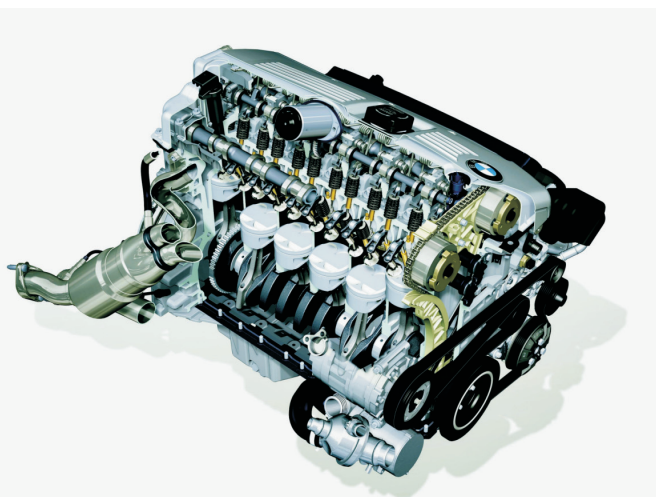


Nowy, 6-cylindrowy silnik ZI, $V_{ss} = 3,0 \text{ dm}^3$ firmy BMW

Od ponad 70 lat firma BMW słynie z produkcji doskonałych, rzędowych silników 6-cylindrowych. Pod koniec 2004 roku zaprezentowano całkowicie nowy, rzędowy silnik 6-cylindrowy, który obecnie uważany jest za najnowocześniejszą jednostkę tego typu na świecie. Silnik ten jest następcą pro-

skończywszy na luksusowym coupe 630i oraz dużej limuzynie 730i.

W tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry nowego silnika, w porównaniu do wersji poprzedniej, produkowanej w latach 2000 do 2004.



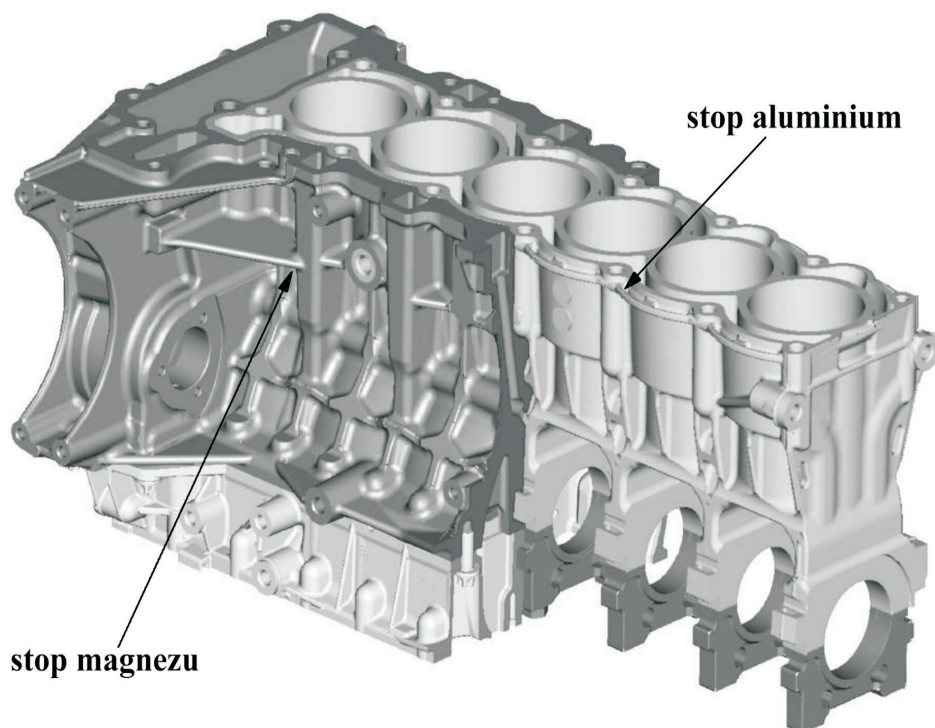
Rys. 1. Widok ogólny 6-cylindrowych silników BMW 3,0i
(z lewej wersja z roku 2000, z prawej nowy silnik z roku 2004)

dukowanego od czerwca 2000 roku silnika o symbolu M52, który w konkursie „International Engine of the Year Award” w roku 2001 został uznany jako najlepszy w swojej klasie. Nowy silnik od początku 2005 roku jest sukcesywnie wprowadzany do wszystkich modeli marki BMW, począwszy od kompaktowego 130i, poprzez średniej klasy 330i oraz 530i, a

Cechą szczególną nowego silnika jest jego kadłub o bardzo zwartej i sztywnej konstrukcji, wykonany według całkowicie nowej technologii, polegającej na łączeniu elementów wykonanych ze stopów magnezu z elementami ze stopów aluminium (rys. 2). Wewnętrzne części kadłuba, obejmujące tuleje cylindrowe, płaszcz wodny, podpory wału korbowego

Tab.1. Porównanie wybranych parametrów 6-cylindrowych silników BMW 3,0i

	3,0i (M52, 2000-2004)	3,0i (2005)
Objętość skokowa [cm^3]	2979	2996
Średnica cylindra x skok tłoka [mm]	84,0 x 89,6	85,0 x 88,0
Odległość osi cylindrów [mm]	91,0	91,0
Stopień sprężania	10,2	10,7
Moc maksymalna [kW]/ przy prędkości obrotowej [1/min]	170/5900	190/6600
Maks. moment obrotowy [N·m]/ przy prędk. obr. [1/min]	300/3500-4000	300/2500-4000
Objętościowy wskaźnik mocy [kW/dm^3]	57,1	63,4
Układ sterowania silnika	Siemens MS 43	Siemens MSV70
Materiał kadłuba	aluminium	aluminium / magnez
Masa silnika [kg]	171	161
Norma emisji spalin	EURO III, ULEV	EURO IV, ULEV II



Rys. 2. Kadłub nowego, 6-cylindrowego silnika BMW 3,0i

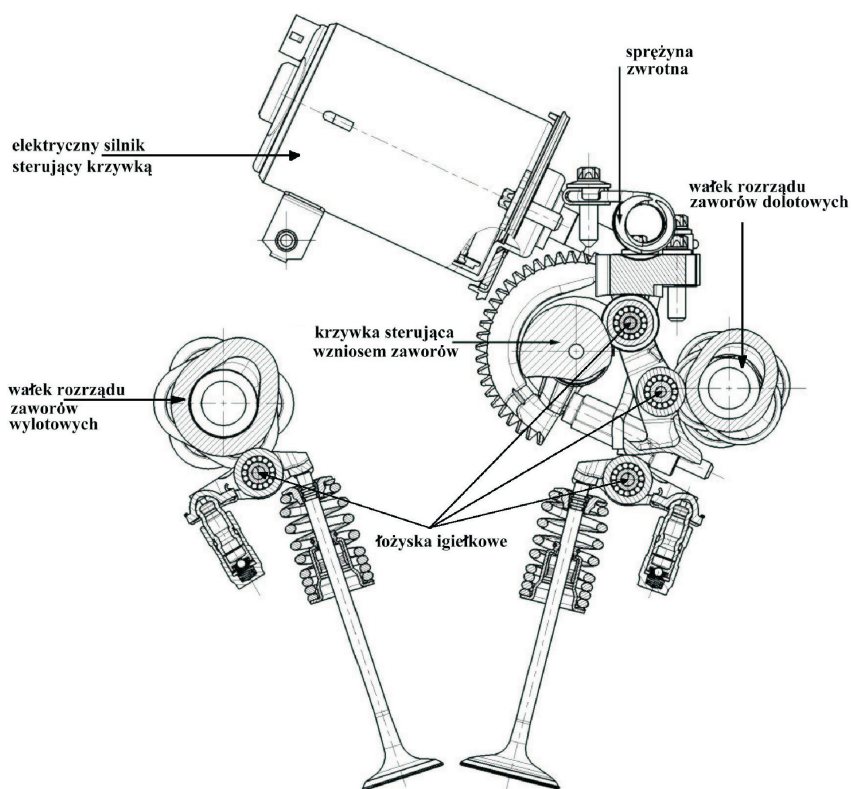
i miejsca umieszczenia otworów na śruby mocujące głowicę wykonane zostały z nadeutektycznych stopów aluminium. Część ta stanowi jednolity odlew, którego zadaniem jest przenoszenie głównych obciążeń. Zewnętrzne ściany kadłuba, do których mocowany jest osprzęt, wykonano natomiast ze stopów magnezu (rys. 2). Wszystkie śruby mocujące osprzęt do magnezowej części kadłuba wykonano z aluminium, co wynika z podobnej rozszerzalności cieplnej obu materiałów. Ponieważ klasyczne stopy magnezu odznaczają się zbyt małą wytrzymałością, w silniku BMW zastosowany został specjalny stop magnezu, oznaczony symbolem AJ62, oferowany przez kanadyjską firmę Noranda.

Połączenie obu części kadłuba odbywa się w procesie ciśnieniowego odlewania, w którym następuje wytworzenie warstwy złożonej z przenikających się materiałów, gwarantującej szczelność połączenia i możliwość przenoszenia części obciążeń. Ta nowoczesna technologia wykonania kadłuba pozwoliła na zmniejszenie jego masy o 24% w stosunku do masy kadłuba wykonanego ze stopów aluminium, a ponadto przyniosła korzyści związane z lepszym tłumieniem drgań i dźwięku. Ze stopów magnezu wykonano także pokrywę głowicy silnika.

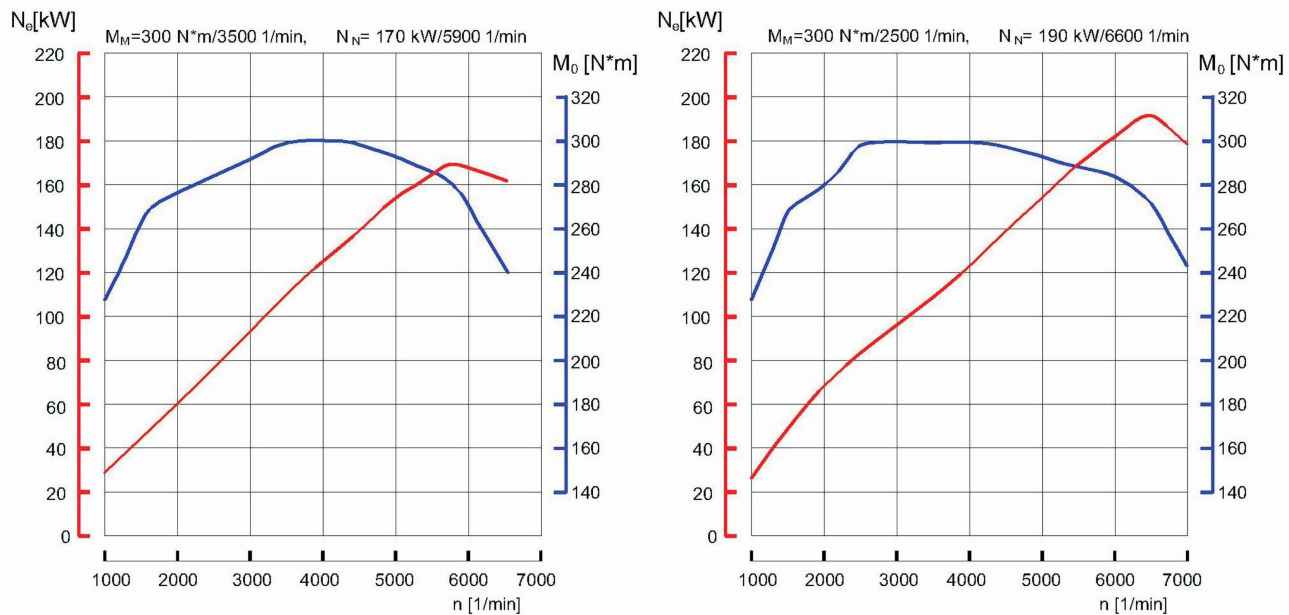
Nowa konstrukcja kadłuba stworzyła nowe wymagania w stosunku do układu chłodzenia. Po raz pierwszy zastosowano w nim elektrycznie napędzaną pompę cieczy chłodzącej oraz elektrycznie sterowany termostat. Wymienione elementy układu chłodzenia, a także elektrycznie napędzany wentylator chłodnicy, elektrycznie uruchamiane przesłony powietrza dopływającego do chłodnicy oraz układ ogrzewania wnętrza pojazdu sterowane są elektronicznie z odrębnego modułu sterującego, współpracującego z modułem sterowania silnika. We wszystkich warunkach pracy silnika układ ten gwarantuje odpowiednie chłodzenie, bez ponoszenia niepotrzebnych strat energii.

Również pompa oleju smarującego wyposażona została

w system regulacji, dzięki któremu wielkość strumienia oleju dostosowana jest do rzeczywistych potrzeb. W stosunku do konwencjonalnych rozwiązań przyniosło to oszczędności mocy niezbędnej do jej napędu, sięgające 2 kW.



Rys. 3. Schemat układu VALVETRONIC nowego, 6-cylindrowego silnika BMW



Rys. 4. Porównanie charakterystyk prędkościowych 6-cylindrowych silników BMW (z lewej wersja poprzednia z roku 2000, z prawej nowy silnik z roku 2004)

W nowym silniku zastosowany został układ rozrządu VALVETRONIC (rys. 3), stosowany już w 4-, 8- i 12-cylindrowych silnikach marki BMW. Jest to system, w którym przepustnica została wyeliminowana, a jej rolę przejęły zawory dolotowe o zmiennym skoku. W przypadku nowego silnika 6-cylindrowego jest to układ drugiej generacji, który pozwala na rozwijanie prędkości obrotowej do 7000 obr/min. Użytkano to dzięki zmniejszeniu mas poszczególnych elementów układu oraz zastosowaniu łożysk igłowych w węzłach obrotowych rolek dźwigni zaworowych i rolek dźwigni pośredniczącej. Układ VALVETRONIC pozwala na indywidualną zmianę skoku zaworów dolotowych w danym cylindrze, dzięki czemu w zakresie częściowych obciążeń jeden z zaworów ma nieco większy skok od drugiego, co pozwala na uzyskanie silnego zawirowania ładunku napływającego do cylindra.

Silnik wyposażony został w bezstopniowy, hydraulicznie sterowany system zmiany faz rozrządu zaworów dolotowych i wylotowych, znany pod nazwą Doppel-VANOS. Pozwala on na przestawianie faz zaworów dolotowych o 70°OWK , a zaworów wylotowych o 55°OWK . W przypadku nowego silnika elementy systemu przestawiania faz wykonano ze stopów aluminium, a wałki rozrządu wykonane nową metodą hydraulicznego formowania odznaczają się wyjątkowo małą masą.

Układ dolotowy wyposażony został w dwie elektrycznie sterowane przepustnice sterujące przepływem powietrza w kolektorze, które umożliwiają 3-stopniową zmianę długości kanałów dolotowych. Wraz z systemem zmiany faz rozrządu Doppel-VANOS, umożliwia to bardzo korzystne ukształtowanie charakterystyki silnika. W stosunku do poprzedniego silnika wartość maksymalnego momentu obrotowego nie wzrosła i wynosi 300 N*m , natomiast występuje ona w szerszym zakresie prędkości obrotowej od 2500 – 4000 obr/min.

Ponadto około 90% jego maksymalnej wartości dostępne jest w zakresie prędkości obrotowej od 1500 – 6500 obr/min. Porównanie charakterystyk prędkościowych nowego silnika oraz poprzedniej jego wersji przedstawiono na rys. 4.

W stosunku do poprzednika, nowy silnik odznacza się większą sprawnością. Zużycie paliwa w teście NEDC dla pojazdu wyposażonego w nowy silnik jest o 12% niższe w stosunku do pojazdu z poprzednią wersją silnika. Według danych producenta główną przyczyną zwiększenia sprawności jest system wymiany ładunku i system spalania (ok. 8,5%), nowy system chłodzenia (ok. 1,5%) oraz zmniejszenie strat tarcia (ok. 1,5%).

Dzięki wyposażeniu w nowy typ reaktorów katalitycznych silnik z nadmiarem spełnia wymagania normy EURO IV oraz amerykańskiego programu LEV II. Zastosowane reaktory zbudowane są z dwóch cienkościennych rdzeni ceramicznych, izolowanych szczeliną powietrzną i umieszczonych w niewielkiej odległości od wylotu spalin z głowicy.

W stosunku do poprzedniej wersji silnika 3,0i z roku 2000, który zyskał wiele pochlebnych opinii i cieszył się dużą renomą, nowy silnik dysponuje znacznie lepszymi osiągnięciami, mniejszą masą, niższym zużyciem paliwa oraz mniejszą emisją toksycznych związków spalin. Według zapowiedzi producenta silnik ten stanowi podstawę konstrukcyjną dla nowej rodziny 6-cylindrowych jednostek napędowych o różnej objętości skokowej, które w najbliższym okresie znajdą zastosowanie w pojazdach marki BMW.

Literatura i zdjęcia:

1. Landerl Ch., Klauer N., Kluetting N.: Die Konzeptmerkmale des neuen BMW Reihensechszylinder Ottomotors. 13 Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2004.
2. Materiały prasowe firmy BMW 9/2004.

Marek BRZEŹAŃSKI