pomaga diagnostyka prowadzona z danymi wzorcowymi dla większości komponentów elektrycznych – powiedział **Kamil Broncel**, Koordynator ds. Techniczno-Handlowych **TEXA Poland**.

Obok diagnostyki elektronicznej istotną rolę na poziomie L1 odgrywają urządzenia do chemicznego czyszczenia układu wtryskowego – tzw. metoda on-car, bez demontażu wtryskiwaczy.

– Do regularnej obsługi układów wtryskowych oraz dolotowych w silnikach benzynowych i Diesla rekomendujemy warsztatom kompletną procedurę, opartą na urządzeniu Xewel JCT Pro-Line, które pozwala przeprowadzić czyszczenie wtryskiwaczy oraz kolektora dolotowego w sposób kontrolowany, bez konieczności demontażu. Czyszczenie układu wtryskowego: Pro-Line JetClean Diesel System Cleaner (5L) – nr 5155 i Pro-Line JetClean Fuel System Cleaner (5L) – nr 5151. Czyszczenie układu dolotowego: Pro-Line JetClean Ansaug System Reiniger Diesel (300ml) – nr 20986 i Pro-Line JetClean Ansaug System Reiniger Benzin (300ml) – 20985.



Jakub Kleczkowski
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

Połączenie tych czterech produktów z urządzeniem Xevl JCT Pro-Line tworzy kompletną obsługę układu zasilania – obejmującą zarówno układ wtryskowy, jak i dolotowy. Warsztat otrzymuje jednocześnie ustandaryzowaną procedurę, co minimalizuje ryzyko błędów i zwiększa powtarzalność efektów. Taka jest idea Xevl: nie pojedynczy produkt, lecz gotowy proces serwisowy, który warsztat może od razu wdrożyć i oferować klientom jako nową, wartościową usługę dla swoich klientów – stwierdził **Rafał Kobza**, Kierownik ds. technicznych i szkoleń **LIQUI MOLY Polska**.

Komplementarną ofertę przedstawia z kolei TUNAP, którego automatyczne urządzenie ICM2020 obsługuje zarówno silniki benzynowe z zastosowaniem preparatu microflex 937 (technologia ROA2), jak i diesle z preparatem microflex 938 tej samej technologii.

Warto zaznaczyć, że czyszczenie chemiczne on-car nie zastępuje testowania i regeneracji wtryskiwaczy – jest jednak realnie skutecznym narzędziem profilaktycznym, które w wielu przypadkach pozwala przywrócić nominalną pracę układu bez konieczności demontażu. W tym samym segmencie funkcjonują testery przelewowe, pozwalające ocenić szczelność wtryskiwaczy przez pomiar ilości paliwa wracającego do zbiornika. To szybka metoda preselekcji: wtryskiwacze z nadmiernym przelewem trafiają do dalszej diagnostyki lub regeneracji, pozostałe zostają w aucie.

Poziom L1 to minimum kompetencji dla każdego serwisu pracującego z nowoczesnymi silnikami. Inwestycja w dobry skaner diagnostyczny i urządzenie do czyszczenia on-car to koszt kilkunastu do kilkudziesięciu tysięcy złotych, czyli znacznie mniej niż wartość zleceń przekazywanych konkurencji z powodu braku tych narzędzi.

– Świadomość w serwisach rośnie, ale jest mocno zróżnicowana. Warsztaty, które regularnie śledzą trendy rynkowe, doskonale rozumieją, że czyszczenie układu wtryskowego to nie „usługa dodatkowa”, lecz element profilaktyki, który realnie przekłada się na żywotność nie tylko układu zasilania ale i całego silnika. Problem leży często nie w braku wiedzy technicznej, lecz w braku przekonania co do opłacalności wprowadzenia takiej usługi. Tymczasem doświadczenie pokazuje, że dobrze przedstawiona usługa – z wyjaśnieniem korzyści: niższe spalanie, czystszy DPF, równa praca silnika – jest przez klientów przyjmowana pozytywnie i buduje lojalność i zaufanie wobec warsztatu. Liqui Moly Polska i Xevl nie sprzedają samego produktu, lecz gotowy proces serwisowy – z procedurą, chemią i z urządzeniem w jednym pakiecie. To obniża barierę wejścia dla warsztatu, który dostaje kompletny pakiet do uruchomienia nowej usługi dla swoich klientów. Układy zasilania współczesnych silników wyjątkowo boleśnie odczuwają skutki zaniedbań serwisowych. Do najczęstszych problemów należą: zarastanie zaworów dolotowych nagarem, zanieczyszczenie wtryskiwaczy paliwa czy przyspieszone zapychanie DPF/GPF – podsumował **Rafał Kobza**.

LEVEL 2 – TESTOWANIE I PRECYZYJNA DIAGNOSTYKA: ZANIM PODEJMIESZ DECYZJĘ

Drugi poziom wyposażenia jest skierowany do serwisów, które chcą samodzielnie ocenić stan techniczny wtryskiwaczy i zdecydować o ich regeneracji – zamiast odsyłać je do zewnętrznej pracowni i tracić czas oraz marżę. Pytanie, które definiuje ten poziom, brzmi: jak obiektywnie ocenić wtryskiwacz i zdecydować, czy nadaje się do regeneracji, czy do wymiany?

Centralnym urządzeniem na poziomie L2 jest stanowisko do testowania wtryskiwaczy Common Rail. Różni się ono zasadniczo od testera przelewowego stosowanego na L1: mierzy precyzyjnie dawki paliwa przy różnych ciśnieniach i temperaturach pracy, czas otwarcia i zamknięcia iglicy, szczelność statyczną i dynamiczną, a w przypadku wtryskiwaczy piezoelektrycznych – parametry elektryczne i mechaniczne pracy piezo. Wynik porównywany jest z bazą danych wzorców producenta, co pozwala obiektywnie ocenić, czy wtryskiwacz mieści się w tolerancji.

– Serwisy długo opierały się na outsourcingu regeneracji wtryskiwaczy. Dziś częściej dostrzegają potrzebę własnych kompetencji. Klienci oczekują szybkiej diagnozy. Ponadto nowe DCI 200 czy Sabre Expert obniżyły barierę wejścia. Jako praktyk podkreślę, że sam zakup maszyny nie tworzy specjalistycznej pracowni. Serwis budujący taką pracownię potrzebuje trzech filarów: precyzyjnej diagnostyki, technologii naprawczej oraz wsparcia technicznego. Dla serwisu kluczem do sukcesu jest posiadanie jednego, kompleksowego partnera, który dostarczy oprócz maszyn także wiedzę, części i zaplecze serwisowe. W tej roli Autorak oferuje kompletną obsługę – jako optymalny partner serwisu diesla – podkreślił **Maciej Wszola**, Manager Serwisu Urządzeń Diagnostyki Diesela **AUTORAK DIESELLAND**.

Na poziomie L2 coraz istotniejsze staje się oprogramowanie diagnostyczne powiązane ze stanowiskiem testowym. Możliwość równoległego odczytu danych z pojazdu i korelowania ich z wynikami testu na stanowisku daje obraz, którego żadne z tych narzędzi nie zapewnia osobno.

– Oprogramowanie diagnostyczne IDC6 sprawia, że z łatwością odczytamy sterowniki silnika Diesla lub benzyny za pomocą gniazda EOBD. Oczywiście dane parametry czy testy nieco różnią się pomiędzy poszczególnymi wersjami silnikowymi. Jednak bardzo często możemy je zweryfikować w parametrach rzeczywistych: na podstawie wartości korekcyjnych wtryskiwaczy, dawki wtryskiwanego paliwa, temperatury i ciśnienia paliwa oraz wielu innych wskaźników. Nierzadko możliwe są do wykonania testy, np. wysterowanie poszczególnych wtryskiwaczy, diagnostyka układu oczyszczania spalin, którego działanie jest silnie powiązane ze stanem układu wtryskowego. Nie brakuje również kart technicznych opisujących systemy pogrupowane na poszczególne marki pojazdów. Dzięki temu przed naprawą można lepiej zrozumieć zasady funkcjonowania poszczególnych układów – mechanik będzie wówczas wiedział, na które aspekty zwrócić uwagę – zaznaczył **Kamil Broncel**.

Poziom L2 to inwestycja rzędu kilkudziesięciu do stu kilkudziesięciu tysięcy złotych, która radykalnie zmienia pozycję serwisu z pośrednika przekazującego wtryskiwacze do regeneracji w rolę centrum diagnostycznego mogącego samodzielnie decydować o dalszym postępowaniu z każdym komponentem. Czas zwrotu zależy od wolumenu: w serwisach obsługujących powyżej 15–20 układów miesięcznie amortyzacja następuje zwykle w ciągu 18–36 miesięcy.

Nasi EXPERCI



Maciej Wszola
Manager Serwisu Urządzeń Diagnostyki Diesela
AUTORAK DIESELLAND



Rafał Kobza
Kierownik ds. technicznych i szkoleń
LIQUI MOLY Polska



Rafał Jaworski
Category Manager
Moto-Profil



Kamil Broncel
Koordynator ds. Techniczno-Handlowych
TEXA Poland

LEVEL 3 – NAPRAWA I REGENERACJA: WARSZTAT JAKO PRACOWNIA SPECJALISTYCZNA

Trzeci poziom wyposażenia wyznacza granicę, za którą warsztat przestaje być tylko serwisem, a staje się specjalistyczną pracownią regeneracyjną. Decyzja o wejściu na ten poziom jest strategiczna – wymaga nie tylko inwestycji w sprzęt, ale przede wszystkim w wiedzę, procedury i doświadczenie. Pytanie, które definiuje ten poziom, brzmi: jak naprawiać wtryskiwacze zgodnie z technologią producenta, zachowując powtarzalne parametry?

Proces regeneracji wtryskiwacza Common Rail przebiega przez kilka etapów: demontaż, czyszczenie, kontrola i wymiana

elementów wewnętrznych, kalibracja, a na końcu test końcowy na stole probierczym. Każdy z tych etapów wymaga dedykowanych narzędzi i precyzyjnie zdefiniowanych procedur. Odstępstwo od technologii skutkuje wtryskiwaczem, który wprowadzi się przedzie test końcowy, ale szybko zawiedzie w eksploatacji.

Narzędzia do demontażu i montażu wtryskiwaczy to pierwsza kategoria wyposażenia L3. Ściągacze mechaniczne oraz hydrauliczne, zestawy adapterów dedykowane systemom Bosch, Delphi, Denso i Siemens/Continental, specjalistyczne klucze i nasadki, klucze dynamometryczne oraz precyzyjne imadła do pracy z elementami wewnętrznymi – to fundament stanowiska regeneracyjnego.

Zestawienie rynkowe – wyposażenie warsztatu do obsługi układów wtryskowych 2026

Dystrybutor	Marki	Poziom	Kategoria produktów	Segment pojazdów
Robert Bosch	Bosch	L1 / L2 / L3	- Testery diagnostyczne CR i GDI - Stanowiska testowe (EPS, DCI) - Narzędzia serwisowe OE	- Osobowe - Dostawcze - Ciężarowe
Dieselland / Autorak	Bosch / Hartridge/ Stanadyne/Delphi/Aumovio(VDO)/ Denso/WUZETEM/ Firad/Star Diesel/ WSK/Magneti Marelli/Texa	L1/ L2 / L3	- Stoły probiercze - Stanowiska testowe CR (Hartridge Cri-Pro, Bosch EPS) - Narzędzia naprawcze - Części do regeneracji	- Osobowe - Dostawcze - Ciężarowe - Offroad
DTE Power	DTE / DeltaTech	L1 / L2	- Testery diagnostyczne CR (EDIA-PRO, SIT-12, RPT-5) - Oscyloskopy warsztatowe - Testery do stołów probierczych	- Osobowe - Dostawcze - Maszyny
Marelli Aftermarket Poland*	Marelli	L1 / L2 / L3	- Testery CR i GDI (CTBRX, ITB1RX/ITB4RX, MTBRX, PTBRX, GS4/GS8, GTB4RX) - Stoły probiercze - Narzędzia naprawcze - Części zamienne do wtryskiwaczy	- Osobowe - Dostawcze
LIQUI MOLY Polska	XEVEL	L1	- Urządzenia do chemicznego czyszczenia układów wtryskowych bez demontażu (JCT PRO LINE) - Preparaty do czyszczenia układów wtryskowych CR i GDI	- Osobowe - Dostawcze
Moto-Profil	Bosch / własna marka MTP	L2 / L3	- Ściągacze wtryskiwaczy - Imadła precyzyjne do regeneracji - Klucze dynamometryczne CR - Zestawy diagnostyczne CR (zestawy L1-L3) - Myjki ultradźwiękowe - Stoły probiercze	- Osobowe - Dostawcze
LAUNCH POLSKA*	Launch	L1 / L2	- Wielomarkowe testery diagnostyczne OBD - Urządzenia do czyszczenia i testowania wtryskiwaczy GDI/EFI/SFI - Urządzenia do płukania ultradźwiękowego on-car	- Osobowe - Dostawcze
TEXA POLAND	TEXA	L1 / L2	- Wielomarkowe testery diagnostyczne (AXONE, TXT MULTIHUB) - Diagnostyka układów wtryskowych CR w połączeniu z diagnostyką całego pojazdu	- Osobowe - Dostawcze - Ciężarowe - Motocykle - Maszyny budowlane - Maszyny rolnicze - Jednostki pływające
Snap-on Equipment and Diagnostics*	Snap-on / SUN	L1 / L2	- Profesjonalne testery diagnostyczne wielomarkowe (SUN PDL) - Kodowanie wtryskiwaczy CR - Diagnostyka układów paliwowych	- Osobowe - Dostawcze
Phinia Delphi Poland	Delphi / Hartridge	L2 / L3	- Stół probierczy AVM2-PC – autoryzowane programy naprawcze (wymagane dodatkowe akcesoria): Delphi – wtryskiwacze Common Rail, pompy Common Rail pumps, EUI, EUP, wtryskiwacze Smart, pompy MDEG oraz Denso – wtryskiwacze Common Rail, pompy Common Rail pumps, - Uniwersalne programy testowe: pompy Common rail Bosch, Continental/VDO, wtryskiwacze EUI and EUP Bosch and Continental/VDO - Stół probierczy Cri-Pro: Autoryzowane programy naprawcze Delphi – wszystkie wtryskiwacze Common Rail (Cx1, F2), uniwersalne programy testowe do wtryskiwaczy Common Rail Bosch, Denso, Continental/VDO - Stół probierczy SABRE: uniwersalne programy testowe do wtryskiwaczy Common Rail Bosch, Denso, Continental	- Osobowe - Dostawcze - Ciężarowe
TUNAP Polska	TUNAP	L1 / L3	- Automatyczne urządzenie do intensywnego czyszczenia układu wtryskowego benzyna / diesel ICM2020 - Preparaty do czyszczenia układu wtryskowego: silnik benzynowy: TUNAP microflex® 937 technologia ROA2, silnik diesel: TUNAP microflex® 938 technologia ROA2	- Osobowe - Dostawcze

* Dane niezwyfikowane przez dystrybutorów.

– W ofercie Moto-Profil dostępne są kompleksowe rozwiązania przeznaczone do każdego etapu obsługi układów Common Rail. Nasze portfolio można podzielić na trzy główne obszary zastosowań. Demontaż i montaż – ściągacze wtryskiwaczy (mechaniczne i hydrauliczne), zestawy adapterów do systemów wiodących producentów (Bosch, Delphi, Denso, Siemens), specjalistyczne klucze i nasadki, klucze dynamometryczne oraz precyzyjne imadła. Następnie diagnostyka i testowanie, czyli zestawy do testów przelewowych, urządzenia do pomiaru przepływu paliwa oraz myjki ultradźwiękowe do bezwzględnej czyszczenia elementów przed montażem. I wreszcie regeneracja i kalibracja w postaci zaawansowanych technologicznie, profesjonalnych stanowisk testowych (stoły probiercze), a także specjalistycznych narzędzi do montażu i regulacji precyzyjnych elementów wewnętrznych wtryskiwacza. W przypadku pracowni nastawionych na pełną regenerację (poziom L3), absolutnym kluczem do sukcesu jest profesjonalne stanowisko testowe Common Rail. Równie ważne są narzędzia dedykowane do pracy z elementami wewnętrznymi wtryskiwacza, oprzyrządowanie do precyzyjnego montażu i regulacji oraz sprzęt pozwalający na rygorystyczną weryfikację parametrów pracy przed i po przeprowadzonej regeneracji – powiedział **Rafał Jaworski**, Category Manager **Moto-Profil**.

W przypadku pracowni nastawionych na pełną regenerację kluczową rolę odgrywa profesjonalne stanowisko testowe.

– Budowa nowoczesnego stanowiska do obsługi wtryskiwaczy Common Rail wymaga zintegrowanego podejścia. Zapewniamy w każdym z obszarów najlepsze i sprawdzone, na bazie ponad 30-letniego doświadczenia, rozwiązania. Wyposażamy serwisy w stoły probiercze najnowszej generacji oraz ich serwis, narzędzia, części, know-how, szkolenia i wsparcie. Dla warsztatów stanowią pomost między liderami produkcji i rozwiązań w branży a ich codziennymi wyzwaniami. Takie połączenie zaawansowanej technologii z praktyczną wiedzą techniczną oraz dostępnością części zamiennych stanowi fundament sukcesu nowoczesnego serwisu diesla – podkreślił **Maciej Wszółta**.

Poziom L3 to inwestycja, która zmienia pozycję rynkową serwisu z wykonawcy prostych zleceń w centrum kompetencji obsługujące warsztaty z regionu. Wymaga jednak ciągłości: regularnych szkoleń, stałego dostępu do aktualnych baz danych kalibracyjnych i rzetelnego wsparcia technicznego ze strony dostawcy. Serwis, który inwestuje w L3 bez zabezpieczenia tych obszarów, kupuje maszynę, a nie kompetencję.

– Z naszej perspektywy widzimy wyraźny wzrost zainteresowania wyposażeniem do diagnostyki i regeneracji

wtryskiwaczy Common Rail na polskim rynku. Ten trend wynika przede wszystkim z kilku kluczowych czynników. Po pierwsze, stale rosnącej liczby pojazdów osobowych i dostawczych wyposażonych w zaawansowane układy Common Rail. Po drugie, wysokich kosztów zakupu nowych wtryskiwaczy, co bezpośrednio przekłada się na opłacalność ich regeneracji dla klienta końcowego. Na koniec w tym zestawieniu uwzględniłbym jeszcze rosnącą specjalizację niezależnych warsztatów oraz dynamiczny rozwój dedykowanych pracowni Diesel Service. W praktyce oznacza to, że serwisy coraz częściej wychodzą poza podstawową diagnostykę (poziom L1) i chętnie inwestują w zaawansowane urządzenia do testowania (L2) oraz wyposażenie umożliwiające pełną regenerację i kalibrację wtryskiwaczy (L3) – podsumował **Rafał Jaworski**.

ŚCIEŻKA ROZWOJU WARSZTATU

Każdy serwis obsługujący pojazdy z silnikami diesla lub GDI operuje dziś co najmniej na poziomie L1. Pytanie nie brzmi, czy wejść na wyższy poziom, ale kiedy to się opłaca i jak to zrobić w sposób minimalizujący ryzyko nieudanej inwestycji.

Przejście z L1 do L2 uzasadnia kilka sygnałów rynkowych: rosnąca liczba reklamacji po naprawach zleczanych zewnątrz, wydłużony czas realizacji zleceń z powodu oczekiwania na wynik testu, a przede wszystkim mierzalna utrata marży na komponentach odsyłanych do regeneracji.

Przejście z L2 do L3 jest decyzją bardziej złożoną i powinna ją poprzedzać rzetelna analiza lokalnego rynku. Pełna pracownia regeneracyjna generuje wartość tylko wtedy, gdy zapewnia ciągły dopływ komponentów do obróbki. Model B2B jest często warunkiem koniecznym rentowności na tym poziomie.

Rynek wyposażenia do obsługi układów wtryskowych w Polsce dojrzał. Oferta jest szeroka, poziomy wyposażenia są dobrze zdefiniowane, a bariera wejścia na każdy z nich systematycznie spada dzięki nowym generacjom urządzeń. Brakuje jednak świadomości, że samo urządzenie to punkt startowy, nie cel. Serwis, który traktuje zakup stołu probierczego jako zakończenie procesu inwestycyjnego, a nie jako jego początek, prędzej czy później przekona się o tym na własny koszt.

Warsztaty, które zbudują kompetencje komplementarne – diagnoza na L1, testowanie na L2, regeneracja na L3 – będą w nadchodzących latach w zupełnie innej pozycji rynkowej niż te, które zatrzymają się na poziomie OBD i chemii serwisowej. Rosnąca złożoność układów wtryskowych to kierunek, w którym podąża rynek. ©

microflex®

Dla zdrowia każdego samochodu



tunap.pl



Przywróć silnik do formy fabrycznej.

- ✓ Niższe zużycie paliwa
- ✓ Mniej awarii i przestojów
- ✓ Redukcja emisji spalin



Diagnostyka silnika

Liga Mistrzów Diagnostyki prezentuje perypetie z rozrzędem

Rozpoczynamy nowy cykl publikacji – serwisant Dalibor Plischke z firmy MOTOR expert s.r.o. omówi w nim przypadki diagnostyczne związane z układem rozrzędu. Na zakończenie serii podsumujemy zastosowane metody pracy i wyjaśnimy od strony teoretycznej zasadę działania systemów. Pierwszy przypadek dotyczy wypadania zapłonu w cylindrach 1 i 3 silnika Subaru Impreza 1.5R, kod EL15, rok modelowy 2008.

Dalibor Plischke (autoEXPERT Czechy)

Po raz drugi zetknąłem się ze srebrną Imprezą 1.5R, choć nie miałem tej świadomości – szczegóły wyjaśnię pod koniec tej historii. Tymczasem kilka informacji: samochód trafił do warsztatu z powodu niestabilnej pracy silnika na biegu jałowym: obroty wahały się tak mocno, że silnik groził samoczynnym zgaśnięciem. W chwili przyjęcia pojazdu do naprawy Impreza na biegu jałowym rzeczywiście gasła. Bezpośrednią przyczyną okazała się jednak „przyspieszona zmiana adresu warsztatu”: kolega z innego warsztatu przekazał pojazd klientowi bez filtra powietrza i pokrywy zamykającej obudowę filtra. Ponadto przewód ssący obudowy filtra powietrza był zamocowany nieprawidłowo.

Po zamontowaniu filtra i dokręceniu przewodu ssącego silnik przestał samoczynnie gasnąć, lecz bieg jałowy pozostał wyraźnie niestabilny – obroty zbliżyły się do granicy zgaśnięcia. Kontrolka MIL (Malfunction Indicator Lamp) naprzemiennie migiała i zapalała się. Po zwiększeniu obrotów do ok. 2000 min⁻¹ praca silnika była znacznie stabilniejsza: podczas swobodnych przyspieszeń silnik bez zakłóceń reagował na wciśnięcie pedału przyspieszenia.

KONTROLA PAMIĘCI USTEREK

Zgodnie z przypuszczeniami elektroniczny sterownik silnika ECU (Electronic Control Unit) zapisał kody DTC (Diagnostic Trouble Codes) dotyczące wypadania zapłonu w cylindrach 1 i 3 (ilustracja 1). Dotyczy to pierwszego rzędu cylindrów po stronie pasażera (cylinder 1 – przedni, cylinder 3 – tylny). Silnik EL15 to czterocylindrowy bokser – cylindry ułożone są poziomo po obu stronach wału korbowego. Pierwszy rząd, po prawej stronie pojazdu (strona pasażera), tworzą cylindry 1 i 3, a drugi rząd, po lewej stronie (strona kierowcy) – cylindry 2 i 4.

DIAGNOSTYKA TESTEREM BOSCH KTS

Kontrola wartości rzeczywistych z użyciem testera Bosch KTS pozwoliła przeanalizować m.in. zapis czasu wtrysku na biegu jałowym (ilustracja 2). Na ilustracji uwzględniono też dwie wartości graniczne krótkoterminowej korekty składu mieszanki, oscylującej w zakresie od -26,6% do +23,4%. Wahania regulacji lambda przekładały się na zmiany współczynnika nadmiaru powietrza λ w przedziale 0,8-1,2, czyli $\pm 20\%$ względem stechiometrycznej wartości $\lambda = 1$. Towarzyszyły temu bardzo duże wahania prędkości obrotowej biegu jałowego – od ok. 357 do 1255 min⁻¹. Długoterminowa korekta paliwowa LTFT (Long Term Fuel Trim) pozostawała przy tym na stałym poziomie -1%.

Liczba usterek 4

P0303	Cylinder 3 Wykryto wypadanie zapłonu
P0301	Cylinder 1 Wykryto wypadanie zapłonu
P0303	Cylinder 3 Wykryto wypadanie zapłonu
P0301	Cylinder 1 Wykryto wypadanie zapłonu

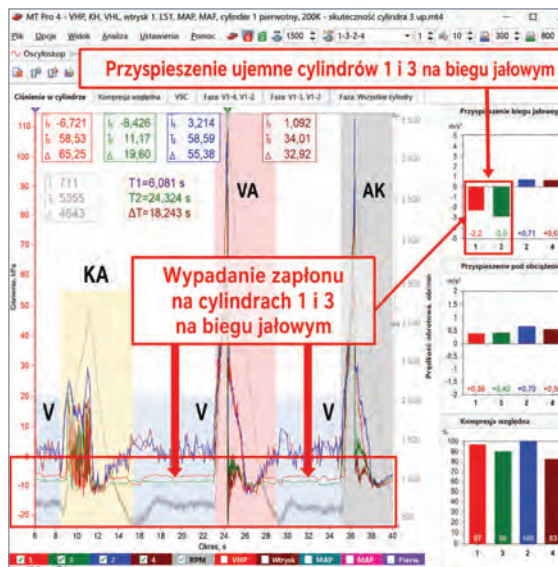
Ilustracja 1. Rejestr wypadania zapłonu w cylindrach.

Materiał redakcyjny

**auto
EXPERT**
CASOPIS PROFESIONÁLO V AUTOOPRAVARENSTVÍ



Ilustracja 2. Rejestr czasu wtrysku na biegu jałowym.



Ilustracja 3. Kontrola sprawności cylindrów.

ANALIZA DOTYCHCZASOWYCH USTALEŃ

Jeżeli wartość LFTT utrzymuje się w pobliżu 0%, można z dużym prawdopodobieństwem wykluczyć problemy z dawkowaniem paliwa, błędne sygnały czujników obciążenia silnika MAP (Manifold Absolute Pressure) i MAF (Mass Air Flow) oraz nieszczelności układu ssącego. Widać również, że wahania amplitudy czasu wtrysku odpowiadały częstotliwości regulacji lambda na biegu jałowym – nie był to zatem przypadkowy objaw, lecz reakcja sterownika silnika na sygnał przedniego czujnika lambda pełniącego funkcję sprzężenia zwrotnego regulacji składu mieszanki.

Ze względu na aż osiem monitorowanych parametrów i wolne próbkowanie interfejsu szeregowego, nie wszystkie wskazania testera są wzajemnie zsynchronizowane w czasie. Przykładowo, jeśli wyświetlana wartość lambda wynosi 0,8 (mieszanka bogatsza o ok. 20%), krótkoterminowa korekta paliwowa z pewnością nie powinna być dodatnia – sterownik dodatkowo pogarszałaby sytuację, jeszcze bardziej wzbogacając mieszankę.

DIAGNOSTYKA TESTEREM SILNIKOWYM MTPRO 4 Z OSCYLOSKOPEM

W kolejnym etapie wykorzystano tester silnikowy MTPro 4 z oscyloskopem cyfrowym. Analiza efektywności cylindrów wykazała, że na biegu jałowym cylindry 1 i 3 generują ujemne przyspieszenia wału korbowego – występuje na nich wypadanie zapłonu.

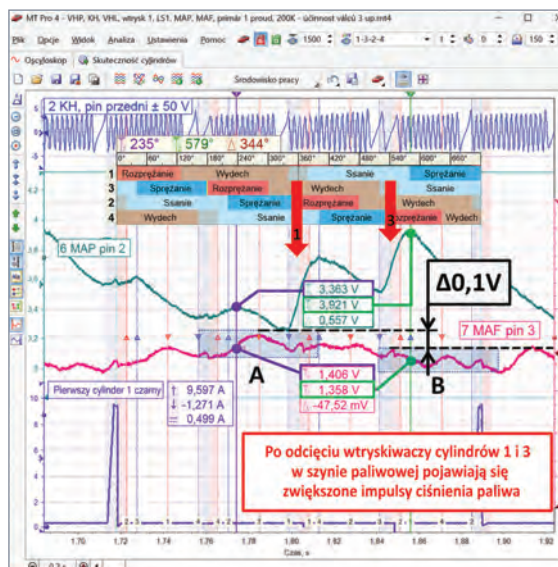
Podczas kalibracyjnego przyspieszania na cylindrach 1 i 3 widoczne były wyraźne oscylacje wartości przyspieszenia w trakcie suwów rozprężania (ilustracja 3). Podczas swobodnego rozpędzania oraz w teście kompresji względnej przyspieszenia wszystkich cylindrów były już niemal wyrównane. Zapis ten potwierdził wcześniejsze ustalenia z testera KTS oraz obserwacje zachowania silnika. Kompresja względna – 97% dla cylindra 1 i 100% dla cylindra 2 – wskazywała, że problem najprawdopodobniej nie dotyczy szczelności komór spalania.

Analiza pulsacji sygnałów czujników MAP i MAF w czasie jednego cyklu pracy silnika – 720° OWK (ilustracja 4) – ujawniła charakterystyczny objaw: przebieg ciśnienia w kolektorze ssącym był wyraźnie nieregularny. W prawidłowo

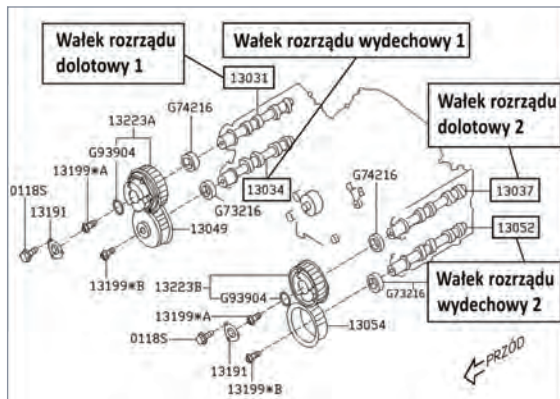
pracującym silniku sygnał czujnika MAP powinien mieć postać regularnej sinusoidy – zarówno pod względem częstotliwości, jak i amplitudy – z liczbą wierzchołków odpowiadającą liczbie cylindrów.

Największe wzrosty ciśnienia występowały w fazie przekrycia zaworów – gdy zawór ssący zaczyna się otwierać, a wydechowy nie jest jeszcze zamknięty. Objaw dotyczył właśnie cylindrów 1 i 3, mających wspólny wałek rozrządu ssącego (ilustracja 5).

Porównanie poziomów sygnału czujnika MAF (przepływomierz masowy powietrza) w wybranych obszarach wykazało, że cylinder 4 zasysał więcej świeżego powietrza niż cylinder 3. Różnica wynikała z odmiennego ustawienia kąta przekrycia zaworów między rzędem 1 (cylindry 1 i 3) a rzędem 2 (cylindry 2 i 4). Im większy kąt przekrycia zaworów, tym wcześniej otwiera się zawór ssący w suwie wydechu, kierując część spalin wstecz do kolektora ssącego. Skutkiem



Ilustracja 4. Oscylogram pulsacji czujników MAP i MAF na biegu jałowym.



Ilustracja 5. Rysunek wałków i kół rozrządu.

są: wyższy impuls ciśnienia rejestrowany przez czujnik MAP oraz zmniejszenie masy zasysanego powietrza o frakcję odpowiadającą zawracanym spalinom.

To wyjaśnia, dlaczego sterownik silnika tak znacząco zmieniał czas wtrysku na biegu jałowym – w zakresie od 1,5 do 3,8 ms przy wartości nominalnej ok. 2,5 ms. Cylindry 1 i 3, z powodu zwiększonej wewnętrznej recyrkulacji spalin (wewnętrzny EGR), pracowały z mniejszym udziałem świeżego powietrza, co przesunęło wartość λ poza okno katalizacyjne (0,97–1,03) w stronę mieszanki bogatej ($\lambda < 1$).

Ponieważ dochodziło do wypadania zapłonu, wartość λ znajdowała się prawdopodobnie w pobliżu 0,5 – dolnej granicy zapalności mieszanki w silnikach z zewnętrznym tworzeniem mieszanki. Sytuację dodatkowo komplikował sygnał przedniego czujnika lambda, wspólnego dla wszystkich cylindrów i wpływającego na obliczanie czasu wtrysku – reagował on na łączny skład spalin ze wszystkich cylindrów, wyjątkowo niejednorodny w tym przypadku.

WERYFIKACJA USTAWIENIA FAZ ROZRZĄDU

Podczas rozwiązywania tego przypadku problemem był deficyt dokumentacji technicznej – nie było dostępnych ani instrukcji diagnostycznej, ani schematów elektrycz-

nych. Na szczęście znajomy zaofiarował możliwość wykonania pomiarów porównawczych na swojej Imprezie 1.5R. Brakowało przede wszystkim wzorcowego diagramu faz wał korbowy–wałek rozrządu, który pozwoliłby jednoznacznie ocenić poprawność ustawienia mechanizmu rozrządu. Stanowiło to główną przeszkodę w doprowadzeniu diagnostyki do końca – zwłaszcza w kontekście nieregularnych pulsacji ciśnienia widocznych w sygnałach czujników MAP i MAF.

Na **ilustracji 6** przedstawiono porównanie faz wału korbowego i wałków rozrządu w pojeździe wzorcowym oraz w diagnozowanym pojeździe. Analizowano przebiegi sygnałów czujników prędkości obrotowej, ciśnienia w kolektorze ssącym oraz prądu pierwotnego cylindra 1 podczas jednego cyklu pracy na biegu jałowym.

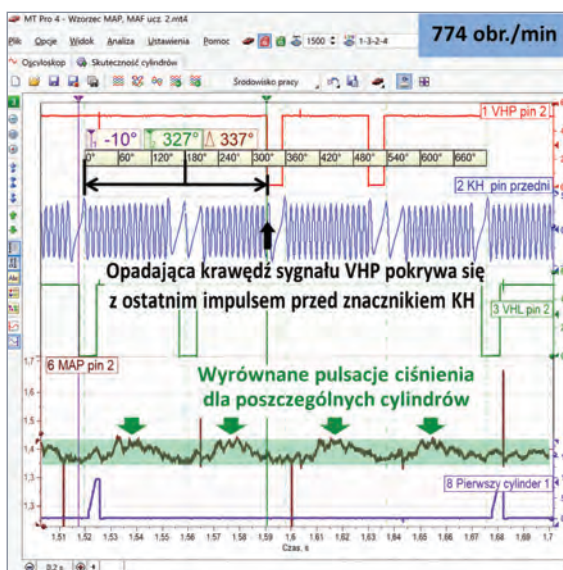
Pierwsze opadające zbocze sygnału lewego wałka rozrządu ssącego przypadło w pojeździe wzorcowym na -10° , prawego – na 327° (odległość między zboczami: $\Delta 337^\circ$). W diagnozowanym pojeździe odpowiednie wartości wynosiły -8° i 267° , co oznaczało przesunięcie lewego wałka o 2° w kierunku „później” oraz prawego o ok. 60° w kierunku „wcześniej” (**ilustracja 7**).

Rozbieżności okazały się znaczące: prawy wałek rozrządu ssącego, obsługujący rząd cylindrów 1, był przestawiony o ok. 60° w kierunku wcześniejszego otwarcia zaworów ssących. Lewy wałek rozrządu ssącego, obsługujący rząd cylindrów 2, był przesunięty o ok. 2° w stronę późniejszego otwarcia.

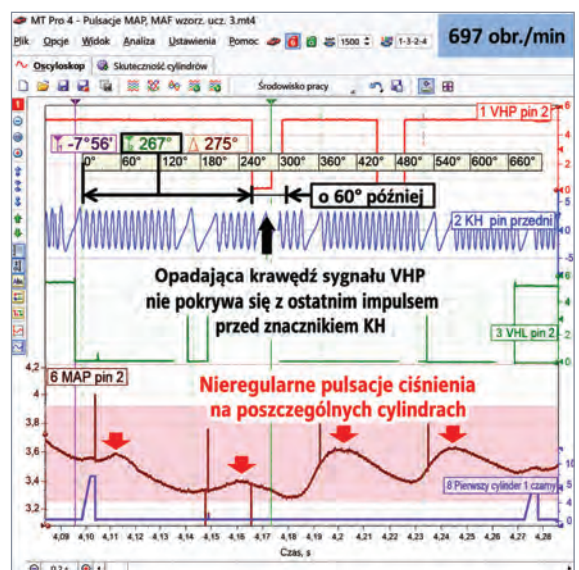
Zestawienie przebiegów sygnału MAP przed naprawą i w pojeździe wzorcowym pokazało, jak znaczący wpływ na pracę silnika na biegu jałowym miało przestawienie prawego wałka rozrządu ssącego w kierunku „wcześniej”: w sygnale pojawiły się dwa wyraźne impulsy ciśnienia odpowiadające fazie przekrycia zaworów w cylindrach 1 i 3.

KONTROLA I NAPRAWA ZAWORÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH VVT

Następnie sprawdziłem zawory sterujące położeniem wałków rozrządu ssącego. Wizualne porównanie obu zaworów systemu VVT potwierdziło, że tłoczek zaworu rzędu



Ilustracja 6. Faza wału korbowego i wałka rozrządu w pojeździe wzorcowym na biegu jałowym.



Ilustracja 7. Faza wału korbowego i wałka rozrządu w badanym pojeździe na biegu jałowym



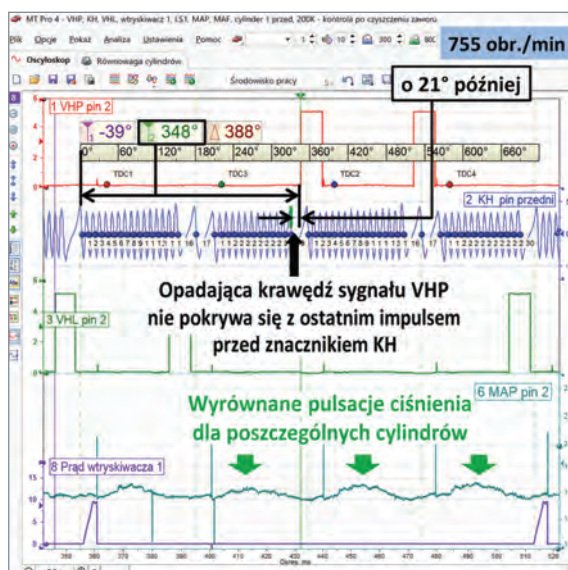
Ilustracja 8. Porównanie położenia tłoka zaworu sterującego VVT.

cyldrów 1 zablokował się w przednim położeniu, odpowiadającym przestawieniu prawego wałka rozrządu ssącego w kierunku wcześniejszego otwarcia zaworów ssących (ilustracja 8). Po usunięciu zanieczyszczenia mechanicznego sprawdziłem wymontowany zawór przy użyciu aktywatora PWM2. Dla pewności zamieniłem również zawory sterujące między rzędami cylindrów. Praca silnika wyraźnie się ustabilizowała.

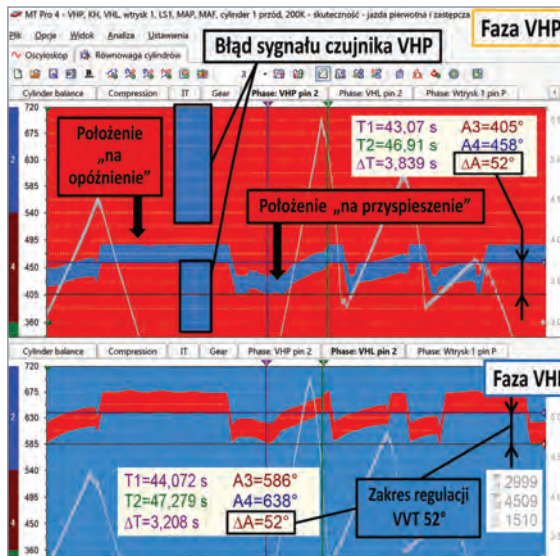
WERYFIKACJA PO NAPRAWIE

Po naprawie widoczna była znacząca poprawa przebiegu sygnału czujnika MAP – nośnika informacji o jakości pracy mechanizmu rozrządu (ilustracja 9). Pulsacje od poszczególnych cylindrów wyrównały się i miały wyraźnie mniejszą amplitudę niż przed naprawą.

Średni poziom sygnału MAP wyniósł po naprawie ok. 1,6 V wobec ok. 1,4 V w pojeździe wzorcowym. Różnicę tę mogła częściowo tłumaczyć rozbieżność prędkości biegu jałowego (755 wobec 774 min⁻¹) oraz rezydualne przesunięcie fazowe prawego wałka rozrządu ssącego – po naprawie opóźnionego o 21° względem wzorca. W żadnym z pojaz-



Ilustracja 9. Faza wału korbowego i wałka rozrządu w badanym pojeździe po naprawie, na biegu jałowym.



Ilustracja 10. Ocena działania układu regulacji faz rozrządu.

dów sterownik nie zgłaszał jednak błędu położenia faz.

Podczas jazdy próbnej analiza efektywności cylindrów (ilustracja 10) ujawniła, że faza VHP (sygnał czujnika prawego wałka rozrządu ssącego) wskazywała na rezydualną usterkę: skokową zmianę szerokości zęba sygnałowego. Całkowity zakres regulacji między ogranicznikiem „wcześniej” i „później” wynosił dla obu wałków rozrządu ssącego jednolicie 52° – oba rzędy cylindrów pracowały zatem z pełnym zakresem zmiennych faz rozrządu ssącego. Podczas pełnego przyspieszania wałki rozrządu ssącego były przestawiane w kierunku „później”, przy hamowaniu silnikiem – w kierunku „wcześniej”.

WNIOSKI

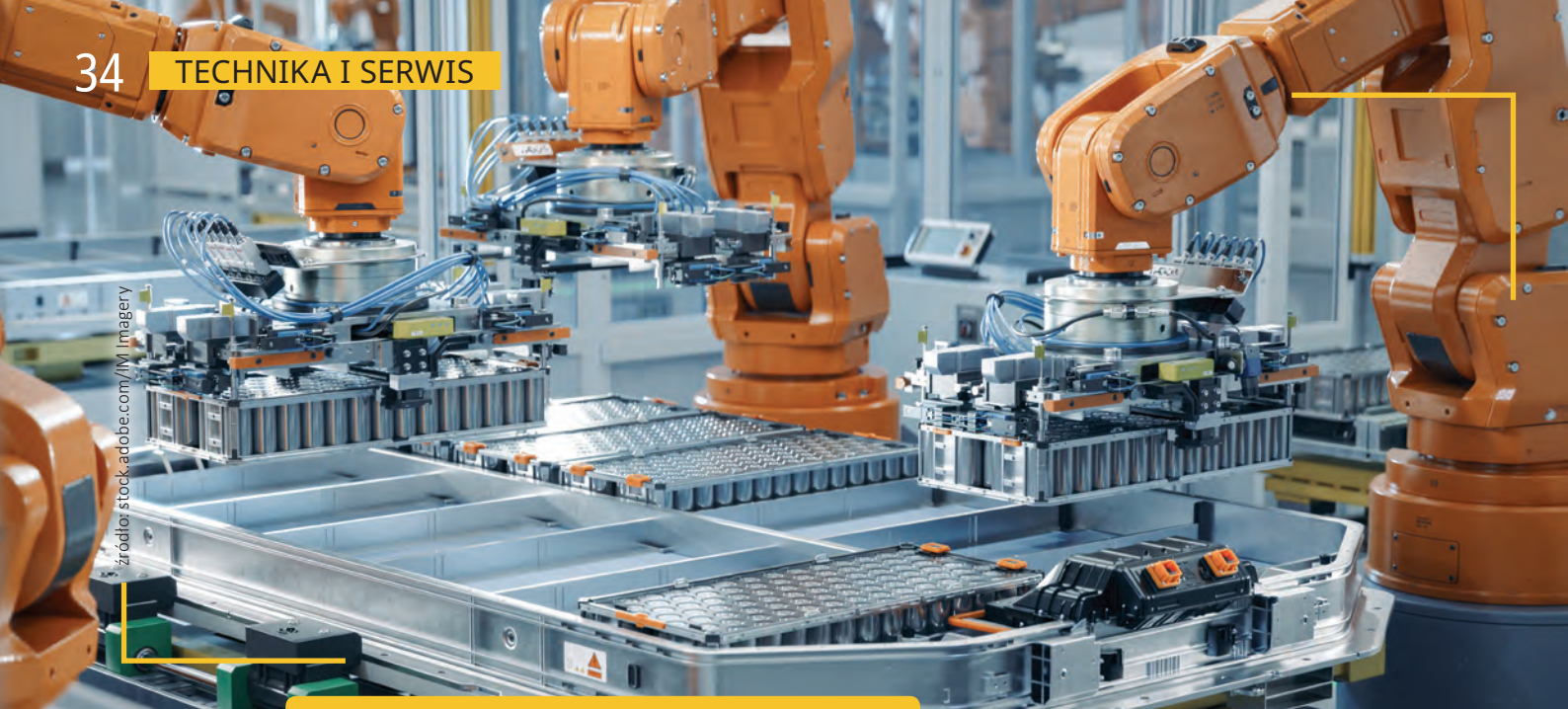
Opisany przypadek pokazuje, że ocena pracy mechanizmu rozrządu jest nieodzownym elementem diagnostyki silników wyposażonych w układy VVT (Variable Valve Timing). W omawianym silniku EL15 zastosowano system Subaru AVCS (Active Valve Control System) w wersji „single” – ze zmiennymi fazami wyłącznie wałków rozrządu ssącego. Zablockowanie tłoczka zaworu sterującego przepływowemu oleju w położeniu „wcześniej” dla rzędu cylindrów 1 skutkowało rozchwytanymi sygnałami czujników MAP i MAF, niestabilną prędkością obrotową silnika oraz zapisem kodów DTC P0301 i P0303.

Do zapowiadanego we wstępie pierwszego spotkania z tym samochodem doszło podczas wizyty u byłego pracodawcy, w serwisie Subaru. Doradca serwisowy właśnie wydawał tę Imprezę klientowi po wykonanym serwisie, lecz samochód odmówił uruchomienia. Wtedy zażartowałem: – Ale macie szczęście, że właśnie przechodzę obok. ©

Artykuł ukazał się pierwotnie w czeskim wydaniu magazynu *autoEXPERT*.

autoEXPERT to marka medialna obecna od ponad 30 lat także na rynkach Czech i Słowacji – branżowy miesięcznik techniczny oraz portal autoexpertportal.cz

Podobnie jak polska edycja czeski *autoEXPERT*, powstaje na licencji Vogel Communication Group. Obie marki łączy wysoki poziom redakcyjny i techniczny oraz wspólna misja – wspierać profesjonalistów z sektora automotive aftermarket.



Elektromobilność

Trendy dotyczące akumulatorów HV

e-mobility

Rynek akumulatorów trakcyjnych wchodzi w okres intensywnej rywalizacji technologicznej. Producenci pojazdów i dostawcy technologii koncentrują się dziś na zwiększaniu gęstości energii, poprawie bezpieczeństwa chemicznego, ograniczaniu degradacji ogniw oraz integracji elektroniki mocy bezpośrednio z pakietem akumulatorowym. Zmiany te wpłyną nie tylko na zasięg pojazdów elektrycznych, ale również na sposób ich serwisowania i diagnostyki w warsztatach.

Arkadiusz Jaworski

B MW i Mercedes-Benz wprowadzają pierwsze modele oparte na nowych platformach elektrycznych: iX3 50 xDrive na platformie Neue Klasse oraz CLA oparty na architekturze MMA (Mercedes Modular Architecture). Deklarowane zużycie energii wg WLTP należy do najniższych w segmencie i wynosi 15,1–17,9 kWh/100 km dla SUV-a oraz 12,2–14,1 kWh/100 km dla limuzyny. Mimo wysokiej sprawności energetycznej producenci nadal stosują pojemne pakiety akumulatorowe, ponieważ duży zasięg, wysoka moc ładowania oraz żywotność baterii pozostają nadrzędnymi wymaganiami rynku.

TECHNOLOGIA BEZ KLASYCZNYCH OGNIW – ARCHITEKTURA ETOP

Jednym z najbardziej innowacyjnych podejść do zwiększania gęstości energetycznej pakietów HV jest technologia ETOP (Electrode-to-Pack), opracowana przez amerykańską firmę 24M Technologies. Po prezentacji koncepcji w październiku 2023 r. firma ogłosiła we wrześniu 2025 r. dostępność technologii na zasadach licencyjnych dla producentów.

ETOP odchodzi od klasycznej architektury ogniwo-moduł-pakiet, charakterystycznej dla większości współczesnych baterii trakcyjnych. Zestawy anoda–katoda są hermetyzowane w cienkich foliach polimerowych i inte-

growane bezpośrednio z konstrukcją pakietu, bez indywidualnych obudów ogniw, modułów i elementów łącznikowych. Według danych 24M elektrody mogą zajmować nawet do 80% objętości pakietu, wobec typowych 30–60% w rozwiązaniach konwencjonalnych. Producent deklaruje, że pakiet NMC o pojemności 75 kWh mógłby osiągnąć pojemność przekraczającą ponad 100 kWh bez zmiany zewnętrznych wymiarów.

Technologia współpracuje z ogniwami NMC, NCA, LFP oraz sodowo-jonowymi, umożliwia projektowanie systemów pracujących w zakresie od 48 do 800 V i zwiększa swobodę kształtowania pakietów. System dostępny jest w modelu licencyjnym i może być wdrażany na istniejących liniach produkcyjnych. Pierwsze prototypy przekazano producentowi OEM pod koniec 2025 r., a rozpoczęcie produkcji seryjnej planowane jest na lata 2027–2028.

FALOWNIK WBUDOWANY W AKUMULATOR: PROJEKT IBIS

Równolegle rozwijana jest integracja komponentów układu napędowego. Efektem tych prac jest system IBIS (Intelligent Battery Integrated System), rozwijany od 2019 r. przez francuskie konsorcjum tworzone przez Stellantis, Saft (TotalEnergies) oraz CNRS. We wrześniu 2025 r. zaprezentowano pierwszy prototyp pojazdu wyposażonego w ten

układ – zmodyfikowanego Peugeota e-3008 na platformie STLA Medium. Zasadniczą zmianą jest integracja falownika oraz pokładowej ładowarki prądu przemiennego (OBC) bezpośrednio z modułami pakietu akumulatorowego. Dotychczas elementy te funkcjonowały jako oddzielne podzespoły instalowane poza baterią HV. Falownik przekształca prąd stały akumulatora na prąd przemienny zasilający silnik elektryczny.

Według danych projektowych rozwiązanie może poprawić sprawność energetyczną w cyklu WLTC o ok. 10% oraz zwiększyć moc ładowania DC z 150 do ok. 172 kW względem seryjnego e-3008. Integracja elektroniki mocy zmniejsza masę pojazdu o ok. 40 kg i odzyskuje do 17 l przestrzeni w podłodze. System obsługuje ładowanie AC i DC, umożliwia funkcję Vehicle-to-Grid i pozostaje kompatybilny z różnymi składami chemicznymi ogniw. Z perspektywy warsztatów istotna jest również zdolność systemu do pracy mimo awarii pojedynczych ogniw. Uszkodzona sekcja może zostać elektrycznie odizolowana przez system BMS, a wymiana uszkodzonego elementu nie wymaga demontażu całego pakietu. Projekt wszedł w drugą fazę rozwoju w czerwcu 2025 r. w ramach programu France 2030, a wdrożenie do pojazdów seryjnych planowane jest przed końcem obecnej dekady.

MERCEDES EQS, CZYLI 1205 KILOMETRÓW BEZ POSTOJU NA ŁADOWANIE

Pod koniec lata 2025 r. Mercedes-Benz przeprowadził jeden z najbardziej zaawansowanych testów praktycznych akumulatorów półprzewodnikowych (solid state). Zmodyfikowany sedan EQS wyposażony w litowo-metalowy pakiet ASSB (All-Solid-State Battery) przejechał trasę ze Stuttgartu do Malmö – 1205 km – bez postoju na ładowanie, docierając do celu z zapasem energii na przejechanie kolejnych 137 km. Ogniwa zastosowane w pojeździe opracowała amerykańska firma Factorial Energy i bazują one na technologii FEST (Factorial Electrolyte System Technology).

Pakiet ASSB ma gabaryty i masę zbliżone do konwencjonalnego pakietu akumulatorowego stosowanego w seryjnym EQS, jednak jego użyteczna pojemność energetyczna jest o 25% wyższa. Ze względu na zmiany objętościowe ogniw litowo-metalowych podczas cykli pracy pakiet wyposażono w siłowniki pneumatyczne utrzymujące odpowiedni docisk wewnątrz ogniw. Ograniczono również wykorzystanie klasycznego chłodzenia cieczą, co dodatkowo zmniejsza masę układu. Testy trwają od lutego 2025 r., a system baterijny opracowano przy udziale Mercedes-AMG High Performance Powertrains (HPP) – centrum technologicznego grupy rozwijającego układy napędowe dla Formuły 1.

BMW, SOLID POWER I SAMSUNG SDI TWORZĄ TRÓJSTRONNE KONSORCJUM

BMW rozwija własny program akumulatorów półprzewodnikowych we współpracy z firmą Solid Power z Kolorado oraz koreańskim Samsung SDI. W maju 2025 r. prototypowe ogniwa ASSB dużego formatu zintegrowano z modelem BMW i7, a w październiku 2025 r. do projektu dołączył Samsung SDI. Solid Power dostarcza elektrolit siarczkowy, natomiast Samsung SDI wykorzystuje go w konstrukcji kompletnych ogniw ASSB testowanych w pojazdach demonstracyjnych. Elektrolity siarczkowe charakteryzują się wyższą przewodnością jonową w temperaturze pokojowej niż rozwiązania tlenkowe i polimerowe. BMW zakła-

da wdrożenie technologii ASSB ok. 2030 r. i rozwija zaplecze produkcyjne w Cell Manufacturing Competence Center (CMCC) w Parsdorf koło Monachium.

Według szacunków IEA technologia ASSB osiągnęła poziom gotowości TRL 6. Masowa komercjalizacja technologii ASSB w kosztach konkurencyjnych wobec ogniw litowo-jonowych przed 2030 r. pozostaje jednak mało prawdopodobna. Głównymi barierami są wysoki koszt produkcji – nawet 10 razy wyższy w przeliczeniu na kWh – oraz trudność skalowania procesów wymagających tolerancji rzędu mikrometrów.

CHIŃSKIE FIRMY WYZNACZAJĄ TEMPO

Na tle europejskich programów chiński przemysł akumulatorowy znacznie szybciej przechodzi do etapu przemysłowego wdrażania technologii ASSB. Firma EVE Energy uruchomiła produkcję ogniw półprzewodnikowych Longquan No. 2 o gęstości energii na poziomie 300 Wh/kg i 700 Wh/l.

Po rozbudowie planowanej na koniec 2026 r. zakład ma osiągnąć zdolność produkcyjną 500 tys. ogniw rocznie. CATL planuje małoseryjną produkcję ASSB od 2027 r., choć problemy trwałości cyklicznej i kosztów nadal pozostają otwarte. Toyota i BYD zakładają pierwsze wdrożenia wielkoseryjne w latach 2027–2028, a masowa dostępność ASSB przewidywana jest po 2030 r.

KRZEM ZAMIAST GRAFITU

Osobny kierunek rozwoju dotyczy materiałów anodowych. Grafit (obecnie dominujący materiał anodowy) coraz częściej uzupełniany jest dodatkiem krzemu o ponad dziesięciokrotnie wyższej teoretycznej pojemności (ok. 4200 mAh/g wobec 372 mAh/g dla grafitu). Podstawowym wyzwaniem pozostaje rozszerzalność objętościowa krzemu podczas ładowania, sięgająca nawet 300%, co prowadzi do pęknięcia struktury i przyspieszonej degradacji ogniwa.

Jednym z najbardziej perspektywicznych rozwiązań są nanoporowate kompozyty krzemowo-węglowe. Coraz większe zainteresowanie budzi też połączenie katod LFP z anodami krzemowymi. Takie rozwiązanie może osiągać gęstość energii objętościowej zbliżoną do ogniw NCM, pozostając jednocześnie atrakcyjnym kosztowo dla segmentu masowego i pozwalając obniżyć koszty materiałowe nawet o ponad 10 euro/kWh.

CO TO OZNACZA DLA WARSZTATÓW?

Opisane zmiany mają bezpośrednie znaczenie dla serwisów zajmujących się elektromobilnością. Architektury IBIS i ETOP mogą ograniczyć konieczność wymiany całych pakietów HV, a rosnąca integracja elektroniki mocy z baterią sprawi, że diagnostyka wysokonapięciowa stanie się bardziej złożona. Falownik i ładowarka pokładowa przestaną funkcjonować jako całkowicie niezależne podzespoły, a serwisant będzie musiał rozumieć zależności między elektroniką mocy a systemem zarządzania baterią.

Ogniwa półprzewodnikowe prawdopodobnie trafią do warsztatów na większą skalę dopiero po 2030 r. Wraz z nimi pojawią się nowe procedury obsługi i diagnostyki. Tego typu akumulatory nie wykorzystują cieplego elektrolitu, co może ograniczać ryzyko zjawiska ucieczki termicznej, jednak wymagają precyzyjnej kontroli docisku wewnątrz pakietu. Dla serwisów niezbędne będą szkolenia obejmujące zarówno diagnostykę, jak i bezpieczną obsługę nowych układów wysokiego napięcia. ☉



źródło: stock.adobe.com/Tricky Shark

Elektromobilność

Wyścig o najszybsze ładowanie na świecie

e-mobility

Megawatowe ładowanie przestaje być technologią zarezerwowaną dla transportu ciężkiego. Wkracza do samochodów osobowych i zmienia sposób myślenia o elektromobilności, diagnostyce oraz infrastrukturze serwisowej. Wyścig o najszybsze ładowanie trwa, ale o jego wyniku zdecydują nie tylko rekordowe moce, lecz także trwałość układów i możliwości sieci energetycznych.

Bogdan Kruk

Przez lata standardem szybkiego ładowania w Europie były stacje HPC (High Power Charging) o mocy 150–350 kW. Dziś ta granica jest przekraczana, a producenci pojazdów licytują się kolejnymi rekordami. Jeden z nich jako pierwszy wdrożył megawatowe ładowanie do serwisu produkowanych samochodów osobowych – chiński koncern BYD, który w 2025 r. zaprezentował platformę o szczytowej mocy 1000 kW (1 MW). Inni producenci osiągają w segmencie samochodów osobowych moce ładowania rzędu 520–800 kW, podczas gdy część koncernów koncentruje wysiłki na megawatowym ładowaniu pojazdów ciężarowych. Różnice technologiczne pozostają duże, ale wyścig dopiero nabiera tempa.

MEGAWAT TO NIE MAGIA

Z technicznego punktu widzenia zasada jest prosta: moc ładowania jest iloczynem napięcia i natężenia prądu. Uzyskanie 1 MW wymaga pracy układu przy napięciu 1000 V oraz natężeniu 1000 A. W praktyce takie wartości oznaczają poważne wyzwania dla całego układu. Wzrost natężenia prądu zwiększa straty ciepłe w przewodach, złączach i elementach elektroniki mocy. Dlatego megawatowe ładowarki wymagają aktywnie chłodzonych kabli ładowania, precyzyjnego monitorowania temperatury i zabezpieczeń zdolnych do natychmiastowego ograniczenia mocy w razie ryzyka przegrzania.

Wysoka moc ładowania nie jest wyłącznie cechą samej ładowarki. Pojazd musi mieć akumulator, elektronikę mocy, system chłodzenia i oprogramowanie systemu zarządzania akumulatorem (BMS) zaprojektowane do pracy przy tak wysokich obciążeniach. Auto z instalacją 400 V podłączone do ładowarki megawatowej nie zacznie ładować się z mocą 1 MW. Zadziała krzywa ładowania przewidziana przez producenta pojazdu, a stacja dostosuje parametry ładowania do możliwości akumulatora trakcyjnego.

DLACZEGO NAPIĘCIE ROŚNIE?

Przejście z architektury 400 V na 800 V, a następnie w kierunku 1000 V, ma jeden praktyczny cel: ograniczyć natężenie prądu potrzebnego do uzyskania wysokiej mocy. Niższa wartość prądu oznacza mniejsze straty energii, lżejsze przewody i łatwiejszą kontrolę temperatury. Dlatego najnowsze platformy wykorzystują półprzewodniki z węgla krzemu (SiC), które pracują wydajniej przy wysokim napięciu i dużej częstotliwości przełączania niż klasyczne rozwiązania krzemowe.

Akumulatory LFP (litowo-żelazowo-fosforanowe) są cenione za stabilność termiczną i trwałość, ale przy ekstremalnej mocy liczy się także konstrukcja ogniwa, separator, elektrolit, rezystancja wewnętrzna i chłodzenie pakietu. Deklaracja ładowania z mocą 1 MW oznacza więc, że akumulator musi być od początku projektowany jako część systemu



Bogdan Kruk
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

szybkiego ładowania, a nie jedynie dostosowany do takich wymagań po fakcie.

KTO PROWADZI, KTO DOGANIA...

W segmencie samochodów osobowych BYD jako jedyny producent wdrożył dotąd megawatowe ładowanie do pojazdów produkowanych seryjnie. Inni producenci zbliżają się do tej granicy: systemy ładowania o deklarowanej mocy 520–800 kW są już dostępne głównie w pojazdach chińskich producentów. W Europie i Stanach Zjednoczonych najnowsze sieci szybkiego ładowania dla aut osobowych projektowane są z myślą o mocy ok. 500 kW, natomiast rozwiązania przekraczające 1 MW pozostają na razie w fazie wdrożeń lub mają ograniczoną dostępność. Europejscy producenci infrastruktury rozwijają równolegle systemy HPC nowej generacji oraz rozwiązania przygotowywane dla standardu ultraszybkiego ładowania MCS (Megawatt Charging System) w transporcie ciężkim.

W segmencie pojazdów ciężarowych wyścig przebiega według innych założeń technicznych i ekonomicznych. Sieci stacji o mocy 1,2 MW dla ciężarówek funkcjonują już w Stanach Zjednoczonych. W Europie producenci urządzeń dostarczają instalacje o mocy 1,2–1,44 MW wzdłuż transeuropejskiej sieci transportowej. Docelowe możliwości ładowania megawatowego dla tego segmentu są znacznie wyższe niż w samochodach osobowych, co wynika z większej masy pojazdów, pojemności akumulatorów trakcyjnych i intensywności eksploatacji.

KRZYWA WAŻNIEJSZA OD REKORDU

W materiałach o szybkich ładowarkach często pojawia się jedna liczba: moc szczytowa. Z punktu widzenia użytkownika i warsztatu ważniejsza od mocy szczytowej jest krzywa ładowania, czyli to, jak długo samochód utrzymuje wysoką moc oraz w jakim tempie jest ona ograniczana. Akumulator przyjmuje najwyższą moc przy niskim lub średnim poziomie naładowania (SoC) oraz w optymalnej temperaturze. Wraz ze wzrostem SoC system BMS ogranicza prąd, aby zmniejszyć ryzyko przegrzania, niestabilności termicznej elektrolitu, degradacji elektrod lub odkładania litu metalicznego.

Dlatego deklaracja producenta pojazdu „400 km w 5 minut” nie jest uniwersalną obietnicą dla każdego postoju. Zasięg zależy od cyklu pomiarowego, zużycia energii, temperatury, obciążenia pojazdu i profilu jazdy. Najbardziej miarodajne pozostają pomiary ładowania akumulatora w zakresie 20–80% pojemności oraz powtarzalność procesu po kilku szybkich sesjach z rzędu.

SIEĆ JAKO WĄSKIE GARDŁO

Megawatowa ładowarka pobiera z sieci moc porównywalną z małym zakładem przemysłowym. Kilka takich stanowisk przy autostradzie oznacza zapotrzebowanie energetyczne sięgające kilku megawatów. W wielu lokalizacjach barierą staje się nie sama technologia ładowarki, ale dostępna moc przyłączeniowa, koszt transformatora, czas uzyskania warunków przyłączenia i konieczność modernizacji sieci dystrybucyjnej.

Jednym ze sposobów ograniczenia tego problemu są lokalne magazyny energii. Ładują się powoli z sieci, a następnie oddają energię pojazdowi z bardzo dużą mocą. Zmniejsza to chwilowe obciążenie sieci, ale nie eliminuje kosztów: magazyn trzeba kupić, serwisować, chłodzić, zabezpieczyć pożarowo i uwzględnić ich stopniową degradację.

OSOBÓWKI KONTRA CIĘŻARÓWKI

Warto odróżnić 2 nurty wyścigu. Pierwszy obejmuje segment samochodów osobowych i ma skrócić postoje na trasach do czasu zbliżonego do tankowania pojazdu spalinowego. Drugi odnosi się do transportu ciężkiego, gdzie megawatowe ładowanie ma przede wszystkim znaczenie operacyjne. Dla elektrycznych ciężarówek ładowanie podczas ustawowych przerw kierowców może decydować o opłacalności całej trasy. Z tego powodu powstał standard MCS, rozwiązanie przede wszystkim dla ciężarówek i autobusów, z możliwością zastosowania także w innych sektorach transportu.

Docelowe parametry standardu MCS przewidują napięcie do 1250 V i prąd ładowania do 3000 A, co teoretycznie pozwala osiągnąć moc rzędu 3,75 MW. Na rynku są już urządzenia o mocy 1,2 MW przeznaczone dla pojazdów ciężkich, a pierwsze publiczne ładowanie w tym standardzie odbyło się w Europie w sierpniu 2025 r.

CO TO ZMIENI W WARSZTACIE?

Dla mechaników rozwój ładowania megawatowego oznacza wzrost znaczenia diagnostyki układów wysokonapięciowych. Nieprawidłowości w układzie chłodzenia akumulatora trakcyjnego, w działaniu czujników temperatury, w rezystancji izolacji, w stanie złącza ładowania lub w komunikacji między pojazdem a stacją mogą bezpośrednio wpływać na szybkość ładowania. Klient może zgłaszać, że auto „nie ładuje się tak szybko, jak powinno”, choć przyczyną nie musi być awaria ładowarki. Może to wynikać ze zbyt niskiej temperatury akumulatora, zabrudzonego lub uszkodzonego portu ładowania, ograniczeń po stronie BMS, degradacji pakietu akumulatorów lub braku kondycjonowania termicznego akumulatora przed dojazdem do stacji.

Rośnie też znaczenie procedur bezpieczeństwa. Układy 800–1000 V wymagają rygorystycznego przestrzegania zasad pracy przy wysokim napięciu, odpowiednich kwalifikacji, środków ochrony indywidualnej i narzędzi z właściwą izolacją. Przy takich napięciach nie ma miejsca na improwizację. Warsztat obsługujący nowoczesne pojazdy elektryczne musi rozumieć nie tylko budowę pojazdu, ale również logikę ładowania DC i komunikacji ze stacją ładowania.

WYŚCIG TRWA, A META JEST DALEKO

Najszybsza ładowarka świata nie rozwiąże samodzielnie problemów elektromobilności. Może skrócić postoje, zmniejszyć lęk przed zasięgiem i poprawić wykorzystanie pojazdów flotowych. Wymaga jednak samochodów z odpowiednią architekturą elektryczną, mocnych przyłączy sieciowych, buforowych magazynów energii i serwisu przygotowanego do obsługi instalacji wysokonapięciowych nowej generacji.

Nie można też pomijać wpływu szybkiego ładowania na trwałość akumulatorów. Producenci deklarują, że nowe ogniwa i systemy chłodzenia są przygotowane do ekstremalnych mocy, ale rzeczywistym testem pozostanie wieloletnia eksploatacja w różnych temperaturach, przy powtarzalnych, szybkich ładowaniach i zróżnicowanej jakości infrastruktury. Dla warsztatów oznacza to przesunięcie kompetencji: od prostej wymiany części w stronę diagnostyki energii, temperatury, komunikacji i oprogramowania. ©



źródło: PPG

PPG MIX'N'SHAKE™ – automatyzacja ostatniego ognia w łańcuchu przygotowania produktów gotowych do aplikacji

Przygotowujesz mieszanki przed każdą naprawą od lat. Mieszadło, kubek, kilka minut. Procedura prosta, ale podatna na błąd i czasochłonna. PPG postanowiło ją wyeliminować. I nie chodzi tylko o wygodę – za tym stoi realna arytmetyka: ponad dwa tygodnie robocze rocznie na kolejne zlecenia, w lakierniach pracujących w typowym rytmie.

Redakcja „autoEXPERTa”

Identyfikacja koloru i przygotowanie receptury zmieniły się nie do poznania w ostatniej dekadzie: spektrofotometri, cyfrowe systemy receptur, ekosystemy danych – lakiernie inwestowały w te narzędzia, bo efekty były mierzalne. Tymczasem ten końcowy krok – fizyczne wymieszanie gotowego produktu tuż przed aplikacją – przez lata wyglądał tak samo: ręcznie, w dedykowanym kubku, z różnym skutkiem. Wystarczy odrobinę niedomieszana baza, żeby kolor „wyszedł” na samochodzie inaczej niż w rekomendowanej recepturze. Poprawka kosztuje czas i materiał.

JAK TO DZIAŁA W PRAKTYCE

System PPG Mix'n'Shake składa się z dwóch elementów: dedykowanego urządzenia mieszającego oraz specjalnie zaprojektowanego kubka z wgłębieniem. Mechanizm jest prosty – lakiernik wkłada kubek do urządzenia, wybiera wstępnie zaprogramowane ustawienie (podkład, lakier bazowy lub bezbarwny). Po mniej niż 90 sekundach mieszanka RFU jest prawidłowo wymieszana i gotowa do aplikacji.

Charakterystyczny kształt kubka nie jest przypadkowy: po zakończeniu mieszania kubek mocuje się bezpośrednio do pistoletu lakierniczego – bez przelewania, bez naczyń pośrednich. Mniej manipulacji to mniej punktów, w których coś może pójść nie tak. Zarówno urządzenie, jak i projekt

kubka objęte są zgłoszeniem patentowym. Współpracuje z formułacjami wodorozcieńczalnymi i rozpuszczalnikowymi, a dzięki integracji z ekosystemem PPG LINQ™ wpisuje się w cyfrowe zarządzanie przepływem pracy lakierni.

ILE TO NAPRAWDĘ DAJE?

PPG podaje trzy wskaźniki efektywności dla lakierni pracujących z Mix'n'Shake. Po pierwsze: wzrost produktywnych godzin pracy o 6%. Brzmi skromnie, ale przy założeniu typowego rytmu sześciu napraw dziennie przekłada się na oszczędność do 14 dni roboczych rocznie – to prawie 3 tygodnie pracy, które można przeznaczyć na kolejne zlecenia. Po drugie: redukcja kosztów materiałów eksploatacyjnych o ok. 10%. Patyczki do mieszania, jednorazowe kubki, sitka – każda z tych pozycji jest mała, ale w skali roku robi się z tego realna pozycja w budżecie. System eliminuje konieczność stosowania większości tych akcesoriów i wprowadza warsztat na wyższy poziom funkcjonowania oferując czystsze i bardziej atrakcyjne środowisko pracy.

Po trzecie – jakość końcowa. Zautomatyzowane mieszanie wyklucza ryzyko błędów powstających podczas mieszania zapewniając stabilny i powtarzalny proces. To oznacza mniej poprawek, mniej materiału zużytego na korekty i – co również istotne – mniejsze ryzyko reklamacji od klienta.

– Warsztaty wykonujące sześć napraw dziennie mogą zaoszczędzić do 14 dni roboczych rocznie. To czas, który wraca do produkcji – nie na papierze, ale na stanowisku pracy – mówi **Alban d'Epenoux**, Global Marketing Director PPG Refinish.

EKOSYSTEM, NIE TYLKO URZĄDZENIE

Mix'n'Shake to element cyfrowego ekosystemu PPG LINQ™ – dane z mieszania rejestrowane i powiązane z historią naprawy, mniej rozlań, mniej czyszczenia, spokojniejsza praca zespołu. Powtarzalny rezultat i zaoszczędzony czas to większa efektywność całego serwisu. Sam producent ujmując to krótko: „Mix'n'Shake™ – Przestań mieszać. Zaczynj lakierować. Let's shake.” ☺

Artykuł powstał na podstawie materiałów firmy PPG.



źródło: PPG

Urządzenie PPG Mix'n'Shake z zestawem kubków mieszających w różnych pojemnościach. Kubek z wycięciem mocuje się bezpośrednio do pistoletu lakierniczego.

Mix'n'Shake™

Przestań mieszać,
Zacznij lakierować.
Let's Shake.



Perfekcyjne wykończenie zaczyna się od idealnego wymieszania.

W PPG doskonale wiemy, że jakość aplikacji zależy od precyzyjnego przygotowania materiału. Dlatego stworzyliśmy **Mix'n'Shake** – innowacyjny system mieszania produktów, który łączy zaawansowaną technologię z wygodą użytkowania.

Wystarczy umieścić kubek w urządzeniu, zamknąć pokrywę i wybrać odpowiedni program. Połączenie odpowiedniej prędkości, ruchu oraz unikalnej konstrukcji kubka gwarantuje **jednolitą, perfekcyjnie wymieszaną mieszankę.**

System **Mix'n'Shake** został przetestowany na całym świecie, a jego skuteczność jest potwierdzona przez ekspertów technicznych. Dzięki niemu uzyskasz perfekcyjne rezultaty za każdym razem.



Zwiększona produktywność
100% dokładności



Większa rentowność
Do 10% oszczędności
na materiałach eksploatacyjnych



Czystsze środowisko pracy
W 100% zadowolony zespół



Wyższa efektywność
Do 6% zaoszczędzonego czasu



ppgmixnshake.com | Connected to 

Logo PPG jest zarejestrowanym znakiem towarowym, a Mix'n'Shake i PPG LINQ są znakami towarowymi firmy PPG Industries Ohio, Inc. © 2025 PPG Industries, Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone.





Geometria zawieszenia

Najczęstsze błędy przy geometrii zawieszenia i jak ich uniknąć

Klient odbiera samochód, wyjeżdża z warsztatu i po kilku dniach wraca z reklamacją – pojazd nadal ściąga w bok, mimo że na wydruku z systemu pomiaru geometrii wszystkie parametry mieszczą się w tolerancji producenta. Taki scenariusz zna niemal każdy mechanik zajmujący się naprawą podwozi. Przyczyny problemu bywają zaskakujące: nieprawidłowe ciśnienie w oponach przed pomiarem, pominięta procedura rozprężania zawieszenia, nieaktualna baza danych w oprogramowaniu urządzenia pomiarowego, a czasem nawet wada samej opony, niezwiązana bezpośrednio z geometrią zawieszenia.

Arkadiusz Jaworski

Geometria zawieszenia we współczesnych pojazdach to znacznie więcej niż samo ustawienie zbieżności kół. Wielowahaczowe układy jezdne charakteryzują się wyjątkowo wąskimi tolerancjami, dlatego nawet niewielkie odchylenia mogą przekładać się na nieprawidłowe prowadzenie pojazdu, jednostronne zużycie ogumienia lub nieprawidłowe działanie systemów wspomaganie kierowcy. O jakości regulacji geometrii coraz rzadziej decyduje wyłącznie sprzęt pomiarowy – coraz większe znaczenie mają znajomość procedur producenta oraz konsekwencja w ich stosowaniu na każdym etapie obsługi.

„ZIELONY ZAKRES” TO ZA MAŁO

W praktyce warsztatowej właśnie ten etap – ocena wyników wyświetlanych przez urządzenie pomiarowe – bywa źródłem jednego z najczęstszych błędów w regulacji geometrii. Część mechaników nadal ocenia poprawność regulacji wyłącznie na podstawie tego, czy wskazania urządzenia mieszczą się w tolerancjach producenta, tymczasem samo osiągnięcie „zielonego zakresu” nie gwarantuje jeszcze prawidłowego prowadzenia pojazdu. Zakres tolerancji oznacza jedynie, że parametry są technicznie dopuszczalne – niekoniecznie optymalne z punktu widzenia dynamiki pojazdu.

Dobrym przykładem jest kąt pochylenia kół. Jeśli wartość po lewej stronie wynosi $+0,3^\circ$, a po prawej $-0,4^\circ$, obie wartości mogą formalnie mieścić się w zakresie tolerancji, jednak różnica między stronami przekracza dopuszczalną asymetrię. W efekcie pojazd ściąga w jedną stronę, mimo że system pomiarowy wskazuje wszystkie parametry jako prawidłowe. Podobna sytuacja dotyczy osi jazdy i kąta symetrii podwozia. Oprogramowanie może uznać je za zgodne z wartościami referencyjnymi, podczas gdy rzeczywiste wartości

zbieżności kół na obu osiach znacząco różnią się między sobą. W praktyce doświadczeni specjaliści od geometrii dążą nie tylko do zachowania tolerancji producenta, ale przede wszystkim do uzyskania jak największej symetrii parametrów po obu stronach pojazdu.

NOWOCZESNE ZAWIESZENIE: MAŁE ODCHYLENIE, DUŻE KONSEKWENCJE

Kąt pochylenia kół, zbieżność czy wyprzedzenie sworzni zwrotnicy to parametry, które bezpośrednio wpływają na zachowanie pojazdu podczas hamowania, pokonywania zakrętów i jazdy na wprost. Tolerancje ustawień geometrii wyrażane są w ułamkach stopnia i dziesiątych częściach milimetra. Jeszcze kilkanaście lat temu podobne odchylenia często pozostawały niewyczuwalne dla kierowcy. Dziś nawet pozornie nieistotne różnice mogą wpływać na stabilność prowadzenia pojazdu oraz trwałość ogumienia.

Szczególną rolę odgrywa symetria ustawień. Nawet jeśli parametry po obu stronach osi mieszczą się w dopuszczalnych zakresach, zbyt duża różnica między nimi powoduje nierównomierny rozkład sił działających na koła i może prowadzić do przyspieszonego zużycia opon oraz zwiększonych obciążeń elementów zawieszenia i łożysk piast.

W pojazdach wyposażonych w systemy wspomaganie kierowcy – aktywny tempomat, asystent utrzymania pasa ruchu czy autonomiczne hamowanie awaryjne – nieprawidłowa geometria zawieszenia przestaje być wyłącznie problemem komfortu jazdy. Kamery i radary systemów ADAS są kalibrowane względem geometrycznej osi pojazdu, dlatego każde odchylenie osi jazdy może bezpośrednio wpływać na interpretację danych przez systemy bezpieczeństwa czynnego, co może oznaczać konieczność przeprowadzenia kalibracji systemów ADAS.

BŁĘDY POPEŁNIANE JESZCZE PRZED POMIAREM

Większość reklamacji po regulacji geometrii nie wynika z nieprawidłowej pracy urządzenia pomiarowego – jej przyczyną jest najczęściej niewłaściwe przygotowanie pojazdu. Etap ten nadal bywa bagatelizowany, szczególnie w warsztatach pracujących pod presją czasu.

Pierwszym i najczęściej spotykanym problemem jest nieprawidłowe ciśnienie w oponach. Powinno być ustawione dokładnie zgodnie z zaleceniami producenta dla danego rozmiaru ogumienia, a przede wszystkim jednakowe po obu stronach tej samej osi. Zbyt niskie ciśnienie po jednej stronie wpływa na położenie koła względem nawierzchni i może fałszować wartości pochylenia oraz zbieżności. Choć problem wydaje się oczywisty, kontrola ciśnienia przed pomiarem nadal nie jest standardem w wielu warsztatach.

Drugim częstym błędem pozostaje pomijanie procedury przygotowania pojazdu właściwej dla danego modelu. Jeszcze kilkanaście lat temu przygotowanie pojazdu do pomiaru wyglądało podobnie dla większości marek. Dziś producenci pojazdów określają z reguły od kilku do kilkunastu obowiązkowych czynności serwisowych poprzedzających regulację geometrii. Do najczęściej pomijanych należą: kontrola poziomu płynów eksploatacyjnych (szczególnie zbiornika spryskiwaczy współpracującego z układem mycia reflektorów, który w wielu modelach mieści nawet 8–10 l cieczy), ustalenie wymaganej wysokości zawieszenia, zastosowanie obciążników na siedzeniach lub w przestrzeni bagażowej, a w niektórych przypadkach również konieczność uruchomienia silnika albo aktywacji trybu serwisowego zawieszenia pneumatycznego czy adaptacyjnego. Brak wymaganych obciążeń może generować błędy pomiaru zbieżności rzędu 15–20 minut kątowych – wystarczających, by pojazd ścigał w bok i nierównomiernie zużywał ogumienie.

Trzecim kluczowym elementem jest stan techniczny zawieszenia. Pomiar i regulacja geometrii nie mają sensu, jeśli w układzie kierowniczym lub zawieszeniu występują luzy – na przegubach, sworzniach, tulejach gumowo-metalowych czy łożyskach. Pojazd powinien zostać najpierw naprawiony, a dopiero później skierowany na stanowisko pomiarowe. Zawieszenie z luzami szybko powróci do nieprawidłowych ustawień pod wpływem obciążeń dynamicznych podczas normalnej eksploatacji.

NAPRĘŻENIA W ZAWIESZENIU – WROGOWIE PRECYZJI

Jednym z najczęściej pomijanych zagadnień mających istotny wpływ na dokładność pomiaru geometrii są naprężenia zawieszenia. Nowoczesne tuleje gumowo-metalowe oraz łożyska poliuretanowe charakteryzują się dużą sztywnością skrętną i mogą kumulować naprężenia, szczególnie po wymianie elementów zawieszenia albo po nieprawidłowym ustawieniu pojazdu na stanowisku pomiarowym. Problem jest szczególnie istotny po wymianie amortyzatorów, wahaczy lub tulei, które wymagają osadzenia i są podatne na resztkowe naprężenia montażowe. Naprężone zawieszenie powoduje błędy pomiarowe, które nie znikną nawet po starannie wykonanej regulacji. Po opuszczeniu stanowiska elementy sprężyste wracają do stanu równowagi, często innego niż podczas pomiaru.

Tradycyjna metoda rozprężania zawieszenia polegająca na uniesieniu pojazdu i ponownym obciążeniu zawieszenia okazuje się dziś niewystarczająca dla większości nowoczesnych konstrukcji. Znacznie skuteczniejszą procedurą jest kilkakrotne przetoczenie pojazdu do przodu i do tyłu na odcinku kilku metrów, zakończone każdorazowo gwałtownym hamowaniem.

Dopiero po wykonaniu tej procedury pojazd powinien zostać ustawiony na stanowisku pomiarowym w sposób eliminujący dodatkowe naprężenia zawieszenia. Co istotne, rozprężanie musi odbywać się poza stanowiskiem, ponieważ każde przesunięcie pojazdu na pomoście pomiarowym po zakończeniu tej czynności może ponownie wprowadzić naprężenia do układu.

O TYM CZY POJAZD JEDZIE PROSTO, DECYDUJE TYLNA OŚ...

Intuicja podpowiada, by regulację geometrii zaczynać od osi przedniej – w końcu to ona odpowiada za kierowanie pojazdem. W praktyce jednak specjaliści są zgodni co do odwrotnej kolejności: najpierw tylna oś, dopiero potem przednia. Geometria tylnej osi wyznacza tzw. oś jazdy pojazdu. Jest to rzeczywisty kierunek ruchu wynikający z ustawienia obu kół tylnej osi. Jeżeli oś jazdy nie pokrywa się z osią symetrii nadwozia – innymi słowy, gdy wartości zbieżności połówkowej kół tylnej osi różnią się od siebie – pojazd porusza się pod kątem do własnej osi podłużnej: nadwozie skierowane jest w jedną stronę, a rzeczywisty tor jazdy przebiega w innym kierunku. Efektem jest stałe ściąganie pojazdu oraz konieczność korygowania toru jazdy kierownicą, nawet podczas jazdy na wprost.

Każda regulacja osi przedniej musi być dostosowana do osi jazdy wyznaczonej przez tylną oś. Dlatego mechanik przed rozpoczęciem regulacji osi przedniej powinien sprawdzić, czy linia symetrii podwozia przebiega przez środki obu osi. Jeśli tylna oś jest nastawna, ustawiana jest jako pierwsza. W pojazdach bez regulacji tylnej osi zmierzony kąt osi jazdy staje się punktem odniesienia dla regulacji osi przedniej.

GEOMETRIA TEŻ WYMAGA KALIBRACJI!

Punkty styku kół z podłożem muszą znajdować się na tej samej wysokości. Jeszcze kilka lat temu dopuszczalna różnica poziomów między lewą a prawą stroną stanowiska wynosiła 1 mm, a po przekątnej 2 mm. Dziś wymagania są znacznie surowsze. W związku z upowszechnieniem systemów ADAS wielu producentów wymaga

Każda komfortowa i bezpieczna podróż zaczyna się od kompetentnego mechanika.

Platforma szkoleniowa Air Suspension Academy pomaga zdobywać wiedzę o zawieszeniu pneumatycznym, budować zaufanie i wspomagać rozwój Twojego biznesu.



**LEARN.
CONNECT.
ELEVATE.**



Odwiedź
AirSuspensionAcademy.com

i zdobądź certyfikat ASA!

Kursy dostępne również w języku polskim!

dokładności rzędu 0,5 mm w kierunku poprzecznym i 1 mm w kierunku podłużnym stanowiska. Pozornie niewielkie różnice mają bezpośredni wpływ na wyniki pomiaru pochylenia kół oraz kąta wyprzedzenia sworzni zwrotnicy, a tym samym na prawidłową kalibrację kamer i radarów.

Podnośniki przeznaczone do pomiaru geometrii – nożycowe lub czterokolumnowe – stanowią zupełnie inną kategorię urządzeń niż standardowe podnośniki warsztatowe. Są znacznie sztywniejsze, bardziej odporne na skręcanie i wyposażone w zagłębienia na talerze obrotowe i płyty przesuwne niezbędne do prawidłowego przeprowadzenia pomiaru. Muszą utrzymywać wymagany poziom zarówno w pozycji opuszczonej, jak i uniesionej. Regularna kontrola wyważenia powinna być standardem, o którym w intensywnym rytmie pracy warsztatu łatwo jednak zapomnieć.

Systemy pomiaru geometrii kół nie podlegają w Polsce obowiązkowej okresowej kalibracji. W praktyce wiele urzędów pracuje przez lata bez jakiegokolwiek weryfikacji dokładności pomiarowej. Typowa dokładność nowoczesnych systemów laserowych i 3D wynosi ok. 0,01°, co jest wartością wystarczającą do pracy w zakresie tolerancji producenta, ale wyłącznie pod warunkiem regularnej konserwacji oraz kontroli ustawień urządzenia. W praktyce regularna kontrola i kalibracja urządzeń pomiarowych prowadzona jest głównie w serwisach autoryzowanych oraz warsztatach pracujących według procedur systemów zarządzania jakością.

Prawidłowa kompensacja bicia felgi to istotny, a nadal często pomijany etap poprzedzający każdy pomiar. Bicie boczne obręczy może wynikać z uszkodzeń mechanicznych, zanieczyszczeń i korozji na piaście koła albo nierównomiernego zużycia uchwytych pomiarowych. Nieskompensowane bicie felgi przenosi się bezpośrednio na wynik pomiaru i może prowadzić do błędnej regulacji geometrii.

OPROGRAMOWANIE, DANE I PUŁAPKI WARIANTÓW FABRYCZNYCH

Mechanik zajmujący się geometrią zawieszenia musi dziś mierzyć się z liczbą wariantów fabrycznych, której jeszcze kilkanaście lat temu nie spotykano w niezależnych warsztatach. Jeden model samochodu może występować z kilkoma wersjami standardowego zawieszenia, odmianą sportową obniżoną o 10 lub 20 mm, pakietem terenowym, różnymi wariantami nośności, rozmiarami tarcz hamulcowych oraz konfiguracjami nadwozia. W skrajnych przypadkach producent przewiduje nawet kilkanaście zestawów wartości referencyjnych dla jednego modelu. Błędny dobór wariantu oznacza regulację według parametrów, które nigdy nie były przewidziane dla danego pojazdu.

Identyfikacja właściwej wersji zawieszenia wymaga porównania numeru VIN oraz kodów wyposażenia z bazą danych urządzenia pomiarowego. Problem polega na tym, że nie wszyscy producenci udostępniają oznaczenia wariantów w czytelny sposób, a naklejki z kodami wyposażenia bywają nieczytelne lub w ogóle brakuje ich w pojeździe. W takich przypadkach konieczny jest pomiar wysokości zawieszenia zgodnie z procedurą producenta i dobór odpowiednich parametrów na podstawie tabel referencyjnych.

Kluczowe znaczenie ma również aktualność bazy danych. Producenci pojazdów regularnie korygują wartości geometrii poprzez późniejsze biuletyny techniczne. Urządzenie, którego oprogramowanie nie było aktualizowane przez dłuższy czas, może podawać nieaktualne wartości referencyjne. W praktyce oznacza to ryzyko wykonania

technicznie poprawnej regulacji według błędnych danych producenta.

GDY GEOMETRIA JEST IDEALNA, A POJAZD NADAL ŚCIĄGA

Nawet prawidłowo wykonany pomiar i regulacja geometrii nie zawsze eliminują zjawisko ściągania pojazdu. W takich przypadkach źródłem problemu bardzo często okazuje się ogumienie. Opony mogą generować siły boczne niezależnie od geometrii zawieszenia. Zjawisko to wynika najczęściej z asymetrii budowy lub niejednorodności karkasu opony i może powodować samoczynne ściąganie pojazdu mimo prawidłowo ustawionej geometrii. W przypadku nowych opon problemem bywają również różnice między partiami produkcyjnymi. Nawet opony o identycznym oznaczeniu mogą wykazywać odmienne właściwości dynamiczne.

Jedną z najskuteczniejszych metod diagnostycznych pozostaje zamiana miejscami kół przedniej osi – lewego z prawym. Jeżeli po zamianie kierunek ściągania zmieni się lub problem ustąpi, przyczyna najprawdopodobniej związana jest z asymetrią sił bocznych generowanych przez oponę, a nie z geometrią zawieszenia. Jeśli objawy pozostają bez zmian, źródła problemu należy szukać poza ogumieniem. Warto również zwrócić uwagę na oznaczenie partii produkcyjnej zapisane w kodzie DOT. Aby zapewnić możliwie jednolite właściwości jezdne, zaleca się stosowanie opon pochodzących z tej samej partii produkcyjnej – szczególnie w sytuacji, gdy wymieniono tylko dwie opony, a problem ściągania pojawił się bezpośrednio po ich montażu.

GEOMETRIA TO KOMPETENCJA, NIE RUTYNOWA USŁUGA

Regulacja geometrii zawieszenia nadal bywa traktowana jako prosta usługa wykonywana przy okazji innych napraw. Tymczasem złożoność nowoczesnych układów jezdnych, rosnące wymagania producentów pojazdów, bezpośredni związek z kalibracją systemów ADAS oraz odpowiedzialność za bezpieczeństwo ruchu drogowego sprawiają, że prawidłowa regulacja geometrii staje się jedną z najbardziej wymagających procedur serwisowych we współczesnym warsztacie samochodowym.

Warsztaty inwestujące w regularne szkolenia, aktualizacje oprogramowania oraz kontrolę i kalibrację stanowisk pomiarowych znacznie rzadziej borykają się z reklamacjami i skuteczniej budują reputację wśród klientów. Z kolei traktowanie geometrii wyłącznie jako usługi polegającej na uzyskaniu wartości mieszczących się w tolerancji producenta zwiększa ryzyko błędnej regulacji, a w przypadku pojazdów wyposażonych w systemy ADAS może prowadzić również do nieprawidłowej kalibracji systemów bezpieczeństwa czynnego.

Geometria zawieszenia jest dziś pełnym procesem diagnostycznym obejmującym przygotowanie pojazdu, ocenę stanu technicznego podwozia, dobór odpowiednich wartości zadanych dla danego wariantu zawieszenia, pomiar na skalibrowanym i wyważonym stanowisku, regulację we właściwej kolejności osi – od tylnej do przedniej – oraz jazdę próbną stanowiącą końcową weryfikację wykonanej pracy. Mechanik, który rozumie ten łańcuch zależności, unika błędów – a to one w codziennej praktyce kosztują warsztaty czas, pieniądze i reputację. ©

Dobrana para – potężna synergia stworzona, by napędzać rozwój

Nowoczesne układy napędowe stają się coraz bardziej złożone – coraz więcej mechaniki przeplata się z elektroniką. Dla warsztatów niezależnych oznacza to rosnące wymagania diagnostyczne i naprawcze. Schaeffler odpowiada na to wyzwanie, łącząc swoją wieloletnią wiedzę mechaniczną z elektroniką Vitesco Technologies – dostawcy OE dla czołowych producentów pojazdów.

Produkty Schaeffler Vitesco – od czujników NOx, przez wtryskiwacze diesla i benzyny, czujniki masowego przepływu powietrza, po pompy wysokiego ciśnienia i sterowniki – poszerzają szerokie portfolio produktów. Partnerzy innowacji z długą tradycją OE mogą już ze sobą współpracować, oferując swoim klientom unikalne rozwiązania oraz usługi dostępne na całym świecie. To połączenie sił dla mobilności przyszłości.

POŁĄCZENIE DWÓCH ŚWIATÓW: SCHAEFFLER VEHICLE LIFETIME SOLUTIONS (VLS) + VITESCO TECHNOLOGIES (VT)

• Najlepsza w swojej klasie organizacja działalności

Schaeffler VLS dysponuje nowoczesnymi centrami montażu i pakowania w Europie, zapewniającymi ciągłość dostaw i jednolite standardy jakości na całym niezależnym rynku części. To gwarancja stabilności łańcucha dostaw – kluczowa zarówno dla dystrybutorów, jak i warsztatów.

• Globalna sieć, lokalna dostępność

Schaeffler VLS współpracuje z ponad 4500 klientami na całym świecie. Produkty Vitesco – dotychczas dostępne wyłącznie w autoryzowanych sieciach producentów – trafiają teraz do niezależnego rynku aftermarket, zachowując pełną jakość OE i oznakowanie „Schaeffler Vitesco”.

• Produkty gotowe na dziś i jutro

Portfolio Vitesco uzupełnia ofertę Schaeffler VLS o komponenty elektroniczne dla wszystkich typów napędów: spalinowych, hybrydowych i elektrycznych. Czujniki NOx mierzące stężenie tlenków azotu w spalinach diesla, wtryskiwacze, czujniki MAF, pompy wysokiego ciśnienia czy sterowniki skrzyni biegów to części niezbędne do spełnienia aktualnych norm emisji – dostępne teraz również poza siecią autoryzowaną.

• Zaawansowane wsparcie techniczne

Warsztaty korzystające z produktów Schaeffler Vitesco otrzymują dostęp do pełnego wsparcia technicznego za pośrednictwem platformy REPPERT – z informacjami montażowymi, danymi aplikacyjnymi i szkoleniami opartymi na wiedzy dostawcy OE. Vitesco Technologies dysponuje ponadto kompetencjami w zakresie projektowania do produkcji oraz regeneracji komponentów mechatronicznych, hydraulicznych i elektronicznych.



Schaeffler Vitesco
Czujnik NOx

źródło zdjęć: Schaeffler



Schaeffler Vitesco
Wtryskiwacz oleju napędowego



Schaeffler Vitesco
Czujnik przepływu powietrza



Schaeffler Vitesco
Siłownik



Schaeffler Vitesco
Pompa wysokiego ciśnienia



Schaeffler Vitesco
Wtyczka MAF



Schaeffler Vitesco
Czujnik poziomu oleju



Schaeffler Vitesco
Wtryskiwacz benzyny

**Schaeffler Vehicle Lifetime Solutions
Poland Sp. z o.o.**
ul. Iłżecka 24, 02-135 Warszawa
Tel: +48 22 245 85 01, Info@reppert.pl
vehiclelifetimesolutions.schaeffler.pl/pl/vitesco





źródło: stock.adobe.com/Wachira

Obsługa i serwis

Podwozie pod presją: trwałość, komfort i nowe technologie w erze starzejącej się floty

Średni wiek samochodu osobowego w Polsce zbliża się do 15 lat, a w całej Unii Europejskiej przekracza 12. Za tymi liczbami kryje się fundamentalna zmiana, którą codziennie odczuwają mechanicy: do stanowisk serwisowych trafiają dziś pojazdy z układami podwozia i napędu, które jeszcze dekadę temu były wyłączną domeną autoryzowanych serwisów.

Paweł Kruk



Paweł Kruk
Redaktor naczelny
czasopisma „autoEXPERT”

Adaptacyjne amortyzatory, pneumatyczne zawieszenia, łożyska kół zintegrowane z elektroniką, zestawy rozrządu łączące pas lub łańcuch z napinaczami i pompą wody – to nie wyjątki, lecz codzienność.

Rynek aftermarket mierzy się z wyzwaniem rzadko spotykanym z taką intensywnością: jak dotrzymać kroku technologicznym zmianom, które w OEM trwały latami, a w niezależnym serwisie muszą być przyswojone w ekspresowym tempie? Eksperti z wiodących firm branżowych opisują, jak wygląda ta zmiana i co proponują warsztatom, które chcą na niej zarabiać.

FLOTA STARZEJE SIĘ – WARSZTAT ZYSKUJE, ALE I TRACI

Dane nie pozostawiają złudzeń. Według raportów Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów (ACEA) średni wiek pojazdu osobowego w Europie systematycznie rośnie i w 2024 r. przekroczył 12,5 roku. W Polsce sytuacja jest jeszcze bardziej wyrazista: dominacja aut z drugiej ręki, importowanych głównie z Europy Zachodniej, sprawia, że krajowa flota jest jedną z najstarszych na kontynencie. Szacunki wskazują, że ponad 60% użytkowanych w Polsce samochodów osobowych ma więcej niż 10 lat.

Samochody, które 10–12 lat temu trafiły na rynek jako pojazdy klasy średniej i wyższej, wyposażone były w technologie do niedawna zarezerwowane dla segmentu premium. Dziś te auta mają po 150–200 tysięcy kilometrów i trafiają do niezależnych warsztatów. Ich serwisowanie – szczególnie układów podwozia – wymaga wiedzy i narzędzi, których jeszcze niedawno nie potrzebował typowy serwis ogólny.

– *Starzenie się europejskiego parku pojazdów istotnie zwiększa popyt na elementy podwozia i układu napędowego. Starsze auta wymagają częstszych napraw zawieszenia, układów kierowniczych oraz przeniesienia napędu. W Polsce i Europie Środkowej szczególnie dynamicznie rośnie segment części eksploatacyjnych zawieszenia oraz komponentów układu kierowniczego, co wynika z intensywnej eksploatacji pojazdów i rosnących przebiegów.* – podkreśla **Arkadiusz Raczyński**, ekspert ds. szkoleń i wsparcia technicznego, **ZF Aftermarket**.

Równolegle pojawia się nowy czynnik: zelektryfikowane układy napędowe. Pojazdy mild hybrid, hybrydy PHEV i pierwsze elektryki trafiają na rynek wtórny – i niosą ze sobą zarówno nowe możliwości, jak i nowe wymagania techniczne. Podwozie pojazdu elektrycznego to zupełnie inny świat niż podwozie klasycznego sedana z silnikiem Diesla: inna masa, inne obciążenia, inne warunki pracy uszczelnień i łożysk.

AMORTYZATORY I ZAWIESZENIE: OD PROSTEGO TŁUMIKA DO SYSTEMÓW ADAPTACYJNYCH

Przez dekady amortyzator był elementem stosunkowo prostym: olej, tłok, uszczelnienia. Wymiana nie wymagała diagnostyki elektronicznej. Dziś ten obraz jest nieaktualny dla rosnącej grupy pojazdów. Układy CDC (Continuous Damping Control), aktywne zawieszenia magnetoreologiczne, a przede wszystkim zawieszenia pneumatyczne – wszystkie te technologie łączą wiedzę mechaniczną z diagnostyką elektroniczną. I wszystkie trafiają coraz częściej do warsztatów ogólnych, bo wiek pojazdów wyposażonych w nie fabrycznie powoduje, że nie ma już innej drogi.

Tendencję tę najlepiej widać na przykładzie zawiesznień pneumatycznych. Jeszcze kilka lat temu naprawy „pneumatyki” były domeną ASO i wyspecjalizowanych serwisów.

Dziś **Bartosz Sieradzki**, Sales Manager w firmie **Arnott Suspension Products**, ocenia tę zmianę jednoznacznie pozytywnie, choć nie bez zastrzeżeń co do przeszłości: – *Jeszcze kilka lat temu niezależne warsztaty niechętnie brały się za naprawy zawieszenia pneumatycznego. Wynikało to głównie z braku odpowiednich części zamiennych oraz wiedzy niezbędnej do przeprowadzania tego rodzaju napraw. Obecnie oba te czynniki nie mają racji bytu, więc nic nie stoi na przeszkodzie, aby zacząć zarabiać dodatkowe pieniądze na serwisie zawieszenia pneumatycznego. Tym bardziej,*

że mówimy o samochodach wyższych klas, a takowe często oznaczają większy przychód nie tylko na częściach, ale głównie na robociznie.

Skala zjawiska jest znacząca. **Arnott** szacuje, że liczba modeli fabrycznie wyposażonych w zawieszenie pneumatyczne zwiększy się o 15% do roku 2030. Dodatkowym impulsem jest elektryczność: pojazdy elektryczne, ze względu na swoją wysoką masę własną wynikającą z obecności pakietów bateryjnych, są coraz częściej wyposażane przez producentów w zawieszenie pneumatyczne, które lepiej radzi sobie z kompensowaniem masy własnej pojazdu.

Oferta aftermarketowa w tym segmencie znacząco rozwinęła się w ostatnich latach. Pod marką **Arnott** dostępne są komponenty do większości popularnych modeli z zawieszeniem pneumatycznym: Audi A6, A6 Allroad, Q7, BMW serii 5 Touring, X5 i X6, Mercedes klasy E, S, CLS, ML i GL. Asortyment obejmuje nie tylko miechy pneumatyczne, ale też kolumny, sprężarki, bloki zaworowe, czujniki poziomu i zestawy do konwersji zawieszenia. Firma oferuje też wsparcie edukacyjne w postaci Air Suspension Academy – kursów prowadzonych po polsku, zakończonych certyfikatem.

Równolegle z rozwojem segmentu pneumatyki zmienia się podejście warsztatów do klasycznej wymiany amortyzatorów. **Andrzej Chmielewski**, specjalista ds. produktowo-technicznych w firmie **KYB Europe**, obserwuje wyraźną ewolucję zachowań: – *Coraz rzadziej jest to wyłącznie reakcja na awarię, a coraz częściej świadoma profilaktyka obejmująca wymianę parami w obrębie jednej osi pojazdu. Na tę zmianę wpływa przede wszystkim rosnąca wiedza techniczna i świadomość zarówno warsztatów, jak i samych użytkowników pojazdów. Jako producent amortyzatorów na oryginalne wyposażenie OE oraz dostawca tych rozwiązań na rynek wtórny od lat inwestujemy w edukację branży motoryzacyjnej, prowadzimy szkolenia techniczne oraz kampanie informacyjne podkreślające kluczową rolę amortyzatorów dla bezpieczeństwa jazdy.*

ŁOŻYSKA, PRZEGUBY, PIASTY: CICHA REWOLUCJA W UKŁADACH PRZENIESIENIA NAPĘDU

Łożysko koła przez długi czas było w warsztacie elementem niemal banalnym. Stukanie przy zakrętach, luz w piaście – wymiana, problem rozwiązany. Trzecia generacja łożysk kół (Gen3), zintegrowana z czujnikami ABS i ESP, wyrzuciła tę prostotę do góry nogami.

Łożysko Gen3 to w istocie moduł mechatroniczny: precyzyjny element mechaniczny z wbudowaną elektroniką, który nie tylko przenosi obciążenia, ale dostarcza sygnałów do kluczowych systemów bezpieczeństwa pojazdu. Nieprawidłowy montaż – błędny moment dokręcenia, brak właściwego ustawienia pierścienia impulsowego, użycie części o niepełnej kompaty-

Nasi EXPERCI



Bartosz Sieradzki
Sales Manager
Arnott Suspension Products



Sławomir Gądek
Technical Sales Engineer
Corteco Europe



Andrzej Chmielewski
specjalista ds. produktowo-technicznych
KYB Europe



Arkadiusz Raczyński
ekspert ds. szkoleń i wsparcia
technicznego
ZF Aftermarket

bilności z magistralą CAN – może sprawić, że elektronika pojazdu przestanie działać poprawnie, nawet gdy łożysko mechanicznie działa bez zarzutu.

Wyzwania serwisowe wynikające z tej integracji są realne. Warsztaty mierzą się z koniecznością kalibracji po wymianie, prawidłowej identyfikacji generacji łożyska (różne generacje bywają stosowane w tym samym modelu w zależności od roku produkcji) oraz doboru części zachowującej pełną kompatybilność z systemami pokładowymi pojazdu. Liczba przypadków, w których zamiennik niskiej klasy okazał się przyczyną błędów ESP lub ABS, systematycznie rośnie – i to właśnie te przypadki coraz mocniej przekonują warsztaty do wyboru części klasy OEM.

Podobna ewolucja dotknęła przeguby homokinetyczne. W klasycznym układzie napędowym przegub przenosił moment obrotowy pod zmiennym kątem – i nic poza tym. W hybrydach i elektrykach sytuacja jest znacznie bardziej złożona: napęd na każdą oś może być realizowany przez osobny silnik elektryczny, a przeguby muszą sprostać momentom obrotowym, których szczytowe wartości są dostępne natychmiastowo już od zera prędkości. To zupełnie inne obciążenia niż w klasycznym silniku spalinowym, gdzie moment narasta stopniowo wraz z obrotami.

Kluczowym, choć niedocenianym ogniwem w żywotności zarówno łożysk, jak i przegubów, są uszczelnienia i elementy elastyczne. Ich rola wykracza daleko poza funkcję czysto uszczelniającą – to właśnie jakość mankietów przegubów, uszczelek piast i elementów gumowo-metalowych w zawieszeniu decyduje o tym, czy łożysko przeżyje zakładany przebieg, czy ulegnie przedwczesnemu zużyciu. To obszar, w którym specjalizuje się **Corteco** – marka grupy **Freudenberg** dostarczająca komponenty elastyczne oraz uszczelnienia dla aftermarketu w jakości pierwszego montażu.

ZF Aftermarket dostarcza komponenty tej kategorii – przeguby napędowe, wahacze i elementy podwozia – w ramach swojej szerokiej oferty OEM-level, obejmującej marki TRW i SACHS. Kluczowe znaczenie mają tu nie tylko same produkty, ale też kompletność oferty technicznej: dostęp do danych OE, narzędzia diagnostyczne i programy szkoleniowe, które pozwalają warsztatom serwisować pojazdy jeszcze kilka lat temu trafiające wyłącznie do ASO.

PASY, ŁAŃCUCHY, NAPĘDY ROZRZĄDU: CO WARSZTAT MUSI WIEDZIEĆ DZIŚ

Przez lata w branży motoryzacyjnej toczyła się cicha debata: pas czy łańcuch rozrządu? Konstruktorzy przez dekady skłaniali się ku łańcuchom jako rozwiązaniu „na cały okres eksploatacji pojazdu” – i przez pewien czas ta filozofia dominowała. Rzeczywistość serwisowa przyniosła weryfikację tego założenia, i to na dużą skalę.

Okazało się, że łańcuchy rozrządu – projektowane jako bezobsługowe – po 150–200 tysiącach kilometrów i przy specyficznych warunkach eksploatacji potrafią sprawiać poważne problemy. Rozciągnięcie łańcucha, zużycie napinacza, awaria systemu zmiennych faz rozrządu (VVT/VVTS) – wszystkie te usterki coraz częściej lądują w serwisach, bo pojazdy z łańcuchowymi układami rozrządu osiągną wiek i przebieg, w którym komponenty rzeczywiście wymagają wymiany, choć nikt nie planował, że tak będzie.

Rynek aftermarket odpowiedział na to zapotrzebowanie. **Gates**, marka z ponad 80-letnim doświadczeniem

w układach napędowych rozrządu, rozszerzyła swoją ofertę o zestawy łańcuchów rozrządu dedykowane popularnym modelom, dla których istnieje już udokumentowane zapotrzebowanie serwisowe. Zestawy dostępne są dla pojazdów takich marek jak BMW/Mini, VW/Audi/SEAT, Renault/Nissan, Mercedes, Opel/Vauxhall i Peugeot/Citroën. Każdy zestaw zawiera wszystkie niezbędne elementy do kompleksowego remontu układu: łańcuchy, napinacze, prowadnice, koła zębate, nastawniki VVT i osprzęt. Filozofia zestawu serwisowego – znana już warsztatom z kategorii pasków – zostaje przeniesiona na napędy łańcuchowe, co eliminuje ryzyko związane z mieszaniem elementów o różnym stopniu zużycia.

Jednocześnie segment pasków rozrządu wcale nie zanika. Wbrew przewidywaniom sprzed lat wielu producentów powraca do pasków w nowych generacjach silników ze względu na cichszą pracę, niższą masę i możliwość obniżenia kosztów produkcji. Szczególnie w jednostkach hybrydowych, gdzie priorytetem jest minimalizacja strat energii i hałasu, pas rozrządu ma swoje niepodważalne zalety.

Technologia mild hybrid stawia też nowe wymagania przed układem osprzętu silnika. Pasy stosowane w systemach BSG (Belt Starter Generator) muszą wytrzymywać wielokrotnie wyższe napięcia i znacznie większą liczbę cykli rozruchu niż klasyczne pasy wielorolkowe.

Gates odpowiedział na to wyzwanie, opracowując dedykowane pasy E-Start™ z aramidowym kordem i ulepszonym materiałem EPDM, projektowane z myślą o wymaganiach systemów Start-Stop i mild hybrid. Mechanizm boczno napinacza, stosowany w tych systemach, pozwala na przeniesienie pełnej mocy przy niższym napięciu paska – co bezpośrednio przekłada się na efektywność hamowania regeneracyjnego i trybu boost.

ELEMENTY GUMOWO-METALOWE I USZCZELNIENIA: NIEDOCENIANY FUNDAMENT PODWOZIA

W hierarchii części, na które kierowcy zwracają uwagę, tuleje wahaczy, odboje amortyzatorów czy łączniki stabilizatora zajmują odległe miejsca. Nieefektywne, niewidoczne, często niedrogi – i właśnie dlatego tak często wymieniane za późno lub z użyciem części nieodpowiedniej jakości. Tymczasem to właśnie one decydują o tym, czy amortyzator, łożysko i cała geometria zawieszenia pracują we właściwych warunkach.

Sławomir Gądek, Technical Sales Engineer w firmie **Corteco Europe**, trafnie diagnozuje mechanizm problemu na polskim rynku: – *Choć wiedza na temat serwisowania zawieszenia rośnie, realia rynkowe – cięcie kosztów i pośpiech – wymuszają na warsztatach kompromisy, które odbijają się na jakości napraw. Kierowcy mają niewielką wiedzę i często bagatelizują pierwsze symptomy zużycia tulei. Do mechanika udają się najczęściej dopiero wtedy, gdy auto traci sterowność lub nie przechodzi badania technicznego. Mechanicy mają natomiast pełną świadomość zagrożeń – wiedzą, że zignorowanie problemu drastycznie pogarsza bezpieczeństwo i prowadzi do uszkodzenia innych elementów zawieszenia oraz opon.*

Ekspert z firmy **Corteco** wskazuje też na jeden z najbardziej destrukcyjnych, a zarazem najczęstszych błędów montażowych: dokręcanie elementów zawieszenia przy pojeździe uniesionym na podnośniku. Ten pozornie drobny błąd, wynikający najczęściej z pośpiechu, powoduje nienaturalne naprężenie gumy i błyskawiczne zerwanie

nowej tulei po opuszczeniu pojazdu na ziemię. Po każdej wymianie elementów zawieszenia niezbędne jest też ponowne ustawienie geometrii kół – warunek, który bywa pomijany, a wprost rzutuje na trwałość nowych części.

Aspekt jakościowy w tej kategorii jest absolutnie kluczowy. **Corteco**, jako ramię grupy **Freudenberg** na rynku aftermarket, dostarcza komponenty w jakości pierwszego montażu (OEM). W kontekście pojazdów zelektryfikowanych oferta marki wykracza daleko poza klasyczne uszczelnienia i tuleje: obejmuje uszczelki obudów akumulatorów w nowoczesnych wersjach bezfluorowych (wolnych od PFAS), elementy barier termicznych chroniące przed niekontrolowanym wzrostem temperatury ogniw bateryjnych, a także uszczelnienia z przewodzącą włókniną (technologia eCONevo), eliminujące problem niszczenia łożysk przez prądy błędzące w silnikach elektrycznych.

Warto przy tym zwrócić uwagę na rosnącą popularność podejścia zestawowego (repair kit) w miejsce wymiany pojedynczych elementów. Dla warsztatu to czytelna korzyść: jeden numer katalogowy, pewność wzajemnego dopasowania komponentów i wyższa marża w porównaniu do sprzedaży poszczególnych części. ZF Aftermarket potwierdza, że elementy gumowo-metalowe i zestawy naprawcze są jedną z najszybciej rosnących kategorii w portfelu aftermarketowym, wpisując się w szerszą ofertę marek **TRW** i **SACHS**.

JUTRO RYNKU: ELEKTROMOBILNOŚĆ, DANE I NOWE MODELE SERWISOWANIA

Elektromobilność zmienia aftermarket podwozia i napędu w sposób, który jeszcze w pełni nie objawił się w statystykach serwisowych – ale kierunek jest już wyraźny. Pojazdy elektryczne i hybrydowe stawiają przed układem podwozia wymagania inne niż klasyczne auta spalinowe, i ta różnica będzie się pogłębiać wraz z rosnącym udziałem tych pojazdów w serwisowanej flocie.

Pierwszym – i dosłownie odczuwalnym – wyzwaniem jest masa. Pakiety bateryjne w pojazdach elektrycznych podnoszą masę własną pojazdu w porównaniu z odpowiednikiem spalinowym o 200–400 kilogramów, nierzadko więcej. To bezpośrednio przekłada się na szybsze zużycie amortyzatorów, tulei, łożysk kół i hamulców.

Paradoksalnie, mimo że układy hamulcowe w BEV są mniej eksploatowane dzięki hamowaniu regeneracyjnemu, korozja tarcz i zacieranie się zacisków z powodu zbyt rzadkiego używania to realne wyzwanie serwisowe, z którym warsztaty mierzą się już teraz.

Nie mniej istotne są materiałowe i konstrukcyjne wymagania stawiane uszczelnieniom. W pojazdach zelektryfikowanych pracują one w zupełnie innych warunkach termicznych i dynamicznych – zmienność obciążeń, zakresy temperatury i wymagania szczelności są inne niż w samochodzie spalinowym.

Sławomir Gądek z **Corteco** podkreśla, że firma jest na to przygotowana: – *Corteco dostarcza warsztatom najnowocześniejsze rozwiązania materiałowe w jakości pierwszego montażu. Dzięki temu niezależne serwisy mogą uzyskać dostęp do komponentów niezbędnych do bezpiecznej, zgodnej ze sztuką obsługi pojazdów elektrycznych i hybrydowych.*

KYB, projektując amortyzatory z myślą o SUV-ach i pojazdach o wyższej masie własnej, de facto przygoto-



źródło: stock.adobe.com/studio loco

Ilustracja. Tablet obok podnośnika – cyfryzacja procesów serwisowych staje się standardem.

wuje swoją ofertę na wymagania rosnącej floty elektrycznej. **Andrzej Chmielewski** wskazuje, że ponad 100-letnie doświadczenie firmy w projektowaniu zawiesznień, rozbudowane zaplecze badawczo-rozwojowe i własne torry testowe pozwalają tworzyć rozwiązania o zwiększonej wydajności tłumienia, odporności na przegrzewanie i wyższej trwałości – parametry kluczowe dla pojazdów, które łączą wyższy ciężar z oczekiwaniem pełnej sprawności przez długi czas eksploatacji.

ZF Aftermarket wiąże przyszłość aftermarketu z cyfryzacją procesów serwisowych. Wsparcie poprzez narzędzia cyfrowe – dostęp do danych technicznych OE, cyfrowe katalogi, platformy szkoleniowe – staje się elementem oferty nie mniej istotnym niż sam produkt. Mechanik, który przy wymianie łożyska Gen3 otrzymuje nie tylko część, ale i dokładną instrukcję montażu, dane o momentach dokręcania oraz informację o koniecznych czynnościach kalibracyjnych, pracuje pewniej i z niższym ryzykiem reklamacji.

Rynek aftermarket podwozia i napędu wchodzi w erę, w której sama część nie wystarczy. Warsztat przyszłości to warsztat, który łączy kompetencje mechaniczne z diagnostyczną sprawnością: umie serwisować zawieszenie pneumatyczne, zna specyfikę łożysk Gen3, rozumie różnicę między uszczelnieniem do pojazdu spalinowego a uszczelnieniem do elektryka.

Dostawcy, którzy to rozumieją, budują ekosystemy wsparcia: części, szkolenia, narzędzia, dane techniczne – pod jednym dachem. Warsztat, który z tych zasobów korzysta, zyskuje przewagę. Ten, który nie korzysta – wolniej się adaptuje i szybciej traci klientów, których potrzeby przerosły możliwości serwisu. ☺

Materiał opracowano na podstawie wypowiedzi ekspertów z firm ZF Aftermarket, Arnott Suspension Products, KYB Europe, Corteco Europe oraz materiałów prasowych firmy Gates Industrial Europe SARL.



źródło: Volkswagen AG

Technologia napędu

Jak działa nowa pełna hybryda Volkswagena

e-mobility

Volkswagen wprowadza do europejskiej oferty pierwszy samodzielnie opracowany i seryjnie produkowany napęd typu full hybrid – układ hybrydowy o architekturze szeregowo-równoległej, powstały we współpracy z firmą Schaeffler. Debiut systemu zaplanowano na czwarty kwartał 2026 r. w modelach Volkswagen Golf i Volkswagen T-Roc.

Bogdan Kruk

Przez lata europejscy producenci pojazdów stosunkowo wąsko definiowali strategię elektryfikacji, traktując układy mild hybrid jako podstawowy etap elektryfikacji, a hybrydy plug-in głównie jako rozwiązanie flotowe. Tymczasem Toyota i Honda od lat z powodzeniem rozwijają segment pełnych hybryd niewymagających zewnętrznego ładowania, odpowiadając na potrzeby rynków o ograniczonym dostępie do infrastruktury ładowania. Volkswagen podkreśla, że zmiana strategii wynika z uwarunkowań globalnych rynków: Chiny oczekują hybryd plug-in i układów range extender, Ameryka Północna i Południowa – hybryd plug-in oraz pełnych hybryd, natomiast Europa – mimo rosnącej presji regulacyjnej w kierunku pojazdów bezemisyjnych – nadal wykazuje duże zainteresowanie napędami niewymagającymi dostępu do infrastruktury ładowania.

Nowy układ napędowy pozycjonowany jest pomiędzy systemami eTSI (mild hybrid 48 V) oraz eHybrid i GTE (hybrydy plug-in). W gamie modelowej Golfa będzie oferowany po prostu jako „Hybrid” – bez oznaczenia sugerującego możliwość ładowania zewnętrznego. Energia elektryczna pozyskiwana jest wyłącznie z rekuperacji podczas hamowania oraz z pracy turbodoładowanego silnika spalinowego napędzającego generator, dlatego pojazd nie wymaga podłączenia do zewnętrznego źródła ładowania.

BUDOWA NOWEGO UKŁADU FULL HYBRID VOLKSWAGENA

Nowy układ napędowy oparto na trzech głównych komponentach: module hybrydowym, silniku 1.5 TSI evo2 oraz akumulatorze wysokiego napięcia. Moduł hybrydowy integruje trakcyjny silnik elektryczny, drugi silnik elektryczny pełniący funkcję generatora, elektronikę mocy, mechanizm różnicowy oraz jednostopniową przekładnię. Elektronicznie sterowane sprzęgło wielopłytkowe z osobnym sterownikiem odpowiada za dołączanie i odłączanie silnika spalinowego od układu przeniesienia napędu. W przedniej części pojazdu zintegrowano również elektryczną sprężarkę klimatyzacji oraz elektromechaniczny układ wspomagania hamulców. Moment obrotowy przekazywany jest wyłącznie na przednią oś, a generator, mechanizm różnicowy, przekładnia jednostopniowa oraz elektronicznie sterowane to sprzęgło tworzą kompaktowy moduł napędowy.

GENERATOR I SILNIK TRAKCYJNY: TOPOLOGIA P1/P3

Volkswagen zastosował układ szeregowo-równoległy w architekturze P1/P3. Pierwszy silnik elektryczny (EM1), oznaczony jako P1, jest na stałe sprzężony z wałem korbowym silnika spalinowego i pracuje jako generator. Gdy silnik spalinowy pracuje, EM1 przekształca energię mechaniczną silnika w energię elektryczną zasilającą silnik trakcyjny lub



Bogdan Kruk
Redaktor czasopisma
„autoEXPERT”

ładującą akumulator. Oznaczenie P1 odnosi się do położenia silnika przed modulem przekładni.

Drugi silnik elektryczny (EM2), oznaczany jako P3, pełni funkcję głównego silnika trakcyjnego i rozwija moc 125 kW. Napędza bezpośrednio wał wyjściowy po stronie kół, z pominięciem wielostopniowej skrzyni biegów, co ogranicza straty mechaniczne w układzie przeniesienia napędu. Rozwiązanie P3 różni się od topologii P2, w której silnik elektryczny umieszczony jest między jednostką spalinową a przekładnią. Silnik spalinowy oraz generator EM1 rozwijają maksymalnie po 110 kW, natomiast moc systemowa dostępna na kołach wynosi 100 lub 125 kW w zależności od wariantu napędu.

SPRZĘGŁO K0 W HYBRYDZIE VOLKSWAGENA

Sprzęgło K0 zastosowane w module hybrydowym to mokre, wielopłytkowe sprzęgło typu „normally open”. W stanie spoczynku pozostaje rozłączone, odłączając silnik spalinowy od układu przeniesienia napędu. Sprzęgło zamykane jest dopiero podczas pracy w trybie równoległym. Rozwiązanie to zapewnia całkowite odłączenie jednostki spalinowej podczas jazdy elektrycznej i szeregowej, ograniczając straty mechaniczne.

SILNIK 1.5 TSI EVO2 W CYKLU MILLERA

W układzie full hybrid zastosowano silnik 1.5 TSI evo2 z rodziny EA211, wyposażony w turbosprężarkę o zmiennej geometrii łopatek (VTG). Jednostka pracuje w cyklu Millera (oparty na wcześniejszym zamknięciu zaworów dolotowych przy wysokim stopniu sprężania), co zwiększa sprawność przy częściowym obciążeniu.

Na potrzeby układu hybrydowego silnik przeszedł istotne modyfikacje: zrezygnowano z systemu wyłączania cylindrów ACTplus, ponieważ przesunięcie punktu pracy do bardziej efektywnego zakresu realizowane jest przez sterowanie generatorem EM1. Zmodyfikowano fazy rozrządu, a maksymalną prędkość obrotową ograniczono do 4500 obr./min. Maksymalna sprawność termiczna w konfiguracji hybrydowej wynosi 39,2%. W porównaniu z tą samą jednostką stosowaną w układzie mild hybrid zużycie paliwa ma być niższe o 2–3% w całym zakresie pracy.

AKUMULATOR NMC – DYNAMICZNY BUFOR ENERGII

Akumulator trakcyjny wykonany w technologii NMC (niklo-manganowo-kobaltowej) ma pojemność brutto 1,6 kWh i został umieszczony pod podłogą bagażnika zarówno w Volkswagen Golf, jak i Volkswagen T-Roc. Pojemność netto dostępna dla układu zarządzania energią wynosi 0,64 kWh. Różnica wynika z utrzymywania rezerwy poziomu naładowania, co chroni ogniwa przed degradacją i wydłuża żywotność akumulatora.

Niewielka pojemność magazynu energii to cecha charakterystyczna pełnych hybryd niewymagających ładowania zewnętrznego. Układ nie został zaprojektowany z myślą o długiej jeździe w trybie elektrycznym, lecz do pracy jako dynamiczny bufor energetyczny. Sam zasobnik energii nie jest w stanie zapewnić pełnej mocy systemowej – jej osiągnięcie wymaga jednoczesnego wykorzystania energii zgromadzonej w ogniwach oraz bieżącej produkcji energii elektrycznej przez generator EM1 napędzany silnikiem spalinowym.

ELEKTRYCZNY, SZEREGOWY I RÓWNOLEGŁY – TRZY TRYBY PRACY

Układ sterowania napędem automatycznie wybiera jeden z trzech trybów pracy w zależności od prędkości, zapotrzebowania na moc i stanu naładowania akumulatora.

Tryb elektryczny wykorzystywany jest głównie przy małych prędkościach i w ruchu miejskim – sprzęgło K0 pozostaje otwarte, silnik spalinowy jest wyłączony, a za napęd odpowiada wyłącznie EM2.

Tryb szeregowy uruchamia się przy niskim poziomie naładowania akumulatora. Sprzęgło K0 pozostaje otwarte, a silnik spalinowy pracuje bez bezpośredniego napędzania kół. Energia mechaniczna silnika przekształcana jest przez EM1 w energię elektryczną zasilającą EM2. Ponieważ jednostka spalinowa może pracować niezależnie od prędkości pojazdu, możliwa jest jej praca w optymalnym punkcie sprawności.

Tryb równoległy aktywowany jest od ok. 60 km/h podczas jazdy pozamiejskiej i autostradowej – silnik spalinowy staje się głównym źródłem napędu, a EM2 wspomaga przyspieszanie. Układ wykorzystuje jedno stałe przełożenie umożliwiające jazdę z prędkością do 180 km/h. System współpracuje z profilami jazdy Eco, Comfort i Sport.

EFEKTYWNOŚĆ W CYKLU WLTC I RZECZYWISTYM RUCHU

Volkswagen opublikował dane dotyczące udziału poszczególnych trybów jazdy w cyklu WLTC (Worldwide harmonized Light-duty vehicle Test Cycle). Tryb elektryczny odpowiada za 66% czasu pracy układu, tryb szeregowy za 16%, a równoległy za 18%. W cyklu zbliżonym do rzeczywistej eksploatacji wartości te wynoszą odpowiednio: 59%, 18% i 23%. Oficjalne dane dotyczące zużycia paliwa i emisji CO₂ nie zostały jeszcze opublikowane.

Nowy napęd, dzięki wysokiej sprawności silnika 1.5 TSI evo2 i uproszczonej kinematyce przekładni, powinien zapewniać niskie zużycie paliwa również podczas jazdy autostradowej. Najwyższą efektywność układ osiąga jednak w ruchu miejskim oraz podczas jazdy mieszanej, gdzie klasyczne układy spalinowe często pracują w mniej efektywnych zakresach częściowego obciążenia. Dodatkową zaletą układu jest ograniczenie strat energii typowych dla klasycznych wielostopniowych przekładni automatycznych. Dzięki bezpośredniemu połączeniu silnika EM2 z wałem wyjściowym układ może skuteczniej wykorzystywać energię elektryczną podczas jazdy miejskiej oraz przy częstych zmianach obciążenia.

NOWE WYMAGANIA SERWISOWE DLA WARSZTATÓW

Platforma MQB Evo wykorzystywana jest w wielu modelach Grupy Volkswagen, dlatego architektura hybrydowa będzie stopniowo wdrażana w modelach różnych marek koncernu. W Chinach przewidziano również wersję hybrydy plug-in z większym akumulatorem, opartą na tej samej architekturze modułowej.

Dla warsztatów oznacza to konieczność przygotowania do obsługi układów wysokiego napięcia, co wymaga odpowiednich uprawnień, zapoznania się ze specyfiką sprzęgła K0 i układu jego sterowania, diagnostyki modułu hybrydowego firmy Schaeffler oraz procedur serwisowych związanych z akumulatorem NMC. Golf Hybrid oraz T-Roc Hybrid mają trafić do europejskiej sprzedaży w czwartym kwartale 2026 r. Warsztaty powinny już teraz przygotować się do obsługi tego typu napędów. ©

Ładowanie jednym przyciskiem – przełom w infrastrukturze dla elektrycznych ciężarówek

Czy ciężarówka przyszłości sama podjedzie do ładowarki i samodzielnie rozpocznie ładowanie? W Dreźnie testowana jest technologia, która może przybliżyć taki scenariusz. Fraunhofer IVI we współpracy z miejską firmą oczyszczania aktywnie rozwija i testuje w warunkach rzeczywistych opatentowany system automatycznego ładowania elektrycznych ciężarówek. Technologia eliminuje konieczność podłączania kabli i umożliwia uruchomienie ładowania jednym naciśnięciem przycisku.

Redakcja „autoEXPERTa”



źródło: Fraunhofer IVI

Podpodłogowy system ładowania zapewnia bezpieczne i oszczędzające miejsce połączenie między pojazdem a infrastrukturą ładowania.



Rozwiązanie opracowano z myślą o ciężkich pojazdach użytkowych, dla których klasyczne ładowanie wysokimi mocami wymaga niezawodnych połączeń elektrycznych i minimalizacji przestojów.

SYSTEM PODPODŁOGOWY ZAMIAST KABLI

Opracowany w ramach projektu badawczego MEGA-LADEN (finansowanego przez niemieckie Ministerstwo Gospodarki i Klimatu w latach 2020–2024) system bazuje na automatycznym styku podpodłogowym. Wbrew popularnym rozwiązaniom indukcyjnym, zastosowano tutaj technologię konдукtywną, która pozwala osiągnąć moce ładowania wymagane do ekonomicznej eksploatacji ciężkich pojazdów użytkowych.

Niezawodne połączenie elektryczne zapewnia elektromagnes, a całość spełnia obowiązujące normy bezpieczeństwa. Rozwiązanie jest przy tym oszczędne przestrzennie – infrastruktura ładowania schowana jest pod powierzchnią placu manewrowego. Fraunhofer IVI informuje, że prace wciąż są kontynuowane, ponieważ celem jest wyjście poza fazę demonstracyjną.

W ubiegłym roku, podczas oficjalnych testów, system zintegrowano z 15-tonową ciężarówką doświadczalną, którą udostępniło Stadtreinigung Dresden (SRD) do prób eksploata-

cyjnych. Firma miejska testuje już w pełni elektryczną śmieciarkę – pilotaż podpodłogowego systemu ładowania wpisuje się więc w szerszą strategię elektryfikacji taboru.

Z MYŚLĄ O AUTONOMICZNYM TRANSPORCIE

Technologia została zaprojektowana z uwzględnieniem perspektywy pojazdów autonomicznych. W pełni automatyczny proces ładowania – bez udziału kierowcy – otwiera drogę do zastosowań w zautomatyzowanych zajezdniach, gdzie pojazdy samodzielnie dokują przy stacjach ładowania. Zmniejsza to zarówno zapotrzebowanie na personel obsługowy, jak i ryzyko błędów podczas podłączania.

Dane zbierane podczas testów mają posłużyć do oceny ergonomii, niezawodności i dostępności systemu w warunkach miejskiej logistyki. Obie instytucje deklarują wolę dalszej współpracy z producentem pojazdów w celu uruchomienia małoseryjnej produkcji zelektryfikowanych ciężarówek wyposażonych w nową technologię. Jeżeli pilotaż zakończy się sukcesem, technologia może znaleźć zastosowanie nie tylko w pojazdach komunalnych, lecz także w centrach logistycznych i przyszłych flotach autonomicznych ciężarówek, gdzie całkowita automatyzacja procesu ładowania będzie jednym z warunków efektywnej eksploatacji. ©

autoEXPERT

Pakiet dla motoryzacji

NEWSLETTERY

PORTAL

CZASOPISMO

KAMPANIE
MAILINGOWE

Informujemy branżę!

Zapraszamy do korzystania z naszych mediów i kanałów komunikacji
autoexpert.pl
autoEXPERT Online Newsletter

autoEXPERT

raven media

Regionalne targi połączeń śrubowych

Miejsce spotkań ekspertów, innowacji
i kontaktów biznesowych



SCHRAUBTEC
PO PROSTU DOBRE POŁĄCZENIA



W 2026 roku targi SchraubTec ponownie zawitają do Polski

Na targach będzie można poznać ekspertów w dziedzinie połączeń śrubowych, technologii śrubowej, narzędzi śrubowych, a także zaopatrzenia, zakupów i zarządzania elementami złącznymi.

Podczas praktycznych wykładów i wystawy będzie można ugruntować swoją specjalistyczną wiedzę i umiejętności w zakresie bezpiecznych połączeń śrubowych w przemyśle.

Zostań wystawcą

Dodatkowe informacje:
SchraubTecPolska@ravenmedia.pl
Tel. +48 608600110

Odwiedź targi

Zarejestruj się
i pobierz bezpłatną wejściówkę
www.schraubtec.com/pl/katowice



Organizator
VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

Ambasador marki
HERMES TOOLS

Partner medialny
autoEXPERT

MM
Magazyn Przemysłowy

**elektro
technik**
AUTOMATYK

raven media