

# Śruby głowicy cylindrów w praktyce



Optymalne bezpieczeństwo:  
Uszczelnienie głowicy cylindra  
i śruby głowicy cylindrów od  
jednego dostawcy



Das Original



# Spis treści

Strona

<b>1</b>	Mocowanie głowicy cylindra 6	
<b>2</b>	Funkcjonalność	8
<b>3</b>	Rodzaje śrub	10
<b>4</b>	Wszystko kręci się wokół bezpieczeństwa i nas też to kręci!	12
<b>5</b>	Profesjonalna naprawa	15
<b>6</b>	Kontrola jakości	16
<b>7</b>	Właściwości techniczne	18
<b>8</b>	Opakowanie	19



# Zasad bezpieczeństwa się nie nagina

## Elring podkręca poziom usług

Profesjonalna naprawa zespołu uszczelniającego głowicę cylindra wymaga przy dzisiejszej generacji silników odnowienia obu elementów: uszczelnienie głowicy cylindra i śrub mocujących głowicę cylindra.

Kompletny zestaw śrub mocujących głowicę cylindra firmy Elring pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze. U nas znajdziesz wszystko, czego potrzebujesz:

uszczelnienie głowicy cylindra i pasujący zestaw śrub głowicy cylindra

- do prawie wszystkich samochodów osobowych i użytkowych,
- w sprawdzonej jakości,
- dobrane dla danego przypadku naprawy silnika,
- zapakowane w specjalny karton z ochroną gwintu,
- wygodnie i szybko,
- bezpośrednio od producenta uszczelnień.



Właściwe dokręcenie  
dla optymalnego bezpieczeństwa



Śruby głowicy cylindrów



Uszczelnienie głowicy cylindra



Naprawa głowicy cylindra

Bezpieczne  
uszczelnienie  
i optymalne  
osiągi silnika  
na 100%

Śruby głowicy cylindrów Elring są dostępne dla następujących marek samochodów:

ALFA ROMEO | AUDI | BMW | BUICK | CADILLAC  
CHEVROLET | CHRYSLER | CITROËN  
CUPRA | DACIA | DAEWOO | DAF | DEUTZ | DODGE  
DS | FIAT | FORD | GMC | HOLDEN | HONDA  
HYUNDAI | ISUZU | IVECO | JAGUAR | JEEP | KIA  
LADA | LAND ROVER | LANCIA | MAN  
MAZDA | MERCEDES-BENZ | MINI | MITSUBISHI  
NISSAN | OLDSMOBILE | OPEL | PEUGEOT  
PONTIAC | PORSCHE | RENAULT | ROVER | SAAB  
SATURN | SCANIA | SEAT | ŠKODA  
SSANGYONG | SUBARU | SUZUKI | TOYOTA  
VAUXHALL | VOLKSWAGEN | VOLVO

# Mocowanie głowicy cylindra

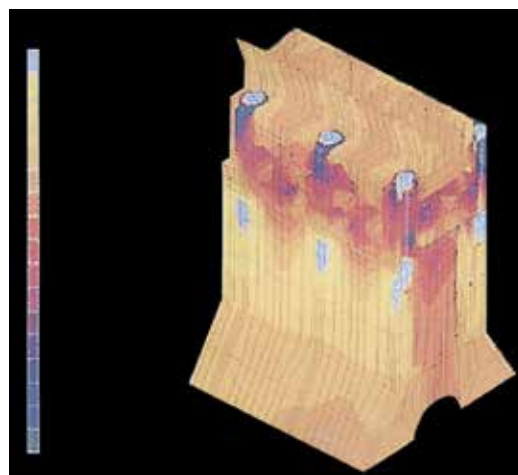
## Maksymalne bezpieczeństwo

Standardem w konstrukcji silnika są niewymagające dociągania mocowania głowicy cylindra. Ma to swoje uzasadnienie techniczne i ekonomiczne zarówno dla produkcji silników, jak i ich montażu w przypadku napraw:

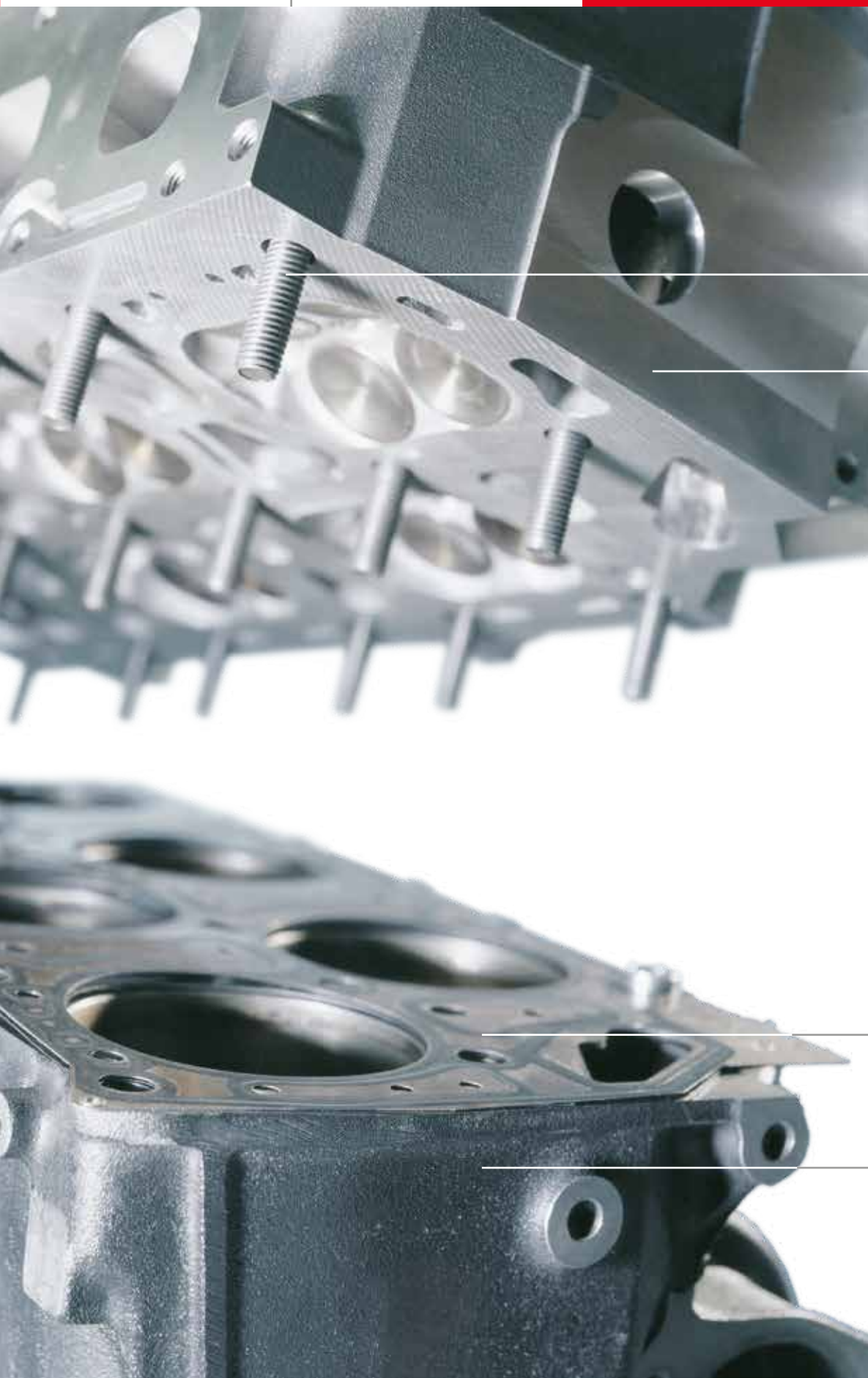
- równomiernie wysoki poziom nacisku wszystkich śrub
- niezawodne połączenie uszczelniające
- oszczędność kosztów

Aby uniknąć późniejszego dokręcania i jednocześnie uzyskać niezawodne mocowanie głowicy cylindra, komponenty wchodzące w skład zespołu uszczelniającego głowicę cylindra muszą być do siebie dopasowane pod względem konstrukcyjnym już na etapie projektowania.

Śruba mocująca głowicę cylindra, dzięki swojej konstrukcji i jakości materiału, w znacznym stopniu przyczynia się do prawidłowego uszczelnienia zespołu uszczelniającego.



Naprężenia rozciągające i ściskające w zespole uszczelniającym głowicę cylindra – uwidocznione za pomocą metody elementów skończonych



Zespół uszczelniający  
głowicę cylindra

Śruby głowicy cylindrów

Głowica cylindra

Uszczelnienie głowicy cylindra

Skrzynia korbowa  
Tuleja cylindra (w zależności  
od konstrukcji silnika)



# Funkcjonalność





## Efektywny rozkład sił

Śruby głowicy cylindra są elementami konstrukcyjnymi zespołu uszczelniającego głowicę cylindra, które wytwarzają niezbędny nacisk powierzchniowy i przenoszą go na komponenty silnika. W tym celu śruby głowicy cylindrów muszą być wkręcane zgodnie z dokładnie określonymi procedurami i kolejnością dokręcania.

Uszczelnienie głowicy cylindra może jedynie rozdzielić całkowitą siłę, jaką dysponuje, na różne obszary, które mają zostać uszczelnione (uszczelnienie gazu, wody i kanałów oleju silnikowego). Jest to określone jako specyficzny rozkład ciśnienia uszczelnienia.

### **W związku z tym**

całkowita siła wytwarzana przez śruby głowicy cylindrów i jej równomierny rozkład w całym zespole uszczelniającym jest istotnym warunkiem funkcjonowania uszczelnienia głowicy cylindra.

Aby spełnić wymagania nowoczesnych konstrukcji lekkich silników, takie jak

- wyższe ciśnienia zapłonu (do 220 bar),
- zwiększony ruch względny komponentów silnika,
- zmniejszona sztywność silnika i większa rozszerzalność cieplna elementów dzięki konstrukcji ze stopu aluminium-magnezowego,
- redukcja odkształceń otworów cylindra i głowicy cylindra (czyli zmniejszone siły działania śrub),

również śruby głowicy cylindra uległy w ciągu ostatnich dziesięcioleci znacznym zmianom konstrukcyjnym. Ich właściwości muszą spełniać wymogi silnika aż do ostatniego szczegółu.

Najważniejsze zmiany zostały wprowadzone w

- konstrukcji śrub,
- procesie dokręcania.

Użyto również ulepszonych materiałów i procesów produkcyjnych śrub.

Ponadto zmienione zostały powłoki powierzchniowe śrub pod kątem korzystniejszych warunków tarcia.

# Rodzaje śrub

## Pierwszy wybór dla lekkich silników

Lekkie konstrukcje silników, takie jak

- głowicę cylindra wykonane z aluminium i skrzynie korbowe wykonane z żeliwa szarego,
  - głowicę cylindra i skrzynie korbowe wykonane z aluminium,
- wykazują zmienioną charakterystykę rozszerzalności cieplnej w porównaniu ze śrubami mocującymi głowicę cylindra wykonanymi ze stali. Rozszerzalność cieplna aluminiowych elementów silnika jest około dwukrotnie większa niż rozszerzalność cieplna śrub mocujących głowicę cylindra.

Zastosowanie lekkich materiałów w komponentach silnika i zmienione procedury dokręcania są powodami, dla których następujące geometrie śrub są głównie stosowane do napinania głowicy cylindra w dzisiejszych konstrukcjach silników:

### **Śruby z gwintem walcowym.**

Zastosowanie w przeważającej większości silników samochodowych. Śruby z gwintem walcowym charakteryzują się gwintowaniem na trzonie. Śruba nie jest dodatkowo obrabiana poprzez skrawanie. Właściwości sprężyste śruby z długim gwintem są bardzo zbliżone do śruby elastycznej z rozciągającym trzonem, która musi być przerabiana przez obróbkę skrawaniem. Dlatego też jest ona również określana jako tańszy odpowiednik śruby elastycznej z rozciągającym trzonem.

### Śruby z krótkim gwintem walcowym

W przypadku tych śrub gwint jest nawijany tylko do maksymalnej głębokości wkręcania. Najwyżej położona część gwintu absorbuje największą siłę i dlatego zazwyczaj ulega trwałemu odkształceniu plastycznemu.



### Śruby rozciągliwe spiralne.

Są to śruby z gwintem grubo- i jedno- lub wielo-wojnym, nawiniętym na wał w formie „rozciągliwej spirali”. Ponadto „rozciągliwa spirala” zwiększa elastyczność w tym miejscu i zapewnia równomierne rozłożenie naprężeń. Sprężystość śruby rozciągliwej spiralnej zależy od średnicy rdzenia wybranego profilu rozciągliwej spirali: Im mniejsza jest ta średnica, tym bardziej zbliża się ona do charakterystyki śruby elastycznej z rozciąganiem trzonem.

### Śruby z długim gwintem walcowym.

Śruby te mają bardzo długą część gwintowaną, która zazwyczaj sięga tuż poniżej łba śruby. W tym obszarze następuje sprężyste i plastyczne wydłużenie śruby podczas dokręcania i pracy silnika. Konstrukcja długiego gwintu zwiększa elastyczność, zapewnia równomierne naprężenie wzdłuż trzonu i daje śrubie wystarczającą zdolność do odkształceń plastycznych. Zapewnia to trwałość całego połączenia uszczelniającego głowicy cylindra.



### Śruby elastyczne z rozciąganiem trzonem

Ta konstrukcja śruby jest często stosowana w silnikach pojazdów użytkowych i charakteryzuje się zwężonym trzonem pomiędzy gwintem a łbem śruby. Dzięki mniejszemu przekrojowi poprzecznemu w porównaniu do śrub z gwintem walcowym osiągnięta jest większa elastyczność i plastyczność. Wydłużenie plastyczne istotne dla przypadku naprawy występuje w niewkręconej, zwężonej części trzonu śruby.



# Wszystko kręci się wokół bezpieczeństwa i nas też to kręci!

## Większe bezpieczeństwo

We współpracy między producentami silników a dostawcami przeprowadzono szeroko zakrojone projekty badawczo-rozwojowe w celu opracowania ulepszonych elementów silnika i technologii, takich jak:

- uszczelnienie głowicy cylindra „Metaloflex” o wysokim potencjale uszczelniającym i mniejszym osadzeniu łba śruby,
- śruby głowicy cylindra o specjalnej charakterystyce odkształcenia plastycznego,
- nowe metody dokręcania śrub mocujących głowicę cylindra, które gwarantowałyby ulepszone połączenia uszczelniające zapewniające niezawodne uszczelnienie, szczególnie w przypadku długotrwałego stosowania.

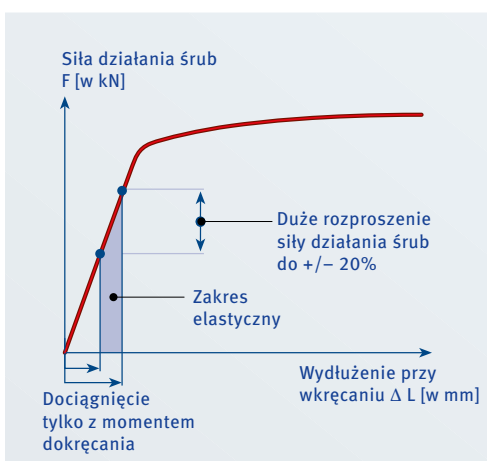
## Dokręcanie śrub za pomocą momentu dokręcania

W przeszłości śruby głowicy cylindrów były dokręcane dokładnie określonym momentem obrotowym w kilku etapach w zakresie sprężystości materiału śruby (rysunek po lewej)

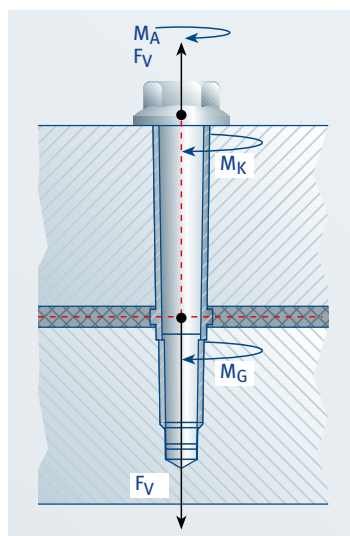
### Cechy szczególne dokręcania momentem dokręcania:

1. Przy stosowaniu momentu dokręcającego  $M_A$  występują wahania siły działania śruby w stosunku do siły naprężenia wstępnego  $F_V$  na poziomie  $\pm 20\%$  z powodu różnych momentów tarcia łba ( $M_K$ ) i momentów tarcia gwintu ( $M_G$ ) (rysunek po lewej). Tą metodą nie można było osiągnąć równomiernego rozłożenia nacisku na cały zespół uszczelniający.

2. W wyniku procesów osadzania uszczelki z miękkiego materiału na zimno po zamontowaniu (co wiąże się z utratą siły naprężenia wstępnego) i dalszej redukcji siły podczas pracy silnika, śruby musiały być ponownie dokręcone po określonym przebiegu silnika. Dokręcenie śrub głowicy cylindra nie wyeliminowało jednak rozproszenia sił działania śrub.



Elastyczne dokręcanie śrub



Siły i momenty podczas dokręcania





## Dokręcanie śruby z momentem dokręcania i kątem dokręcania przy aktualnych generacjach silników

W tej metodzie śruba głowicy cylindra jest nie tylko elastycznie rozciągana, ale również plastycznie wydłużana, co ma znaczące zalety w porównaniu z dokręcaniem śruby momentem dokręcania.

### Opis metody łączonej.

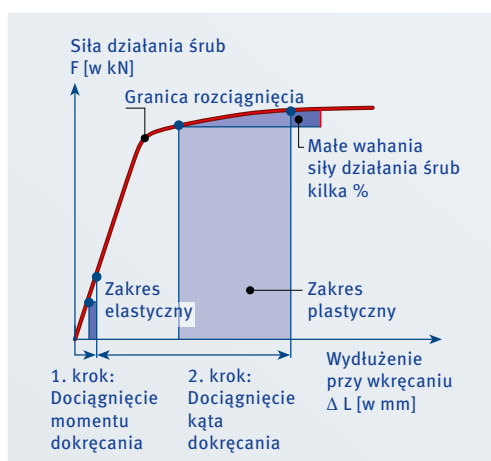
W metodzie moment dokręcania-kąt dokręcania, śruba jest dokręcana w pierwszym kroku z określonym niskim momentem dokręcania w zakresie sprężystości charakterystyki śruby (wykres poniżej).

Po dokręceniu momentu, dokręcanie jest kontynuowane o określony kąt dokręcania. Materiał śruby ulega odkształceniu plastycznemu powyżej granicy plastyczności (która wyznacza przejście z zakresu sprężystego do plastycznego).

### Zalety dokręcania z kątem dokręcania:

1. Ta metoda dokręcania, w połączeniu z nowymi konstrukcjami śrub, może znacznie zmniejszyć rozprzestrzenianie się siły naprężenia wstępnego śruby. Zastosowanie kąta dokręcania nie przekłada się na większą siłę naprężenia wstępnego, a jedynie na plastyczne wydłużenie śruby. W ten sposób uzyskuje się równomiernie wysoki poziom siły działania śrub na wszystkich śrubach głowicy cylindra – jest to ważny warunek dla szczelności całego połączenia.

2. Nie ma potrzeby ponownego dokręcania śrub głowicy cylindra. Umetalowe zmniejszają konieczność późniejszego dokręcania, ponieważ występują tu tylko niewielkie wartości osadzenia. Pozostałe wahania siły działania śrub wynikają z tolerancji wymiarowych produkcji śrub oraz tolerancji wytrzymałościowych materiału.



Plastyczne dokręcanie śrub

## Kolejność dokręcania

Śruby głowicy cylindra (np. 1–10 w silniku 4-cylindrowym; rysunek poniżej) muszą być wkręcone zgodnie z dokładnie określoną kolejnością dokręcania (patrz instrukcja producenta). Podobnie jak momenty dokręcania i kąty dokręcania, są one określone przez producentów silników i uszczelnień i są dostosowane do danej konstrukcji silnika. Do każdego uszczelnienia głowicy cylindra i każdego zestawu uszczelniającego głowicę cylindra Elring dołącza wielojęzyczne wytyczne dotyczące dokręcania specyficzną dla danego silnika.

Dokręcanie śrub odbywa się w kilku etapach, przy czym poszczególne etapy mogą wyglądać na przykład tak:

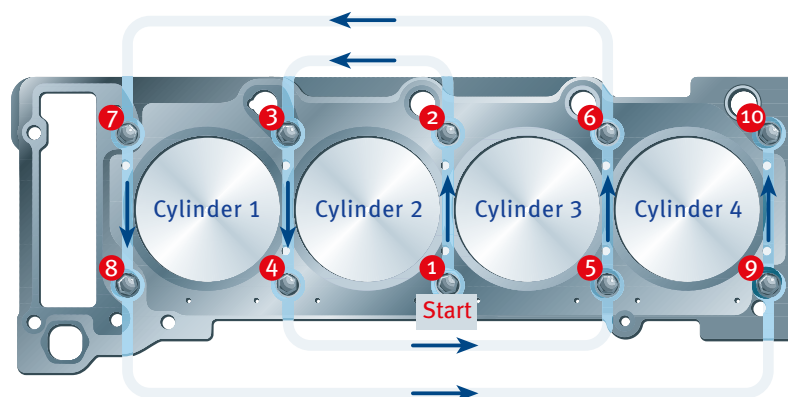
- 1. Etap 20 Nm (tzn. dokręcić śruby 1–10 z momentem dokręcania 20 Nm)
- 2. Etap 60 Nm (tzn. dokręcić śruby 1–10 z momentem dokręcania 60 Nm)
- 3. Etap 90° (tzn. dokręcić śruby 1–10 z kątem dokręcania 90°)
- 4. Etap 90° (tzn. dokręcić śruby 1–10 raz jeszcze z kątem dokręcania 90°)

### Każda kolejność dokręcania opiera się na następującej prawidłowości:

poszczególne etapy dokręcania śrub rozpoczynają się zawsze w środku silnika (pomiędzy cylindrem 2 i cylindrem 3; patrz przykład), następnie kontynuuje się pracę spiralnie lub „na krzyż” po obu stronach do zewnętrznych śrub cylindra 1 i cylindra 4.

Dzięki temu głowica cylindra i uszczelnienie głowicy cylindra są optymalnie zamocowane do skrzyni korbowej.

W przypadku nieprzestrzegania wytycznych może dojść do niepożądanych odkształceń i zniekształceń komponentów silnika. Może to spowodować wycieki w zespole uszczelniającym głowicę cylindra.



Kolejność dokręcania głowicy cylindra (przykład)

# Profesjonalna naprawa

## Tylko nowe śruby głowicy cylindrów są w 100% bezpieczne

Obecne generacje silników posiadają ulepszone koncepcje uszczelnień dostosowane do konstrukcji silnika. Podstawową rolę odgrywa tutaj działanie śrub mocujących głowicę cylindra.

Dzięki:

- nowemu sposobowi dokręcania momentem dokręcania, uwzględniając dodatkowo kąt dokręcania (plastyczne wydłużenie śruby), jak również
- nowoczesnym konstrukcjom silników, np. połączeniom aluminiowo-aluminiowym (dodatkowe wydłużenie plastyczne podczas pierwszego rozgrzania silnika).

Śruby głowicy cylindrów mogą ulec plastycznemu wydłużeniu o kilka milimetrów w stosunku do stanu pierwotnego

Oprócz zmiany właściwości wytrzymałościowych i wydłużenia materiału śruby, wydłużenie śruby wiąże się również ze zmniejszeniem jej przekroju poprzecznego. W przypadku ponownego użycia tej śruby istnieje ryzyko, że przyłożona siła działania śruby nie będzie mogła zostać przejęta przez zredukowany przekrój poprzeczny. W rezultacie może dojść do zerwania śruby.

Badania wykazały, że w przypadku śruby M10 o średniej wytrzymałości 10.9, jej wytrzymałość może zmniejszyć się o 10–15%, jeśli średnica śruby zostanie zmniejszona o zaledwie 0,3 mm. Oznacza to, że uszczelka jest ściskana z niewystarczającą siłą i po krótkim czasie może dojść do przecieku. Dlatego na potrzeby fachowej naprawy zespołu uszczelniającego głowicę cylindra, obowiązują wytyczne producenta silnika i uszczelnienia:

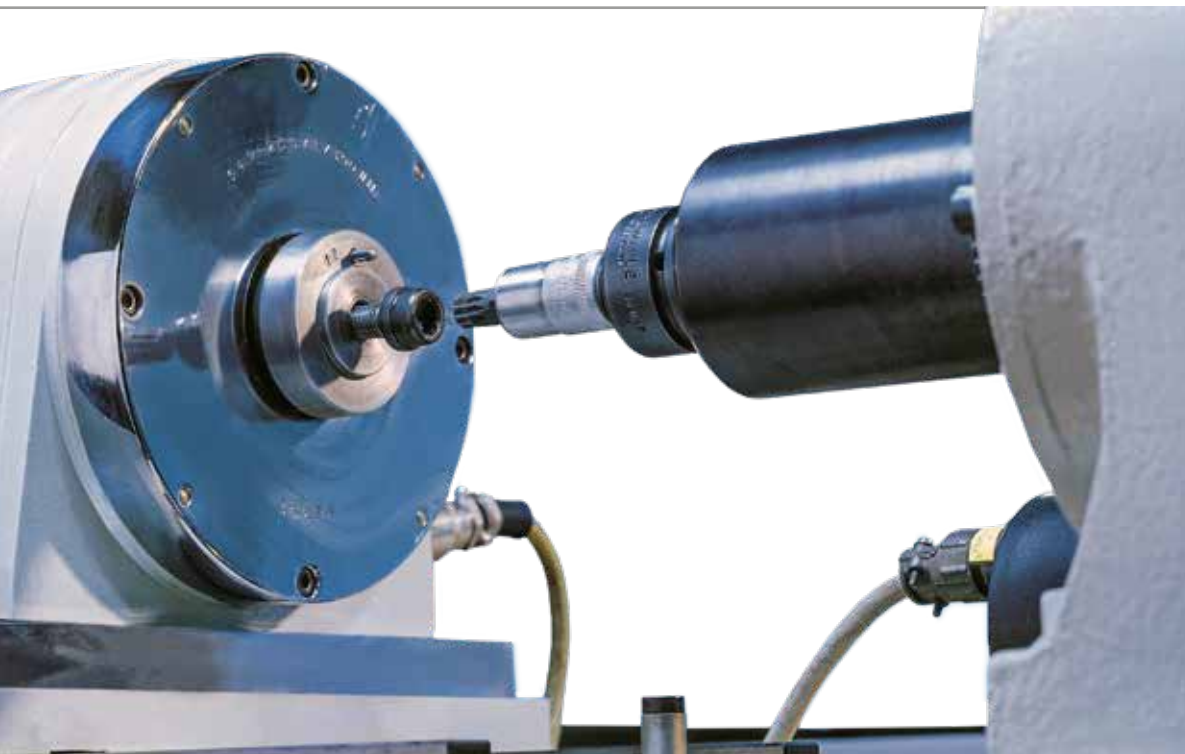
- zawsze stosować nowe śruby głowicy cylindra i nowe uszczelnienie głowicy cylindra,
- przestrzegać momentów i kątów dokręcania,
- przestrzegać kolejności dokręcania,
- stosować oczyszczone komponenty silnika, odporne na deformacje,
- montaż może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel specjalistyczny,
- stosować wysokiej jakości narzędzia.

Tylko w przypadku przestrzegania tych wytycznych możliwe jest optymalne mocowanie i działające połączenie uszczelniające. W żadnym razie nie wolno ponownie wykorzystywać użytych wcześniej i wydłużonych plastycznie śrub. W ten sposób zapobiega się możliwym szkodom pośrednim, takim jak wycieki i wynikające z nich koszty napraw, niezadowoleni klienci i utrata wizerunku.



Wydłużone plastycznie i zwężone śruby głowicy cylindrów

# Kontrola jakości



Stanowisko do badania śrub – test bezpieczeństwa w celu określenia charakterystyki śruby

## Sprawdzone bezpieczeństwo

Każdy typ silnika stawia śrubom mocującym głowicę cylindra określone wymagania, które muszą one spełniać, aby zagwarantować funkcjonowanie całego połączenia uszczelniającego.

Dlatego dla każdego typu śruby sprawdzane są kompleksowo odpowiednie rysunki, wstępne raporty z badań próbek oraz różne opracowania dotyczące specyfikacji chemicznej i wymiarowej.

Dodatkowe pomiary przeprowadzane na stanowisku do badania śrub przed dopuszczeniem do obrotu zapewniają standard jakości.



## Utworzenie krzywej charakterystyki śruby na stanowisku do badania śrub

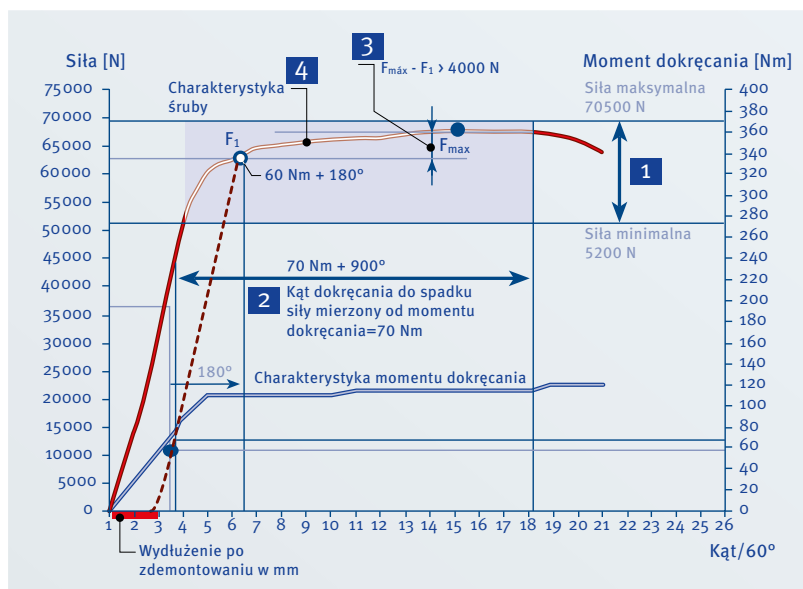
Podczas testu, śruba jest dokręcana poza określoną procedurą dokręcania (tutaj moment dokręcania 60 Nm + kąt dokręcania 180°) w celu uzyskania szczegółowej i informacyjnej charakterystyki śruby. Charakterystyczna krzywa zarejestrowana podczas dokręcania jest oceniana według następujących kryteriów:

1. Uzyskana siła działania śruby  $F_1$  po dokręceniu z określonym momentem dokręcania i kątem dokręcania (tutaj 60 Nm + 180°) musi mieścić się w określonym zakresie siły pomiędzy siłą minimalną i maksymalną (10 N ~ 1 kg).
2. Po przyłożeniu określonego momentu dokręcania (tutaj 70 Nm) musi być jeszcze możliwe obrócenie śruby o co najmniej 2 obroty (kąt dokręcania  $\pm 90^\circ$ , w zależności od producenta). Siła działania śruby nie może ulec znacznemu zmniejszeniu.
3. Różnica pomiędzy zmierzoną siłą maksymalną  $F_{max}$  a siłą po dokręceniu  $F_1$  musi być większa niż wartość podana przez producenta (tutaj 4000 N).

4. Podczas dokręcania charakterystyka śruby (czerwono-żółta) musi przebiegać zgodnie z przedstawionym przebiegiem. Nie może ona wykazywać żadnych skoków ani innych odchyłeń.

Spełnienie tych czterech najważniejszych kryteriów na stanowisku do badania śrub, jak również towarzyszące im raporty dotyczące wymiarów i konsystencji chemicznej, gwarantują, że testowany typ śruby ma potencjał do bezpiecznego uszczelnienia silnika.

Aby dopełnić charakterystykę, w lewym dolnym rogu wykresu widoczne jest pozostałe wydłużenie śruby po usunięciu jej ze stanowiska badawczego. Przy odkręcaniu śruby charakterystyka przesuwa się w dół od wartości  $F_1$  wzdłuż czerwonej przerywanej linii. Czerwona linia jest wtedy równa trwałemu wydłużeniu śruby po jej usunięciu.



Charakterystyka śruby



# Opakowanie



## Śruby głowicy cylindra – bezpieczna dostawa

Przykładamy dużą wagę do tego, aby nasze śruby głowicy cylindra docierały do naszych klientów w sprawdzonej jakości, w bezpiecznych dla transportu opakowaniach i bez uszkodzeń. Z tego powodu śruby głowicy cylindra są odpowiednio pakowane, w przyjazne dla środowiska składane pudełka. Ponadto, dzięki indywidualnym wkładkom do pudełek, ok. 95% z ponad 200 dostępnych typów śrub o różnych długościach i średnicach może być ekonomicznie zapakowanych w pudełko składane. Ułatwia to też późniejsze ich przechowywanie.

Dzięki temu rozwiązaniu optymalizujemy funkcje ochronne i logistyczne oraz zapewniamy, że śruby spełniają określone funkcje, a tym samym wymagania naszych klientów.

Niezawodne zaopatrzenie naszych klientów na całym świecie w produkty o identycznej jakości i najlepszy serwis jest częścią filozofii naszej firmy oraz podstawą długotrwałej i konstruktywnej współpracy z naszymi klientami.



Informacje podane na stronie – zebrane na podstawie długoletniego doświadczenia i wiedzy – nie są kompletne. Wszelkie roszczenia wynikające z wykorzystania tych informacji zostaną odrzucone. Wszelkie części zamienne mogą być montowane wyłącznie przez przeszkolony personel. Zastrzegamy sobie możliwość dokonania zmian w zakresie oferty oraz zmian technicznych. Zastrzegamy sobie prawo do błędów w druku.

ElringKlinger AG | Dział części zamiennych  
Max-Eyth-Straße 2 | 72581 Dettingen/Erms | Germany  
Tel. +49 7123 724-799 | Fax +49 7123 724-798  
service@elring.com | www.elring.pl

C510292 0822 PL



Das Original