



Mercedes-Benz

Nowy 4-cylindrowy silnik turbo Mercedes-AMG – rezultat ultranowoczesnego procesu produkcji

Informacja prasowa

7 czerwca 2019 r.

## **Najmocniejszy produkowany seryjnie 4-cylindrowy na świecie – „made in Affalterbach”**

**Affalterbach. Poczwórne zwycięstwo: dysponując mocą do 310 kW (421 KM), zupełnie nowa jednostka Mercedes-AMG o pojemności 2,0 litrów (oznaczenie M 139) jest najmocniejszym seryjnie produkowanym 4-cylindrowym silnikiem turbo na świecie. Tym samym o 30 kW (41 KM) przewyższa poprzedniego rekordzistę – motor M 133. Wzrósł także maksymalny moment obrotowy – z 475 do 500 Nm. Z mocą jednostką wynoszącą do 155 kW (211 KM) z 1 litra pojemności nowa, wysokowydajna jednostka wyprzedza nawet wiele konstrukcji z samochodów supersportowych. Wyjątkowo efektywny silnik powstaje na innowacyjnej linii produkcyjnej w Affalterbach, zgodnie z zasadą „Jeden człowiek, jeden silnik”.**

Czterocylindrowy motor zapewni najwyższe osiągi kompaktowym modelom Mercedes-AMG i będzie oferowany w dwóch wersjach mocy: podstawowej (285 kW/387 KM) oraz jako model S (310 kW/421 KM). Taka logika polityki produktowej bardziej odpowiada życzeniom klientów – swoją skuteczność pokazała już w przypadku modeli AMG Performance z jednostkami V8.

Poza wydajnością nowa konstrukcja imponuje natychmiastową reakcją na gaz. Z tego względu krzywa momentu obrotowego została starannie wyważona („kształtowanie momentu obrotowego”): jego maksymalna wartość

– 500 Nm – jest dostępna w zakresie 5000-5250 obr./min (wersja podstawowa: 480 Nm przy 4750-5000 obr./min). Dzięki takiej konfiguracji inżynierowie AMG uzyskali charakterystykę zbliżoną do motoru wolnossącego. Cel: zapewnić jeszcze większą radość z jazdy. Równocześnie konstruktorom udało się uzyskać dynamiczny przyrost momentu obrotowego w niższym zakresie prędkości obrotowych, a tym samym dodatkowo poprawić sprawność przyspieszania. Z kolei zwiększenie dawki momentu obrotowego przy wyższych obrotach sprawia, że silnik swobodniej „się rozkręca”. Jego sportowy charakter potwierdza zresztą wysoka maksymalna prędkość obrotowa – do 7200 obr./min.

*„Już z poprzednim silnikiem wyznaczyliśmy punkt odniesienia w segmencie. Zupełnie nowa 4-cylindrowa jednostka postawiła przed nami wyzwanie, by dodatkowo podnieść poprzeczkę. I udało nam się – a przy okazji wprowadzamy szereg rewolucyjnych rozwiązań. Wraz z M 139 po raz kolejny w imponującym stylu demonstrujemy doświadczenie Mercedes-AMG w budowie silników. Jego moc uzyskiwana z jednego litra pojemności nie ma sobie równych wśród motorów turbo, a wysoki poziom efektywności pokazuje, że jednostka spalinowa ma przed sobą dalszy potencjał” – powiedział Tobias Moers, prezes Mercedes-AMG GmbH.*

### **Dlaczego zasada „Jeden człowiek, jeden silnik” została opracowana na nowo**

Nowy motor jest montowany całkowicie ręcznie. Na pierwszym piętrze manufaktury silników AMG w Affalterbach zainstalowano całkowicie nową linię produkcyjną, która wprowadza filozofię „Jeden człowiek, jeden silnik” na nowy

poziom. Korzysta w tym celu z metod Przemysłu 4.0, uwzględniających najnowsze rozwiązania w dziedzinie ergonomii, bliskiego transportu materiałów oraz zapewnienia jakości, trwałości i wydajności. Aby wdrożyć koncepcję Przemysłu 4.0, zasady ręcznego montażu połączono z wizją „inteligentnej produkcji”, a to oznacza maksymalną elastyczność, przejrzystość i wysoką efektywność przy jednoczesnej ochronie i poprawie jakości silników oraz procesów produkcyjnych. Wszystko przy użyciu innowacyjnych, cyfrowych technologii.

*„Na potrzeby montażu M 139 całkowicie zmodyfikowaliśmy zasadę »Jeden człowiek, jeden silnik«. Rezultatem jest ultranowoczesny, skoncentrowany na człowieku proces produkcji. Stworzyliśmy naszym pracownikom idealne warunki pracy w jasnym, doskonale zorganizowanym i czystym środowisku. To stanowi najlepszą podstawę dla dalszego zagwarantowania naszego wysokiego poziomu jakości – nawet wtedy, gdy rozwiązania techniczne stają się jeszcze bardziej skomplikowane” – powiedział Emmerich Schiller, dyrektor operacyjny i członek zarządu Mercedes-AMG GmbH .*

### **Dlaczego obrócenie silnika o 180 stopni ma wiele zalet**

Nowy silnik wyróżniają liczne inteligentne rozwiązania konstrukcyjne. W porównaniu do 4-cylindrowej jednostki M 260 w modelach 35 lub poprzednika, motoru M 133, nowy silnik Mercedes-AMG M 139 – również montowany poprzecznie - jest obrócony wokół swojej pionowej osi o 180 stopni. Oznacza to, że turbosprężarka i kolektor wydechowy znajdują się teraz z tyłu, z boku ściany grodziowej, a układ dolotowy „wylądował” z przodu. Taka konfiguracja pozwala na uzyskanie możliwie płaskiego,

aerodynamicznie zoptymalizowanego designu przedniej partii karoserii. Co więcej, nowa koncepcja pozwala na zastosowanie znacząco udoskonalonych przewodów powietrza – krótszych i o mniejszej liczbie przejść, zarówno po stronie dolotowej, jak i wydechowej.

### **W jaki sposób łożyska wałeczkowe poprawiają responsywność turbosprężarki**

Nowa turbosprężarka twin-scroll łączy optymalną szybkość reakcji przy niskich prędkościach obrotowych silnika z wysoką mocą w górnym zakresie skali obrotomierza. Obudowa turbiny została podzielona na dwa równoległe kanały, co – razem z podobnie rozdzielonymi kanałami w kolektorze wydechowym – umożliwia oddzielne doprowadzanie strumienia spalin do turbiny. Cel: ograniczenie negatywnego wzajemnego wpływu pracy poszczególnych cylindrów podczas suwu wydechu i uporządkowanie zjawiska pulsacji. Efekt: wyższy moment obrotowy przy niższych prędkościach obrotowych silnika i wyjątkowo dobra reakcja na ruchy pedału gazu.

Ponadto wały sprężarki i turbiny po raz pierwszy zaopatrzone w łożyska wałeczkowe, podobnie jak w przypadku najmocniejszego wariantu 4-litrowego silnika V8, montowanego w AMG GT 4-drzwiowym Coupé. Zastosowanie łożysk wałeczkowych pozwala ograniczyć do minimum tarcie mechaniczne w turbosprężarce, która w rezultacie odznacza się bardziej spontaniczną reakcją i szybciej osiąga swoją maksymalną prędkość, sięgającą 169 000 obr./min.

## **Jak elektroniczna kontrola ciśnienia doładowania optymalizuje czas reakcji**

Dwulitrowa jednostka bryluje także pod względem maksymalnego ciśnienia doładowania – 2,1 bara (wersja bazowa: 1,9 bara). Elektronicznie sterowany zawór upustowy typu wastegate pozwala na jeszcze dokładniejsze i bardziej elastyczne sterowanie ciśnieniem doładowania, a jednocześnie optymalizuje szybkość reakcji – zwłaszcza przy częściowej zmianie obciążenia. Proces ten uwzględnia liczne parametry: głównymi sygnałami wejściowymi jednostki sterującej zaworem wastegate są ciśnienie ładowania, położenie kłapy przepustnicy i tendencja do spalania stukowego. Sygnały modyfikujące obejmują temperaturę powietrza w układzie dolotowym, temperaturę silnika, jego prędkość obrotową oraz ciśnienie atmosferyczne. Przy okazji w trakcie przyspieszania możliwe jest również tymczasowe „podbicie” ciśnienia doładowania (overboost).

Do chłodzenia turbosprężarki oprócz oleju i wody wykorzystuje się świeże powietrze, które jest w specjalny sposób doprowadzane do sprężarki – przez wlot powietrza do chłodnicy, zaprojektowaną jako deflektor powietrza osłonę silnika oraz kanały pod maską.

Koncepcja ta bazuje na rozwiązaniach, jakie wykorzystano przy chłodzeniu zamontowanych między głowicami turbosprężarek w obecnie stosowanych 4-litrowych silnikach V8 AMG – począwszy od AMG GT z 2014 r. Dodatkowo obudowa turbiny otrzymała zintegrowaną izolację.

### **Zalety skrzyni korbowej**

Całkowicie aluminiowa skrzynia korbowa jest odlewana na zimno i wyróżnia się wyjątkowymi właściwościami materiałowymi. W ramach tego procesu roztopione aluminium trafia do metalowej formy z wykorzystaniem siły grawitacji. Dzięki dobrej przewodności cieplnej chłodzona wodą forma pozwala na szybkie schłodzenie i zakrzepnięcie roztopionego materiału. Tak powstaje drobnoziarnista, gęsta struktura, która gwarantuje bardzo wysoką wytrzymałość. Złożone kształty wnętrza skrzyni można uzyskać przy pomocy zamkniętych rdzeni piaskowych.

Tak zwana „zamknięta” konstrukcja bloku, wzorowana na silnikach wyścigowych, zapewnia wyjątkową sztywność i niską wagę skrzyni korbowej, a przy tym pozwala „znieść” maksymalne ciśnienie spalania do 160 barów. Powierzchnie wokół cylindrów są w większości zasłonięte – otwory służą jedynie jako pomniejsze kanały prowadzące płyn chłodzący i olej silnikowy. Zespół korbowy z lekkim, kutym wałem korbowym ze stali i kutymi, aluminiowymi tłokami ze zoptymalizowanymi pierścieniami tłokowymi łączy niskie tarcie z wysoką wytrzymałością. Maksymalna prędkość obrotowa nowego silnika wynosi 7200 obr./min, a jego maksymalna moc jest generowana przy 6750 obr./min. Specjalne wyprofilowanie miski olejowej (z załamaniami i przegrodami) sprawia, że mimo dużych rozmiarów miski ilość oleju silnikowego jest zawsze wystarczająca do smarowania wszystkich istotnych elementów – nawet przy znacznych siłach przyspieszenia bocznego.

### **Dlaczego tuleje cylindrowe są pokryte powłoką NANOSLIDE**

Aby zmniejszyć tarcie pomiędzy tłokami i cylindrami, tuleje pokryto opatentowaną powłoką NANOSLIDE. Efekt: ich powierzchnia jest podobna do lustra – zapewnia minimalne tarcie, a przy okazji jest dwukrotnie twardsza od tradycyjnych tulei z żeliwa szarego, co znacznie podnosi trwałość. Powłoka NANOSLIDE została opracowana przez koncern Daimler AG i jest chroniona przez ponad 90 rodzin patentów oraz ponad 40 patentów. Po raz pierwszy wykorzystano ją w silniku AMG M 156, a później trafiła do innych motorów AMG, a także do jednostki bolidu Formuły 1 ekipy Mercedes-AMG Petronas Motorsport.

### **W jaki sposób większe zawory wydechowe zapewniają sprawniejszy przepływ gazów**

W porównaniu z poprzednim silnikiem M 133 nowa konstrukcja – M 139 – ma znacznie większe zawory wydechowe. To rezultat zmiany położenia i nieznacznego pochylecia dysz wtryskiwaczy oraz zespołu świecy zapłonowej w głowicy cylindrów. Większe przekroje kanałów wydechowych pozwalają na wypuszczanie gazów z komór spalania przy niskich stratach i zmniejszają zjawisko odpowietrzania („wypychania” powietrza) wskutek pracy tłoka.

Za skuteczniejsze chłodzenie głowicy cylindrów odpowiadają pierścienie gniazd zaworowych o zmniejszonej wysokości, a także otwór chłodzący w pobliżu komory spalania, w sekcji średnika pomiędzy pierścieniami gniazd zaworów wydechowych. Wydajność chłodzenia wzrosła również dzięki przypowierzchniowej geometrii płaszcza wodnego, zwiększeniu tempa przepływu i optymalizacji objętościowego natężenia przepływu.

Głowicę cylindrów od skrzyni korbowej oddziela wielowarstwowa, najnowocześniejsza karbowana metalowa uszczelka.

Dwa górne wałki rozrządu sterują pracą 16 zaworów za pomocą zoptymalizowanych pod względem masy popychaczy rolkowych. Regulacja wałka rozrządu po stronie dolotowej i wydechowej pozwala uzyskać doskonałą responsywność i optymalizuje przebieg obiegu gazowego w każdym punkcie pracy. Kolejne rozwiązanie to elastyczna regulacja zaworów CAMTRONIC po stronie wydechowej, z dwiema krzywkami przypadającymi na jeden zawór. Krzywki mają odmienne geometrie, dzięki czemu – w zależności od ustawienia krzywki w odniesieniu do sytuacji na drodze – zawory wydechowe mogą być otwierane na krócej lub na dłużej. Efekt: jeszcze lepsza reakcja na ruchy pedału gazu przy niskich obrotach, płynna i oszczędna jazda w zakresie średnich obrotów oraz oddawanie pełnej mocy w górnych rejestrach obrotomierza.

### **W jaki sposób wtrysk paliwa łączy to, co najlepsze z obu światów**

Turbodoładowanie oraz bezpośredni wtrysk paliwa ze strumieniowym procesem spalania nie tylko umożliwiają uzyskanie wysokiej mocy, ale poprawiają też sprawność termodynamiczną silnika – a tym samym zmniejszają zarówno zużycie paliwa, jak i emisję spalin.

Nowy 4-cylindrowy silnik o wysokiej wydajności po raz pierwszy otrzymał dwustopniowy wtrysk paliwa. W pierwszym etapie szybkie, precyzyjnie dawkujące paliwo piezoelektryczne wtryskiwacze dostarczają benzynę



do komór spalania pod ciśnieniem do 200 barów – w ramach wielokrotnego wtrysku, sterowanego przez układ zarządzania silnikiem zgodnie z wymaganiami.

W drugim etapie do akcji wkracza dodatkowy układ wtrysku paliwa do kolektora dolotowego, korzystający z zaworów elektromagnetycznych – istotny dla uzyskania wysokiej mocy. Elektronicznie sterowane zasilanie paliwem ma ciśnienie robocze o wartości 6,7 bara.

### **W jaki sposób zaawansowany system chłodzenia zwiększa moc**

Wysoka moc wymaga inteligentnego systemu chłodzenia – dużą, czołową chłodnicę uzupełnia tu więc dodatkowa chłodnica w nadkolu. Do chłodzenia powietrza/cieczy służy też obwód niskotemperaturowy. W połączeniu z szeregowo podłączonym intercoolerem przepływ chłodziwa przez chłodnice jest wspomagany przez wysokowydajną pompę elektryczną. Zapewnia to idealne chłodzenie mocno sprężonego powietrza doładowującego, a tym samym przyczynia się do uzyskania optymalnej wydajności silnika.

Chłodzenie oleju przekładniowego jest zintegrowane z obwodem chłodzącym silnika i wspomagane przez wymiennik ciepła zamontowany bezpośrednio przy przekładni. Jednostka sterująca pracą silnika została zamontowana na obudowie filtra powietrza – jest tam chłodzona przez przepływ powietrza.

### **Dlaczego elektryczna pompa wody ma wiele zalet**

Sterowana zgodnie z zapotrzebowaniem, elektryczna pompa wody o wysokiej wydajności działa niezależnie od prędkości obrotowej silnika. Późna aktywacja

podczas rozgrzewania jednostki oznacza, że blok silnika nagrzewa się szybciej, a to korzystnie wpływa na tarcie, zużycie paliwa i emisje spalin. Pompę można również włączać i wyłączać podczas jazdy z mniejszym obciążeniem lub przy niskich prędkościach obrotowych silnika – zależnie od potrzeb. Ponadto elektryczna pompa wody zapewnia dostępność pełnej mocy silnika i optymalne odprowadzanie ciepła w całym zakresie prędkości obrotowych. Chroni też przed uszkodzeniami termicznymi podczas pracy na biegu jałowym w bardzo wysokich temperaturach otoczenia.

Ponadto nowy 4-cylindrowy silnik AMG oferuje funkcje zarządzania alternatorem, ECO start/stop z szybkim ponownym uruchomieniem silnika i żeglowania. Wyposażono go filtr cząstek stałych.

### **W jaki sposób nowy proces produkcji ułatwia pracę i zwiększa efektywność**

Nowy 4-cylindrowy silnik turbo AMG o pojemności 2 litrów, oznaczony jako M 139, jest montowany całkowicie ręcznie – zgodnie z tradycyjną zasadą AMG „Jeden człowiek, jeden silnik”. Powstaje jednak w ramach zupełnie nowej, wspieranej technikami cyfrowymi organizacji procesów i logistyki.

Głównym czynnikiem we wszystkich działaniach są ludzie. Pracownicy mają optymalne wsparcie cyfrowych narzędzi. Nacisk jest tu kładziony na wykorzystanie inteligentnych rozwiązań technologicznych, a kluczowy element stanowi połączenie wysoce elastycznej linii montażowej ze wstępnie skonfigurowanymi wózkami „sklepowymi” z wykorzystaniem automatycznego transportu. Przy planowaniu nowej linii produkcyjnej dla M 139 istotny był

również aspekt zrównoważonego rozwoju – przy produkcji nowego silnika wykorzystywane są odnawialne źródła energii, a cały proces charakteryzuje się znacznym zmniejszeniem emisji CO<sub>2</sub>, zużycia wody i ilości generowanych odpadów.

### **W jaki sposób nowy wózek montażowy usprawnia montaż**

Wózek, na którym montowany jest M 139, został opracowany we współpracy z zespołem pracowników. Wyposażono go w niezależne zasilanie, toteż nie wymaga on kabli zasilających. Wszystkie niezbędne płyny eksploatacyjne i narzędzia zostały ergonomicznie rozmieszczone na wózku i w jego sąsiedztwie – tak, aby ułatwić pracę i zminimalizować odległości. Zintegrowany tablet PC służy pracownikowi precyzyjnymi, jasno sformułowanymi instrukcjami. Podręczniki i przewodniki należą już do przeszłości – produkcja odbywa się teraz bez używania papierowej dokumentacji.

### **Dlaczego pracownicy nazywają to „błękitnym niebem”**

Nowe wkrętarki akumulatorowe są tuż pod ręką, a nie na wieszaku, jak poprzednie narzędzia przewodowe – nie trzeba więc sięgać po nie do góry. Z tego względu pracownicy określają swoje miejsce pracy jako „błękitne niebo” – z sufitu nie zwisają im już żadne kable zasilające. Cała montażownia jest jasna, przestronna i tworzy przyjemny klimat do pracy. Wszechstronna cyfryzacja poprawia zarówno wydajność, jak i elastyczność procesu produkcyjnego: każde narzędzie ma połączenie z siecią WLAN, dzięki czemu możliwe jest zdalne, zautomatyzowane włączanie urządzeń i ustawianie momentu obrotowego na odpowiednim etapie montażu.

Co więcej, dla zagwarantowania optymalnej jakości, powtarzalności i przejrzystości wszystkie wykonane zadania są cyfrowo rejestrowane.

### **Zalety systemów automatycznego transportu**

Każdy technik odpowiedzialny za montaż korzysta z systemu automatycznego transportu. Jego „sklepowy” koszt dostarcza mu dokładnie te elementy, które są niezbędne do skompletowania silnika.

Systemy transportowe są załadowywane w centrum logistycznym Mercedes-AMG w Marbach i dostarczane do linii produkcyjnej na zasadzie „just in sequence”, która bazuje na dostawach w określonej kolejności. Ponadto system wewnętrznego, zakładowego śledzenia w oparciu o sieć WLAN prowadzi autonomiczną kontrolę dostaw – wszystkie komponenty można śledzić cyfrowo.

Wózki montażowe i transportowe mają czarno-białe wzornictwo Mercedes-AMG i są opatrzone specjalnymi hasłami, takimi jak „URUCHOM SWÓJ SILNIK” lub „W ŚRODKU DRZEMIAŁ OSIĄGI AMG”. Zapewnia to dodatkową motywację i identyfikację z firmą. W tym samym duchu utrzymano wygląd podłogi hali montażowej – ma ona kreskowany wzór i biało-czerwone pasy, przypominające krawężniki i pasy na torach wyścigowych.

### **Dlaczego stacje testowe są bardziej wydajne**

Równolegle zmniejszono liczbę stacji testowych, grupując kilka pojedynczych stacji w trzy stacje centralne: do testowania momentu obrotowego, wycieków z obiegów oleju/płynu chłodzącego i układu paliwowego, a także kompletnego

płatcza wodnego silnika. W rezultacie udało się znacznie skrócić poszczególne procesy, zwiększając efektywność produkcji. I tu wszystkie parametry i zmierzone wartości są cyfrowo zapisywane i przechowywane, tak aby można było śledzić postępy w montażu każdego silnika.

Filozofia montażu „Jeden człowiek, jeden silnik” to znak rozpoznawczy marki Mercedes-AMG. Inną wizytówką M 139 jest tabliczka z podpisem technika montującego daną jednostkę. Wszyscy technicy odpowiedzialni za składanie silników zostali poddani wszechstronnemu, dodatkowemu szkoleniu.

Dane techniczne w skrócie:

<b>Mercedes-AMG 4-cylindrowy silnik turbo M 139 o pojemności 2 litrów</b>	
Pojemność skokowa	1991 ccm
Średnica x skok	83,0 x 92,0 mm
Moc maksymalna	310 kW (421 KM) przy 6750 obr./min (model S) 285 kW (387 KM) przy 6500 obr./min (wersja podstawowa)
Maksymalny moment obrotowy	500 Nm przy 5000-5250 obr./min (model S) 480 Nm przy 4750-5000 obr./min (wersja podst.)
Maksymalna prędkość obrotowa	7200 obr./min
Stopień kompresji	9,0:1
Turbodoładowanie	turbosprężarka twin-scroll z kompresorem i turbiną na łożyskach wałeczkowych
Maksymalne ciśnienie doładowania	2,1 bara (model S) 1,9 bara (wersja podstawowa)

Zasilanie	Połączenie wtrysku bezpośredniego i pośredniego 1) Trzecia generacja wielofazowego wtrysku bezpośredniego. Szybkie i precyzyjne piezoelektryczne wtryskiwacze podają paliwo do komory spalania pod wysokim ciśnieniem. 2) Dodatkowy wtrysk do kolektora dolotowego z zastosowaniem zaworów elektromagnetycznych
Głowica	Dwa górne wałki rozrządu, 16 zaworów, regulacja wałków po stronie dolotowej i wydechowej, CAMTRONIC – regulacja zaworów po stronie wydechowej
Maksymalna przepustowość masowa powietrza	1200 kg/h (model S) 1100 kg/h (wersja podstawowa)
Masa silnika (z płynami)	160,5 kg

**Kontakt:**

Tomasz Mucha

e-mail: [tomasz.mucha@daimler.com](mailto:tomasz.mucha@daimler.com)

tel. +48 22 312 72 22