

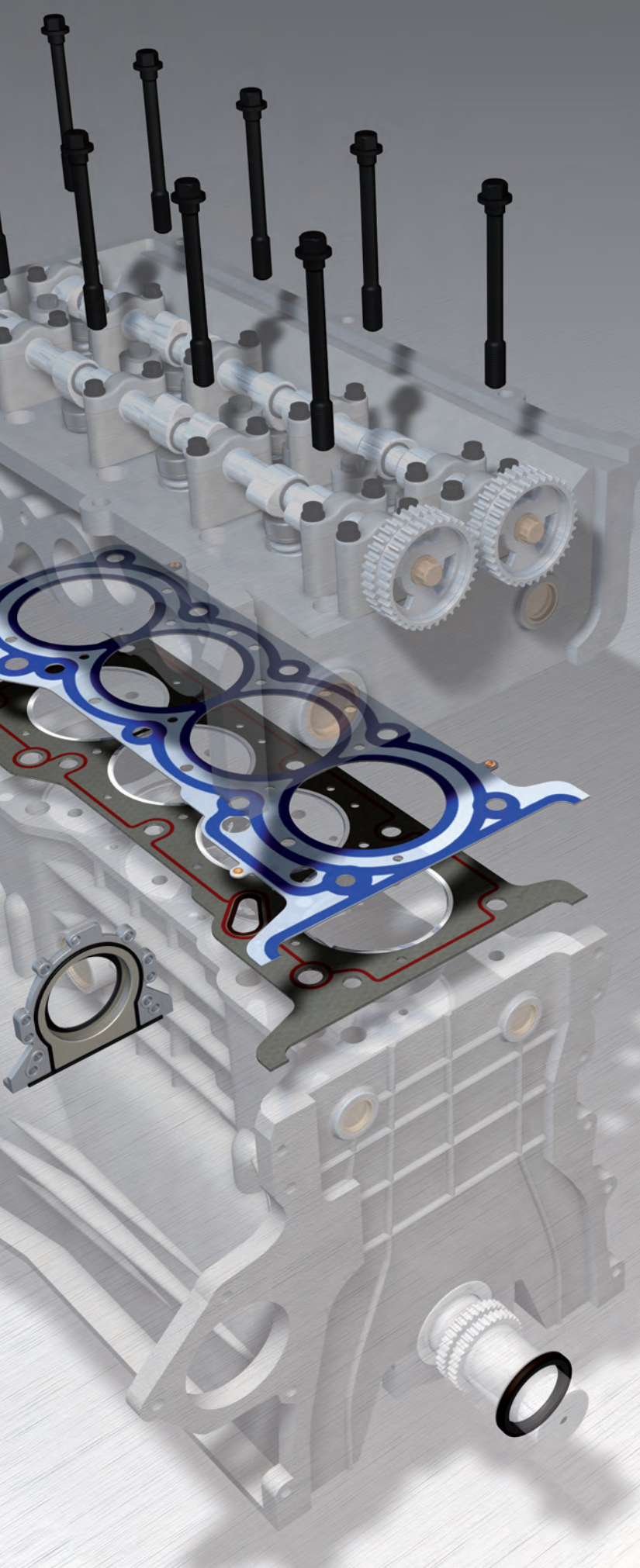
**Wskazówki praktyczne  
dla warsztatów**

## Wskazówki praktyczne dla warsztatów

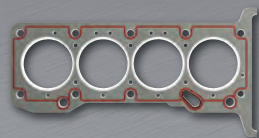
Miękkie uszczelki głowicy cylindra  
Wielowarstwowe uszczelki stalowe (MLS) głowicy cylindra  
Śruby głowicy cylindra  
Uszczelnienia dynamiczne i promieniowe uszczelnienia wału

**GLASER®**

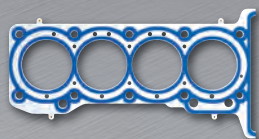




## Treść



**Miękkie uszczelki głowicy cylindra i analiza uszkodzeń**  
Strony 3 – 7



**Wielowarstwowe uszczelki stalowe (MLS) głowicy cylindra i powierzchnie elementów konstrukcyjnych**  
Strony 8 – 11



**Śruby głowicy cylindra i montaż głowicy cylindra**  
Strony 12 – 15



**Promieniowe pierścienie uszczelniające wału z PTFE i montaż**  
Strony 16 – 19



## Miękkie uszczelki głowicy cylindra – klasyka w zakresie uszczelnień głowicy cylindra

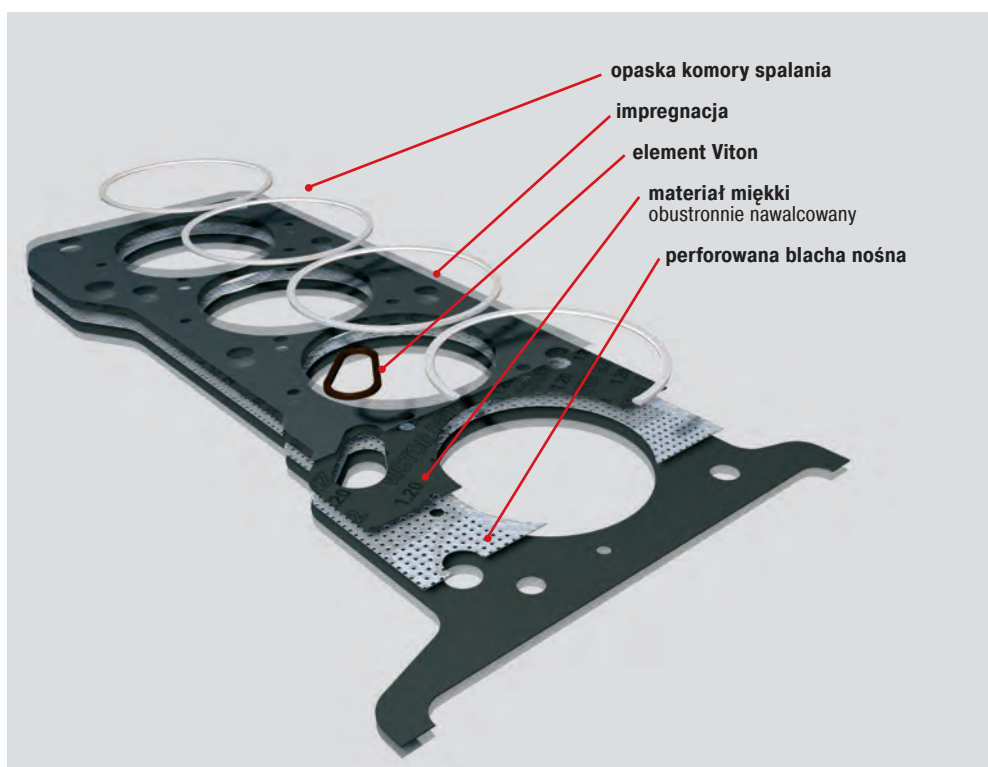
### MIĘKKIE USZCZELKI GŁOWICY CYLINDRA

Klasyczna uszczelka miękka głowicy cylindra jest ściśliwym uszczelnieniem płaskim. Składa się ona z perforowanej blachy nośnej, na którą od strony głowicy i bloku jest nawalcowany miękki materiał. Metalowe obramowania uszczelniają komory spalania i chronią delikatny, miękki materiał przed przegrzaniem. Impregnacja powierzchni materiału miękkiego utrudnia pęcznienie na skutek kontaktu z cieczami takimi jak olej, woda czy środek przeciw zamarzaniu. Tak zwane elementy Viton z elastomeru umożliwiają częściowe zwiększenie docisku w strefie kanałów olejowych.

Na skutek docisku materiał zostaje tak odkształcony, że dopasowuje się optymalnie do powierzchni, które ma uszczelnić. Do uszczelnienia konieczne są bardzo duże siły dokręcania przy niskich elastycznych właściwościach odsprężynowania. Minimalna szerokość paska uszczelki wynosi ok. 6 mm, aby mogła ona wytrzymać duże ciśnienia i wysokie temperatury przy spalaniu.

### ROSĄCE WYMAGANIA Z POWODU WIĘKSZEJ MOCY

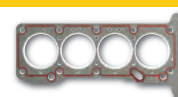
Uszczelki głowicy cylindra muszą zamykać gazoszczelnie komorę spalania i jednocześnie uszczelniać kanały oleju silnikowego i wody chłodzącej, zabezpieczając przed wyciekami płynów. Nowsze silniki stawiają w tym zakresie coraz większe wymagania względem sprawności zamontowanych uszczelki głowicy cylindra.



*Klasyczna miękka uszczelka głowicy cylindra z perforowaną blachą nośną z obustronnie nawalcowanym materiałem miękkim, impregnacją, opaską komory spalania i elementem Viton.*

#### Wymogi stawiane uszczelkom głowicy cylindra:

- Bezpieczne i trwałe uszczelnienie makro i mikro
- Odporność na gaz, olej, wodę i środki przeciw zamarzaniu
- Odporność na różnice temperatur i wysokie ciśnienia spalania
- Stabilność w celu wyrównania skrzywień elementów konstrukcyjnych
- Wytrzymałość na ścinanie i wytrzymałość na rozrywanie elementu uszczelki
- Przenoszenie sił dokręcania
- Przepływ ciepła w nieszczelności



# Uszkodzenia miękkich uszczelek głowicy cylindra

## RODZAJE NIESZCZELNOŚCI

Uszczelki miękkie głowicy cylindra są poddawane rozległemu programowi testującemu. Dopuszczenie do montażu otrzymują tylko uszczelki głowicy o wysokiej jakości i w absolutnie nienagannym stanie. W praktyce może mimo to dojść do powstania nieszczelności, które jednak tylko w wyjątkowych sytuacjach można przypisać uszczelce głowicy cylindra. Przyczyny uszkodzeń uszczelek miękkich mogą być różnorodne.

## NIESZCZELNOŚCI GAZU, OLEJU I ŚRODKA CHŁODZĄCEGO

Nieszczelności pomiędzy głowicą, uszczelką głowicy i blokiem silnika są określane w terminologii fachowej jako wycieki. Rozróżnia się wycieki gazu, oleju i środka chłodzącego. Są to tak zwane wycieki mediów.

**W przypadku miękkich uszczelek głowicy cylindra można mówić o łącznie siedmiu różnych wyciekach mediów:**

- 1 wyciek gazu z komory spalania do komory spalania
- 2 wyciek gazu z komory spalania do obiegu środka chłodzącego
- 3 wyciek gazu na zewnątrz
- 4 wyciek oleju do obiegu chłodzenia
- 5 wyciek oleju na zewnątrz
- 6 wyciek wody do obiegu oleju
- 7 wyciek wody na zewnątrz

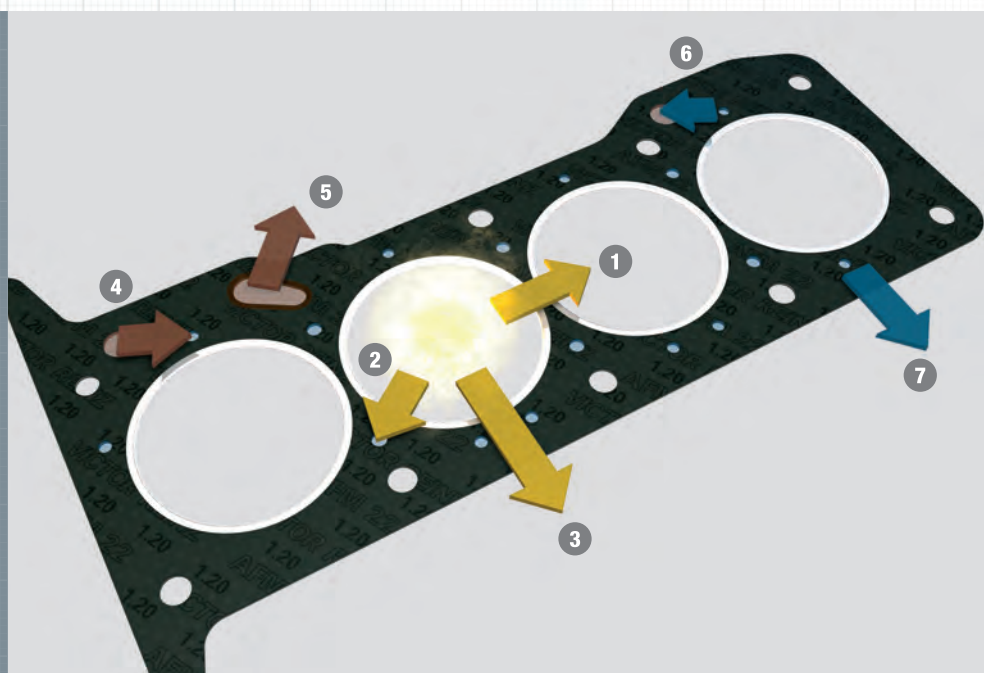
## NASZA RADA: NAJPIERW PRZEANALIZOWAĆ, A POTEM NAPRAWIAĆ

Uszkodzona uszczelka głowicy cylindra powinna być jak najszybciej wymieniona. Wycieki gazu mogą spowodować w krótkim czasie całkowite uszkodzenie uszczelki oraz inne poważne uszkodzenia. Wycieki oleju i środka chłodzącego nie są z reguły stwierdzane w fazie ich powstania, lecz dopiero później. Nie wolno lekceważyć tych uszkodzeń i trzeba natychmiast wymienić uszczelkę głowicy cylindra. Zapamiętajmy: już jedna kropla oleju zanieczyszcza ok. 10.000 litrów wody pitnej!

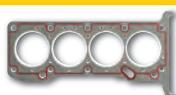
Nie należy się jednak ograniczać do samej wymiany uszkodzonej uszczelki głowicy cylindra. Przeanalizujemy uszkodzenie, a dopiero potem szukamy źródła błędów, ponieważ wyciek może powstać z wielu powodów. Usterka nie jest automatycznie usuwana w momencie wymiany uszczelki głowicy cylindra na nową.



**Wyciek to nieszczelność w systemie, na skutek której mogą dostawać się i wydostawać niepożądane gazy lub ciecze. Wyciek może spowodować uszkodzenie całego systemu.**



Typowe wycieki mediów w przypadku miękkich uszczelek głowicy cylindra.



## Uszkodzenia, analiza, poszukiwanie przyczyn

### ZACZERNIENIA

Najczęstsze uszkodzenia miękkich uszczelnień głowicy cylindra to wycieki gazu z zaczerwienieniami na opasce komory spalania, które można stosunkowo prosto rozpoznać na wyjętej uszczelce. Lekkie zaczerwienienie w tym miejscu na skutek obciążeń termicznych i mikronieszczelności jest normalne. Miejscowe zaczerwienienia są jednak oznaką faktycznego wycieku gazu, który może spowodować uszkodzenie opaski komory spalania na skutek nadmiernego nadmuchu gorących gazów palnych. Materiał uszczelki pod opaską traci w tym przypadku na skutek obciążeń termicznych swoją elastyczność, co powoduje nieszczelności.

Wycieki gazu z zaczerwienieniami mogą powstawać na skutek zbyt małego docisku lub przegrzania silnika.

Przyczynami zbyt małego docisku są wadliwe lub użyte ponownie śruby głowicy cylindra, niewłaściwe dociągi śrub, uszkodzenia głowicy i bloku silnika lub nieprzestrzeganie instrukcji montażu.

Przegrzanie silnika może powstać na skutek uszkodzeń pompy wodnej, chłodnicy, termostatu lub węży do wody, zbyt małej ilości środka chłodzącego w systemie lub nieprawidłowego odpowietrzenia systemu chłodzącego po pracach przy głowicy cylindra. Nieregularne spalanie w silniku na skutek złogów sadzy i wysokiego ciśnienia spalin w przypadku awarii katalizatora stanowią również czynniki ewentualnego przegrzania.



Wyciek gazu z miejscowym zaczerwienieniem opaski komory spalania.

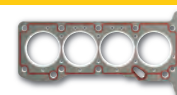


Zniszczenia w strefie części uszczelki na skutek nadmiernego nadmuchu gazów palnych.



Wyciek gazu z mocnymi śladami powstałymi na skutek nadmiernego nadmuchu gorących gazów z komory spalania.

**Przy demontażu uszczelki głowicy cylindra należy bezwzględnie przestrzegać informacji producenta, aby wykluczyć skrzywienia elementów konstrukcyjnych głowicy i bloku silnika. Należy zwracać uwagę na to, aby powierzchnie elementów konstrukcyjnych nie zostały uszkodzone podczas demontażu.**





## NAPEĆNIENIA

Przeegrzanie silnika z jednoczesnym parowaniem powoduje uszkodzenia miękkich uszczelnień głowicy cylindra. Uszkodzenia te są widoczne jako mocne napęcznienia w strefach, w których materiał miękki leży swobodnie w otworach, w których znajduje się woda. Napęcznienia powstają na skutek zniszczenia nieodpornego na działanie pary silikonowego środka impregnującego znajdującego się w materiale uszczelniającym.



Napęcznienia miękkich uszczelnień głowicy cylindra na skutek przegrzania wraz z parowaniem.

## WGNIECENIA I SPŁASZCZENIA

Uszkodzone miękkie uszczelki głowicy cylindra, które wskazują na wgniezione i spłaszczone opaski komory spalania, są uszkodzone przez tak zwaną pracę silnika w warunkach spalania stukowego. W tym procesie dochodzi do niekontrolowanego spalania ze znacznym wzrostem ciśnienia i ekstremalnym ciśnieniem w komorach spalania. Przyczynami spalania stukowego jest złe paliwo ze zbyt niską liczbą oktanową, złe świece zapłonowe lub złe ustawienie świec zapłonowych oraz niska ilość obrotów silnika przez dłuższy czas.



Wgniecenia i spłaszczenia z i bez nadmiernego nadmuchu na skutek pracy stukowej.

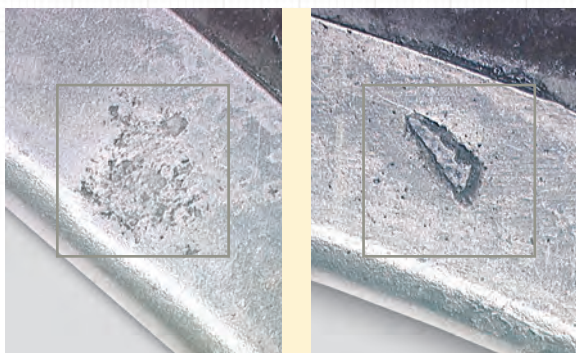
## WYCIEKI OLEJU I ŚRODKA CHŁODZĄCEGO

W porównaniu z wyciekami gazu, uszkodzenia uszczelnień na skutek wycieków oleju i środka chłodzącego są bardzo trudno rozpoznawalne w przypadku wymontowanej uszczelki głowicy cylindra. Ślady rdzy i środka przeciw zamarzaniu z białymi, podobnymi do wapna złoгами na powierzchni uszczelniającej mogą wskazywać na wyciek środka chłodzącego. Rzadko można znaleźć konkretne przesłanki świadczące o wyciekach oleju.

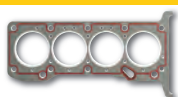
Oprócz znanych przyczyn, za wycieki środka chłodzącego mogą być również odpowiedzialne, chemiczne dodatki w środku chłodzącym i słabej jakości środki przeciw zamarzaniu.

## ZABRUDZENIA, CZĄSTKI CIAŁ OBCYCH I POROWATE POWIERZCHNIE

Praktyka pokazuje, że konieczne jest zwrócenie uwagi na czystość powierzchni uszczelnianych. Wciśnięty brud i cząstki ciał obcych powodują ciągle uszkodzenia i wycieki. Dlatego też należy przestrzegać dokładnego czyszczenia bloku silnika i głowicy cylindra. Ważne jest to szczególnie po obróbce powierzchni w przypadku nierówności elementów konstrukcyjnych, skrzywień, falistości (odchylenia równoległości) lub



Uszkodzenia uszczelnień powstałe na skutek zabrudzeń i cząsteczek ciał obcych.



porowatości (rowki, żłobki). Perfekcyjne, miękkie uszczelnienia głowicy cylindra wymagają odpowiedniej jakości powierzchni uszczelnianych. Zbyt porowate powierzchnie bloku silnika i głowicy cylindra powodują przemieszczanie się gazu pomiędzy komorami spalania i głowicą i powodują uszkodzenie uszczelki.



Porowate powierzchnie bloku silnika i głowicy cylindra powodują przemieszczanie się gazu pomiędzy komorami spalania.

#### DODATKOWE MASY USZCZELNIAJĄCE

Dodatkowo naniesione masy uszczelniające mogą w najgorszym przypadku spowodować uszkodzenie właściwego uszczelnienia na skutek pęknięcia lub rozdarcia materiału miękkiego. Dotyczy to zwłaszcza elementu Viton, ponieważ element ten na skutek dodatkowo nałożonej masy uszczelniającej nie może powrócić do przewidzianej w tym celu przestrzeni materiału elastomerowego podczas fazy ogrzewania i chłodzenia silnika. Na skutek tego powstaje pęknięcie materiału lub zerwanie elementu Viton.



Pęknięcie lub wyrwanie materiału miękkiego i uszkodzony element Viton na skutek niewłaściwego nałożenia dodatkowych mas uszczelniających.

#### Rada eksperta!

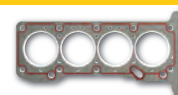
**Podczas montażu miękkich uszczeltek głowicy cylindra z elementem Viton należy zwracać uwagę, aby uszczelka głowicy cylindra i głowica były dokładnie ustawione. Przez złe ustawienie element Viton może zostać nadmiernie ściśnięty lub przecięty ostrymi krawędziami elementów konstrukcyjnych.**

**Dodatkowe masy uszczelniające są konieczne tylko wtedy, gdy producent to wyraźnie zaleca!**

#### Rada eksperta!

**Instrukcja postępowania w przypadku uszkodzeń uszczelki:**

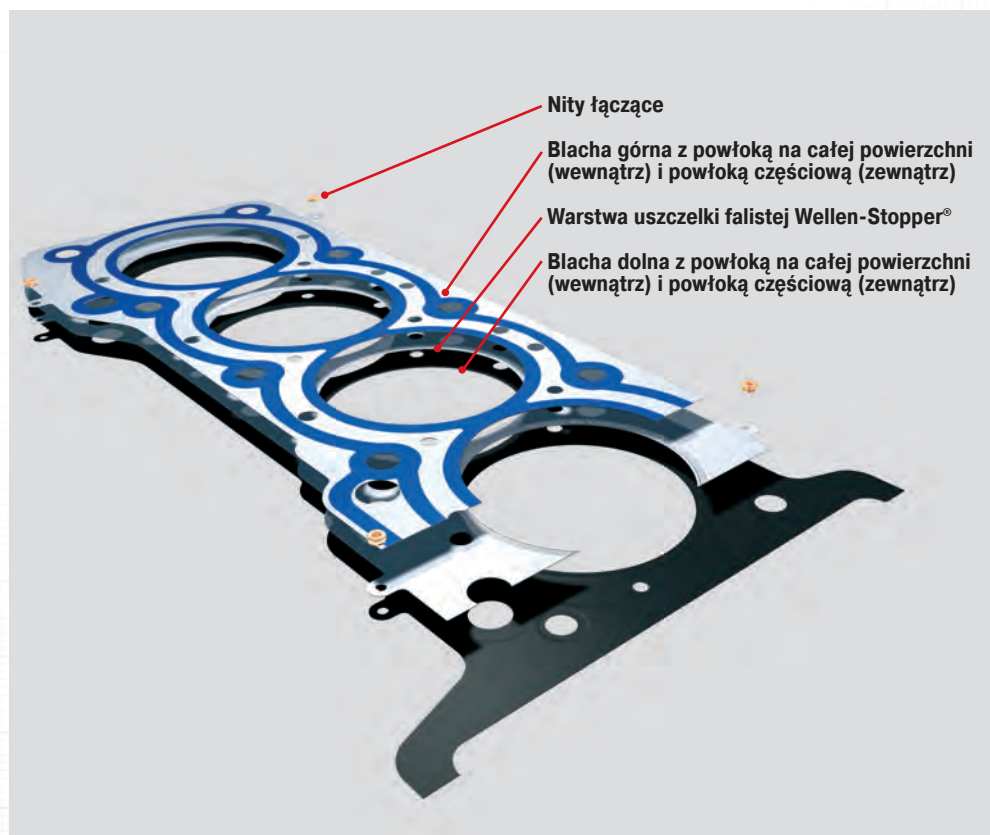
1. Przed demontażem uszczelki głowicy cylindra należy jednoznacznie zidentyfikować miejsce wycieku.
2. Należy przeanalizować uszkodzenie i ustalić przyczynę błędu. Uszczelka może, ale nie musi, być przyczyną.
3. Należy usunąć przyczynę uszkodzenia, aby zapobiec kolejnym uszkodzeniom.
4. Dopiero potem należy zamontować nową uszczelkę głowicy cylindra.
5. Należy przestrzegać instrukcji montażu przygotowanej przez producenta.





# Wielowarstwowe uszczelki stalowe (MLS) głowicy cylindra – innowacyjne systemy uszczelnień dla nowych koncepcji silnika

Typowa uszczelka 3-warstwowa MLS z blachą górną, aktywną warstwą Wellen-Stopper® i blachą dolną. Rowki oraz powłoka elastomerowa na całej powierzchni (wewnątrz) i częściowa (zewnątrz) wpływają pozytywnie na właściwości uszczelniające tych nowoczesnych systemów uszczelnień. Uszczelnienia makro dzięki rowkom i mikro dzięki powłokom elastomerowym.



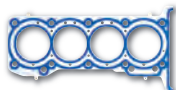
## TRENDY WYZNACZAJĄCE KIERUNEK

Moment obrotowy i moc wzrastają, zużycie paliwa i emisje zmniejszają się. Cele rozwoju w zakresie budowy silnika określają wymagania w stosunku do nowoczesnych systemów uszczelniających. Coraz większe ciśnienie przy zapłonie i temperatury wystawiają uszczelnienia głowicy cylindra na obciążenia. Rozwiązanie: wielowarstwowe uszczelki stalowe głowicy cylindra - krótko mówiąc uszczelki głowicy MLS. Pierwsze uszczelki głowicy cylindra

zostały wyprodukowane z włókien azbestowych, które były wzmocnione od strony głowicy i bloku cienkimi warstwami blachy miedzianej oraz metalowymi opaskami przy komorach spalania. Do końca lat osiemdziesiątych materiały zawierające azbest, później nawalcowane na włókno stalowe lub perforowaną blachę nośną określały rozwój uszczelki głowicy cylindra. Po wprowadzeniu ustawowego zakazu stosowania azbestu materiały te zostały zastąpione przez materiały o praktycznie podobnej budowie, które nie zawierają azbestu (AFM®).

## WIĘKSZA SKUTECZNOŚĆ USZCZELNIANIA DZIĘKI STALI WIELOWARSTWOWEJ

Uszczelki głowicy cylindra ze stali wielowarstwowej składają się z dwóch do pięciu warstw stali sprężynowej lub węglowej, które są nakładane warstwami, tworząc uszczelkę głowicy cylindra. Skutecznemu uszczelnieniu gazów i mediów służą karby na komorach spalania oraz miejscowy nacisk (makrouszczelnianie) na przedostawanie się oleju i wody; na całej powierzchni lub na jej częściach nałożone powłoki elastomerowe poprawiają dodatkowo skuteczność uszczelnienia (mikrouszczelnianie).





## Lepsze uszczelnienie dzięki optymalnej jakości powierzchni

### JAKOŚĆ POWIERZCHNI USZCZELNIANYCH

Uszczelki głowicy cylindra MLS są wiodącą koncepcją przyszłości w zakresie uszczelnień. Już dzisiaj uszczelnienie pomiędzy głowicą cylindra i blokiem silnika jest zagwarantowane prawie wyłącznie dzięki uszczelkom głowicy cylindra ze stali wielowarstwowej. Za perfekcyjne uszczelnienie odpowiedzialna nie jest wyłącznie jakość uszczelki głowicy cylindra. Jakość powierzchni głowicy cylindra i bloku silnika są również czynnikiem o decydującym znaczeniu.

**Standardy dotyczące jakości powierzchni uszczelnianych są określone w normie DIN EN ISO 4287. Wynoszą one dla chropowatości  $R_z \leq 15 \mu\text{m}$ , dla głębokości profilu  $P_t \leq 22 \mu\text{m}$ . Uszczelki głowicy cylindra muszą dlatego też posiadać duże zdolności uszczelniania makro i mikro.**

Wymagania stawiane jakości powierzchni są zasadniczym czynnikiem uzyskania dobrych wyników zakresie uszczelnień. Przy montażu uszczelki głowicy cylindra należy bezwzględnie przestrzegać zalecane wartości. Nie ma w tym przypadku żadnej różnicy pomiędzy uszczelkami głowicy cylindra miękkimi i ze stali wielowarstwowej.

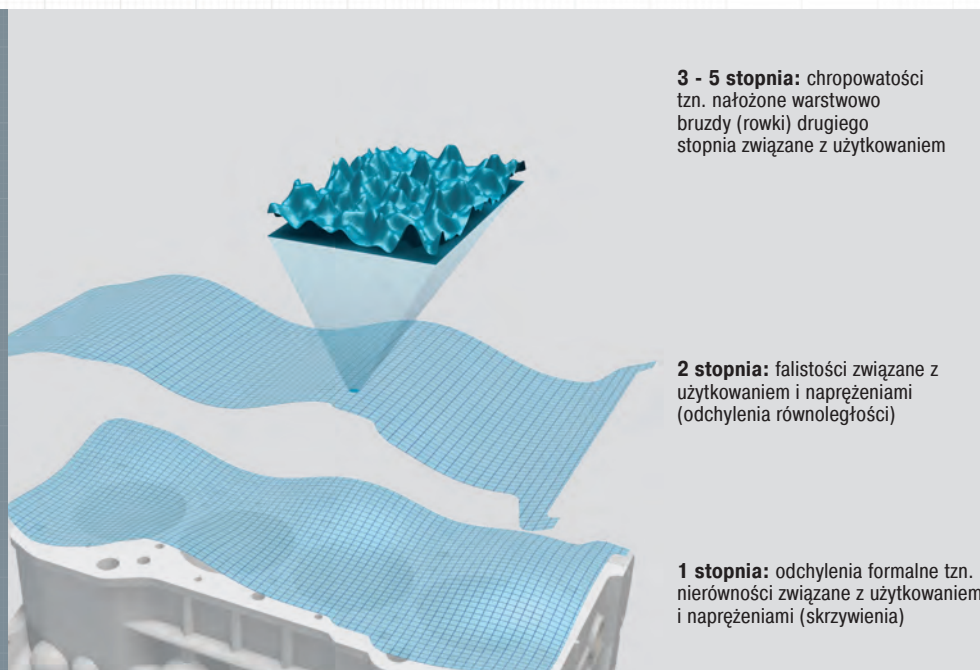
### ODCHYLENIA KSZTAŁTU

Jakość powierzchni głowicy cylindra i bloku silnika ulega pogorszeniu na skutek następujących odchylenia kształtu:

- nierówności elementów konstrukcyjnych
- skrzywienia elementów konstrukcyjnych
- falistości (odchyłki równoległości)
- chropowatość (żłobki i rowki)

### NIERÓWNOŚCI I ZNIEKSZTAŁCENIA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Nierówności i zniekształcenia elementów konstrukcyjnych można ustalić przy pomocy liniatu krawędziowego. Pomiary dokonywane są zgodnie z metodą szczeliny świetlnej. Przyrząd kontrolny trzymany jest krawędzią do powierzchni i przesuwany wzdłuż i w poprzek silnika tam i z powrotem nad otworami śrub. Nierówności pokazuje powstała szczelina świetlna. Mierzone wartości powinny wynosić w kierunku wzdłuż na długości 100 mm poniżej 0,03 mm i na długości 400 mm poniżej 0,05 mm oraz w kierunku poprzecznym na długości 100 mm poniżej 0,03 mm.

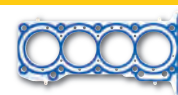


**3 - 5 stopnia:** chropowatości tzn. nałożone warstwowo bruzdy (rowki) drugiego stopnia związane z użytkowaniem

**2 stopnia:** falistości związane z użytkowaniem i naprężeniami (odchylenia równoległości)

**1 stopnia:** odchylenia formalne tzn. nierówności związane z użytkowaniem i naprężeniami (skrzywienia)

Wpływ jakości powierzchni na odchylenia kształtu na przykładzie bloku silnika.



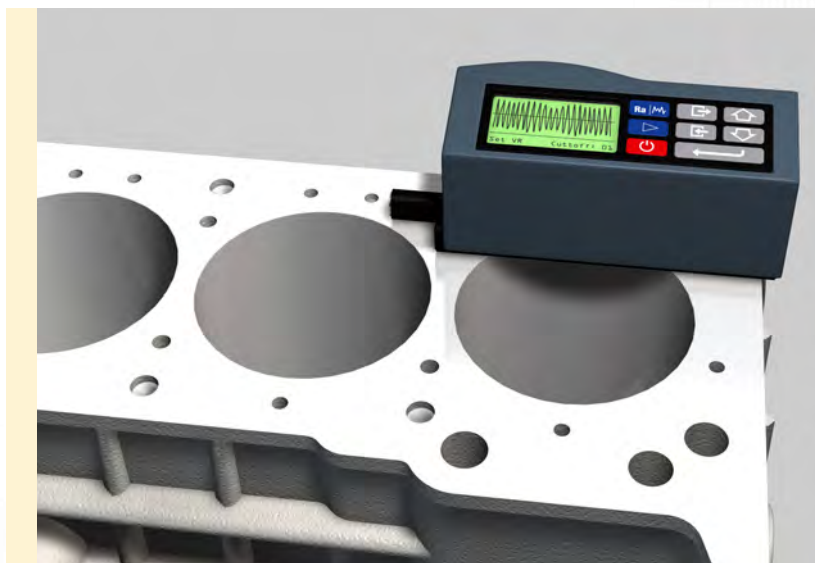
## FALISTOŚCI I CHROPOWATOŚCI

Falistości i chropowatości można ustalić za pomocą macek mierniczych, które prowadzone są poziomo na całej powierzchni uszczelnianej. Falistości powinny wynosić poniżej  $20\ \mu\text{m}$ , chropowatości pomiędzy  $7\ \mu\text{m}$  i  $20\ \mu\text{m}$ .

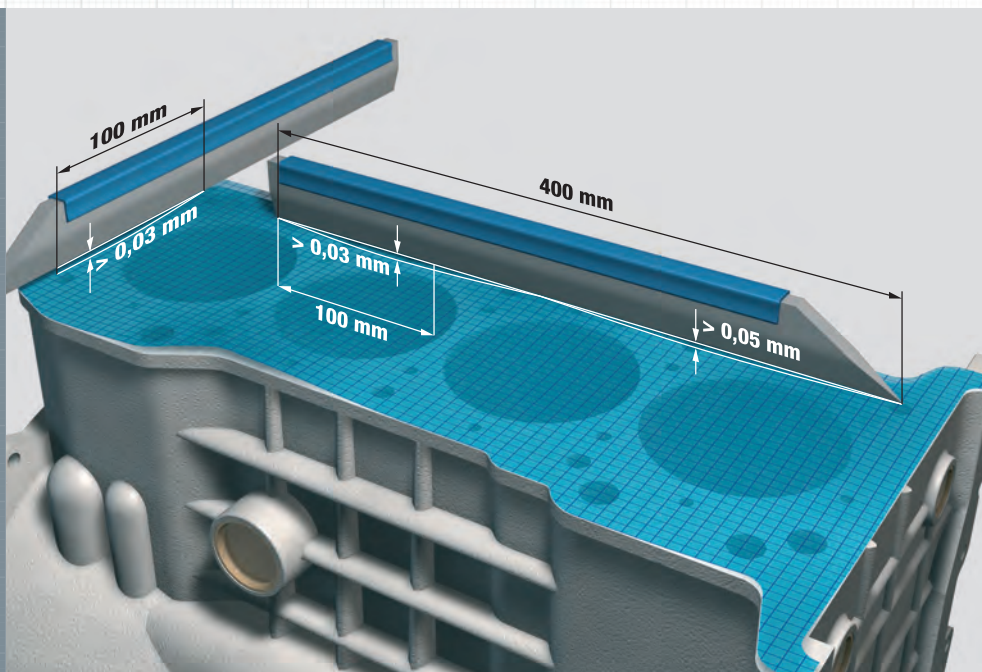
Z analizy zarejestrowanych danych wynika m.in. maksymalna wysokość nierówności  $R_{\text{max}}$ . Jest to ważna dla jakości powierzchni wartość, ponieważ pokazuje najbardziej prawdopodobny kanał wycieku.

## DOŚWIADCZENIA Z PRAKTYKI

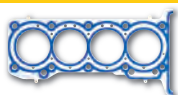
Podczas badania 1.200 bloków silnika, gdy wykonano osiem pomiarów każdego bloku silnika wartości  $R_{\text{max}}$  wynosiły pomiędzy  $8\ \mu\text{m}$  i  $18\ \mu\text{m}$ . Tylko w przypadku niewielu powierzchni wartości wynosiły do  $25\ \mu\text{m}$ .



Maksymalne wartości dla falistości i chropowatości (żłobki i rowki).  
Praktyczny pomiar mackami mierniczymi i pokazanie możliwych kanałów wycieku.



Maksymalne wartości dla nierówności i zniekształceń elementów konstrukcyjnych.  
Praktyczny pomiar przy pomocy liniatu krawędziowego zgodnie z metodą szczeliny świetlnej.





## Uszczelki głowicy cylindra MLS – optymalne rozwiązanie dla każdej jakości powierzchni

Dzięki specjalnej konstrukcji wielowarstwowe uszczelki metalowe dopasowują się do każdej powierzchni przy założeniu, że jakość powierzchni odpowiada opisanym zakresom tolerancji.

### Rada eksperta!

**Należy koniecznie przestrzegać wymogów związanych z jakością powierzchni:**

→ **nierówności elementów konstrukcyjnych**

poniżej 0,03 mm na długości 100 mm w kierunku wzdłuż

poniżej 0,05 mm na długości 100 mm w kierunku wzdłuż

poniżej 0,03 mm na długości 100 mm w poprzek

→ **falistości**

poniżej 7  $\mu\text{m}$

→ **chropowatości**

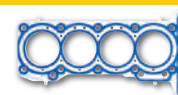
między 7  $\mu\text{m}$  i 20  $\mu\text{m}$

Jeżeli przestrzegane są te wartości, to uszczelki głowicy cylindra MLS stanowią najbardziej pewne uszczelnienie. Jeśli tylko wartości te zostaną przekroczone, powierzchnie muszą być poprawione.

### MLS – LEPSZY EFEKT I BEZPIECZEŃSTWO

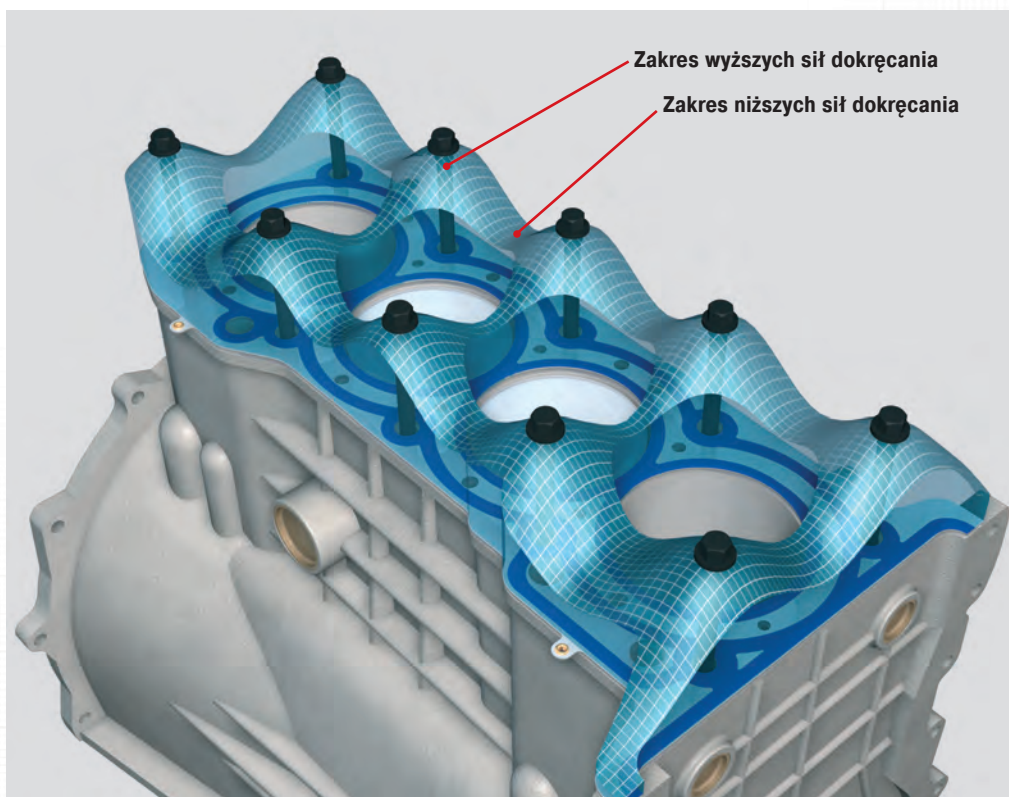
Uszczelki MLS i uszczelki miękkie głowicy cylindra stawiają takie same wymagania względem powierzchni uszczelnianej. Przy montażu nie występują żadne zasadnicze różnice, wyjątek stanowi metoda dociągania.

Jednak: przyszłość należy do stalowych uszczelek wielowarstwowych. Znacznie większa zdolność uszczelniania umożliwia większe ciśnienie przy zapłonie przy równocześnie mniejszej sile śrub.



# Śruby głowicy cylindra – mocne połączenie w celu perfekcyjnego uszczelnienia

*Dociąganie śrub głowicy cylindra wytwarza na skutek siły dokręcania tak zwany docisk, który ma decydujący wpływ na perfekcyjne uszczelnienie.*



## ELEMENT ŁĄCZĄCY

Śruby głowicy cylindra są elementem łączącym blok silnika, uszczelkę głowicy i głowicę cylindra.

Siła dokręcania jest najważniejszym czynnikiem wzajemnego uszczelnienia komory spalania, kanałów oleju silnikowego i wody chłodzącej oraz temperatury powietrza. To zadanie, które musi być perfekcyjnie zrealizowane zarówno w przypadku podciśnienia jak i dużego ciśnienia, niezależnie od tego czy w stanie zimnym czy mocno rozgrzanym.

## DOCISK

Dociąganie śrub głowicy cylindra powoduje poprzez siłę dokręcania powstanie tak zwanego docisku, który ma decydujący wpływ na perfekcyjne uszczelnienie. Śruby w połączeniu z zastosowaną metodą dociągania wpływają przy tym mocno na jakość docisku.

**Jako docisk określana jest siła na każdą powierzchnię styku dwóch elementów konstrukcyjnych, np. pomiędzy głowicą cylindra lub blokiem silnika i uszczelką głowicy cylindra. W przeciwieństwie do ciśnienia docisk na powierzchni styku nie jest stały.**





## Specjalne śruby – większa siła dokręcania

### INNOWACYJNE ROZWIĄZANIE BEZ PÓŹNIEJSZEGO DOCIĄGANIA

W latach osiemdziesiątych producenci silników opracowali ze względów ekonomicznych połączenia uszczelniające głowicy cylindra niewymagające późniejszego dociągania. Montaż głowicy cylindra bez późniejszego dociągania śrub głowicy stanowił innowację techniczną w produkcji seryjnej. Również przy wymianie uszczelki głowicy cylindra nie było już konieczne późniejsze dociąganie w wielu pozio-  
mach momentu obrotowego. Cel ten można to było osiągnąć poprzez optymalne zharmonizowanie elementów: poprzez szczelne połączenie bloku silnika, uszczelki głowicy cylindra, głowicy cylindra i śrub głowicy.

### ŚRUBY ELASTYCZNE Z ROZCIĄGANYM TRZONEM

Śruby, które są dociągane powyżej granicy elastyczności, aż do zakresu plastyczności, gwarantują duże i równomierne siły dokręcania. To ważny warunek uzys-

kania bezpiecznych połączeń uszczelniających bez konieczności późniejszego dociągania. Śruba elastyczna z rozciąganym trzonem stanowi tutaj ważną przewagę w stosunku do śrub z długim trzonem. Dzięki zwięźleniu trzonu śruba może ona przyjąć w sposób elastyczny dynamiczne ruchy szczeliny w uszczelnieniu i tym samym znacznie lepiej je zrownoważać.

### METODA DOCIĄGANIA KĄTA OBROTU

W pierwszym kroku śruba jest umieszczana w głowicy cylindra poprzez dociąg (moment wstępny). Drugim dociąganiem, tak zwanym dalszym kątem obrotu śruba jest dociągana poza zakres swojej elastyczności do zakresu plastyczności.

Przy zastosowaniu metody dociągania kąta obrotu odchylenia siły dokręcania wynoszą  $\pm 10\%$ . W przypadku metody dociągania z wieloma poziomami momentu obrotowego wartości te wynoszą około  $\pm 30\%$  obliczonej wartości siły dokręcania. Przyczyną tego jest zakres rozpraszania momentu obro-

towego i całkowity współczynnik tarcia, który wynika z wartości tarcia pod łbem śruby i w gwincie.

### GWARANCJA PEWNOŚCI DZIĘKI NOWYM ŚRUBOM

Przy zastosowaniu metody dociągania kąta obrotu śruby głowicy cylindra stają się trwale odkształcone. Po wyjęciu są one znacznie dłuższe niż przy montażu. W pierwszej fazie pracy w stanie nagrzanym silnika śruba jest dodatkowo rozciągana. Przede wszystkim, gdy śruba stalowa natrafia na silniki z aluminium lub z bimetalu, ponieważ obydwa materiały rozciągają się w ciepło mocno w sposób zasadniczo różny.

W najgorszym przypadku śruba może się urwać przy ponownym użyciu lub przy montażu natrafić na koniec otworu nieprzelotowego albo uszkodzić blok silnika. Dlatego ze względu na bezpieczeństwo, śrub głowicy cylindra należy używać tylko jeden raz.

### Rada eksperta!

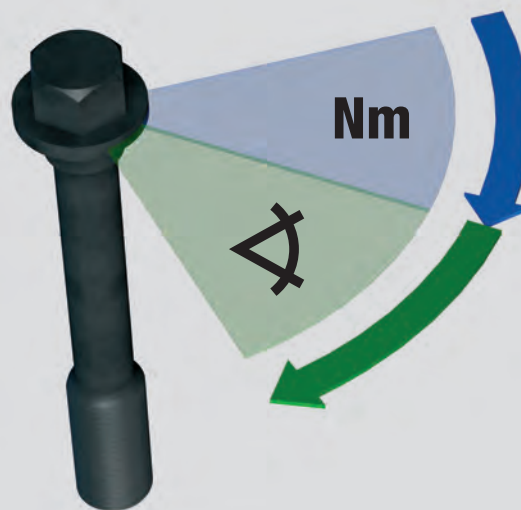
Przy zastosowaniu metody dociągania kąta obrotu śruby głowicy cylindra stają się trwale odkształcone. Dlatego ze względu na bezpieczeństwo śrub głowicy cylindra należy używać tylko jeden raz!



Śruba elastyczna z rozciąganym trzonem



Śruba z długim trzonem



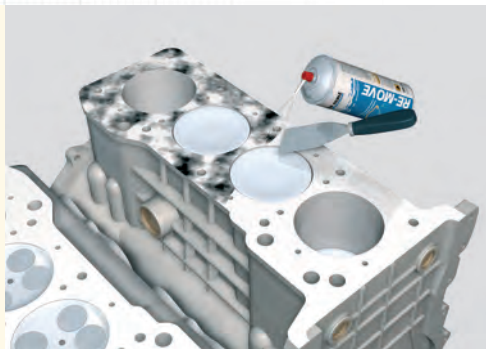
Metoda dociągania kąta obrotu z momentem wstępnym i dalszym kątem obrotu.

Zaletą śruby elastycznej z rozciąganym trzonem: w porównaniu ze śrubami z długim trzonem może być ona dociągana powyżej swojej granicy elastyczności, aż do zakresu plastyczności. Gwarancja dużych i równomiernych sił dokręcania.

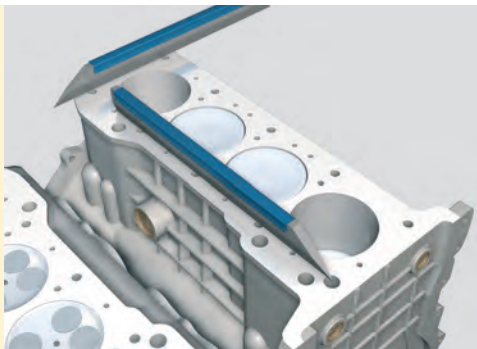


## Wskazówki praktyczne: przygotowanie i montaż głowicy cylindra

### TE PUNKTY ...



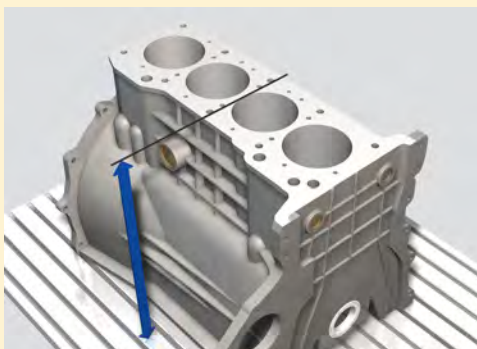
1. Wyczyścić dokładnie powierzchnie uszczelniane bloku silnika i głowicy cylindra; ciała obce i pozostałości na powierzchniach są częstymi przyczynami błędów.



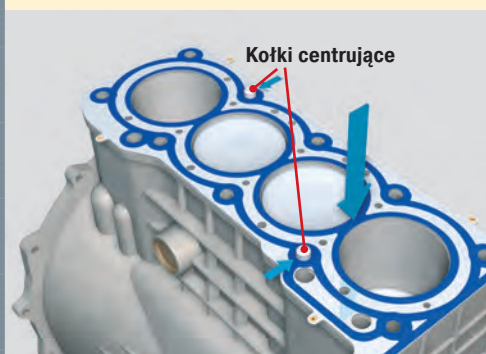
2. Sprawdzić równość powierzchni przy pomocy liniału krawędziowego wzdłuż i wszerz.



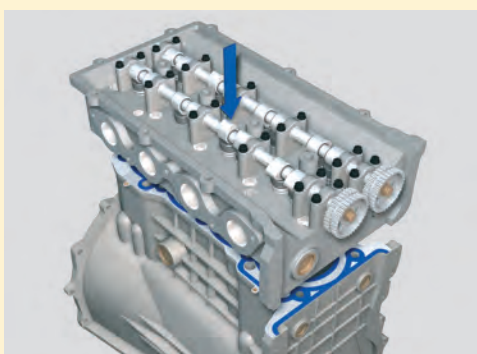
3. Usunąć rysy, skrzywienia elementów konstrukcyjnych, rowki i żłobki, np. przez szlifowanie powierzchni czołowych w specjalistycznym zakładzie.



4. Zwracać uwagę na minimalną grubość bloku silnika i głowicy cylindra zgodnie z danymi producenta oraz przewidzianą grubość uszczelek głowicy cylindra.



5. Wyśrodkować uszczelkę głowicy cylindra na bloku silnika; nie stosować żadnych dodatkowych środków uszczelniających, smarów stałych lub olejów.



6. Nałożyć głowicę cylindra; nie uszkodzić podczas montażu uszczelki głowicy cylindra.



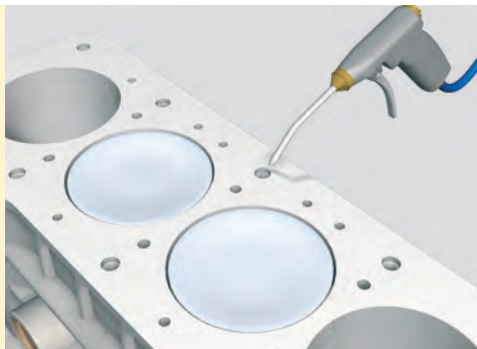


## Wskazówki praktyczne: wymiana śrub głowicy cylindra

... POWINNY BYĆ PRZESTRZEGANE.



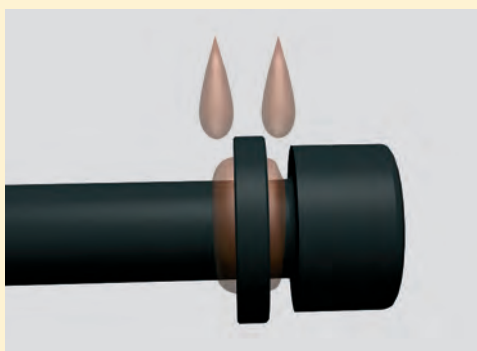
7. Używać nowych śrub głowicy cylindra.



8. Wyczyścić gwintowania otworów i usunąć zabrudzenia, olej i wodę, np. przez wydmuchanie sprężonym powietrzem.



9. Zwilżyć lekko olejem gwint śruby i łeb śruby głowicy cylindra; nanieść w tym celu trochę oleju na szmatkę i kręcić śrubą w szmatce.



10. Posmarować obustronnie olejem podkładkę, jeżeli producent przewiduje jej zamontowanie.



11. Przestrzegać koniecznie instrukcji i wskazówek producenta dotyczących dociągania śrub głowicy cylindra. Instrukcje montażu różnią się nie tylko w zależności od producenta, ale również w zależności od silnika.



12. Stosować tylko zaakceptowane i zalecane środki przeciw zamarzaniu lub środki antykorozyjne.

Śruby elastyczne są przez producenta tak wykonane, że mogą być rozciągane bezproblemowo powyżej swego zakresu elastycznego aż do zakresu plastyczności. Po osiągnięciu wyjściowego momentu obrotowego śruba jest poruszana dalej o ustalony kąt i naprężana wstępnie w zakresie plastyczności. Późniejsze dociąganie nie jest przez to już konieczne.



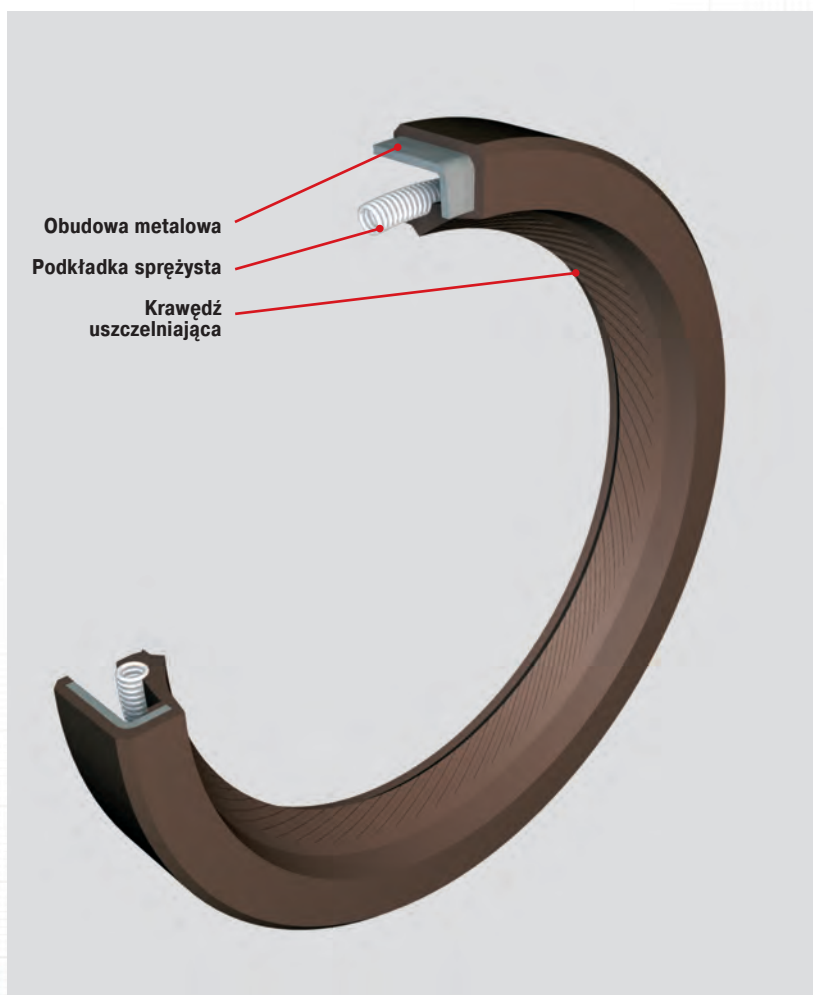
## Uszczelnienia dynamiczne i promieniowe uszczelnienia wału

### USZCZELNIENIA DYNAMICZNE

Zadaniem uszczelnień dynamicznych jest wzajemne uszczelnianie dwóch ruchomych części maszyny. Najważniejszymi formami są pierścienie uszczelniające wał, służące uszczelnieniu obracających się wałów i uszczelki trzonu zaworu, których zadaniem jest redukcja ilości oleju przepływającego z głowicy cylindra do komory spalania.

### PROMIENIOWE PIERŚCIEŃ USZCZELNIAJĄCE WAŁ

Promieniowe pierścienie uszczelniające wał mają za zadanie uszczelnienie na zewnątrz obracających się wałów korbowych. Klasyczne promieniowe pierścienie uszczelniające wał składają się z metalowej obudowy, w której jest dynamiczna krawędź uszczelniająca oraz która odpowiada za uszczelnienie statyczne. Krawędź uszczelniająca pierścieni uszczelniających wał, która jest wyprodukowana zazwyczaj z materiału elastomerowego, przebiega na powierzchni obracającego się wału. Przy tym jest naciskana promieniowo przez podkładkę sprężystą do powierzchni wału. Na skutek ruchu obrotowego na krawędzi uszczelniającej powstaje w uszczelnieniu szczelina ok. 1  $\mu\text{m}$ , przez którą przedostaje się olej, którego zadaniem jest smarowanie krawędzi uszczelniającej.



Konstrukcja zwykłego uszczelnienia olejowego z pierścieniem sprężystym.

**Uszczelnienie dynamiczne nie może być nigdy bezwzględnie szczelne. Tylko wtedy, gdy pod uszczelką jest zdefiniowana ilość oleju, który ma za zadanie smarowanie, to funkcja ta jest trwale zapewniona. Poruszanie się wzajemne części wytwarza ciepło i ścieranie. Przez zamierzoną nieszczelność zapobiega się zużyciu i tym samym uszkodzeniu uszczelki. Dodatkowo uszczelnienie dynamiczne podczas postoju wytwarza uszczelnienie statyczne pomiędzy wałem i krawędzią uszczelniającą.**





## Idealne połączenie – pierścienie uszczelniające wał i PTFE

### NOWE WYMAGANIA W STOSUNKU DO PIERŚCIENI USZCZELNIAJĄCYCH WAŁ

Rozwój w dziedzinie budowy silnika powoduje stawianie coraz wyższych wymagań w stosunku do tego typu uszczelnień. Zwiększająca się ilość obrotów i temperatury oleju, dłuższe odstępy czasowe wymiany oleju oraz coraz bardziej uszlachetniane oleje, które bardziej agresywnie oddziałują na zastosowane materiały, wymagają nowego, bardziej trwałego rozwiązania. Materiał uszczelniający przyszłości dla promieniowych pierścieni uszczelniających to politetrafluoroetylen - w skrócie PTFE.

### ZALETY W PRZYSZŁOŚCI

Małe tarcie i mały pobór mocy są decydującymi zaletami pierścieni uszczelniających wał z PTFE. Również podczas pracy przy niedostatecznym smarowaniu i przy braku smarowania można bez problemu zastosować to uszczelnienie. Bardzo dobre współczynniki termiczne materiału, obciążalność od -130 °C do +200 °C są bezkonkurencyjne. Dodatkowo PTFE wykazuje wysoką trwałość chemiczną i małe siły rozrywające po przestojach.

### PTFE – MATERIAŁ Z PAMIĘCIĄ

Przy ogrzaniu PTFE wraca do swojej pierwotnej formy wyjściowej. Innymi słowy: materiał pamięta swój stan początkowy. Proces ten nazywany jest efektem Plastic-Memory i umożliwia rezygnację ze sprężyny, której zadaniem jest wywołanie naprężenia wstępnego.

Krawędź uszczelniająca jest produkowana jako płaski pierścień i w tej formie jest łączona z pierścieniem usztywniającym. Podczas montażu na wale początkowo płaska krawędź uszczelniająca jest rozciągana na średnicy wału i zginana. Gdy krawędź uszczelniająca rozgrzeje się podczas pracy silnika, to usiłuje wrócić do swojej formy wyjściowej.

### FORMA I BUDOWA

Obudowa wykonana jest ze stali nierdzewnej. Pierścień uszczelniający o przekroju okrągłym z fluoroelastomeru zapewnia optymalne uszczelnienie statyczne. Średnica wewnętrzna jest dokładnie osiowana do średnicy zewnętrznej. Krawędź uszczelniająca składa się z wysoce odpornego na ścieranie i odpornego na tarcie PTFE. Dodatkowa krawędź przeciwpływa

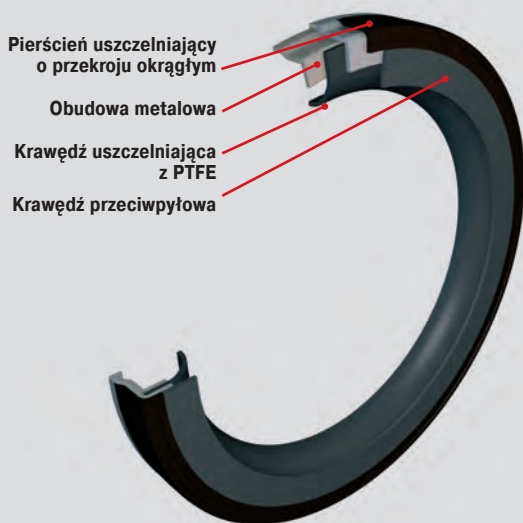
(gumowa lub taśma filcowa) stanowi skuteczną barierę przeciw wnikaniu cząsteczek kurzu.

### FORMA SPECJALNA ZINTEGROWANEGO PIERŚCIENIA USZCZELNIAJĄCEGO WAŁ

Zintegrowane pierścienie uszczelniające wał skracają czasy produkcji seryjnej silników. Ponieważ musi być zamontowany jeszcze tylko jeden element konstrukcyjny, to prace montażowe przy taśmie i występujące nieszczelności zostają zredukowane o ok. 1/3. Również podczas wymiany pierścienia uszczelniającego wał na wale korbowym można znacznie zaoszczędzić czas.



**Politetrafluoroetylen - w skrócie PTFE - jest fluorowanym polimerem i należy do klasy poliolefin. Materiał ten jest znany jako Teflon i Gore-Tex. PTFE został odkryty przypadkowo przez chemika Roya Plunketta już w roku 1938.**



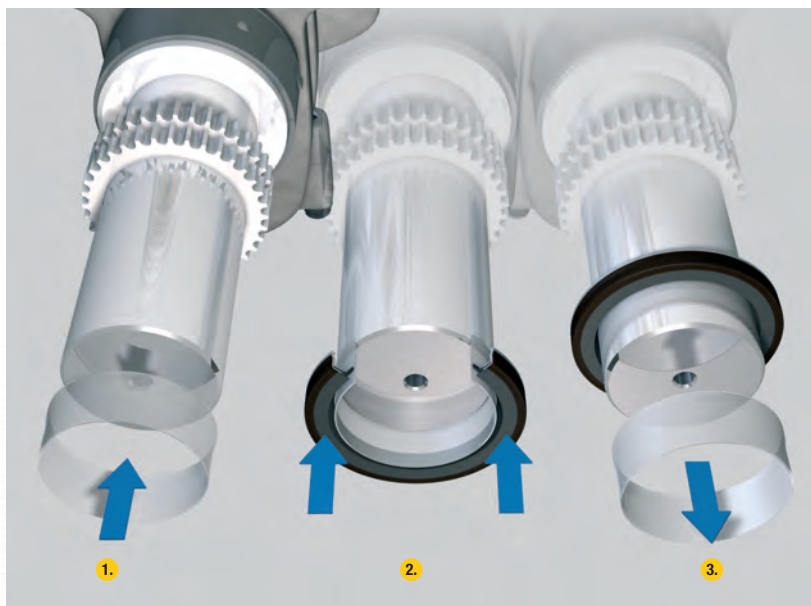
### Rada eksperta!

*Podczas montażu zintegrowanych promieniowych pierścieni uszczelniających wał należy zwracać uwagę na to, że miska olejowa musi być z reguły lekko poluzowana, aby nałożyć pierścień uszczelniający wału na wał korbowy.*

Budowa promieniowego pierścienia uszczelniającego wał z krawędzią uszczelniającą z PTFE.



## Montaż pierścieni uszczelniających wał z PTFE



W przeciwieństwie do montażu zwykłych pierścieni uszczelniających podczas montażu nowych pierścieni z krawędzią uszczelniającą z PTFE należy uwzględnić kilka różnic.

### Rada eksperta!

1. Promieniowy pierścień z PTFE uszczelniający wał do ochrony przed kurzem i innymi zanieczyszczeniami wyjąć z opakowania zabezpieczającego dopiero przed montażem.
2. Promieniowe pierścienie z PTFE uszczelniające wał są wyposażone w celu ochrony krawędzi uszczelniającej w tuleję z tworzywa sztucznego. Tuleja ta może być z reguły zastosowana jako tuleja montażowa; należy ją usunąć dopiero po montażu.
3. Jeśli pierścień uszczelniający jest montowany bez tulei, to należy używać narzędzi określonych przez producenta.
4. Zarówno krawędź uszczelniająca z PTFE jak również powierzchnia wału muszą być całkowicie suche. Nie należy używać żadnych smarów stałych ani olejów!
5. Wał nie może mieć żadnych ostrych ścięć. Jeżeli jednak są, to należy zlecić ich usunięcie fachowcowi ds. silnika/napraw silnika.
6. Powierzchnia wału musi być doskonałej jakości. Ewentualne uszkodzenia muszą być również w tym przypadku fachowo usunięte.
7. Tuleję montażową nałożyć z promieniowym pierścieniem uszczelniającym na wał.
8. Należy zwracać uwagę na prawidłowe ustawienie pierścienia uszczelniającego. Tuleja musi być tak ustawiona, żeby było możliwe beznasadowe przejście na wał.
9. Przesunąć pierścień uszczelniający umiarkowanym ruchem na wał.
10. Przy wymianie krawędzi uszczelniającej z PTFE nie może być nałożona na stare miejsce.
11. Dopiero teraz należy usunąć tuleję montażową.
12. Aby optymalnie dopasować krawędź uszczelniającą do wału, który ma być uszczelniony, silnik powinien być uruchomiony dopiero po ok. czterech godzinach od zakończenia montażu.

**Prawidłowe funkcjonowanie promieniowego pierścienia z PTFE uszczelniającego wał gwarantuje przestrzeganie rad eksperta oraz informacji producenta.**





## Uszkodzenie pierścieni uszczelniających wał z PTFE

### USZKODZENIE KRAWĘDZI USZCZELNIAJĄCEJ Z PTFE

Najczęstszą przyczyną awarii są uszkodzenia krawędzi uszczelniającej z PTFE w procesie montażu. Jeżeli montuje się krawędź uszczelniającą bez tulei lub bez specjalnego narzędzia i przy tym porusza lub nawet skręca, to bezpieczne uszczelnienie nie jest już możliwe. Również zastosowanie smarów stałych i oleju powoduje, jak w przypadku klasycznych pierścieni uszczelniających, całkowite uszkodzenie promieniowych pierścieni uszczelniających z PTFE bezpośrednio po montażu.

### Rada eksperta!

*W przypadku naprawy zwykłych promieniowych pierścieni uszczelniających wał możliwa jest wymiana na nowe pierścienie promieniowe z krawędzią uszczelniającą z PTFE.*

*GLASER oferuje szeroką gamę produktów nowej generacji promieniowych pierścieni uszczelniających wał z PTFE. Wszelkie dostępne pierścienie uszczelniające wał z PTFE znajdziecie Państwo w naszych aktualnych katalogach produktów.*



Uszkodzona krawędź uszczelniająca z PTFE jako przyczyna uszkodzenia.



Natuszczona krawędź uszczelniająca z PTFE jako przyczyna uszkodzenia.

**Bezpośredni kontakt do  
GLASER Service Center**

Telefon +34 976 465 100  
Telefaks +34 976 572 003  
E-Mail [glaser.info@dana.com](mailto:glaser.info@dana.com)



Printed in Germany · 10/2009

**DANA AUTOMOCIÓN, S.A.  
ZARAGOZA PLANT**

Pol. Ind. Malpica, Calle F, 59  
50016 Zaragoza/Hiszpania  
Tel. +34 976 465 100  
Faks +34 976 572 003  
[www.glaser.es](http://www.glaser.es)

**GLASER®**

A Product of DANA Corporation