



SZKOLNY DRIFT

Słowo wstępne

Witajcie! To już ostatni numer naszej Gazetki Szkolnej w tym formacie, w tym roku szkolnym. Maj to czas matur, przygotowań do egzaminów zawodowych, szczególnie pojazdów i pomocy dydaktycznych. To także wyłanianie się w progach naszej szkoły nowego oddziału edukacyjnego. Branżowe Centrum Umiejętności (BCU) – bo o nim mowa – jest nową publiczną lub niepubliczną jednostką systemu oświaty (zaawansowaną technologicznie placówką kształcenia, szkolenia i egzaminowania), o zasięgu ogólnopolskim, wykraczającą poza dotychczasowe tradycyjne modele kształcenia, szkolenia i doskonalenia zawodowego, prowadzącą działalność w zakresie wielu dziedzin zawodowych właściwych dla naszej branży. Co oznacza to w praktyce? Kształcenie w nowych zawodach, m.in. Technik Elektromobilności. W szczególności praca na nowej flocie pojazdów hybrydowych i elektrycznych – Mazdach MX 30 R-EV.



Zachęcamy do odwiedzenia zakładki **Branżowe Centrum Umiejętności** na naszej stronie szkolnej.

(W. Błądek)

W numerze:

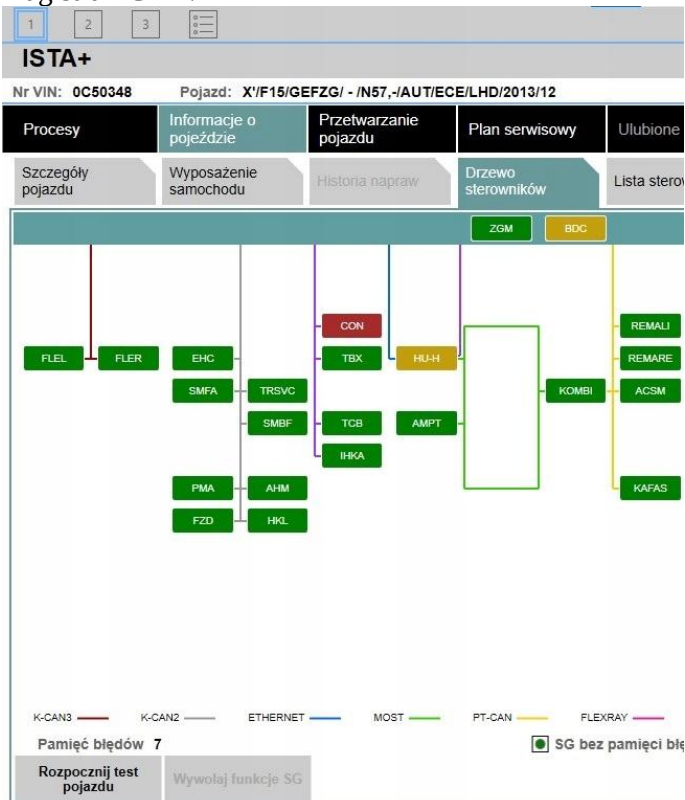
1. Słowo wstępne
2. Nowoczesny samochód na Warsztatach ZS2...



Nowoczesny samochód na Warsztatach ZS2

W dniu 30.04.2025, dzięki uprzejmości Dealera BMW Inchcape Wrocław, z którym szkoła współpracuje, mieliśmy okazję poznać nowy model BMW X1 z 2024r. Dwie grupy branżowego Elektromechanika Pojazdów Samochodowych, w ramach zajęć z „Obsługi, diagnozowania oraz naprawy mechatronicznych systemów pojazdów samochodowych” miały okazję zobaczyć i przetestować działanie części systemów mechatronicznych w tym pojeździe. Głównym celem było zapoznanie uczniów z możliwościami komunikacji laptopa z oprogramowaniem diagnostycznym ISTA z mechatronicznymi systemami obszaru komfortu, bezpieczeństwa i układów sterowania napędem. Udało się z uczniami uzyskać niektóre z efektów, które trudno było

by osiągnąć z pomocą istniejącej floty Warsztatów Szkolnych, jak na przykład MOT.02.3, gdzie m.in. uczeń potrafi wyjaśnić budowę i zasadę działania układów mechatronicznych, zna przykłady układów mechatronicznych w pojazdach samochodowych, czy wyjaśnia sposób wymiany informacji między dwoma stacjami magistrali CAN.



Rysunek 3: Fragment okna programu diagnostyki z wykrytymi systemami mechatroniki wykrytymi na sieciach CAN, LIN itp.

Mogliśmy przekonać się, że „inteligentny przełącznik światel”, „moduł drzwi” czy „moduł tylnej kłapy” nie służą tylko do współpracy z silniczkami, żarówkami czy innymi urządzeniami wykonawczymi, ale także z innymi urządzeniami, jak na przykład laptop diagnostyczny podłączony kablem do złącza diagnostycznego.



Rysunek 4: BMW X1 (kod U11) - napęd

Źródło: Technipedia BMW Polska

Silniki w BMW X1

System	Wersja w U11
Silniki:	Silnik B38TU2 Silnik B48TU2 (pozycja montażowa poprzeczna) Silnik B47TU2 (pozycja montażowa poprzeczna)
Sterownik silnika:	Cyfrowy układ elektroniki silnika wysokoprężnego 9. generacja Cyfrowy układ elektroniki silnika 9. generacja

Ze względu na surowsze wymagania obowiązujące w Unii Europejskiej w zakresie przestrzegania wartości granicznych emisji konieczne są dalsze kroki mające na celu wzrost sprawności i redukcję emisji spalin w silnikach spalinowych. Dlatego w modelu o kodzie U11 zastosowano nowe silniki benzynowe B38TU2 i B48TU2 oraz nowy silnik wysokoprężny B47TU2. Wszystkie nowe modele spełniają normę spalin 6d RDE2.

Silnik benzynowy

Oprócz zmniejszenia emisji substancji szkodliwych udało się również zwiększyć moc oraz moment obrotowy. W porównaniu do poprzedniego modelu X1 (kod F48) wprowadzono następujące zmiany:

- Wtrysk paliwa: Zastosowanie **wtrysku podwójnego** składającego się z wtrysku wysokociśnieniowego (wtrysku bezpośredniego) i wtrysku niskociśnieniowego (wtrysku do kolektora dolotowego)
- Zastosowanie **Procesu spalania Millera** i zmniejszonego wałka rozrządu. W całym polu charakterystyki silnik pracuje ze współczynnikiem stechiometrycznym lambda wynoszącym 1 (również w zakresie pełnego obciążenia).
- Dopasowanie turbosprężarki, zastosowanie zaworu obejściowego
- Zastosowanie **filtra cząstek stałych do silników benzynowych 2. generacji**
- Mechanika silnika: Zmienione tłoki i kanały wlotowe, rezygnacja pompy podciśnieniowej
- Zastosowanie w produkcji seryjnej wydajniejszego układu zapłonowego z nowymi, **aktywnymi cewkami zapłonowymi**
- Zastosowanie w produkcji seryjnej **DME 9**
- Pozwala na rezygnację z alternatora w połączeniu z systemem 48 V (elektryczna dwusprzęgłowa skrzynia biegów) w odpowiednich modelach.



Rysunek 5: Silnik B38TU2 BMW X1 (kod U11)

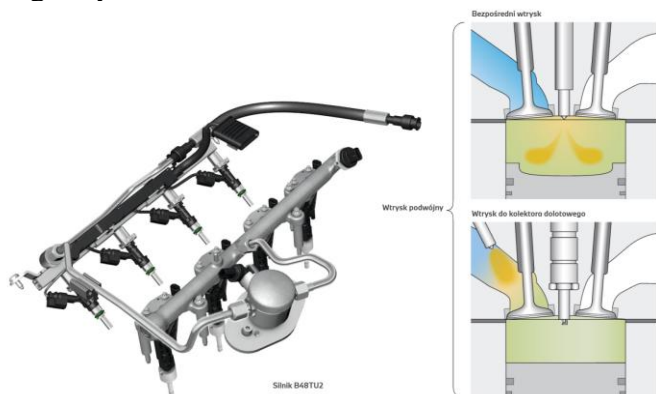
Na czym polega cykl Millera?

Suw sprężania podzielony jest na dwa etapy, w trakcie pierwszego etapu zawory dolotowe są otwarte, w trakcie drugiego etapu zawory dolotowe są zamknięte.

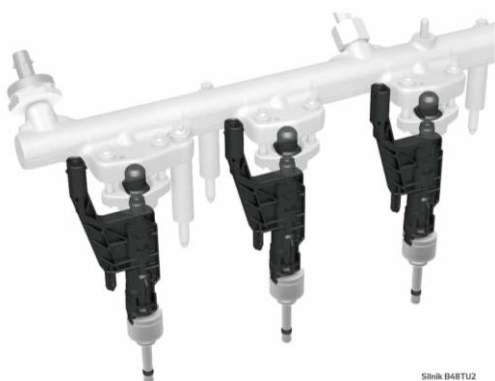


Właściwe sprężanie rozpoczyna się po zamknięciu zaworów dolotowych. Zawory są zamykane w chwili, gdy tłok przebył maksymalnie 1/3 drogi pomiędzy skrajnymi położeniami. Dzięki temu (zamykaniu zaworów w odpowiednim momencie i turbodoładowaniu) silnik pracujący w cyklu Millera osiąga standardowe dla czterosuwowego silnika ciśnienie sprężania, ale robi to, oszczędzając kilka procent energii.

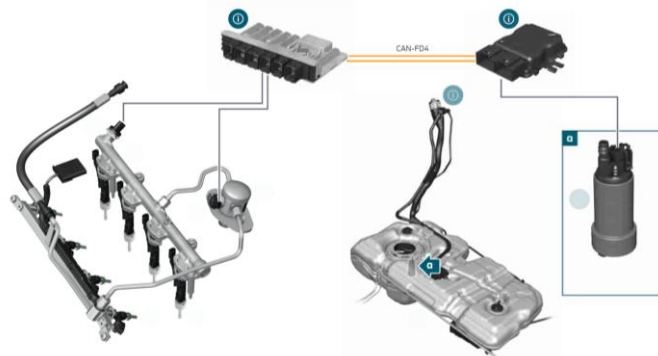
Po co silnikowi B38TU2 wtrysk pośredni i bezpośredni na raz? To nie takie trudne – zaraz wszystkiego się dowiesz!



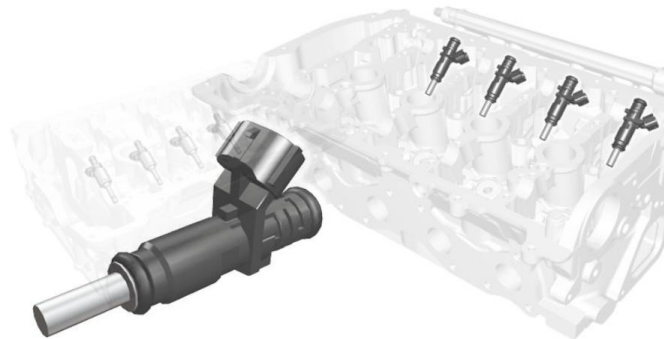
Trzycylindrowe silniki B38TU i czterocylindrowe B48TU to nowe konstrukcje. Producent zastosował w nich wtrysk bezpośredni do cylindrów, jak również wtrysk pośredni, do kolektora ssącego. Z pewnością jest to kosztowne rozwiązanie, które w dodatku podnosi stopień skomplikowania silnika i algorytmów, które nim sterują. Po co aż tak komplikować układ zasilania jednostki napędowej i czy to ma sens?



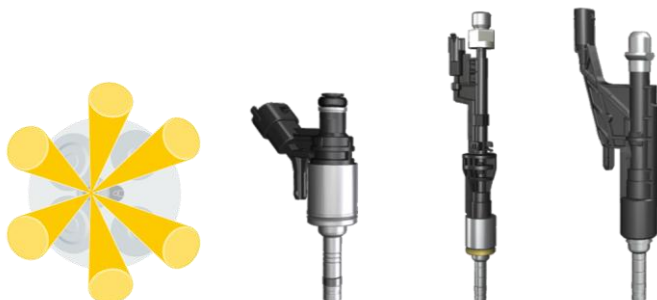
Ma. Oba rodzaje wtrysku, mimo że równie skutecznie dostarczają paliwo silnikowi, przynoszą różne skutki uboczne. A jeżeli te skutki uboczne uda się mądrze wykorzystać, można liczyć na oszczędności w zużyciu paliwa i pewną poprawę dynamiki silnika.



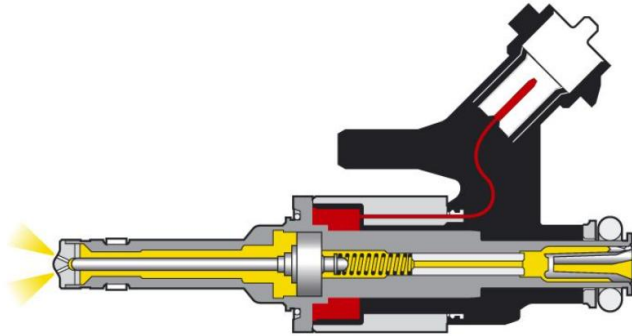
Zacznijmy od wtrysku bezpośredniego, który w ciągu dekady stał się już niemal normą w nowoczesnych samochodach. Jego szczególną cechą jest to, że paliwo, wtryskiwane bezpośrednio do cylindra, w tym cylindrze odparowuje, obniżając temperaturę tuż przed zapłonem mieszanki paliwowo-powietrznej. To pozwala uchronić się przed spalaniem detonacyjnym (które kierowcy nazywają często „dzwonieniem”, można je czasem sprowokować, wciskając mocno gaz na niskich obrotach i wysokim biegu), a to z kolei umożliwia zastosowanie wyższego stopnia sprężania i/lub wyższego ciśnienia doładowania.



W tych silnikach stopień sprężania jest rekordowo wysoki jak na silnik turbo i wynosi aż 11,7:1. Przy wtrysku pośrednim taki wynik byłby nieosiągalny. Dlatego wtrysk bezpośredni jest takim dobrodziejstwem dla benzynowych silników turbodoładowanych. Ale w niektórych sytuacjach wtrysk pośredni może mieć istotne zalety. Kiedy?



Na przykład przy niewielkich obciążeniach silnika (wszystko zależy od oprogramowania silnika, różni producenci różnie wykorzystują oba rodzaje wtrysku). Okazuje się bowiem, że wtrysnięcie paliwa do cylindra jeszcze nie wystarczy do uzyskania „czystych” spalin, czyli pełnego spalenia całego wtrysniętego paliwa. Najlepiej bowiem spala się paliwo w pełni odparowane. A przy niewielkich obciążeniach silnika temperatura w cylindrach jest niższa i paliwo nie ma czasu w pełni odparować. Wtedy właśnie z pomocą przychodzi...



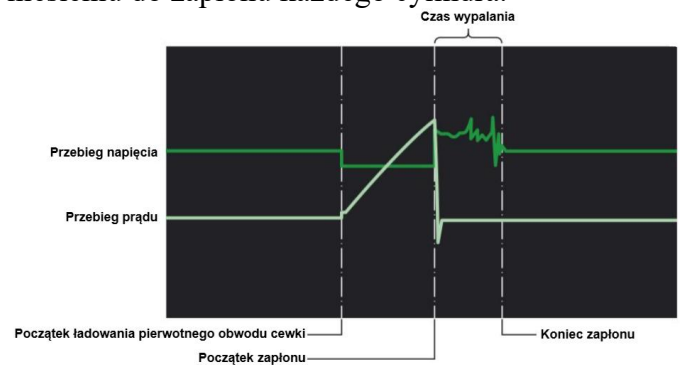
...stary, dobrze znany wtrysk pośredni. Paliwo wtryskiwane jest indywidualnie na zawory ssące każdego z cylindrów. Jest to wtrysk sekwencyjny, więc otwierany jest zawsze jeden wtryskiwacz w dokładnie zaprogramowanym momencie (w pierwszych systemach wtrysku wielopunktowego wszystkie wtryskiwacze pracowały równolegle i otwierały się jednocześnie). Zanim zawór ssący zostanie otwarty, paliwo ma czas na częściowe odparowanie, zanim zostanie wessane do cylindra silnika. Odparowuje w kanale głowicy, więc nie obniża bezpośrednio temperatury w cylindrze tak bardzo, jak wtrysk bezpośredni.

Aktywne cewki zapłonowe

Moment zapłonu, w którym iskra zapłonowa zapala mieszaninę paliwowo-powietrzną musi być tak ustawiony, aby zagwarantować optymalny moment obrotowy i niskie zużycie paliwa przy jednoczesnej minimalnej emisji substancji szkodliwych.



Ponieważ błędy w układzie zapłonowym mają bezpośredni wpływ na jakość spalin, procesy zapłonowe są monitorowane przez sterownik DME. Oceniany jest przede wszystkim czas palenia w odniesieniu do zapłonu każdego cylindra.



Pomiar wykonany przez sterownik DME umożliwia ustalenie oraz analizę różnicy napięć między zaciskiem 1, a zaciskiem 15 pierwotnego obwodu cewki. Dopóki występuje iskra zapłonowa, możliwy jest pomiar zwiększonej różnicy napięć. Czas trwania tej różnicy napięć nazywany jest czasem palenia.

Mechanika nowych silników BMW

Mechanizm korbowy przekształca ruchy prostoliniowe tłoków w ruch obrotowy. Wynikające z tego obciążenia są bardzo złożone i wiążą się z wysokimi wymaganiami zarówno wobec komponentów, jak i przeprowadzanych napraw.



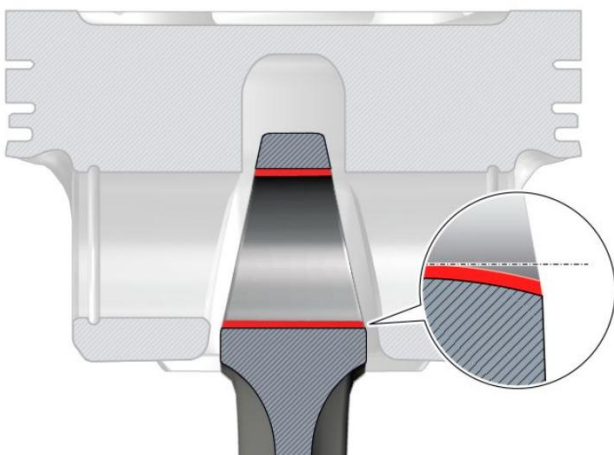
Tłok absorbuje powstające podczas spalania siły docisku i przekazuje je poprzez twórceń tłokowy do korbowodu. W tym celu wraz z pierścieniami tłokowymi uszczelnia komorę spalania, uniemożliwiając przepływ gazu i oleju smarowego.



W celu lepszego odprowadzania oleju niektóre tłoki posiadają dodatkowy rowek olejowy pod rowkiem pierścienia zgarniającego olej, jak na przykład w silniku N55 lub N63TU2. Pierścienie tłokowe są metalowymi uszczelkami, które uszczelniają komorę spalania w stosunku do skrzyni korbowej. Odprowadzają ciepło z tłoka do ścianki cylindra i regulują smarowanie tulei prowadzących. Wszystkie stosowane w BMW silniki z zapłonem iskrowym są wyposażone w dwa pierścienie uszczelniające i jeden pierścień zgarniający olej.

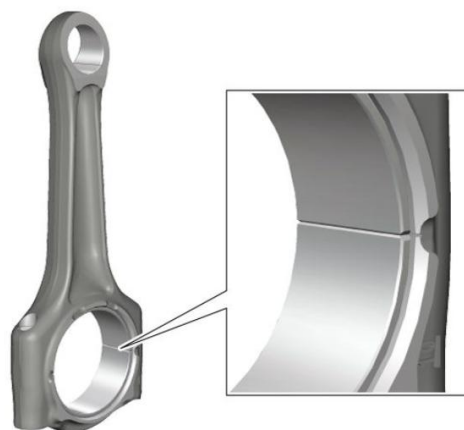


Korbowody w mechanizmie korbowym zapewniają połączenie pomiędzy tłokiem a wałem korbowym. Korbowody narażone są na bardzo silne przyspieszenia i ze względu na swoją masę mają bezpośredni wpływ na osiągi i równomierność pracy silnika. W przypadku korbowodu trapezowego mała tulejka korbowodu ma przekrój trapezowy. Z jednej strony umożliwia to redukcję ciężaru. Z drugiej – zwiększenie powierzchni ułożenia tłoka na sworzniu tłokowym. Powoduje to mniejsze ugięcie sworznia tłokowego. Ponadto można zrezygnować z otworu olejowego w małej tulejce korbowodu, ponieważ olej jest doprowadzany poprzez ukośną powierzchnię boczną łożyska ślizgowego.



Dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu otworu w małej tulejce korbowodu, siła tłoka działająca na sworznie tłokowy jest rozłożona równomiernie na

powierzchni tulei, a obciążenie krawędzi ulega redukcji. W silniku N63TU2 i częściowo w N63TU stosowane są korbowody bez tulei. Mała tulejka korbowodu jest nawiercana w korbowodzie, poddawana obróbce powierzchniowej i hartowana.



Korbowody krakowane są wytwarzane jako elementy jednoczęściowe i znakowane w miejscu łamania wykonanymi mechanicznie rowkami lub nacięciami laserowymi. Następnie są celowo łamane na dwie części. Struktura powierzchni podziału precyzyjnie centruje pokrywę łożyska korbowodu na trzonie korbowodu.

Aby zapewnić płynną pracę silnika, korbowody są podzielone na klasy wagowe. Korbowody są ważone i dzielone na różne klasy w zależności od ich ciężaru oraz jego rozłożenia.



Jeżeli pokrywa łożyska krakowanego korbowodu zostanie odwrócona lub zamontowana na trzonie innego korbowodu, struktura pęknięcia obu części ulega zniszczeniu, a pokrywa łożyska korbowodu nie jest wycentryczona. W takim przypadku wszystkie elementy korbowodu należy zastąpić nowymi częściami.



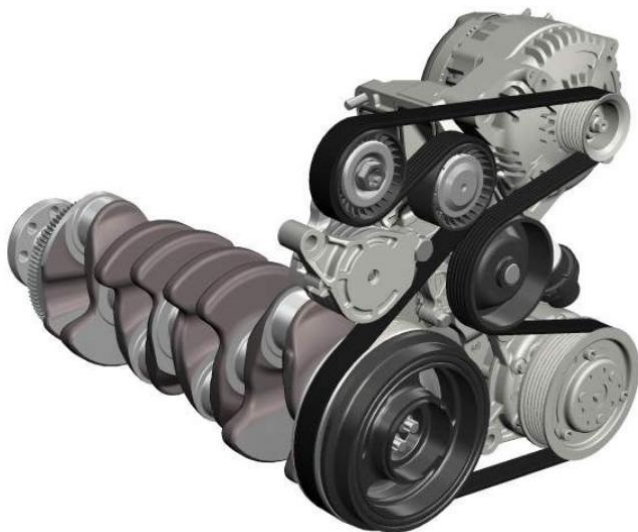
W przypadku wielu silników z zapłonem iskrowym dostępne są również różne wielkości panewek łożyska korbowodu. W tym celu za pomocą specjalnego narzędzia należy ustalić luz łożyska korbowego i zastosować odpowiednią panewkę łożyska korbowodu.



Poprzez korbowód siła podnoszenia jest wprowadzana do wału korbowego i przekształcana na moment obrotowy.

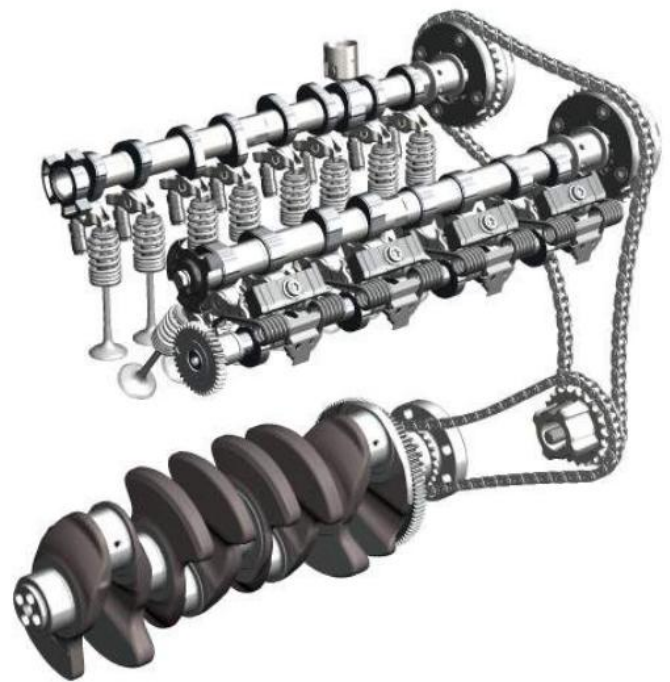


Wał korbowy jest przy tym podparty w głównych miejscach łożyskowania. Do pozostałych zadań wału korbowego należy napęd agregatów pomocniczych poprzez napęd pasowy. Napęd mechanizmu zaworów.

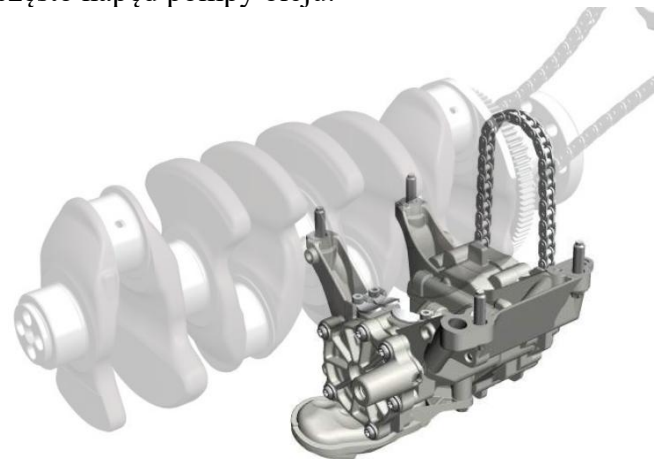


Poprzez korbowód siła podnoszenia jest wprowadzana do wału korbowego i przekształcana na moment obrotowy. Wał korbowy jest przy tym podpar-

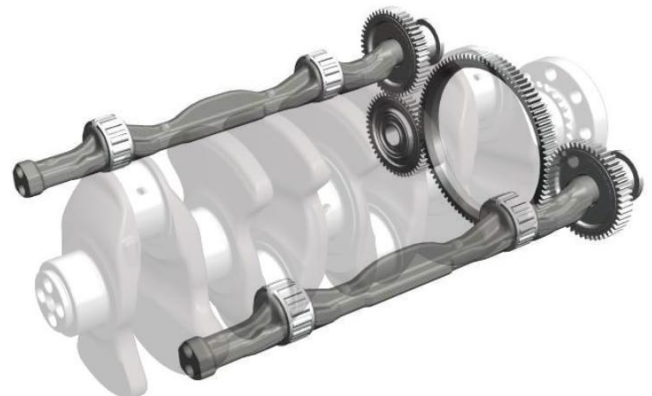
ty w głównych miejscach łożyskowania. Do pozostałych zadań wału korbowego należy napęd agregatów pomocniczych poprzez napęd pasowy, napęd mechanizmu zaworów,



często napęd pompy oleju.



A w razie potrzeby również napęd wałka wyrównowazającego.



Aby spełnić wymagania coraz ostrzejszych przepisów w zakresie emisji spalin, prawie wszystkie silniki spalinowe są obecnie wyposażone w funkcję Auto Start Stop. Prowadzi to do znaczącego zwiększenia cykli rozruchu, a tym samym do zwiększenia obciążenia panewek łożyska korbowodu.



Powłoka polimerowa IROX redukuje związane z tym większe zużycie do minimum. Powłoka ta jest stosowana wyłącznie po mocno obciążonej stronie korbowodu lub łożyska głównego, czyli po stronie trzonu korbowodu lub pokrywy łożyska głównego.

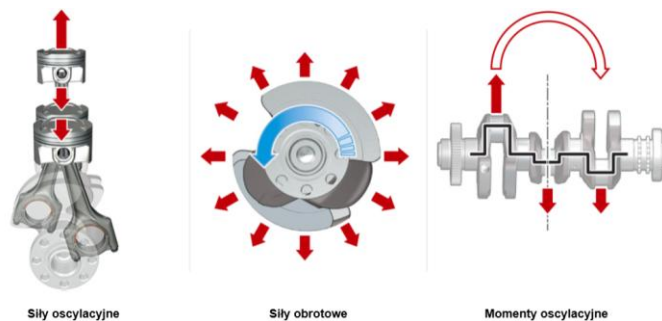


Powłoka IROX jest obecnie wykorzystywana w panewkach łożyska korbowodu silników zunifikowanych nowej generacji, jak również w panewkach łożyska korbowodu i panewkach łożyska głównego silnika N74TU.

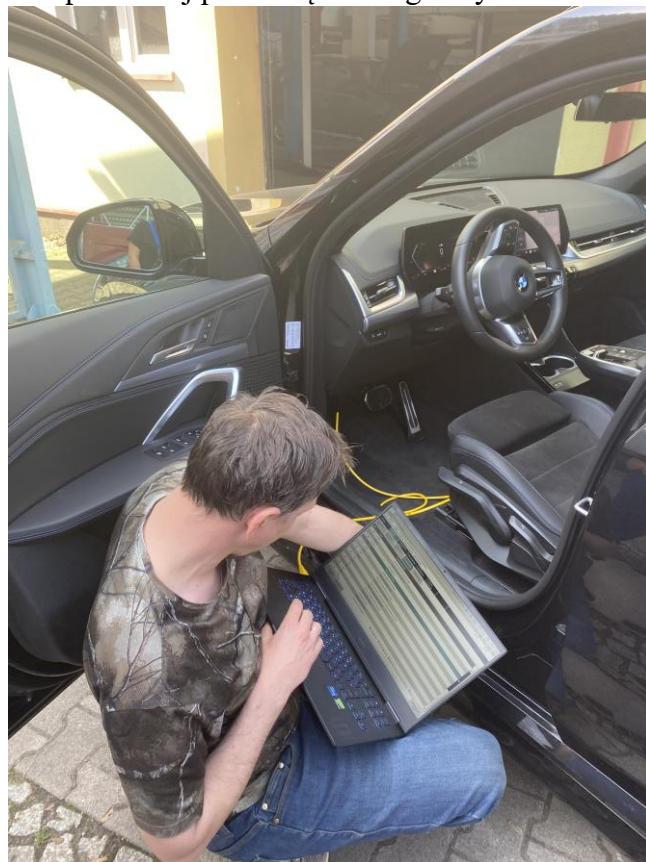
Ze względu na zasadę działania silnika tłokowego w obudowie silnika występują niepożądane drgania.



Drgania te mogą być przenoszone do wnętrza pojazdu. Aby temu przeciwdziałać, BMW od kilku generacji silników stosuje **wałki wyrównowazające**. Kompensują one niewyważenie konstrukcyjne i w ten sposób poprawiają płynność pracy silnika i generowany poziom hałasu, amortyzując wolne siły i momenty bezwładności.



To tylko garstka informacji na temat silnika z samochodu wypożyczonego dla uczniów z zaprzyjaźnionego serwisu BMW. W czasie zajęć nie skupialiśmy się jednak na samym silniku, lecz głównie na tym, co łatwe do zaprezentowania – diagnostyce komputerowej przez złącze diagnostyczne EOBd.



Tanim kabelkiem za 50zł, laptopem z oprogramowaniem diagnostycznym online możemy otwierać szyby elektryczne, otwierać i zamykać klapę bagażnika, składać lusterka, a nawet testować każdy głośnik sygnałami diagnostycznymi. Dlatego warto się uczyć, szukać informacji w Bibliotece szkolnej, w podręcznikach do przedmiotów zawodowych czy na portalach szkoleniowych, takich jak TMSI udostępnione szkole przez BMW Polska.

Mechatronika, to jak pisałem już w innym numerze gazetki – zbiór trzech dyscyplin zawodowych – Mechaniki, Elektroniki i oprogramowania. Motoryzacja idzie już tylko w tym kierunku. Gaźniki przeszły do przeszłości. Spalinówki kończą już swoją historię. Nadchodzi era hybryd, elektryków i wodorowców. Dlatego uczmy się i rozwijajmy.

(W. Błądek)