



Mercedes-Benz

Przyszłość silników wysokoprężnych zaczyna się w Mercedesie Klasy E

Informacja prasowa

Oszczędniejsze i mocniejsze, lżejsze i bardziej kompaktowe: nowa rodzina silników Diesla Mercedes-Benz

29 Lutego 2016 r.

Spis treści	Str.
<u>Wersja skrócona</u>	
Oszczędniejsze i mocniejsze, lżejsze i bardziej kompaktowe	2
<u>Wersja pełna</u>	
Przyszłość jednostek wysokoprężnych	
Nowa generacja silników Diesla premium Mercedes-Benz	7
Strategia	
Napęd przygotowany na przyszłość	17
Pod mikroskopem: testy	
Konsekwentne podejście do kwestii testów	20
Pod mikroskopem: opracowanie i produkcja	
Nowa architektura pozwala na elastyczną produkcję	22
Nowy cykl pomiarowy WLTP	
Bliżej rzeczywistych wyników zużycia paliwa	20
Historia	
Pionier w technologii jednostek wysokoprężnych	30
Słowniczek	
Kluczowe terminy specjalistyczne	36

Przyszłość silników wysokoprężnych zaczyna się w Mercedesie Klasy E

Oszczędniejsze i mocniejsze, lżejsze i bardziej kompaktowe: nowa rodzina silników Diesla Mercedes-Benz

Stuttgart. Nowy, 4-cylindrowy silnik Diesla z oznaczeniem OM 654 to pierwsza z rodziny przełomowych jednostek Mercedes-Benz. Wzorowa efektywność paliwowa i emisyjność potwierdzają, że ta wyrafinowana konstrukcja jest przygotowana na wyzwania przyszłości, a jednocześnie podkreślają kluczową rolę silników Diesla w osiągnięciu ambitnych globalnych celów klimatycznych. Pierwszy całkowicie aluminiowy, 4-cylindrowy motor wysokoprężny firmy Mercedes-Benz zadebiutuje wiosną 2016 roku, pod maską nowej Klasy E 220 d.

„Nasza nowa rodzina silników odzwierciedla ponad 80-letnie doświadczenie Mercedes-Benz w konstruowaniu jednostek wysokoprężnych. Nowe motory premium są oszczędniejsze i mocniejsze, lżejsze i bardziej kompaktowe. Zaprojektowano je z myślą o spełnieniu wszystkich przyszłych globalnych norm spalin” - mówi prof. Thomas Weber, Członek Zarządu Daimler AG odpowiedzialny za badania grupowe i szef działu rozwoju osobowych Mercedesów. „W naszej opinii silnik Diesla jest niezbędny w pojazdach ciężarowych i osobowych, jeśli chcemy w dalszym stopniu ograniczać emisję dwutlenku węgla w transporcie drogowym”.

W swoim planie działania na rzecz zrównoważonej mobilności kluczową wagę Mercedes-Benz przywiązuje do optymalizacji nowoczesnych silników

spalinowych wespół z rozwojem napędów hybrydowych i elektrycznych. Ekonomiczne, przyjazne środowisku i popularne - zwłaszcza w Europie - jednostki wysokoprężne mają szczególnie istotny wkład w dalszą redukcję zużycia paliwa floty modeli spod znaku gwiazdy.

Producent ze Stuttgartu jest na właściwej drodze. W ciągu 20 lat, od 1995 roku, średnie zużycie paliwa całej floty aut osobowych spadło niemal o połowę, z 9,2 l/100 km (230 g CO₂/km) do 5,0 l/100 km (125 g CO₂/km). Już dziś gama osobowych Mercedesów liczy 68 modeli emitujących poniżej 120 g dwutlenku węgla na 1 km oraz 108 modeli spełniających wymagania klasy efektywności A+ lub A.

Nowa, modułowa rodzina silników znajdzie szerokie zastosowanie w całej gamie osobowych i dostawczych Mercedesach. Jednostki mają być oferowane w kilku wariantach mocy, w samochodach z napędem na przednią, tylną lub obie osie, z wzdłużną lub poprzeczną orientacją. To również sprawia, że nowa konstrukcja ma takie znaczenie - jej efektywność paliwowa będzie miała bowiem bezpośredni wpływ na zużycie paliwa całej floty modeli Mercedes-Benz.

Ponadto, nową generację silników wprowadzono z zamiarem maksymalnego ograniczenia liczby dostępnych wariantów. Kompaktowe wymiary jednostki zapewniają jeszcze większą elastyczność przy montażu w różnych pojazdach. Połączenia układu napędowego z pojazdem zostały ujednolicone we wszystkich seriach modelowych. Co więcej, wszystkie elementy systemu

oczyszczania spalin są teraz instalowane bezpośrednio na silniku, a nie w pojeździe.

Nowy, 4-cylindrowy silnik OM 654 swoją premierę świętuje w najnowszej Klasie E - wiosną 2016 roku trafi pod maskę modelu E 220 d. Zasadniczą kwestią jest tu zapewnienie niższego zużycia paliwa i emisji CO₂ (spadek o około 13%) przy wyższej mocy (143 kW/195 KM zamiast 125 kW/170 KM).

Najważniejsze innowacje wprowadzone w nowej jednostce:

- pierwsza całkowicie aluminiowa konstrukcja wśród 4-cylindrowych silników Diesla
- stalowe tłoki ze schodkowymi misami spalania, tuleje cylindrowe z powłoką NANOSLIDE®, czwarta generacja wtrysku common rail
- wszystkie elementy układu oczyszczania spalin są instalowane bezpośrednio na silniku, nie w pojeździe
- znacznie lżejszy i bardziej kompaktowy: 168,4 zamiast 202,8 kg (-17%), pojemność: 2 zamiast 2,15 l, odstęp między osiami cylindrów: 90 zamiast 94 mm
- liczne zabiegi zapewniają niższy poziom hałasu i niezrównany stopień ograniczenia wibracji

Emisja spalin: silnik gotowy na przyszłość

Nowy silnik Diesla zaprojektowano pod kątem spełnienia przyszłych standardów emisji spalin (RDE – Real Driving Emissions, czyli emisja w warunkach rzeczywistych). W przeciwieństwie do stosowanego obecnie cyklu pomiarowego NEDC (New European Driving Cycle, czyli Nowy Europejski

Cykl Jazdy), nowy cykl WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure, czyli globalnie zharmonizowana procedura testowa lekkich pojazdów) opracowano z myślą o zbliżeniu wyników standaryzowanych do zużycia paliwa w warunkach rzeczywistych. Dodatkowo, w Europie planuje się wprowadzenie procedury pomiarowej dla RDE. Również te działania są aktywnie wspierane przez Mercedes-Benz.

Wszystkie elementy istotne z punktu widzenia skutecznej redukcji emisji spalin zostały zamontowane bezpośrednio przy silniku. Nową konfigurację uzupełniają udoskonalone powłoki katalityczne i odpowiednia izolacja. W efekcie absolutnie nie ma potrzeby zarządzania temperaturą silnika podczas rozruchu na zimno lub przy niewielkim obciążeniu. Poza korzyściami w zakresie emisji spalin pozwala to obniżyć zużycie paliwa, zwłaszcza na krótkich dystansach. Dzięki przysilnikowej konfiguracji układ oczyszczania spalin legitymuje się małymi stratami ciepła i pracuje w optymalnych warunkach.

Nowy silnik został wyposażony w wielodrożny system recyrkulacji spalin (EGR). Łączy on chłodzone układy EGR - wysoko- oraz niskociśnieniowy, i umożliwia dalszą, znaczną redukcję nieoczyszczonych spalin z silnika w całym zakresie mapy jego pracy, przy czym proces spalania zostaje zoptymalizowany pod kątem mniejszego zużycia paliwa.

Spaliny z turbosprężarki w pierwszej kolejności trafiają do katalizatora utleniającego. Następnie przechodzą przez mieszalnik, gdzie za pomocą chłodzonego wodą układu dawującego dodawany jest czynnik AdBlue®.

Dzięki specjalnie zaprojektowanej komorze mieszania AdBlue® ze spalinami czynnik odparowuje najkrótszą możliwą drogą w strumieniu spalin i bardzo równomiernie pokrywa czynną powierzchnię zlokalizowanego dalej filtra sDPF (filtr cząstek stałych z powłoką do redukcji tlenków azotu). Za nim znajduje się katalizator SCR służący do dalszej redukcji tlenków azotu. Dopiero wtedy oczyszczone spaliny trafiają do układu wydechowego.

Przyszłość jednostek wysokoprężnych

Nowa generacja wysokiej klasy silników Diesla premium Mercedes-Benz

Nowa, 4-cylindrowa jednostka wysokoprężna z oznaczeniem OM 654 to pierwszy z rodziny przełomowych silników Diesla opracowanych przez Mercedes-Benz. Jej cele rozwojowe wyznaczono ponad 4 lata temu. W rezultacie powstała modułowa koncepcja ze szczególnym naciskiem na integrację z układami napędowymi różnych modeli oraz serią innowacji w samym silniku. Wzorowa efektywność paliwowa i emisyjność potwierdzają, że ta wyrafinowana konstrukcja jest przygotowana na przyszłość, a jednocześnie podkreślają kluczową rolę silników Diesla w osiąganiu ambitnych globalnych celów klimatycznych. Pierwszy całkowicie aluminiowy, 4-cylindrowy motor wysokoprężny firmy Mercedes-Benz swoją premierę świętuje pod maską nowej Klasy E.

Ambitne cele, w 2011 roku zdefiniowane w specyfikacjach technicznych dla nowej architektury układów napędowych Mercedesa, zostały zrealizowane zarówno w zakresie rozwoju, jak i konstrukcji. „Nasza nowa rodzina silników odzwierciedla ponad 80-letnie doświadczenie Mercedes-Benz w konstruowaniu jednostek wysokoprężnych. Nowe motory premium są oszczędniejsze i mocniejsze, lżejsze i bardziej kompaktowe. Zaprojektowano je z myślą o spełnieniu wszystkich przyszłych globalnych norm spalin” - mówi prof. Thomas Weber, Członek Zarządu Daimler AG odpowiedzialny za badania grupowe i szef pionu rozwoju osobowych Mercedesów. „W naszej opinii silnik Diesla jest niezbędny w pojazdach ciężarowych i osobowych, jeśli

chcemy w dalszym stopniu ograniczać emisję dwutlenku węgla w transporcie drogowym”. Zasadniczą kwestią w przypadku nowych jednostek jest zapewnienie niższego zużycia paliwa i emisji CO₂ (spadek o około 13%) przy wyższej mocy (143 kW/195 KM zamiast 125 kW/170 KM).

Najważniejsze innowacje wprowadzone w nowej jednostce:

- pierwsza całkowicie aluminiowa konstrukcja wśród 4-cylindrowych silników Diesla
- stalowe tłoki ze schodkowymi misami spalania, gładzie cylindrowe z powłoką NANOSLIDE®, czwarta generacja wtrysku common rail
- wszystkie technologie oczyszczania spalin instalowane bezpośrednio na silniku
- znacznie lżejszy i bardziej kompaktowy: 168,4 zamiast 202,8 kg (-17%), pojemność: 2 zamiast 2,15 l, odstęp między osiami cylindrów: 90 zamiast 94 mm
- liczne zabiegi zapewniają niższy poziom hałasu i niezrównany stopień ograniczenia wibracji

Produkowany od 2008 roku, stosowany obecnie 4-cylindrowy silnik Diesla firmy Mercedes-Benz - OM 651 - jest najpopularniejszą jednostką w historii Mercedes-Benz. Jest montowana w licznych seriach modelowych, od Klasy A do S, a także w Klasie V oraz użytkowym Sprinterze. To również podkreśla znaczenie nowej konstrukcji - poprawa efektywności paliwowej będzie miała bowiem bezpośredni wpływ na zużycie paliwa całej floty modeli z gwiazdą. Nowy, 4-cylindrowy silnik OM 654 będzie świętować swoją premierę w najnowszej Klasie E - wiosną 2016 roku trafi pod maskę modelu E 220 d.

Stopniowo będzie wprowadzany w kolejnych seriach modelowych Mercedes-Benz, w różnych wersjach mocy i wariantach. Oto dane techniczne nowej jednostki w porównaniu z poprzednikiem:

Silnik		220 d OM 654	220 d poprzednik OM 651
Liczba i ukł. cylindrów		4/R	
Liczba zaworów na cyl.		4	
Pojemność na cyl.	ccm	487,5	537
Pojemność skokowa	ccm	1950	2143
Rozstaw cylindrów	mm	90	94
Średnica	mm	82	83
Skok	mm	92,3	99
Średnica/skok		1,12	1,193
Długość korbowodu	mm	140	144
Moc maksymalna	kW/KM	143/195	125/170
przy	obr./min	3800	3000-4200
Maks. moment obrotowy	Nm	400	400
przy	obr./min	1600-2400	1400-2800
Wskaźnik mocy	kW/l	72	58,3
Stopień kompresji	1:	15,5	16,2
Norma emisji spalin		EU6	EU6
Masa jednostki (DIN)	kg	168	199

Konsekwentna, lekka konstrukcja: w pełni aluminiowy silnik

W wersji o mocy 143 kW/195 KM pierwszy całkowicie aluminiowy, 4-cylindrowy silnik wysokoprężny firmy Mercedes-Benz waży 168,4 kg, czyli o 35,4 kg mniej od swojego poprzednika rozwijającego 125 kW/170 KM (-17%). To nowy wzorzec w tej klasie mocy. Jeśli zaś, zamiast masy według normy DIN, porównać jednostki gotowe do uruchomienia, ze wszystkimi akcesoriami,

ich waga różni się aż o 46 kg - co przynosi wyraźne korzyści w zakresie zwinności prowadzenia i zużycia paliwa.

Kluczowymi czynnikami, jeśli chodzi o redukcję masy, były: zmniejszenie pojemności skokowej, przejście z dwustopniowego turbodoładowania do pojedynczego oraz zastosowanie aluminiowej skrzyni korbowej z tulejami cylindrowymi pokrytymi powłoką NANOSLIDE® i dwóch plastikowych mocowań silnika.

Kompaktowe wymiary: kluczowy cel konstruktorów

Główne wymiary „gołego” silnika - średnica i skok tłoka oraz odległość między osiami cylindrów - determinują jego całkowitą długość i wysokość. W porównaniu z poprzednikiem rozstaw osi cylindrów został skrócony z 94 do 90 mm. Średnica (82,0 mm) i skok (92,3 mm) nowej jednostki przekładają się na korzystną pojemność pojedynczych cylindrów - tuż poniżej 500 ccm - i zapewniają optymalny współczynnik korbowodowy w odniesieniu do spalania i tarcia. Aluminiową skrzynię korbową zaprojektowano tak, aby poradzić sobie z bardzo wysoką mocą (wytrzymuje maksymalne ciśnienie do 205 barów).

Aby ograniczyć całkowitą wysokość silnika, napęd rozrządu - tak jak w poprzedniku - zlokalizowano w tylnej części jednostki (od strony przekładni). Z tyłu, w obszarze chronionym przed skutkami zderzeń, znajduje się również wysokociśnieniowa pompa wtryskowa, napędzana łańcuchem rozrządu (po lewej stronie silnika).

Aby zamocować silnik w pojeździe możliwie nisko, wałki wyrównowazające Lancastera umieszczono nie poniżej, ale po lewej i prawej stronie wału korbowego. Obok wału, podobnie jak w OM 651, została zlokalizowana pompa oleju - ułatwia to montaż w pojazdach budowanych na różnych architekturach.

Kompaktowe wymiary jednostki zapewniają jeszcze większą elastyczność przy adaptowaniu jej w różnych modelach i pozwalają na pionowy montaż silnika. Dzięki przesunięciu zespołu korbowego wygospodarowano dodatkową przestrzeń z prawej strony: pionowe osie cylindra zostały przesunięte względem środka wału korbowego o 12 mm w lewo, w kierunku strony wlotowej. Przy okazji pozwoliło to na ograniczenie tarcia między tłokami a powierzchnią gładzi tulei cylindrowych.

Niższe zużycie paliwa: mniejsze tarcie, lepsze spalanie

Zamontowany w porównywalnym pojeździe, nowy silnik zużywa o około 13% mniej oleju napędowego od poprzednika. Poza zoptymalizowanym przepływem ładunku oraz zastosowaniem czwartej generacji wtrysku common rail z ciśnieniem do 2050 barów do oszczędności paliwa przyczynia się około 25-proc. redukcja strat wynikających z tarcia wewnętrznego. To zasługa:

- płaskich, stalowych tłoków z innowacyjnymi, stopniowanymi misami spalania i długimi korbodami
- tulei cylindrowych pokrytych powłoką NANOSLIDE®
- ograniczonej pojemności skokowej
- licznych drobniejszych zabiegów, zastosowanych między innymi w napędzie rozrządu

Nietypowa kombinacja: aluminiowa skrzynia korbowa i stalowe tłoki

Na pierwszy rzut oka połączenie aluminiowej skrzyni korbowej i stalowych tłoków wydaje się nietypowe - w wysokiej temperaturze stal ma mniejszą rozszerzalność od aluminium, słabiej od niego przewodzi ciepło i jest cięższa. To wyjaśnia, dlaczego dotychczas stosowano tłoki aluminiowe. Konstruktorzy silników ze Stuttgartu z sukcesem zamienili jednak pozorne wady stali w zalety. Przykładowo, dzięki mniejszej rozszerzalności cieplnej stali w miarę wzrostu temperatury operacyjnej rośnie odległość między stalowym tłokiem a aluminiową skrzynią korbową - co pozwala zmniejszyć tarcie o 40-50%. Fakt, że przy porównywalnych gabarytach konstrukcji stal jest wytrzymalsza od aluminium, pozwolił zaprojektować bardzo zwarte, lekkie tłoki, i to z zapasem wytrzymałości. Mniejsza przewodność cieplna stali prowadzi z kolei do wyższych temperatur elementów, co pozwala podnieść wydajność termodynamiczną, zwiększyć palność i ograniczyć czas trwania procesu spalania.

Zastosowanie płaskich stalowych tłoków umożliwiło wydłużenie korbowodów do 154 mm. W połączeniu z przesunięciem zespołu korbowego doprowadziło to do zredukowania sił bocznych oddziałujących na tłoki - zależnie od punktu pracy - nawet o 75%.

Połączenie innowacyjnych, stalowych tłoków z udoskonaloną w dalszym stopniu powłoką tulei cylindrowych NANOSLIDE® pozwoliło ograniczyć zapotrzebowanie na olej napędowy i emisję dwutlenku węgla nawet o 4%. W zakresie niższych i średnich obrotów silnika - czyli najczęściej

wykorzystywanych w codziennej jeździe - redukcja zużycia paliwa jest jeszcze bardziej wyraźna.

Światowa premiera w aucie osobowym: stopniowana misa spalania

OM 654 to pierwszy stosowany w samochodzie osobowym silnik, w którym zastosowano tłoki z opracowaną przez Mercedes-Benz stopniowaną misą spalania. Nazwa ta wzięła się od kształtu denka w koronie tłoka. Stopniowana misa ma korzystny wpływ na proces spalania i ogranicza obciążenie cieplne w krytycznych obszarach tłoka oraz dostawanie się cząstek sadzy do oleju. Wyższe tempo spalania w porównaniu ze stosowaną wcześniej misą spalania omega przekłada się na wzrost efektywności. Specjalna konfiguracja połączenia kształtu misy, przepływu powietrza i wtryskiwacza wyróżnia się bardzo skutecznym wykorzystaniem powietrza, co umożliwia pracę w obliczu bardzo wysokiego współczynnika nadmiaru powietrza. Rezultat: emisja cząstek stałych mogła zostać ograniczona do szczególnie niskiego poziomu.

Emisja spalin: silnik gotowy na przyszłość

Nowy silnik Diesla zaprojektowano pod kątem spełnienia przyszłych standardów emisji spalin (RDE – Real Driving Emissions, czyli emisja w warunkach rzeczywistych). Prace rozwojowe koncentrowały się również na cyklu WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure, czyli globalnie zharmonizowana procedura testowa lekkich pojazdów), który - w przeciwieństwie do stosowanego obecnie cyklu pomiarowego NEDC (New European Driving Cycle, czyli Nowy Europejski Cykl Jazdy) - ma na zbliżenie wyników standaryzowanych do zużycia paliwa w warunkach rzeczywistych.

Wszystkie elementy istotne z punktu widzenia skutecznej redukcji emisji spalin są zamontowane bezpośrednio przy silniku. Nową konfigurację uzupełniają udoskonalone powłoki katalityczne i odpowiednia izolacja. W efekcie absolutnie nie ma potrzeby zarządzania temperaturą silnika podczas rozruchu na zimno lub przy niewielkim obciążeniu. Poza korzyściami w postaci obniżenia emisji spalin pozwala to ograniczyć zużycie paliwa, zwłaszcza na krótkich dystansach. Dzięki przysilnikowej konfiguracji układ oczyszczania spalin legitymuje się małymi stratami ciepła i pracuje w optymalnych warunkach.

Nowy silnik został wyposażony w wielodrożny układ recyrkulacji spalin (EGR), łączący chłodzone układy EGR wysoko- i niskociśnieniowy. Umożliwia to znaczną redukcję ilości nieoczyszczonych spalin z silnika w całym zakresie mapy jego pracy, przy czym proces spalania zostaje zoptymalizowany pod kątem mniejszego zużycia paliwa.

Spaliny z turbosprężarki w pierwszej kolejności trafiają do katalizatora utleniającego. Następnie przechodzą przez mieszalnik, gdzie za pomocą chłodzonego wodą układu dawującego wtryskiwany jest czynnik AdBlue®. Dzięki specjalnie zaprojektowanej komorze mieszania AdBlue® ze spalinami czynnik odparowuje najkrótszą możliwą drogą w strumieniu spalin i bardzo równomiernie pokrywa czynną powierzchnię zlokalizowanego dalej filtra sDPF (filtr cząstek stałych z powłoką do redukcji tlenków azotu). Za nim znajduje się katalizator SCR służący do dalszej redukcji tlenków azotu. Dopiero wtedy oczyszczone spaliny trafiają do układu wydechowego.

Poziom hałas: cichsza praca i mniej wibracji

Silniki Diesla w autach osobowych imponują niskim zużyciem paliwa i wysokim momentem obrotowym. Także pod względem komfortu reprezentują poziom coraz bliższy jednostkom benzynowym. Już w fazie koncepcyjnej nowego silnika wysokoprężnego uwzględniono zabiegi optymalizacyjne m.in. w strukturze bloku silnika i połączenia z przekładnią. Udoskonalenia objęły też koła zębate oraz kanały powietrzne. Również nowe, plastikowe mocowanie silnika w istotny sposób przyczynia się do zapewnienia nowego poziomu komfortu.

Mniej złożona konstrukcja: warianty łatwiejsze w produkcji

W ciągu ostatnich 25 lat nastąpił gwałtowny wzrost liczby wariantów silników wysokoprężnych Mercedes-Benz, różniących się mocą, standardem emisji oraz przystosowaniem do różnych modeli i rynków ze względu na odmienne przepisy i warunki techniczne, takie jak jakość dostępnego paliwa. Ich liczba wzrosła w tym czasie z zaledwie kilkudziesięciu do ponad 1000 obecnie. Jednym z celów przyświecających projektantom nowej jednostek generacji było maksymalne ograniczenie liczby dostępnych wariantów. Nowy silnik Diesla realizuje to założenie na dwóch frontach, a równocześnie zapewnia elastyczność pozwalającą na regulację wielkości produkcji poszczególnych odmian w krótkim czasie, w odpowiedzi na aktualne wymagania rynku.

- Rodzina silników ma modułową budowę: prosta wymiana poszczególnych modułów umożliwia konfigurowanie wariantów bez konieczności opracowywania nowej jednostki

- W całej gamie modelowej zastosowano standaryzowane interfejsy między jednostką napędową a pojazdem. Co więcej, wszystkie elementy układu oczyszczania spalin są teraz instalowane bezpośrednio na silniku, a nie na pojeździe, jak dotychczas.

Strategia

Napęd przygotowany na przyszłość

W swoim planie działania na rzecz zrównoważonej mobilności Mercedes-Benz przywiązuje kluczową wagę nie tylko do wprowadzania modeli hybrydowych i elektrycznych, ale również do optymalizacji nowoczesnych silników spalinowych. Ekonomiczne, przyjazne środowisku i popularne - zwłaszcza w Europie - jednostki wysokoprężne mają szczególnie istotny wkład w dalsze ograniczenie zużycia paliwa całej gamy oferowanych pojazdów. Modułowa rodzina silników Diesla premium firmy Mercedes-Benz jest zatem napędem przygotowanym na przyszłość.

W perspektywie średnioterminowej modułowa rodzina silników znajdzie szerokie zastosowanie w całej gamie osobowych i dostawczych samochodów Mercedes-Benz. Jednostki mają być oferowane w kilku wariantach mocy, w samochodach z napędem na przednią, tylną lub obie osie, z wzdłużną lub poprzeczną orientacją.

Nowy silnik Diesla odegra więc strategiczną rolę w obniżaniu emisji dwutlenku węgla floty nowych modeli Mercedes-Benz. Producent ze Stuttgartu poczynił już w tej mierze znaczny postęp - w 2015 roku średnia emisja CO₂ osobowych Mercedesów sprzedawanych w Europie wynosiła 123 g/km, o 6 g/km mniej niż w 2014. Oznacza to, że w ubiegłym roku średnie zużycie paliwa w ramach całej floty wynosiło 5,0 l/100 km. W ciągu zaledwie dwóch generacji pojazdów, czyli 15 lat, obniżono je o 40%.

Mercedes-Benz oferuje obecnie 68 modeli emitujących poniżej 120 g CO₂/ km, a 108 modeli z gwiazdą spełnia klasę efektywności A lub A+. Znaczna większość spośród tych mistrzów efektywności przypada na samochody napędzane silnikami wysokoprężnymi (87 modeli).

Finansowane przez Komisję Europejską badanie [Odyssee Mure Study](#) w odniesieniu do całego rynku stwierdza, że silniki Diesla, w szczególności, odegrały pionierską rolę w ograniczeniu średniego zużycia paliwa nowych pojazdów. Wskazuje też, że w tych 11 krajach UE, w których średnie zużycie paliwa plasuje się poniżej 5 l/100 km, samochody z jednostkami wysokoprężnymi mają ponad 70-proc. udział w sprzedaży. Łącznie, w całej Europie (kraje UE i EFTA) w 2014 roku przypadało na nie około 53% rynku (źródło: [ACEA](#)).

Plan działania na rzecz zrównoważonej mobilności: silniki Diesla są niezbędne

Strategia rozwoju Mercedes-Benz ma na celu zapewnienie firmie długoterminowego przywództwa na rynku aut premium. W tym celu w planie działania na rzecz zrównoważonej mobilności określono trzy kluczowe obszary:

- **optymalizacja silników spalinowych** dzięki wprowadzeniu najnowocześniejszej technologii oraz przeprowadzeniu ukierunkowanych zabiegów optymalizacyjnych w ramach całego pojazdu (np. w obszarze aerodynamiki, lekkiej konstrukcji i

zarządzania energią). Kluczowym filarem tej strategii jest wprowadzenie nowej rodziny silników wysokoprężnych premium.

- dalsze zwiększanie efektywności dzięki - opartej na ocenie potrzeb - hybrydyzacji. Aktualnie Mercedes-Benz mocno koncentruje się na **ofensywie hybrydowych modeli plug-in**: do 2017 roku na rynku będzie oferować 10 takich modeli. Po premierze S 500 e w roku 2014 oraz udanym debiucie C 350 e w marcu 2015 (limuzyna i kombi), w sierpniu ub.r. do dealerów trafiła czwarta hybryda plug-in z gwiazdą - GLE 500 e 4MATIC. Piąty członek tej rodziny, GLC 350 e, pojawi się na rynku wiosną, a limuzyna E 350 e zostanie zaprezentowana przed końcem br.
- jazda lokalnie bezemisyjna dzięki **modelom z napędem elektrycznym i na ogniwa paliwowe**. Po wprowadzeniu elektrycznej Klasy B 250 e w 2015 roku, w tym roku odbędzie się premiera czwartej generacji smarta electric drive, który - obok znanych odmian dwuosobowych, coupe i cabriolet - będzie dostępny także w wersji czteroosobowej. Dodatkowo, firma rozwija inteligentną koncepcję wielomodelowej architektury dla pojazdu o zasięgu 400-500 km. Równocześnie trwają prace nad nową generacją elektrycznych i wodorowych Mercedesów. Taki pojazd, bazujący na SUV-ie GLC, ma zostać zaprezentowany w 2017 roku.

Mercedes-Benz pracuje również nad rozwojem czystych i alternatywnych paliw, które nie są konkurencyjne względem produkcji żywności.

Pod mikroskopem: testy

Konsekwentne podejście do kwestii testów

Nim nowy silnik Mercedes-Benz zostanie przetestowany na drodze, ma już za sobą szeroki program testów - w tym prób przeprowadzonych na hamowni w ośrodku testowym w Stuttgarcie-Untertürkheim. Na każdym z trzech pięter budynku znajdują się 24 najnowocześniejsze hamownie silnikowe. Każde z tych 72 stanowisk testowych pracuje przez całą dobę, 365 dni w roku. Zanim nowy silnik wysokoprężny OM 654 został zatwierdzony do użytku w najnowszej Klasie E, spędził tam łącznie ponad 25 tysięcy godzin.

W celu uwzględnienia wszystkich możliwych zastosowań na stanowiskach testowych można symulować wiele zróżnicowanych sytuacji drogowych i obciążeń - takich jak uruchamianie na zimno i na gorąco oraz jazda na krótkich i długich dystansach. W laboratorium odtwarzane są nawet strome podjazdy: na tzw. stanowisku obrotowym silniki są ustawiane pod kątem do 40 stopni w celu sprawdzenia obciążenia np. układu smarowania.

Na etapach rozwoju jednostki poddawane są przyspieszonym testom obciążeniowym. Programy na stanowiskach trwają od 500 do 2400 godzin i obejmują zarówno cykle jazdy z pełnym, jak i z częściowym obciążeniem. Zachowanie termiczne oraz trwałość podzespołów badane są przy pełnym obciążeniu, jednak symulacja jazdy przy niewielkim obciążeniu również może być dla silnika wyzwaniem - taki tryb eksploatacji sprzyja bowiem powstawaniu tzw. czarnego szlamu w oleju. Uwzględniane są także przypadki wysokiego

obciążenia, takie jak znaczny spadek temperatury cieczy chłodzącej - ze 110 do około 25 stopni Celsjusza w ciągu maksymalnie 60 sekund - oraz szybkie „wkręcenie” silnika na obroty znamionowe przy pełnym obciążeniu i zimnym chłodziwie.

Poza trwałością podzespołów głównymi celami rozwojowymi są: zużycie paliwa, emisja spalin oraz właściwości jezdne w interakcji pomiędzy silnikiem, przekładnią i pojazdem. Wymaga to podjęcia licznych szczegółowych działań, najpierw na hamowni podwoziowej, a później w trakcie testów drogowych. Obejmują one jazdy testowe w północnej Szwecji, w temperaturze -30°C, oraz na górzystych drogach Hiszpanii, na wysokości 2500 m n.p.m. przy ponad 40°C. Ponadto przeprowadza się szereg innych prób, takich jak testy w tunelu klimatycznym i komorze wysokościowej, która może symulować wysokość do 4000 m n.p.m. Osobną kwestią są testy długodystansowe - np. przyspieszona próba na torze wyścigowym, symulująca pokonanie przez statystycznego kierowcę przebiegu 250 tys. km.

Odzyskiwanie energii: stanowisko testowe, które generuje moc

Energia generowana przez silniki podczas testów jest w maksymalnym możliwym stopniu odzyskiwana. Stanowisko do testowania silników w Untertürkheim zostało bowiem certyfikowane jako połączenie ciepłowni i elektrowni. W przeciwieństwie do użytkowania w pojeździe moc silnika nie jest tu wykorzystywana do wprawiania go w ruch, ale zamienia się w energię elektryczną i trafia z powrotem do źródła zasilania.

Pod mikroskopem: opracowanie i produkcja

Nowa architektura pozwala na elastyczną produkcję

Opracowanie silników o modułowej konstrukcji jest dziś ważniejsze niż kiedykolwiek przedtem. To dlatego, że rosnąca wciąż liczba wersji mocy, modeli, rynków i standardów emisyjnych szybko prowadzi do wzrostu liczby wariantów jednostek napędowych oraz ich komponentów. Poza tym elementy systemu oczyszczania spalin były jak dotychczas montowane głównie w pojeździe. Wymagało to opracowania odpowiedniej liczby układów wydechowych i generowało wysokie koszty. W konsekwencji jednym z założeń, jakie stoją za nową generacją silników, było znaczne ograniczenie liczby wytwarzanych wariantów w celu zwiększenia elastyczności produkcji. Wdrożenie do produkcji seryjnej zostało wsparte w pełni cyfrowym łańcuchem procesów.

Jednym z kluczowym wymogów w odniesieniu do nowej, modułowej architektury napędu Mercedes-Benz była zwarta konstrukcja „gołego” silnika - jego całkowitą długość i wysokość determinują średnica i skok tłoka oraz odległość między osiami cylindrów. W porównaniu z poprzednikiem rozstaw osi cylindrów skrócono z 94 do 90 mm. W rezultacie jednostka ma całkowitą długość dotychczas typową dla motorów widlastych.

Efektom jest architektura napędu z:

- jednakowym pozycjonowaniem silników w różnych seriach modelowych

- kołnierzem skrzyni biegów zawsze umieszczonym w tym samym miejscu w pojeździe
- jednakową konfiguracją układu wydechowego - blisko silnika
- jednakowymi interfejsami osprzętu (podciśnienie, chłodziwo, paliwo, powietrze)
- dużym udziałem wspólnych elementów w ramach całej rodziny silników

Cyfrowy łańcuch procesów: szybsza produkcja bez objazdów

Cyfryzacja w Mercedes-Benz idzie już pełną parą: w obszarze układów napędowych całkowicie cyfrowy łańcuch procesów rozciąga się od konstrukcji aż do obróbki części i ich montażu. Po pierwsze, projektanci tworzą trójwymiarowy, cyfrowy model silnika ze wszystkimi danymi rysunkowymi. Nim prawdziwy model 3D powstaje jako próbną dla odlewni, koncepcja odlewania jest weryfikowana poprzez przeprowadzenie licznych symulacji. W przypadku odlewów z otworami niezbędne są rdzenie odlewnicze. Wytwarzanie rdzeni polega na „wstrzeliwaniu” mieszaniny piasku i spoiwa do rdzeniarki. Symulacje pozwalają wirtualnie zwizualizować ten proces w czasie, uwzględniając czynniki takie jak różnica w przepływie piasku i powietrza. Po etapie symulacji „szybkie prototypowanie” pozwala dosłownie z dnia na dzień wyprodukować pierwsze formy za pomocą piaskowej drukarki 3D.

Przy wykorzystaniu technik cyfrowych odbywa się również planowanie i wdrażanie kolejnych etapów produkcji. Przykładowo, także faza obróbki bazuje na modelu 3D. Symulacje obejmują poszczególne etapy obróbki i pozwalają na optymalizację kolejności, czasu trwania poszczególnych cykli

oraz wymiany narzędzi. Uwzględnia się też różnice w rodzaju montażu. Później następuje generowanie programu NC (kontroli numerycznej) do sterowania maszynami. Dodatkowo, sam proces obróbki jest sprawdzany za pomocą symulacji sekwencji i narzędzi (dostępność narzędzi, kolizje z osprzętem mocującym, problematyczne kontury). Kolejnym etapem jest wizualizacja i wirtualny rozruch gniazd obróbkowych oraz transfer programów NC do odpowiednich urządzeń.

Po uruchomieniu produkcji seryjnej przeprowadza się analizę danych procesowych, prowadzącą do stałej optymalizacji procesów. Również instalacja poszczególnych elementów jest szczegółowo planowana z wykorzystaniem symulacji cyfrowych. Obejmują one, na przykład, przyporządkowanie narzędzi i uchwytów montażowych do poszczególnych stanowisk, organizację przepływu materiałów (w tym koncepcję dostaw, ergonomiczne rozmieszczenie) oraz ocenę całego etapu instalacji w kontekście symulacji procesów cyfrowych.

Koncepcja elastycznej produkcji: określony udział jednostek benzynowych i wysokoprężnych

W połączeniu z elastyczną koncepcją produkcji modułowa architektura silników tworzy podstawę do „oddychającego”, rynkowo ukierunkowanego trybu produkcji, skoncentrowanego na wydajności i wysokiej elastyczności.

System ten pozwala wytwarzać jednostki benzynowe i wysokoprężne o różnej liczbie cylindrów w określonych proporcjach. Wielkość produkcji nowych silników można dynamicznie dostosowywać do potrzeb rynku.

Wszystko to dzięki nowej, modułowej technologii produkcji. Maszyny są odłączone od obrabianych elementów za pomocą tzw. płyt przejściowych. Prowadzi to do znacznego zwiększenia elastyczności produkcji - zarówno jeśli chodzi o jej wielkość, jak i o liczbę wytwarzanych wariantów.

Główne komponenty nowego, 4-cylindrowego silnika wysokoprężnego powstają w fabryce Mercedes-Benz w Untertürkheim, a ich montaż odbywa się w zakładach w Kölldzie.

Nowy cykl pomiarowy WLTP

Zużycie paliwa: bliżej rzeczywistych wyników

Na rok 2017 zaplanowano wprowadzenie nowej procedury pomiaru zużycia paliwa i emisji spalin dla branży motoryzacyjnej. Celem nowego cyklu WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure, czyli globalnie zharmozniowana procedura testowa lekkich pojazdów) jest harmonizacja procedur testowania zużycia paliwa w samochodach sprzedawanych na całym świecie. Ma on dostarczać bardziej realistyczne wyniki niż stosowany obecnie cykl NEDC (New European Driving Cycle, czyli Nowy Europejski Cykl Jazdy), przyjęty w 1992 roku i wprowadzony przez Komisję Europejską 4 lata później.

Cykl NEDC po raz pierwszy obejmował precyzyjnie określone cykle jazdy, realizowane na standaryzowanych i kalibrowanych stanowiskach badawczych. Po metodzie Euromix odziedziczył etapy stałej jazdy z prędkościami 90 oraz 120 km/h. Poza pomiarem zużycia paliwa służy on także do mierzenia emisji spalin, w tym tlenków azotu oraz cząstek stałych. Dzięki temu możliwe było wprowadzenie pierwszych, określonych przepisami limitów w tym zakresie.

Cykl NEDC ma jednak szereg wad. Przykładowo, wpływ efektu aerodynamicznego - kluczowego czynnika w rzeczywistych warunkach jazdy drogami pozamiejskimi - jest tu ograniczony z uwagi na niewielkie prędkości rozwijane podczas pomiarów. NEDC nie stosuje się też na głównych rynkach pozaeuropejskich. Podczas gdy inne ważne regiony, takie jak USA i Kanada oraz Japonia, stosują własne cykle, Chiny uzupełniły NEDC o dodatkowe

procedury. W przypadku globalnego producenta samochodów skutkuje to ogromnymi wydatkami na testowanie i rozwój, jak również wielością wariantów - pod każdym względem identycznych - aut.

Z tych wszystkich powodów Mercedes-Benz od samego początku wspierał wysiłki na rzecz wprowadzenia bardziej realistycznej, a jeśli to możliwe, obowiązującej na całym świecie procedury pomiarowej.

Porównanie cykli WLTP oraz NEDC

Cykl		WLTP	NEDC
Temperatura rozruchu		na zimno	na zimno
Czas trwania cyklu	min	30	20
% postoju	%	13	25
Odległość pokonywana w czasie cyklu	km	23,5	11
Średnia prędkość	km/h	46,6	34
Maks. prędkość	km/h	131	120
Średnia moc jazdy	kW	7	4
Maks. moc jazdy	kW	47	34
Opcjonalne wyposażenie testowanego modelu		uwzględnia się masę, aerodynamikę, opory toczenia	tylko koła i opony
Klimatyzacja		nie	nie
Temperatura testowa	°C	23	25 +/- 5
Temperatura dla dodatkowego testu w UE	°C	14	-
Waga testowa		masa pojazdu plus reprezentatywne obciążenie	klasy bezwładności
Inne zmiany w porównaniu do NEDC		przygotowanie wstępne, opory jazdy, hybrydy plug-in	-

Ograniczenia znormalizowanego cyklu pomiarowego: między wymogami lokalnymi a globalnymi

WLTP jest bliższy temu, co dzieje się w rzeczywistych warunkach drogowych, i oferuje precyzyjniejszą metodę pomiarową niż obecny NEDC. Ponieważ definiuje jasne warunki testowe, wyniki pomiaru są tu dokładniejsze, spójniejsze, a do tego bardziej powtarzalne. Trzeba jednak uwzględnić, że jako cykl znormalizowany, nie będzie mógł w pełni odzwierciedlić warunków panujących we wszystkich regionach świata. Przykładowo, zbyt duże różnice dotyczą:

- warunków klimatycznych pomiędzy tropikalnymi regionami Azji i długimi zimami w Rosji; do tego należy dodać sezonowe wahania temperatury
- warunków drogowych i gęstości ruchu w megamiastach względem rzadko uczęszczanych autostrad lub dróg pozamiejskich
- profili dróg w górzystych regionach Szwajcarii w porównaniu do równinnych terenów w północnych Niemczech
- pojazdów - od małych aut w Indiach do pełnowymiarowych SUV-ów i pikapów
- zwyczajów kierowców i ich temperamentów
- stosowania dodatkowego wyposażenia, takiego jak klimatyzacja czy oświetlenie

Ponadto, w Europie planowane jest wprowadzenie procedury pomiarowej RDE (Real Driving Emissions, czyli emisja w warunkach rzeczywistych). Wykorzystuje ona przenośny układ mierzenia emisji spalin (PEMS - portable

emissions measurement system) w celu określenia ilości zanieczyszczeń podczas eksploatacji pojazdów w warunkach rzeczywistych. Również te zamierzenia aktywnie wspiera Mercedes-Benz.

Emisja CO₂ we flocie modeli Mercedes-Benz: niemal o połowę niższa niż w 1995 roku

Ustawodawstwo europejskie wyznaczyło ambitne cele dalszego ograniczania zużycia paliwa i emisji CO₂ w ruchu drogowym: do 2020 roku średnia emisja floty nowych aut musi spaść do 95 g CO₂/km (co odpowiada zużyciu 4,0 l benzyny lub 3,5 l oleju napędowego na 100 km) - według pomiaru w cyklu NEDC. Sposób przeliczenia celów zgodnie z mającym wejść w życie cyklem WLTP jest aktualnie opracowywany pod patronatem Komisji Europejskiej. Obowiązuje tu zasada „porównywalnej rygorystyczności”, co oznacza, że wprowadzenie WLTP nie powinno zaowocować jakimkolwiek zaostreniem celów dla producentów.

Mercedes-Benz jest na właściwej drodze. W ciągu 20 lat, od 1995 roku, średnie zużycie paliwa całej floty osobowych modeli z gwiazdą spadło niemal o połowę, z 9,2 l/100 km (230 g CO₂/km) do 5,0 l/100 km (125 g CO₂/km). Już dziś gama osobowych Mercedesów liczy 68 modeli emitujących poniżej 120 g dwutlenku węgla na 1 km oraz 108 modeli spełniających wymagania klasy efektywności A+ lub A.

Historia

Pionier w technologii jednostek wysokoprężnych

Mercedes-Benz jest pionierem silników Diesla - zarówno w pojazdach użytkowych, jak i w samochodach osobowych. Aż do lat 70. ubiegłego stulecia jednostki wysokoprężne słynęły z efektywności, trwałości i niezawodności, auta nimi napędzane były jednak uważane za relatywnie powolne. Liczne innowacje wprowadzone w kolejnych latach zmieniły silnik Diesla w cudowne urządzenie o wysokim momencie obrotowym, zarówno ekonomiczne, jak i przyjazne środowisku. Kamieniami milowymi na tej drodze były: turbodoładowanie, technologia czterozaworowa, elektroniczne sterowanie oraz bezpośredni wtrysk common rail.

Historia silników Diesla w osobowych Mercedesach rozpoczęła się w 1936 roku. Producent ze Stuttgartu jako pierwszy na świecie podjął śmiały krok zamontowania 4-cylindrowej jednostki wysokoprężnej w seryjnie produkowanym aucie. Ten sam pionierski duch znajdował odzwierciedlenie w każdym kolejnym opracowanym silniku. Wszystkie nowe jednostki Mercedes-Benz okazywały się kamieniami milowymi techniki: były mocniejsze, cichsze i bardziej przyjazne środowisku od poprzedników.

Od wczesnego etapu celem inżynierów było projektowanie silników o konstrukcji modułowej - aby obniżyć koszty, używać tych samych części i efektywniej wykorzystywać linie produkcyjne. Już w latach 60. Mercedes-Benz wdrożył taką koncepcję, na przykład w przypadku silników Diesla

oznaczonych jako OM 615, OM 616 oraz OM 617. Wysiłki te zostały zintensyfikowane przy projektowaniu kolejnej serii modelowej (OM 601, OM 602 i OM 603), w której 4-, 5- i 6-cylindrowe jednostki wysokoprężne opracowano z bardzo dużą liczbą wspólnych elementów - dzieliły one np. te same tłoki, korbowody, komorę wstępną oraz wtryskiwacze.

Zmiana charakteru: silniki Diesla, które dają przyjemność z jazdy i są przyjazne środowisku

Zmianę charakteru jednostek wysokoprężnych w kierunku przyjemności z jazdy i zgodności środowiskowej najlepiej obrazuje porównanie wskaźnika mocy (pojemnościowego). Przykładowo, moc uzyskiwana z 1 litra pojemności (wskaźnik mocy, pojemnościowy) wzrastała następująco:

- **18 KM/l** (13 kW/l): rok 1936 - debiut pierwszego auta osobowego z silnikiem Diesla, Mercedesa 260 D o mocy 33 kW (45 KM)
- **28 KM/l** (20 kW/l): rok 1975 - model 200 D (W 115, znany też jako /8) dysponował jednostką o pojemności 1988 ccm i mocy 40 kW (55 KM)
- **58 KM/l** (43 kW/l): rok 1995 - premiera E 220 CDI (W 210) z silnikiem o pojemności 2151 ccm i mocy 92 kW (125 KM)
- **100 KM/l** (72 kW/l): pośredni wariant nowej, 4-cylindrowej jednostki wysokoprężnej osiąga moc 143 kW (195 KM) z pojemności 1950 ccm

Jak widać - wskaźnik mocy w ciągu 80 lat wzrósł o ponad 500%. A to nie koniec: nową jednostkę zaprojektowano z myślą o osiągnięciu wskaźnika mocy dochodzącego do 122 KM/l (90 kW/l).

Podobnie imponujący wzrost można zaobserwować w przypadku momentu obrotowego - czynnika, który determinuje siłę ciągu silnika od niskich obrotów. Z 98 Nm w 170 D z 1949 roku maksymalny moment obrotowy wzrósł do 113 Nm w 200 D (1975 r.) i 300 Nm w E 220 CDI (1995 r.), aż do 400 Nm w debiutującej Klasie E. Innymi słowy, to około 55 Nm na 1 l pojemności w roku 1949 w porównaniu z dzisiejszymi 205 Nm/l, czyli niemal czterokrotnie więcej.

Większa przyjemność z jazdy, lepsza zgodność środowiskowa: główne innowacje w dziedzinie silników Diesla z ostatnich 40 lat

W **1974** roku Mercedes-Benz wprowadził pierwszą 5-cylindrową jednostką wysokoprężną w aucie osobowym - 240 D 3.0 (W 115). Był to wówczas **najmocniejszy seryjny diesel na rynku**: 3 litry pojemności, 80 KM mocy i 175 Nm maksymalnego momentu obrotowego.

W **1978** roku, wprowadzając do sprzedaży pierwszy seryjny wóz z turbodoładowaną jednostką wysokoprężną, marka spod znaku trójdramiennej gwiazdy poczyniła znaczący krok w kierunku nowoczesnych, dynamicznych diesli. Luksusowa limuzyna 300 SD **Turbo Diesel** (W 116), z 5-cylindrowym silnikiem o mocy 115 KM, była jednak sprzedawana wyłącznie w USA. W Niemczech tę samą pionierską rolę odegrał 2 lata później model 300 TD Turbo Diesel (S 123). Oba debiuty poprzedziły testy prototypów C 111 z turbodoładowanymi jednostkami wysokoprężnymi.

Rok **1985** to premiera limuzyny 300 SDL (W 126) w USA - i dowód na to, **że filtr cząstek stałych** nie jest szczególnie nowoczesnym wynalazkiem.

Pierwszym seryjnym autem z taką formą oczyszczania spalin był właśnie Mercedes-Benz 300 SDL.

W roku **1993** swoją premierę świętowała **technologia czterozaworowa** - pod maskami Mercedesów Klasy C i E (W 202 oraz W 124).

Dwa lata później na rynku pojawił się pierwszy osobowy diesel Mercedesa z **bezpośrednim wtryskiem paliwa** - E 290 Turbo Diesel (W 210).

W **1997** roku rozpoczął się kolejny ważny etap: wprowadzono **bezpośredni wtrysk paliwa common rail** w połączeniu z technologią czterozaworową (typoszereg W 202). Od tamtej pory technologia słynie z niskiego zużycia paliwa i ogromnego wzrostu momentu obrotowego.

Na rok **2000** przypadł debiut S 400 CDI (W 221) z jednostką V8 o mocy 184 kW (250 KM) i 560 Nm maksymalnego momentu obrotowego - **najmocniejszego osobowego diesla na świecie**.

W roku **2003** Mercedes-Benz - jako pierwsza marka samochodów - oferuje **połączenie filtra cząstek stałych i normy emisji spalin Euro 4** (typoszereg W 203 oraz W 211). W tym samym roku pojawił się pierwszy syntetyczny **olej napędowy z biomasy** - SunDiesel, wskazujący przyszłość silników Diesla.

W **2004** roku wszystkie osobowe diesle Mercedes-Benz - jako pierwszej marki samochodów - **standardowo mają już filtr cząstek stałych i spełniają normę emisji spalin Euro 4**.

W tym samym roku Mercedes-Benz zaprezentował kolejny milowy krok w historii silników wysokoprężnych: podczas międzynarodowych targów aut użytkowych w Hanowerze debiutuje nowa **technologia BlueTEC**, umożliwiającą ciężarówkom i autobusom spełnienie norm Euro 4 i Euro 5 ze znacznym wyprzedzeniem.

W roku **2006** ekologiczne diesle BlueTEC trafiają również do samochodów osobowych. Pierwszym seryjnym modelem z tą technologią jest E 320 BlueTEC, wprowadzony w USA w październiku 2006 roku. W 2007 dołączył do niego E 300 BlueTEC, pierwszy europejski samochód osobowy z silnikiem Diesla, który pod względem emisji spalin plasuje się na równi z najlepszymi autami napędzanymi jednostkami benzynowymi.

W **2009** roku modele Mercedes-Benz BlueTEC z technologią SCR spełniały już limity normy Euro 6, która w przypadku aut osobowych miała wejść w życie dopiero we wrześniu 2015.

W **2011** roku wielokrotnie nagradzana technologia powlekania tulei cylindrowych **NANOSLIDE®** debiutuje w wysokoprężnym silniku V6. Korzyści: o 4,3 kg niższa masa jednostki i o 3% mniejsze zapotrzebowanie na paliwo.

W **2012** roku model **E 300 BlueTEC HYBRID (W 212)** staje się najoszczędniejszym samochodem klasy luksusowej na świecie. Przy braku ograniczeń przestrzennych jego modułowa koncepcja hybrydowa z akumulatorami litowo-jonowymi zapewnia imponujące doświadczenia z jazdy -

to zasługa systemu start/stop, układu odzyskiwania energii, efektu „boost”, trybu całkowicie elektrycznemu i funkcji żeglowania.

W roku **2014 nowe, stalowe tłoki** świętowały swój światowy debiut w seryjnym aucie osobowym z wysokoprężnym silnikiem V6 - Mercedesie E 350 BlueTEC. Limuzyna o mocy 190 kW (258 KM) zużywała średnio 5,1 l/100 km.

Słowniczek

Kluczowe terminy specjalistyczne

AdBlue®: wodny roztwór mocznika, redukujący tlenki azotu w spalinach pojazdów z silnikami wysokoprężnymi nawet o 90%. SCR wykorzystuje AdBlue®, by zamienić tlenki azotu w przyjazne środowisko azot i wodę.

Artemis (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems - modele oceny i niezawodności emisji transportu oraz systemy inwentaryzacji): europejski program badawczy na rzecz szeroko zakrojonego gromadzenia danych statystycznych dotyczących zachowań europejskich kierowców. Wykorzystano je do opracowania cyklu **CADC (Common Artemis Driving Cycle - wspólny cykl jazdy Artemis)**, który symuluje owe zachowania kierowców na hamowni podwoziowej, np. przy prędkościach do 150 km/h.

Ciśnienie szczytowe (także ciśnienie zapłonu lub maksymalne ciśnienie gazu): ma kluczowe znaczenie dla obciążenia mechanicznego układu korbowego i, przede wszystkim, obciążenia tłoków, łożysk wału korbowego i samego wału.

Common rail (ang. wspólna szyna): wszystkie cylindry w silniku Diesla z bezpośrednim wtryskiem paliwa są zaopatrywane w olej napędowy ze wspólnej szyny. Wysokociśnieniowa linia pracująca pod stałym ciśnieniem 2000 barów lub wyższym gromadzi olej napędowy i przekazuje go do wtryskiwaczy.

EGR (exhaust gas recirculation - recyrkulacja spalin): powstawanie

tlenków azotu zależy przede wszystkim od temperatury spalania.

Doprowadzenie obojętnego gazu do procesu spalania obniża maksymalne temperatury w komorze spalania, a przy okazji redukuje tworzenie się tlenków azotu. Przykładem takiego obojętnego gazu są spaliny, których niewielka ilość trafia z powrotem do komory spalania. Nowa jednostka OM 654 korzysta z wielodrożnego układu recyrkulacji spalin. To połączenie niskociśnieniowego EGR-u (spaliny są odprowadzane po oczyszczeniu i dostarczane przed turbosprężarką) oraz wysokociśnieniowego (spaliny są odprowadzane przed turbiną turbosprężarki, nim zostaną oczyszczone; są dostarczane za chłodnicą powietrza doładowującego i zaworem dławiącym). Ogranicza to powstawanie zarówno tlenków azotu, jak i cząstek stałych jeszcze przed oczyszczaniem spalin, w każdym punkcie pracy. Wielodrożny EGR został po raz pierwszy użyty w silniku Mercedes-Benz OM 651 montowanym w Klasie A (A 220 CDI/A 220 d).

Filtr cząstek stałych (DPF - diesel particular filter): usuwa ze spalin ponad 95% cząstek sadzy. Są one zatrzymywane w filtrze i wypalane z regularną częstotliwością.

NANOSLIDE®: innowacyjny i ekonomiczny sposób ograniczenia zużycia paliwa i emisji CO₂ w silnikach spalinowych. Ekstremalnie cienka powłoka o niskim współczynniku tarcia nanoszona jest na powierzchnie gładzi cylindrowych w aluminiowej skrzyni korbowej. Ponieważ pokonanie tarcia w silniku pochłania nawet 25% pochodzącej z paliwa energii, zwłaszcza przy

częściowym obciążeniu, technologia ta może przynieść kilkuprocentowe obniżenie zapotrzebowania na paliwo.

NEDC (New European Driving Cycle - Nowy Europejski Cykl Jazdy):

wprowadzony w połowie lat 90., standaryzowany, około 20-minutowy pomiar emisji spalin na hamowni podwoziowej, składający się z określonych sekwencji manewrów przyspieszania i hamowania. Symulacja jazdy miejskiej pochłania 2/3 czasu badania, reszta to jazda pozamiejska. Zużycie paliwa obliczane jest na podstawie zmierzonej ilości emitowanych spalin. Celem NEDC było określenie standardu kontroli emisji spalin i umożliwienie porównania zużycia paliwa modeli aut różnych producentów.

Offset (ang. przesunięcie): przesunięcie pomiędzy wzdłużną osią wału korbowego a środkową osią cylindrów. Ma dwie zalety: ogranicza siły boczne oddziałujące na tłoki w chwili zapłonu i umożliwia zaprojektowanie bardziej zwartej skrzyni korbowej.

Proces SCR (redukcja nawet 90% tlenków azotu w oparciu o selektywną redukcję katalityczną): bazuje na dodaniu czynnika redukującego AdBlue® do spalin. AdBlue® jest wodnym roztworem mocznika. Gdy AdBlue® jest wtryskiwany do wstępnie oczyszczonych spalin, uwalnia amoniak (NH_3), który powoduje redukcję tlenków azotu do nieszkodliwego azotu i wody w zlokalizowanym dalej katalizatorze SCR.

RDE (Real Driving Emissions - emisja w warunkach rzeczywistych): pomiar emisji spalin w rzeczywistych warunkach jazdy. W tym celu pojazdy zostają

wyposażone w przenośne urządzenia do pomiaru emisji spalin (PEMS), a pomiar emisji (np. tlenków azotu) odbywa się podczas jazdy po drodze.

Rozstaw osi cylindrów: odległość pomiędzy osiami dwóch sąsiednich cylindrów. Determinuje całkowitą długość skrzyni korbowej, a jednocześnie ogranicza maksymalną średnicę poszczególnych cylindrów.

sDPF: filtr cząstek stałych z powłoką do redukcji tlenków azotu za pomocą selektywnej redukcji katalitycznej (patrz: SCR).

Stopniowana misa spalania: charakterystyczna cechą tłoków w silnikach Diesla z bezpośrednim wtryskiem paliwa jest wgłębienie (misa) w koronie tłoka, w którym wtryskiwane paliwo wiruje i miesza się z powietrzem. Stopniowanie misy (zamiast konwencjonalnego kształtu omega) ma szereg zalet, takich jak doskonałe wykorzystanie powietrza przy niskiej emisji cząstek stałych i wyższa efektywność dzięki większej szybkości spalania. Zmienione warunki przepływu w komorze spalania prowadzą do ograniczenia strat ciepła przez ścianki cylindra, bardziej jednolitego rozkładu temperatury w głowicy i zmniejszenia obciążenia działającego na mocno obciążone grzybki zaworowe. W sumie prowadzi to do zmniejszonych strat ciepła przez ścianki, co również przyczynia się do zwiększenia efektywności.

Wałek wyrównowazający Lanchestera: składa się z dwóch wałków wyrównowazających obracających się w przeciwnych kierunkach, dwukrotnie szybciej niż wał korbowy. Każdy z nich zaopatrzono w przeciwwagę, a ich wspólne środki ciężkości poruszają się w górę i w dół w przeciwnej fazie do

środku ciężkości tłoków. Celem stosowania wałków wyrównowazających jest eliminacja wolnych sił bezwładności drugiego rzędu, występujących w jednostkach 4-cylindrowych. Efekt: mniejsze wibracje silnika.

WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure - globalnie zharmonizowana procedura testowa lekkich pojazdów): nowa globalna procedura testowa służąca do pomiaru emisji spalin i zużycia paliwa. Definicja nowego testu opiera się na dużej ilości danych zgromadzonych podczas rzeczywistej jazdy we wszystkich regionach świata. Pomiary przeprowadza się w celu zagwarantowania powtarzalności i porównywalności w ściśle określonych warunkach na hamowni podwoziowej. Główna różnica pomiędzy nowym cyklem WLTP a NEDC to bardziej dynamiczne profile jazdy przy wyższych prędkościach, większy dystans i czas trwania testu oraz specyficzne dla danego pojazdu punkty zmiany biegów. Ponadto, zmiany wynikają ze zmodyfikowanych parametrów temperatury testowej, włączenia wyposażenia opcjonalnego, wyznaczenia oporów jazdy i masy pojazdu testowego. Komisja Europejska planuje wprowadzenie WLTP we wrześniu 2017 roku.

Wtrysk piezoelektryczny: układ wtryskowy, w którym wtryskiwacze zaopatrzone w elementy ceramiczne. Wykorzystują one zdolności materiału piezoceramicznego do błyskawicznej zmiany (w ciągu kilku nanosekund) swojej struktury krystalicznej - czyli grubości - dzięki przyłożeniu napięcia. Wtryskiwacze piezoelektryczne pozwalają na dokładniejsze dozowanie mniejszych dawek paliwa przy wysokim ciśnieniu i pracują nawet trzykrotnie szybciej od zaworów elektromagnetycznych.

Kontakt:

Aleksander Rzepecki Tel. +22 / 312 72 23,
aleksander.rzepecki@daimler.com